

Tyve år med Roundup i skovbruget

Af Thomas Rubow, Statens Planteavlsvforsøg,
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse og Pesticidøkologi

Indledning

Roundup er i fokus for tiden.

For det første har de stedfundne og forventede, kraftige indskrænkninger i antallet af herbicider til skovbrugsformål (herunder juletræs- og pyntegrøntproduktion) skærpet interessen for nye anvendelsesstrategier med dette bredspektrede og ikke særlig selektive middel. Dette er behandlet i artikler i de seneste numre af PS Nåledrys af såvel Forskningscentret for Skov og Landskab som Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse og Pesticidøkologi.

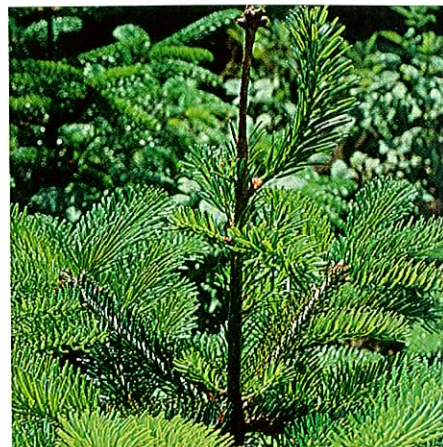
For det andet har tyske undersøgelser (Professor Jürgen Matschke) sat en vis skræk i livet på skov- og planteskolefolk for konsekvenserne (kulturskader) ved uafskærmet sprøjtning i nåletræs- og andre - vedplantekulturer. Undersøgelserne er resumeret på dansk i PS Nåle-

drys nr. 18/1993 side 58 (Asger Olsen) og Gartner Tidende nr. 5/1994 side 120 (Jørgen Mosegaard).

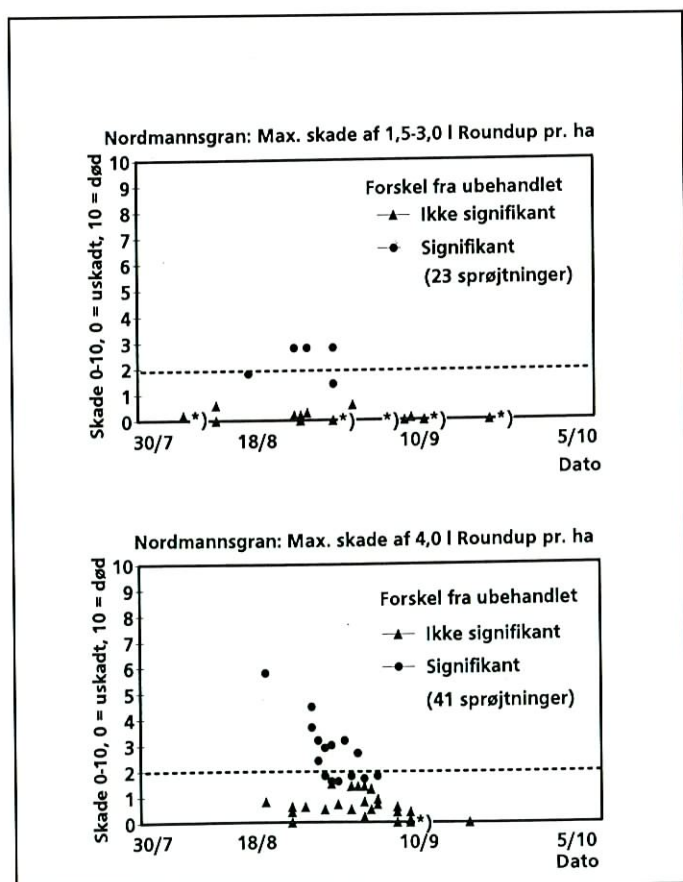
Risici ved ukrudtsbekæmpelse med Roundup

Det er ikke min hensigt at anfægte professor Matschkes undersøgelser og generelle advarsler, da hans plantefysiologiske, biokemiske og planteanatomiske studier ligger udenfor mit kompetenceområde. Med hensyn til de praktiske og produktionsmæssige problemer ved Roundup-anvendelsen (og alle andre ukrudtsmidler for den sags skyld) må jeg dog konkludere, at der ikke er tale om revolutionerende nyheder, og at rådgivning og praksis i det store hele altid har haft følgende forhold for øje ved deres plejestrategi:

