



Foreløbigt katalog med skovdyrkningsanbefalinger til konvertering af nåletræsplantager til naturnær skovdrift

Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet

Forord

Hidtil er der blevet skrevet og diskuteret en del om konverteringen fra nåletræsplantager til skove med større diversitet, der forvaltes efter principperne for naturnært skovbrug. Der er imidlertid stadig meget få præcise råd om, hvordan en sådan konvertering skal gennemføres i praksis, især hvad angår råd baseret på systematisk dataindsamling.

Dette katalog er blevet udarbejdet som en del af projektet "EU LIFE - Forests Fit For Future", kort sagt "4Forest" (den tidligere forkortelse var "Forfit"). Målet med 4Forest-projektet er at skabe mere erfaring med naturnær skovforvaltning i områder, der i øjeblikket er domineret af nåleskov, især med konvertering af nåletræsplantager til naturnær skovdrift. Dette katalog er blevet udarbejdet som en del af arbejdsgrupperne A1 og B1.

Formålet med dette katalog er at samle og beskrive de nuværende erfaringer og anbefalinger vedrørende konvertering af nåletræsplantager i Danmark og Slesvig-Holsten til mere modstandsdygtige skove, der forvaltes med naturnær skovdrift. Det er, så vidt vides, det første katalog om en sådan konvertering, der er baseret på systematisk dataindsamling. I det første udkast var der fokus på de danske forhold, da COVID-19 forhindrede besøg i Slesvig-Holsten i vinteren og foråret 2021. I dette nuværende andet udkast er erfaringerne fra Slesvig-Holsten medtaget, hvilket resulterede i flere bevoksningstyper, eksempler og anbefalinger. Erfaringerne er blevet indsamlet både gennem interviews med skovforvaltere og ved målinger i felten. Der er også medtaget yderligere oplysninger fra forskelligt andet arbejde, både praktisk og videnskabeligt. Oplysningerne vil blive ajourført i løbet af de otte år, som 4FOREST-projektet varer, efterhånden som det skrider frem.

Selv om kataloget er baseret på systematisk dataindsamling og tidligere forskning (af forfatterne selv, men også af andre forskere), er det ikke et videnskabeligt værk. I stedet har kataloget en praktisk vinkel og forsøger at inddrage så mange illustrationer som muligt. Den henvender sig især til skovbrugere, men også til skovejere. Den forudsætter en skovbrugsbaggrund og en vis forudgående viden om naturnær skovforvaltning. For læsere uden dette anbefales især "Naturnær Skovdrift" af J. Bo Larsen, men også "Skovdyrkning i Praksis" af Andreas Bergstedt og "Skoven og dens dyrkning" af H. A. Henriksen. Endvidere er det også håbet, at skovbrugsstuderende vil lære om praktiske problemer i forbindelse med konvertering af nåletræsplantager. Med hensyn til den praktiske konvertering af forskellige bevoksningstyper kan man springe direkte til kapitel 4.

Formålet med dette katalog er især at præsentere det, der hidtil har vist sig at fungere godt. Der vil dog også blive redegjort hvad der ikke har fungeret og mulige løsninger. Fokus er på de skovdyrkningsrelaterede aspekter af konverteringen, men omkostningerne ved forskellige skovbrugsaktiviteter vil også blive præsenteret (i bilag). Det er på nuværende tidspunkt stadig vanskeligt at give et overslag over de langsigtede omkostninger ved forskellige konverteringsmetoder. Disse må suppleres med modellering i senere udgaver af kataloget.

Det overordnede mål er, at kataloget skal bidrage til en mere bæredygtig skovforvaltningspraksis i nåleskove i Danmark og Slesvig-Holsten. Dette er et vigtigt emne eftersom ca. 50 % af skovarealet i Danmark er dækket af nåleskov. I de områder, hvor 4FOREST opererer, er andelen af nåletræer desuden væsentligt højere. I disse områder vil nåleskov sandsynligvis også være dominerende i fremtiden, om end af en anden art end i dag. Nåleskov har en høj produktivitet i forhold til løvskov, især i de områder,

der i øjeblikket er domineret af nåletræsplantager, hvilket giver et stort potentiale for at afbøde klimaændringerne. Desuden leverer de produkter af høj kvalitet, som efterspørgslen efter forventes at stige i fremtiden.

Selv om Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, har været ansvarlig for at skrive manualen, har mange mennesker bidraget og været uundværlige i dens tilblivelse. Instituttet vil gerne takke alle skovforvaltere fra Schleswig-Holstein Landesforst, Sorø Akademi, Salten Langsø, Hededanmark og Naturstyrelsen for at bidrage til at dele deres ekspertise og erfaringer og for at kommentere udkastene til manuskriptet. Afdelingen vil også gerne takke Osvald Bjarup Bruun for hans arbejde med udvalgte konverteringsmodeller, som også er blevet indarbejdet i denne håndbog.

Indholdet af denne publikation er udelukkende partnerne i LIFE Forest Fit for Future's ansvar og afspejler ikke nødvendigvis EU's holdning.

Kort i dette katalog er udarbejdet ved hjælp af ArcGIS®-software fra Esri. ArcGIS® og ArcMap™ er intellektuel ejendom tilhørende Esri og anvendes heri under licens. Copyright © Esri. Alle rettigheder forbeholdes. Du kan få flere oplysninger om Esri®-software på www.esri.com.

Denne publikation er produceret med støtte fra EU's LIFE program.

Indholdsfortegnelse

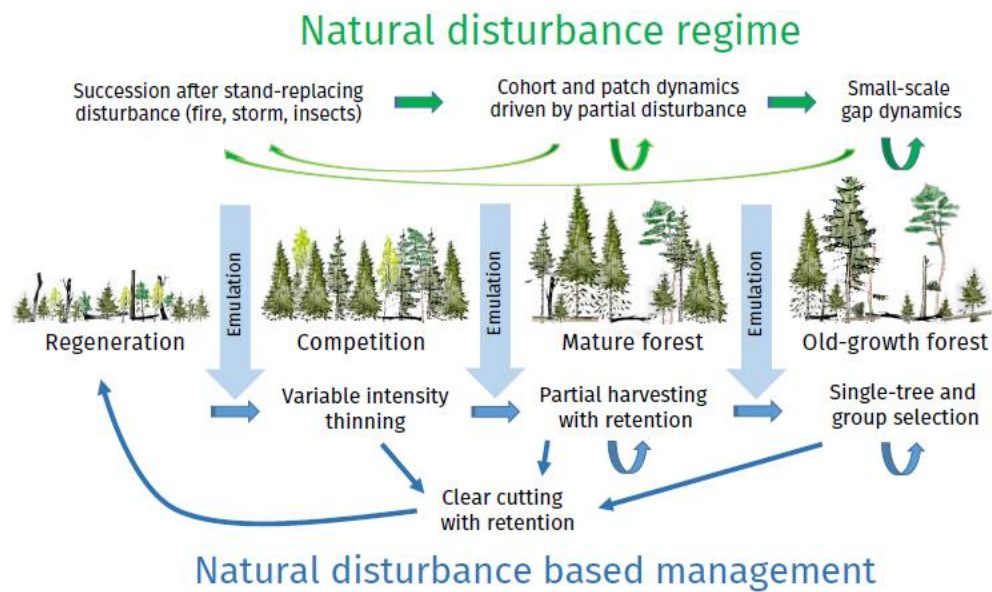
1. Introduktion	1
2. Erfaringer med konvertering i vækstregionerne	8
3. Kunstig og naturlig foryngelse	14
Kunstig foryngelse.....	14
Naturlig foryngelse.....	16
4. Konvertering af forskellige bevoksningstyper	20
Indholdsfortegnelse for kataloget om konvertering af bevoksningstyper	22
1. Ung rødgran (25-50 år), dårlig lokalitet	23
2. Ung Omorikagran (30-50 år), dårlig lokalitet.....	27
3. Gammel rødgran (typisk 50-80 år), intakt, relativt stabil, dårlig lokalitet	34
4. Gammel rødgran (>50 år) med huller/ destabiliseret, dårlig lokalitet	47
5. Rødgran, god lokalitet.....	57
6. Gammel sitkagran (>50 år).....	63
7. Douglasgran (hovedsagelig >50 år).....	66
8. Gammel lærk (> 50 år)	74
9. Blandet gammel skovfyr og rødgran (> 50 år)	78
10. Blandet gammel sitkagran og lærk (>50 år).....	84
11. Andre blandede gamle nåletræsplantager (>50 år).....	90
12. Bevoksninger med kraftig nåletræforyngelse.....	93
13. Bjergfyr.....	97
14. Udvoksede bevoksninger af nobilis og nordmannsgran.....	104
Referencer.....	113
Bilag 1.....	116
Skøn over omkostningerne ved konvertering af bevoksningstyper	116
Bilag 2.....	122
Skovbrugsmodeller for konvertering som oprindeligt defineret i 4Forest.....	122

1. Introduktion

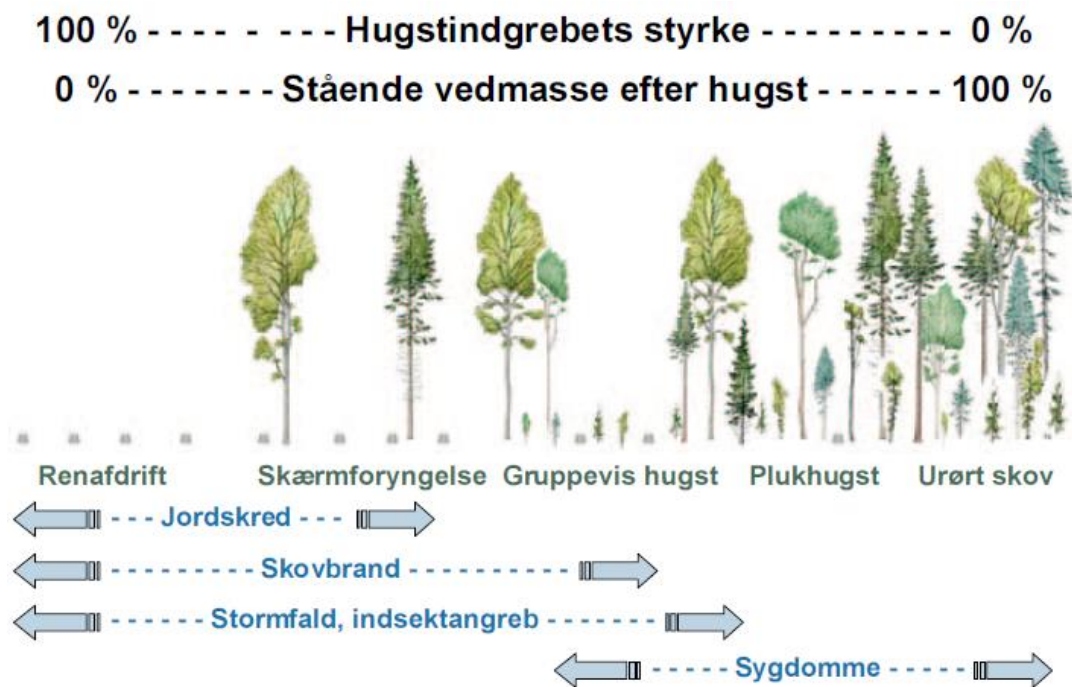
Af historiske årsager består mange skovområder i Europa stadig af monokulturer af ensaldrende nåletræsplantager. Dette gælder også for mange regioner i Danmark og Slesvig-Holsten. Eksempler på sådanne plantager i disse regioner er store områder med monokultur af omorika-, sitka- og rødgran samt områder, der tidligere har været drevet til produktion af juletræer eller pyntegrønt. Bevoksningerne er blevet forvaltet traditionelt med renafdrift. Da disse plantager anses for at være suboptimale i mange henseender, er der et ønske om at omdanne disse bevoksninger til produktionsskov med både større diversitet og modstandsdygtighed. I mindre grad gælder dette også for nåletræsplantager, der allerede indeholder en vis blanding af arter.

Naturnær skovbrug er blevet foreslået som en løsning på, hvordan man kan forvalte nåletræsplantagerne i den ønskede retning. Naturnær skovforvaltning adskiller sig fra traditionel skovforvaltning i flere henseender. Der anvendes i høj grad naturlig foryngelse, og der anvendes derfor lokalitetstilpassede arter, der typisk forekommer i blandinger med stor strukturel diversitet. Systemet har til formål at efterligne de naturlige forstyrrelser, der forekommer i skovsystemet (Figur 1.1), forvaltningsoperationer/forstyrrelser forekommende på forskellige skalaer (Figur 1.2ab). Der anvendes typisk også skovudviklingstyper til at styre langsigtet forvaltning. Den definition af naturnær skovdrift, som vi vil bruge i dette katalog, er følgende (definitionen er citeret fra EU 2018 og oversat):

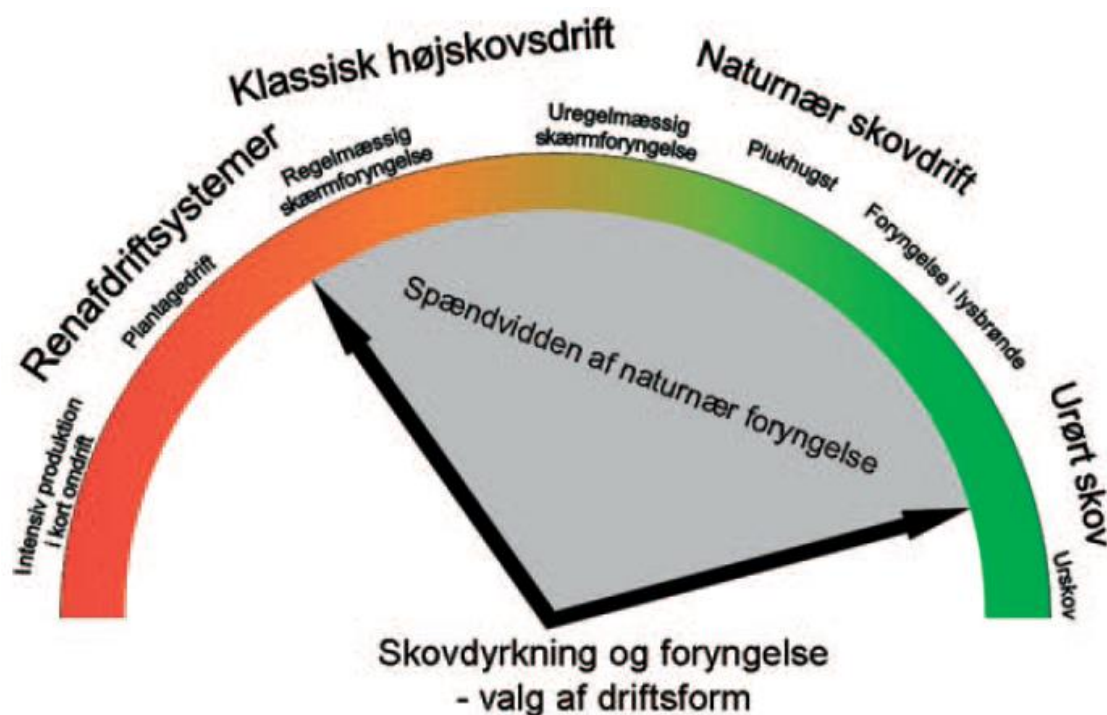
"Naturnær skovdrift" (undertiden også kaldet "økologisk forsvarligt skovbrug" eller "skovbrug med kontinuerligt dække") er kendetegnet ved en praksis, der forsøger at efterligne naturlige processer, og som sigter mod at kombinere økonomisk udnyttelse af skovene med naturbeskyttelse. Resultatet er aktivt forvaltede, men fleretagerede og artsrige blandskove, som ligger relativt tæt på naturskove. Begrebet omfatter aktiv skovforvaltning med hugst og bør derfor ikke forveksles med metoder, der udtrykkeligt har til formål at bevare naturlige processer, f.eks. i vildmarksområder. Den praksis, der typisk anvendes, kan variere en smule fra land til land, men forventes at omfatte følgende elementer: anvendelse af hjemmehørende eller lokalitetstilpassede træarter, naturlig foryngelse, begrænset brug af maskiner, inddragelse af naturbeskyttelsesforanstaltninger, ingen gødning eller pesticider, lang omdriftsalder og hugst af enkelttræer eller grupper".



Figur 1.1 : Hvordan naturlige forstyrrelsesregimer inspirerer naturnær skovforvaltning på forskellige udviklingsstadier i skovens cyklus. Den første fase er foryngelsesfasen (den successionsfase, hvor foryngelsen etablerer sig på arealet). Den næste fase er konkurrencefasen, dvs. den fase, hvor konkurrencen bliver stadig mere intens i bevoksningen, efterhånden som bevoksningstætheden øges. Den næste fase starter, når bevoksningen når modenhed og er klar til at blive fældet. Den sidste fase er den gamle fase, hvor dødeligheden begynder. Forstyrrelser, i Nordvesteuropa typisk enten barkbiller eller vindstød, kan i hvert enkelt stadium lede udviklingen tilbage til foryngelses- og successionsstadiet - en situation, der i konverteringen ville blive efterlignet ved en ekstremt kraftig skærmstillingen eller en form for renafdrift hvor der efterlades en del træer i overetagen. En mindre drastisk forvaltning ville ikke ændre det samlede stadium tilbage til foryngelsesstadiet, men ville i stedet efterligne andre mindre alvorlige forstyrrelsesregimer. I unge bevoksninger kunne et eksempel være, at en svamp kan påvirke nogle dele af bevoksningen, måske med en anden artsfordeling, mere end andre dele af bevoksningen, hvilket skaber en størrelsesgradient. En sådan forvaltning kan efterlignes ved at foretage en kraftigere udtynding i nogle dele af bevoksningen, typisk de dele, der er mest udviklede. Når skoven når ind i det modne skovstadium, er bevoksningen mere eller mindre homogen, afhængigt af hvor meget variabel udtynding/forstyrrelse der har fundet sted. Små forstyrrelser, uregelmæssige stormfald eller små gruppevis udbrud af barkbiller, resulterer i, at der opstår huller i overetagen. Dette efterlignes ofte i forvaltningsmæssig henseende i forbindelse med gruppevis hugst med henblik på at konverterer gamle nåletræsbevoksninger ved at indføre nye arter i disse grupper (selv om forvaltningen naturligvis hellere vil udnytte eksisterende "huller" end bevidst at skabe dem). På samme måde som i det modne stadium begynder den naturlige dødelighed i det gamle skov stadium at være en dominerende forstyrrelsesproces (enkelte træer dør og åbner bevoksningen), hvilket efterlignes i skovforvaltningen, især gennem måldiameterhugst og enkelttræ plukhugst. Larsen et al. (2022).



a)

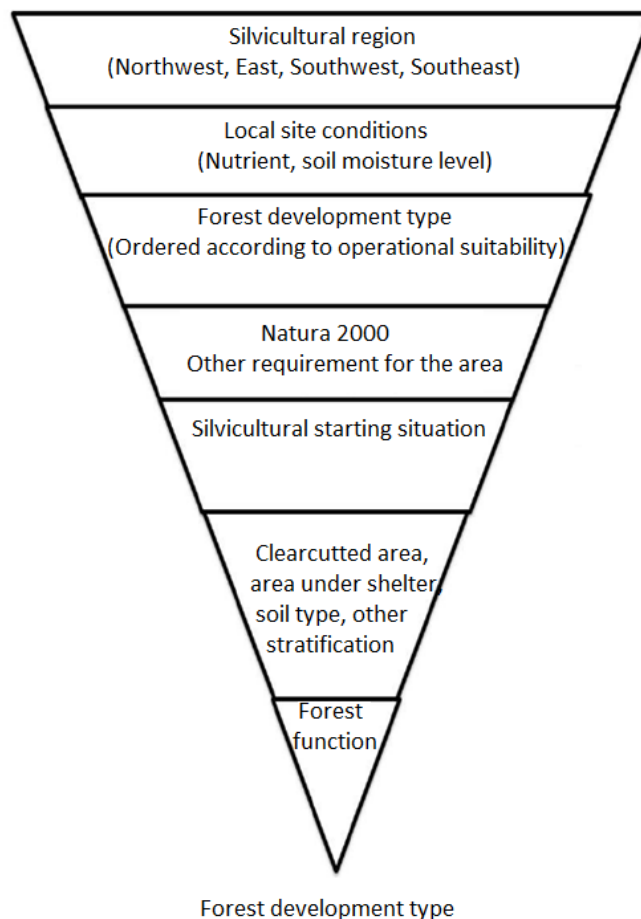


b)

Figur 1.2: Skovbrugssystemer og a) den rumlige skala, hvor de opererer, og de forstyrrelser, de efterligner (Emborg & Hahn 2005) og b) hvilke systemer der kan kategoriseres som naturnært skovbrug (Madsen & Hahn 2005).

Et centralt problem ved direkte anvendelse af naturnær skovdrift i nåletræsplantageområder er, at disse skove på nuværende tidspunkt generelt ikke består af blandede, lokalitetstilpassede arter med god stabilitet og vækst på lang sigt. Man kan derfor ikke regne med, at den naturlige foryngelse alene kan sikre den fremtidige udvikling af bevoksningerne. Det betyder, at der i konverteringsfasen ofte skal indføres egnede arter. I nogle tilfælde vil bevoksningerne allerede være tilstrækkeligt stabile og bestå af artsblandinger, og i disse tilfælde vil der ske naturlig foryngelse og kun en begrænset indførelse af nye arter.

Når der anvendes indførte arter, skal de have vist langtidsstabilitet på stedet. Et godt eksempel er douglasgran, som på mange lokaliteter har en god naturlig foryngelse, er tolerant over for de forventede klimaændringer, har en hurtig produktion af træ af høj kvalitet og har været i DK i flere generationer af træer. Douglasgran er ganske vist relativt modtagelig over for barkskader, men den bliver ikke bidt alt for meget af vildtet og kan generelt modstå et betydeligt vildttryk. Andre stabile nåletræer med et stort potentiale i naturnær skovdrift er grandis, ædelgran, skovfyr og lærk. Da løvtræer generelt er den naturlige vegetationstype i Danmark og Slesvig-Holsten, bør det desuden være målet at indføre nogle løvtræer, især eg og bøg. Nogle af disse arter er imidlertid i praksis vanskelige at indføre på grund af et højt vildttryk (ædelgran og eg), for stort lysbehov (eg, skovfyr og lærk) eller bekymring for deres langsigtede stabilitet under klimaændringer (lærk). Som følge heraf er de vigtigste arter til indførelse i nåletræsplantager på ikke alt for dårlige lokaliteter Douglasgran, grandis og bøg. Hvilke arter og i sidste ende hvilken skovudviklingstype der vælges på en bestemt lokalitet, afhænger af en række stor og små skala faktorer (Figur 1.3).



Figur 1.3: De forskellige trin, der tages i forbindelse med beslutningen om skovudviklingstyper i Slesvig-Holsten. Oversat til engelsk fra AöR (2010).

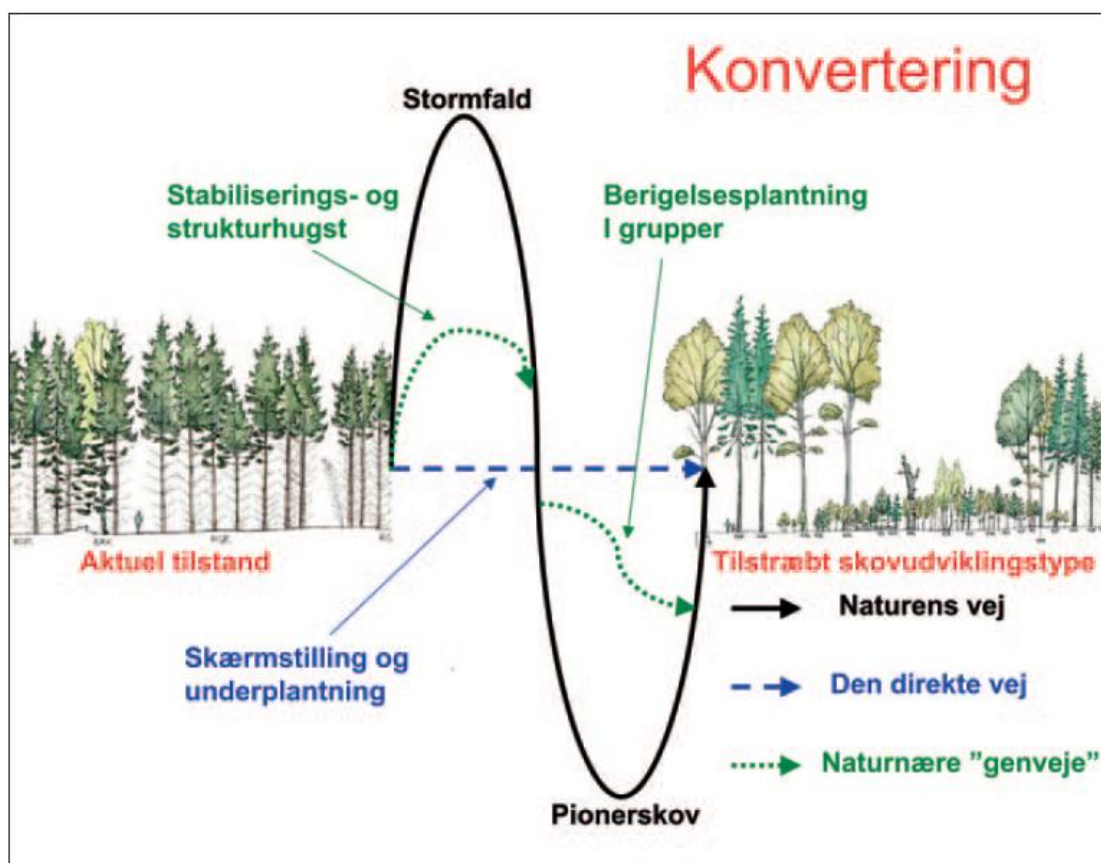
Konvertering fra et plantagesystem til naturnær skovdrift kan iværksættes ved hjælp af systemer i forskellige skalaer fra Figur 1.2b:

- Stor skala (f.eks. 100 % underplantning af en skærmstillet bevoksning og en ofte ret homogen tynding for at etablerer skærmen)
- Mellemskala (f.eks. hugst og plantning i grupper)
- Den mindste skala, det enkelte træ (måldiameterhugst, eventuelt plantning i meget lille skala).

Renafrift bør helst ikke anvendes til konvertering. Mens skærmstilling og underplantning udgør den mest direkte vej til en helt ny artsandel (Figur 1.4), er det også dyrt sammenlignet med konvertering i mindre skala.

Hvad kan tilføjes til Figur 1.2, er skovbrugeres opfattelse af, hvornår de betragter hugst som en renafrift eller en gruppehugst. Denne opfattelse varierer således at der er en tendens til, at i de typiske nåletræsplantager/nye skov regioner anses huller ofte for at være af større størrelse, typisk op til 2 ha. En sådan rydning ville typisk blive betragtet som en renafrift i de gamle danske skovområder. I denne katalog, som naturligvis især er relevant i de nye skovegne og deres omfattende plantager, betragtes en lysning på 2 ha generelt som den maksimalt tilladte rydningsstørrelse.

Efterhånden som konverteringen skrider fremad, mindskes operationernes rumlige omfang, da operationerne i sidste ende udføres som måldiameterhugst. Ligesom terminologien er forskellig fra skovområde til skovområde, kan de langsigtede mål inden for rammerne af naturnært skovbrug variere betydeligt fra område til område, ikke kun på grund af traditioner, men også på grund af, hvad der er biologisk meningsfuldt. På nogle distrikter, især på fattige tørre jorde, vil målet ofte ikke være en direkte konvertering af rødgranbevoksninger til eksempelvis gruppe eller enkelt-trævist plukhugst. I stedet vil målet være at udnytte den tidligere bevoksning til at gøre det muligt at skabe en ny blandet bevoksning, men lokaliteten vil ofte ikke tillade en direkte konvertering til et meget struktureret system i næste generation, da overetage træerne måske ikke har den nødvendige stabilitet. I distrikter med stor nedbørsmængde og dyb jordbund (Rold skov i Nordjylland er et typisk eksempel) vil målet oftere være en direkte konvertering til en mere eller mindre struktureret bevoksning. Alligevel vil denne forvaltning på individuelt træniveau typisk ikke føre til en form for schweizisk plukhugst drift, da hugsten udføres som måldiameterhugst - mens der ikke hugges træer med mindre diameter.



Figur 1.4: Oversigt over nogle forskellige konverteringsveje fra den oprindelige homogene nåletræsplantage. Bevoksningen kan omdannes fuldstændigt til en ny artsfordeling i én hurtig operation, dvs. den direkte vej ved hjælp af skærmstilling med storskala-underplantning, eller ændringen i arter kan ske mere gradvist ved hjælp af mindre operationer. Naturen kan også, i det mindste i teorien, omdanne systemet til en ny artsfordeling efter forstyrrelser og succession, selv om dette naturligvis vil være en langvarig proces i plantager, der i øjeblikket kun domineres af én art. Larsen et al. (2005).

Det følger heraf, at naturnær skovdrift ikke uden videre kan anvendes på enhver plantagebevoksning eller anvendes ved samme metode. Lokaliteten og den tidligere behandling af den pågældende

bevoksning er vigtig. Tidligere forsøg på at skitsere praktiske konverteringsmetoder (se "Naturnær Skovdrift" - Larsen et al. 2005) har haft et stærkt fokus på overetagen og på, hvordan man tilpasser bevoksninger til konvertering, inden foryngelsen introduceres (såkaldt stabilisering og strukturgenererende udtynding på Figur 1.4). Dette betegnes i Naturnær Skovdrift som den "passive" tilgang til konvertering. Et eksempel var de modeller, der var rettet mod unge bevoksninger, som typisk forsøgte at indføre en højere stabilitet (højere kronekvotient, lavere H/D-forhold) og større heterogenitet i træstørrelsen forud for indførelsen af nye arter i den senere fase efter måldiameterhugsten indledes.

De konverteringsmodeller der er beskrevet i denne vejledning har generelt et lidt andet fokus end de modeller, der er beskrevet i "Naturnær Skovdrift". Fokus er generelt ikke på at ændre bevoksningens struktur for at gøre den klar til konvertering, hvilket i "Naturnær Skovdrift" kaldes "Forberedelsesfasen". Bevoksningstyperne, og de tilhørende retningslinjer for hvordan sådanne bevoksninger skal konverteres, fokuserer på de bevoksninger hvor den nye artsindførelse finder sted nu (i denne henseende er fremgangsmåden aktiv). Hvis bevoksningerne er mindre stabile, anvendes andre konverteringsmetoder, men de nye arter indføres stadig nu. De konverteringsmetoder, der præsenteres i denne håndbog, omfatter ikke konvertering af alle typer bevoksninger, f.eks. i tilfælde af stærkt destabiliserede bevoksninger - dette er ikke rationelt økonomisk eller biologisk. Sådanne bevoksninger skal stabiliseres ved hjælp af metoderne fra "Naturnær Skovdrift". For at illustrere forskellen i fremgangsmåden mellem denne håndbog og "Naturnær Skovdrift" kan vi bruge et eksempel på konvertering af unge rødgranbevoksninger. I "Naturnær Skovdrift" gennemgår den skitserede metode flere udtyndinger for at stabilisere bevoksningerne, før der indføres foryngelse (altså en passiv model). I det aktuelle projekt er metoden aktiv, idet der allerede fra starten indføres nye arter, men den er også ofte rettet mod en anden type unge bevoksninger - bevoksninger, der typisk har mange svage områder, ofte på grund af angreb af barkbiller, og som derfor forventes at have en kort levetid (eller bevoksningstypen er måske beliggende over så store områder, at der er behov for hurtig indgriben for at reducere risikoen i fremtiden). Endelig, mens modellerne i "Naturnær Skovdrift" var et nødvendigt første skridt til at give vigtig inspiration til, hvordan man kan foretage konvertering, er målet med denne manual at give erfaringsbaserede eksempler på, hvad der har virket, og hvad der ikke har virket.

Målet med de omregningsmodeller, der præsenteres i denne vejledning, er generelt at opnå en så økonomisk omregning som muligt i betragtning af den ovennævnte "aktive" fremgangsmåde. Der lægges således vægt på at identificere den **mindste indsats**, der sandsynligvis vil resultere i et vellykket resultat på den givne lokalitet, f.eks. hvor lille en procentdel af arealet, hvor den ønskede art kan indføres med succes. Med hensyn til foryngelse forsøger de præsenterede konverteringsmetoder således at følge en passiv konverteringsstrategi (i modsætning til især den klassiske skærmstilling og efterfølgende 100 % underplantning med nye arter med barrodsplanter, som kan betragtes som den mest aktive strategi af alle). Katalogets fokus er derfor generelt en kombination af den aktive og den passive strategi: At påbegynde konvertering i de præsenterede bevoksningstype nu – så økonomisk som muligt.

Kort sagt er målet med denne håndbog at præsentere forskellige skovbevoksningstyper, illustrere og beskrive erfaringerne og endelig give de bedste anbefalinger til konvertering af sådanne bevoksninger i henhold til de principper, der er beskrevet i denne introduktion. Disse resultater er blevet indsamlet

både gennem interviews med forvaltere og systematisk dataindsamling for en række bevoksninger i 4Forest-regionen (se kortet i næste afsnit) samt ved inddragelse af eksisterende videnskabelig og teknisk litteratur/viden.

