

# Roundup og juletræer – er der nogle miljøproblemer?

Af René K. Juhler <sup>1)</sup>, Lars Bo Pedersen <sup>2)</sup>, Ole Stig Jacobsen<sup>1)</sup> & Claus Jerram Christensen <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), <sup>2)</sup> Skov & Landskab (Københavns Universitet), <sup>3)</sup> Dansk Juletræsdyrkerforening

To års undersøgelser i nyplantede nordmannsgranjuletræer på stiv lerjord viser, at brugen af Roundup i selv meget høje doseringer næsten ikke har ført til nogen udvaskning af glyphosat eller nedbrydningsproduktet AMPA, men undersøgelsen viser også, at ca. halvdelen af den udbragte mængde pesticid kan genfindes som AMPA i jorden under juletræerne. Endvidere resulterede kemisk ukrudtsbekæmpelse i bedre plantevækst og sundhed sammenlignet med kombinationen af mekanisk renholdelse i vækstsæsonen og efterårsprøjtning med Roundup.

I år 2003 rejstes tvivl om sikkerheden ved at anvende Roundup til ukrudtsbekæmpelse på lerjorde, da man mistænkte, at kombinationen af regnhændelser og lerjord med sprækker kunne forårsage en betydelig nedvaskning af plantebeskyttelsesmidler til de grundvandsdannende lag. På det tidspunkt blev det overvejet om efterårsprøjtning

med Roundup helt skulle forbydes, herunder på juletræsarealer. På denne baggrund bevilligede Miljøstyrelsen i 2004 et toårigt forskningsprojekt med det formål at undersøge glyphosat (aktivstoffet i Roundup – se figur 1) og nedbrydningsproduktet AMPAs skæbne under nyplantede nordmannsgranjuletræer. Tidligere undersøgelser har beskrevet transport, binding og nedbrydning af glyphosat i jord, men denne viden var dog primært baseret på forsøg i mere almindelige markafgrøder. Derfor var der et behov for at få belyst, hvad der skete med glyphosat i jorden under juletræerne, og om der var særlig risiko i forhold til forurening af grundvandet som konsekvens af den anderledes afgrøde som juletræerne på mange måder er, herunder det anderledes rodsystem.

## Forsøg

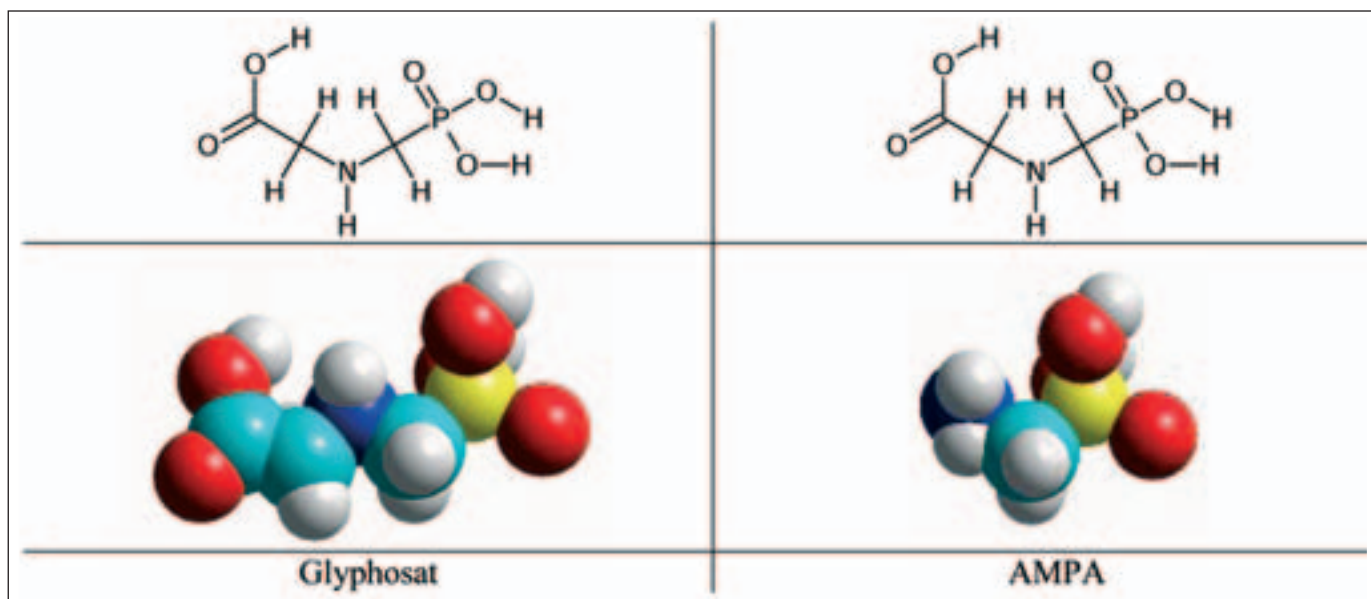
På et leret areal ved Slæggerup lidt øst for Roskilde blev der anlagt forsøg med nyplantede nordmannsgranjuletræer. Arealet