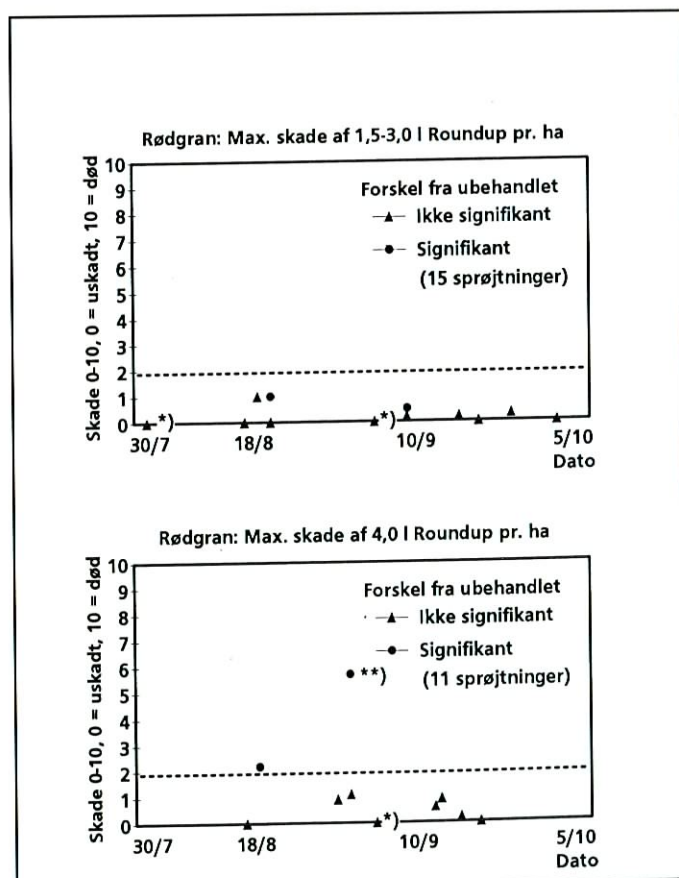
- Kemisk ukrudtsbekæmpelse indebærer altid en vis risiko for kulturbe-



Figur 1A. Nordmannsgran skadet af Roundup. Sprøjtet august 1975 m. 2 kg virks. stof pr. ha (5,6 l). Foto d. 30/6-76. Skade 6; denne plante har næppe store chancer for at ende som juletræ. Foto A.f.U.



Figur 2. Nordmannsgran. Maksimale beskadigelser ved to doseringsniveauer registreret i en række toleranceforsøg. Den vandrette, stiplede linie markerer den acceptable skadegrænse for kulturplanter under ca. 3/4 m's højde. To ens resultater er markeret med *).



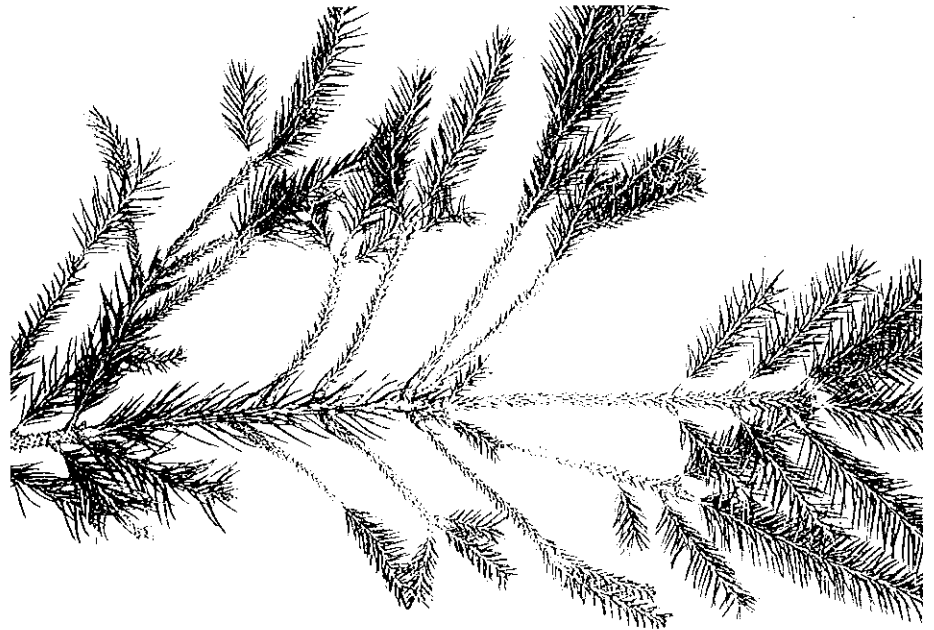
Figur 3. Rødgran. Maksimale beskadigelser ved to doseringsniveauer registreret i en række toleranceforsøg. Den vandrette, stiplede linie markerer den acceptable skadegrænse for kulturplanter under ca. 3/4 m's højde. To ens resultater er markeret med *). **) markerer planter med uafmodnede sommerskud fra en specialundersøgelse.

skadigelser. (Det gør mekanisk bekæmpelse også).