De viste erfaringer vil omfatte både succeser og fiaskoer. Succes/fiasko ved konvertering kan vurderes ud fra flere kriterier, som det fremgår af følgende eksempler på mislykkede konverteringer:

1: Artsfordelingen i den næste generation var ikke som planlagt. Et typisk eksempel på dette ville være, hvis en plantage med rødgran og ædelgran blev skærmstillet med henblik på naturforyngelse, men der kun opstod rødgranforyngelse.

2: Uønskede arter har overtaget området, f.eks. birk eller *Prunus serotina*. Hvis vi bruger eksemplet med skærmstilling ovenfor, kunne den resulterende blanding have været en blanding, der kun bestod af birk.

3: Foryngelse kom ikke/overlevede ikke. I eksemplet med det ovennævnte sheltertræ opstod der slet ingen foryngelse.

4: Som følge af konvertering blev hele skovsystemet ødelagt. Dette kunne være tilfældet hvis der efter skærmstillingen opstod stormfald og man havde plantet frostfølsomme arter.

5: Efter konvertering blev overetagen ødelagt, men underetagen/de indførte arter overlevede. Dette ville være tilfældet, hvis der efter skærmstillingshugsten skete stormfald i overetagen, men underetagen overlevede på trods af det manglende skovklima.

Grunden til det store fokus på foryngelse i dette projekt er, at erfaringerne har vist, at manglende foryngelse ofte var årsagen til, at konverteringen til naturnær skovdrift i praksis mislykkedes. Målet med konverteringen er naturligvis også at opnå gunstige resultater på lang sigt, f.eks. med hensyn til trækvaliteten af foryngelsen. Derfor er det vigtigt at dokumentere f.eks. virkningerne af de reducerede udgifter på foryngelsen, både på kort og lang sigt. Dette vil naturligvis ikke være muligt i løbet af de 8 år, som 4Forest-projektet varer. Det vil i sidste ende blive muligt gennem udlægningen af langsigtede forsøgsarealer med både konvertering og fortsat nåleskovsplantage drift, som vil løbe fra 2021 og forventes at vare mindst 50 år og sandsynligvis mere. På nuværende tidspunkt har vi, som det også fremhæves i "Naturnær Skovdrift", stadig en ringe forståelse af den langsigtede dynamik i udviklingen af ikke-hjemmehørende plantager på mere eller mindre fattig jordbund i 4Forest-regionen.

I de følgende kapitler beskrives de generelle forhold og udfordringer for konvertering i 4Forest-regionen. Det første kapitel handler om de forskellige vækstregioner i 4Forest-regionen, det næste om de forskellige muligheder for at etablere den nye generation.

2. Erfaringer med konvertering i vækstregionerne

Udfordringerne i forbindelse med konvertering er meget forskellige alt efter geografi og stedforhold. Den mest intuitive inddeling til at systematisere resultaterne er de store vækstområder, som allerede anvendes i dansk skovbrug og i Slesvig-Holsten. Disse vækstregioner er blevet anvendt i en stor del af det tidligere arbejde vedrørende naturnær skovdrift i Danmark og Slesvig-Holsten og vil også blive anvendt til den overordnede kategorisering i dette katalog. Denne opdeling i vækstregioner blev også anvendt ved udvælgelsen af bevoksninger til dataindsamling (Figur 2.1). Inddelingen i vækstområder

dækker naturligvis ikke alt, da f.eks. vildtbestande ikke altid følger vækstområder og kan svinge meget inden for afstande på få kilometer. Alligevel kan vildtskader i konverteringsfasen generelt set også til en vis grad relateres til disse vækstregioner (Figur 2.2). For det første er hjortevildtbestandene generelt højere i de fattige jordbundsregioner, hvilket er mest udtalt i de store danske hedeplantager med lav rekreativ aktivitet, hvor mange plantager rummer mere end 10 kronhjorte/100 ha. For det andet er skovstrukturen i disse områder med dårlig jordbund generelt stadig (dog ikke altid i Slesvig-Holsten) af meget homogen karakter - typisk store områder med homogene gran- og fyrrebevoksninger. Dette gør det vanskeligere at indføre nye arter, især løvtræer, da de nyligt indførte arter i langt højere grad er mål for vildtet end i bedre vækstregioner, hvor skoven typisk allerede delvis består af løvtræer. For det tredje har disse nåletræsplantager typisk en lukket, mørk struktur med få lyse, åbne foryngelsesområder, hvilket også øger vildttrykket, når der skal forynges. Opdelingen i vækstregioner er således et nyttigt redskab til kategorisering af konvertering og vil blive anvendt i resten af denne vejledning. Det skal dog understreges, at denne overordnede ramme bør anvendes i kombination med lokal viden om vækstbetingelser.

Der vil blive anvendt i alt 6 vækstregioner i denne håndbog (Østlige Slesvig-Holsten er ikke medtaget, da det ikke er en del af 4Forest-projektområdet):

1: Dansk klitregion (1 på Figur 2.1). Fattig finsandet jord og stærk vind med salt. Skovene er domineret af nåletræer. Vildttryk er ret højt, men variabelt og ofte lavere end i lignende områder længere inde i landet, fordi rekreative aktiviteter ofte er mere almindelige langs kysten. Der er ofte store forskelle i jordkvalitet inden for kort afstand (mindre end 50 m), og forholdene bliver generelt vanskeligere, når man bevæger sig længere mod vest/nærmere havet. Indførelse af en relativt krævende art som f.eks. bøg på større arealer er ofte kompliceret. Der er stor forskel på at indføre bøg på hævet havbund, der tidligere har været udsat for sanddrift, sammenlignet med morænelokaliteter dækket af et tyndt lag af flyvesand, og der er også stor forskel på sandlagets tykkelse. Jorden er generelt ikke cementeret, og jordbehandlings karakter er ikke så vigtig. Den største komplikation i klitområdet er den stærke vind, som også bærer salt. Vestkanterne er generelt hårde ved træer under sådanne forhold. Læ er afgørende for at etablere en vellykket næste generation. Læ gives generelt af en nærliggende bevoksning svarende til ca. 5 gange den pågældende bevoksnings højde (hvis altså bevoksningen er tæt op til den samlede højde, hvilket normalt ikke er tilfældet for nåletræer) på meget blæsende steder, hvilket som tommelfingerregel kan indarbejdes i planlægningen. Vinden vil også reducere trækvaliteten af især indførte løvtræer, selv om det er vanskeligt at kvantificere virkningen.

2: Dansk hederegion (2 på Figur 2.1). Generelt fattig grovsandet og ofte cementeret jord. Høj nedbørsmængde og den højeste risiko for forårsfrost i den samlede 4Forest-region. Skovene er helt domineret af nåletræer. Det høje vildttryk i kombination med forårsfrost og den langsomme tidlige vækst udgør de største begrænsninger for en vellykket konvertering, især ved indførelse af løvtræer. Generelt skal alle løvtræer og ædelgran indhegnes. Hulboring som jordbearbejdningsmetode har reduceret problemet med ahl eller gruslag på hedepladerne betydeligt og bør foretrækkes på sådanne arealer. På bakkeø eller områder med flyvesand er dette mindre vigtigt. Dette understreger fordelene ved en lys skærm.

3: Norddansk sandet moræneområde (3 på Figur 2.1). Dybgrundet jordbund med middel næringsstoffer og relativt høj nedbør giver gunstige vækstbetingelser for især nåletræer. Generelt er der ingen særlige

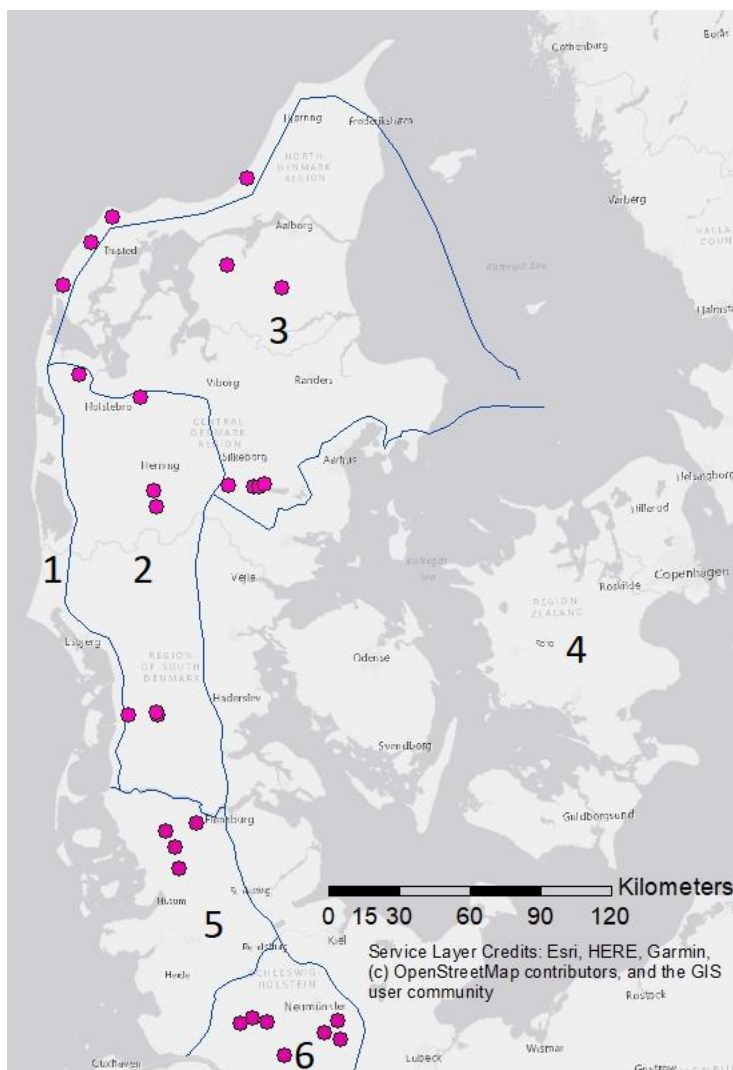
vækstregion begrænsninger med hensyn til konvertering. Især i store skove (større end 100 ha) med godt skovklima er forholdene gunstige da der kun er få skovbryn, og der vil være læ for foryngelsen på de fleste områder. I mindre skove kan der være de almindelige problemer for foryngelse, der altid er til stede i skovbruget, især mangel på et passende skovklima.

4: Østdansk lerholdig moræneregion (4 på Figur 2.1, herunder Bornholm). Rig jordbund og mindre nedbør betyder relativt bedre vækstbetingelser for løvtræer end nåletræer og et landskab domineret af løvtræer. Viden om konvertering af nåletræsplantager er indtil videre begrænset, men generelt udgør den kraftige bundflora en udfordring for selvforyngelse af nåletræ.

5: Slesvig-Holsten "hede" nordvestlige region (NV, 5 på Figur 2.1). Høj nedbørsmængde og generelt dårlig jordbund. Høj risiko for frost, men generelt lavere end i den danske hedeområde. Alt i alt lidt bedre forhold end i den danske hederegion.

6: Slesvig-Holstens "hede" Sydvestlige region (SV, 6 Figur 2.1). Mindre nedbør, mindre blæsende, mere kontinental, generelt lidt bedre jordbund end i den nordvestlige region i Slesvig-Holsten. Mindre frost end i den NW og den danske hederegion.

Jordbunds- og klimaforholdene i størstedelen af plantagerne i Slesvig-Holsten ligner i høj grad de bedre dele af den danske hedelandskabsområde (Sønderjylland). Konvertering i de to områder er imidlertid ret forskellig af en række årsager. For det første er vildtniveauet og de dermed forbundne vildtskader generelt meget lavere i SHLF end i Vestdanmark. For det andet er skovene i Slesvig-Holsten generelt mere varierede end de danske hedeplantager, og mængden af eksisterende løvtræer er generelt større. Her er det lettere at øge antallet af eksisterende arter yderligere end i danske plantager, der kun består af gran. Dette skyldes ikke kun, at man lejlighedsvis kan regne med naturlig foryngelse. Plantning af løvtræer vil ikke blive efterstræbt så kraftigt af vildtet, når der allerede er løvtræer i skoven - tilsyneladende er sådanne plantninger ikke så "nye og spændende" for hjortene som i den klassiske monotone hedeplantage (se også kapitel 3). Bøg kan typisk etableres uden hegn, også uden Trico, og på nogle distrikter, hvor der allerede er meget bøg, er det blevet rapporteret, at den bliver mindre bidt end douglasgran. Selv ædelgran kan i nogle tilfælde i Schleswig-Holstein NW og SW plantes uden hegn, forudsat at der anvendes Trico i foryngelsesfasen.



Figur 2.1 : Skove, der især blev brugt som grundlag for udarbejdelsen af denne håndbog (ved hjælp af feltdata og interviews med skovforvaltere) samt hvilke vækstområder de ligger inden for. Vækstregion 1 er den danske klitregion, 2 er den danske hedereger, 3 er den norddanske region. 4 er den østlige danske region, 5 er den slesvig-holstenske nordvestlige region, 6 er den slesvig-holstenske sydvestlige region. Grænsen mellem vækstregion 5 og 6 udgøres af Kielerkanalen. De danske vækstregioner er optegnet på grundlag af Granat (2005), de slesvig-holstenske på grundlag af Gauer og Kroiher (2011).



a)



b)



c) d)

Figur 2.2 : Illustration af hjortevildtproblemet selv på bedre steder med randmoræne i homogene hedeplantager med bøgbeplantninger på oprindeligt 4000 træer/ha. a) St. Hjøllund (plantet i 2007). Foto er taget mod vest, hvor bevoksningen er blevet indhegnet. b) Samme bevoksning i St. Hjøllund, foto taget samme sted, men mod øst, hvor samme intensive beplantning ikke var indhegnet. Nogle få små, buskede løvtræer af meget dårlig kvalitet er alt, hvad der er tilbage i en forryngelse, der er fuldstændig domineret af naturlig forryngelse af nåletræer. c) Feldborg. Baggrunden i venstre side af illustrationen er indhegnet, forgrunden er ikke indhegnet. d) Til sammenligning er det på de mere repræsentative dårlige steder i den danske hedeplantage (hedeblade) for øjeblikket endnu vanskeligere at plante bøg uden hegn (selv om der i dette tilfælde kun blev anvendt 1800

planter/ha). St. Hjøllund. St. Hjøllund og Feldborg ligger på grænsen mellem det danske hedeområde og det danske nordlige område.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at lokalitetskvaliteten har været støt stigende i de sidste 100 år i det danske klit- og hederegion samt i de to vestlige regioner i Slesvig-Holsten NW og SW. De fleste steder er det nu med hensyn til jordens frugtbarhed realistisk at introducere løvtræer, undertiden også ær - hvis de har den nødvendige beskyttelse mod vildt. Samtidig er det naturlige foryngelsespotentiale også steget. Der er dog stadig mange områder, hvor det ikke er realistisk at indføre løvtræer (Figur 2.3). Nogle nåletræer, som douglasgran og grandis, har også en markant langsommere vækst på sådanne steder, mens ædelgran, lærk, sitkagran og skovfyr tåler sådanne næringsfattige forhold betydeligt bedre. Generelt set har mindre produktive områder dog kun en mindre fokus i 4Forest-projektet.



Figur 2.3: På de dårligste lokaliteter er det stadig ikke realistisk at indføre løvtræarter i anden generation af skov. Dette illustreres ved en konvertering fra rødgran til bøg og ædelgran, hvor ædelgran trods sin meget langsomme ungdomsvækst er bøgen fuldstændig overlegen (billedet er taget i en smeltevandsdal 17 år efter plantningen). Bemærk, at området har været hegnet konsekvent. Sådanne lokaliteter findes ofte i klitområdet og i smeltevandsdale og i afblæsningsflader på hedebladerne. Gludsted Plantage, dansk hederegion.

Dette afsnit vil forhåbentlig senere i projektet blive suppleret med forhold vedrørende konvertering på lerjord i det østlige DK. Det skal også understreges, at vi i løbet af projektet vil få mere erfaring med konvertering på forskellige specifikke jordtyper (inden for de enkelte vækstregioner), så der vil blive givet mere specifikke oplysninger herom. I næste afsnit vil vi gå lidt mere i detaljer om foryngelse.

3. Kunstig og naturlig foryngelse

Kunstig foryngelse

Når der indføres nye arter, finder hjortene som nævnt, at de ser eksotiske ud, og de vil derfor gå specifikt efter dem, især hvis den nye art skiller sig ud, f.eks. ved at være lidt højere end de andre arter i foryngelsen (f.eks. plantet douglasgran i naturlig foryngelse af rødgran). Jo mere en ny art skiller sig ud, jo større arealer er der behov for, før den kan indføres i området uden indhegning. Det er vanskeligt at kvantificere, hvor stor en procentdel af en bevoksning en ny art skal udgøre, før hjortene holder op med at finde den særlig interessant (afhænger af arten, stedet og hjortebestanden, resultaterne vil forhåbentlig fremkomme i løbet af 4FOREST).

Valget af metoder til kunstig foryngelse afhænger af faktorer såsom størrelsen af det område, der skal forynges, mængden af naturlig foryngelse i bevoksningen (eller potentialet for naturlig foryngelse) og hjortebestanden.

En plantet plante vil altid være mere modtagelig over for græsning end en frøplante på grund af det høje næringsindhold den har fået med fra planteskolen. Containerplanter og barrodsplanter har hver især deres fordele i en konverteringssituation. Containerplanter er billigere end barrodsplanter, indkøbspris er ca. 15 cent/plante, og containerplanter er derfor velegnede til at indføre nye arter over et stort område. På grund af deres størrelse er containerplanter dog små og mere sårbare, især over for vildt. Et typisk problem er, at kronhjorte og dådyr simpelthen trækker containerplanter direkte op af jorden efter plantning. Det er derfor oftere nødvendigt at indhegne dem end større barrodsplanter, især i områder med kron- og dåvildt. Generelt er containerplanter velegnede i en konverteringssetting i forhold til traditionelt skovbrug med renafdrift. På grund af deres mindre størrelse bliver de lettere udkonkurreret af frost, bundvegetation og (for nåletræers vedkommende) dræbt af snudebiller på åbne arealer, og en vis skærm er en klar fordel.

I øjeblikket er der stadig kun begrænsede erfaringer med at bruge containerplanter i en konverteringssituation i Danmark. I Slesvig-Holsten NW og SW er containerplanter blevet anvendt i større omfang end i Danmark. På relativt gunstige lokaliteter har erfaringerne været gode, men erfaringerne har ikke været gode på dårlige lokaliteter med store vildtbestande. Skovdistriktet Ricklingen, som har dårlig jordbund, der ligner meget af den danske hederegion, og en kronvildtbestand på 800-900 dyr på 3000 ha skov, har nu stort set opgivet at anvende containerplanter, da udgifterne til suppleringsplantning simpelthen var for høje. Problemet er, at mens den normale barrodsplante har 2 år, hvor den var særligt sårbar, har containerplanterne ca. 6 år. Stedet er også en faktor - jo mere tørt klima/jord, jo mere risikabelt er det at bruge containerplanter. Containerplanter synes således mindre velegnede til den typiske danske hederegion på grov, tør jordbund og med en højbevoksning af kronhjorte.

I situationer, hvor hjortevildt er et stort problem, bør grupperne af nyplantninger, hvad enten barrod eller container, placeres tæt på skovveje. Dette har flere formål. Dels er det lettere at huske den plantede gruppe og sikre optimal forvaltning. I situationer, hvor det er nødvendigt at indhegne, er det også lettere at kontrollere hegnet regelmæssigt for skader. Desuden sikrer større rekreative aktiviteter tæt på skovveje, at der er færre vildtaktiviteter i det pågældende område.

Kunstig såning kan i modsætning til naturlig såning bruges til at indføre en ny art over et stort område til en lavere pris end ved enhver form for plantning, selv om det er vanskeligere. Omkostningerne ved at så et område ud er ca. 20 % af omkostningerne ved en barrodsplantning. Træer fra såning har en bedre rodudvikling, og på lang sigt forventes de at kunne klare sig bedre i forbindelse med storme og skiftende vandtilgængelighed, især sammenlignet med barrodsplanter. Bergstedt (2017) rapporterer, at såning generelt er mest anvendelig på ikke alt for lerholdig jord på grund af konkurrence fra bundfloraen, og metoden kunne således forventes at være relevant i en naturnær situation på de hovedsageligt sandede jorde i 4Forest-projektet.

I øjeblikket er der i Danmark praktisk talt kun erfaring med at så bøg til konvertering af rødgran. Bøg anses også for at være den art, som kan anvendes til såning med størst succes. SHLF har mere omfattende erfaring med såning og har erfaring med andre arter end bøg. Disse erfaringer viser, at såning af eg generelt fungerer godt (hvis der findes frø på markedet). Såning af gran, skovfyr og lærk fungerer også godt. Det er dog vanskeligt at så Douglasgran. Såning af ædelgran fungerer godt i den forstand, at spiringen typisk er vellykket, men artens følsomhed i forryngelsesfasen betyder, at såning oftest mislykkes i praksis.

Ulempen ved at anvende såning i konverteringen er, at resultaterne ofte er uforudsigelige - hvad der virker i en bevoksning virker måske ikke i en anden bevoksning tæt på - og årsagen er uklar. Dette gælder i hvert fald for ikke optimale vækstbetingelser, dvs. især i den danske hederegion og i Slesvig-Holsten, hvor der også er størst erfaring med såning i forbindelse med konvertering (der er ingen erfaring fra klitregionen, og erfaringerne er begrænsede fra bedre vækstbetingelser som f.eks. sandet moræne). Erfaringerne i SHLF viser, at en vigtig faktor for en vellykket såning af bøg er, at frøene er dækket af 1-2 cm jord, hvilket giver optimale betingelser. Mange såninger synes at mislykkes, fordi frøene er dækket af for meget jord. Desuden skal jorden være "klar" som tyske skovbrugere kalder det, "Bodengare". Et godt første skridt til at afgøre, om jorden er klar til at blive sået, er, om der allerede er bundvegetation - helst græs eller blomster, men mos er også i orden. En jord, der udelukkende består af døde nåle, fungerer ikke - dette substrat er for surt til at blive sået. Det er desuden en vigtig omstændighed ift. konverteringer at skærmtætheden i de første tre år efter såning kun har en lille effekt, ift. under den senere udvikling.

Et problem i forbindelse med anvendelse af såning under konvertering er, at behandlingen af jorden i forbindelse med såningen i høj grad øger sandsynligheden for naturlig forryngelse på det pågældende sted, hvilket betyder, at de kunstigt såede arter ofte vil stå over for hård konkurrence. En anden ulempe er, at såning på grund af den langsommere udvikling end plantning kræver en længerevarende stabilitet af skærmen, sandsynligvis mindst 20 år (Larsen et al. 2005).

Naturligvis opnås de bedste resultater ved at så større arealer (flere ha), især hvis der sås vildtudsatte arter såsom bøg, som så kan gemme sig i den naturlige forryngelse af typisk rødgran. Dette gør det ofte en udfordring at anvende såning i forbindelse med konvertering, og det er f.eks. generelt ikke tilrådeligt at anvende kunstig såning i mindre "gaps". På trods af at såningen bringer et stort antal individer ind over et stort areal, viser erfaringen faktisk, at hegning er nødvendigt på hedefladerne for at få et godt resultat - dødeligheden er ellers for høj. Selv i Slesvig-Holsten, hvor forholdene generelt er bedre, er 50-60 % af alle såninger hegnet. Såning er generelt mere risikabelt, især med hensyn til skader fra vildtlevende dyr og fugle. Såning kan potentielt anvendes som første skridt i forryngelsen, som derefter

kan følges op af plantning med barrodsplanter eller containerplanter. Afhængigt af dækningen af den naturlige foryngelse tilsås normalt 50-70 % af arealet.

Sammenfattende kan man sige, at det er vanskeligt at bruge såning til konvertering, og at plantning generelt bør foretrækkes. Det kan i nogle tilfælde være relevant at så store heggede arealer.

Naturlig foryngelse

Sammenlignet med skitseringen i "Skoven og dens Dyrkning" fra 1988 er mange synsvinkler på brugen af naturlig foryngelse af nåletræer blevet ændret. For det første er det klart, at nyere erfaringer klart har vist, at potentialet for naturlig foryngelse er større i 4Forest-regionerne end tidligere antaget, især for arter som rødgran og sitkagran. Det kan formentlig især skyldes den bonitetsstigning der er sket med tiden i de fleste vækstregioner. Samtidig er potentialet for naturlig foryngelse af ædelgran dog nu vanskeligere at udnytte på grund af stigende vildtniveau. Tabel 3.1 giver et groft overblik over de almindelige nåletræarters naturforyngelses egenskaber, selv om disse skøn er fra 1943, og afstanden mellem gode frøår må betragtes som et forsigtigt skøn på grund af klimaændringerne. Senere erfaringer viser dog også, at for nogle af arterne virker skønnene optimistiske. Nordmannsgran har vist sig ikke at være så let at anvende til naturlig foryngelse, ligeledes for bjergfyr. Generelt vil grovsandede lokaliteter have hyppigere frøår end andre lokaliteter, da sommertørke er mere almindeligt, hvilket udløser kraftig frøsætning det følgende år (især hedeblader i den danske hederegion eller Slesvig-Holstens NW eller SW region).

Tabel 3.1 : Oversigt over naturlige foryngelsesegenskaber for de mest almindelige nåletræarter i 4Forest-regionerne. Oversat og redigeret fra Forstlig Lommehaandbog (1943), med tilføjelse af skyggetolerance.

Arter	Alder for naturlig foryngelse (år)	Afstand mellem gode masteår	Tolerance over for skygge
Ædelgran	40-50	2-3	Høj
Grandis	40-50	3	Høj
Nordmannsgran	30-40	2-3	Høj
Ædelgran	30-40	2	Høj
Rødgran	30-40	4-8	Mellemliggende
Sitkagran	15-25	3	Mellemliggende
Douglasgran	25-30	4	Mellemliggende
Skov fyr	15	3-5	Lav
Bjergfyr	10	Hyppige	Lav
Europæisk lærk	15-20	2-3	Lav
Japansk lærk	15	3	Lav

Især i blandede nåletræsplantager er naturlig foryngelse den vigtigste foryngelsesform, der anvendes ved konvertering, og mange skovbrugsbøger noterer også at naturlig foryngelse er lettest at gennemføre i blandede bevoksninger. Vildt er typisk ikke et stort problem ved naturlig foryngelse i nåletræer. Selv nåletræer, der er relativt modtagelige for bidskader sammenlignet med rødgran, såsom douglasgran og grandis, er til stede i et antal, der ikke kræver aktive forebyggende foranstaltninger, selv om bidskader kan justere blandingsfordelingen. Naturlig foryngelse af ædelgran er dog en undtagelse, som efterstræbes stærkt angrebet af hjortevildt. Selv om ædelgran har gode egenskaber for naturlig foryngelse og der typisk fremkommer meget foryngelse, vil denne foryngelse typisk blive bidt helt væk i områder med højt vildttryk. Naturforyngelsen af ædelgran bliver typisk mindre bidt når især

naturforyngelsen af rødgran kan fungere som dække som den kan "putte" sig i. Desværre udkonkurrerer rødgranforyngelsen dog ret let ædelgranforyngelsen hvis der ikke er den helt rigtige skærmtæthed, og det er vanskeligt at finde balancen. Naturlig foryngelse af ædelgran virker således til at være meget vanskelig på de fleste arealer uden hegning i den danske hederegion, og det synes også vanskeligt i den nordlige del af Danmark (Figur 3.1).



Figur 3.1 : Naturlig foryngelse i blandet rødgran og ædelgran, hvor den næste generation desværre er stærkt domineret af rødgran. Plovmandshøj Plantage. Norddansk region, men ret fattig jordbund (1 generation på hede).

Naturlig foryngelse er i høj grad afhængig af, at skovklimaet opretholdes, hvilket er det vigtigste succeskriterium. Hvis overskovet består af stabile nåletræer, er det vigtigt at bevare disse så længe som muligt, indtil foryngelsen kommer frem (naturligvis under hensyntagen til arternes lysbehov). Så snart der opstår en randvirkning, og de nye små træer udtørres af vinden, er det meget vanskeligere at forynge. Der begynder at opstå en randvirkning, når der er en afstand fra foryngelsen til den nærliggende lægivende bevoksning på mere end 5-20 gange (afhængigt af stedets vindstyrke og bevoksningens tæthed) bevoksningens beskyttelseshøjde. Dette kan let blive et problem i bevoksninger, der teknisk set har læ over sig, men ikke læ på den vindvendte side. Det er vanskeligt at sige, hvor langt ind i en bevoksning en sådan mangel på skovklima strækker sig, når der mangler læ i vindsiden. Især vest- og sydkanter er problematiske, og det kan være nødvendigt med supplerende beplantning. I sådanne situationer bør der så hurtigt som muligt etableres en robust art som f.eks. lærk i kanten for at give læ. Især ædelgran er sårbar over for udtørrende vind (selv om den på den anden side typisk tåler den fugtige vind i klitområdet tæt på havet).

Naturlig foryngelse af nåletræer er nemmest i det nåletræskovdominerede område på mere eller mindre sandede arealer i Vestdanmark og det vestlige Slesvig-Holsten. Erfaringen har vist, imodsætning hvad man tidligere antog, at selv fattige jorde med et tykt morlag har et fint potentiale for selvforyngelse, specielt hvis der foretages jordbearbejdning. Under østlige lerholdige forhold kan en

kraftig bundflora og konkurrerende løvtræer som ær gøre naturlig foryngelse i nål meget vanskelig, medmindre den ønskede nåletræart er tilstrækkelig skyggetolerant såsom for grandis eller ædelgran.



Figur 3.2 . En optimal bundflora til naturlig foryngelse er mosdomineret (som vist til venstre). Hvis floraen begynder at blive græsdomineret, er det et tegn på, at skærmen er for lys. Den optimale tæthed af skærmen for at få en mosflora og ikke en græsflora afhænger af lokalitet og bevoksningsforhold. Beplantning med løvtræer og grandis skaber generelt en bedre humusbund af stor praktisk betydning for naturlig foryngelse, og grandisbevoksninger synes også at være mere tilbøjelige til at skabe en gunstig mosbundflora.

Erfaringen har vist, at det typisk ikke er nødvendigt at foretage nogen jordbearbejdning før frøfaldet, når floraen er mosdomineret (Figur 3.2). Hvis der begynder at fremkomme græs fordi skærmen er for tynd, eller fordi overetagen består af lystræer, er det nødvendigt at foretage jordbearbejdning for at fremme foryngelsen (Figur 3.3). Dette bør gøres, når græsset begynder at etablere sig. Lærketræ kan især være nødvendigt at plante på steder, hvor der er meget *Calamagrostis epigejos* (Bjergrørhvene), især hvis der er en kantvirkning og ingen læ til foryngelsen.



Figur 3.3 . Et lille hul i en rødgranbevoksning er blevet mere græs- end mosdomineret, og der er udført hulboring for at fremme den naturlige foryngelse.

Skærmen holder naturligvis også uønskede pionerarter væk, især birk og *Prunus serotina*. Mens birk og *Prunus serotina* kan være problematiske på lysåbne steder, kan *tsuga* være et stort problem selv under tæt læ. Den nøjagtige tæthed af skærmen for at undgå *tsuga*-problemet afhænger af den pågældende skærmart. Lys krævende arter (f.eks. lærk og fyr) kan der komme *tsuga* under uanset hvor tæt bevoksningen er. For mere skyggetolerante arter som f.eks. sitkagran er det lidt vanskeligere at fastsætte en tæthed, der kan forhindre *tsuga*, men selv en tæt bevoksning (30-35 m² /ha) vil næppe helt fjerne risikoen for *tsuga*-invasion (se Hale 2004 for yderligere oplysninger). For disse arter er et enkelt eksemplar i kanten af et forynget område nok til at optage hele området, og sådanne eksemplarer bør

fjernes (normalt er *Tsuga* ikke målsætningen). På god jordbund kan ær også vise invasiv karakter i nåletræers naturforyngelse under skærm, hvis der er en bevoksning af ær i nærheden.

4. Konvertering af forskellige bevoksningstyper

I de foregående kapitler er der redegjort for de generelle aspekter af konverteringen i 4Forest-regionen. Resten af denne håndbog er et katalog over konvertering af forskellige specifikke typer af nåletræbevoksninger, der almindeligvis forekommer i 4Forest-regionen. Strukturen for hver bevoksningstype er en kort beskrivelse, det typiske mål med konverteringen, en præsentation af de nuværende erfaringer med konvertering og anbefalinger på grundlag af disse erfaringer. Figurer og billeder i denne sektion er benævnt FS (forest standtype, bevoksningstype). Skovdistrikter er knyttet til vækstregion i billedteksten til den første illustration, som de indgår i for hver bevoksningstype (for at gøre det muligt at lade vækstregionskonceptet danne ramme om hele manualen).

Målet er at give skovforvaltere direkte praktiske løsninger, når de skal træffe beslutninger i skoven. I denne anden udgave af manualen er der beskrevet 14 bevoksningstyper (Tabel 4.1), dette antal kan øges/indskrænkes i den næste udgave af manualen, efterhånden som vi får mere erfaring.

