

UNIVERSITY OF COPENHAGEN



Nordmansgranen

Naturlig kronestruktur og vækstprincipper

Rasmussen, Hanne Nina

Publication date:
2016

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Document license:
[Ikke-specificeret](#)

Citation for published version (APA):
Rasmussen, H. N. (2016). *Nordmansgranen: Naturlig kronestruktur og vækstprincipper*.

Nordmannsgranen

Naturlig kronstruktur og vækstprincipper

Hanne N. Rasmussen 2016

Da formålet med pyntegrøntsdyrkning jo er at fremstille en ideel kroneform (juletræer) og velformede, sunde grene (klippegrønt), er en forståelse af biologi og tilvækstmekanismer i kronen et godt sted at begynde. Når nordmannsgran er populære som juletræer, skyldes det først og fremmest den regelmæssige kegleformede krone. Det er den naturlige vækstform, som efterstræbes i juletræproduktionen, så man kan godt undre sig over de mange tekniske tiltag, som anvendes rundt omkring for at opnå noget, som ligner! En bæredygtig og rentabel produktion er bedre tjent med at lade de naturlige processer gøre arbejdet, end at modarbejde dem.

Denne tekst er en oversigt over de naturlige mekanismer og diskussion af sammenhænge vedrørende vækst og formdannelse, som vi kender til, især i nordmannsgran (*Abies nordmanniana*). Beskrivelsen gælder i det store hele også for andre andre *Abies*-arter, for eksempel *nobilis* (*A. procera*), som anvendes til klippegrønt, og alternative juletræerarter som *A. lasiocarpa* mfl. Det er samtidig en opsummering af den teoretiske side af kilderne til dagens kursusprogram (som anført i Absalon og i listen nedenfor). Dette skal altså læses som en hurtig indføring, mens kilderne med mere detaljeret og praksisnær information læses efter behov og interesse.

Struktur og bestanddele

Når man skal forstå træer – og planter i det hele taget – må man minde sig selv om, at de grundlæggende lever af luft, vand og sollys, som kombineres til sukker i fotosyntesen. Derudover behøver de kun et begrænset antal essentielle grundstoffer, især kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K), noget misvisende kaldet "næringsstoffer", som optages fra jorden.

Træets struktur afspejler disse få behov. I forhold til urteagtige planter, som visner ned hver vinter, er et træ begunstiget i konkurrencen om sollys, men dets potentielt store højde og lange grene er samtidig en mekanisk belastning, og transportvejene inden i træet for vand og næringsstoffer kan blive kritisk lange. Kronens form er et kompromis, som skal begrænse skyggevirkningen mellem grenene, under hensyn til de mekaniske belastninger fra tyngdekraft, vind- og snetryk, og minimere transportvejene for vand og næringsstoffer.

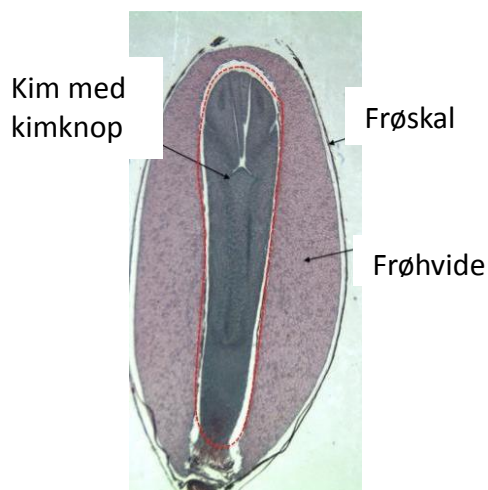
Blandt træer har nordmannsgran en primitiv vækstform, som kendes fossilt tilbage fra sen Devon-tid, omkring 370 millioner år siden, og dermed væsentlig tidligere end den store udvikling blandt krybdyrene. Dinosaurerne kan altså godt have "danset om juletræet". Dette tidlige træ kaldes *Archaeopteris* (fig 1.) og kunne blive op til 30 m højt.