- Jo mere bredspektret/aggressivt herbicidet er, des større er denne risiko.
- Rådes der over mere selektive midler til en given ukrudtsopgave, foretrækkes de frem for mere bredspektrede herbicider, selv om det er lidt dyrere.
- Herbicidskift foretages i størst muligt omfang.
- Anvendelse af lavest mulig dosering og udnyttelse af optimale sprøjtebetingelser.
- Kulturforberedende sprøjtning med ikke-persistent bladmiddel (Roundup) evt. reolpløjning reducerer og udsætter etablering af rodskrudt.

Herbicidernes negative egenskaber i henseende til miljø og risici for kulturplanterne er ofte påpeget. Deres anvendelse beror på, at de medvirker til at gøre plejearbejdet i vore intensive og konkurrencevage kulturer - det være sig planteskole eller juletræ-pyntegrønt - overkommeligt og billigt.

I det følgende vil jeg på baggrund af 20 års forsøgserfaringer opsummere, hvad Roundup kan bruges til og den risiko



Figur 1B. Kvist af rødgran sprøjet med Roundup i foråret 1978, foto d. 21/11-79. 1979-årsskudene tyder på, at planten har overvundet "forgiftningen" helt. Foto: A.f.U.

anvendelsen indebærer. Det er herefter op til den enkelte producent at veje fordele og ulemper mod hinanden.

Siden Roundup (360 g glyphosat pr. liter handelsprodukt) kom i afprøvning til skovbrugsformål i efteråret 1973, er der gennemført 115 forsøg med midlet anvendt ved uafskærmede bladsprøjtninger overfor ukrudts- og kulturtræarter, der er relevante i juletræs-pyntegrønt-sammenhæng.

Materialet omfatter et meget stort antal doseringer, sprøjtetidspunkter, arter m.v. Det skal understreges, at der er sorteret hårdt i denne samling resultater, f.eks. er alle sprøjtninger, hvor der er konstateret eller haves formodning om regn indenfor 6-8 timer efter behandling "bortluget". Den resterende resultatmængde forekommer dog "bæredygtig".

Som det fremgår af figurerne 2-4 - der vil blive kommenteret senere - foreligger der et fyldigt forsøgsmateriale vedrørende 3 vigtige træarters reaktion på sensommer-efterårs-behandling med Roundup.

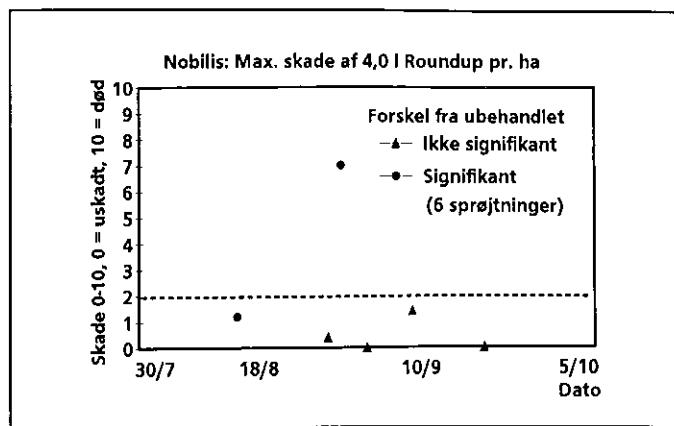
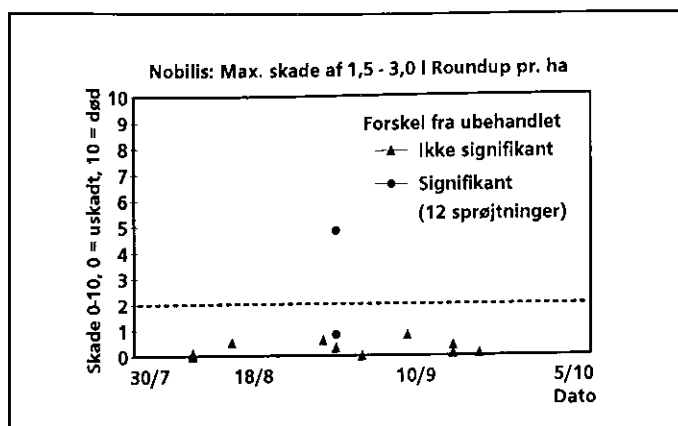
De toleranceundersøgelser, der ligger til grund herfor, er af forsøgstekniske årsager overvejende udført i ret unge kulturer (2-4 år efter plantning) d.v.s. træer "under knæhøjde" og er afsluttede 1 å 3 vækstperioder senere. I løbet af forsøgsperioden vurderes de synlige skader løbende efter en karakterskala 0-10, hvor 0 betegner en helt sund og ubeskadiget plante, og 10 = død; det bemærkes, at en plante med ødelagt topkud/topknop altid får en karakter på mindst 5. Højdetilvæksten registreres ved måling af totalhøjden hvert år ved vækstperiodens afslutning, den defineres som den lodrette afstand fra jordoverfladen (nøjagtig samme kote hver gang) til plantens øverste levende punkt resp. en helt klart akse-dannende topknop f.eks. i tilfælde af

