



● **RAPPORT 2/84**  
FRA  
*RESEARCH PAPER*  
FROM

**NORSK INSTITUTT FOR SKOGFORSKNING**  
*Norwegian Forest Research Institute*

---

**FORSØK MED NITROGENGJØDSEL  
KOMBINERT MED HERBICIDER.**

*Nitrogen fertilization trials  
combined with herbicides.*

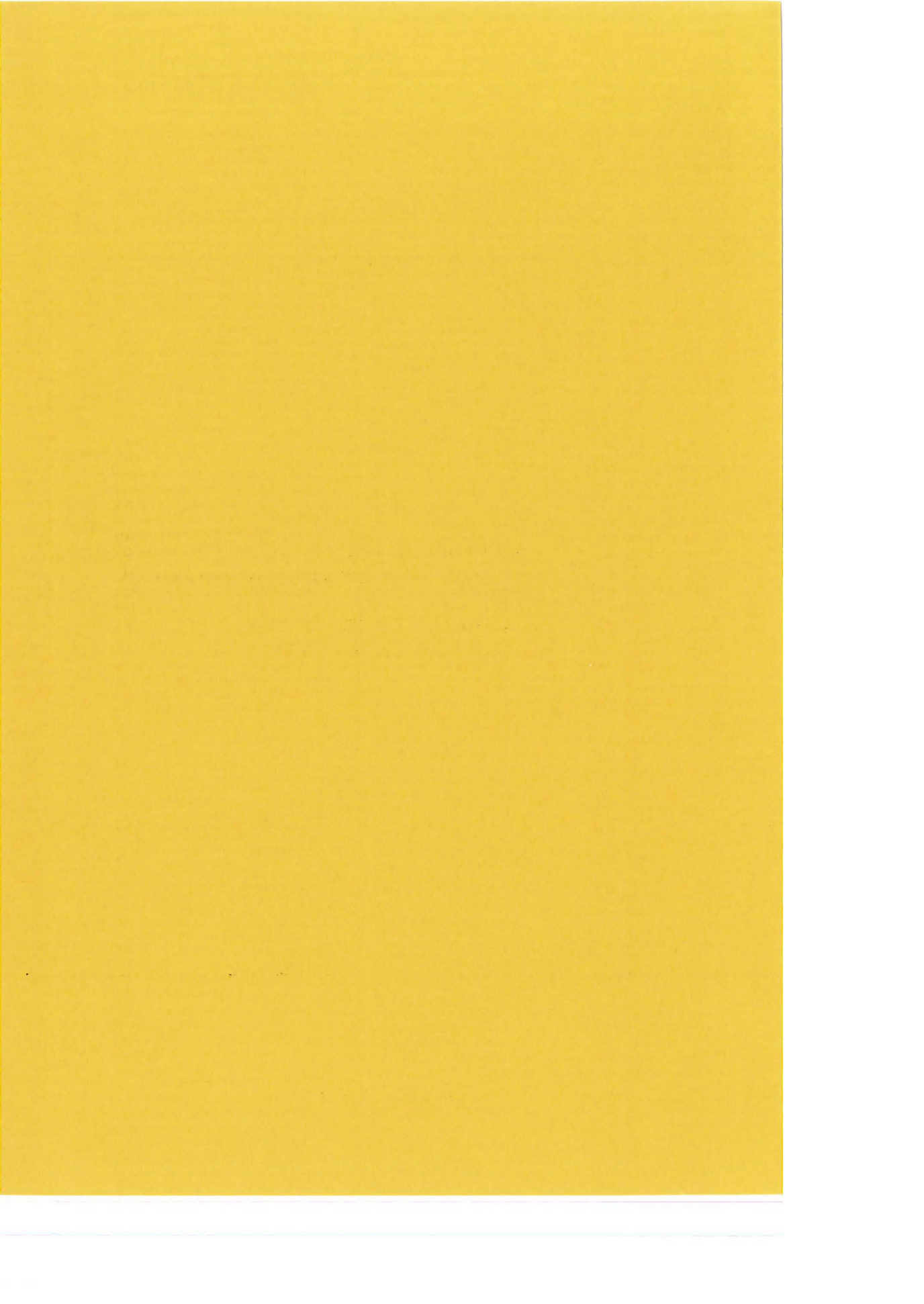
Erik N. Mønness

Ås 1984

ISSN 0333 - 001X

---

1432 ÅS - NLH



# Forsøk med nitrogen gjødsel kombinert med herbicider.

*Nitrogen fertilization trials combined with herbicides.*

Erik N. Mønness

Avdeling for skogbehandling og skogproduksjon  
Norsk institutt for skogforskning, 1432 Ås-NLH

## Sammendrag

Mønness, E.N. 1983. Forsøk med nitrogen gjødsel kombinert med herbicider. (*Nitrogen fertilization trials combined with herbicides*) Rapport fra Norsk institutt for skogforskning, 2/84:1—10.