Figur 1. Fossilt træ, *Archaeopteris* sp., omkring 360 mio år før vor tid. Kaldt det første "moderne" træ. Som nutidens *Abies nordmanniana* havde det: ortotrop stamme, og plagiotrope og regelmæssigt fordelte grene, som antyder rytmisk (årstidsbestemt) vækstmønster i stammen (www.devoniantimes.org).

Skud- og knop typer

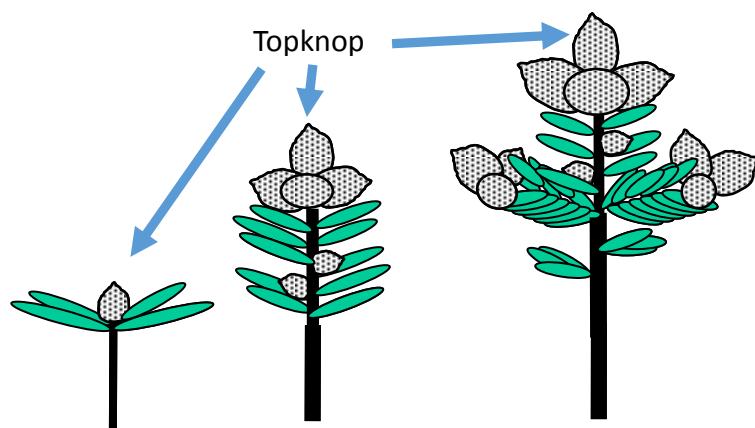
Princippet i vækstformen hos nordmannsgran og mange lignende træer er, at vækstpunktet i frøet (Fig 2), som udvikler stænglen på kim-



Figur 2. Længdesnit af nåletræsfrø, forstørret c 5 gange.



Figur 5. Mutant af nordmannsgran, hvor alle stammens nåle støtter en sideknop.



Figur 3. Nordmannsgran i de første år. Grenkransen kommer først det tredje år.



Figur 4. Venstre: Ortotrop stammeskud: skud er radiærsymmetrisk, nåle alsidigt orienterede. Højre: Plagiotrop grenskud (set fra neden): kun ét symmetriplan, med nåle drejet ud i vandret plan.

planten, også fortsætter sin aktivitet rytmisk gennem mange år og danner hele den gennemgående stamme i træet (Fig. 3). Kun ved beskadigelse kan dette centrale vækstpunkt blive erstattet af et sideskud, men ikke uden at der sker en forringelse af træets balance, styrke og æstetiske værdi. Det centrale vækstpunkt (**topknoppen**) er **ortotrop**, det vil sige, at det danner et lodret skud med alsidigt orienterede blade (nåle), som er placeret i skruestilling (Fig. 4).

Kronens andre vækstpunkter er alle sidestillede; de dannes ved afskæring fra topknoppens vækstzone, enten direkte eller fra andre sideknopper, og de er alle **plagiotrope**, hvilket vil sige, at de er destineret til at danne vandrette og flade skudsystemer. Hvis et sideskud skal erstatte topskuddet, skal det omstilles fra plagiotropi til ortotropi, og dette tager typisk et par vækstsæsoner. Af hensyn til symmetrien i træet er det meget afgørende for juletræsproducenten at bevare topknoppen/topskuddet intakt.

Sideknopper dannes ved nålenes grund. I princippet kan der dannes en sideknop over hver eneste nål; vi kender mutanter, som lægger an til et meget stort antal sideknopper (Fig. 5). I normale træer er de fleste vækstpunkter undertrykt, men findes latent og kan aktiveres ved såring (se senere under sideregulering og

figur 16). Stærkest udviklet er altid de sideknopper, som er i højeste position under topknoppen, **kransknopperne** (Fig. 6). Da skruestillingen her også er meget tæt, kommer knopperne næsten til at sidde "i krans" og er næsten lige store. De skyder frem som **kransgrene** året efter. Kransgrenes placering ved topskuddets årsgrænse betyder, at der kommer et årskuds afstand mellem kransene i træet. Dette mindsker den indbyrdes skyggevirksomhed mellem disse højproduktive grene.