havde tidligere indgået i et pesticidvarslingsprogram VAP ([www.pesticidvarslng.dk](http://www.pesticidvarslng.dk)), og var derfor ustyret med en mængde udstyr til prøvetagning og monitorering. Topografi og drænføring muliggjorde også en adskillelse af det nedsivende jordvand fra de to forsøgsbehandlinger (figur 2). I tillæg til de to behandlinger blev der anlagt en kontrol parcel, hvor der dog kun blev registreret vækst og kvalitet på træerne, uden at der blev foretaget behandling af træer eller jord efter udplantningen. Forsøget blev udført fra maj 2004 til og oktober 2006.

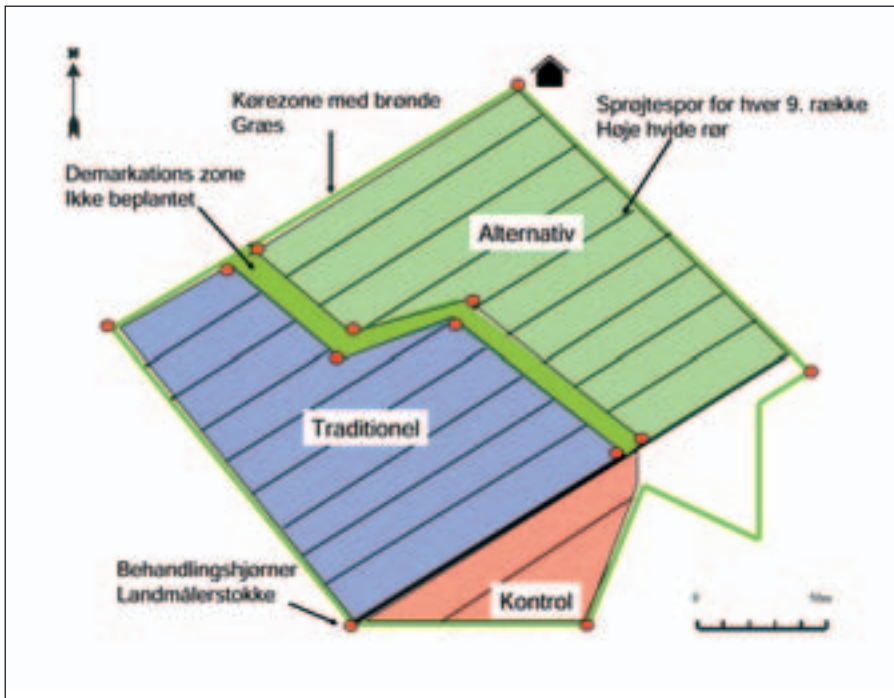
Træerne blev maskinplantet i stub i foråret 2004 af HedeDanmark efter forudgående hegning af de godt 2,5 ha (figur 3). Træerne fik en vanskelig start grundet kombinationen af den stive lerjord og voldsom tørke i forsommeren 2004.

I forsøget indgik to behandlinger;

1) Traditionel ukrudtsbekæmpelse med Karmex (diuron), Interterbuthylazin (ter-



Figur 1 Kemisk struktur af glyphosat og nedbrydningsproduktet AMPA. Stofferne er undersøgt under adskillige markafgrøder, men skæbnen i jord under juletræer var ret ukendt ved undersøgelsens start.



Figur 2 Forsøgsanlægget ved Slæggerup. Den grønne zone adskiller de to behandlinger, og arealet skrånede nedad gående mod nord.

**Vi importerer nordmannsgranfrø direkte fra Ambrolauri Tlugi**

**BOLS**

**FORST PLANTESKOLE**

LØVETVEJ 30

8740 BRÆDSTRUP

TLF: 75 76 00 43

FAX: 75 76 02 04

E-MAIL: POST@BOLSFORST.DK

[www.bolsforst.dk](http://www.bolsforst.dk)

buthylazin) og Roundup (glyphosat) om foråret i kombination med Roundup (glyphosat) om efteråret. Hertil kom en afskærmet Roundup-sprøjtning i vækstsæsonen og brug af Matrigon (clopyralid) efter behov.