Tre ulike herbicider ble kombinert med ammonium-nitrat gjødsling i to blokkforsøk i furuskog. Det var 2 N-mengder, 4 herbicid-ledd i 3 mengder og dessuten kontroller. Hypotesen var at herbicider skulle øke opptaket av tilført nitrogen og derved gi ytterligere øket vekst.

Forsøkene gir ikke noe endelig svar på dette. En kan ikke fastslå om fyllstoffet (for herbicidene) er uten effekt og dette er avgjørende for konklusjonene. Bruk av tilsetningsstoff har ikke vist effekt på grunnflatetilvekst, men kan ha forårsaket en viss redusert høydevekst.

## Innledning

I 1969 etablerte NISK ved Avdeling for skogbehandling og skogproduksjon 2 forsøk med nitrogen gjødsling kombinert med herbicider.

I større mengder vil herbicider virke drepende på skogens bunnvegetasjon. I mindre mengder kan herbicider stimulere trærnes evne til å ta opp tilgjengelig nitrogen, derved nyttiggjøres gjødsel bedre og trærne skulle vokse mere. Det er dette som skal undersøkes her.

## Materiale, metoder og resultater

Det er to forsøk, ett i gammel og ett i ung skog, med identiske forsøksplaner. Det er 3 blokker hver med 27 ledd som vist i Tabell 1.

Tabell 1. Forsøksplan, en blokk.

*Experimental design, one block.*

	kg N pr. ha					(NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )				
	0		50			150				
Mengde (kg/ha) herbicid										
Amount (kg/hectare) herbicid	0	0	1	2.5	5	0	1	2.5	5	
Ingen None	1	1				1				
Simazine			1	1	1		1	1	1	
Atrazine			1	1	1		1	1	1	
GS 14260			1	1	1		1	1	1	
Fyllstoff Carrier			1	1	1		1	1	1	

Det er en ubehandlet rute, 2 med bare nitrogen og så 2x4x3 ruter med kombinasjonene av N, herbicid-type og -mengde. Da herbicidene ble levert i 50% løsnings med et fyllstoff ble det for å få kontroll med dette lagt ut ruter med fyllstoff; f.eks. 1 kg + 1 kg for å tilsvare 1 kg + 1 kg simazin. Fyllstoffet er en leire, men den kjemiske sammensetning er ikke kjent. En beskrivelse av feltene er gitt i tabell 2.

Tabell 2. Beskrivelse av feltene.  
*The experimental sites.*

Felt - <i>experiment</i>	920	921
Sted - <i>site</i>	Krødsherad	Ådal
Nordlig bredde - <i>latitude</i>	60°10'	60°17'
Østlig lengde - <i>longitude</i>	9°80'	10°15'
h.o.h. - <i>altitude</i>	180 m	170 m
Rutestørrelse (uten buffersone) <i>Plot size excluding bufferzone</i>	200 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>
Brysthøydealder, blokk 1,2,3 <i>Breast height age, block 1,2,3</i>	122, 134, 122	24, 33, 41
Bonitet (H40) blokk 1,2,3 <i>Site index (H40), block 1,2,3</i>	11, 12, 10	15, 16, 16
Ved anlegg - alle ruter: <i>At establishment - all plots:</i>		
Treantall pr. ha <i>Tree no. per hectare</i>	521	1956
Diameter, cm	23.7	12.2
Høyde, m - <i>height, m</i>	18.3	11.6
Grunnflate m <sup>2</sup> /ha <i>Basal area m<sup>2</sup>/ha</i>	22.9	21.7
Volum m <sup>3</sup> /ha <i>Volume m<sup>3</sup>/hectare</i>	204.0	134.1
Tilvekst, kontrollruter forperiode - gjødselperiode <i>Increment, control plots preperiod, experimental period</i>		
Grunnflate - <i>basal area</i>	0.22 0.29	0.59 0.73
Høyde - <i>height</i>	0.09 0.15	0.35 0.37
Forsøksperiode - <i>period</i>	1969-1974	1969-1974
Forperiode - <i>preperiod</i>	1959-1969	1964-1969