De spredte sideknopper langs resten af topskuddet, **melleknopperne**, har varierende styrke, altid mindre end kranseknoppernes, og typisk aftagende nedad på topskuddet (Fig. 7). Når de året efter skyder frem, viser **melleknoppernes** længde det samme styrkeforhold.

Kort sagt: sideknoppers placering dikterer deres størrelse og den resulterende grens længde.

Kransgrenenes videre udvikling ligner topskuddets, bortset fra, at det hele er fladt (plagiotropt). Nålene er skruestillede, som på stammen, men drejes ud til i det vandrette plan (Fig. 4), og på grenskud er melleknopperne også alle i det vandrette plan. Det samme gælder de øverst placerede knopper, som svarer til topskuddets knopkrans, men ofte kun består af en **endeknop** (grenens version af en topknop), to store **sideknopper** i det vandrette plan, plus eventuelt en nedadrettet knop, **tungeknoppen** (Fig. 8).

Også stammens mellemgrene udvikler sig på denne måde, blot i mindre målestok. Når sideknopperne er placeret vandret, bliver kransegrene og mellemgrene efterhånden til flade skudsystemer, et princip, som normalt kun brydes af de nedadrettede **tungeskud**.

Med denne metodiske vækst bliver det muligt at rekonstruere træets hele historie. Hvor gammelt er træet? Hvordan har det groet i de enkelte år? Hvor mange år er nålene funktionsdygtige? En empirisk matematisk model



Figur 6. Kranseknopper i brydning, medio maj. Bemærk tilbagetrukkede knopskæl. Typisk bryder topknoppen lidt senere end kransen.

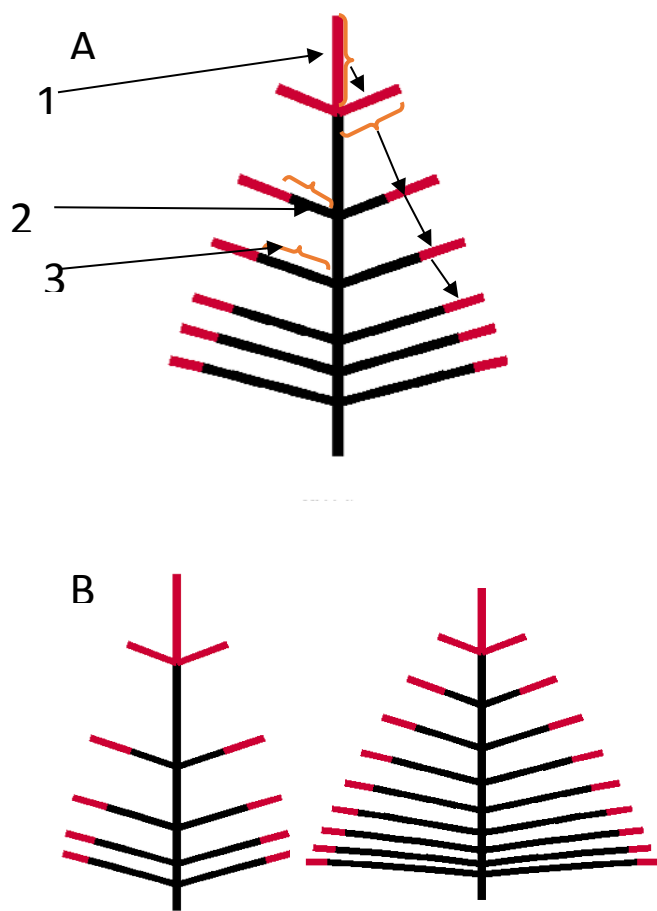


Figur 7. Pilene viser til melleknopperne på topskuddet.



Figur 8. Knopsamling for enden af grenene. Endeknoppen er delvist skjult af nåle (pil). Udvikles til et nyt årskud på grenen. Sideknopperne bliver til sideskud, og den nedadrettede tungeknap til tungeskud.

baseret på mange træer kan fortælle os om lovmæssigheder og give prognoser for træets udvikling. Således kan vi se, at langsom vækst under kulturstarten nødvendigvis medfører



Figur 9. A. Kransgrenes tilvækst sker i forhold til topskuddets tilvækst (1), kransgrenens placering (2 og kransgrenens hidtidige længde (3). Dermed bliver kransgrenes tilvækst altid lidt mindre end grenen ovenfor, og lidt mere end den nedenfor. B. To træer med samme højde, men forskellig alder. Vækstprincipperne bevirker, at det langsomtvoksende træ er forholdsvis bredere.

brede træer, på grund af gren-tilvækstens afhængighed af alder og ovenstående grenkranses tilvækst (Fig. 9).