2) En alternativ ukrudtsbekæmpelsesstrategi, hvor der holdes mekanisk rent i foråret

og i vækstsæsonen, og hvor der suppleres med en reduceret dosering af Roundup i efteråret (tabel 1).

Der er gennemgående tale om høje doseringer sammenlignet med branchens gængse praksis, men alle doseringer ligger inden for det maksimalt tilladte. Særligt

efterårssprøjtningen i den traditionelle behandling er skønsvist dobbelt så stor som almindelig praksis.

Trods de store mængder ukrudtsmiddel i den traditionelle behandling samt en del overkørsler i den alternative behandling var der stadigvæk ukrudt på særligt det al-



Figur 3 Plantning den 11/5 2004 med tre-rækket plantemaskine. Foto: Lasse Gudmundsson, GEUS.

**Tabel 1** Årlige behandlinger på forsøgsarealet. Der blev anvendt følgende handelsprodukter: **Glyphosat: Roundup-Bio (360 g/l), Terbutylazin: Inter-Terbutylazin (500 g/l), Diuron: Karmex (800 g/kg), Clopyralid: Matrigo (100 g/l).**

Behandling/måned	April	Juni/Juli	September/oktober
Kontrol	Ingen	ingen	ingen
Traditionel	Glyphosat: 2,0 l/ha (300 l) Terbutylazin: 4,0 l/ha (300 l) Diuron: 1 kg/ha (300)	Glyphosat: 1,0 l/ha (150 l) (afskærmet) Clopyralid: 2,0 l/ha (400 l) (pletsprøjtning)	Glyphosat: 4,0 l/ha (300 l)
Alternativ	Rensning med traktortrukket mulcher: Primo maj & medio Juli		Glyphosat: 2,0 l/ha (300 l)

ternative areal, der primært bestod af tidsler og mælkebøtter (figur 4).

## Glyphosat og AMPA i jord og vandprøver

Koncentrationerne af glyphosat og AMPA blev undersøgt på tre måder:

- Ved analyse af drænvand opsamlet under de to forsøgsfelter
- Ved indsamling af det øverste grundvand under de to behandlinger
- Ved analyse af jordprøver udtaget på de to behandlingsfelter

Kun i enkelte prøver fra drænvandet blev der fundet målbare koncentrationer af såvel glyphosat som AMPA, det vil sige koncentrationer større end laboratoriets detektionsgrænse på 0,01 µg/l (tabel 2). Koncentrationerne var dog i alle tilfælde lavere end den maksimalt tilladelige mængde (0,1 µg/l).

I de 29 vandprøver der blev udtaget fra det yngste grundvand under forsøgsfelterne blev der ikke påvist glyphosat eller AMPA i en eneste prøve.

Jordprøver fra begge behandlingsfelter viste indhold af såvel glyphosat som AMPA, og der var en generel tendens til, at indholdet af AMPA var større end glyphosat (tabel 3).

Efter to vækstsæsoner med to sprøjtninger på den alternativt behandlede del af marken og fem sprøjtninger på den traditionelt behandlede mark, var der i alt anvendt henholdsvis 1,4 og 5,4 kg aktivt stof pr. hektar. Hen gennem projektet blev der målt glyphosat og AMPA indhold i jorden ved at prøvetage ned gennem jordlagene. Gennem projektperioden svinger det generelle niveau for restkoncentrationsindholdet i jorden, men udtrykt i glyphosatenheder svarer summen af glyphosat og AMPA indhold der kunne findes i jorden til omkring 50% af den udbragte pesticidmængde.

## Juletræskvalitet og næringsstoffer

For at belyse de to behandlings påvirkning af træerne blev der hvert år udført målinger på ca. 300 træer i hver behandling, og en tilsvarende måling blev udført på træer fra det ubehandlede kontrolfelt. Gennem de tre vækstår efter tilplantning gav den traditionelle ukrudtsbehandling en stadigt bedre vækst (figur 5), og en tydeligt bedre nålefarve end den alternative ukrudtsbehandling. Tydelige forskelle i nålefarve modsvarede af markante forskelle i koncentration og indhold af kvælstof (N) i nålene, hvilket peger på et klart forskelligt

optag af kvælstof i behandlingerne (figur 6). For andre næringsstoffers vedkommende var der ikke forskel for de to behandlinger og næringsstofniveauet i nålene lå generelt inden for det anbefalede optimale niveau.

Den ringere farve og lavere koncentration af kvælstof i nålene i den alternative behandling kan formentlig henføres til en større omsætning i jorden, som potentielt kan have ført til et større tab af N via udvaskning. Rodbeskadigelser kan heller ikke udelukkes som en mulig årsag til det ringere vækstrespons i den alternative behandling.