Hvert felt beregnes separat. Grunnflatetilvekst og høydertilvekst analyseres med kovarians (tilvekst før). Diametertilveksten er bestemt på hvert tre. Høydertilveksten er bestemt på alle prøvetrær. Høydertilveksten i forperioden på felt 920 er bestemt kun på et par prøvetrær. Likevel er denne variabelen bedre enn f.eks. diametertilvekst i forperioden i en modell for høydertilvekst. Analysen kan gjøres på flere måter. En kan analysere alle 27 ledd eller strukturere disse i hovedeffekter og samspill (N-mengde, type herbicid etc.). Analysen kan utføres på hele datasettet eller kun på delmengder som gir en balansert plan f. eks. 2 N-mengder, 3 herbicidmengder og 4 typer.

Dersom fyllstoffet er uten effekt kan gruppen «fyllstoff» og «ingen» slås sammen.

Ved å forutsette en passende forsøksfeil kan en på forhånd beregne hvilken forskjell (mellom ledd) som blir signifikant på f.eks. 5% nivå ved et gitt antall gjentak. Dette er gjort i tabell 3.

I eldre skog er det rimelig å vente en forsøksfeil på 0.03-0.04 m<sup>2</sup>/ha, og en gjødslingsreaksjon av 150 kg N på 0.15 m<sup>2</sup>/ha/år (i en 5 års periode). Av tabell 3 ser vi at med kun 3 gjentak må vi opp i behandlingsforskjeller på 0.05 til 0.07 for å avsløre dem på 5% nivå. F.eks. må 1 kg Simazine forbedre gjødslingsreaksjon med 30-50% før vi oppdager det.

Tabell 3. Tabellen viser hvilke forskjeller som ville være signifikante på 5% nivå med antall ruter bak hvert ledd. Forutsetning: 2-sidig t-test med 60 frihetsgrader.

*The table shows what contrasts that would be «significant» at 5% level with the actual number of plots behind each treatment. A twosided t-test with 60 degrees of freedoms is assumed.*

Antall ruter <i>No. plots</i>	Standard avvik <i>Standard deviation</i>		
	0.03	0.04	0.1
1	0.08	0.11	0.28
2	0.06	0.08	0.20
3	0.05	0.07	0.16
5	0.04	0.05	0.13
10	0.03	0.04	0.09
20	0.02	0.03	0.06

La  $Y_5$  være midlere grunnflate eller høydetilvekst i forsøksperioden og  $Y_0$  det samme i forperioden. Se forøvrig symbolliste i tabell 4.

Betrakt modellen (1)

$$Y_5 = BY_0 + N + T + N*T + H + N*H + H*T + N*H*T \quad (1)$$

eller tilsvarende, 27 uavhengige ledd. På grunn av forsøksplanen vil antall «nivåer» av T og H avhenge av deres innbyrdes rekkefølge i modellen. Videre

$$Y_5 = BY_0 + N + T + N*T \quad (2)$$

$$Y_5 = BY_0 + N + T \quad (3)$$

$$Y_5 = BY_0 + N + H + N*H \quad (4)$$

Modell (5) er som (1) men alle rene fyllstoffledd er holdt utenom. (6) er som (1) men kun med  $2 \times 4 \times 3$  ledd, (7) er som (6) men kun  $2 \times 3 \times 3$  (Fyllstoffledd tatt ut).

Tabell 4. Symbolliste  
*Symbols*

$Y_5$	Tilvekst pr. ha og år i forsøksperioden <i>Increment per hectare and year in the trial period</i>
$Y_0$	Tilvekst pr. ha og år i forperioden <i>Increment per hectare and year in the preperiod</i>
$G_0$	$Y_0$ , grunnflate ( $m^2/ha/år$ ) <i><math>Y_0</math>, basal area (<math>m^2/hectare/year</math>)</i>
$H_0$	$Y_0$ , høyde ( $m/år$ ) <i><math>Y_0</math>, height (<math>m/year</math>)</i>
$H_{40}$	Bonitet. Overhøyde ved brysthøydealder 40 år <i>Site index. Top height at breast height age 40 years</i>
$N$	Nitrogenledd med nivå 0, 50, 150 kg pr./ha <i>Nitrogen treatment, levels 0, 50, 150 kg per hectare</i>
$T$	Ledd, type herbicide <i>Treatment, type herbicide</i>
$H$	Ledd, mengde herbicide <i>Treatment, amount herbicide</i>
$N*T$	Samspill <i>Interaction</i>