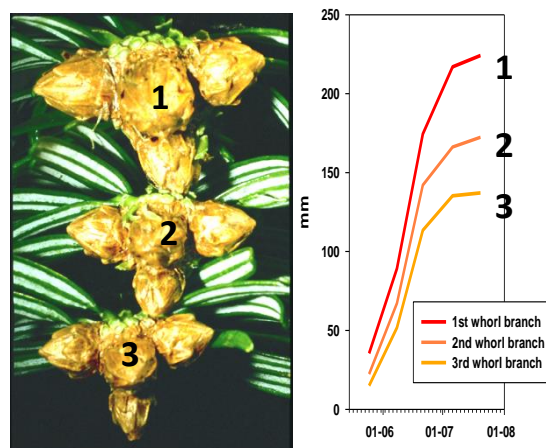
Den store regelmæssighed i et nordmannsgrantræ opfattes intuitivt af os mennesker, så hvis den brydes, ser træet "forkert" ud. Således opstår skønhedsidealene. Hvis man kigger efter, kan man også nemt se gamle skader på træets struktur, og det er vanskeligt at skjule uheld og fejlbehandlinger under produktion.

Årlig tilvækst

I de første år efter frøets spiring har stammen en svag årlig tilvækst; langsom opbygning af kronen er naturligt for stedsegrønne, der inve-

sterer meget energi i blade (nåle), som skal fungere gennem flere år. Derefter stiger stammetilvæksten eksponentielt, typisk med 5-20% længere topskud end året før. Når træet nærmer sig juletræsstørrelse, er topskuddene typisk så lange, at det giver et "åbent" udseende af kronen, som er upopulært. Resultatet bliver især uharmonisk, hvis den tidlige vækst har været så lille, at de første krans er meget tætsiddende (figur 9 B). Det kan ofte være på grund af omplantningschok (se nedenfor). Ultimativt bliver stammetilvæksten selvsagt igen svagere – træet vokser jo ikke ind i himlen, men denne sene livsfase er uden for emnet pyntegrøntsproduktion.

Grenenes radiære udvikling begynder med et maksimalt årsskud nærmest stammen, og de følgende år lægges der mindre og mindre til, endeknoppen bliver mindre (Fig. 10 viser tre etager af kransgrene), og til sidst bryder den slet ikke, og grenens tilvækst standser. Væksten afsvækkes også i de sidegrene, som produceres på kransgrenene. Således som vækstreglerne er skruet sammen, er kransens breddevækst begrænset, og omtrent ligeligt og alsidigt fordelt omkring stammen. Symmetri er klart hensigtsmæssig for den mekaniske stabilitet, når træet bliver større. Kransgrenenes vækstafslutning er også en naturlig følge af, at investering i højere grenkrans giver træet et bedre afkast i form af fotosynteseprodukter. Mellemgrene har generelt et kortere livsforløb end kransgrene.



Figur 10. Vækstkurver for 3 grenetagers endeknopper

Årets gang

Knopperne

I august har et træ allerede veludviklede knopper beregnet til næste år. Hvis man skærer en knop over på langs, vil man yderst se mange lag af knopskæl, som er bladdannelser uden chlorophyll. Indenfor er der en lille kegle med nåleanlæg. Omkring ved efterårsjævn-døgn er de fleste nåle anlagt til næste sæson (Fig. 11, ref 13). Et lunt efterår kan lægge nogle enkelte flere til. En god sommer- og efterårsudvikling betyder en større knop og flere nåle på det skud, som bryder frem næste forår.