Skadegruppe, max.-skade Karakteristik	0 Uskadt	1-3 Let skadet	4-6 Middel skadet	7-9 Stærkt skadet
Gns. max.-skade pr. 1979	0,0	1,4	5,3	7,2
Antal træer i gruppen	121	70	87	23
Procent træer i gruppen	40	23	29	8
Højde v. sprøjt. 1978, cm	47	52	57	57
Samlet højdetilv. 1978-83, cm	67	67	70	57
Gns. - skade efterår -81	0,0	0,3	2,3	4,0
Juletræs-pct. pr. efterår -81	68	68	22	0

Tabel 1. Konsekvenser af Roundup-skader på nordmannsgran.

Skadegruppe pr. 1978 (Maximal skade) Karakteristik	0 Uskadt	1-3 Let skadet	4-6 Middelstærkt skadet	7-9 Stærkt skadet
Fordeling pr. 1978, %	16	12	44	28
Gnsntl. max.-skade pr. 1978	0,0	2,1	5,6	7,5
Skade pr. efterår 1979	0,0	* 0,8	* 1,8	* 4,7
Skade pr. efterår 1980	0,0	* 0,6	* 1,0	* 3,3
Skade pr. efterår 1981	0,0	0,3	0,3	* 1,8
Skade pr. efterår 1982	0,1	0,4	0,4	* 1,8
Skade pr. efterår 1983	0,4	0,7	0,6	* 1,6
Skade pr. efterår 1984	0,2	0,2	0,1	* 0,7
Højde v. sprøjt. aug. 1977, cm	25	25	22	23
Højdetilvækst 1978 - 1979, cm	6	5	5	* -3
Højdetilvækst i 1980, cm	12	12	12	* 7
Højdetilvækst i 1981, cm	18	18	17	* 11
Højdetilvækst i 1982, cm	24	21	22	* 15
Højdetilvækst i 1983, cm	32	32	32	* 24
Højdetilvækst i 1984, cm	25	24	23	* 18
Samlet højdetilv. 1977-1984, cm	116	112	111	* 72
Sluthøjde pr. efterår 1984, cm	142	137	133	* 95
Juletræs-pct. pr. efterår 1983	39	22	28	12

Tabel 2. Konsekvenser af Roundup-skader på nordmannsgran. Stjerne mellem to på hinanden følgende resultater i rækkerne markerer signifikant forskel.



Figur 4. Nobilis. Maksimale beskadigelser ved to doseringsniveauer registreret i en række toleranceforsøg. Den vandrette, stiplede linie markerer den acceptable skadegrænse for kulturplanter under ca. 3/4 m's højde.

sommerskudsdannelse (nobilis), hvor øverste grenkrans ofte rækker højere. De mange toleranceundersøgelser viser klart, at det maksimale skadeomfang efter efterårsbehandling med Roundup altid optræder i juni-juli det følgende år. Herefter aftager de synlige skader gradvist. Lette beskadigelser overvindes hurtigt, 1-2 vækstår, mens stærke skader tager længere tid og oftest ødelægger træformen for "stedse". Nordmannsgranen på fig. 1 bliver således aldrig til juletræ.

På lidt længere sigt er det overraskende, hvor lidt højdetilvæksten påvirkes af selv stærke beskadigelser.

Som følge af forsøgsplanternes normale udgangshøjde og den relativt korte forsøgsperiode har der sjældent været reel mulighed for at vurdere forsøgsplanternes egnethed som juletræ ved forsøgets afslutning, men som antydning får små beskadigelser på træer under 50-60 cm's højde næppe varige følger.

Tabel 1 viser hovedresultaterne fra en undersøgelse i en middelgod 5-årig juletræskultur af nordmannsgran (skovkultur), der som følge af overdosering med Roundup og uhensigtsmæssig sprøjteteknik blev skadet voldsomt ved sprøjtning i august 1978 (skovdistriktets sprøjtning). Skadeudvikling og højdetilvækst er fulgt ved vurderinger og målinger i perioden sommer 1979 til efterår 1983 på en 3900 m² stor, repræsentativ prøveflade. Samtlige kulturplanter i hver 5. række (301 stk.) er registreret i denne årrække, og pr. efterår 1981 er der foretaget en vurdering for juletræ-egnhed støttet på skovdistriktets mærkning.

Undersøgelsen indledtes med en gruppering af træerne i 4 skadegrupper efter den maksimale skadegrad pr. juli 1979.

Resultaterne viser, at juletræsprocenten falder drastisk, når skadeniveauet overstiger "let skadet", mens højdetilvæksten i løbet af observationsperioden kun påvirkes ubetydeligt.