B Regresjonskoeffisient  
*Regression coefficient*

\* Signifikansnivå  $0.01 < p < 0.05$   
*Significance level  $0.01 < p < 0.05$*

\*\* Signifikansnivå  $0.001 < p < 0.01$   
*Significance level  $0.001 < p < 0.01$*

\*\*\* Signifikansnivå  $p < 0.001$   
*Significance level  $p < 0.001$*

Analyse av grunnflatetilvekst og høydevekst med modellene (1), (2) og (3) er gitt i tabell 5 og 6. Leddene er tatt ut i den rekkefølge de står. I tabell 5 er grunnflate-tilvekst også analysert med modell (4) og (5).

Tabell 5. Kovariansanalyse på felt 920. Antall uttatte frihetsgrader samt signifikans på hver faktor er gitt.

*Analysis of covariance, experiment 920. Degrees of freedom and significance of each factor.*

920 Modell	Grunnflatetilvekst m <sup>2</sup> /ha/år <i>Basal area increment m<sup>2</sup>/hectare/year</i>					Høydetilvekst m/år <i>Height increment m/year</i>		
	1	2	3	4	5	1	2	3
G0	1***	1***	1***	1***	1***			
H0						1***	1***	1***
N	2***	2***	2***	2***	2***	2***	2***	2***
T	4	4	4		3	4	4*	4*
N*T	4	4			3	4	4	
H	2			3	2	2		
N*H	2***			3***	2	2		
T*H	6				4	6		
N*T*H	6				4	6		
b	0.046	0.050	0.049	0.047	0.046	0.030	0.031	0.030
R2	0.87	0.80	0.80	0.81	0.87	0.67	0.56	0.54
antall ruter <i>no.plots</i>	81	81	81	81	63	81	81	81

I figur 1 til 4 er det vist middeltall justert for tilvekst før («Least square means») for N\*H\*T under modell 1, N\*T under modell (2) og N og T under modell (3).

Ved de balanserte oppsettene (6) og (7) gir N og tilvekst før sikre utslag. På felt 920 gir N\*H utslag på grunnflatetilveksten med (6) men ikke med (7). For høydetilveksten blir T signifikant i felt 920 både med (6) og (7). Tester for likhet imellom «ingen» og «fyllstoff» er utført. For felt 920 grunnflatetilvekst, er likhet forkastet under modell (1). For felt 921, høydetilvekst, er likhet forkastet både under modell (2) og (3).

Under antakelsen om likhet er «fyllstoff» og «ingen» slått sammen. For felt 920 vil effekten på grunnflatetilveksten av N\*H (modell (1), tabell 5) falle bort, men effekten på høydetilvekst av T (tabell 5) holder seg. For felt 921 gir da kun kovariabelen sikker effekt på høydetilveksten (tabell 6).

Tabell 6. Kovariansanalyse på felt 921. Antall uttatte frihetsgrader samt signifikans på hver faktor er gitt. (\*): Avhengig av rekkefølge i modellen.

*Analysis of covariance, experiment 921. Degrees of freedom and significance of each factor. (\*): Depends on factor ordering.*

921 modell	Grunnflatetilvekst m <sup>2</sup> /ha/år <i>Basal area increment m<sup>2</sup>/hectare/year</i>			Høydetilvekst m/år <i>Height increment m/year</i>		
	1	2	3	1	2	3
G0	1***	1***	1***			
H0				1***	1***	1***
N	2***	2***	2***	2(*)	2(**)	2(**)
T	4	4	4	4(*)	4*	4*
N*T	4	4		4	4	
H				2		
N*H	2			2		
T*H	6			6		
N*T*H	6			6		
b	0.103	0.101	0.104	0.036	0.033	0.034
R2	0.87	0.84	0.82	0.51	0.48	0.44
Antall ruter <i>no.plots</i>	81	81	81	81	81	81



### Diskusjon og konklusjon

Det er rimelige utslag av N. Det er observert forskjell mellom rutene med ren nitrogengjødsling og rutene kombinert med fyllstoff, spesielt gjelder dette høydetilvekst. Det kan ikke avgjøres om dette skyldes tilfeldigheter eller eventuell forurensing av fyllstoffet.

