

Hulheder

Hulheder under nordmannsgranknopper

Af Seniorrådgiver Iben M. Thomsen, Skov & Landskab

I mange nåletræarter – herunder *Abies* – opstår der hulheder i marven lige under de nye knopper i vinterens løb. I nordmannsgran synes disse hulheder under knopperne at hænge sammen med et tilbagevendende problem med knopdød og visnen af nye skud.

I 1999 og 2000 blev der indsendt en række forespørgsler om knop- og skudskader i nordmannsgran til Dansk Juletræsdyrkerforening og Skov & Landskab. Skaderne bestod i manglende knopbrydning (fortrinsvis i 1999) eller visnen af skud kort efter udspring (både i 1999 og 2000). Fælles for begge skadetyper og år var, at skaderne kunne kædes sammen med tilstedeværelsen af en hulhed i området lige under knoppen eller ved basis af det nye skud, hvis knoppen var brudt. Den samme type skade var også observeret i 1982–83 (figur 1 og 2). I perioden 2000–2002 blev forekomsten af hulheder undersøgt i et projekt finansieret af Produktionsafgiftsfonden (PAF) samt under et ophold på Washington State University. Denne artikel sammenfatter den nuværende viden om fænomenet.

Symptomer

Når denne type knop- og skudskade rammer nordmannsgran i form af dårligt udspring,

Figur 1. Typiske symptomer i form af visnen af endeknop og sideknopper kort efter udspring. Foto J. Koch, juni 1982.



ser man forskellige symptomtyper:

- *Døde eller svagt udviklede top- og sideknopper* er karakteristisk for kraftigt skadede træer. Nogle knopper kan stadig være grønne/levende lige under knopskællene, men er døde indvendig. De knopper, som bryder, visner kort efter, at de første nåle viser sig; det vil sige straks efter strækningsvækstens start.
- *Visnen af årsskud efter en kortere eller længere strækning* er kendetegnende for træer med skader længere nede i kronen. Knopperne bryder her normalt, men det

nyudsprungne skud visner fra spidsen og dør hurtigt (2–8 cm langt), se figur 1. Nogle gange dør kun det yderste af årsskuddet.

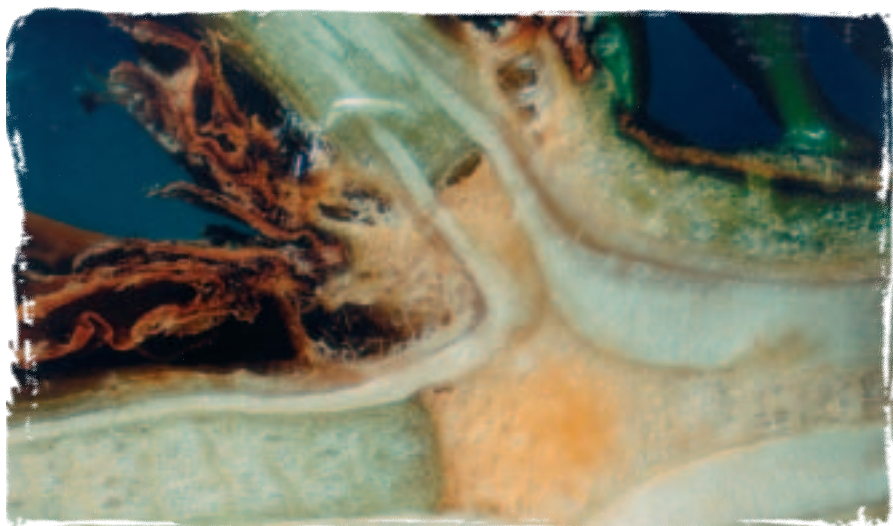
- *Deforme skud og nåletab*. Svagt skadede skud bugter sig ofte. Den basale del af skudaksen, hvor mange af knopskællene sidder tilbage efter skudstrækning, er ofte tyndere end skudaksen udenfor og gerne brunligt rynket. Ved skade på de nederste grenkranse bliver disse somme tider udviklet normalt, men på et tidspunkt bliver en del af årets nåle brune og falder af sammen med nogle af de grønne nåle.