Strækningsvæksten

Antal af nåle er den ene faktor, som bestemmer skuddets endelige længde. Den anden faktor er strækningen af skuddet, altså hvor stor afstand bliver der mellem nålene? Hvor den første faktor er bestemt af forholdene i vækståret før, så bliver strækningen afgjort under knopbrydningen og de næstfølgende uger. Forårsnedbør spiller en stor rolle, da udvidelsen af celler kræver vand, og temperaturen (temperatur-sum) regulerer udspringstidspunktet og dermed, hvor lang strækningsperioden bliver (ref 7). Topskuddet strækkes altid relativt mest, og får derved større afstand mellem nålene end sideskuddene, hvis nåletæthed er næsten konstant fra gren til gren på det enkelte træ.

Med andre ord: et skuds længde kan udtrykkes som antallet af nåle ganget med den gennemsnitlige afstand mellem dem.

Knoppernes indbyrdes størrelseforhold i sommeren og efteråret er en prognose for, hvor lange skuddene på det pågældende træ næste år bliver relativt til hinanden; den absolute længde kendes først, når strækningen er gennemført.

Udspringet

sker i foråret under optagelse af vand; der dannes sædvanligvis ikke flere nåleanlæg i

vækstpunktet. Derimod begynder vækstpunktet snart efter knopbrydningen at anlægge knopskæl. Omkring midsommer findes ansats til nye knopper, og ved at fjerne de unge nåle fra skudspidsen kan man se den næste topknop og tælle kransknopper (Fig. 12-13). Derefter begynder de nye knopper at danne nåleanlæg resten af vækstsæsonen.

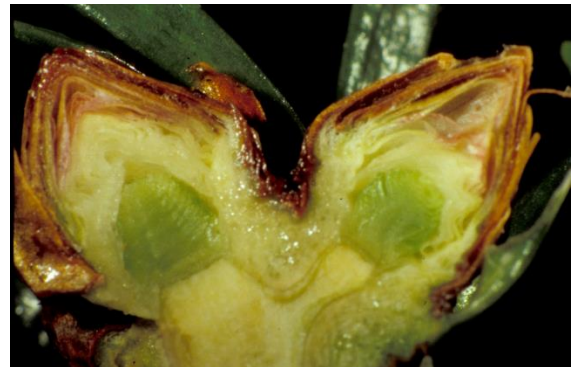


Fig. 11. Ende- og sideknop (til højre), gennemskåret på langs, viser talrige anlæg til nåle til følgende vækstsæson. December.



Fig. 12. Spidsen af topskud ca. 1 juli. Alle nåle fjernet. Man ser de brune knopskæl til topknop (i midten) og til 4 kransknopper (langs periferien).

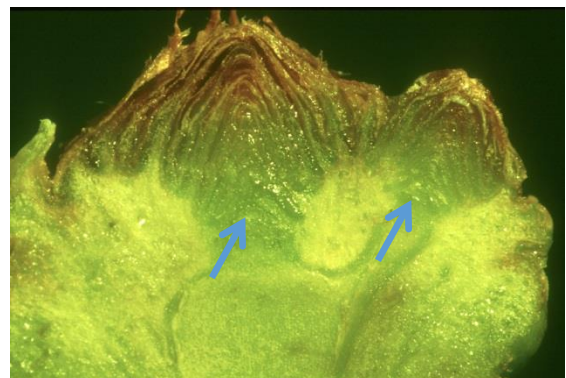


Fig. 13. som figur 12, men skåret gennem topknop og en kransknop. Centralt i knopanlæggene er vækstpunkterne begyndt at danne nåle (pile).

Rodsystemet

Væksten er mest afhængig af jordtemperatur og har *ikke nogen indre årstidsrytme* (ref 14). Det betyder, at rødder kan holde sig i vækst, hvis blot jordtemperaturen er mere end omkring 5 grader. Det er vigtigt for vandoptagelsen, at rødderne ved deres vækst til stadighed kan opsøge nye vandreserver; rødder tømmer hurtigt deres nærmiljø for vand. Hvis de opsugende rødder ikke kan få kontakt med fugtig jord, er det i princippet ligegyldigt, hvor mange de er; uden vækst i rodsystemet, nytter det meget lidt at vande planten.