Tabel 4.1: Oversigt over de 14 bevoksningstyper til konvertering, der er beskrevet i dette katalog. De 10 oprindelige 4Forest-konverteringsmodeller er vist som reference og er knyttet til anbefalingerne for hver enkelt bevoksning, da vores erfaring med nogle bevoksningstyper stadig er ret begrænset, og anbefalingerne for mange bevoksningstyper i nogen grad er baseret på de oprindelige 4Forest-modeller. Se Bilag 2 for en oversigt over disse oprindelige 4Forest-modeller.

Bevoksningstyper	Anbefalinger baseret hovedsagelig på disse 4Forest konverteringsmodeller	Skovvækstregion primært målrettet
1. Ung rødgran (25-50 år), dårlig lokalitet	Model 1: Midaldrende bevoksninger – indplantning/underplantning i grupper	Dansk hederegion
2. Ung Omorikagran (30-50 år), dårlig lokalitet	Model 1: Midaldrende bevoksninger – indplantning/underplantning i grupper Model 7: Kulisseforyngelser eller skærm i OMO og FBF i f.eks. klitplantager.	Model 1: Dansk hederegion Model 7: Dansk klitregion
3. Gammel rødgran (typisk 50-80 år), intakt, relativt stabil, dårlig lokalitet	Model 5: Suppleringsplantning under ældre bevoksninger/skærmstillinger	Dansk hederegion, Schleswig Holstein NV og SV
4. Gammel rødgran (>50 år) med huller/ destabiliseret, dårlig lokalitet	Model 8: Foryngelse i lysbrønde i ældre nåletræsbevoksninger	Dansk hederegion, Schleswig Holstein NV og SV
5. Rødgran, god lokalitet	Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ Model 8: Foryngelse i lysbrønde i ældre nåletræsbevoksninger	Dansk Nordregion
6. Gammel sitkagran (>50 år)	Model 8: Foryngelse i lysbrønde i ældre nåletræsbevoksninger	I dag dansk klit - senere også dansk hede, Nord- og Slesvig-Holsten
7. Douglasgran (hovedsagelig >50 år)	Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ	Alle regioner, undtagen klitter, oplever fra nord, øst og Schleswig-Holstein NV og SV
8. Gammel lærk (> 50 år)	Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ	Primært Slesvig-Holsten NV og SV
9. Blandet gammel skovfyr og rødgran (> 50 år)	Model 3: Naturforyngelse under ældre blandet nåletræ/løvtræ Model 5: Suppleringsplantning under ældre bevoksninger/skærmstillinger	Slesvig-Holsten NV og SV, Dansk hederegion
10. Blandet gammel sitkagran og lærk (>50 år)	Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ Model 3: Naturforyngelse under ældre blandet nåletræ/løvtræ	Alle, undtagen østlige danske region
11. Andre blandede gamle nåletræsplantager (>50 år)	Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ Model 3: Naturforyngelse under ældre blandet nåletræ/løvtræ	Alle
12. Bevoksninger med kraftig nåletræforyngelse	Model 4: Knusning af grupper i selvforyngelse uden stabiliserende arter	Alle
13. Bjergfyr	Model 7: Kulisseforyngelser eller skærm i OMO og FBF i f.eks. klitplantager.	Dansk klitregion
14. Udvoksede bevoksninger af nobilis og nordmannsgran	Model 6: Konvertering af udlevede pyntegrøntbevoksninger Model 7: Kulisseforyngelser eller skærm i OMO og FBF i f.eks. klitplantager.	Model 6: Dansk hede, nord og østregion Model 7: Dansk klitregion

Indholdsfortegnelse for kataloget om konvertering af bevoksningstyper

1. Ung rødgran (25-50 år), dårlig lokalitet	23
2. Ung Omorikagran (30-50 år), dårlig lokalitet.....	27
3. Gammel rødgran (typisk 50-80 år), intakt, relativt stabil, dårlig lokalitet	34
4. Gammel rødgran (>50 år) med huller/ destabiliseret, dårlig lokalitet	47
5. Rødgran, god lokalitet.....	57
6. Gammel sitkagran (>50 år).....	63
7. Douglasgran (hovedsagelig >50 år).....	66
8. Gammel lærk (> 50 år)	74
9. Blandet gammel skovfyr og rødgran (> 50 år)	78
10. Blandet gammel sitkagran og lærk (>50 år).....	84
11. Andre blandede gamle nåletræsplantager (>50 år).....	90
12. Bevoksninger med kraftig nåletræforyngelse.....	93
13. Bjergfyr.....	97
14. Udvoksede bevoksninger af nobilis og nordmannsgran.....	104

1. Ung rødgran (25-50 år), dårlig lokalitet

Bevoksningen

Denne kategori dækker rødgranplantageområder af større størrelse, op til 200 ha, som er blevet plantet i mange områder, men hovedsagelig i den danske hederegion specielt efter stormen i 1981.

Bevoksningerne er typisk begyndt at vise svage områder med barkbiller/vildtskader/stormskader/dårlig vækst og forventes i nogen tilfælde at have begrænset levetid (dvs. mindre end 20 år fra konverteringens start). I praksis er det vanskeligt og dyrt at konverterer meget unge bevoksninger af rødgran (under 20 år i hederegionen). Kroneudvidelsen i meget unge bevoksninger er hurtig, og det kræver derfor næsten årlig udtynding for at regulere skærmtætheden, og dødeligheden i den næste generation er i praksis meget høj. I sådanne meget unge bevoksninger er det derfor bedre at vente, indtil bevoksningen er mindst 25 år gammel på typiske hedearealer (FS 1.1).



FS 1.1: Den typiske udgangssituation for konvertering af ung rødgran. Gludsted plantage, dansk hederegion.

Målet med konvertering

Målet er at bryde de typisk store områder inden for denne ensaldrende/ensartede skovtype op og indføre en andel af langlivede nåletræer og løvtræer i den nye generation, som vil reducere systemets ustabilitet i forhold til især barkbiller og storm og have et godt naturligt foryngelsespotentiale. I situationer, hvor systemet forekommer mere ustabil, kan der anvendes en større beplantningsprocent, men ellers bør beplantningen holdes på et moderat niveau, da konvertering i unge bevoksninger er dyrt. Den naturlige foryngelse af rødgran vil spille en vigtig rolle i den næste generation, som ideelt set vil

være to-etageret/uensaldrende (selv om naturforyngelsen ikke vil komme frem, før bevoksningen er ældre). Naturlig foryngelse af flere nåletræarter, potentielt også af nogle løvtræer, er det langsigtede mål, så der i næste generation indføres mindst 15 % nye stabile arter.

Erfaringer

Erfaringerne med konvertering af denne bevoksningstype er begrænsede, men det vil blive gennemført i stor skala i forbindelse med 4Forest-projektet fra 2021-2028. Den eneste erfaring indtil videre er en bevoksning i en hedeplantage i Sønderjylland, som i en alder af 27 år (højde ca. 12 m) havde flere huller (12-30 m i diameter) efter barkbilleangreb, og som på dette tidspunkt blev beplantet med bøg (plantetæthed 1,75 x 1,75) uden indhegning.

17 år senere var bøgen 3-4 m høj i hullerne med en diameter på 20-30 m med ubetydelig dødelighed, hvilket er et meget tilfredsstillende resultat (FS 1.2, FS 1.3). I de mindre huller i bevoksningen var udviklingen generelt også overraskende god, om end langsommere end i de lidt større huller (FS 1.4).



FS 1.2: Bøgegruppe 17 år efter plantning i billehul. Hullet var oprindeligt ca. 30 m i diameter, nu ca. 35 m i diameter. Bevoksningen er 20 m høj nu, 44 år gammel. Bemærk landmålingspinden til skalering. Hønning plantage, dansk hederegion.



FS 1.3: Bøgegruppe plantet i 20 m diameter billehul. Samme bevoksning som FS 1.2. Hønning plantage.



a)



b)

FS 1.4: Små grupper af bølg plantet i billehuller som var a) 10 m bredt og 25 m langt b) ca. 12 m i diameter. Samme bevoksning som FS 1.2-FS 1.3. Hønning plantage.

Det skal gøres klart, at denne konvertering mod bølg ikke ville være lige så vellykket i dag. Hønning var et af de distrikter, der blev hårdest ramt af stormen i 1999. Som følge heraf var vildttrykket meget lavt under etableringen af denne konvertering ift. i dag.

Nogle få af hullerne i overetagen blev ikke plantet og illustrerer, at potentialet for naturlig foryngelse i så unge bevoksninger er meget begrænset. Ved alder 44 var den naturlige foryngelse lige begyndt at komme frem (FS 1.5). På samme måde begyndte den naturlige foryngelse at komme frem under skærmen (dvs. uden for hullerne), da skærmtætheden ikke var mere end 15 m² /ha.



FS 1.5: Naturlig foryngelse begynder at etablere sig i et billehul, 17 år efter konverteringen i en alder af 44 år. Hønning.

Det lave naturlige foryngelsespotentiale betyder, at konverteringen ideelt set er målrettet mod eksisterende huller i bevoksningen, hvor der plantes intensivt. Denne konverteringsmetode har også vist sig at øge sundheden i overetagen betydeligt, sandsynligvis fordi den udtørrende vind ikke længere kan trænge ind i bevoksningen gennem hullerne (som det ellers ville have taget mange årtier at udfylde med naturlig foryngelse).

Hvis der blev etableret en traditionelt skærmstilling, ville det kræve en fuldstændig tæt og dyr underbeplantning, hvilket ville betyde tab af vækst. Konvertering ved hjælp af delvis skærmstilling med efterfølgende underplantning kan i visse tilfælde være en mulighed/nødvendighed for at bryde meget store homogene blokke af ung rødgran på flere 100 ha op for at undgå for stor risiko for fremtidige omfattende barkbilleangreb. I disse tilfælde vil bevoksningerne typisk være ældre ved konverteringen end den ovenfor nævnte bevoksning, da det ellers ville være en dyr operation. Der kan så foretages en skærmstillingshugst på f.eks. 20 % af arealet efterfulgt af underplantning. Der er endnu ingen dokumenterede erfaringer med sådanne konverteringer. Der skal hentes inspiration fra konvertering af

ældre rødgranbevoksninger, selv om grundfladen skal være lidt lavere i yngre bevoksninger (hvor diameteren er lavere og stammeantallet højere). Derfor vil brugbare skærmtætheder i unge bevoksninger sandsynligvis ikke være højere end ca. 10 m² /ha ved indførelse af douglasgran, 15 m² /ha for bøg og 20 m² /ha for ædelgran (se side 35-40 for mere udførlige oplysninger).

Anbefalinger

På grund af de sparsomme oplysninger, der er til rådighed på nuværende tidspunkt, er det for tidligt at give endelige anbefalinger for konvertering af denne bevoksningstype generelt. Konvertering i **små huller på 12-30 m** har vist sig at være en god metode til at indføre bøg i unge bevoksninger under forhold med lavt vildttryk. Erfaringerne kan anbefales i sådanne bevoksninger, bortset fra at disse bevoksninger i dag skal **hegnes**.

For større forvaltningsenheder med større grupper der introduceres og typisk i forbindelse med en delvis skærmstilling, foreligger der i øjeblikket ingen erfaringer. Der vil blive indsamlet erfaringer i forbindelse med 4Forest. Vi henviser derfor her direkte til aktiviteterne fra model 1, som blev foreslået som udgangspunkt for 4Forest-projektet (se Bilag 2, side 122).

Baseret på konverteringsmodeller

Model 1: Midaldrende bevoksninger – indplantning/underplantning i grupper

2. Ung Omorikagran (30-50 år), dårlig lokalitet

Bevoksningen

Omorikagran er tidligere blevet plantet i stor udstrækning i monokulturer på fattige arealer i den danske klitregion og på nogle distrikter i den danske hederegion (FS 2.1), især i 70'erne og 80'erne. Resultatet har imidlertid været skuffende, især på grund af meget langsom vækst, mindre modstandsdygtighed over for saltsprøjt end forventet, ringe potentiale for naturlig foryngelse og generelt usundhed i det danske miljø.

Omstændighederne for konvertering af Omorikagran i hederegionen har visse ligheder med unge bevoksninger af rødgran: store arealer, der er plantet efter "nylige" storme og for unge til at etablere traditionelle skærmstillinger. Erfaringen er, at dens vindstabilitet er bedre end rødgran.



FS 2.1: Typisk hederegion Omorikagran til konvertering. Klosterheden, dansk hederegion. Foto: Jens Peter Clausen.

Målet for konvertering

Målet er at konverterer til en blanding af mere sunde/stabile og bedre producerende nåletræer og løvtræer med et større naturligt foryngelsespotentiale. Den gamle bevoksning bruges som en form for skærm for at fremme den nye generation. Afhængigt af stabilitet og lokale forhold kan den gamle bevoksning blive stående, men i nogle tilfælde vil dens levetid være begrænset (5-15 år). Den næste generation kan således være jævndrende eller to-etageret. Naturlig foryngelse af flere nåletræarter, eventuelt også af nogle løvtræer, er det langsigtede mål, således at der i den næste generation indføres mindst 30 % nye stabile arter.

Erfaringer

I øjeblikket er der ingen erfaringer med konvertering af Omorikagran i hedeplantager. Sådanne erfaringer vil blive gjort i løbet af 4Forest-projektet, hovedsagelig ved hjælp af gruppevis hugst til konvertering af store homogene områder, der er målrettet mod usunde/ikke-bevoksede områder i bevoksningen. Det er en metode, der har ligheder med konvertering af store arealer med ung rødgran, selv om den indebærer en mere intensiv indførelse af nye arter.

På nuværende tidspunkt er der erfaringer med konvertering af Omorikagran i klitplantager, hvor man har anvendt kulisser foryngelse til konverteringen. I de fleste tilfælde har den gamle bevoksning vist sig at være tilstrækkelig stabil - i det mindste når den konverterede bevoksning er under 10 m høj. Striberne giver god vindbeskyttelse til den nyetablerede foryngelse på grund af deres lange kroner. Der er ingen dokumenterede erfaringer med konvertering af Omorika til stabile højtproducerende nåletræer. Der findes kun erfaringer med indførelse af eg. I praksis er eg på mange af de områder, hvor der er plantet

Omorikagran et bedre valg end bøg (så længe det er hegnet) på grund af de ofte meget næringsfattige forhold.

Den metode der er anvendt til at introducere egne, er, at der først er anlagt hugstspor i bevoksningen i en alder af 30 år, når bevoksningen er ca. 6 m høj (FS 2.2). Disse hugstspor skaber blokke på ca. 14 m bredde, ca. 6 rækker. 8 år senere fældes hver anden blok, så der er en afstand på 20 m mellem de resterende blokke, og disse blokke tyndes kraftigt ud (FS 2.3, erfaringen viser, at systemets stabilitet gør det muligt at gennemføre disse to operationer samtidig).

7 år efter konverteringen var egetræerne stadig kun 0,5 m høje, men det skyldtes hovedsagelig den meget dårlige jordbund, og konverteringen kan indtil videre betragtes som vellykket, om end ikke optimal (FS 2.4). Ud over at der var behov for hegning, var området blevet invaderet af birk, et typisk problem i klitplantagerne, som allerede på dette stadie var 3 m højt, og det var nødvendigt at foretage udrensning i dette. Afstanden mellem de resterende striber burde derfor have været mindre for at undertrykke birken mere. Selv om væksten af egen så måske også ville være langsommere, ville dette være acceptabelt, da der alligevel er behov for hegning.

De oprindelige forslag til konvertering i 4Forest har været at fælde ca. 3 ud af 5 rækker, hvilket resulterer i et mindre åbent område mellem rækkerne. Der foreligger endnu ingen data om en sådan konvertering. På grundlag af de erfaringer, der er beskrevet ovenfor, synes en sådan retningslinje at være fornuftig til konvertering i 9 m høje bevoksninger, og indførelse af arter såsom Douglasgran, idet den vil undertrykke birk mere end i ovenstående eksempel. Omvendt vil retningslinjen sandsynligvis være lidt for mørk til at indføre eg. Andre forslag, hvis den gamle bevoksning ikke anses for at være stabil, er at fælde en mindre del af arealet, f.eks. 20-40 %, ved kun at tynde ud i nogle blokke mellem 20 m udtagningsstrækninger, men der er ingen erfaringer med dette.



FS 2.2: Oprettelse af hugstspor i en alder af ca. 30 år (højde ca. 6 m). Lodbjerg Klitplantage, dansk klitregion. Foto: COWI (2006).



FS 2.3: Konverteringen indledes ved at fjerne hvert andet område mellem sporene 8 år efter, at skovsporene blev anlagt, og ved at tynde i den resterende bevoksning. Højde ca. 8-9 m. Foto: COWI (2014).



FS 2.4: Konvertering til ege ved hjælp af 20 m brede åbne striber. 7 år efter plantning af 2000 egetræer og 1000 rød-el og jordbearbejdning med loftplov. Omorika-granen er nu ca. 44 år gammel og 12 m høj. For 1 år siden blev naturlig foryngelse af birk udrenset og sat på ca. 2x2 m afstand. De fleste rød-el er døde, da de ikke vokser godt på så fattige lokaliteter. Der er stort set ingen naturlig foryngelse af Omorika. Samme bevoksning som FS 2.2 og FS 2.3. Afblæsningsflade på hævet havbund med høj grundvandstand – meget dårlig jordbund. Ege er let genkendelige på fotoet, da de stadig har blade på. Lodbjerg Klitplantage. Thy. Dansk klitregion.



Man har også forsøgt at konverterer lidt yngre bevoksninger (6,5 m høje) til eg ved at fjerne to rækker helt og beholde de næste to rækker (FS 2.5). Imidlertid var afstanden mellem rækkerne klart for snæver i dette tilfælde, og alle egne døde, til trods for at området også her var heget, og at jorden er bedre sammenlignet med FS 2.4.

FS 2.5: Ikke succesfuld konvertering til eg ved fjernelse af to ud af fire rækker. Åbne striber er ca. 4 m brede. Foto taget 26 år efter konverteringen (plantningen) startede. Omorika er nu 13 m høj, sandsynligvis ca. 6,5 m høj ved konverteringen i 1995. Alder ca. 44 år. Vigsø Klitplantage, dansk klitregion.

Der er ingen erfaringer med konvertering til andre løvtræer eller nåletræer. Baseret på erfaringerne fra konvertering af nobilis (FS 14.3), synes 10 m åbne striber at fungere godt til indbringelse af bøg og ædelgran på de fleste klitlokaliteter.

Anbefalinger

På grundlag af erfaringerne ser det ud til, at den **optimale afstand mellem de resterende striber rækker bør være ca. 10-15 m** ved konvertering af 9 m høje Omorika-bevoksninger til eg. 15 m synes at være passende for eg og 10 m for mere skyggetolerante arter. Hvis man bruger bevoksningen på FS 2.3 som eksempel, vil det betyde, at man fjerner de to rækker, der ligger tættest på sporene, og så lader de to mest centrale rækker stå tilbage, hvilket synes optimalt for indførelsen af eg. Ellers alternativt at have placeret udtagningslinjerne, så de oprindeligt lå tættere på hinanden (FS 2.2). Det ser således ud til, at 4Forest-retningslinjerne (Bilag 2, model 7, side 125) er rigtige.

For de større bevoksninger med større forvaltningsenheder, typisk i hedeskove, **henvises der indtil videre til de generelle anbefalinger i den oprindelige model 1** (Bilag 2, side 122), idet der dog bør indføres mindst 30 % nye arter.

Baseret på konverteringsmodeller

Model 1: Midaldrende bevoksninger – indplantning/underplantning i grupper (ingen erfaring på nuværende tidspunkt)

Model 7: Kulisseforyngelser eller skærm i OMO og FBF i f.eks. klitplantager.

3. Gammel rødgran (typisk 50-80 år), intakt, relativt stabil, dårlig lokalitet

Bevoksningen

Store hedeplantageområder er dækket af monokultur af gammel rødgran (1930-1970). Det er i det danske hedeområde det mest almindelige udgangspunkt for konvertering (FS 3.1), selv om bevoksningstypen også er almindelig i begge regioner i Slesvig-Holsten. De vokser ofte på hedeblader med stor risiko for sen nattefrost, dårlig jordbund og store hjortevildtbestande. Med stigende alder øges potentialet for naturlig foryngelse kraftigt. Denne bevoksningstype dækker ofte store områder, hvor mere stabile arter mangler.

Gammel rødgran er den bevoksningstype, hvor der er flest erfaringer med konvertering. Denne manual opdeler denne overordnede bevoksningstype i mere eller mindre intakte bevoksninger (bevoksningstypen i dette kapitel) og bevoksninger, der er begyndt at blive destabiliseret af storm og barkbiller (bevoksningstypen i det næste kapitel, hvor bevoksningerne ofte vil være lidt ældre). I praksis overlapper de to bevoksningstyper hinanden.



FS 3.1: Typisk forholdsvis stabil hedeplantage rødgran før konvertering. Alder: 57 år. Højde-diameterforhold: 0,86 (gennemsnitstræ). Tophøjde: 18 m. Stammeantal: 1000. Grundflade: ca. 38 m²/ha. Bonitet: 3,7. Gludsted plantage, dansk hederegion. Foto: Brunner et al. 2005.

Målet for konvertering

Målet er at få nye arter ind, især under det stadig mere eller mindre intakte kronelag. Den næste generation etableres under den gamle bevoksnings langtidsgivende læ, samtidig med at den gamle bevoksning gradvist hugges (over en periode på 20-30 år) via måldiameterhugst, men der efterlades et antal frøkildetræer for at sikre en stabil frøforsyning. Den næste generation vil bestå af en selvsået blandet nåletræbevoksning af de oprindelige arter, sammen med de ønskede arter, der er indført i denne model. Målet er at have en stor procentdel nåletræer i den næste generation. Det er normalt målet at bringe ca. 30 % nye arter, hovedsagelig nåletræer.

Erfaringer

Ved konvertering af intakte rødgranbevoksninger til mere følsomme, men langt-levende stabile arter har det vist sig, at skærmstillingssystemet er at foretrække. Ved indførelse af arter under skærm er der naturligvis fokus på mere eller mindre skyggetolerante træer, hvilket giver mulighed for en tættere skærm. En tæt skærm som muligt er generelt anbefalelsesværdigt, da det mindsker risikoen for stormfald i skærmen. Bevoksningsens stabilitet angives ved den procentvise andel af træhøjden som er krone, kronekvoten, som helst skal være over 50 %, samt højde-diameterforholdet, som skal være mindre end 90. "Stabilitet" er her både med hensyn til risikoen for stormfald og den generelle levetid, der kan forventes af skærmen (hvor realistisk det er at bevare skærmen langt ind i næste generation). I praksis vil det i 4Forest ikke altid være muligt at bevare træer fra den oprindelige bevoksning langt ind i den næste bevoksning.

Der er mest erfaring med indførsel af ædelgran, bøg og douglasgran. Erfaringerne vil blive opdelt i erfaringer med plantning og erfaringer med såning og endelig erfaringer med naturlig foryngelse under skærm.

Konvertering ved plantning

Erfaringerne er hovedsagelig tilgængelige for konverteringer, hvor en stor del af bevoksningen er blevet underplantet, og ikke for situationer, hvor planen er at satse på naturlig foryngelse for størstedelen af arealet. Der vil blive indsamlet erfaringer med mere økonomisk konvertering i forbindelse med 4Forest. Men de vigtige principper for underplantning i forbindelse med skærmstilling kan stadig illustreres (og det sidste afsnit vil illustrere principperne for anvendelse af naturlig foryngelse under skærm). Plantning bør ske med en dyb jordbearbejdning, mindst 30 cm dybde, helst ved hulboring, da mange af lokaliteterne ligger på hedeblader med cementerede ahl-lag. Det er meget vigtigt, at hullerne ikke beskadiger de skærmtræernes ankerrødder.

I det følgende afsnit vises resultaterne 20 år efter introduktion af forskellige arter (ædelgran, bøg og douglasgran) i den 57 år gamle bevoksning, der er vist på FS 3.1 (FS 3.2-FS 3.5, alle de indførte arter er etableret ved hjælp af en plantetæthed på 4000 planter/ha) ved hjælp af forskellige skærmtætheder. Alle situationer har været egnet (selv om egnet i nogle situationer midlertidigt er blevet ødelagt pga. stormfald).

Ædelgran er risikabelt at indføre i monokultur, da denne art vil have 100 % dødelighed i tilfælde af stormfald i overetagen (se FS 3.3). Dette aspekt, kombineret med det høje vildttryk, betyder, at det er vanskeligt at introducere ædelgran i den typiske danske rødgran hedeplantage. For at opnå en optimal introduktion af ædelgran bør skærmen ikke reduceres til mindre end 20 m² /ha og senere til 15 m² /ha (FS 3.2). Dette sikrer, at risikoen for stormfald minimeres. Endvidere mister ædelgran ikke meget vækst ved at have et ret tæt skærm, men der vil ikke være meget naturlig foryngelse af rødgran. Det er langt

mere intuitivt at anvende grandis end ædelgran, og ovenstående anbefalinger til skærmtæthed vil sandsynligvis også passe til grandis, selv om der ikke er nogen dokumenterede erfaringer.



FS 3.2: Hvordan indføres ædelgran optimalt under læ. a) I første omgang reduceres skærmen på FS 3.1 til 700 træer/ha, ca. 21 m²/ha., hvilket giver optimale betingelser for etablering af ædelgran. Denne grundflade bør bevares i de første 10 år af konverteringen. Foto: Brunner et al. 2005. b) Efter at have reduceret beskyttelsestætheden til ca. 15 m²/ha 10 år efter underplantning med ædelgran og bibeholdt denne grundfalde, er resultatet 19 år efter plantningen dette. Højde ≈ 3 m. Hegnet de første 15 år efter plantning. Gludsted plantage.

a)



b)

Skærmtætheden kan med det samme reduceres til et lavere niveau end 20 m²/ha. Men risikoen for stormfald er stærkt forøget, hvilket vil ødelægge al ædelgran (FS 3.3). Nogle generelle råd til at undgå stormfald i skærme er:

- Ikke at udtynde 2 træer, der står ved siden af hinanden i øst-vestlig retning.
- Tynd altid ud om foråret (efter stormtiden og før vækstsæsonen begynder).
- Tynd altid ud i træer, der begynder at læne sig op ad naboerne (for at undgå en "sejl"-effekt).

Bøg er mere robust sammenlignet med ædelgran (FS 3.3) og tåler også en stor mængde skygge, og da disse arter vokser godt sammen plantet i læ, kan denne blandingsstrategi minimere risikoen.

Undersøgelser har også bekræftet, at bøgens kvalitet er bedre, når den plantes under skærm (mere optimalt lysmiljø, mindre bidskader), end når den plantes i huller. Hvis der kun plantes bøg under skærmen, bør skærmtætheden være lidt mindre end for ædelgran, ned til 15 m² /ha (FS 3.4).



FS 3.3: 19 år efter etablering af blandet bøg, gran underplantning med stormfald 5 år efter etablering. En underplantning af bøg vil, i modsætning til ædelgran, typisk ikke blive fuldstændig ødelagt (i hvert fald ikke, hvis den har haft et par års vækst under skærm), men der vil typisk være en høj dødelighed, og den vil primært tjene som frøkilde for den næste generation, da trækvaliteten vil være meget ringere. Alle nåletræer på billedet er naturligt forynget rødgran undtagen de to døde ædelgraner, der er angivet med den røde pil. Gludsted plantage.



FS 3.4: Reduktion af skærmen på FS 3.1 til 550 træer/ha, ca. 17 m²/ha., for at sikre en optimal konvertering til bøg. Foto: Brunner et al. (2005). Gludsted plantage.

Erfaringerne har vist, at en optimal introduktion af douglasgran under skærm kræver en kraftig reduktion af skærmtætheden for at undgå høj dødelighed og langsom vækst. FS 3.5 bør betragtes som en tæt skærm for introduktion af douglasgran - optimal tidlig skærmtæthed er ca. 10 m²/ha. Og for at opnå en optimal videre udvikling bør skærmtætheden reduceres til ca. 5 m²/ha 5 år senere. Douglasgran tåler i forhold til bøg og ædelgran bedre tab af skærm og sen frost.



FS 3.5: Reduktion af skærmen på FS 3.1 til ca. 400 træer/ha og ca. 14 m²/ha. Det er stadig for tæt skærm for optimal indførsel af douglasgran. Foto: Brunner et al. (2005). Gludsted Plantage.

Det følger heraf, at en optimal indførelse af Douglasgran under skærm vil, afhængigt af den omdannede bevoksning, blive fulgt af et stort tab af værdiproduktion, da en betydelig mængde træ skal fældes, før det har nået måldiameteren (samt øget risiko for stormfald). Den 57 år gamle homogene intakte hedeplantage er således ikke en optimal situation for konvertering til Douglasgran. Douglasgran er bedre at indføre i bevoksninger, der enten er ret gamle, således at mængden af træ, der hugges, inden måldiameteren er minimeret (og Douglasgran er ikke afhængig af skovklimaet i lang tid). Og/eller bevoksninger, hvor barkbiller/stormfald allerede har reduceret skærmtætheden i en del af bevoksningen og dannet en form for gap-struktur (se side 49-51). Alternativt kan Douglasgran indføres ved en **absolut** maksimal skærmtæthed på 20 m²/ha, hvilket vil bremse dens vækst kraftigt og resultere i højere, men typisk ikke uacceptabel dødelighed (i det mindste ikke hvis den er hegnet).

Disse anbefalinger om skærmtæthed skal naturligvis justeres, hvis de bevoksninger, der skal konverteres, er betydeligt større end 18 m høje, når konverteringen påbegyndes. Flere hedeområder har gode erfaringer med lidt senere skærmstilling, når bevoksningen er 20-24 m høj. Selv om der ikke kan gives nogen anbefalinger om skærmtæthed her, viser nedenstående tabel (fra Feldborg skovdistrikt) tidslinjen for indgreb og deres intensitet.

År	Beskrivelse af intervention
0	<u>Første forberedende udtynding</u> . Tynding fra oven (dvs. de højeste træer fældes) samt af piskere, som kan ødelægge andre træer. Tag ca. 20 % af volumen ud.
3-4	<u>Anden forberedende tynding</u> . Hugst beskrevet som under "år 0".
6-7	<u>Tredje og sidste forberedende hugst før plantning</u> . Hugst ca. 30 % af volumen fra oven. Tynding omkring de dybest kronede træer. Som forventes at være sunde og derfor langtidsholdbare.
8-9	Et til to år efter sidste forberedende hugst foretages der <u>hulboring og plantning</u> . Bor IKKE for tæt på de større "ankerrødder" på skærmtræerne.
11-13	<u>Første overstander hugst efter plantning</u> . Hugst af ca. 25 % af volumen fra oven, for at hjælpe de mest stabile overstandere og underplantningen.
15-18	<u>Anden overstander hugst efter plantning</u> . Hugst af ca. 30 % af volumen fra oven for at hjælpe de mest stabile overstandere og plantningen.
21-24	<u>Tredje overstander hugst efter plantning</u> . Hugst af 30-40 % af volumen fra oven, for at hjælpe de mest stabile overstandere og plantningen.
28-32	<u>Sidste overstander hugst</u> . Fjern 80-90% af det resterende volumen og lad de resterende træer stå til naturligt forfald.

Som nævnt i afsnittet om mål er det optimale mål, især når der anvendes plantning, typisk kun at indføre den nye art på en lille del af arealet, da konvertering ellers er unødvendigt dyrt. Der er dog overraskende lidt erfaring med mindre intensiv plantning under skærm. Ovennævnte erfaringer er hovedsagelig indsamlet fra bevoksninger, hvor der er gennemført intensiv underplantning. Der vil skulle komme flere oplysninger specifikt om mindre intensiv plantning under skærm i forbindelse med 4Forest. Ikke desto mindre er anbefalingerne vedrørende skærmtæthed gyldige.

Konvertering ved hjælp af såning

I hedeområder i både Danmark og Tyskland har man erfaring med at konvertere gamle rødgran ved at så under skærm. Anbefalingerne om skærmtæthed fra det foregående afsnit (plantning) gælder, bortset fra at tætheden i læ er mindre vigtig de første tre år efter såning.

Såning har generelt været mere vellykket i tyske rødgranbevoksninger, som typisk findes i skove, der er mere heterogene og indeholder flere løvtræer sammenlignet med den homogene situation, der findes i mange danske hedeplantager, sammen med højere vildtindhold og generelt en lidt fattigere jordbund.

Generelt synes 20 kg/ha bog at være den optimale mængde i de fleste situationer. Dette er på de fleste distrikter i Tyskland ofte tilstrækkeligt til at have en relativt stor chance for succes, også uden hegning (FS 3.9). Men held/faktorer uden for forvalterens kontrol vil altid være en faktor. Højere mængder, 100 kg/ha, giver en langt mindre risikabel konvertering, men sparer heller ikke omkostninger i forhold til plantning.

I Danmark er indhegning af bøge plantninger af afgørende betydning i hedeplantager, selv om det ikke garanterer et godt resultat. Såning på store arealer (>1 ha) kombineret med hegning er nødvendig for at have en rimelig chance for succes (FS 3.7, FS 3.8). Såning i et dække af naturligt forynget rødgran under skærm kan potentielt have succes (FS 3.8), hvis der foretages selektiv udrensning i tide, men der findes stadig ingen retningslinjer for, hvordan dette skal gøres mest effektivt (f.eks. hvilken tæthed af skærmen som optimere dette), og timingen er vanskelig. I meget gamle bevoksninger (90 år og 25 m høje) ser det ud til, at en skærm på mindst >20 m²/ha sikrer, at der er rødgranforyngelse, men uden at bøgen bliver dræbt. Eksemplet fra FS 3.7, FS 3.8 viser, at såning i Danmark på nuværende tidspunkt kun kan anvendes til at skabe en bevoksning med høj dødelighed og meget lav trækvalitet, men at det kan anvendes til at indføre frøkilder. Containerplanter er en interessant løsning til suppleringsplantning af ufuldstændige såninger (FS 3.6, bør foretages 2 år efter såning). Konklusionen er dog som en generel regel, at plantning bør foretrækkes frem for såning ved konvertering af gamle rødgranbevoksninger.