Ofte finder man svampemycelium inde i de døde knopper samt mellem knopskæl og på skudaksen derunder. Dette er fortrinsvis en sekundær skade, hvor kun dødt og svækket væv bliver angrebet.

Knopper, som ikke bryder og visner af skud under skudstrækning, kan have mange årsager. Hvis årsagen er en hulhed under basis af knoppen, er det dårlige udspring kun et symptom på en skade, som allerede er sket. Alle undersøgelser viser, at hulheder bliver dannet længe inden udspring; med andre ord inden skuddene visner.

Hvad er det for hulheder?

Hulhederne opstår, når cellerne i marven lige under den nye knop skrumper ind eller



Figur 2. Ved gennemskæring af skuddet lige i overgangen ser man hulheden og misfarvningen i marven. Foto J. Koch, juli 1983.

går i opløsning. På engelsk bliver fænomenet betegnet som "cavity" under "crown region", det vil sige en hulhed, hvor kronen er overgangen mellem sidste års skud og den nye knop (figur 3).

Vi ved ikke helt, hvorfor hulheder opstår. I nogle *Picea* og *Abies* arter er hulheder under knopperne beskrevet som normalt og uden betydning for udspringet (Lewis og Dowding 1924). Fænomenet er dog stort set ikke udforsket siden, selv om enkelte andre beskrivelser af nåletræer omtaler "cavities" (hulheder) under knoppen.

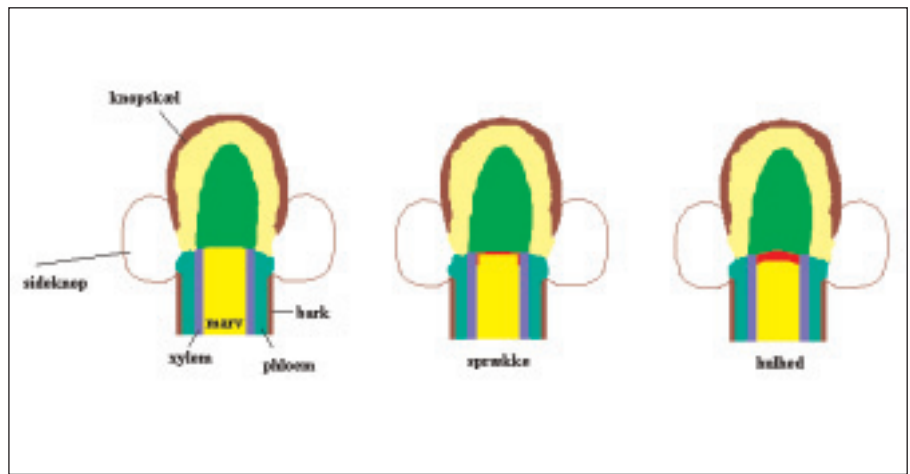
I mine egne studier blev hulhed under knoppen ikke observeret i *nobilis* (*A. procera*). Derimod havde arter som eksempelvis balsamgran (*A. balsamea*, inklusiv varianten *phanerolepis*) og frasergran (*A. fraseri*) konsekvent hulheder under knopperne, uden at udspringet tilsyneladende blev påvirket. Hos nordmannsgran (*A. nordmanniana*) er forekomsten af hulheder sporadisk med individuelle forskelle i tendensen til at udvikle dem. Da skader relateret til hulheder ikke forekommer hvert år, er der måske også forskelle i forekomsten mellem årene. Mere om disse ting senere i artiklen.