En helt tilsvarende undersøgelse blev

Ukrudsart/ sprøjtetidsp. (E = efterår F = forår)	Procent effekt efter 1 vækstperiode af forskellige doseringer, liter pr. ha				Relevante sprøjtetids- punkter	Alternative midler
	1-2	3	4	5-6		
Ørnebregne, E	20	50		80-90	August-(sept.)	
Bjergørhvene, E	0		50	80-90	August-september	
Engørhvene, E		90		100	August-september	
Fløjsgræs, E	30	60		90-100	August-september	
Krybende hestegræs, F	40	80		90-100	April-Maj	
Krybende hestegræs, E	0	0		30		
Mosebunke, F	10	75	90	90-100	Sikrest:	Kerb F, Fu- silade X-tra, Gallant, Carbetamex, Folar 460SC Kerb F
Mosebunke, E	70	75	90	90-100	August-september	
Bølget bunke, F		20		50		
Bølget bunke, E	0	0		10		
Hundegræs, F	0	0		60		
Hundegræs, E	0	40		75	August-september	Folar 460SC, april
Alm. kvik, F	0	20	20	70		
Alm. kvik, E		60-90 (90)	80-100	80-100	August-oktober April-(maj)	Folar 460SC Herbatox M 500ES
Star sp., F		100			April-(maj) og August-oktober	
Lysesiv, F		100				
Lysesiv, E	90	100		100		

Tabel 3A. En række ukrudsarters følsomhed overfor Roundup, ørnebregne, græsser og enkimbladede.

Resultater i parentes betyder, at der kun er anlagt 1-2 forsøg.

Ukrudsart/ sprøjtetidsp. (E = efterår F = forår)	Procent effekt efter 1 vækstperiode af forskellige doseringer, liter pr. ha				Relevante sprøjtetids- punkter	Alternative midler
	1-2	3	4	5-6		
Hindbær, F		0				
Hindbær, E	50	80	90	100	August-medio sep.	
Brombær, E	10	50	80-90	90-100	September-dec.	
Gederams, E	25	70	75	95	August-primo sep.	
Agertidsel, E	60	80	80	80-100	August-primo sep.	Matrignon, maj-juni Matrignon, april-maj Hormon,forår
Grå bynke, E			100			
Stor nælde, F	(10)		(10)			
Birk, E	50-60		75-90	100	Sep.-primo okt.	
Bævreasp, E		50		80-90	August-september	
Røn, E	40		90	100	August-september	
Hassel, E			(100)		September	
Elm, E		(20)		(50)	September	
Ær, E		(50)		(90)	September	
Lyng, E		(60)		(90)	September	

Tabel 3B. En række ukrudsarters følsomhed overfor Roundup, tokimbladede og vedplanter.

Resultater i parentes betyder, at der kun er anlagt 1-2 forsøg.

udført for perioden sommer 1978 til efterår 1983 i en halvdårlig skovkultur af nordmannsgran, der som følge af overdosering og CDA-sprøjteteknik blev skadet voldsomt ved behandling i august 1977. I undersøgelsen indgik 774 træer svarende til hvert træ i hver 3. række på en 3000 m² fast prøveflade.

De detaljerede resultater med sikkerhedsberegninger fremgår af tabel 2.

Billedet er nogenlunde som i tabel 1: Aftagende juletræsprocent for stigende skadegrad, men tendens til at forskellene i højdetilvæksten efterhånden udjævnes.

Konklusionerne af de to undersøgelser er, at markante Roundup-skader i unge juletræskulturer af nordmannsgran vil forringe udbyttet meget betragteligt.

Tør vi på denne baggrund overhovedet tænke på at sprøjte med Roundup i anlagte kulturer? Svaret skulle gerne kunne afklares af de mange foreliggende

Toleranceundersøgelser

I figursættene 2, 3 og 4 er resultaterne for de registrerede maksimal-skader i et stort antal forsøg udført fra 1974 til 1992 vist ved 2 doseringsniveauer. Der er udelukkende tale om sensommer-efterårs-sprøjtninger.

Da alt tyder på, at risikoen for varige og betydende skader er minimal i skadegruppen 1-3 = let skadet, er en "kritisk" skadegrænse for maks.-skade 2 indtegnet. I alle toleranceforsøg har de udvalgte forsøgsplanter været fuldt eksponerede for sprøjtevæsken, i mange tilfælde er der anvendt deioniseret vand (300-400 l/ha).