Leddene med rent fyllstoff har også avgjørende innflytelse på analysen av grunnflatetilveksten, felt 920. Dette ser en ved å sammenlikne modell (1) og (5) (og modell (6) og (7)). Det er leddet med 50 kg N kombinert med 2.5 kg fyllstoff som gir utslaget på  $N*H$ . Om dette leddet er å si at alle 3 ruter ligger i utkanten av feltet og dels i annen type terreng. Dersom dette kun gir en generell endring av tilveksten burde det bli korrigert med kovariansen. Ved å slå sammen «ingen» og «fyllstoff» finner en ingen effekt på grunnflatetilvekst. For grunnflatetilveksten, begge felt under ett, har tilsetningsstoffene ikke vist effekt. For høydetilveksten er det utslag for type tilsetningsstoff. Rutene med tilsetningsstoffer har hatt lavere høydevekst enn ruter uten tilsetningsstoff. Dette gjelder også rutene med bare fyllstoff, noe som gjør det vanskelig å tolke resultatene. I felt 920 ligger simazinleddene på samme nivå som tilsvarende ledd uten tilsetningsstoff.

Antar en fyllstoffet uten noen effekt finner en i dette forsøket ingen sikre forskjeller mellom «ingen» og herbicider. Disse forsøkene kan ikke påvise noen sikker effekt av herbicider på tilvekst.

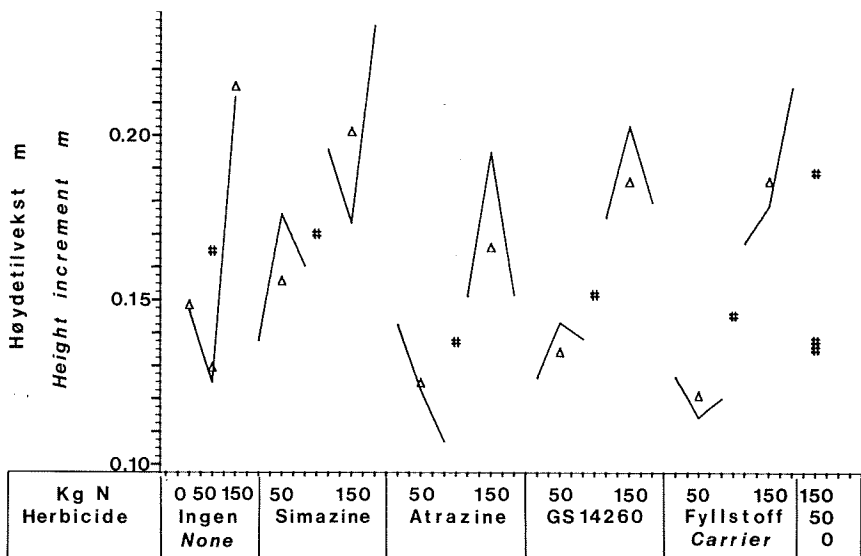
### Nitrogen fertilization trial combined with herbicides

Some herbicides have been combined with ammoniumnitrate fertilization in two block design trials in Scots pine forest (*Pinus sylvestris* L.). There were 2 nitrogen levels, 3 herbicides and pure carrier, 3 herbicide levels and also control plots. The hypothesis was that the amount of assimilated nitrogen should be increased by the herbicides thus giving further increased increment. The results of the trials are confusing. The carrier material (of the herbicides) may not be indifferent. There is no effect of herbicides on basal area increment. On height increment the effect of herbicides seems to be negative, but this also include the effect of pure carrier. Assuming no effect of the carrier there is no difference between pure N and N with herbicides added. The trials do not put an end to the question about herbicide effect on fertilization.