PAF projektet viste, at kviste med hulheder sidder tilfældigt fordelt på træet (Thomsen 2001). Det er altså ikke specielt de øverste eller nederste grenkranse, som bliver ramt. Der ses heller ingen forskel mellem sidekviste inde i kronen og de yderste kviste. Knopstørrelsen synes heller ikke at have betydning, men der var en klar tendens til, at hvis endeknoppen havde en hulhed, kunne der også findes hulheder ved de fleste af de omgivende sideknopper.

Hvornår dannes hulheder?

For at finde årsagen til knopdød og skudvisnen, var det vigtigt at fastslå, hvornår hulhederne dukkede op og hvilke omstændigheder, der udløste deres dannelse i nordmannsgran. I princippet kunne hulheder tænkes at opstå, fra de nye knopper er udviklet om sommeren og indtil det tidlige forår (marts), hvor den som nævnt kan observeres ved gennemskæring af knopper. Det mest sandsynlige tidsrum er dog fra vækstsæsonens afslutning omkring oktober og indtil marts.

Ved at følge de samme nordmannsgraner fra december til marts og kontrollere kviste for hulheder under knopperne, viste der sig en udviklingstendens i antallet af hulheder (figur 4). Træerne var udvalgt, fordi de tidligere havde haft denne type skade. I slutningen af forsøgsperioden havde op mod 80% af træerne en eller flere kviste med hulheder under knopperne (Thomsen 2001). I gennemsnit havde 30% af de undersøgte kviste hulheder. Der var ingen synlige forskelle mellem provenienser, men det undersøgte materiale var fortrinsvis Ambrolauri eller tyrkisk pro-



Figur 3. Schematisk tegning af en gennemskåret endeknop hos nordmannsgran. Til venstre sund, i midten med sprække og til højre med hulhed. Overgangen mellem sidste års skud og knoppen eller skuddet (efter skudstrækning) bliver kaldt "crown region" eller kronen (Owens 1984). Det er præcis i denne overgang, at sprækker eller hulheder opstår. Xylem = ved, hvor vandtransporten sker; phloem = sivæv mellem kambium og yderbark.

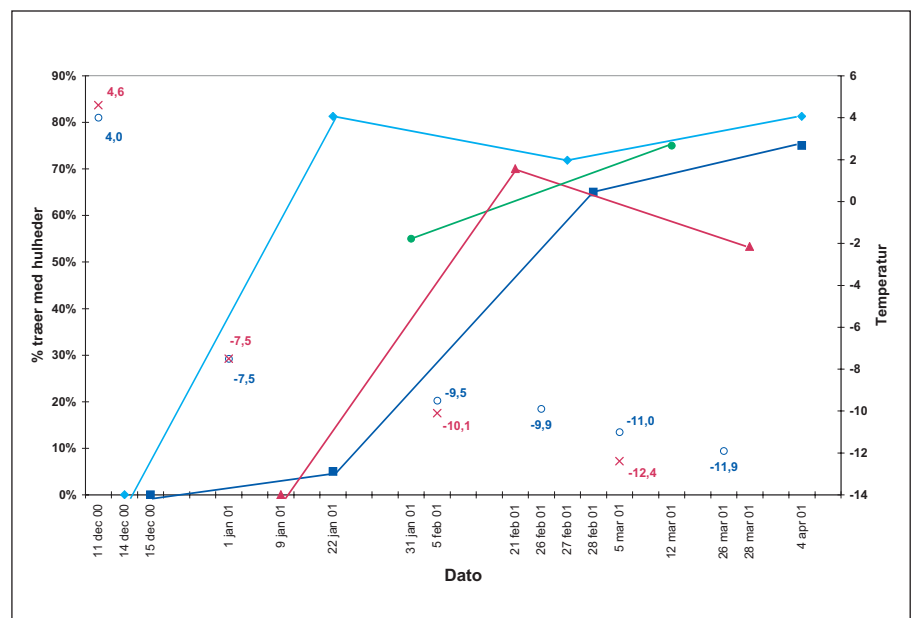
veniens, og datamaterialet var for beskedent til at give sikre svar.