FS 3.7: 11 år efter såning af 2,8 ha bøg med 13,5 kg/ha. Data efter 9 år: Gennemsnitshøjde 70 cm, max. højde 130 cm, 300 frøplanter/ha, men ujævnt fordelt. I baggrunden til venstre ses til sammenligning en 5 år ældre bølgeplantning, som nu er 4 m høj. Hele området er indhegnet fra 6 års alderen. Efter den første vækstsæson var der inden for nogle små kontrolhegn 1200 frøplanter/ha, uden for hegnet 600/ha. Bevoksningen er nu 105 år gammel, grundflade 30-38 m²/ha. Foryngelsesdækningen på arealet spænder fra 1-10 % bøg og 14-40 % rødgran naturlig foryngelse (mest foryngelse under det laveste grundflade). Klosterheden, dansk hederegion.



FS 3.8: 10 år efter såning af bøg på 5 ha (på 50 % af bevoksningsarealet, hvor den naturlig foryngelse som ellers på dette tidspunkt på resten af arealet var ca. 0,5 m høj, endnu ikke var opstået, med brug af 12,5 kg/ha), hvor baggrunden har været hegned, mens arealet i forgrunden ikke har været hegned. Bortset fra den ikke hegnede undtagelse til højre i billedet, hvor en sået bøg har gemt sig i rødgranforyngelsen, er den ikke hegnede bøg ødelagt på grund af vildtbid. Data efter 8 år (desværre er der ikke skelnet mellem hegnede og ikke hegnede områder): Gennemsnitshøjde = 25 cm (maks. højde = 90 cm), 220 frøplanter/ha. 10 år senere var arealet med bøg mindre end 1 % af arealet, både inden for og uden for hegned. 105 år gammel rødgranbevoksning. Grundflade=19-32 m²/ha. Klosterheden.



FS 3.9: Vellykket "undersåning", 16 år efter såning. Ukendt kg bog per ha. Den maksimale højde af bøg er 5 m, de fleste er 2,5 m. Overetagen er nu 61 år og 21 m højt, grundflade ca. 25 m² /ha. Districk Hasselbusch, Schleswig-Holstein SV.



FS 3.10: Konvertering til bøg og douglasgran ved hjælp af en kombination af såning og containerplanter for begge arter på samme areal i en 121 år gammel rødgranbevoksning. Såning blev foretaget et år før containerplantning, og for begge arter er såningen 7 år efter såning ca. 50 % af plantningens højde. Plantningen burde have fundet sted et år senere for at kunne vurdere kvaliteten af såningen ordentligt, før plantningen fandt sted. Distrikt Glashütte, Slesvig-Holsten SV.

Naturlig foryngelse under skærm



Skovbrugslæreboøgerne var tidligere kritiske over for brugen af naturlig foryngelse af rødgran i 4Forest-regionen, især i den danske hederegion. Erfaringerne fra de seneste årtier viser imidlertid, at naturlig foryngelse af rødgran rimeligt nemt fremkommer, bortset fra at der er langt mellem frøår (der har kun været 3 gode frøår i de sidste 25 år, dog hyppigere under meget dårlige/tørkestressede forhold). Hvis man ønsker at anvende naturlig foryngelse, er det således vigtigt, at skærmen er klar, og at jorden er dækket af mos, når frøåret kommer. Det kan vurderes, om skærmen er for tæt for den naturlige foryngelse, ved at sammenligne den lodrette skudlængde med den vandrette. Hvis den lodrette er kortere end den vandrette, har foryngelsen brug for mere lys, og den vil reagere kraftigt vækstmæssigt på denne lysstilling (FS 3.11). 20 m² /ha synes at være en brugbar retningslinje for tætheden af skærme til naturlig foryngelse i bevoksninger på 60-80 år, hvilket giver mulighed for naturlig foryngelse uden at destabilisere bevoksningen for meget. I ældre bevoksninger kan skærmtætheden være højere sandsynligvis ca. 25 m² /ha.

FS 3.11: Naturlig foryngelse af rødgran under tidligere ret tæt skærm, hvor skærmen er blevet kraftigt tyndet før den foregående vækstsæson. Tjekkisk forskning har vist, at 30 % lysindfald er nødvendigt for rødgran foryngelsen investerer i højdevækst og ikke i sidevækst.

Anbefalinger

Sammenfattende har vi omfattende information om hvordan skærmstillingssystemet kan bruges til at konvertere relativt stabile rødgranbevoksninger til mere eller mindre skyggetolerante arter ved hjælp af forskellige typer foryngelse.

I mellemgamle intakte bevoksninger (ca. 50-70 år gamle, 17-20 m høje) er bøg den mest intuitive art at indføre. Der bør anvendes en skærmtæthed på 15-25 m² /ha - lavere skærmtæthed på ikke hegnete arealer med højt vildtniveau. Ædelgran og douglasgran er begge mere komplicerede at anvende, og ved indførelse af mere stabile nåletræer bør grandis foretrækkes ved anvendelse af en skærmtæthed på 20-25 m² /ha (lign. skærmtæthed som bøg). Bøg og/eller grandis plantes efter hulboring i en række artsvisse grupper (på grund af usikkerheden om den fremtidige udvikling af denne artsblanding) på 30 % af det areal, hvor skærmtætheden naturligt set er bedst egnet, fortrinsvis tæt på skovveje (områder på 0,5-2 ha). Plantning af 600 bøge (plantetæthed 4000 planter pr. behandlet ha) og 375 grandis (plantetæthed 2500 planter pr. behandlet ha). Efterhånden som bevoksningen når den ønskede diameter, vil resten af arealet gradvist blive dækket af foryngelse. Hele området indhegnes (med mindre der kun plantes grandis og Douglasgran).

Omdannelsen af ældre intakte bevoksninger (f.eks. >70 år, 20-25 m) vil ofte være en **kombination af denne bevoksningstype og den næste bevoksningstype**, da der ved måldiameterhugst hurtigt vil opstå huller af forskellig størrelse. Tabellen fra Feldborg kan anvendes til optimering af skovning, og grundfladerne vist fra den mellem-aldrende kategori bør betragtes som skøn i den lavere ende. Ellers **henvises der til de næste bevoksningstyper for anbefalinger af gapstørrelse og tilhørende arter**.

Baseret på konverteringsmodeller

Model 5: Suppleringsplantning under ældre bevoksninger/skærmstillinger, selv om modellen er ret ændret

4. Gammel rødgran (>50 år) med huller/ destabiliseret, dårlig lokalitet

Bevoksningen

I mange tilfælde er rødgran i hedeplantagerne ikke særlig sunde på grund af pletter med stormskader og angreb af barkbiller (både i den danske hederegion og i Slesvig-Holsten NV og SV). Her danner arealet med træer, der er dræbt af barkbiller og storm, naturlige huller i ovetagen, hvor der kan indføres nye arter i grupper. Disse grupper vil derfor variere betydeligt i størrelse, fra mindre end 0,1 til 2 ha, og grupperne bliver større efterhånden som konverteringen skrider frem. Bevoksningerne har typisk et godt potentiale for naturlig foryngelse på grund af deres høje alder. Bevoksningen vil dog typisk også have færre år tilbage, hvilket kan påvirke valget af de anvendte træarter (hvis den anses for at have mindre end 20 års levetid tilbage). Såning er mindre relevant i denne type bevoksning, da den er afhængig af, at der er mindst 20 år tilbage, og bør foretages på større arealer.

Målet med konvertering

Den næste generation vil have en gruppestruktur af ikke ensaldrende grupper. I hullerne og deres omgivelser er der blevet indført nye langlivede, stabile arter, mens den gradvise hugst af de modne træer i skærmen forøger den naturlige foryngelse på området. Disse arter og denne struktur vil sikre en stabil, modstandsdygtig og langtidsholdbar bevoksning. Afhængigt af overetagens stabilitet vil den nye generation være mere eller mindre uensaldrende. Procentdelen af nye arter, der tilføres, afhænger af bevoksningens gapstruktur, men der vil typisk blive tilført 15-30 % nye højproducerende stabile arter.

Erfaringer

Dette afsnit vil fokusere på de nuværende erfaringer med foryngelse i gaps. I mange konverteringssituationer for sådanne bevoksninger vil dele af foryngelsen også blive etableret under den tilbageværende skærm af den gamle bevoksning (eksempelvis hvis der ønskes at indbringe en større % af arealet med nye arter end det areal i bevoksningen som er dækket af gaps). For retningslinjer for dette henvises læseren til den foregående bevoksningstype, især til side 35-40.

I den typiske hedeskov er naturlig frøsætning i rødgran ikke særlig almindeligt forekommen selv om naturlig frøsætning bliver hyppigere under meget dårlige/stressede forhold. Der er derfor normalt et godt incitament til at få fyldt huller med stabile, hurtigt-voksende træer så tidligt som muligt i processen.

Der er erfaring med at etablere forskellige en del forskellige træarter i gaps i gamle rødgran bevoksninger på hedelokaliteter. De fleste erfaringer er indsamlet for relativt små gaps.



Ædelgran er ikke tilrådeligt at anvende i gaps i hedeskovbruget. Den er typisk usund, på frostudsatte steder selv i indhegnede relativt små huller (FS 4.1). Problemet forstærkes yderligere, fordi vildtrykket er større i gaps end under den omkring liggende skærm (FS 4.2). Hvis ædelgran er målet at anvende i sådanne bevoksninger, bør den plantes under skærm (efter anvisningen for den forrige bevoksningstype), men det er normalt ikke tilrådeligt for denne her bevoksningstype, fordi bevoksningen skal have mindst 20 års levetid for at etablere ædelgran.

FS 4.1: Stor dødelighed og langsom vækst af ædelgran 17 år efter plantning i et 30 m stort gap (på trods af at dette hul opstod 11 år efter plantning). Lyng, vildtbid, frost og generelt mindre optimalt skovklima betyder at ædelgran har langt dårlige betingelse i dette forholdsvis lille gap sammenlignet med under den omkring liggende skærm hvor den står rigtig flot (bemærk det kraftige fald i højden i takt med at planterne står længere ud i gabet). Hegnet. Gludsted plantage, dansk hederegion.



I kontrast til ædelgran, vokser Douglasgran rigtig godt på tværs af en række forskellige gapstørrelser (tydeligvis ved størrelser på 20-120 m i diameter, FS 4.2-FS 4.4, FS 4.7). Disse illustrationer viser også, at det fungerer meget godt at blande douglasgran med bøg i varierende gapstørrelser. Selv om Douglasgran er frostfølsom, er den mindre frostfølsom end bøg og den kan ofte fungere lidt som et ammetræ (på grund af sin hurtigere vækst i tidlig højde), hvilket forbedrer væksten af bøg i større gaps. Under de fleste skovforhold (specielt de danske rødgran dominerede plantager) vil bøg være meget mere græsset end douglasgran og kræver hegning for at sikre træets kvalitet på lang sigt (FS 4.3, selv om dette ikke er tilfældet i skove, der allerede indeholder meget bøg, hvilket dog er atypisk for dennebevoksningstype). Kvaliteten er også bedre, når gappet ikke er for stort (< 25 m) på grund af lys situationen.

FS 4.2: Skærmstilling, hvor stormfald og barkbiller har skabt huller i bevoksningen 5 år efter underplantning. Foto er taget 19 år efter plantning. I forgrunden og "midtergrunden" er der oprindeligt underplantet med ædelgran, men der er kun én ædelgran tilbage (rød pil) i forgrunden nederst til højre, ca. 50 cm høj og stærkt bidt (på trods af at de har været heget de første 15 år af deres liv). I "midtergrunden" ses naturlig foryngelse af rødgran. I baggrunden blandet douglasgran (orange pile) og bøg (bøgene er lavere end douglasgran og ses ikke). Douglasgran har en tophøjde på 13,4 m, bøg på 10 m. Gludsted plantage.



FS 4.3: 28 år gammel konvertering gennem plantning af en blanding af bøg og douglas i et 1 ha stort hul i en 105 år gammel bevoksning uden indhegning. Selv om bevoksningen tæthed er høj, er kvaliteten af bøgen stadig meget dårlig som følge af tidlig vildtbid. Distrikt Glashütte, Slesvig-Holsten SV.



Erfaringen har vist, at det er bedst at plante en smule under kanten af gabet også (under skærmen) for at lukke af for vinden/trækket fra gabet (FS 4.4). Ellers vil det reducere væksten af både over- og underetagen, men der findes endnu ikke nogen retningslinjer for, hvor stort overlap der skal være.

FS 4.4 Plantning af blandet bøg-douglasgran i et gap fra stormfald i 2005. Området har været indhegnet siden 6 år efter plantningen og har en stor rekreativ aktivitet sammenlignet med den typiske hedeplantage. Højden i det meste af hullet er nu 4 m. Klosterheden, dansk hederegion.

I hedeplantager, hvor der er birk kan den invadere større gaps (typisk gaps med en diameter på ca. ≥ 40 m). Der er blandede erfaringer med hensyn til, hvor problematisk birk er i sådanne gaps (FS 4.6). Nogle forvaltere oplever ingen væsentlige problemer, idet de rapportere at arter som Douglasgran let vokser ud af birk, mens andre forvaltere ser et behov for at forvalte birk i nåletræsforryngelser. Der vil blive gjort flere erfaringer i 4Forest.

I nogle tilfælde kan det være et mål at indføre eg, når der er store huller. På bedre lokaliteter i Slesvig-Holsten kan rødgran omdannes til eg ved at plante i huller med en diameter på ca. 60 m (i ca. 30 m høje bevoksninger). Hegn er altafgørende, men de samlede resultater er ofte stadig ikke særlig gode, og den resulterende kvalitet er typisk så lav at det hovedsagelig er frøkildetræer (FS 4.5). Birk er ligeledes et

problem her, og medmindre skoven består udelukkende af nåletræer, må det forventes, at birk skal udrenses mindst én gang for at få succes med introduktion af eg.



a)



b)

FS 4.5: a) Eg etablerer sig i et 56 m diameter stort billehul i 84 år gammel rødgran 31 år efter plantning og hegning, tophøjden er kun ca. 8 m. Oprindelig plantetæthed ukendt. b) Trods indhegning er der alvorlige skrælleskader, dødeligheden er ret høj, og vedkvaliteten er lav. Distrikt Rickling, Slesvig-Holsten SV.

Ud over plantning er der også erfaringer med såning i gaps. Generelt er der flere aspekter, der taler imod anvendelse af såning i forbindelse med konvertering af denne bevoksningstype. Især i store huller (>40 m) er det vanskeligt for såning at konkurrere med f.eks. birk (FS 4.6) eller naturligt forynget rødgran/bundflora (FS 4.7) - både for sået douglasgran og bøg. Omvendt er mindre gaps for små i størrelse til, at det er meningsfuldt at så. Hvis der skal anvendes såning til konvertering af denne ældre rødgran, bør det ske med skyggetolerante arter - mest ideelt bøg under skærm for store arealer (i henhold til retningslinjerne i den foregående bevoksningstype, se side 40).



FS 4.6: Vellykket plantning af bøg på trods af kraftig konkurrence fra birk og mislykket såning af douglasgran (ingen douglasgran fremkom/overlevede) i et 40 m stort hul fra Kyrill i 2005. 16 år efter etablering uden hegn. Distrikt Hasselbusck, Slesvig-Holsten SV.



FS 4.7: 16 år gammel såning af bøgg og plantning af douglasgran. a) Såning af bøgg er ofte vanskelig i midten af gaps (i dette tilfælde et gap på 20 m diameter). b) I midten af gappet kan der fortrinsvis plantes douglasgran, mens bøgen kan sås mod kanten af hullet og under læ. Distrikt Hasselbusch.

a)



b)

Som nævnt i begyndelsen af kapitlet har det været prioriteret at vise erfaringer med introduktion af i gaps, mens der er henvist til den forrige bevoksningstype for introduktion under skærm. I 4Forest-projektet vil nogle konverteringer i praksis være en blanding af de tobevoksningstyper. Dette gælder især, når målet er at konvertere destabiliserede bevoksninger med mange huller ved hjælp af en intensiv model (se model 8b i Bilag 2, side 126), hvor en stor del af beplantningen vil foregå uden for hullerne, da ca. 60 % af bevoksningen vil blive behandlet (plantet). Hovedargumentet for at anvende en intensiv model er, når der etableres en større procentdel løvtræer, især når der anvendes eg, eller hvisbevoksningen er meget destabiliseret og forventes at være meget kortvarig.

De generelle erfaringer taler stærkt imod at anvende en art som eg konverteringen af denne bevoksningstype (hedeplantagerne). Med hensyn til intensiteten har vi mest erfaring med intensive beskyttelsesbeplantninger (det meste af arealet) og mindre intensive omdannelser af huller (typisk kun beplantning i hullerne, hvilket er langt mindre end 60 % af bevoksningen). Men ved at kombinere vores viden fra indførelsen af arter i de to miljøer synes vores erfaringer at kunne overføres. Generelt ser det ud til, at 15-30 % plantningsmodulet er mere meningsfuldt, da løvtræer under alle omstændigheder skal indhegnes i nåletrædominerede plantager i Danmark. Trico© vil være dyrt at anvende ved konvertering i stor skala og vil sandsynligvis ikke være tilstrækkeligt i Danmark. Der er i 2022 igangsat Trico i Danmark både på hedelokaliteter samt på bedre lokaliteter, men primært ift. Douglas og grandis, ikke løv.

Anbefalinger

Det typiske mål/anbefaling vil være at **indføre den nye art på 15-30 % af det samlede areal**, men i nogen grad **afhængigt af gap-arealet**. Hvis bevoksningen har et gap-areal, der er større end 30 %, bør plantningen fokuseres på områder tæt på skovveje (for at sikre, at de huskes, er lettere tilgængelige og har mere trafik/forstyrrelse).

For bevoksninger, der indeholder en række huller/svage områder (typisk 20-50 m i diameter), anbefales det at starte konverteringen ved at **plante hullerne til, herunder en flere meter lang randzone omkring hullerne**, ved primært at plante grupper af **douglasgran** (tæthed 2500 planter pr. ha) og eventuelt grupper af bøg (tæthed 4000 planter pr. ha) afhængigt af forvaltningsmålene efter **hulboring**. En typisk beplantning vil være på 0,2 ha (50 m i diameter, et 30 m stort hul, hvor der er plantet ca. 10 m ind under skærmen). Bøgegrupperne hegnes. I skove, hvor der allerede er meget bøg, og hvor der ikke er så stor forskel på de to arters bidniveau, kan de to arter blandes og ikke hegnes. I Danmark vil bøgegrupper kræve hegning overalt i hederegionen. I Tyskland vil det typisk være nok at anvende Trico© på bøgen.

I bevoksninger, hvor kun en lille procentdel af bevoksningen består af huller/svage områder, vil der typisk blive plantet et større område omkring hullerne (plantninger på mindst 0,5 ha). Der kan med fordel plantes douglasgran i selve hullet og grandis umiddelbart ved siden af under skærmen (i skove domineret af nåletræer, ellers bøg), og bestockungsgrad/bevoksningskvotient reduceres til højst 0,8 (ca. 25 m² /ha) for disse tilstødende områder. På samme måde vil der for større samlede bevoksningsarealer også blive plantet flere tilstødende arealer til hullerne (for at undgå at have for mange små plantepladser/grupper i bevoksningen at holde styr på). Der bør fokuseres på områderne i den **sydlige retning af hullet** i forbindelse med denne udvidelse/reduktion af skærmtætheden omkring gappet, således at der i stigende grad skabes et optimalt miljø (den østlige retning bør ikke berøres). Beplantningen kan foretages i en eller flere omgange, og beplantningsplaceringer og huller kan forstørres. Det er vanskeligt at give generelle anbefalinger om, hvor hurtigt gappene bør udvides, da der

ikke foreligger dokumenterede erfaringer. Dette vil være et aspekt, hvor projektaktiviteterne vil give vigtige oplysninger.

Større huller (sandsynligvis ca. > 1 ha) kan under stærkt frostudsatte forhold (hedeflader i Midtjylland) gøre det nødvendigt at **indføre andre arter, primært lærk**, i midten af hullerne. De her anførte anbefalinger er også afhængige af, at arealerne ikke er for fattige til at være egnede til bøg og douglasgran. I modsat fald er det mere ideelt at konvertere bevoksningen til en blanding af sitkagran og lærk.

Resten af området (70-85 %) forventes gradvist at forynges naturligt, eller foryngelsen af denne del af området er allerede ved at begynde. Medmindre bevoksningen er meget destabiliseret, typisk fordi barkbiller forventes at dræbe hele bevoksningen inden for de næste 10 år, er det overkill at indføre arter på mere end 30 % af bevoksningen.

Baseret på konverteringsmodeller

Model 8: Foryngelse i lysbrønde i ældre nåletræsbevoksninger

5. Rødgran, god lokalitet

Bevoksningen

Selv om størstedelen af erfaringerne med konvertering af rødgran stammer fra de danske og tyske hederegioner, er der også erfaringer fra resten af Jylland. Disse erfaringer stammer primært fra de nordlige vækstrområder på dybgrundet sandet moræne (eksempler kunne være Rold Skov eller Salten Langsø). Under disse forhold er rødgran typisk mere sund (veldrænede steder med god vandforsyning i jorden → dybere rodfæstet), hvilket giver færre problemer med barkbiller, mindre risiko for stormfald og samtidig færre problemer med vildt og frost ved etablering af den nye generation. Huller vil ofte være mindre end i hederegionerne. Landskabsmæssigt dækker rødgran typisk også mindre områder, hvilket både betyder, at hurtig konvertering er mindre presserende, og at "nye" arter er mindre målrettet mod vildtet. Meget intensiv konvertering (reduktion af skærmtætheden og underplantning af næsten 100 % af bevoksningerne med containerplanter) er typisk ikke et rationelt valg.

Den typiske situation for konverteringen vil være en stabil mellemgammel bevoksning med små stormfaldshuller eller en intakt bevoksning der er klar til måldiameterhugst. Indførelse af arter bør ikke ske i bevoksning, der endnu ikke er modne og uden huller. Hvis målet er at konvertere en yngre bevoksning, bør teknikkerne fra "Naturnær skovdrift" fortrinsvis anvendes til yderligere at øge stabiliseringen, og så bør selve artsindførelsen ske langt senere, helst når man påbegynder måldiameterhugst.

Målet med konverteringen

As in stand type 4, although the goal will be to introduce less new species as argued for above, typically maximum 15% of new species, the goal will often be to introduce a large quantity of broadleaves among these, as this stands grows on more favorable broadleaved sites. The next generation will typically be uneven-aged.

Som i bevoksningstype 4, selvom målet vil være at indføre mindre nye arter (som argumenteret for ovenfor), typisk højst 15 % nye arter, og målet vil ofte være at indføre en stor mængde løvtræer blandt

disse, da denne bevoksningstype repræsenterer mere gunstige løvtræarealer. Den næste generation vil typisk være uens-aldrende.

Erfaringer

En begrænsning er, at der kun er erfaringer med gode lokaliteter i kombination med lave(re) hjortebestande. Hjortebestanden er steget i de fleste områder siden 00'erne. De erfaringer, der er vist her, vil måske ikke være mulige med samme succes med højere hjortevildtbestande.

Der er erfaring med både små plantninger og såning, især af bøg.



Små bølgebeplantninger (ca. 40 m i diameter) fungerer meget godt uden hegning på sandet moræne (FS 5.1). Arter med aggressiv ungdomsvækst som f.eks. birk er naturligt kontrolleret, og den lave hjortetæthed er ikke en alvorlig trussel. Arealet kunne også have været beplantet med douglasgran, erfaringerne fra især den tidligere bevoksningstype viser, at hullerne sandsynligvis skal være mindst 20 m i diameter, før det er relevant at indføre douglasgran.

FS 5.1: Meget vellykket introduktion af bøg i lille skala i mindre stormfaldshuller på ca. 30 m i diameter, fra stormen i 2005, i en ellers sund og meget produktiv bevoksning (nu 27 m høj, 55 år gammel). Beplantningen strækker sig et par meter under kanten af hullet for at skabe mere læ. Beplantningstæthed: Plantetæthed: 4000 bølgeplanter/ha (to i hvert boret hul). Alder: 14 år gammel. Gennemsnitshøjde: 3,3 m. Stamme tæthed nu ca. 2500 planter pr. behandlet ha. Rold skov, dansk nordlige region.



Plantning giver en hurtig foryngelsesetablering af mindre huller sammenlignet med den gennemsnitlige ventetid på flere år før der kommer et frøår i rødgran. Plantninger er også mere vellykkede end når konkurrencen fra naturlig foryngelse er hårdere (f.eks. i Sitka-, Douglas- og grandis). Det kan således være en god investering at plante relativt hurtigt, efter at der er opstået et gap, for at undgå, at græs/bundfloraen overtager området (FS 5.2). For større gaps med kraftig bundflora kan det være nødvendigt at hulbore og plante lærk.

FS 5.2: Samme bevoksning som FS 5.1. Område, hvor der ikke blev plantet for at lade området vokse til med naturlig foryngelse. Desværre kom frøåret ikke, og området endte med at blive bevokset med kraftig bundflora. Rold skov.



Bøg kan normalt plantes i større huller med god succes. Birk vil typisk invadere i dette den danske nordlige vækstregion, hvilket sjældent er et problem for en bøgeplantning, som typisk etablerer sig under birk med god stammekvalitet og til sidst vokser gennem birken (FS 5.3).

FS 5.3: Samme bevoksning som FS 5.1, med bøg, der vokser under den naturforyngede birk i et stort hul (30 m N-S og 70 m Ø-V). Samme karakteristika for bøgen som i FS 5.1, selv om den gennemsnitlige højde for bøg er ukendt her. Rold skov.

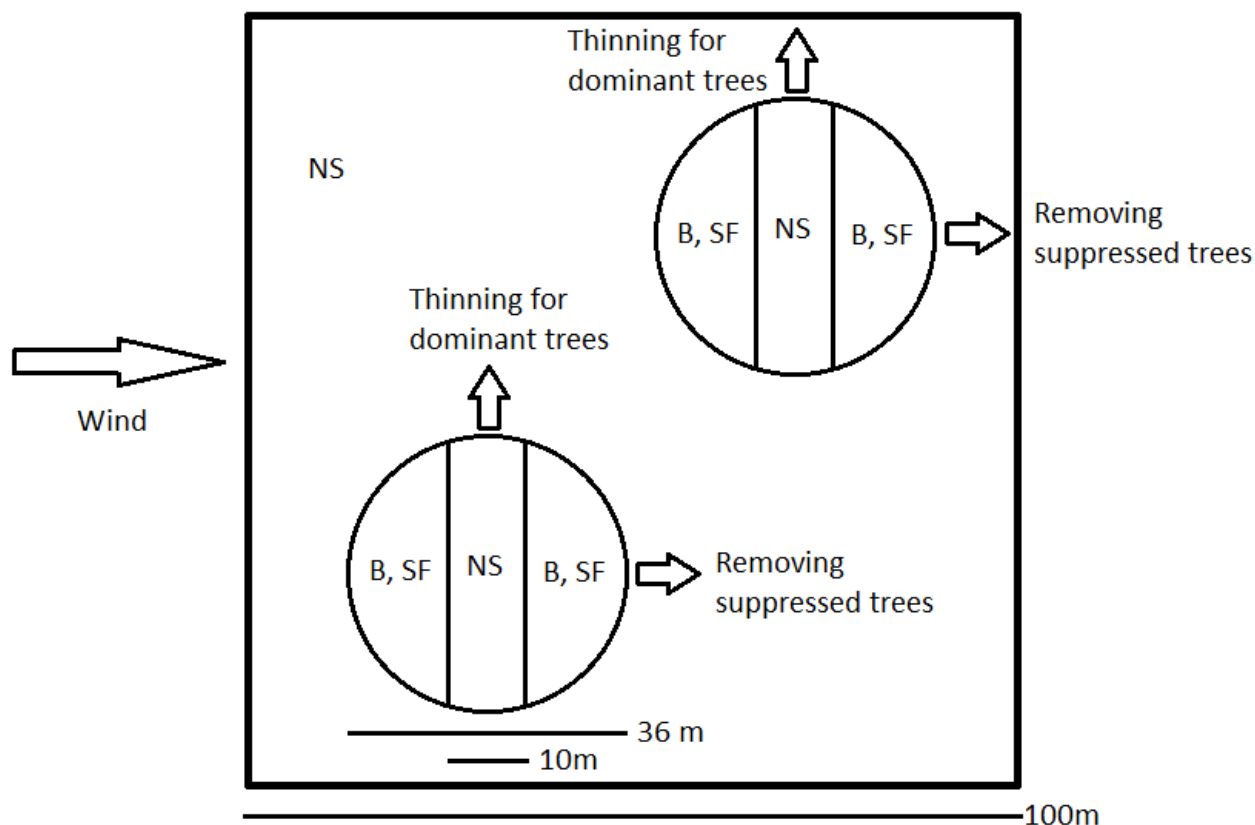


Såning fungerer betydeligt bedre end i den danske hederegion (med god successrate selv på ikke hegnede stormfalds arealer, FS 5.4). Selv om det er mindre relevant end plantning for dette kapitels bevoksningstype, synes såning at være en brugbar og billigere løsning til etablering af større stormfældede arealer.

FS 5.4: 8 år gammel bøgesåning (ukendt kg frø/ha), hvor skærmen blev ødelagt af et stormfald lige efter såningen. Alligevel har resultatet været ganske vellykket. Bare områder er blevet tilplantet med douglasgran. Såning udført vinteren 2012/2013. Rold skov.

Erfaringer uden for 4Forest-regionen

De erfaringer, der er rapporteret her, har hovedsageligt været for bevoksninger, hvor stormfald allerede har igangsat konverteringen. Et udenlandsk eksempel er medtaget til inspiration for konverteringen af intakte bevoksninger. I sin bog "Silvicultural systems" beretter J. Matthews på s. 175-176 om belgiske erfaringer i distriktet Grand Bois (Turner 1959) med konvertering af ofte ret kraftigt tyndede bevoksninger med store kroner på vindudsatte, men gode lokaliteter med moderat vildtniveau og fri dræning (sammenlignelige med mange arealer i den danske nordlige region) (FS 5.5). Der er opnået gode resultater under sådanne forhold ved at foretage en forberedende tynding ved 60 års alderen, hvor man har isoleret de bedste træer. 6 år senere etableres der to parceller med en diameter på 36 m for hver ha konverteret, hvor der for hver parcel tyndes kraftigt i et 10 m bredt bælte vinkelret på vindretningen, dvs. syd-nord i 4Forest-regionen, i midten af parcellen. Kraftig tynding betyder, at der kun står 4-5 træer i dette 10 m brede og 36 m lange bælte bagefter. Når plantningen af bøg/ædelgran (dvs. fortrinsvis grandis i stedet for ædelgran i de fleste 4Forest-områder) og rødgranforyngelsen er etableret (1,5 m høj), udvides hullerne ved at isolere dominerende træer nord for parcellerne og ved at fjerne undertrykte træer øst for parcellen. Efterhånden bliver hullet så stort, at det også er muligt at plante douglasgran. Til sidst vil parcellerne flette sammen, og konverteringen skønnes at tage 30 år med et slutmål på ca. 80 % rødgran og ca. 9 % bøg, ca. 9 % ædelgran/grandis og nogle få procent douglasgran i den næste generation. Systemet er godt rustet til at kontrollere birk.



FS 5.5: Metode til konvertering af rødgran på gode lokaliteter i Belgien. NS= rødgran. B= bøg. SF=ædelgran. Grafisk illustration af beskrivelsen fra Matthews (1989) citeret fra Turner (1959).

Anbefalinger

I mellemgamle bevoksninger med små-/mellemstore stormfaldshuller bør **plantningen etableres tidligt i processen**. Grupperne vil typisk **ikke kræve hegning**, og der bør **plantes på ca. 10-15 % af arealet** efter **hulboring** (for mindre bevoksninger 15 %). I et område på 6 ha kan det f.eks. være 6 grupper på hver 0,1 ha med 400 træer pr. gruppe. Hvis arealet med huller naturligt er større, foretrækkes områder tæt på skovveje. **Gaps, der er større end 20 m i diameter, kan tilplantes med douglasgran, ellers anvendes grandis eller bøg** afhængigt af forvaltningsmålene.

I intakte bevoksninger **udskydes konverteringen**, indtil der **naturligt opstår huller som følge af måldiameterhugsten**. Afhængigt af alder kan teknikkerne fra "Naturnær Skovdrift" anvendes til at stabilisere bevoksningen. Afhængigt af tempoet i måldiameterhugsten plantes der **bøg/grandis i den tidligste proces og douglasgran senere**. Vi har endnu ingen praktisk dokumenteret erfaring med, hvilket tempo for måldiameterhugst der passer bedst til de forskellige arter. Modelleringsundersøgelser tyder på, at hugst af ca. 50 % af de træer, der når måldiameteren resulterer i en økonomisk konvertering, der stadig vil skabe et langsigtet uens-aldrende skovsystem.