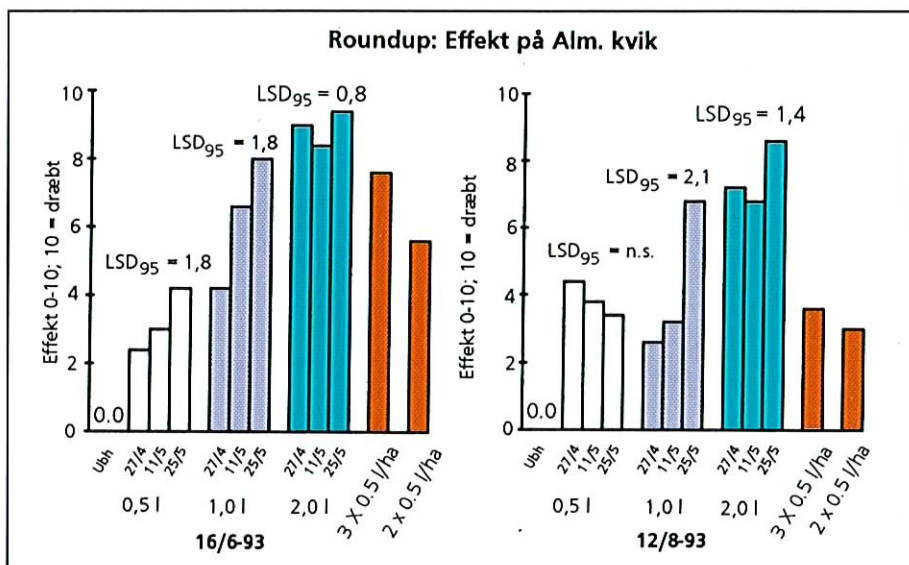
Fig. 2, *Nordmannsgran*: Sene sprøjtninger - d.v.s. fra slutningen af august til ind i september - med doseringer op til 3 l Roundup pr. ha synes ikke at indebære risiko for kulturen.

4 l/ha er betydelig farligere, og først ind i september er denne dosering nogenlunde sikker.

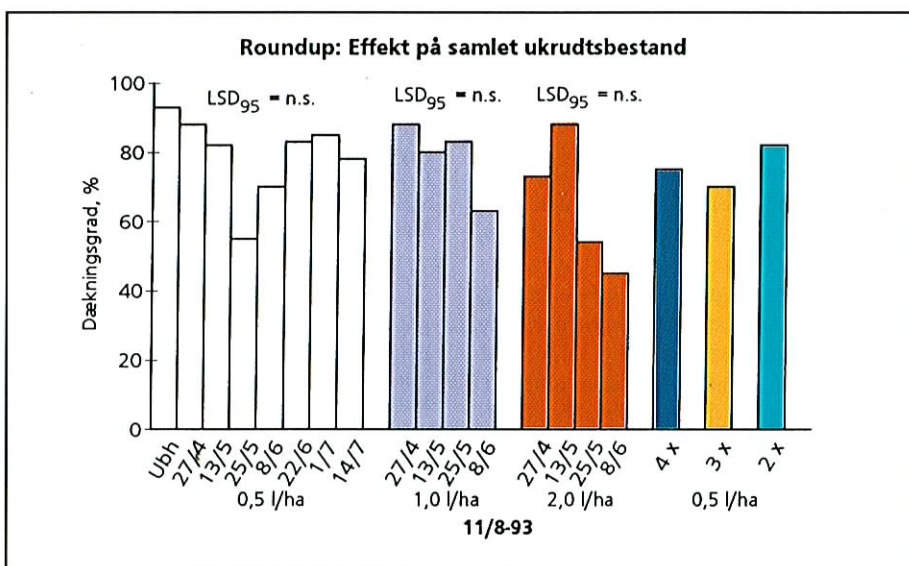
Fig. 3, *Rødgran*: Forsøgs materialet er betydeligt mindre, men alligevel tør det konkluderes, at rødgran er mere hårdfør over for Roundup end nordmannsgran. Det bemærkes, at den høje skade = 5,6 d. 2/9 for 4 l/ha skyldes bevidst sprøjtning af planter med uafmodnede sommerskud.

Fig. 4, *Nobilis*: Materiale mængden er spinkel, artens tilsyneladende gode tolerance må tages med forbehold, da undersøgelser udført af FSL (Skovteknisk Institut) har vist meget alvorlige skader. Desuden er sommerskudsætning meget hyppig i nobilis og vil jvf. ovenstående bemærkning om rødgran, øge skaderisikoen betydeligt.