Rodsystemet skal konkurrere med kronen om træets ressourcer, og i mindre træer sker der en afmatning af rodvæksten i de tidlige sommer måneder, hvor væksten i kronen er mest aktiv, både strækningsvæksten i de nye skud og tykkelsesvækst i stamme, grene og de forveddede rødder. Dette kan være et stort problem ved forårsplantninger, da en vellykket omplantning kræver nyvækst i rodsystemet, og knopbrydningen sker kort tid efter.

Vækst- og formregulering.

Det meste vækstregulering går ud på at hæmme eller fjerne skud, fordi de er for lange, uønskede, eller man vil stimulere forgrening. Formålet er at flytte ressourcer og vækst andre steder hen i træet. Subjektivt kan det godt føles om en vækststimulering, hvis der efterfølgende bryder en masse nye skud frem, men beskæring indebærer også et tab af allerede produceret biomasse. Mest markant er dette i visse totale formreguleringssystemer efter den nordamerikanske tradition, hvor træet nærmest behandles som en hæk. Resultatet er, at produktionstiden for et juletræ er lang, selv under meget fine vækstforhold. En beregning anslog, at en producent i South Carolina (USA) med intensiv beskæring i virkeligheden har produceret mindst 60% mere biomasse, end han ender med at sælge som juletræ.

Man bør overveje tilsvarende problemer med andre større indgreb, fx keglebeskæringsmetoder. Ud over, at lang produktionstid er u-

økonomisk, betyder den også, at stammen bliver meget kraftig, da den jo ikke kan undgå at blive en "årring" tykkere for hvert år. Dette øger vægten af træet og besværliggør transport og montering på fod. En meget tæt krone giver også gode betingelser for visse sygdomme og skadedyr.

Da nålene er træets produktionsapparat, er det mere bekosteligt for opbygningen af biomasse, hvis aktive nåle fjernes, end hvis det gælder knopper eller helt nyudfoldede nåle. Fjernelse af knopper, selv få uger før løvspring, stimulerer hurtigt ny knopdannelse (Ref 11).

Nålene umiddelbart rundt om topknoppen har en vigtig funktion for topskuddets udvikling, måske at sikre en stadigt opadgående strøm i ledningsvævet. At det ikke går at fjerne dem blev afsløret i de tider, hvor nåleafpilning var en almindeligt brugt form for topskudsreguleringsmiddel (ref 6). Topskuds- og stammenålene tillægges ikke den store betydning i fotosynteseproduktionen, da de er så få i forhold til grennålene, hvis orientering også tydeligt er tilpasset til optimal udnyttelse af sollys, men de er altså ikke uden fysiologisk betydning.

Hæmning af topskuddets tilvækst bliver aktuell, når træet er 5-6 år gammelt og fremefter. Industrien har været igennem en del forskellige mekaniske og kemiske metoder, og det er tankevækkende, at flere metoder, som var anerkendt og bredt anvendt, er blevet næsten forladt på bare en omdriftstid. Opfindsomheden har været stor.

I begyndelsen var man meget fokuseret på stammenålenes rolle. Man hæmmede deres lyseksposering med rør af forskellig slags omkring det unge topskud, eller man fjernede alle eller en del af topskuddets nåle under skudstrækningen. Topskuddet blev hæmmet i forhold til, hvor mange nåle man tog bort og også rørene art og farve havde en virkning (ref. 5). Nålene er en vigtig kilde til plantehormo-

net auxin, som regulerer cellestrækning (Fig.14, ref. 9).

Siden er en kontrolleret såring (med tænger og lignende) blevet en udbredt metode. Den anvendes i forsommeren på stammeskuddet lige under det topskud, som er brudt frem. Vævsbeskadigelse medfører udvikling af hormonet ethylen, som enten direkte eller i samspil med auxin hæmmer strækningsvæsten. Generel hæmning af hele træets vækst ved såring af stammebasis eller rodbeskæring er forsøgt som vækstregulering, men effekten er ofte lille, fordi træet har en stor bufferkapacitet, når det er oppe nær juletræsstørrelse. Der skal drastiske behandlinger til (ref 17).