Baseret på konverteringsmodeller

En kombination af de to følgende modeller:

Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ

Model 8: Foryngelse i lysbrønde i ældre nåletræsbevoksninger

6. Gammel sitkagran (>50 år)

Bevoksningen

I lighed med rødgran udviser sitkagran ofte ustabilitet i 4Forest-regionen. I nogle områder, som f.eks. i Midtjylland, kan problemerne med sitkagran ofte være større end med rødgran, og man skal være forsigtig ved bevoksningskanter, hvor overetage træer let bliver svækket. Sitkagranen er generelt mere stabil i klitområdet på grund af den typisk bedre vandforsyning fra den fugtige vind og det finere sand sammenlignet med specielt på de indenlandske jyske hedeflader. Gamle bevoksninger vil ofte indeholde huller forårsaget af Micans, som udgør naturlige udgangspunkter for konverteringen. Konverteringen af gamle sitkagranbevoksninger har visse ligheder med konvertering af gamle rødgranbevoksninger, men der er især to vigtige forskelle.



For det første er underetagen, med en overetage af sitkagran, meget mere udsat for udtørring i en tør sommer (FS 6.1) sammenlignet med rødgran (eller andre arter), da sitkagran har et meget stort vandforbrug. Sitkagranbevoksninger er også oftere placeret i klitområdet i Danmark, hvor vindforholdene er barske, hvilket øger risikoen for stormfald i konverteringsfasen, men med begrænset risiko for frost. Disse overvejelser indebærer, at konvertering af sitkagranbevoksninger ofte er mindre ideel ved at indføre nye arter i læ og mere ideel ved hjælp af et eller andet spaltesystem.

FS 6.1: Den klassiske tallerken med 5-10 m uden foryngelse omkring et sitkagran skærmtræ. Blokhus, dansk klitregion.

For det andet har sitkagran en hyppigere og kraftigere naturlig frøsætning end rødgran under danske forhold (i mange situationer vil der være en vis foryngelse, der opstår spontant hvert år, selv på steder med tykke morlag). Skyggetolerancen er ret lig rødgrans, og det er let at lave fortsat sitkagran med

naturlig foryngelse. Den kraftige konkurrence fra naturligt foryngende sitkagran kan således gøre det vanskeligt at introducere nye arter i lysbrønde, selv om den naturlige foryngelse af sitkagran også sikrer, at enhver plantning bliver mindre vildtskadet end under normale gap-forhold.

Målet med konvertering

Samme som bevoksningstype 4, se side 47.

Erfaringer

Der er kun indsamlet ret få dokumenterede erfaringer specifikt med konvertering af monokultur af sitkagran og kun fra den typiske sitkagran dominerede plantage i klitområdet.

Det har vist sig at være en succes at fokusere på store områder og ikke på for store grupper (hvilket ellers ville føre til en større destabilisering af bevoksningen). For et 75 ha stort område med en bevoksningsalder på 55-75 år blev der over fire runder hugst fjernet de bedste kvalitetstræer uden hensyntagen til deres placering (en måldiameterhugst for de bedste kvaliteter), hvilket resulterede i en gruppevis hugst (da de gode træer ofte står i grupper). Bevoksningen lignede næsten en meget uregelmæssig skærm. Ved i alt tre hugstindgreb i løbet af 11 år er der på denne måde blevet udtaget ca. 230 m² /ha.

De huller, der efterhånden opstod, var af meget forskellig størrelse, hvilket var afgørende for de træarter og antallet af individer, der blev plantet i hvert hul/åbning. I løbet af de 11 år blev der foretaget 4 plantningsrunder, hvor der blev plantet 4 ha i hver runde, fordelt over hele bevoksningen (i alt 16 ha). Der blev plantet bøg og ædelgran i de mindste og mørkeste huller, i de større huller blev der især plantet douglasgran (Der er ikke givet nogen klar beskrivelse af inden for hvilke størrelses kriterier man omfattede det som et lille eller et stort hul). Grupperne blev undervejs udvidet gradvist. Især i de større grupper var der ofte stor konkurrence med den naturlige foryngelse af sitkagran, hvilket krævede udrensning (FS 6.2). I de lysbrønde, der ikke var blevet plantet, blev der hurtigt etableret sitkagranforyngelse, i hvert fald hvis de havde en vis størrelse. Forskningen har generelt vist, at der er behov for en gapstørrelse på 1-2 x træernes højde eller en maksimal skærmtæthed på 30 m² /ha, for at der kan ske naturlig foryngelse i modne bevoksninger.



FS 6.2: Det endelige resultat af en gruppehugst i 84 år gammel sitkagran, efter at der er plantet douglasgran (lysere grøn farve), ca. 4000 planter pr. behandlet ha, i en gruppe, der er blevet udvidet gradvist siden konverteringen begyndte. Bemærk den udrensede sitkagran i forgrunden. Blokhus.

Anbefalinger

Det er **for tidligt at komme med meget specifikke anbefalinger på nuværende tidspunkt**. Generelt set anbefales model 8a (Bilag 2), dog med visse ændringer:

Plantningsaktiviteterne starter i de svage områder af bevoksningen (i intakte bevoksninger i de huller, der opstår som følge af måldiameterhugst) og dækker i alt **15-30 % af bevoksningens areal** i løbet af projektperioden. Jorden opkradses (ikke nødvendigvis ved hulboring i klitområdet, overfladisk jordbearbejdning er nok), og **plantningerne er 0,5-2/4 ha store** (mindre plantninger i mindre områder), og der plantes med **stabile nåletræer og løvtræer** (primært bøg, douglasgran og grandis). Generelt plantes der 2 500 træer pr. behandlet ha, hvis der kun etableres nåletræer (på de dårlige lokaliteter) og 3 250 planter pr. behandlet ha, hvis der er etableret både nåletræer og løvtræer på de bedre steder (bøg og grandis bør etableres i artsspecifikke grupper). **Resten af arealet (70-85 %) vil gradvist forynges sig** naturligt (i ældre bevoksninger afhængigt af tempoet i måldiameterhugsten). I de fleste klitområder er Trico© typisk nok til at etablere bøg, og indhegning er typisk ikke nødvendig.

Baseret på konverteringsmodeller

Model 8: Foryngelse i lysbrønde i ældre nåletræsbbevoksninger

7. Douglasgran (hovedsagelig >50 år)

Bevoksningen

Douglasgranbevoksninger forekommer primært på moderat frugtbare til moderat fattige lokalitetsforhold (f.eks. sandet ungmoræne, Saale- eller randmoræne). Derfor er konvertering relevant i de fleste vækstområder, afhængigt af den lokale lokalitet. Gamle bevoksninger (>50 år) er meget mere stabile end granbevoksninger af rødgran og sitkagran. Douglasgran har ret hyppig frøsætning, selv om den ikke er så hyppig, kraftig eller dominerende som sitkagran, og situationen er væsentligt anderledes end ved konvertering af rødgran. På grund af den gode sundhedstilstand for douglasgran i 4Forest-regionen er det generelt ikke relevant at konvertere unge bevoksninger (medmindre de indeholder stormfaldshuller). Det er også farligt at åbne unge bevoksninger på grund af det høje rod-top forhold i unge bevoksninger og den deraf følgende risiko for stormfald.

Målet med konvertering

Øget stabilitet og en stor ændring i træarts sammensætningen er typisk ikke målet, da bevoksningen allerede er stabil og produktiv. Konvertering i stor skala (f.eks. ved hjælp af skærmstilling og underplantning) vil sjældent være målet, undtagen på lerholdige eller meget fattige lokaliteter, hvor Douglasgran ikke er velegnet, men også sjældent plantet. Målet er normalt at få et mere strukturelt varieret skovsystem med en række hjemmehørende arter, typisk i små grupper, som vokser godt sammen med douglasgran og sikrer en større biodiversitet i denne ellers biodiversitetsfattige skovtype. Målet er således typisk at indføre de nye arter på mindre end 10 % af arealet. I nogle tilfælde kan målet også være udelukkende at anvende naturlig foryngelse. Den næste generation vil have en ujævn uensaldrende gruppevis struktur.

Erfaringer



Der er meget begrænsede erfaringer med konvertering af gammel Douglasgran på dårlige jordbundsforhold eller lerholdige steder. Det er blevet observeret, at på rige lokaliteter i den østdanske region med lavere hjortevildtbestande er det i praksis meget vanskeligere at forynge Douglasgran naturligt end på de fleste jyske arealer. På grund af Douglas-granens middel skyggetolerance skal skyggen holdes ret lys for at opnå naturlig foryngelse (bestockungsgrad/bevoksningskvotient = højst 0,6-0,7). Resultatet vil ofte være en ugunstig bundflora eller stærkt konkurrerende træarter med kraftig frøsætning (typisk ær, som har optimale forhold på rige lokaliteter uden for meget hjortevildt), der invaderer området (FS 7.1).

FS 7.1: På rige lokaliteter kan bundfloraen (f.eks. bregner) og naturforyngelse af ær fra nærliggende bevoksninger kolonisere den næste generation fuldstændigt, hvilket under disse forhold gør vanskeligt i praksis at lave naturforyngelse i douglasgran. Ikke heget, harvet. Skærmtæthed $\approx 19 \text{ m}^2/\text{ha}$. Alder 82 år, højde 40 m. Sorø Akademi, Østdanske region. Foto: Foto: Jens Kristian Poulsen.

Situationen er anderledes på medium gode lokaliteter, f.eks. det meste af den nordlige del af Danmark, hvor erfaringen, som det også fremgår af skovbrugsbøgerne, er, at naturlig foryngelse let sker uden jordbearbejdning. Det er også de steder, hvor der er størst erfaring med introduktion af nye arter, for nu specielt ift. introduktion af bøg i Douglasgranbevoksninger. Dette er en meningsfuld konvertering, da forskning har vist, at blanding med bøg resulterer i hurtigere vækst af douglasgran.

Den kraftige naturforyngelse af douglasgran på mellemliggende arealer kan gøre det vanskeligt at indføre bøg i gaps. Da såningen er hyppig, og Douglasgran vokser hurtigt i gaps på f.eks. 0,15 ha, vil en plantet bøgegruppe typisk blive udkonkurreret/ikke være nødvendig (FS 7.2). Hvis stormfaldshuller forekommer i unge bevoksninger (hvor douglasgran er følsom over for stormfald), er det en fordel at indføre bøg hurtigt, inden frøsåning bliver hyppigere med stigende alder.



FS 7.2: Det er vanskeligt/ikke nødvendigt at indføre bøg i store huller på sandet moræne, hvor Douglasgran naturforyngelse typisk udkonkurrerer en plantet bøgebevoksning, inden den er etableret ordentligt. 25 m bredt og 75 m langt hulrum med naturlig foryngelse (dette gap var dog ikke oprindeligt beplantet med bøg). Bevoksningen er nu 54 år gammel. Gappet blev anlagt i en alder af 39 år og 29 m højt. Rold skov. Himmerland. Dansk nordlig region.

I SHLF er det blevet forsøgt at konvertere Douglasgran ved hjælp af såning med bøg. Der var tale om en 6 ha stor nu 63 år gammel bevoksning, som blev tilsået med bøg på hele arealet. Bøgene blev aldrig beskyttet med hverken Trico eller hegn, og området havde en relativt stor rådyrbestand (for slesvig-holstenske forhold). Der var nogle få små gaps af forskellig størrelse i bevoksningen (højest 15 m i diameter). 2 år senere dækkede bøgefrøplanter 1,6 ha og 12 år senere 0,7 ha - hovedsagelig i de små huller (FS 7.3). Bestockungsgraden/bevoksningskvotienten i overetagen var 0,8 (ca. 28 m² /ha), da såningen blev foretaget, og 0,9 (ca. 33 m² /ha) 10 år senere. Skærmen var således for tæt i kombination med anvendelsen af såning, som forlængede den tid, hvor bøgeforyngelsen var udsat for vildtbid. En bedre løsning ville have været at plante og fokusere på områder, hvor der var opstået små huller, og at

tynde ud i disse områder for lokalt at sænke beskyttelsestætheden til ca. 20 m² /ha på f.eks. et areal på 40x40 m.

I denne bevoksning begyndte douglasgran at blive en alvorlig konkurrent til bøg, i de gaps som var ca. 15 m i diameter (altså diameter med åben himmel, FS 7.4). Da hullerne var ca. halvt så store, var der ingen Douglas-foryngelse i hullerne (FS 7.3). Disse erfaringer er også relevante for forvaltningen af den naturlige foryngelse af Douglasgran. FS 7.5 viser en imponerende kun 5 år gammel såning, der er resultatet af en meget omhyggelig forvaltning af overetagens grundareal og indhegning af området. Dette er ikke et resultat, der kan forventes af såning!



a)

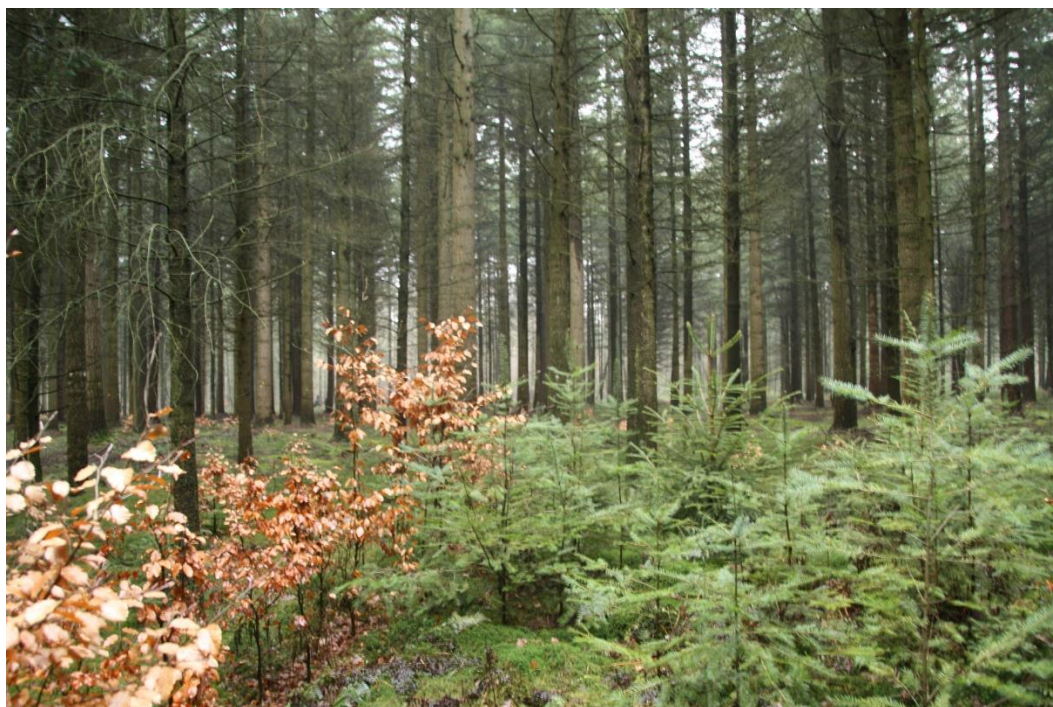


b)

FS 7.3: a) Gap, ca. 8 m i diameter, hvor Douglasgran naturlig foryngelse endnu ikke er en konkurrent til bøgebeplantningen. b) frøperspektiv foto af overetage situationen. 63 år gammel, tophøjde på 34 m, bestockungsgrad=0,9. Bevoksningens grundflade≈33 m² /ha. Distrikt Hasselbusch. Slesvig-Holsten SV.



a)



b)



c)

FS 7.4: a) Gap, med en diameter på ca. 15 m, hvor douglasgran naturforyngelsen begynder at konkurrere med bøg. b) nærbillede af foryngelsen. c) frøperspektiv foto af overdrevssituationen. Samme bevoksning som FS 7.3.



FS 7.5: Meget vellykket 5 år gammel såning af bøg med 25 kg bølgefrø under skærm af 69 år gammel douglasgran, hegnet. Grundfladeareal ca. 25 m² /ha. Bestockungsgrad/bevoksningskvotient=0,7. Tyndet hvert 3. år. Distrikt Glashütte. Slesvig-Holsten SV.

Generelt set er den mest gunstige og mest økonomiske metode til at konvertere gamle stabile douglasgranbevoksninger at plante bøg i nogle små huller/små områder med let læ i hele bevoksningen. Da de indførte bøge vokser langsomt under sådanne lyse forhold, og det er kompliceret at indhegne små grupper, er det lettere at anvende denne metode på relativt gunstige bøgelokaliteter med lave hjortevildtbestande. Erfaringerne har vist, at bøgene efter 17 år vil være vokset til ca. 4,5 m højde, hvis skærmtætheden reduceres til ca. 20 m² på sandet moræne.

Anbefalinger

For at omdanne 50-60 år gamle bevoksninger (ca. 30-33 m høje) bevoksninger på mellemgode lokaliteter (næringsstofforsyning 3-4) **plantес grupper af fremtidige frøkildetræer af bøg på 5-8 % af arealet efter hulboring** (inspireret af model 2, Bilag 2, side 122). På et areal på 5 ha kan dette være 3 grupper på 0,1 ha, der hver etableres med 400 træer/gruppe. Over disse plantninger **bør skærmtætheden reduceres til ca. 20 m² /ha**. Grupperne skal hegnes i den danske hedeområde, sandsynligvis ikke på de fleste sandede morænelokaliteter i det nordlige område og ofte ikke i Slesvig-Holsten NV og SV. Når måldiameterhugst påbegyndes, vil naturlig foryngelse hurtigt udfylde de opståede huller uden jordbearbejdning.

*Hvis der allerede findes naturlige huller i bevoksningen, kan disse også udnyttes til **bøgeplantning, hvis** de ikke er for store, idet de **højest må være 15 m i diameter**. Større huller bør efterlades til naturlig foryngelse af douglasgran (dens vingede frø spredes ret langt), undtagen hvis hullerne er meget store (det er endnu uvist, hvor store de kan være). Det følger heraf, at det er vanskeligere at indføre bøg i douglasgranbevoksninger, efterhånden som alderen stiger, og at måldiameterhugst gradvis reducerer beskyttelsestætheden og giver større natur foryngelsespotentiale.*

Baseret på konverteringsmodeller

Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ

8. Gammel lærk (> 50 år)

Bevoksningen

Selv om det ikke er et centralt konverteringstema i dansk skovbrug, er store områder med ensartet typisk japansk lærk (herefter blot lærk) ved at nærme sig konvertering i både det nordvestlige og sydvestlige Slesvig-Holsten. Disse bevoksninger er typisk plantet efter Anden Verdenskrig og er ofte af dårlig proveniens med dårlig vækst, hvilket skyldes mangel på planter på det tidspunkt og nødvendigheden af hurtig gentilplantning med mindre opmærksomhed på arternes egnethed på en bestemt jordbund (FS 8.1). Desuden er lærketræet dårligt tilpasset klimaændringerne i 4Forest-regionen. Som følge heraf kan der forventes en betydeligt højere fremtidig produktion ved at konvertere til især douglasgran.

Konvertering af lærk er kendetegnet ved bedre stabilitet end gran. Bevoksningerne er typisk mere komplette, når konverteringen påbegyndes (færre huller). Lærkebevoksninger tyndes også typisk kraftigere (for at undgå piskeskader på grund af dens fleksible stamme og på grund af dens behov for lys). På den anden side er dens diametervækstrespons på kraftig udtynding i høj alder ringe. Bevoksninger må generelt ikke konverteres for sent, da træernes/bevoksningens vækst normalt er meget lav efter 50-årsalderen. I den høje alder er bevoksningerne ofte praktisk talt holdt op med at vokse, og det kan være nødvendigt at hugge, før den ønskede diameter er nået.



FS 8.1: 64 år gammel lærk. Klosterheden. Dansk hederegion. Foto: Foto: Jens Peter Clausen.

Målet med konvertering

Afhængigt af oprindelsen vil målet typisk være at indbringe en betydelig mængde andre arter end lærk, hvilket resulterer i et blandet uens-aldrende skovsystem. Det vil ofte være bøg og/eller douglasgran, som lærk vokser godt sammen med, og disse arter vil typisk blive indført på 50-75 % af arealet. Hvis provenienserne er acceptable, bør den naturlige foryngelse spille en stor rolle, især når distriktet har en stor vildtbestand. Den næste generation bør typisk ikke holdes som en uens-aldrende bevoksning, da lærk bremser sin vækst meget mere i en yngre alder end gran.

Erfaringer

Erfaringerne vedrører hovedsagelig konvertering af dårlige provenienser i Tyskland, og ingen af de nedenfor anførte erfaringer vedrører situationer med gode provenienser under et højt vildtpres. Begge disse faktorer taler for en mindre intensiv konvertering (og kan kræve indhegning). Da disse forhold ville være normen i Danmark, er erfaringerne kun relevante for Tyskland.

Lærk er let at konvertere i forhold til gran. Da lærkebevoksninger ikke giver megen skygge, er ret stabile og normalt forvaltes ved kraftig tynding, er det let at etablere mere eller mindre skyggetolerante arter under lærkeskærm. Et potentielt problem er det store vandbehov, selv om det ikke har været et alvorligt problem i de rapporterede konverteringserfaringer.

Den træart, som der er mest erfaring med, er bøg. Praktiske erfaringer fra underplantning med bøg i SHLF viser, at der bør anvendes en "Bestockungsgrad"/bevoksningskvotient på 0,8 (understøttet af videnskabelige undersøgelser af underplantninger med skovfyr, som er ca. lige så lysgivende, men mindre vandkrævende). Når skærmtætheden er 20 m² /ha, er væksten af naturlig foryngelse af lærk ca. 50 % af væksten under åbne forhold, hvilket undertrykker lærken tilfredsstillende. Det første skridt i konverteringen til bøg vil typisk kun være en lille ekstra tynding, da den typiske lærkebevoksning har en "Bestockungsgrad" på tæt på 0,8 (ofte vil det ikke engang være nødvendigt med en ekstra tynding), FS 8.2a). FS 8.3 viser en ældre bøgekonvertering i et område med lidt højere vildtryk og mindre god jordbund. Overlevelsen er stadig tilfredsstillende, men vedkvaliteten er ret dårlig.

En intuitiv konverteringsmetode for store arealer med ugunstige provenienser ville være at så store arealer med bøg direkte under lærkenes skærm. Der er stadig meget begrænsede erfaringer med dette, men 4Forest-aktiviteterne fra 2020-2028 vil give mere viden. Et problem kunne være, at jordbunden under lærkebevoksninger måske ikke er det bedste så-substrat, da nålene er meget langsomt nedbrydeligt og jordbunden er meget surt. Korrekt jordbearbejdning til såning kan være (endnu mere) vigtig. Storskala containerplantning af skyggetolerante løvtræer og nåletræer under skærm kunne også være interessant og vil ligeledes blive afprøvet i løbet af 2020-2028.

Indførelse af mellem skyggetolerante arter som Douglasgran kan også let lade sig gøre under lærkeskærm, hvor der er gode erfaringer med blot at tynde lidt mere ud i skellet over Douglasgran-grupperne (FS 8.2bc). Den generelle erfaring er, at en bestockungsgrad/bevoksningskvotient på 0,6-0,7 er optimal for introduktion af Douglasgran. I praksis vil skærmen derfor ofte bestå af et stort antal meget små "huller" (f.eks. 10 m i diameter).

Indførelse af lyskrævende arter, typisk eg, er generelt ikke relevant. Større huller (ca. > 40 m i diameter) er sjældent til stede, men bør lades blive fyldt med naturlig foryngelse. Jordbearbejdning eller anden

forstyrrelse af jorden er nødvendigt for at der kommer naturforyngelse af lærk. Lærkens overlegne ungdomsvækst kan gøre det vanskeligt at indføre nye arter. Indførelse af arter, inden der indledes en måldiameterhugst, vil generelt give plantning/såning et forspring i forhold til den naturlige foryngelse, inden hullerne bliver store nok til lærkeforyngelse.



a)



b)



c)

FS 8.2: Introduktion af nye arter under gammel lærk a) Bøg etableret for 8 år siden under intakt skærm. b) Douglasgran etableret for 7 år siden i en lille åbning i skærmen. c) Overetagen over Douglasgranplantningen. Plantetæthed ca. 3500/ behandlet ha. Bevoksning nu 97 år, 21,5 m høj, den har ikke været i vækst i mindst de sidste 10 år. Bestockungsgrad/ bevoksningskvotient i bevoksningen er 0,7. De fleste er nu 1,5 m høje. Distrikt Christianenthal. Slesvig-Holsten SV.



FS 8.3: Ældre konvertering til bøg, 18 år efter plantning, under skærm af en 71 år gammel bevoksning, etableret uden hegn, stærkt bidt i ungdommen, hvilket i høj grad påvirker vedkvaliteten. Plantetæthed ca. 1,5 x 1,5 m (4000 træer/ha). Distrikt Hasselbusch. Slesvig-Holsten SV.

Anbefalinger

Nedenstående anbefalinger gælder for lokalteter med moderat vildtryk og provenienser af lav kvalitet, hvilket er den typiske situation i Slesvig-Holsten SV og NW. Ellers henvises der til model 2 i Bilag 2, side 122.

Bevoksninger skal helst konverteres **senest 50 år gamle**, ellers så hurtigt som muligt. Beskyttelsen holdes på en gennemsnitlig bestockningsgrad på 0,8, og containerplanter af bøg/grandis (ædelgran i Tyskland) plantes på de mørkeste områder under skærmen af bevoksningen med en **plantetæthed på 4000/2500 planter/ha efter fortrinsvis hulboring** eller anden jordbearbejdning som blotlægger mineraljorden. Forholdet mellem eksotiske nåletræer og løv afhænger af forvaltningsmålene. Der bør ikke plantes for tæt på overstanderne. De **lysere dele af skærmen/små huller plantes med Douglasgran i containere** med lignende jordbehandling. Den midterste del af barkbilleramte huller > 40 m i diameter (sjældent) overlades til naturlig foryngelse, og der foretages en lignende jordbearbejdning, hvis der ikke har været anden forstyrrelse af jorden. Når måldiameteren er nået, plantes douglasgran på de dele af bevoksningen, der ikke er beplantet med bøg/grandis. Det behandlede areal er generelt det samlede bevoksningsareal, der ikke består af huller på mere end 40 m, men højst 75 % af det påvirkede areal. **Det behandlede område indhegnes.**

Baseret på konverteringsmodeller

Model 10: Konvertering med et højt indhold af løvtræer og anvendelse af containerplanter.

9. Blandet gammel skovfyr og rødgran (> 50 år)

Bevoksningen

Blandinger af skovfyr og rødgran forekommer i hele Slesvig-Holstens sydvestlige og nordvestlige del, i den danske hederegion og på de mest sandede steder i den danske nordlige region, da begge arter var nogle af de mest aktivt anvendte arter i hedeopdykningsprogrammerne i det 19. århundrede. Erfaringerne med konvertering af denne type skov er dog større i Tyskland end i Danmark, da skovfyr for en stor dels vedkommende mislykkedes på grund af anvendelsen af provenienser, der ikke var egnede til danske forhold. Rødgran er hverken hjemmehørende, stormfaldsresistent eller akklimatiseret til det forventede fremtidige klima i 4Forest-projektområderne, mens alt dette er tilfældet for skovfyr. Omvendt har rødgran typisk en højere vedkvalitet end skovfyr, og skovfyr udviser en relativt langsom vækst sammenlignet med andre nåletræer i 4Forest-området. Blandingens gavnlige virkninger på produktiviteten i denne bevoksningstype er begrænset, og der kan forventes en langt højere produktivitet ved at tilføre nye træarter.

Målet med konvertering

Målet for denne bevoksningstype kan være meget forskelligt. Hvis der er ønske om en billig konvertering, kan det langsigtede mål være en uens-aldrende bevoksning af skovfyr og rødgran. Disse arter vokser godt og naturligt sammen i mere eller mindre ujævne systemer i det boreale område. Jo ringere lokalitet, jo mere skovfyr-domineret vil den fremtidige bevoksning være.

På ikke alt for dårlige lokaliteter og i situationer, hvor målet er at skabe en stabil, højproduktiv skov, vil målet dog ofte være at ændre træarter betydeligt og reducere andelen af både skovfyr og rødgran. De vil typisk blive udskiftet med højproduktive nåletræer, som ofte vil blive indført på en stor del af arealet. Der kan også indføres nogle løvtræer. Ca. 30 % nye arter vil typisk være målet.

Erfaringer

Det er mest intuitivt at konvertere denne bevoksningstype ikke for tidligt på grund af den gode stabilitet af skovfyr – altså at vente til måldiameteren nås.

Der er på nuværende tidspunkt kun få erfaringer i 4Forest-regionen med udelukkende at anvende naturlig foryngelse til konvertering, og da det hovedsagelig er relevant på meget dårlige lokaliteter, hvor det giver mening at bevare en stor procentdel af skovfyr i næste generation, vil en sådan konvertering ikke blive drøftet yderligere. Naturlig foryngelse afhænger af blandingssammensætningen. Britisk forskning har vist, at som en tommelfingerregel vil halvdelen af grundfladen i rødgran sammenlignet med skovfyr give samme lysniveau ved jorden. Hvis bevoksningen hovedsagelig består af rødgran, bør grundfladen ikke holdes meget højere end 10 m² /ha, hvis der ønskes noget naturlig foryngelse af skovfyr. Skovfyrfrøene kan dog sprede sig 2 gange træets højde (Steven og Carlisle 1959, Booth 1984). Erfaringerne har vist, at selv om skovfyr har frøår oftere end rødgran i 4Forest-regionen, er det i praksis vanskeligt at udnytte naturlig foryngelse af skovfyr, medmindre der er tale om et stort område, hvor alt undtagen skovfyr er blevet fældet. Selv i store huller (erfaringerne har endnu ikke vist præcist hvor store) på de typiske lokaliteter i 4Forest-regionen er naturlig foryngelse af rødgran ofte mere konkurrencedygtig end skovfyr. Og andre lyskrævende arter med stor spredningskapacitet, birk og lærk, dominerer fuldstændig skovfyr i naturlig foryngelse, når der er meget tynd skærm.

Den mest intuitive metode til at udnytte naturlig foryngelse af skovfyr er, hvis man antager, at bevoksningen er klar til at blive fældet på tidspunktet for konverteringen, at fokusere fældningen på den mere værdifulde, mindre stabile rødgran. Selv hvis målet var at fortsætte ensaldrende plantage forvaltning, ville det være fornuftigt at lade mange skovfyr stå som overstandere, da deres dybe rodsystem og lave vandforbrug og høje vindstabilitet gør dem til ingen alvorlig konkurrent til underskoven. Da vedkvaliteten ofte ikke er tilfredsstillende på skovfyr, i hvert fald ikke til salg på det nuværende danske marked, vil de typisk være mere værd ved at lade stå tilbage og give skovklima. I typisk 2 hugstindgreb tages al rødgran ud og der efterlades en meget tynd skærm tilbage. Hvis den omdannede bevoksning er relativt ung (< 50 år), vil der være mindre naturlig foryngelse af rødgran, og på grund af den tynde skærm vil der også være en vis naturlig foryngelse af skovfyr (FS 9.1 er fra en sådan bevoksning, selv om det er klart, at den naturlige foryngelse af rødgran faktisk dominerer dette område også).



FS 9.1: Konvertering af en bevoksning, der ved konverteringens begyndelse var 47 år gammel og bestod af 90 % rødgran og 10 % skovfyr. Næsten al rødgran blev fjernet i to hugstoperationer (med 10 års mellemrum). Der er blevet udført hulboring (2600 huller/ha) for at fremme den naturlige foryngelse. 14 år efter, at konverteringen blev indledt. Højkol. Dansk nordlig region (men relativt dårlig lokalitet).

Introduktion af nye arter

Naturlig foryngelse af skovfyr er sjældent et problem i forbindelse med underbeplantning i huller/større åbne områder (FS 9.2). Dette er også sjældent tilfældet for rødgran, især på grund af de sjældne frøår.



FS 9.2: På trods af at en stor del af bevoksningen er skovfyr, er der kun lidt skovfyr i dette tilplantede hul trods jordbearbejdning. Bevoksningen er i øjeblikket 75 år gammel. Ricklingen. Slesvig-Holsten SV.

Der er erfaring med både indførelse af arter i billig lille skala samt stor skala.



Den billige konvertering, naturlig foryngelse med hjælp fra frøkilder, er blevet anvendt med succes på middelfattige arealer med lavt vildtbestand, idet der er plantet små grupper af bøg på ca. 5 % (325 planter/ha) af det arealet som ikke var hegnet (FS 9.3) - i kombination med den tidligere anvendte metode, hvor kun skovfyren blev fældet. I hedeplantagerne er dette imidlertid ikke muligt, og det ville sandsynligvis heller ikke have været muligt med den nuværende stigning i vildtbestanden. Selv om det er billigt, kan der også sættes spørgsmålstejn ved denne mindre skala indførelse på middelfattige lokaliteter, hvor fordelene ved at indføre større mængder nye arter, især douglasgran, er store.

FS 9.3: Indførelse af bøg i lille skala 14 år efter plantning. Overdrev er nu 61 år gammelt. Højkol. Den nordlige danske region.