Trods træernes ringe størrelse er der klare indikationer af, at den mekaniske behandling på sigt vil føre til en ringere vækst med længere omdrift til følge sammenlignet med den traditionelle behandling. Der er en betydelig risiko for at den alternative ukrudtsbehandlings vækstrespons medfører et behov for endnu et vækstår for at få en tilstrækkelig juletræshøjde og muligvis en forringet juletræskvalitet med en betydelig produktionsomkostning til følge.

## Konklusion

Projektets officielle titel var "Udvaskning af glyphosat ved juletræproduktion på lerjord - PESTO". Hovedformålet var at undersøge, om der var særlige forhold ved juletrædyrkning, der ændrede risikoen for udvaskning af sprøjtemiddelet glyphosat og AMPA til grundvandet.

Projektets resultater viste:

- I drænvand blev der konstateret enkelte hændelser med udvaskning af såvel glyphosat som AMPA.
- I ungt grundvand blev der ikke påvist glyphosat eller AMPA.
- I jorden blev der påvist restkoncentrationer af AMPA og glyphosat, det generelle niveau, som kunne genfindes i jorden svarede til ca. 50% af den udbragte mængde pesticid.
- Træernes kvalitet blev påvirket af begge behandlingsformer. Traditionel sprøjtemiddelbaseret behandling gav en bedre kvalitet end den alternative, primært mekanisk baserede ukrudtsbehandling.
- Øget omdriftstid samt nedsat højde-

**Juletræsmærker 2008**

**Overvej dit forbrug af specialtryk allerede nu**

OTN N° 000001

• Ein Geschenk der Natur  
• A gift from nature  
• Un cadeau de la nature

Original Nordmann

Indgang butik

Skovudstyr

Vævervej 4 · Viborg · Tlf. 87 281 281 · www.skovudstyr.dk



**Figur 4 Mælkebøtter var en af de ukrudtsarter, som var meget fremherskende – særligt i den alternativt renholdte parcel. Foto: Lars Bo Pedersen.**

vækst og nålekvalitet i forhold til traditionelt dyrkede træer indikerede at øgede driftsomkostninger kan forventes, når sprøjtemiddelanvendelsen reduceres.

Selv om der blev fundet sprøjtemiddel og nedbrydningsproduktet AMPA i drænvandet er der ikke noget som tyder på, at øget opmærksomhed er påkrævet i forhold til anvendelser af glyphosat til traditionelle landbrugsafgrøder i årlig omdrift. Denne konklusion bygger på hyppigheden og niveauet for de fundne koncentrationer i drænvandet, som i alle tilfælde lå under 0,1 µg/l. Dynamikken i drænuvaskningen og de beregnede mængder, der udvaskedes var heller ikke væsentligt forskellige fra undersøgelser udført i almindelig landbrugsanvendelser.

I projektet blev der fundet puljer af glyphosat og AMPA, som var bundet i jorden. Inden for projektets tidsramme var der udsving i de koncentrationer, der blev fundet, og undersøgelsen viste, at der er uafklarede forhold omkring dannelse og dynamik i sådanne sprøjtemiddelpuljer i jorden. Eksempelvis kan det tænkes at en del af stofferne frigøres senere i træernes vækstperiode,

**IDEAS GROWING**  
 VI UDSØGER DE BEDSTE  
 PLANTEPARTIER – SKOVDRIFT –  
 – VI KOORDINERER LEVERIN-  
 GERNE OG PLANTERNE VIL ALTID  
 VÆRE KLAR TIL AFTALT TID – VI  
 RÅDGIVER VORES KUNDER OM  
 PLANTEVALG – VI HAR OVER 15  
 ÅRS NÆRT SAMARBEJDE MED  
 DANSKE PLANTESKOLER – VI  
 VOKSER MED VORES KUN-  
 DER – UBEGRÆNSET  
 UDVALG – VI LEVER I  
 SKOVEN

**FORSTPLANT**

BESØG [WWW.FORSTPLANT.DK](http://WWW.FORSTPLANT.DK)  
 OG KONTAKT PLANTEMÆGLERNE:

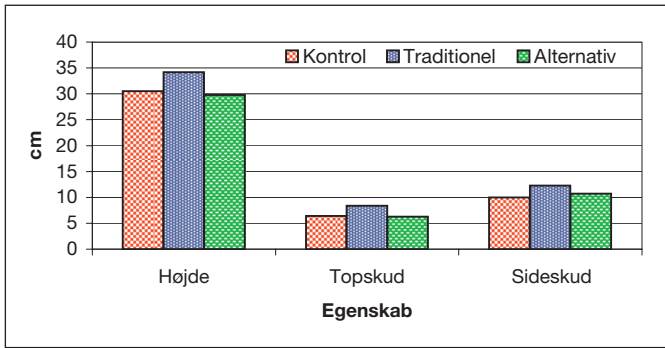
**JENS HOUKJÆR 76 82 90 90**  
**THOMAS STENHOLDT 20 28 00 97**  
**STEEN HOUGAARD 86 54 53 20**

**Tabel 2. Analyser af glyphosat og AMPA i drænvand fra de to behandlinger. i.p. betyder, at stoffet ikke er påvist i analysen.**

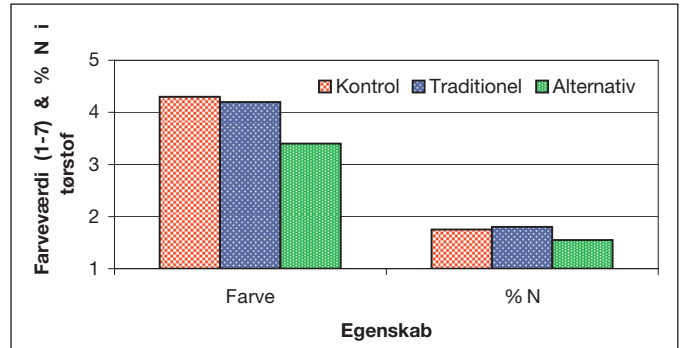
Drænvand	Alternativ analyseresultat (µg/l)		Traditionel analyseresultat (µg/l)	
	AMPA	Glyphosat	AMPA	Glyphosat
Prøve dato				
1-12-2004	i.p.	i.p.	-	-
8-12-2004	i.p.	i.p.	-	-
4-01-2005	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
7-01-2005	-	-	i.p.	i.p.
14-01-2005	0,015	0,049	0,025	0,074
20-01-2005	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
27-01-2005	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
2-02-2005	-	-	i.p.	i.p.
1-03-2005	i.p.	i.p.	-	-
22-03-2005	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
16-02-2006	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
23-02-2006	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
8-03-2006	i.p.	i.p.	0,018	0,016
29-03-2006	i.p.	i.p.	0,011	i.p.
4-04-2006	i.p.	i.p.	-	-
11-04-2006	i.p.	i.p.	-	-
19-04-2006	i.p.	i.p.	-	-

**Tabel 3 Analyseresultater fra jordbunden under de to behandlinger fordelt på tre horisonter i jorden (n=antal prøver).**

Felt	Horisont	Glyphosat		AMPA	
		mg/kg tørstof	n	mg/kg tørstof	n
Alternativ	A	0.021	21	0.112	21
	B	0.003	19	0.027	19
	C	0.004	19	0.012	19
Traditionel	A	0.041	19	0.204	19
	B	0.009	20	0.035	20
	C	0.006	18	0.017	18



Figur 5 Vækst i de tre behandlinger efter 3 vækstsæsoner. Den kemisk renholdte (blå) har en sikkert større vækst end både kontrollen (rød) og den alternative behandling (grøn).



Figur 6 Nålefarve og kvælstofkoncentration i årsnålene efter 3 vækstsæsoner.

hvis juletræerne får jordens surhedsgrad til at stige væsentligt. Men når der sammenlignes med andre forsøg tyder det på, at denne puljeproblematik generelt knytter sig til sprøjtemidlerne og jordens egenskaber, og ikke specifikt til juletræsdyrkning.

Projektet blev udført under "Miljøstyrelsens program for bekæmpelsesmiddelforskning" som takkes for såvel følgegruppens faglige støtte som programmets økonomiske støtte til projektet. En rapport med projektets resultater er under udarbejdelse og vil blive udgivet på Miljøstyrelsens hjemmeside ([www.mst.dk](http://www.mst.dk)).



**PAKKET OG KLAR**  
 BLANDT DE 3 BEDSTE  
 PAF-PROJEKTER  
 SE S. 16 I DETTE NUMMER

*CompacTree*

## FORT SIRIO 4 \*4 TIL JULETRÆER



Importør:

Sønderup Maskinhandel A/S . Hjedebakvej 464 . 9541 Suldrup . tlf: 98 65 32 55  
[www.bcsmaskiner.dk](http://www.bcsmaskiner.dk) . [www.ferrarimaskiner.dk](http://www.ferrarimaskiner.dk) . e-mail: [mail@fbdk.dk](mailto:mail@fbdk.dk)