Kemisk væksthæmning

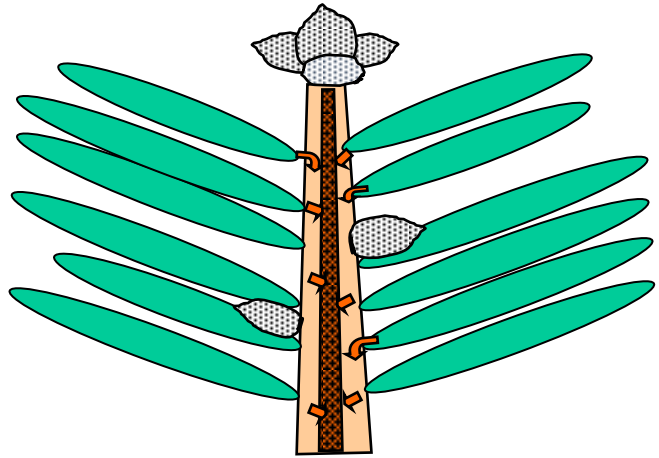
Kemisk vækstregulering er nu en udbredt metode. De fleste steder anvendt til topskud, og gerne påført med rulle. Generel væksthæmning af træer ved bredsprøjtning er også en mulighed (ref 3,4). De anvendte stoffer er enten auxin- eller ethylen-lignende produkter, og spiller således på lignende mekanismer som de mekaniske metoder. Når kemisk vækstregulering foretrækkes, skyldes det nok først og fremmest en større præcision og effektivitet, men miljøfremmede stoffers anvendelse påkalder sig selvsagt årvågenhed af hensyn til økosystemet og til arbejdsmiljøet for producenterne.

Stimulering af topskuddets tilvækst

Tilvæksten bliver typisk hæmmet af omplantningschok ved overgangen fra planteskole til blivende voksested. Dette problem kan afbødes ved omhyggelig plantning, velvalgt plantetidspunkt, eventuelt tidlig formregulering (ref. 1, 12). Stimulering af topskuddets vækst kan være aktuel, når træet er nyplantet på blivestedet, men der har ikke været så meget metodeudvikling i denne retning.

Fjernelse af kransknopper og endeknopper på grene betyder en øget tildeling af ressourcer til topskuddet. Topskudsforøgelsen udgør 8-12 % i forhold til, hvad det ellers ville vokse i

længden; det vil sige, at det er de i forvejen forvejen velgroende træer, som har nytte af



Figur 14. Auxin produceres i nåle, i stigende grad, som de bliver ældre, og i stammen. Strømmen er hovedsagelig nedadgående (pile).



Figur 15. To sæsoner efter, at kransknopper og grenspidser er blevet fjernet, har mellemgrene erstattet kransene, og træet fået en smal kroneform.

behandlingen. Taler vi om svært omplantningschok, er virkningen knapt målelig. De kransgrene, som mistes ved at knopperne til dem fjernes, bliver erstattet af mellemgrene, som er mere veludviklede og talrige end normalt (Fig. 15). Metoden viser, at knopperne

befinder sig i indbyrdes konkurrence, trods den stærke indre styring af kronstrukturen.

Sideregulering.

I forbindelse med en hæmning af topskuddet kan træet blive for bredt, så der tillige er brug for en reduktion i sidegrenenes længde. Nyudfoldede grenskud kan knibes ved at fjerne den helt unge endeknop og dens "krans" af sideknopper (ref 15). Hermed fremprovokerer man nydannelse af sideknopper. Princippet er det samme som ved mellemknopper: jo længere ned på skuddet de dannes, des mindre og svagere tenderer knopperne til at blive. Knibes der langt ind, kommer der ofte flere små, næsten ens knopper. Hvis der derimod knibes langt ude på skuddet, kommer der en større, enerådende knop (Fig. 16). Længden af den spids, man kniber af, er bestemmende for, hvilken nyvækst man får.