FS 9.4 viser et eksempel på en radikal ændring af træarter i retning af douglasgran, sitkagran, lærk og lidt bøg på en lidt fattigere lokalitet i den danske hederegion ved hjælp af containerplanter under hegn. Strategien i overetagen har også her været at fjerne rødgran. Brugen af containerplanter i denne situation reducerer plantningsomkostningerne fra den intensive underplantning, og resultatet er meget vellykket.

Der er i øjeblikket ingen erfaringer med at anvende en mellemliggende intensitet for indførelse af arter (mellem 5-100 % af det tilplantede areal). Hvis dette er målet (hvilket det typisk vil være i Forfit), vil det typisk være fornuftigt ikke at fjerne al rødgran for at sikre en vis naturlig foryngelse af rødgran, der kan opbygge den næste generation. De resterende rødgranarter bør efterlades vest for grupper af skovfyr for at øge stabiliteten af rødgran.



FS 9.4: Radikalt træarts skifte fra rødgran-skovfyr i et forsøg på at spare omkostninger ved at bruge containerplanter (undtagen bøg, som er barrod). Valget af art fungerer godt, da douglasgran og sitkagran der er blevet dyrket som containerplanter, ikke udsættes for den samme plantechok når de udplantes, mens lærk, som aldrig rigtig lider under plantechok, har en mindre plantestørrelse - hvilket resulterer i, at de andre nåletræer mere naturligt følger med lærk. Birkebæk plantage. Dansk hederegion.

Som allerede nævnt skal anbefalingerne for skærmtæthed for ren rødgran ændres afhængigt af blandingsandelen af skovfyr. På grundlag af den tidligere beskrevne tommelfingerregel kan anbefalingerne vedrørende grundflade for underplantning i blandede skovfyr- og rødgranbevoksninger gives i henhold til følgende:

Tilsvarende grundfladeareal i rødgran = grundfladeareal i blandet bevoksning* (1+blandingsprocent skovfyr)

, hvor blandingsprocenten altså angives som decimaltal, dvs. 0,1 hvis 10 % skovfyr. F.eks. vil anbefalingerne for skærmtætheden for underplantning i en 50-50 % blandet bevoksning af skovfyr og rødgran være ca. 50 % højere end i en ren rødgranbevoksning. Ved underplantning i ældre bevoksninger gælder naturligvis det samme forhold mellem grundarealet i rødgran og i blandingen.

Der er ingen dokumenterede erfaringer om de længere aspekter af konverteringen.

Anbefalinger

Generelt anbefales det, at man ikke foretager konverteringen, før bevoksningerne er **hugstmodne (typisk 35 cm i diameter)**.

Hvis lokaliteten ikke er for fattig (typiske lokaliteter i den danske hede region og i SHLF NV og SV), og skovfyrene udgør mindst 20 % af bevoksningen og er ret jævnt fordelt i bevoksningen, **kan alle/det meste af granen tages ud**. Ved at gøre det **i to hugst indgreb** vil man have bedre overblik over hvordan fordelingen af skærmtræerne vil være. Jo mere grupperet den stabiliserende fyr står, jo mere af granen giver mening at beholde for at få den stabiliseret fra fyrregrupperne. Der plantes derefter på **mindst 30 % af bevoksningen med højproduktive nåletræer og nogle stabiliserende løvtræer, idet der** introduceres douglasgran på 25 % af arealet og bøg på 5 % af arealet. Eventuel allerede eksisterende rødgran- og skovfyrforryngelse i bevoksningen bevares. **Når forryngelsesfasen er afsluttet, bør der kun bevares få træer i overetagen som frøkilde, f.eks. 10 træer pr. ha.**

På meget dårlige lokaliteter bevares artsblandingen, og konverteringen foretages udelukkende ved hjælp af naturlig forryngelse. Der **hulbores 1000-1500 huller pr. ha**. På samme måde som ovenfor bør der kun bevares f.eks. 10 træer pr. ha efter endt forryngelsesfase.

Baser på konverteringsmodeller

Model 3: Naturforryngelse under ældre blandet nåletræ/løvtræ

Model 5: Suppleringsplantning under ældre bevoksninger/skærmstillinger

10. Blandet gammel sitkagran og lærk (>50 år)

Bevoksningen

Blandinger af gran (især sitkagran) og lærk (normalt japansk) er almindeligt forekommende i hele 4Forest-regionen undtagen i den østlige danske region, dog i større omfang i Vestjylland og Nordslesvig-Holsten. Den optimale konvertering afhænger af de lokale forhold, især af stabiliteten af sitkagranen og lærkenes oprindelse. Konvertering i sådanne bevoksninger starter i praksis ofte ved stormfald, sandsynligvis fordi granen er modtagelig for stormfald, når den vokser sammen med løvfældende lærk (FS 10.1). Der vil også typisk være en eksisterende naturlig forryngelse af gran i bevoksningerne på grund af den mindre skyggegivende lærk. Begge arter, især sitkagran, har et højt vandforbrug i overetagen, og bevoksningstypen er ikke velegnet til underplantning.



FS 10.1: Blandede sitkagran-lærk bevoksninger, der er påvirket af spredt stormfald. Højkol. Den danske nordlige region. Foto: Jan Østergaard.

Målet med konvertering

Målet er afhængigt af de lokale forhold. Stabiliteten af Sitka varierer ganske betydeligt, og i områder, hvor stabiliteten ofte ikke er særlig god (f.eks. i Midtjylland), vil målet typisk være at reducere andelen af sitkagran. I Slesvig-Holsten vil målet ofte være at reducere andelen af lærk, da lærkematerialerne ofte er af meget dårlig kvalitet og har en meget dårlig vækst. Ofte vil målet også være at indføre stabiliserende løvtræer/nye nåletræer i mindre skala, da lærk med sit store vandbehov ikke anses for at være modstandsdygtigt over for klimaændringer i 4Forest-regionen, og da sitkagran ofte har stabilitetsproblemer (især *Micans* og stormfald). Indførelsen af nye arter vil typisk finde sted på 0-30 % af bevoksningsarealet. Målet er at skabe en uens-aldrende bevoksning.

Erfaringer

Foryngelse af bevoksningen

Sitkagran og lærk er de arter, der klarer sig bedst under høje hjortevildtbestande, og hegning er ikke nødvendig nogen steder. Begge arter har en kraftig og hyppig frøsætning, men adskiller sig alligevel meget fra hinanden ift. brug af naturforyngelse. Naturlig foryngelse af sitkagran sker generelt let spontant, så længe arealet er dækket af mos. Lærk er meget mere afhængig af blotlæggelse af mineraljorden. På mosdominerede arealer, som ikke rigtig findes i rene lærkebevoksninger, men som forekommer i disse blandede bevoksninger, vil en let forstyrrelse, f.eks. fra skovning, ofte være nok til at stimulere den naturlige foryngelse. Normalt er det dog nødvendigt med jordbearbejdning for at stimulere naturlig foryngelse af lærk. De to arters skyggetolerance er også meget forskellig. Både skyggetæthed og jordbearbejdning kan således fungere som instrumenter til at stimulere bevoksningen i



den ønskede retning. Hvis der ikke gøres noget, bliver bevoksningen til sitkagran. Britiske undersøgelser på samme breddegrad som i 4Forest-regionen har vist, at under lærkeskærm bør skyggetætheden ikke være større end 20 m² /ha for at opnå naturlig foryngelse af lærk, mens grundarealet under sitkagran ikke bør være større end 30 m² /ha for at opnå naturlig foryngelse af sitkagran. En lystæthed i sitkagran på 12 m² /ha svarer til 25 m² /ha ly i lærk. Disse eksempler viser, at den lokale sammensætning af overetagen har stor betydning for det naturlige foryngelsespotentiale i blandede bevoksninger. Hvis de dele af skærmen, der domineres af sitkagran, holdes over 10 m² /ha, og de dele, der domineres af lærk, holdes over 20 m² /ha, vil der kun opstå og vokse meget lidt lærke naturforyngelse (det er forbundet med en vis usikkerhed, hvor tæt skærmtætheden i lærk er for at undgå naturlig foryngelse).

FS 10.2: Lærk udkonkurrerer sitkagran ved skærmgrundflader under 10 m² /ha. Brøns. Dansk hederegion.

Når den lokale skærm er under 10 m² /ha i et stormfalds-gap, der tidligere hovedsagelig var bevokset med sitkagran og som dermed har en god mosbundflora, som er blevet tilstrækkeligt forstyrret af skovningen, bliver lærk i stigende grad dominerende, og det kan medføre et behov for udrensning på grund af lærkens hurtige ungdomsvækst (FS 10.4a). Under forudsætning af en tæt bevoksning anbefaler

britiske undersøgelser under sammenlignelige forhold en afstand på 1,5 x bevoksningshøjden for sitkagran og 2 x bevoksningshøjden for lærk.

For at optimere bevoksningsstabiliteten koncentrerer konverteringshugsten i første omgang generelt på granerne, som også næsten altid har en lavere måldiameter. Hvis sitkagranen anses for at være ret stabil (Højde/diameter-forhold på under 90 og/eller et kroneforhold på mindst 50 %), og den nuværende lærk er af uegnet herkomst, bør det gøres omvendt. I mange situationer vil det meste af sitkagranen være blevet væltet og have efterladt lærken, og den giver allerede de naturlige huller til konvertering (før lærken når sin måldiameter). I disse situationer er det vigtigt at reagere hurtigt, når målet er at indføre nye arter.

Introduktion af nye arter

Det er vanskeligt at indføre nye arter i blandede sitkagran-lærk bevoksninger. I 0,2 ha store huller (ca. diameter 50 m, 2 gange bevoksningshøjden) i SHLF på ikke frostudsatte steder kræver introduktion af ædelgran typisk to gange udrensning af sitkagran - 7 år efter etablering og derefter endnu en gang senere (FS 10.3). Hvis der ikke foretages udrensning udkonkurreres ædelgran, (medmindre den plantes på mørke steder naturligvis). På baggrund af erfaringerne med rødgran kan ædelgran indføres under dele af bevoksningen, der domineres af sitkagran, med ca. 25 m² /ha, uden at der behøver at skulle foretages udrensning. Erfaringen er, at i SHLF er Trico© tilstrækkeligt til plantning af ædelgran på ikke frostudsatte steder eller under ikke for tætte bevoksninger, fordi væksten er hurtigere under disse forhold end under tæt skærm end selv for den skyggetolerante ædelgran.



FS 10.3: Indførelse af arter i relativt store gaps (venstre ædelgran og højre Douglasgran og bøg) , lige efter at den første udrensning er foretaget 7 år efter etableringen. Distrikt Langenberg. Slesvig-Holsten NV.

Andre arter, typisk bøg og douglasgran, har typisk kun brug for en enkelt udrensning i lignende hulstørrelser, også efter ca. 7 år (FS 10.3).

Hvis der også er foryngelse i bevoksningen, når konverteringen indledes, så se bevoksningstype 12 side 93 for oplysninger om, hvordan bøg kan indføres i allerede eksisterende sitkagran-lærkeforyngelser.

Forvaltning af foryngelse

Efterfølgende forvaltning af den tætte underetage som typisk vil fremkomme i forbindelse med naturforyngelse i denne bevoksningstype kræver udrensning. Sitkagran er godt nok en art, hvor plantede bevoksninger klarer sig relativt godt uden tynding, men erfaringen har vist, at dette ikke er tilfældet for naturlig foryngelse. Den kraftige foryngelse af sitkagran kombineret med den stærkt konkurrerende lærk betyder, at der i de mindre huller (<2 gange træernes højde) er behov for udrensning af sitkagran, mens der i de større huller er behov for udrensning af lærk i de områder, hvor der er sitkagran, for at undgå, at området med tiden forvandles til en monokultur med mest lærk (FS 10.4). Lærke krukke tages ud på samme tid. Erfaringerne har vist gode resultater ved at foretage disse udtyndinger 10 år efter etableringen (FS 10.4a).

På trods af begge arters konkurrenceevne viser erfaringen, at birk, hvis den er til stede, er et problem på store åbne arealer (altså typisk fra stormfald af sitka, FS 10.4b).



a)

b)



c)

FS 10.4: Situationer fra blandede bevoksninger af sitkagran og lærk. a) Lærken er en for stærk konkurrent på de åbne arealer for sitkagran og kræver udrensning. b) Store stormfalds huller i områder med en del birk kan give problemer. Billederne er efter tre gange selektiv udrensning af birk, 20 år efter at huller er blevet skabt. c) I mindre huller, $< 2 \times$ træhøjde, vil der ikke være nogen lærke naturforyngelse. Brøns (dansk hederegion) og Åsbæk (dansk nordlige region).

Anbefalinger

Sammenfattende kan man sige, at denne bevoksningstype er **let at omdanne til en blandet uensaldrende skov af sitkagran og lærk, men det er vanskeligere at indføre andre arter.**

Anbefalingerne afhænger af den specifikke situation:

Acceptabel proveniens af lærk: sitkagran fældes, når den når måldiameteren (typisk før lærken).

Afhængigt af blandingsandelen kan måldiameterhugsten af sitkagran forlænges for at sikre, at den korrekte grundflade bevares i bevoksningen med henblik på den ønskede artsfordeling i den næste generation (en del sitkagran kan bevares længere for at sikre en større andel sitkagran). **Når måldiameteren påbegyndes, bores op til 8 % af arealet under tæt læ (25-30 m² /ha, hvis det er domineret af sitkagran) plus alle lysere områder i bevoksningen.** Disse steder under den tætte bevoksning plantes med bøg, mens 4 % af bevoksningsarealet i mindre huller (mindre end 2 gange bevoksningshøjden) plantes med douglasgran. Trico® udføres årligt på bøgene. Der foretages en **udrensning i alle gaps efter ca. 10 år.** Det er **vanskeligt at anslå, hvor stor en del af det naturligt fornygede areal der skal bores huller på,** og de 30 % (som anvendt i model 3) vil blive anvendt her som et skøn.

Hvis lærken er af dårlig oprindelse og sitkagranen anses for at være relativt stabil, bør lærken fjernes før sitkagranen (ellers samme behandling). Der bør ikke foretages nogen boring af huller med henblik på naturlig foryngelse. Omfanget af indførelsen af arter vil afhænge af blandingsandelen af lærk.

Hvis begge arter anses for at være relativt stabile og produktive i forhold til andre arter, f.eks. på dårlige lokaliteter (især i den danske hederegion), indføres der ikke nye arter (model 3), Bilag 2). På de dele af området, hvor der ønskes lærkenaturforyngelse, foretages hulboring (antaget på 30 % af det samlede areal), mens der ikke foretages jordbearbejdning, hvor der ønskes sitkagran. Jordbearbejdning gøres naturligvis i frøår.

Baseret på konverteringsmodeller

Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ

Model 3: Naturforyngelse under ældre blandet nåletræ/løvtræ

11. Andre blandede gamle nåletræsplantager (>50 år)

Bevoksningen

De blandede bevoksninger, der er blevet behandlet individuelt i de tidligere bevoksningstyper, har været de individuelle blandinger, som vi har mest erfaring med. I dette kapitel vil der blive skitseret lidt mere generelle principper for, hvordan man konverterer blandinger, og der vil blive givet nogle eksempler med forskellige blandingstyper.

Incitamentet til at have udgifter for at indføre nye arter er naturligvis mindre, når der allerede findes en blanding af i det mindste nogle stabile arter i skærmen, og naturlig foryngelse er den vigtigste form for foryngelse. Målet er derfor primært at omdanne det samme artsmønster til en mere diverse struktur. Blandinger konverteres således hovedsagelig i en høj alder (typisk fra 1930-1960), således at den naturlige foryngelseskapacitet allerede er stor (selv om nogle arter allerede har et stort foryngelsespotentiale i en lavere alder, se Tabel 3.1), og et stort antal træer har nået den optimale diameter til hugst. I nogle tilfælde, især hvis det ikke er den mest stabile blanding eller hvis bevoksningen er yngre og endnu ikke har meget naturlig foryngelse, kan der indføres løvtræer i en begrænset del af området.

I dette første udkast til kataloget vil der blive præsenteret erfaringer med udvalgte typiske blandinger af en ret ustabil art, rødgran og sitkagran, sammen med nogle mere stabile arter. Rødgran forekommer især i blandinger med en række mere stabile arter som f.eks. skovfyr, ædelgran og grandis.

Målet for konvertering

Den næste generation etablerer sig under en langvarig skærm. Den gamle skov fældet gradvist (i løbet af en periode på 20-30 år) baseret på diameterhugst, men der efterlades frøkildetræer. Den næste generation vil bestå af en selvsået blandet nåletræsbevoksning, eventuelt med en lille procentdel løvtræer (hvis der indføres løvtræer). Hvor meget der indføres, afhænger stærkt af blandingstypen. I stabile blandinger vil der normalt ikke blive indført nogen arter. I ustabile blandinger (primært sitkagran og rødgran) kan det være relevant at indføre stabiliserende løvtræer på 5-8 % af arealet.

Erfaringer

Det er vanskeligt at opdele bevoksninger med blandede arter i forskellige konverteringstyper, da der er behov for mange kategorier for at foretage en korrekt vurdering. Naturlig foryngelseskapalet afhænger i høj grad af, om arten er pioner- eller klimaksart. For pionerarter (fyr og lærk) er det generelt nødvendigt med jordbearbejdning for at opnå naturlig foryngelse. For de andre arter er det mindre nødvendigt med jordbearbejdning for naturlig foryngelse, især for grandis og sitkagran.

Jordbearbejdning er derfor et vigtigt redskab til at styre konverteringen i blandinger mellem pionerarter og klimaksarter. Der er også en forskel imellem pioner- og klimaksarter ift. hvornår den frøsættende alder nås, men det har ingen praktisk betydning, da de blandede bevoksninger til konvertering typisk er ret gamle. Med hensyn til hvor ofte der er frøår, er der primært forskel på rødgran (sjældne frøår) og de andre arter, som har mere almindelige frøår (Tabel 3.1). Skyggetolerance inddeler arterne i tre hovedkategorier (Tabel 3.1). Foryngelsens konkurrenceevne er vanskelig at generalisere på grund af afhængigheden af skyggetolerance og det nøjagtige lysregime. Med hensyn til vildttolerance skiller ædelgran sig dog ud fra de andre arter som bides langt mere. Med hensyn til stabilitet er rødgran og sitkagran de mest modtagelige for stormfald, mens erfaringen har vist, at grandis og ædelgran også er modtagelige, hvis de bliver kraftigt udtyndet i en høj alder.

Så længe man har mindst én stabil art i skærmen, er succesraten for konvertering generelt set ret høj, da man bare kan lade skærmen stå tilstrækkeligt længe, indtil der opstår foryngelse. Denne blandingstype (med mindst én stabil art) er også praktisk talt den eneste blandingstype, som vi har erfaring med. Hvis skærmen kun består af pionertræer (hvilket sjældent er tilfældet i 4Forest regionen), er det nødvendigt med jordbearbejdning. Hvis skærmen delvis består af ædelgran, og ædelgran er en del af målet for den næste generation, vil det være nødvendigt at hegne i det mindste dele af området, bortset fra i meget af Slesvig-Holstein. Skærmtætheden, når konverteringen/foryngelsesfasen begynder, bør tilpasses til artens skyggetolerance (se Tabel 3.1). Britiske undersøgelser for nåletræer har vist, at lyskrævende arter generelt kræver en grundflade på højst 20 m² /ha for deres art for at der kommer naturlig foryngelse. Middelskyggetolerante arter kræver generelt højst 30 m² /ha, og skyggetolerante arter kræver højst 40 m² /ha. Tommelfingerreglen om, at en vis skærmtæthed i lyskrævende arter kun giver skygge svarende til halvdelen af denne skærmtæthed i middelskyggetolerante arter som rødgran og endnu mindre i skyggetolerante arter som ædelgran, er vigtig information. Denne regel er naturligvis vanskeligere at bruge i blandinger, og den eksakte skærmtæthed vil derfor komme på blandingstypen, hvor mere grupperet træerne står, jo nemmere er reglen at bruge i forvaltning.

I det følgende vil erfaringerne med konvertering af forskellige blandingstyper af rødgran og sitkagran blive præsenteret. Disse er valgt, da de er klassiske blandingstyper med en ustabil art og dækker størstedelen af blandingsbevoksningerne i Forfit-regionen, mens rødgran og sitkagran på trods af deres ligheder har nogen forskelle ift. specielt hyppigheden af frøår og frøsætningsintensitet.

Blandede bevoksninger af rødgran

Når rødgran blandes med ædelgran, vil den næste generation let blive en monokultur af rødgran. På mere lysåbne områder udkonkurrerer rødgran let den langsomt voksende ædelgran. Under skærm er ædelgran konkurrencedygtig, men den vokser langsommere og bliver kraftigt bidt. Den bedste løsning for naturlig foryngelse i blandede bevoksninger, hvor der er et ønske om fortsat ædelgran, er derfor at tillade en tæt foryngelse af rødgran, hvor ædelgran kan gemme sig i noget af den naturlige foryngelse af

gran. Beskyttelsen skal således være lys nok til, at rødgranforyngelsen kan komme frem og tæt nok til, at rødgran ikke kommer for meget foran ædelgran, indtil ædelgran har nået en størrelse, hvor den er mindre modtagelig for vildt. En passende tæthed synes at være 20-25 m² /ha (selvom dette afhænger af bevoksningshøjden, dette vil heller ikke øge risikoen for stormfald for meget. Der bør ikke med vilje skabes gaps af en vis størrelse. Senere skal der foretages udrensning i den naturlige foryngelse, før ædelgran udkonkurreres, når skærmen typisk gøres lysere ved hjælp af måldiameterhugst (eller stormfald) i skærmen. Der er ingen erfaring med, hvornår denne prækommercielle udtynding bør finde sted. Dette er en vanskelig balance. Medmindre området er indhegnet, eller der er en lav hjortebestand i området, vil der være en lav procentdel ædelgran i den næste generation (sandsynligvis vil den ikke dække mere end nogle få procent af arealet), FS 11.1).



FS 11.1: Forsøg på naturlig foryngelse af en blandet bevoksning af rødgran og ædelgran (i forgrunden er der også en lille plantning af eg). Andelen af ædelgran er meget lav i den næste generation. Plovmandshøj Plantage. Den danske nordlige region.

Blandinger af rødgran og grandis er noget anderledes, da disse ikke har brug for hegn. Hvis man blot holder en høj skærmtæthed, sandsynligvis højere end 20 m² /ha, justeres blandingsforholdet til fordel for grandis. Der er endnu ingen dokumenterede erfaringer med konvertering af blandinger af rødgran og douglasgran.

For blanding af rødgran med skovfyr, se bevoksningstype 9, side 78. Blandinger af rødgran og lærk kan behandles på samme måde som blandinger af sitkagran og lærk (side 84) med hensyn til anbefalinger vedrørende skærmtæthed og afhængigheden af lærkematerialets kvalitet, selv om bevoksningstypen er mere afhængig af jordbearbejdning, og foryngelsen er vanskeligere (i den henseende er denne bevoksningstype tættere på den blandede bevoksning af rødgran og skovfyr). Blandede bevoksninger af

rødgran, lærk og skovfyr er også ret almindelige og kan også behandles på samme måde som blandinger af sitkagran og lærk med hensyn til anbefalinger om skærmtæthed. Selv om begge arter er pionerarter, er lærk mere konkurrencedygtig end skovfyr i foryngelsen, men der findes endnu ingen specifikke anbefalinger med hensyn til forvaltning.

Blandingen af rødgran-sitkagran er den eneste almindeligt forekommende ustabile blanding. Her er det fornuftigt at indføre nogle arter i mindre omfang, f.eks. 5 %, primært i læ, da den kraftige foryngelse af sitkagran hurtigt udfylder hullerne i overetagen. Det er ikke dokumenteret, hvor meget der skal tyndes for at bevare rødgran i bevoksningen.

Blandet Douglasgran og sitkagran.

Sitkagran dominerer den naturlige foryngelse af douglasgran, selv på gunstige lokaliteter for douglasgran med lave vildtbestande, i det mindste hvis bevoksningens grundfladeareal er større end 20 m² /ha (selv om erfaringerne viser forskellige resultater i forhold hertil). Medmindre der gives særlig opmærksomhed, vil den næste generation normalt blive en ret ensformig sitkagranbevoksning. Nøglen til at undgå dette er at holde bevoksningens tæthed høj (>35 m² /ha for at undgå itkagranforyngelse), inden bevoksningen forynges, og derefter bør der skabes særlige gaps til douglasgranforyngelsen (gaps på mindst 30 m i diameter).

Anbefalinger

Konverteringen **påbegyndes, når bevoksningen når måldiamteren**. *I en blanding, der kun består af pionerarter/rødgran*, foretages der **jordbearbejdning (hulboring)** på en i alt ret stor del af arealet. Det nøjagtige del af areal er endnu ukendt, men et tidligt gæt er, at der bør foretages jordbearbejdning på 30 % af arealet (svarende til den oprindelige model 3 i Forfit-projektet). Jordbearbejdningen bør **finde sted i frår**. *For andre kombinationer af artsblandinger foretages der kun jordbearbejdning, hvis græs begynder at dække jorden*. Hvor stort et areal der foretages jordbearbejdning på afhænger således af **blandingstypen**. Medmindre ædelgran er en del af bevoksningen, **hegnes den ikke**.

I ustabile blandinger (primært rødgran og sitkagran) er det relevant at **indføre 5-8 % løvtræer**.

Baseret på konverteringsmodeller

Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ

Model 3: Naturforyngelse under ældre blandet nåletræ/løvtræ

12. Bevoksninger med kraftig nåletræforyngelse

Bevoksningen

I nogle områder har den kraftige foryngelse ført til monokulturer af sitkagran, rødgran, lærk eller fyrrearter eller blandinger af ikke stabile arter. I sådanne bevoksninger er det ønskeligt at indføre nogle stabiliserende langlivede arter. Hvis artsfordelingen ikke reguleres, vil den samme ikke stabile

bevoksningstype være til stede i næste generation, og konverteringen til naturnær skovdrift må vente en generation.

Målet for konvertering

At fjerne en del af naturforyngelse (i undtagelsestilfælde af en plantning) for at give plads til de ønskede arter og få omdannelsen til CNF i gang nu. Målet er at få frøtræer af alle de ønskede arter i den næste generation. På grund af omkostningerne ved at fjerne den eksisterende foryngelse er det areal, som den nye art indføres på lille, typisk 10 % af arealet. Afhængig af overetagens stabilitet og forvaltning, og stedets mikroklima, kan overetagen overføres til den næste generation, eller det kan høstes i foryngelsesfasen.

Erfaringer

Erfaringerne er indtil videre meget begrænsede. Skovforvaltere har generelt været tilfredse med en frodig naturlig foryngelse, der er etableret uden omkostninger, eller de indførte arter er blevet etableret samtidig med den naturlige foryngelse. Der er visse erfaringer med at introducere bøg i tæt naturlig foryngelse af monokultur af sitkagran eller sitkagran blandet med lærk (FS 12.1).



FS 12.1: Blandet naturlig foryngelse af lærk og sitkagran, hvor der for tre år siden blev foretaget den første udrensning med en buskrydder. 13 år gammel. Åsbæk. Dansk nordlig region.



Når bøgen introduceres ret sent i blandinger af sitkagran og lærk, f.eks. i en alder af 10 år, bliver bøgen en underetage for især lærken (FS 12.2). Bøgen burde her helst have været indført tidligere. Overlevelsen hos bøgen er nu 1/3, idet den i nogle områder har nået 5 m højde, men generelt omkring 3 m. Vækstforholdet mellem lærk og bøg kan styres af den hastighed, hvormed overetage træerne udtages (skærmen var meget lys på FS 12.2). Bøgens stammeform er bemærkelsesværdigt god, sandsynligvis på grund af de adskillige udrensninger, kombineret med lærkens lyse krone.

FS 12.2: Bøg introduceret i blandet naturforyngelse af sitkagran og lærk ved at plante 2000/ha uden jordbearbejdning 10 år efter etableringen af naturforyngelsen (som nu er 23 år). Der er i alt foretaget 3 prækommercielle udtyndinger. Åsbæk. Den danske nordlige region.

I rene sitkagranforyngelser er bøg blevet indført ved at åbne granen med en buskrydder (sætte på afstand på 1x1 m), når den naturlige foryngelse var 5-8 år gammel (1 m høj), og derefter er der plantet bøg (2500 planter/ha) efter hulboring. Næsten al den resterende sitkagran blev derefter fjernet 13 år efter plantningen af bøg (FS 12.3). Bøgens overlevelse 16 år efter plantningen var 98 %, og højden var 5 m (i en anden nærliggende bevoksning, der er opstået på samme måde, men med få overstandere tilbage, dårligere jordbund og bedre mikroklima, var overlevelsen 64 % i en alder af 17 år, og højden var 9 m). Den høje succes skyldes sandsynligvis, at den naturlige foryngelse af sitka har fungeret som et ammetræ for bøgen. Dette er værdifuldt på steder, hvor sen frost er en vigtig faktor, eller hvor der ikke er nogen læ for vinden. Det ville også yde beskyttelse mod store vildtbestande, men i dette tilfælde var

bidtrykket meget lavt efter stormen i 1999, hvilket betyder, at en reduktion i bidtrykket sandsynligvis ikke var en vigtig faktor for den gode udvikling.



Det viste eksempel kan således betragtes som en mulighed for at indføre bøg under omstændigheder, hvor der ikke rigtig er et skovklima. Det er dog en dyr erstatning af en på nuværende tidspunkt sund bevoksning.

Et alternativ kunne have været at bringe bøgen ind allerede i knæhøjde (billigere), men dødeligheden som følge af frostskafer ville sandsynligvis have været større.

FS 12.3: Resultat 16 år efter plantning af bøg i tæt naturforyngelse af sitkagran. Alle overstandere blev fjernet i en storm for 21 år siden. De fleste sitkagraner blev fjernet for tre år siden, nogle få er blevet bevaret. Den resulterende bølgebevoksning er generelt meget vellykket i betragtning af, at området er frostudsat, at der næsten ingen overstandere var og at der manglede læ mod S og V. I nogle dele af bevoksningen var plantningen mindre vellykket på grund af en kombination af bregner og frost. Lindet Skov. Meget rig jordbund for den danske hederegion.

Anbefalinger

Da erfaringerne med denne model indtil videre er begrænsede, og de få erfaringer repræsenterer dyre løsninger, vil der blive henvist til de aktiviteter, der er beskrevet i 4FOREST-applikationen (Bilag 2, model 4, side 123), dog med små ændringer:

Reguleringen af artens udbredelse sker ved at indføre den nye art i den naturlige foryngelse i f.eks. 1 meters højde. Enten plantes der direkte i den naturlige foryngelse med en spade (typisk på et mindre

areal), eller også plantes der i områder på 0,25-0,5 ha, der tilsammen dækker 10 % af bevoksningen, hvor den nuværende ikke ønskede foryngelse knuses, og de langlivede nåletræer eller løvtræarter indføres. Ud over fjernelse af de uønskede arter, fungerer knusningen også som en form for jordbearbejdning hvilket giver en bedre plantning. Plantegrupperne kan plantes. Hvis planterne plantes direkte med en spade i den naturlige foryngelse, som kun fjernes på plantningsstedet, kan den omgivende foryngelse fungere som en barriere mod hjortevildtskader.

Baseret på konverteringsmodeller

Model 4: Knusning af grupper i selvfor yngelse uden stabiliserende arter

13. Bjergfyr

Bevoksningen

Bjergfyrbevoksninger er lavproduktive og ikke langlevende og bør derfor på mange lokaliteter konverteres til bedre producerende arter med længere levetid og med et godt selvfor yngelsespotentiale. Bjergfyrområder er stadig almindelige i fattige og/eller vindudsatte dele af det danske klitregion, f.eks. i Thy (FS 13.1), mens de nu er blevet meget sjældne inde i landet i hederegionen.



FS 13.1: Typisk udgangssituation for konvertering af den almindelige bjergfyr, 5-6 m høj bevoksning. Thy. Dansk klitregion. Foto: Per Kynde.

Målet for konvertering

Det langsigtede mål er at konvertere til en stabil bevoksning af flere arter og arter med længere levetid og god selvfor yngelses kapacitet. Det egentlige to-etagerede eller gruppesystem med langlevende arter vil dog fremkomme i den efterfølgende generation (2nd generation efter bjergfyr), da den gamle bjergfyr

normalt kun menes at holde ca. 15 år efter at konverteringen er påbegyndt. På samme måde mangler løvtræer og bør på et tidspunkt indføres, men ofte ikke i første generation (på grund af den typisk dårlige kvalitet af arealerne). Den første generation, der etableres, vil derfor typisk være 1-etageret og mere eller mindre ensaldrende. Målet er at ændre artsfordelingen væsentligt ved at plante nye arter på mere end 50 % af arealet.

Erfaringer

Konvertering af bjergfyrbevoksninger påbegyndes ofte, når bevoksningen er ca. 5-6 m høj (for den almindelige bjergfyr, ikke den enstammede franske variant). Erfaringerne har vist, at man ved en sådan konvertering kan benytte sig af en kulisseforyngelse. Denne metode har været anvendt siden flis-markedets opståen. De resterende dele af bjergfyren giver de indførte arter læ for vinden. På grund af bevoksningens lave højde er stormfald ikke et problem, og det kunne også være muligt at lave en skærmstilling med intensiv underplantning (ofte anvendt til konvertering af bjergfyr i tidligere tider på frostsudsatte tidligere hedearealer samt i klitområdet). Underplantning er dog mindre relevant i klitområdet på grund af den mindre risiko for frost, og tætte resterende striber giver et effektivt vinddække for foryngelsen.