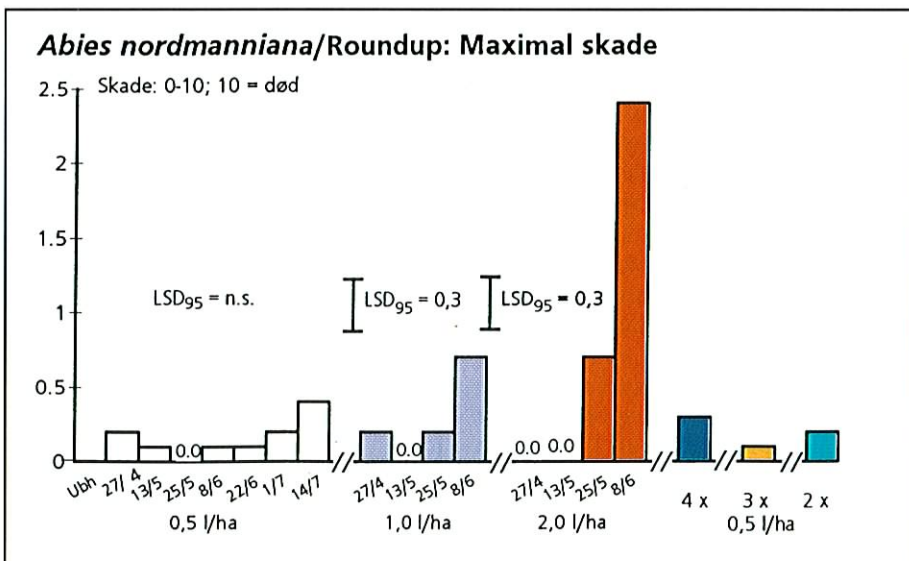
Konklusionen er, at nordmannsgran og rødgran kan sprøjtes med Roundup i de yngre kulturstadier når der tages skyldigt



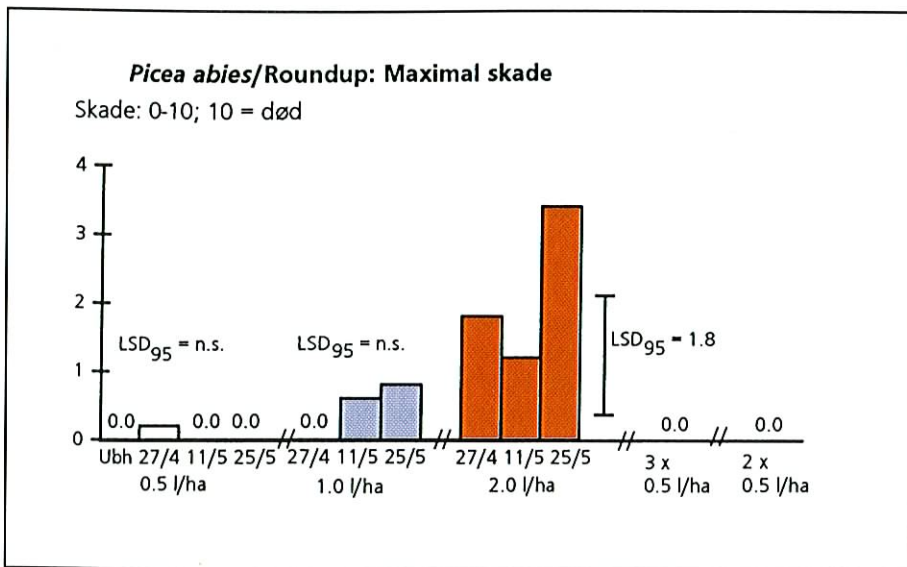
Figur 5. Virkning på alm. kvik af forskellige Roundup-behandlinger gennem vækstperioden 1993. Opgørelser pr. 16/6-93 og 12/8-91.



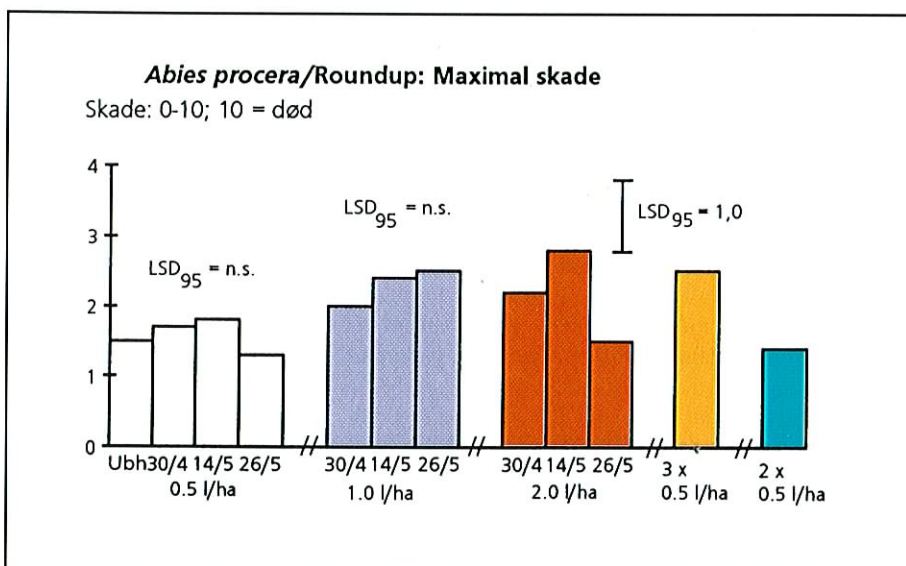
Figur 6. Virkning på en blandet ukrudtsbestand af forskellige Roundup-behandlinger gennem vækstperioden 1993. Effekten er udtrykt som procentisk dækningsgrad af overlevet ukrudt pr. 11/8-93. Ukrudtsarter: Alm. kvik, enårig rapgræs, kirtlet dueurt, canadisk bakkestjerne og agerpadderok.