Træerne delte sig efterhånden i to grupper. Den mindste gruppe havde ingen eller meget få kviste med hulheder i hele undersøgelsesperioden. I gennemsnit var der af alle undersøgte kviste højst 2–5% med hulheder pr. træ. Den anden gruppe havde væsentligt flere kviste med hulheder, i gennemsnit 25–50% af samtlige undersøgte kviste. Af de ca. 100 træer i undersøgelsen havde 20 slet ingen hulheder på noget tidspunkt i undersøgelsen. En lige så stor gruppe havde ved sidste

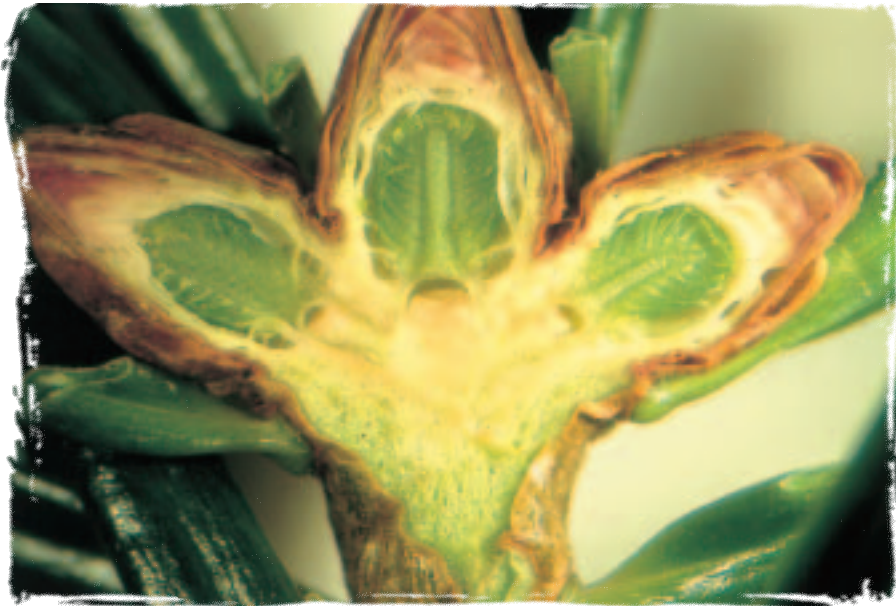
prøveudtagning hulheder i alle eller næsten alle undersøgte kviste (Thomsen 2001).

Frost og udtørring

Forekomsten af hulheder faldt tilsyneladende sammen med antallet af frostgrader (figur 4 og 6). Jo lavere temperaturer, der var registreret på DMI's målestationer nær forsøgsarealerne, des flere træer havde hulheder på de fire forsøgsarealer. Antallet af kviste med hulheder pr. træ steg ligeledes med fallende temperatur.



Figur 4. Figuren viser et sammenfald mellem frostperioder og fremkomst af hulheder. Venstre Y-akse viser procent træer med hulheder i en eller flere kviste på den givne lokalitet og dato. Den røde kurve viser en lokalitet i Jylland, mens de tre øvrige er på Sjælland. Højre Y-akse viser den laveste temperatur registreret ved nærmeste målestation på den givne dato. Blå cirkler er fra Sjælland og røde krydser fra Jylland. Jo lavere temperaturer, des flere træer har hulheder.



Figur 5. Gennemskåret kvist med hulheder ved endeknop og sideknopper, 15x forstørrelse. Fra en sjællandsk lokalitet i januar 2001.

Dermed er sammenhængen med frost dog ikke entydigt bevist. For at afprøve teorien udførte jeg i USA kunstig frysetest på afklippede skud af forskellige *Abies* arter i vintermånederne. Alle testede nordmannsgraner fik hulheder under en større eller mindre del af knopperne efter 8 timer ved -20°C . I de mest modtagelige træer opstod hulheder efter 12 timer ved -10°C , eller endda allerede efter 2 timer ved -15°C .