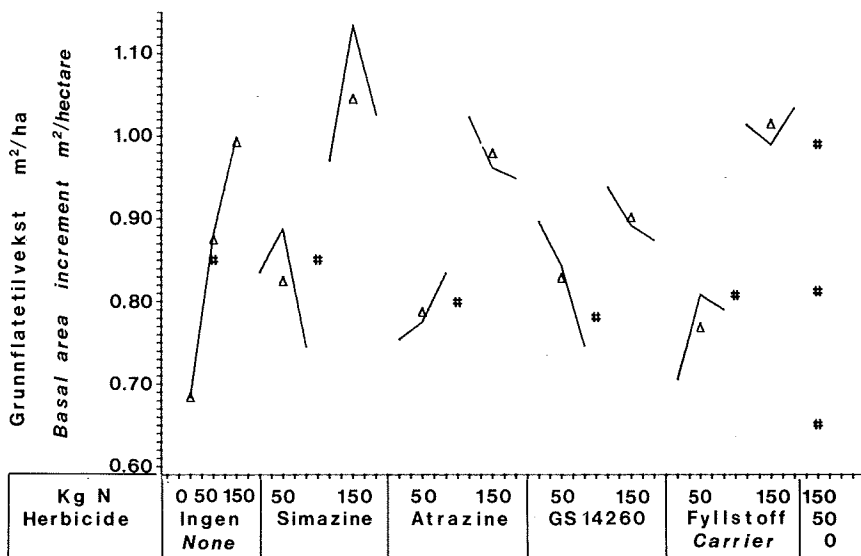
Tilvekst justert for tilvekst før  
*Increment adjusted by preperiod increment*

Felt = 920 Site = 920



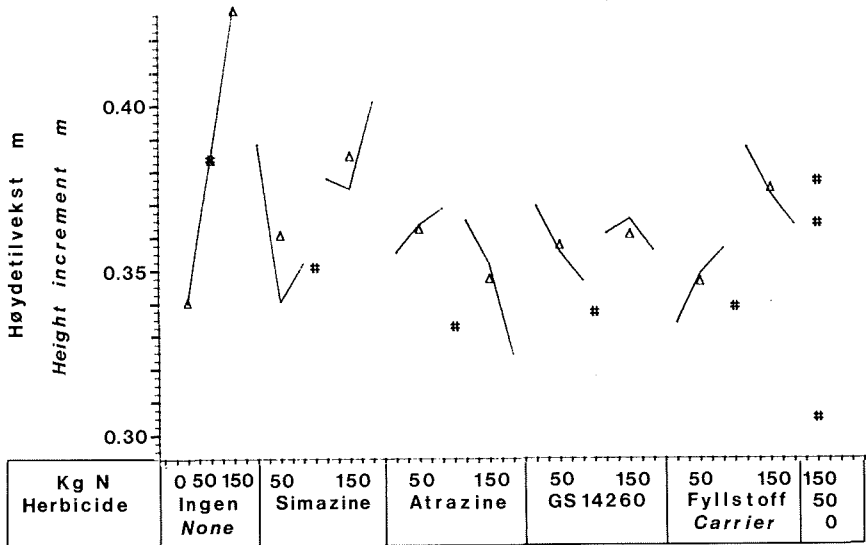
Tilvekst justert for tilvekst før  
*Increment adjusted by preperiod increment*

Felt = 921 Site = 921



Tilvekst justert for tilvekst før  
*Increment adjusted by preperiod increment*

Felt = 921 Site = 921



### Etterord

Dette arbeidet er et resultat av et samarbeide mellom Norsk institutt for skogforskning (NISK) ved Avdeling for skogbehandling og skogproduksjon og firmaet Ciba Geigy AG. Ciba Geigy var interessert i å få anlagt forsøksfelter med herbicider kombinert med nitrogen gjødsel i furuskog. Ciba Geigy har betalt utgifter til feltarbeidet og herbicidene. Norsk Hydro A/S har vist interesse og gitt den nødvendige nitrogen gjødsel. Gunnar Glesne og Knut Bergsund har stilt de nødvendige arealer til disposisjon.

Forsøksplanen ble utarbeidet av ALF BRANTSEG (NISK) i samarbeid med Ciba Geigy. Forsøket ble gjennomført av personale ved Avdeling for skogbehandling og skogproduksjon under ledelse av ALF BRANTSEG. ARNE BREKKA (NISK) har utført de forberedende EDB-beregninger. Etter ALF BRANTSEGS bortgang har jeg overtatt materialet og utført de analysemessige beregninger. Jeg har hatt flere diskusjoner med BJØRN TVEITE (NISK).

Jeg ønsker å overbringe en takk til alle nevnte personer og institusjoner.

(Manuskript mottatt 17. november 1983)