Der er begrænset erfaring med konvertering af bjergfyr i klitområdet direkte til løvtræer eller langtidsholdbare stabile nåletræer. Følgende luftfotografier (FS 13.2-FS 13.6) illustrerer den veldokumenterede teknik, der er blevet anvendt til at lave en form for kulisse foryngelse i en bjergfyrbevoksning med henblik på konvertering til sitkagran.

Oprindeligt blev ca. 50 % af bevoksningen fældet i 1994 (FS 13.2). Hver fjernet areal og tilbageværende kulisse var ca. 12 m. Ved det efterfølgende indgreb i 2002 blev hver anden af de tilbageværende kullisser taget ud (FS 13.3). Endelig blev alle de resterende bjergfyrkullisser fjernet ved det tredje indgreb i 2008 (FS 13.4). Hver gang et område/en kulisse blev fjernet, er der efterfølgende blevet plantet sitkagran (plantetæthed ca. 3 000 træer/ha), bortset fra at der ikke blev plantet efter fjernelsen af de sidste bjergfyr i 2008. Bevoksningen illustrerede også, at bjergfyrkullisser bør kunne stå i 14 år efter konvertering indledes.

FS 13.5 og FS 13.6 viser det endelige resultat af konverteringen 26 år efter, at konverteringen til sitkagran blev påbegyndt. Et problem er, at de ubeplantede områder i 2020 ikke blev naturligt forynget med nye arter (på grund af manglen på nærliggende træer med naturlig foryngelse, selv om der sandsynligvis kunne have været naturlig foryngelse fra de synlige skovfyr i baggrunden, hvis der var blevet foretaget jordbearbejdning), hvilket resulterede i produktionstab og måske et mindre optimalt skovklima. I betragtning af, at læ gives for en afstand af 5 gange højden af det læ-givende objekt, virker det meningsfuldt, at det sidste ubevoksede område var blevet genplantet, da de ældste sitkagraner var 2-3 m høje, hvilket de må have været i 2008. Det skal bemærkes, at ifølge det system, der er illustreret på luftfotos, vil de sidst plantede områder stå ved siden af de tidligst plantede og mest lægivende ældre sitkagraner. I 2021 var sitkagranen fra 1994 ca. 11 m høj, mens sitkagranen fra 2002 var ca. 6 m høj.



0 12,5 25 50 75 100 Meters

FS 13.2: Luftfoto fra 1995 af konvertering af bjergfyr 1 år efter 50 % fjernelse af bevoksningen. Tvorup Klitplantage. Dansk klitregion. Foto: COWI (1995).

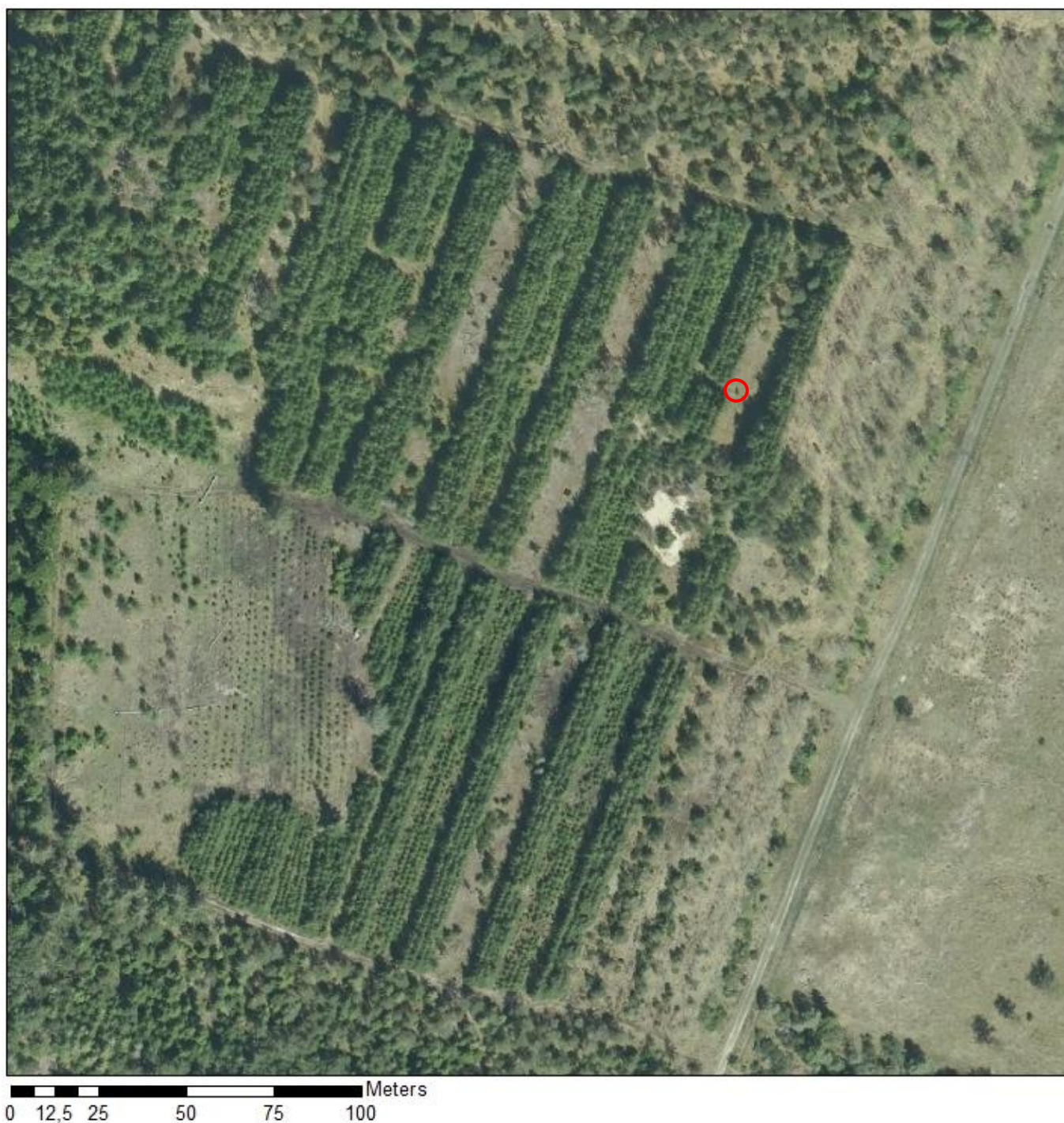


0 12,5 25 50 75 100 Meters

FS 13.3: Luftfoto fra 2002, efter at hver 2. resterende bjergfyrkulisse var blevet fjernet. Sitkagranbeplantningen fra 1995 er nu synlig. Tvorup Klitplantage. Foto: COWI (2002).



FS 13.4: Luftfoto fra 2010, 2 år efter, at de resterende bjergfyr blev fjernet (hvorefter der ikke blev plantet sitkagran). De tilbageværende elementer er sitkagran, der blev plantet i 1994 og 2002. Tvorup Klitplantage. Foto: COWI (2010).



FS 13.5: Luftfoto fra 2020, der viser de endelige resultater fra konverteringen af bjergfyr. Ca. ¾ af bevoksningen er i alt blevet forynget, og sitkagranforyngelsen er blevet godt etableret. Det ses, at der kun er meget lidt naturlig foryngelse på den sidste ubeplantede del, som stadig er ubevokset i 2020. Den røde ring markerer placeringen af FS 13.6 fotos. Tvorup Klitplantage. Foto: COWI (2020).



FS 13.6: Endeligt resultat af konverteringen af bjergfyr i 2021 fra jordperspektiv, taget på den position, der er angivet med den røde ring på FS 13.5. Det venstre foto er taget mod NNE. Højre billede er taget vinkelret på vinklen på venstre billede fra den person, der er på billedet, i retning af WNW. Striben bag personen på det højre billede er en ung stribesitkagran, der blev plantet i 2002. Den forreste stribesitkagran, der er synlig på både venstre og højre foto og med en ubeplantet plet, som det højre foto er taget gennem, er 27 år gammel fra 1994. Det nøgne område er der, hvor en af de sidste bjergfyrkulisser stod, inden den blev fjernet i 2008 for 13 år siden (og som ikke blev plantet efterfølgende i dette tilfælde). Tvorup Klitplantage.

Anbefalinger

Den rapporterede eksempel gav en generelt gunstig konvertering til den meget mere produktive sitkagran og **anbefales**, og den **svarer nogenlunde til model 7** i 4Forest (se Bilag 2, side 125). Den eneste kommentar er, at det på grund af den dårlige jordbund og det dårlige mikroklima og manglen på selvsåede stabile træer på de fleste lokaliteter, hvor denne konvertering er relevant, typisk er nødvendigt at plante også efter, at de sidste bjergfyrstrimler er blevet fjernet. Det betyder, at **100 % af arealet skal beplantes med de nye arter**. Desuden ville det være interessant at undersøge, om bjergfyrenes skærm kan bevares i kortere tid, hvilket vil reducere forsinkelsen af plantningen af den nye højtydende træart (afhænger af stedet).

Baseret på konverteringsmodeller

Model 7: Kulisseforyngelser eller skærm i OMO og FBF i f.eks. klitplantager.

14. Udvoksede bevoksninger af nobilis og nordmannsgran

Bevoksningen

I betragtning af den store produktion af juletræer og grønt i Danmark og de begrænsede trædimensioner, hvor en sådan produktion er relevant, er det en vigtig konverteringsbevoksning at omdanne sådanne udvoksede bevoksninger af Nordmannsgran og ædelgran til stabil produktiv skov. Konvertering er relevant i alle vækstområder i Danmark, og den optimale metode afhænger af lokaliteten og dimensionen. Træerne vil være for høje eller kvaliteten for dårlig til det oprindelige produktionsformål, og både nobilis og nordmannsgran er lavtproducerende, når det gælder træ af høj kvalitet. Bevoksningerne er ofte startet med et højt stammeantal, men den senere tæthed afhænger af supplerende beplantning, hvis der er produceret juletræer, og afstanden kan være stor. Hvis der er foretaget pyntegrøntproduktion, har træerne små kroner. Steder med juletræer/pyntegrønt er typisk blevet gødet, så vækstbetingelserne er bedre, end det ville være naturligt på stedet.

Konvertering af denne bevoksningstype vil være relevant for en lang række højder, da der er mange bevoksninger af ædelgran/nordmannsgran, som er fortsat med at vokse i mange år efter, at det oprindelige formål er ophørt, og før der er blevet iværksat konvertering eller andre foranstaltninger. Den typiske højde i bevoksninger, der skal omdannes, er sandsynligvis 10-15 m.

Målet med konvertering

De gamle bevoksninger kan bruges som skærm for en ny generation af arter, der producerer bedre og er mere langt-levende og selvforrygende. Målet er typisk mere eller mindre en helt ny artsfordeling, der etableres i ly af den gamle bevoksning, og at bevare et stort antal individer fra den gamle bevoksning for at opretholde et lukket dække og ly for den nye generation. Hvor meget af den gamle bevoksning, der fjernes, afhænger af den anvendte omdannelsesmetode. I nogle tilfælde er nobilis udmærket til naturforryngelse, især på sandjord, og denne art kan bruges som supplement til de plantede træer. Da både nobilis og nordmannsgran giver meget skygge, vil målet ofte være at indføre skyggetolerante træer i den næste generation.

Erfaringer

Konvertering af unge bevoksninger

Det er vanskeligt at konvertere bevoksninger med højder langt under 10 m. Det er ofte vanskeligt at kombinere juletræsproduktion/pyntegrøntproduktion med underplantning og indførelse af en ny art. De aktiviteter, der er nødvendige for at opretholde juletræsproduktionen, ender ofte med at skade de nyindførte arter. Det er også nødvendigt at have en ret tæt bevoksning til juletræsproduktion/grøntproduktion sammenlignet med det optimale for underplantning, hvilket er en typisk årsag til, at konvertering af unge nordmannsgranbevoksninger mislykkes (FS 14.1).



FS 14.1: 10 år efter at have underplantet en ung bevoksning af Nordmannsgran efter hulboring med grupper af bøg (2x2 m) på 40 % af arealet. Nu er de fleste bøge døde og dækker kun ca. 2 % af arealet. Mange bøge er stærkt bidt, da det lokale vildttryk er højt, og området ikke er heget. Nordmannsgranbevoksningen er 5-20 år gammel, da den er blevet suppleringsplantet flere gange, men den var generelt ca. 4 m høj, da den blev underplantet. Nordmannsgran er blevet tyndet én gang (for 3 år siden) siden etableringen af bøg, hvor 50 % af stammerne blev fjernet. Nu er højden på Nordmannsgran = 6 m, grundflade = 12-20 m²/ha. Tved Plantage, dansk klitregion (men gode vækstbetingelser (moræne med tyndt sandlag, gødet).

På FS 14.1 har udtyndingen hverken været kraftig eller hyppig nok, og træerne burde have været langt mere spredt, inden underplantningen blev foretaget (selv om det ville have kollideret med pyntegrøntproduktionen). Bevoksningen burde i dette særlige tilfælde have været heget. En mulighed kunne være at tynde kraftigere nu, selv om stammeformen ikke er god.

Man opnår et bedre resultat ved at indføre den nye art, når både juletræsproduktionen og den eventuelle senere produktion af pyntegrønt er afsluttet. Dette, sammen med den generelt stærkere frøsætning af nobilis, især på sandjord, er grunden til, at bevoksninger af nobilis typisk konverteres i en senere alder end Nordmannsgran.

Konvertering af ældre bevoksninger

Ved konvertering af ældre bevoksninger er der kun erfaring med underplantning under et ganske lille interval i skærmtæthed i en 50-årig Nordmannsgranbevoksning, ca. 20 m høj og voksende på god morænejord med lavt vildtryk. Her blev 2000 bøge plantet uden hegn efter hulboring.

Ved et grundfladeareal på mellem 26-31 m² /ha voksede den plantede bøg til en højde på 1,1 m på 6 år. Der var ingen naturlig foryngelse, hvilket viser, at den naturlige foryngelsesevne af Nordmannsgran ved denne skærmtæthed er ret begrænset. Bøgens overlevelse har været på ca. 30 %, sandsynligvis på grund af vildtbid, og bøgen dækker nu ca. 6 % af arealet. Ideelt set kunne skærmen have været lysere, sandsynligvis omkring 20 m² /ha, hvilket ville have resulteret i en hurtigere vækst af bøgen og lavere dødelighed (se også FS 3.4). Men det ville naturligvis have øget risikoen for stormfald og resulteret i et betydeligt produktionstab.

Konvertering af nobilis og nordmannsgran i klitområdet.

Nobilis og Nordmannsgran er også blevet anvendt i jagten på egnede arter i skovbruget i den blæsende klitregion. I lighed med konvertering af Omorikagran og bjergfyr under disse forhold er der hovedsageligt blevet anvendt et kulisse system, da nobilis og nordmannsgran typisk er mere vindstabile end f.eks. rødgran, og det er vigtigt at give læ til underetagen. Teknikken er nogenlunde den samme som i Omorikagran, selv om den højere produktion af nobilis og nordmannsgran betyder mindre villighed til at ofre overetagen, og vindstabiliteten anses for at være lidt mindre end i Omorikagran.

I lighed med Omorikagran skal der være ca. 10 m mellem rækkerne/kulisserne, når bevoksningen er 10 m høj (almindelig starttidspunkt i kliregionen). Det betyder typisk, at der skal fældes 3 ud af 5 rækker (FS 14.2-FS 14.3). De foreliggende erfaringer tyder på, at dette system er vindstabilt. Mange distrikter har set stormfald i nobilis i generel forvaltning, men det ser ud til at dette system indledt i relativt lav højde, synes stabilt.

Resultatet 6 år efter konverteringen ses på FS 14.4, som viser to nærliggende lignende omdannelser af striber i den østlige del af en klitplantage med et ret højt vildtttryk (FS 14.4a er den samme bevoksning som vist på FS 14.2-FS 14.3). Jordbearbejdningen er foretaget med en loftpløjning efterfulgt af plantning af bøg med en tæthed på 1,7 x 1,7 m. I den bevoksning, der er vist på FS 14.4a er der også plantet ædelgran med samme tæthed og med en ammetræbestand af rødæl (1 rødæl for hver 2 ædelgran). Ædelgran er erfaringsmæssigt vanskelig at etablere i stribe/kulissesystemer i klitområdet uden ammetræ.

På FS 14.4a er strimlerne orienteret svagt SV-NV. Bøgen er ca. 1 m høj inden for hegnet, men kun ca. knæhøjde uden for hegnet. Arealet dækket af bøg var 6 % uden for hegnet og 15 % inden for hegnet. Ædelgran blev kun plantet inden for hegnet, men de fleste var stadig kun knæhøje og dækkede 15 % af arealet. Der blev også plantet en del ær uden for hegnet, men de døde alle.

FS 14.4b viser konvertering mod bøg, men med en langt mere gunstig udvikling - mindst lige så god som inden for hegnet på FS 14.2a. Forskellen synes at være, at der er bedre læ i bevoksningen på FS 14.4b end på a. Et bedre resultat på FS 14.4a kunne måske have været opnået med en anden orientering af striberne/kulisserne, f.eks. NV-SØ.

Der var ikke meget naturlig foryngelse af nobilis. Den dækkede kun 6 % af arealet i den mest vellykkede af konverteringerne (tilsvarende inden for og uden for hegnet) og kun 1 % i den mindst vellykkede bevoksning (denne bevoksning blev ikke beskrevet i dette kapitel, fordi jorden er meget dårlig). Men omvendt må man jo så også tilføje at disse bevoksninger stadig var relativt unge (40-43 år ved konverteringens start).

Ud over de direkte erfaringer med Nordmannsgran og nobilis kan erfaringerne fra konvertering af omorikagran ved hjælp af kulissesystemet være gyldige (se side **Error! Bookmark not defined.**-33). Erfaringerne med Omorikagran er dog på nuværende tidspunkt kun for konvertering til eg. Da nordmannsgran og ædelgran er mere skyggegivende end omorikagran og typisk er plantet på bedre steder, hvor bøg kan vokse tilfredsstillende, er der ingen grund til generelt at anbefale konvertering til eg.



FS 14.2: Ortofoto af nobilisbevoksningen før konvertering. Hvidbjerg Klitplantage. COWI (2012).



FS 14.3: Ortofotos af bevoksningen efter konverteringshugsten som skabte kulisserne. Hvidbjerg Klitplantage. COWI (2016).



a)



b)

FS 14.4: Resultat 6 år efter konvertering af nu ca. 50 år gammel nobilis og nordmannsgran til bøg. a) I en mere vindudsat position (bevoksning fra FS 14.2-FS 14.3). Forgrunden er ikke heget, baggrunden er heget. b) En mere beskyttet placering som ikke er heget. Plantetæthed på 1,7x 1,7 m på de behandlede arealer (3460 planter/behandlet ha). 80 % af arealet er plantet til. Hvidbjerg Klitplantage. Thy.



FS 14.5: Konvertering mod ædelgran under hegn (samme bevoksning som FS 14.4). Hvidbjerg Klitplantage.

Anbefalinger

Det anbefales, at man ikke begynder konverteringen for tidligt. *For unge bevoksninger* bør konverteringen udskydes til mindst 10 meters højde (eller når pyntegrøntproduktionen er afsluttet).

For ca. 10 m høje bevoksninger er der på nuværende tidspunkt kun **få systematiske erfaringer** med anvendelse af skærm og underplantning, og det er for tidligt at give anbefalinger om konvertering af sådanne bevoksninger. Reduktionen af grundfladen vil sandsynligvis skulle være meget markant – grandis, ædelgran eller bøg vil være at foretrække til underplantning.

For endnu ældre bevoksninger er **erfaringerne begrænsede**. Under gode vækstbetingelser og lave hjortebestande kan ca. 20 m høje bevoksninger omdannes til bøg i henhold til de nævnte erfaringer. Da hjortebestanden generelt er steget, siden dataene blev indsamlet, kan det imidlertid være nødvendigt at reducere beskyttelsestætheden yderligere, sandsynligvis til ca. 20 m² /ha, for at give mulighed for en hurtigere højdevækst af underplantningen. Grandis, som er lige så skyggetolerant som bøg, kunne også indføres på en del af arealet, så der ikke kun er bøg i næste generation (der kunne anvendes samme plantetæthed). Der indsamles omfattende oplysninger om konvertering af denne bevoksningstype under 4Forest, og resultaterne for forskellige lokaliteter og bevoksningsforhold vil foreligge. Den rapporterede konvertering med en plantetæthed på 2000 pr. ha kan være fin for nogle lokaliteter (der foreligger kun resultater fra en god lokalitet), men indtil videre kan anbefalingerne på 2500 planter/ha fra model 6 i model 7 i Bilag 2, side 125, fastholdes.

*Hvad angår konvertering af 10 m høje bevoksninger, specielt i klitområdet, viser de samlede erfaringer, at det rapporterede **kulisse system er stabilt og velegnet til indførelse af både ædelgran (med ammetræ) og bøg. Orienteringen af striben synes vigtig** for at skabe optimale betingelser for underplantningen og bør **helst være NV-SØ**. På de fleste steder bør ædelgran udskiftes med grandis (med mindre vækstbetingelserne er meget fattige). Da vi har begrænset erfaring med den langsigtede udvikling af blandede bøge-grandisbevoksninger, er det sandsynligvis mindre risikabelt at indføre gran og bøg i artsspecifikke grupper. Ellers kan erfaringer anbefales (stærkt i tråd med model 7 i Bilag 2).*

Baseret på konverteringsmodeller

Model 6: Konvertering af udlevede pyntegrøntbevoksninger

Model 7: Kulisseforyngelser eller skærm i OMO og FBF i f.eks. klitplantager.

Referencer

AÖR (2010): Betriebsanweisung Biologische Produktion (BA-Waldbau). Schleswig-Holsteinischen Landesforsten (AÖR).

Bednár, P. (2016): Secondary monocultures of Norway Spruce (*Picea abies* L.): Transformation and conversion processes and the subsequent changes within the forest stand. Mendel University in Brno: Brno, Czech Republic, 293.

Bergstedt, A. (2016): Skovdyrkning i Praxis. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning. Københavns Universitet.

Booth, T. C. 1984: Natural regeneration in the native pinewoods of Scotland. *Scottish Forestry*, 38, 33-42.

Brunner, A., Sørensen, I. B., Skovsgaard, J.P. (2005): Skærmstilling og underplantning af rødgran i Gludsted Plantage. Arbejdsrapport nr. 13-2005. Skov & Landskab. Hørsholm.

Bruun, O.B. (2021): En analyse af konverteringsmetoder - fra monokultur til naturnær skovdrift. Bacheloropgave. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning.

COWI (1995): Ortofoto_Land1995_Sommer_80cm_DDO-COWI/Hexagon_2021.

COWI (2002): Ortofoto_Land2002_Sommer_40cm_DDO-COWI/Hexagon_2021.

COWI (2006): Ortofoto_Land2006_Sommer_25cm_DDO-COWI/Hexagon_2021.

COWI (2010): Ortofoto_Land2010_Sommer_12.5cm_DDO-COWI/Hexagon_2021.

COWI (2012): Ortofoto_Land2010_Sommer_12.5cm_DDO-COWI/Hexagon_2021.

COWI (2014): Ortofoto_Land2014_Sommer_12cm_DDO-COWI/Hexagon_2021.

COWI (2016): Ortofoto_Land2014_Sommer_12cm_DDO-COWI/Hexagon_2021.

COWI (2020): Ortofoto_Land2020_Sommer_12.5cm_DDO-COWI/Hexagon_2021.

Dansk Skovforening (1943): Forstlig Lommehaandbog.

Emborg & Hahn (2005): Naturskoven som inspiration for skovdyrkningen. I: Larsen, J.B. (2005): Naturnær skovdrift. Dansk Skovforening. København.

EU (2018): Official Journal of the European Union L 39/11 COMMISSION IMPLEMENTING DECISION (EU) 2018/210 of 12 February 2018 on the adoption of the LIFE multiannual work programme for 2018-2020. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018D0210&rid=6>

Forstlig Lommehaandbog (1943): Forstlig lommehaandbog. Dansk Skovforening.

Gauer, J., Kroiher, F. (2011): Gauer Waldökologische Naturräume Deutschlands– Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke – Digitale Topographische Grundlagen – Neubearbeitung Stand 2011. Sonderheft 359. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig.

Gerry Lawson, Christian Dupraz, Jeroen Watté, Chapter 9 - Can Silvoarable Systems Maintain Yield, Resilience, and Diversity in the Face of Changing Environments? In Lemaire, G., Cavalho, C. D. F., Kronberg, S., Recous, S. (2019): *Agroecosystem Diversity*. Academic Press. Pages 145-168.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811050-8.00009-1>.

Granat, H. (2005): *Dyrkningsbetingelser og lokalitetskortlægning*. I: Larsen, J.B. (2005): *Naturnær skovdrift*. Dansk Skovforening. København.

Hale, S. (2004): *Managing light to enable natural regeneration in British conifer forests*. Forestry Commission.

Henriksen, H.A. (1988): *Skoven og dens dyrkning*. Dansk Skovforening. Arnold Busck.

Heuer, E. (1996): Establishment of mixed stands of broadleaves and conifers beneath the shelter of old Scots pine stands. *AFZ/Der Wald, Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge*, 51, 1-29.

Huang, W., Fonti, P., Larsen, J. B., Ræbild, A., Callesen, I., Pedersen, N. B., & Hansen, J. K. (2017). Projecting tree-growth responses into future climate: a study case from a Danish-wide common garden. *Agricultural and Forest Meteorology*, 247, 240-251.

Larsen, J.B. (2005): *Naturnær skovdrift*. Dansk Skovforening. København.

Larsen, J.B. (2005): *Naturnær skovdrift – hvorfor og hvordan?* I: Larsen, J.B. (2005): *Naturnær skovdrift*. Dansk Skovforening. København.

Larsen, J.B., Jensen, M., Pedersen, C. F., Dahl, A. B. (2005): *Konvertering – veje til naturnær skovdrift*. I: Larsen, J.B. (2005): *Naturnær skovdrift*. Dansk Skovforening. København.

Larsen, J. B., Angelstam, P., Bauhus, J., Carvalho, J. F., Diaci, J., Dobrowolska, D., ... & Schuck, A. (2022). Closer-to-Nature Forest Management. *From Science to policy*, 12.

Larsen, J.B., Angelstam, P., Bauhus, J., Carvalho, J.F., Diaci, J., Dobrowolska, D., Gazda, A., Gustafsson, L., Krumm, F., Knoke, T., Konczal, A., Kuuluvainen, T., Mason, B., Motta, R., Pötzelsberger, E., Rigling, A., Schuck, A., (2022): *Closer-to-Nature Forest Management. From Science to Policy 12*. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs12>.

Madsen, P., Hahn, K. (2005): *Foryngelse I naturnær skovdrift*. I: Larsen, J.B. (2005): *Naturnær skovdrift*. Dansk Skovforening. København.

Malcolm, D. C., Mason, W. L., & Clarke, G. C. (2001). The transformation of conifer forests in Britain—regeneration, gap size and silvicultural systems. *Forest Ecology and Management*, 151(1-3), 7-23.

Mason, W. L., Edwards, C., & Hale, S. E. (2004): Survival and early seedling growth of conifers with different shade tolerance in a Sitka spruce spacing trial and relationship to understorey light climate. *Silva Fennica*, 38(4), 357-370.

Matthew, J. D. (1989): *Silvicultural systems*. Oxford University press. Oxford.

Naturstyrelsen Midtjylland (2018): *Skærmstillinger i Feldborg plantagerne*.

Neckelmann, J. (1995). To foryngelsesforsøg i rødgran på midtjysk hedeflade. Forskningscentret for Skov & Landskab.

Reventlow, D.O.J. (2020): Transitioning to near-natural forest management –effects on stand structure and wood production. PhD afhandling. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning.

Reventlow, D. O. J., Nord-Larsen, T., Sørensen, H., Skovsgaard, J. P. (2022): Effects of Norway spruce shelter density and soil scarification on the mortality and height growth of underplanted European beech, European silver fir and Douglas fir. Under review in *Forestry: An International Journal of Forest Research*.

Reventlow, D. O. J., Nord-Larsen, T., Biber, P., Hilmers, T., & Pretzsch, H. (2021). Simulating conversion of even-aged Norway spruce into uneven-aged mixed forest: effects of different scenarios on production, economy and heterogeneity. *European Journal of Forest Research*, 140(4), 1005-1027.

Schütz, J. P. (2001). Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest ecology and management*, 151(1-3), 87-94.

Slodick, M., Novak, J. (2006): Silvicultural measures to increase the mechanical stability of pure secondary Norway spruce stands before conversion. *Forest Ecology and Management*, 224(3), 252-257.

Steven, H. M., Carlisle, A.C. (1959): The native pinewoods of Scotland. Oliver and Boyd, Edinburgh.

Thurm, E. A., & Pretzsch, H. (2016). Improved productivity and modified tree morphology of mixed versus pure stands of European beech (*Fagus sylvatica*) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) with increasing precipitation and age. *Annals of Forest Science*, 73(4), 1047-1061.

Turner, G. (1959): Note relative á la transformation des pessières en station. *Bulleting de la Société Royale Forestière de Belgique*, 66, 414-420.

Bilag 1

Skøn over omkostningerne ved konvertering af bevoksningstyper

Dette afsnit om konverteringsomkostningerne er blevet tilpasset til de givne anbefalinger for de forskellige bevoksningstyper. De underliggende skøn (f.eks. etableringsomkostningerne pr. gruppe på 0,1 ha) er dog stadig kun baseret på de skøn, der blev foretaget ved indledningen af 4Forest-projektet, da modellerne i Bilag 2 blev formuleret. Efterhånden som der indsamles økonomiske data fra faktiske konverteringer i løbet af projektet, vil skønnene blive væsentligt mere præcise i senere versioner af manualen, efterhånden som projektet skrider frem.

Omkostningerne er noteret i €, da de er taget direkte fra den engelske version af manualen hvor beløbene er angivet i £.

Bevoksningstype 1: Ung rødgran (25-50 år), dårlig lokalitet

På grund af den begrænsede erfaring er omkostningerne nedenfor for det meste kopieret fra de oprindelige 4Forest-estimer for model 1. Omkostningsberegningerne her er for et gennemsnitligt eksempel, hvor 20 % af bevoksningen er beplantet med nye arter (20 % behandlet areal). Det omkostningseksempel, der henvises til først her, er for det tilfælde, hvor større arealer af bevoksningen plantes sammen (typisk fra 0,5-2 ha), som oprindeligt defineret i model 1 (typisk for større rødgranenheder, der skal opsplittes). F.eks. hvis der er et par barkbillehuller pr. ha, og der plantes i høj grad uden for disse, og hullerne så udvides. Men det kunne også være i andre tilfælde, hvor store arealer konverteres og skærmtætheden reduceres på 20 % af arealet og derefter plantes.

Prisen for planter, plantning og jordbearbejdning er 1,3 €/plante. Med et antal planter på op til 2 500 planter/ha er udgiften 3 250 €/ha behandlet areal. For det påvirkede areal (20 % behandlet areal) er omkostningerne 670 €/ha. Hegn (1,40 - 1,60 m højde, stålhegn), herunder den fulde pris for hegnet, pæle osv. og etablering af hegnet, koster 5,4 €/m for små indhegnede områder og 4 €/m for større områder. Dette svarer til 1 472 € for indhegning af 0,5 ha og 2 945 € for indhegning af 2 ha, dvs. 1 472-2 945 €/ha indhegnet areal. Når det behandlede areal udgør 20 %, er det 295-589 €/ha for hegnet for det påvirkede areal. I alt koster modellen 669 €/ha uden hegn og 964-1 258 €/ha inkl. hegn for det påvirkede areal. Hvis hele arealet på f.eks. 20 ha, hvis et kvadrat, hegnes er omkostningerne 7 229 € (1 800 m * 4 €/m). Dette reducerer prisen til kun 361 €/ha, og denne metode kan naturligvis anbefales ud fra et økonomisk synspunkt, da det vil være lettere at kontrollere hegnet.

Hvis bevoksningen består af en række små gaps, der tilplantes, typisk tilplantninger på 0,1-0,2 ha, hvilket erfaringerne viser, at der vil ske, og som anbefales i disse tilfælde, skal disse skøn modereres (fordi indhegning vil være dyrere). Beplantning vil sandsynligvis også være dyrere, men her antager vi den samme pris pr. plante, dvs. 1,3 €/plante). Ved at anvende de anslåede priser for indhegning af to grupper på 0,1 ha pr. påvirket ha (20 % behandlet areal) øges de ovennævnte samlede priser pr. påvirket ha således med 803-1097 € pr. ha. I stedet for en samlet pris pr. påvirket areal på 964-1 258 €/ha er prisen nu 2061 €/ha (husk på, at produktionen i bevoksningen også reduceres mindre, da der ikke foretages yderligere kraftig tynding i en endnu ikke moden bevoksning).

Bevoksningstype 2: Ung Omorikagran (30-50 år), dårlig lokalitet

Kulisseforyngelse i vindudsatte klitområder:

Modellen er intensiv, med en underplantning på op til 2.500-3.000 pl/ha. Prisen er ca. 4 418 €/ha inkl. hegn på det behandlede areal, og omkostningerne er 3 213 €/ha for bevoksningen/det påvirkede areal.