Derimod kunne selv 20 graders frost i 12 timer ikke fremkalde hulheder i *nobilis*, højst nogle utydelige sprækker i nogle få kviste. En

meget hurtig nedfrysning til -20°C gav dog enkelte hulheder hos *nobilis*. Grandis havde også lav tendens til at danne hulheder, næsten på linie med *nobilis*. Bornmüllergran (*A. bornmuelleriana*) og den amerikanske juletræsart "shastagan" (*Abies magnifica* var. *shastensis*) var nogenlunde som nordmannsgran. Som tidligere nævnt havde frasergran og balsamgran naturlige hulheder allerede inden frysning.

Udtørring synes at være en anden faktor. På en del undersøgte kviste i både PAF projekt og i USA var der kun en meget smal

sprække under knoppen (figur 3), som om vævet lige havde sluppet kontakten. Denne sprække kan faktisk være starten på hulheden. En større og tydeligere hulhed udvikler sig så, når vævet i marven trækker sig sammen, eventuelt som følge af en udtørring. Dette blev illustreret af, at forsøg med at lade kviste ligge nogle dage inden eller efter gennemskæring gav tydeligere hulheder. Omvendt fik kviste, som ikke allerede havde en sprække under knoppen, ikke hulheder selv efter mange dages udtørring. Samme tendens blev set efter frysetesten. Her kunne man ved neddykning i vand få hulheden til at blive "usynlig", når vævet svulmede op. Meget kraftige hulheder var dog stadig synlige som en sprække. Efterfølgende tørring fik hulheden til at træde frem igen.

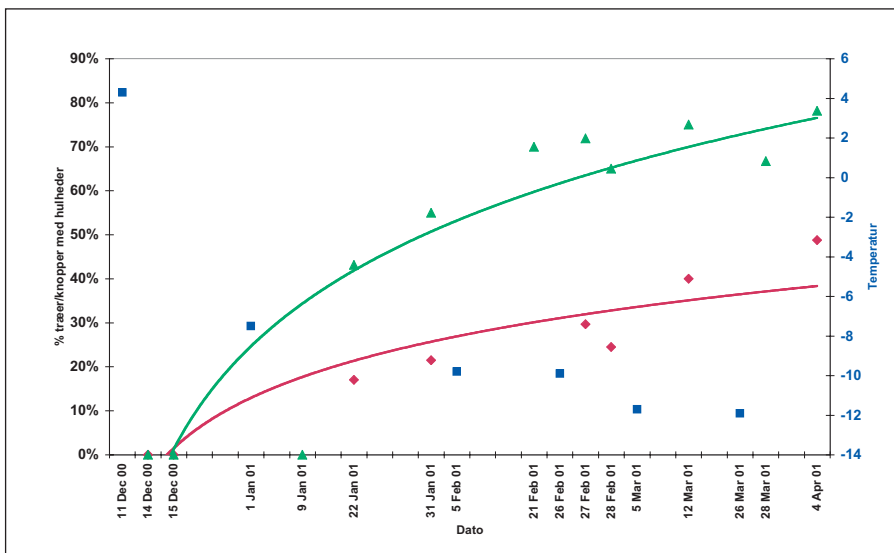
Hvorfor giver hulhed skader?

De observerede hulheder sidder i marven, hvor der ikke forgår vandtransport. Hvordan kan de så få knopper eller skud til at visne? Påvirkningen må være indirekte i form af udtørring af de nærmest siddende celler, som leder vand i veddelen (xylemet) af skuddet. En anden mulighed er, at hulheden opstår, fordi det omkringliggende væv ikke længere er vandmættet. I så fald er hulheden et tegn på manglende vandtransport i veddet og ikke anledningen til vandafbrydelsen. Det store spørgsmål er dog, hvorfor disse hulheder er uden betydning i de fleste nåletræarter, mens de giver problemer i nordmannsgran?