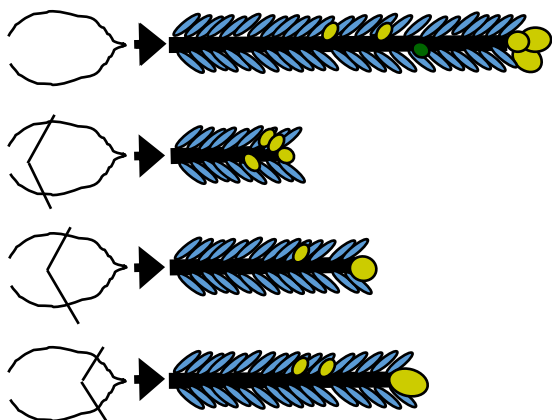


Fig. 16. Sideregulering ved knibning af unge skud, når de har form ca som en kaninhale (skitseret til venstre).

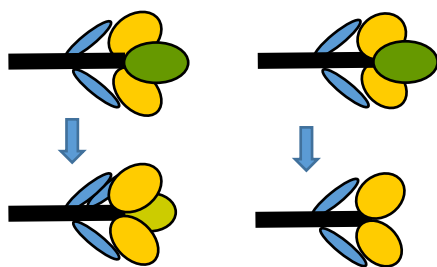


Fig. 17. Sideregulering på udfoldede grene ved enten fjernelse af endeknop, hvor tungeknoppen fortsætter grenen (til venstre), eller hvor sidegrene tager over (til højre).

Afkortning af grene kan også foregå senere på sæsonen ved at fjerne endeknoppen, som giver det længste skyd, og lade sideknopper og/eller tungeknoppen tage over i den følgende vækstsæson (Fig. 17).

Referencer (VB=Videnblad).

- 1 Benfeldt P, Bentsen NS 2005. Kulturstart i nordmannsgran med dækrods- og barrodsplanter. VB 4.9-9
- 2 Bentsen NS 2003. Produktion af juletræer ved genvækst. VB 4.9-7
- 3 Bentsen NS & Skov S 2009. Kemisk vækstregulering af nordmannsgranjuletræer. VB 6.3-19
- 4 Christensen CJ & Jürgensen J 2012. AbiesTop-gruppen. Et succesfuldt producentfinansieret samarbejde. *Nåledrys* 79: 40-43.
- 5 Christensen M, Østergaard K, Sørensen S. 1997. Topskudsregulering. Nåleafpilning. VB 6.3-4
- 6 Pedersen CB & Theilby F 2000. Mekanisk vækstregulering af nordmannsgran. VB 6.3-5
- 7 Pedersen LB & Christensen CJ 2007. Temperaturmodeller og udspring in nordmannsgran. VB 4.2-4
- 8 Pedersen LB, Christensen CJ, Ingerselv M. 2009. Topskudsvækst og klimavariationer – hvordan med kemisk regulering? *Nåledrys* 67/09: 5-9
- 9 Rasmussen HN. 2009. Vækstregulering med NAA og naturligt auxin. VB 6.3-20
- 10 Rasmussen HN. 2009. Mekaniske vækstreguleringsmetoder og naturligt auxin. VB 6.3-21
- 11 Rasmussen HN, Andersen L, Sørensen S 2003. Kurturstart i nordmannsgran – 2. Forøgelse af stammetilvæksten. VB 4.9-6
- 12 Rasmussen HN, Sørensen S. 2004. Kurturstart i nordmannsgran. Topskudstilvækst i forhold til plantetype, stammediameter og plantningstid. VB 4.9-8
- 13 Rasmussen HN 2008. Årsrytmen i nordmannsgran – knopperne. VB 4.11-5
- 14 Rasmussen HN 2008. Årsrytmen i nordmannsgran – rødderne. VB 4.11-6
- 15 Sørensen S & Rasmussen HN. 2003. Fire plus fire modellen. VB 6.2-4
- 16 Sørensen S & Rasmussen HN. 2003. Fire plus fire modellen i praktisk udførelse. VB 6.2-5
- 17 Theilby F 2001. Såring ved stammebasis som formreguleringsmetode i nordmannsgran. VB 6.3-6
- 18 Theilby F & Laursen NK 2006. Kegleklipping af juletræer – 2. Resultater af forsøg. VB 6.3-14.