For de **typisk større hede enheder/blokke** (der er på nuværende tidspunkt ingen erfaringer, omkostningerne er foreløbige, taget fra model 1 i Bilag 2):

Prisen for planter, plantning og jordbearbejdning er 1,3 €/plante. Med et antal planter på op til 2 500 planter/ha er udgiften 3 250 €/ha behandlet areal. For påvirkede areal (30 % behandlet areal) er udgiften 1 005 €/ha. Hegn (1,40 - 1,60 m højde, stålhegn), herunder den fulde pris for hegnet, pæle osv. og etablering af hegnet, koster 5,4 €/m for små indhegnede områder og 4 €/m for større områder. Dette svarer til 1 472 € for indhegning af 0,5 ha og 2 945 € for indhegning af 2 ha, dvs. 1 472-2 945 €/ha indhegnet areal. Når det behandlede areal udgør 30 %, er det 443-884 €/ha for hegnet for det påvirkede areal. I alt koster modellen 1,005 €/ha uden hegn og 1,448-1,889 €/ha inkl. hegn for det påvirkede areal. Hvis hele arealet på f.eks. 20 ha i et kvadrat indhegnes, er omkostningerne 7 229 € (1 800 m * 4 €/m). Dette reducerer prisen til kun 361 €/ha, og denne metode kan naturligvis anbefales ud fra et økonomisk synspunkt, da det vil være lettere at kontrollere hegnet.

Bevoksningstype 3: Gammel rødgran (for det meste 50-80 år), intakt, relativt stabil, dårlig lokalitet

Underplantning: Underplantning af 30 % af arealet med bøg og gran i artsspecifikke grupper (50 % af det behandlede areal med henholdsvis bøg og grandis). Plantningstæthed bøg = 4000 træer pr. behandlet ha. Plantningstæthed af grandis = 2500 træer pr. behandlet ha. I alt $4000 \cdot 0,15 = 600$ bøge og $2500 \cdot 0,15 = 375$ grandis plantet pr. påvirket ha. Pris 1,3 €/plante, dvs. 1267,5 €/påvirket ha. Hegnet koster 4 €/m, hvilket alt efter arealets størrelse svarer til 402-1 070 €/ha. Der kan være behov for yderligere omkostninger til boring af huller for at få naturlig foryngelse til at opstå i resten af bevoksningerne. Omkostningerne hertil er ikke sikre på nuværende tidspunkt.

Bevoksningstype 4: Gammel rødgran (>50 år) med huller/ destabiliseret, dårlig lokalitet

Konverteringsprisen vil afhænge af, hvordan beplantningen foretages, om den foretages i større områder af bevoksningen, hvor skærmtætheden reduceres yderligere, eller om den foretages i typisk mindre grupper i eksisterende huller, og om der kun anvendes douglasgran (i så fald er det ikke nødvendigt at indhegne områderne i nåletrædominerede skove).

Første tilfælde: plantning af et større areal på mindst 0,5 ha Douglasgran på 20 % af det uindhegnede areal: Prisen for planter, plantning og jordbearbejdning er 1,3 €/plante. Planterne udgør 2 500 planter/ha, hvis der kun plantes douglasgran i gappene, og udgiften er derfor 3 347 €/ha behandlet areal, for en bevoksning, hvor 20 % behandles, vil omkostningerne være 669 €/ha (det påvirkede areal).

Andet tilfælde: tilplantning af større arealer på mindst 0,5 ha, hvor der anvendes douglasgran på 10 % af arealet (ikke hegnet) og bøg på 10 % af arealet (hegnet): Prisen for plantning af douglasgran er 669 €/2=335 € pr. ha. Arealer, der er plantet med bøg, kræver hegning og højere plantetæthed. Hegn (1,40 m, dansk stålhegn), herunder den fulde pris for hegnet, pæle osv. og etablering af hegnet, koster 5,4 €/m for små indhegnede områder og 4 €/m for større områder. Dette svarer til 1,473 € for indhegning af

0,5 ha og 2,945 € for indhegning af 2 ha, dvs. 1,473-2,945 €/ha indhegnet areal. Hvis halvdelen af de samlede behandlede arealer (10 % ud af 20 %) er beplantet med bøg, kan et eksempel være, at et 0,5 ha stort areal i en 5 ha stor bevoksning indhegnes, og prisen er så $1473 \text{ €} / 5 = 295 \text{ €}$ pr. påvirket ha. Dertil kommer de ekstra plantningsomkostninger for bøg (ikke 2500 planter/ha som Douglasgran, men 4000 planter/ha), som er $1,3 \text{ €} * 1500 = 1950 \text{ €}$ pr. behandlet ha, dvs. $1950 \text{ €} / 5 \text{ ha} = 390 \text{ €}$ /påvirket ha. Sammenfattende er de samlede ekstraomkostninger pr. påvirket ha ved etablering af bøg i forhold til Douglasgran $390 \text{ €} + 295 \text{ €} = 685 \text{ €}$ /påvirket ha, hvilket bringer den samlede pris for etablering af bøg pr. påvirket ha op på $335 \text{ €} + 685 \text{ €} = 1020 \text{ €}$ /påvirket ha. Den samlede pris pr. påvirket ha (bøg+Douglasgran-plantning) er således $335 \text{ €} + 1020 \text{ €} = 1355 \text{ €}$ /påvirket ha.

Brug af mindre artsspecifikke grupper, typisk direkte i gaps: Prisen pr. 0,2 ha gruppe uden hegn er 804 €, og prisen for indhegning af de enkelte grupper er 864 € ($160 \text{ m hegn} * 5,4 \text{ €/m}$). Prisen pr. gruppe inkl. hegn er således 1668 €. Dette skøn svarer til resultatet pr. ha, hvis 20 % behandles.

Bevoksningstype 5: Rødgran, god lokalitet:

Prisen pr. 0,1 ha gruppe uden hegn er 402 €, og da der er én gruppe pr. ha, betyder det, at prisen pr. ha påvirket areal også er 402 €.

Bevoksningstype 6: Gammel sitkagran (> 50 år):

Omkostningseksempel for en ikke alt for dårlig lokalitet, hvor der er plantet både nåletræer og løvtræer (50-50).

Prisen for planter, plantning og jordbearbejdning er 1,3 €/plante. Planterne udgør 3250 planter/ha, og udgiften er derfor $1,3 * 3250 \text{ planter/ha} = 4,225 \text{ €/ha}$ behandlet areal. På de fattigere lokaliteter vil der kun blive indført nåletræer med en plantetæthed på 2 500 planter/pr. behandlet ha. For den bevoksning, hvor 20 % behandles, vil omkostningerne være $4,225 \text{ €} * 0,20 \% = 845 \text{ €/ha}$. I de fleste klitplantager er det ikke nødvendigt at indhegne dem. Men ved bøg kan det være nødvendigt med Trico © (omkostningerne er ukendte).

I andre områder kan det være nødvendigt med et hegn. Hegn (1,40 m, dansk stålhegn), inklusive den fulde pris for hegnet, pæle osv. og opsætning af hegnet, koster 5,4 €/m for små indhegnede områder og 4 €/m for større områder. Dette svarer til 1,473 € for indhegning af 0,5 ha og 2,945 € for indhegning af 2 ha, dvs. 1,473-2,945 €/ha indhegnet areal. Når det behandlede areal udgør 20 %, er det 294-589 €/ha for hegnet i det påvirkede område. Den samlede pris pr. påvirkede areal er således 1139-1434 €/ha.

Bevoksningstype 7: Douglasgran (hovedsageligt > 50 år):

Pris pr. gruppe uden hegn 402 €, og prisen for indhegning af de enkelte grupper er 696 € ($130 \text{ m hegn} * 5,4 \text{ €/m}$). Pris pr. gruppe inkl. hegn er således 1 098 €. Ved at dække 6 % af arealet er prisen pr. ha af det påvirkede område 241 €/ha uden hegn og 656 €/ha med hegn. Hvis hele arealet på f.eks. 10 ha indhegnes, vil prisen for hegnet være 5 140 € ($1280 \text{ m} * 4 \text{ €/m}$) eller 514 €/ha.

Bevoksningstype 8: Gammel lærk (>50 år)

Underplantning med **containerplanter**: Ca. 0,25 €/containerplante og inklusive udgifterne pr. hul boret (ca. 0,27 €), er udgifterne typisk ca. $3250 * 0,52 \text{ €} = 1690 \text{ €}$ pr. behandlet ha, hvis der plantes 3250 planter

pr. behandlet areal (50 % bøg, plantetæthed 4000 planter/ha, og 50 % grandis/ædelgran/Douglasgran, plantetæthed 2500 planter/ha). Hvis 75 % af arealet er behandlet areal, er omkostningerne pr. påvirket ha $1690 \text{ €} \cdot 0,75 = 1\,268 \text{ €}$. Hegnet koster 4 €/m, og afhængigt af arealets størrelse er det 402-1 070 €/ha. Det er i alt 1 670-2338 € pr. påvirket ha.

Bevoksningstype 9: Blandet gammel skovfyr og rødgran (> 50 år)

På dårlige arealer (næringsstofscore 1 i det danske og tyske system) foretages der hulboring på 30 % af arealet. Omkostningerne til dette er 0,33 € pr. hul, og hvis man antager, at 30 % af arealet skal behandles med 800-1.500 pletter pr. ha af det påvirkede areal, vil omkostningerne være 268-502 € pr. ha af det påvirkede areal.

På mindre fattige lokaliteter er omkostningerne: Pris 1,3 €/plante, dvs. 1300 €/ha uden hegn for at plante 1000 planter. Hegnet koster 4 EUR/m, og afhængigt af arealets størrelse udgør det 402-1 070 €/ha.

Bevoksningstype 10: Blandet gammel sitkagran og lærk (>50 år)

Hvis der kun anvendes naturlig foryngelse, og hvis lærkens proveniens er acceptabel, er det bedste skøn over omkostningerne de omkostninger, der fremgår af model 3 i Bilag 2, selv om der stadig er tvivl om, hvor meget hulboring der optimalt set skal foretages for at konvertere en blandet bevoksning af sitkagran og lærk. Omkostningerne til jordbearbejdning er 0,33 € pr. hul, og hvis man antager, at 30 % af arealet skal behandles med 800-1 500 pletter pr. ha af det påvirkede areal, vil omkostningerne være 268-502 € pr. ha af det påvirkede areal.

Hvis lærken er af dårlig proveniens, og der plantes nye arter på 8 % af arealet: Prisen pr. gruppe uden hegn er 402 €, og prisen for indhegning af de enkelte grupper er 696 € (130 m hegn * 5,4 €/m). Prisen pr. gruppe inkl. hegn er således 1 098 €. Ved at dække 8 % af arealet er prisen pr. ha af det påvirkede område 321 €/ha uden hegn og 878 €/ha med hegn. Afhængigt af, om der også anvendes jordbearbejdning for at fremme den naturlige foryngelse, vil der være behov for yderligere 0,33*560-1260 pletter/ha=185-416 € for at dække de øvrige % af arealet, som ikke er beplantet.

Bevoksningstype 11: Andre blandede gamle nåletræsplantager (>50 år)

Omkostningerne for de konverteringsmodeller, der generelt anvendes til forvaltning af blandede bevoksninger (model 2 og model 3):

Hvis der kun anvendes naturlig foryngelse: Omkostningerne jordbearbejdning er 0,33 €/hul, og ved brug af 800-1.500 huller/ha af det påvirkede areal vil omkostningerne være 268-502 €/ha af det påvirkede areal. Hvis ædelgran er en del af bevoksningen, vil hegn pr. ha af det påvirkede areal koste 402-1 070 €/ha afhængigt af arealets størrelse.

Hvis der plantes i små grupper (primært for sitkagran rødgran-blandinger): Pris pr. gruppe uden hegn er 402 €, og prisen for indhegning af de enkelte grupper er 696 € (130 m hegn * 5,4 €/m). Prisen pr. gruppe

inkl. hegn er således 1 098 €. Ved at dække 6 % af arealet er prisen pr. ha af det påvirkede område 241 €/ha uden hegn og 656 €/ha med hegn. Hvis hele arealet på f.eks. 10 ha indhegnes, vil prisen for hegnet være 5 140 € (1280 m*4 €/m) eller 514 €/ha.

Omkostningerne til jordbearbejdning er 0,33 € pr. hul, og hvis der anvendes 800-1 500 huller pr. ha af det påvirkede areal, vil omkostningerne være 268-502 € pr. ha af det påvirkede areal. Anvendelse af en plov (jordbearbejdning i striber) koster 268 € pr. ha behandlet areal, dvs. 80 €/ha af bevoksningen. Indhegning af hele arealet (ikke kun 30 % af det behandlede areal) koster 402-1 070 €/ha afhængigt af arealets størrelse. Prisen for aktiviteten er 80-502 €/ha uden hegn og med hegn 482-1 556 €/ha af det påvirkede areal.

Bevoksningstype 12: Bevoksninger med kraftig nåletræsforryngelse

Knusning koster 669 €/ha behandlet og plantning koster 4 016 €/ha behandlet (mere end 3 347 €/ha, da grupperne er små), hvilket svarer til 4 685 DKK/ha behandlet, og med en dækning på 10 % er det 469 €/ha for det påvirkede areal. Hegn koster 5,4 €/m i 0,25 ha områder, og hegnet er 200 m, hvilket giver 1 070 € for et 0,25 ha område, dvs. 4 284 €/ha behandlet. Pris 469 €/ha uden hegn og 897 €/ha med hegn. Ved direkte plantning i forryngelsen af f.eks. 200 træer/ha koster det ca. 2 €/plante eller 402 €/ha.

Bevoksningstype 13: Bjergfyr

Omkostningsoverslagene er for det meste i overensstemmelse med omkostningerne i model 7 (Bilag 2). Bortset fra, at det i praksis viser sig nødvendigt at plante det hele til sidst (også efter at de sidste bjergfyrstriber er blevet fjernet). Det betyder, at de behandlede og de påvirkede arealer på lang sigt er de samme. For sitkagran er prisen for beplantning med op til 2 500-3 000 pl/ha således ca. 3100 €/ha, da det ikke er nødvendigt at indhegne. For de fleste andre arter vil det være nødvendigt med hegn, og prisen vil være 4418 €/ha.

For områder, der er mindre domineret af bjergfyr (hvor der er nærliggende frøkilder til genbeplantning af den senere ubeplantede linje), er det behandlede område 75 % af det påvirkede areal. De oprindelige skøn i model 7 er gyldige her, dvs. 3300 €/ha, hvis der anvendes arter, der skal indhegnes, og 2366 €/ha for arter, der ikke skal indhegnes.

Bevoksningstype 14: Udvoksede bevoksninger af ædelgran og nordmannsgran

Omkostningerne til underplantning af det samlede areal er ca. 3 347 €/ha ekskl. hegn og 4 685 €/ha inkl. hegn ved brug af 2 500 planter pr. ha. Det behandlede areal og det påvirkede areal er det samme i forbindelse med underplantning.

For klitområdet, når der anvendes kulisser forryngelse, er det behandlede område mindre end det påvirkede areal, og omkostningerne fra erfaringerne er helt i overensstemmelse med model 7 (og der bør ikke plantes mindre). Modellen er intensiv, underplantning med op til 2 500-3 000 pl/påvirket ha. Prisen er ca. 4 418 €/ha inkl. hegn på det behandlede areal, og omkostningerne er 3 213 €/ha for bevoksningen/det påvirkede areal.

Bilag 2

Skovbrugsmodeller for konvertering som oprindeligt defineret i 4Forest

De modeller som er vist her er fortrinsvis de oversatte tekster som blev lavet specifikt til de danske skovforvaltere som var med i 4Forest, for de modeller som de bruger i projektet (model 1-8). For disse modeller er omkostningerne derfor angivet i danske kroner. For de resterende 3 modeller (8b, 9, 10), er omkostningerne angivet i € da de primært var målrettet de tyske forvaltere i 4Forest.

Model 1: Midaldrende bevoksninger – indplantning/underplantning i grupper

Udgangspunkt og mål	Større flader med ensartede bevoksninger af RGR og OMO fra 1970-erne og 1980-erne. Målet er at næste trægeneration får en gruppevist uens vertikal struktur, og rummer stabile nåletræsarter med et indslag af løv, og af arter der kan selvforynge, og at skovdækket opretholdes.
Aktion	• Indplantning af grupper med stabile nåletræer, samt løvtræer som stabiliserende hjælpetræer og fremtidige frøkilder. • Gruppestørrelsen varierer fra 0,5-2 ha. Grupperne varierer i størrelse efter naturgivne forhold. Desto større flader, desto større grupper og desto mindre flader desto mindre grupper. • 15-30% af arealet konverteres (i gns. 20%). • Plantetallet er maksimalt 2.500 planter pr. ha. i de tilplantede flader (dvs. i grupperne), men hvor det kan reduceres, er det kun fint. • Hvor det er nødvendigt (pga. træart og/eller vildttryk) anvendes hegn.
Økonomi	• Som udgangspunkt regnes med 10 kr. pr. plante til hulboring, plantekøb og plantning. Eksempel: 2.500 planter/ha. = 25.000 kr./ha tilplantet areal. Hvis 20% af arealet konverteres bliver det = <u>5.000 kr./ha. samlet areal i projektet.</u> • Hegnsudgiften varierer efter størrelserne på gruppen (desto mindre hegn, desto dyrere). I det oprindelige notat er det opgivet i spændet 11.000-22.000 kr. pr. ha. hegnet areal. Eksempel ved konvertering på 20% af arealet: i spændet <u>2.200-4.400 kr./ha. for det samlede konverteringsareal, afhængig af gruppestørrelsen.</u> • Vælger man f.eks. et storhegn på 20 ha. omkransende et regulært areal er udgiften anslået til 54.000 kr., svarende til en udgift på <u>2.700 kr. pr. ha. samlet areal.</u>

Model 2: Introduktion af stabiliserende løvtræ

Udgangspunkt og mål	Blandede/varierede og stabile nåletræsbevoksninger men uden indblanding af løvtræ. Målet er at introducere løvtræ som frøtræer, således at det vil indgå i den næste skovgeneration af selvforyngende skov sammen med nåletræsfor yngelsen.
---------------------	---

Aktion	• Der indplantes enkelte grupper af løvtræ spredt i bevoksningen. • Planterne plantes i gruppe á ca. 300 planter • Niveauet er cirka 6 grupper pr. 10 ha, dvs. ca. 180 pl/ha. • Hvor det er nødvendigt (pga. træart og/eller vildttryk) anvendes hegn.
Økonomi	• Som udgangspunkt regnes med 10 kr. pr. plante til hulboring, plantekøb og plantning = 3.000 kr. pr. gruppe på 0,1 ha. Anlægningsomkostning pr. 10 ha. = 3.000 kr. * 6 grupper / 10 ha. = <u>1.800 kr. pr. ha. behandlingsenhed.</u> • Hegn pr. gruppe er opgjort til 5.200 kr. pr. 0,1 ha. Anlægningsomkostning pr. 10 ha. = 5.200 kr. * 6 grupper / 10 ha. = <u>3.120 kr. pr. ha. behandlingsenhed.</u>

Model 3: Naturforyngelse under ældre blandet nåletræ/løvtræ

Udgangspunkt og mål	60-90 årige blandingsbevoksninger indeholdende stabile nåletræarter og iblandet løvtræ. Målet er at få etableret næste generation som selvforyngelse under skærm med en passende blanding af de stabile nåletræer samt med indslag af løvtræ
Aktion	• Ca. 1/3-del af bevoksningen hulbores eller rillepløjjes, hvor der er potentiale for selvforyngelse og det foretages i tilknytning til frøår. • Hvor det er nødvendigt (pga. træart og/eller vildttryk) anvendes hegn. • Der plantes ikke, medmindre der skal introduceres løvtræ.
Økonomi	• Hulboring af 800-1.500 huller/ha. á 2,50 kr. pr. hul = <u>2.000-3.750 kr./ha.</u> • Rillepløjning i 1/3-del af bevoksningen. 2.000 kr. pr. ha behandlet areal, svarende til ca. <u>600 kr./ha behandlingsenhed.</u> • Hegning af de hulborede eller rillepløjede arealer i <u>spændet 3.000-8.000 kr./ha behandlet areal, størst hvis behandlede arealer er fysisk små.</u>

Model 4: Knusning af grupper i selvforyngelse uden stabiliserende arter

Udgangspunkt og mål	Vellykkede selvforyngelser men kun eller overvejende bestående af arterne RGR/SGR/LÆR/SKF, o.l. dvs. hvor forekomsten af stabiliserende arter er utilstrækkelig. Målet er at supplere foryngelsen med de ønskede stabile nåletræs-arter DGR, ÆGR, AGR samt løvtræ så den nye generation bringes mod naturnær skovdrift.
---------------------	---

Aktion	• Der knuses huller i selvfor yngelserne på 0,25-0,5 ha.'s størrelse på 10% af arealet fordelt ud over bevoksningen. • Der indplantes stabile nåletræarter (og evt. løvtræ) i de knuste huller. • Hvor det er nødvendigt (pga. træart og/eller vildttryk) anvendes hegn. • Der kan evt. knuses mindre felter eller striber i håb om, at de indplantede træarter får beskyttelse mod vildtskader af den eksisterende selvfor yngelse.
Økonomi	• Knusning skønnes til 5.000 kr. pr. behandlet ha. svarende til 500 kr. ha. for behandlingsenheden. • Plantning af 10% af arealet i mindre grupper skønnes til 30.000 kr. pr. behandlet ha. Det svarer til 3.000 kr. pr. ha. for behandlingsenheden. • Hegning i små grupper skønnes til 32.000 kr. pr. behandlet ha. svarende til 3.200 kr. ha. for behandlingsenheden. • En ekstra mulighed er at indplante 200 indblandingstræer direkte i selvfor yngelsen. Estimeret totaludgift 15 kr. pr. plante svarende til 3.000 kr. pr. ha. for behandlingsenheden.

Model 5: Suppleringsplantning under ældre bevoksninger/skærmstillinger

Udgangspunkt og mål	60-90 årige bevoksninger med RGR/SGR/SKF med godt for yngelsespotentiale, men hvor ønskede indblandingstræarter mangler. Målet er at igangsætte næste generation under skærm og indplante de ønskede arter, som så suppleres af den forventede selvfor yngelse fra skærmen.
Aktion	• Med den gamle bestand som skærm indplantes 500-1.000 planter pr. ha. i grupper i borede huller. • Hvor det er nødvendigt (pga. træart og/eller vildttryk) anvendes hegn.
Økonomi	• Ved 10 kr. pr. plante bliver udgiften 5.000-10.000 kr. pr. ha. for behandlingsenheden. • Afhængig af gruppernes størrelse bliver hegnsudgiften mellem 3.000-8.000 kr. pr. ha. for behandlingsenheden.

Model 6: Konvertering af udlevede pyntegrøntbevoksninger

Udgangspunkt og mål	Pyntegrøntbevoksninger i NOB/NGR i højdespændet 12-20 meters højde, hvor juletræs- og pyntegrønproduktion ikke længere er rentabel. Målet er
---------------------	--

	at konvertere til en helt ny artsfordeling ved plantning men under skærm af den gamle bevoksning, for at opnå en uens vertikal struktur og opretholde frøtræer.
Aktion	• Bevoksningen udnyttes som skærm og der plantes ca. 2.500 planter pr. ha i den ønskede træartsblanding og fordelt ud over hele arealet (dvs. på hele behandlings-enheden) • Hvor det er nødvendigt (pga. træart og/eller vildttryk) anvendes hegn.
Økonomi	• Kulturetableringsomkostningen anslås til 25.000 kr. pr. ha behandlingsenhed • Hegnsomkostningen anslås til 10.000 kr. pr. ha behandlingsenhed

Model 7: Kulisseforyngelser eller skærm i OMO og FBF i f.eks. klitplantager.

Udgangspunkt og mål	Ensartede bevoksninger med OMO og BJF på lokaliteter, hvor der skønnes at være et bedre produktionspotentiale med andre, mere stabile nåletræsarter (produktionsklasse 10 eller bedre) og løvtræsindblanding. Målet er at konvertere til nye træarter men i modsætning til ved en renafdrift udnyttes kulissen midlertidigt (dvs. formentlig i en kortere periode end man forventer ved en sædvanlig skærm i rgr, sgr mv.) at sikre skovklimaet i den indledende konverteringsfase.
Aktion	• Ca. 60% af arealet konverteres. • Det kan f.eks. være i et kulissesystem, hvor tre rækker fjernes/ kultiveres og to rækker forbliver som skærm. • Traditionel skærm, hvor ca. 60% underplantes. • Ved mere ustabile bevoksninger ryddes felter mellem hugstsporene (20-40% af bevoksningen) og tilplantes - dvs. lidt bredere kulisser. • Hvor det er nødvendigt (pga. træart og/eller vildttryk) anvendes hegn.
Økonomi	• I de behandlede områder plantes 2.500 planter pr. ha. = 25.000 kr. pr. ha. behandlet enhed. Ved 60% konvertering er omkostningen = 15.000 kr. pr. ha. behandlingsenhed. • Ved hegning af det samlede areal forøges udgiften med 10.000 kr. pr. ha behandlingsenhed.

Denne model kan anvendes i følgende stande:

Arterne *Picea omorika*, *Pinus mugo* og andre arter af lav værdi og lavt tilvækstniveau findes i monokulturbestande i mange plantager. Disse bevoksninger er lavtproducerende og ikke langtidsholdbare. De bør derfor konverteres til bedre producerende arter med længere levetid og med et godt selvåningspotentiale. Der mangler bredbladede arter, som bør indføres.

Aktiviteter:

I nogle tilfælde anses den gamle bevoksning for at være relativt stabil. Derfor er det muligt at fælde 3 ud af 5 rækker, og de to resterende rækker vil fungere som "systematisk" læ for nogle kritiske startår i den næste generations liv. I andre tilfælde vurderes den gamle bevoksning ikke at være stabil, og det er sikrere at fælde en del af arealet, f.eks. 20-40 %, i blokke, f.eks. mellem træspor med en afstand på 20 m. De ønskede sp. plantes efter jordforbrænding, og området kan indhegnes.

Målet:

At omdanne bevoksningerne til en stabil bevoksning af flere sp. og sp. med længere levetid og god selvforryngelses potentiale. Ved at bruge den gamle bevoksning som læ vil man fremme den nye generation og forlænge plantnings- og vedligeholdelsesaktiviteterne. Når bevoksningen er etableret, forventes den gamle bevoksning at holde i 5-15 år, og disse 40 % af arealet kan på det tidspunkt dyrkes, idet de nu formerer sig i ly af det tidligere beplantede areal. Det egentlige to- eller gruppesystem med langlivede sp. vil imidlertid først komme til at fungere i den følgende generation. Den generation, der etableres, vil derfor højst sandsynligt være jævaldrende og etagekulturel.

Omkostninger:

Modellen er intensiv, underplantning med op til 2.500-3.000 pl/ha. Prisen er ca. 4 418 €/ha inkl. hegn på det behandlede areal, og omkostningerne er 3 213 €/ha for bevoksningen/det påvirkede areal.

Model 8: Foryngelse i lysbrønde i ældre nåletræsbekovksninger

Udgangspunkt og mål	60-90 årige bevoksninger med hovedsageligt RGR/SGR/SKF med et godt potentiale for selvforryngelse, men hvor bevoksningen ikke vurderes stabil nok til en traditionel skærmstilling. Suppleringsplantningen sker hovedsageligt i hullerne i bevoksningen. På den kulturtekniske del, minder modellen meget om model 1. Målet er at fastholde skovklimaet længst muligt i konverteringsfasen mod mere stabile nåletræarter og indslag af løv og opnå en gruppevist uens vertikal struktur i næste generation.
Aktion	Indplantning af grupper med stabile nåletræer, samt løvtræer som stabiliserende hjælpetræer og fremtidige frøkilder.

	• Gruppestørrelsen varierer fra 0,5-2 ha. Grupperne varieres i størrelse efter naturgivne forhold. Desto større flader, desto større grupper. • 15-30% af arealet konverteres (i gns. 20%). • Plantetallet er maksimalt 2.500 planter pr. ha. behandlet areal, men hvor det kan reduceres, er det kun fint. • Hvor det er nødvendigt (pga. træart og/eller vildttryk) anvendes hegn.
Økonomi	• Som udgangspunkt regnes med 10 kr. pr. plante til hulboring, plantekøb og plantning. Eksempel: 2.500 planter/ha. = 25.000 kr./ha behandlet areal. Hvis 20% af arealet konverteres bliver det = 5.000 kr./ha. samlet areal i projektet. • Hegnsudgiften varierer efter størrelserne på gruppen (desto mindre hegninger, desto dyrere). I det oprindelige notat er det opgivet i spændet 11.000-22.000 kr. pr. ha. hegnet areal. Eksempelvis ved 20% konvertering er spændet 2.200-4.400 kr./ha. for behandlingsenheden. • Vælger man f.eks. et storhegn f.eks. hvis man har en behandlingsenhed på 20 ha er udgiften anslået til 54.000 kr., svarende til en udgift på 2.700 kr. pr. ha. samlet areal.

Version 8b - mere intensiv

Aktiviteter:

I denne model, som er en variant af den generelle model 8 ovenfor, anvendes et stort antal planter pr. ha, og med et stort antal løvtræer. 60 % af bevoksningsarealet behandles, og 55 % af det behandlede areal er beplantet med 5 000 bøg pr. ha, 25 % er beplantet med 2 500 douglasgran pr. ha og 20 % er beplantet med eg på 8 000 pl/ha. Jorden opkradses i linjer med en gravemaskine. Hele området er indhegnet.

Omkostninger:

Planter og plantning koster i gennemsnit 1 €/plante. Jordbearbejdning koster 700 E/ha. Hegn koster 5,4 €/m. I alt pr. ha behandlet areal 7 554 €/ha. 60 % af arealet vil blive behandlet, og prisen pr. ha af det påvirkede areal er derfor 4,532 €/ha.

Model 9: Såning i grupper og i striber.

Denne model kan anvendes i følgende bevoksninger:

Monokulturer eller blandede bevoksninger af nåletræer (mindre end 10 % løvtræer), som anses for stabile, hovedsagelig monokulturbevoksninger af *Picea abies*, *Picea sitchensis*, *Larix kaempferi* eller *Pinus sylvestris* og af ældre alder, etableret 1920 - 1965.

Målet:

De gamle bevoksninger bevarer i lang tid som en skærm, så der opnås en to-etageret struktur. Artsblandingen giver en blandet skovbevoksning med en høj procentdel løvtræer af god kvalitet, men med en betydelig nåletræproduktion. Artsblandingen anses for at give sundhed og stabilitet. Træer fra såning har en bedre rodudvikling, og på lang sigt forventes de at kunne klare sig bedre i forbindelse med storme og skiftende vandtilgængelighed. Såning er forbundet med en højere risiko, men er forholdsvis billigt.

Aktiviteter:

Modellen gennemføres i bevoksninger som ikke er tilstrækkeligt forynget ved selvsåning. Den mest vellykkede art til såning er bøg, som vil blive introduceret i jorden med en såmaskine. Såmaskinen sørger for den nødvendige forstyrrelse af jorden og dækning af frøene med det samme. Mindre arealer kan sås med håndkraft. Såning indebærer en større risiko, især med hensyn til skader fra vilde dyr eller fugle, men det giver en optimal rodudvikling sammenlignet med barrodsplanter fra planteskoler. Såning kan også være det første skridt i foryngelsen af en bevoksning, som kan følges op af, eller også forudgås, af de teknikker, der er beskrevet i model 8 og 10, afhængigt af, om det lykkes. Afhængigt af dækningen af den naturlige foryngelse vil 50-70 % af arealet blive tilsået.

Omkostninger:

Frøene består af en blanding som følger

	Kg-pris
Douglasgran (1 KG/ha)	550,00 €
Ædelgran (20 KG/ha)	100,00 €
Bøg (38 KG/ha)	21,00 €
Eg (250 KG/ha)	6,00 €

Inklusive udgifterne til frø og såning er den samlede pris 1780 €/ha behandlet areal.

[Model 10: Konvertering med et højt indhold af løvtræer og anvendelse af containerplanter](#)
Denne model kan anvendes i følgende bevoksninger:

De samme som model 8 og 9.

Målet:

Omdannelse af nåletræbevoksninger eller beskadigede bevoksninger til en naturnær bevoksning med et højt indhold af løvtræer og med lavere risiko for plantedød ved hjælp af containerplanter.

Aktiviteter:

Jorden vil blive forstyrret overfladisk ved planterækkerne. Dødeligheden af unge planter, der dyrkes i containere, er lavere end af barrodsplanter, da rødderne i containerplanter er intakte og forventes at

udvikle sig dybere ned i jorden og have en bedre udvikling af rodsystemet. Dette gør det lettere at modstå stormskader på lang sigt.

Bøg-Douglasgran med 70 % bøg (4000/ha) og 30 % douglasgran (2500/ha) plantes i det behandlede område. Området vil blive beskyttet med vildtafværtningsmidler, altså Trico©. Beplantningsintensiteten afhænger af omfanget af den eksisterende naturlige foryngelse på området. I gennemsnit behandles 50 % af arealet. Resten forynges naturligt.

Omkostninger:

Omkostningerne, herunder hegn og behandling med vildtafværtningsmidler, beløber sig til i alt 3704 €/ha på det behandlede areal, og hvis 50 % af arealet er beplantet, beløber de sig til 1 852 €/ha.