Formentlig er det ikke altid, at hulhederne vil give følgeskader, selv hos disponerede træer. Nordmannsgran springer normalt ud sidst i maj eller de første 14 dage af juni (Christensen og Madsen 1995). Det vil sige, at skuddene kan forventes at nå de kritiske 2–8 cm i starten eller midt i juni. Hvis vejret er varmt eller blæsende på dette tidspunkt af udspringet, kan plantens evne til at transportere vand ud til skudstrækningen blive sat på prøve. Dette kunne ske, når de eksisterende vandførende celler er sat ud af funktion, og kambiet ikke har nået at danne nok nye vårvedsceller til at forsyne det voksende skud med vand. For at knopdød opstår, skal udtørring selvfølgelig ske før ud-spring, for eksempel i april.

Vejret og andre faktorer

Der er visse lighedspunkter mellem de år, hvor vi har registreret kombinationen af hulheder og visnesymptomer. I 1982 var det meget tørt i midten af april, samt varmt og tørt i slutningen af maj og de første 10 dage af juni. I 1983 var det meget varmt og tørt i det meste af juni. I 1999 var det varmt og tørt i slutningen af april og midt i juni. I 2000 var det varmt og tørt i de sidste dage af april og første halvdel af maj. Endvidere var det varmt, tørt og nogle steder ret blæ-



Figur 6. Med baggrund i data fra samtlige lokaliteter kan der laves en gennemsnitskurve, som viser en stigende hyppighed af træer og knopper med hulheder fra januar til marts. Røde punkter viser procentdel knopper med hulheder, og grønne punkter viser procentdel træer, hvor hulheder er observeret under en eller flere knopper. Blå firkanter (højre Y-akse) viser den hidtil laveste temperatur, som er registreret ved nærmeste målestation på den givne dato. Jo lavere temperatur, des flere træer har hulheder. Sammenhængen mellem frost og hulheder er dog ikke entydigt bevist.

sende midt i juni, og varmen kulminerede i en kort hedebølge med op til 30°C den 20. – 21. juni 2000. I alle fire år havde der været frostperioder med mindst -10°C i januar eller februar måned.

Blæst kan være årsag til en øget fordampning fra de nye skud under strækningen og dermed et større vandbehov, men der kan også tænkes en fysisk beskadigelse af de bløde skud. I sig selv kan dette give skader (Thomsen og Christensen 2003), men ydermere åbner begyndende hulheder sig tilsyneladende ved mekanisk påvirkning, hvilket nogle få forsøg i laboratoriet viste. Dette kunne også have betydning, hvis man udbringer sprøjtemidler med tågesprøjte, som jo giver en kraftig sideværts påvirkning, især af træerne ud til sprøjtesporet.

Forveksling med sprøjteskader

På to af de sjællandske lokaliteter var der diskussion om, hvorvidt de sete skader var et resultat af sprøjtning med svovl under de ekstreme varme forhold den 20.–21. juni 2000. Der er dog ingen tvivl om, at selv hvis skaderne fortrinsvis kan henføres til en sprøjtning, så vil tilstedeværelsen af hulheder ved basis af de nye skud forværre sådanne visneskader. Faktisk betød den samtidige forekomst af de to skadestyper, at der blev skabt forvirring om årsagen, idet der på usprøjtede arealer i nogle få tilfælde kunne ses visneskader, som lignede de skader, der var udbredt på sprøjtede arealer. Senere forsøg har vist, at sprøjtning med svovl under varme forhold giver omfattende skader i form af visne skud-spidses (Saxe og Ravn 2001).