Figur 7: Nordmannsgrans tolerance over for Roundup ved sprøjtninger gennem vækstperioden 1993.



Figur 8. Rødgrans tolerance overfor Roundup ved sprøjtninger gennem vækstperioden 1993.



Figur 9. Nobilis' tolerance overfor Roundup ved sprøjtninger gennem vækstperioden 1993. Bemærk at det ubehandlede led også figurerer med en vis skadegrad (tørke, nattefrost).

hensyn til dosering, sprøjtetidspunkt og sprøjteteknik (ikke CDA- eller tågesprøjter!).

Nobilis' toleranceforhold må afklares bedre.

Anvendelse af splitsprøjtninger over for hårdføre ukrudtsarter, hvilket jeg slog til lyd for i PS Nåledrys nr. 18/1993, bedes erindret.

Der er udført ganske få toleranceforsøg i andre nåletræarter:

Østrigsk fyr sprøjtet d. 10/9-81: Svage skader af 2 og 4 l/ha

Skovfyr sprøjtet d. 10/9-81: Svage skader af 2 l/ha, uacceptable ska-

der af doseringer på 4 l/ha og derover.

Sitkagran sprøjtet d. 5/9-80: Ubetydelige skader under 4 l/ha

Sitkagran sprøjtet d. 15/9-80: Ubetydelige skader til og med 4 l/ha. Der skal tages skyldigt hensyn til artens sene skudmodning og tilbøjelighed til sommerskudsdannelse.

Abies grandis sprøjtet d. 18/8-78: Ingen skader ved doseringer under 4 l/ha

Abies grandis sprøjtet d. 19/9-78: Ingen skader ved doseringer til og

med 4 l/ha. Der skal tages skyldigt hensyn til artens sene skudmodning og tilbøjelighed til sommerskudsdannelse.

Cypres sprøjtet d. 21/9-79: Tåler ikke Roundup

Sprøjtetidspunkt

Hidtil har kun sensommer-efterårssprøjtninger været omtalt, og som det ses af tabel 3A og 3B er ukrudtseffekten af efterårssprøjtning bedst undersøgt og gennemgående bedre end tilsvarende forårssprøjtning. Dette er da også i overensstemmelse med vor viden om glyphosats transportmønster inde i planter.

I de seneste år er der udført et intensivt forsøgsarbejde med det formål at undersøge, om små doseringer af Roundup kan anvendes hensigtsmæssigt på mere urtraditionelle tidspunkter.

De opnåede effekt-mæssige resultater af 0,5 l - 1,0 l, 2,0 l og gentagne sprøjtninger med 0,5 l Roundup pr. ha ses i figur 5 og figur 6 for behandlinger i foråret og forsommeren. Bemærk at der i figur 5 er tale om en procentvis effekt-skala, hvor høje søjler betyder god effekt, mens figur 6 viser mængden af overlevet ukrudt ved vækstperiodens slutning, høje søjler altså lig med dårlig effekt.

Bekæmpelsesresultaterne er på lidt længere sigt ikke overbevisende.

Figurerne 7, 8 og 9 viser tolerance-resultater (maksimal skade) for træarterne: Nordmannsgran, rødgran og nobilis. Bemærk her at skalaen for nordmannsgran (med de fleste sprøjtninger) er på et lavere niveau end de to øvrige arter.

Konklusion

- Roundup bør generelt anvendes ved sensommer-efterårssprøjtning.
- Ved sprøjtning i anlagte kulturer bør doseringen være under 4 l pr. ha. Erkend derfor ukrudtsproblemerne i tide! Udfør evt. arbejdet som splitsprøjtning jvf. PS Nåledrys nr. 18/1993.
- Sprøjt ikke uafskærmet i juletræskulturer, hvori der påregnes hugst inden for 2-3 år.
- Brug hensigtsmæssigt sprøjteudstyr - ikke CDA- eller tågesprøjter.
- Anvendelse af lavest mulige vandmængde og vand med beskedent indhold af kalk, jern, magnesium og humus giver størst mulighed for at reducere Roundup-doseringen (PS Nåledrys 18/1993).
- Undlad indtil videre tilsætning af additiver (ammoniumsulfat) ved sprøjtning i anlagte kulturer.
- Sprøjt kun med udsigt til tørvejr i mindst 6-8 timer efter behandling.
- Brug skånsomme alternativer, hvis de findes.