Test for hulheder

Da hulheden i nordmannsgran typisk opstår i perioden fra januar til marts, kan den ses ved gennemskæring af knopperne inden udspring. For at teste om et træ har hulheder, bliver der udtaget 10 kviste fra forskellige sider af træet i slutningen af marts måned. Det er nemmest at arbejde med kviste, som ikke har mange eller store knopper, eller meget små knopper. Sidekviste med tre endestillede knopper fra de 3–4 nederste grenkranse på 7–8 årige træer er typisk velegnede. Afklipping af sådanne skud til testformål vil heller ikke give betydende formskader.

Knopperne bliver skåret igennem på langs med et skarpt barberblad. Snittet skal ramme præcist midt gennem knoppen, og det kan være vanskeligt, specielt hvis sideknopperne sidder lidt forskudt for endeknoppen. Det kan være nødvendigt at skære tynde skiver af, indtil midten nås, så den centrale midterakse i knoppen til sidst bliver synlig. Kraftige hulheder kan man se med det blotte øje, men normalt kræves

en lup med 10x forstørrelse for at være sikker i vurderingen (figur 5). Selv om knoppen er brudt, og skuddet har strakt sig, kan hulheden stadig ses ved basis af det nye skud.

Konklusion

Hulheder i marven under nordmannsgran knopper opstår typisk i perioden januar til marts, formentlig i forbindelse med frost.

Der er forskel i tendensen til at danne hulheder, både mellem træarterne, men også indenfor de enkelte arter. Der er ikke konstateret problemer med visneskader relateret til hulheder i andre *Abies* arter end nordmannsgran. Træer, som tidligere har haft skudvisnen i forbindelse med hulheder, må forventes at være særligt udsat for at få den igen. Sådanne træer kan med fordel fjernes i klippegrøntbevoksninger og frøplantager.



Kilder

- Christensen, C.J. og S.F. Madsen (1995):** Proveniensforsøg med nordmannsgran og bornmüllergran i Egelund. Forsøgsbeskrivelse samt resultater for udspring og afmodning. Videnblad 3.1-6. Pyntegrøntserien. Skov & Landskab.
- Lewis, F.J. og G.S. Dowding (1924):** The Anatomy of the Buds of Coniferae. *Annals of Botany* nr. 38, p 217-228.
- Owens, J.N. (1984):** Bud development in grand fir (*Abies grandis*). *Canadian Journal of Forest Research* 14: 575-588.
- Saxe, H. og H.P. Ravn (2001):** Sprøjteskader i relation til klimaforhold og plantestress. Del I: Forsøg under kontrolleret klima. PS Nåledrys nr. 38, p 20-26.
- Thomsen, I.M. (2001):** Nekrose og hulhed under nordmannsranknopper fastlæggelse af skadetidspunkt. PAF afrapportering af pilotprojekt. 12 s. http://www.skovognatur.dk/erhoga-dm/tilskud/produktionsafgiftsfonden/afslut/afslut_rapport.htm.
- Thomsen, I.M. (2002):** Hulheder under nordmannsranknopper. Videnblad 5.8-5. Pyntegrøntserien. Skov & Landskab.
- Thomsen, I.M. og B.K. Christensen (2003):** Vind- og slidskader i nordmannsgran. PS Nåledrys nr. 43, p 21-23.
- Thomsen, I.M., M. Ingerslev, C.J. Christensen og J. Koch (1999):** Knop- og skudskader i nordmannsgran. Videnblad 5.8-3. Pyntegrøntserien. Forskningscentret for Skov & Landskab.

BOLS

FORST PLANTESKOLE



TILBYDER: Vi kan igen til den kommende sæson tilbyde KVALITETS nordmannsgranplanter, proveniens Ambrolauri, Tlugi, fra EGEN DIREKTE KONTROLLERDE frøindsamling i afd. 11 + 12 ved Shaorisøen (1.050 m. højde).

“Bestil allerede nu – Planterne fremvises gerne”

TLF. 75 76 00 43 – Fax 75 76 02 04

Med venlig hilsen Marianne og Lars H. Bols

bolsfrst@post10.tele.dk