

NILU
Oppdragsrapport nr 28/71
Referanse: IO 000170
Dato: Juni 1971

SUR NEDBØR - REDUSERT TILVEKST
I VÅRE SKOGER?

av

Nils Brandt

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
Postboks 15, 2007 Kjeller
Norge

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 <u>INNLEDNING</u>	2
2 <u>LOKALITET OG MATERIALE</u>	3
3 <u>PRØVETAKINGEN</u>	5
4 <u>MÅLING AV MATERIALET</u>	5
5 <u>BEHANDLING AV DATA</u>	6
6 <u>KONKLUSJON</u>	13
7 <u>DISKUSJON</u>	13
8 <u>SAMMENDRAG</u>	15
9 <u>LITTERATURLISTE</u>	16
Figur 1	4
Tabell 1	7
Tabell 2	8
Figurene 2 - 7	11-12

SUR NEDBØR - REDUSERT TILVEKST I VÅRE SKOGER?

1 INNLEDNING

Foranledningen til denne undersøkelse er betenkeligheter fremført av professor Eilif Dahl med tanke på den virkning som den stadig surere nedbør kan ha på tilveksten i våre skoger (DAHL 1969). En mulig redusert tilvekst i våre skoger kan tenkes ut fra følgende årsak/virkningskjede: Med det gjennom de senere 10-års stadig økende forbruk av fossilt svovelholdig brensel på kontinentet og i Storbritannia øker tilførselen av SO_2 til luften over disse områder. En del av denne SO_2 holdige luften transporteres hit til Norge og svovelen kommer ned som svovelsyreforurenset regn idet SO_2 oksyderes til SO_3 som så tas opp i kondenserte vandrdåper. Mens man regner med at nedbøren normalt har en pH på 5,5 har man i Sør-Norge registrert pH-verdier i nedbøren som ligger langt under dette nivå. pH-verdier på under 4 har vært nevnt. Når det gjelder denne delen av en mulig årsak/virkningskjede, henvises forøvrig til ODÉN (1968 og 1969). En forsurening tilsvarende den man har påvist i nedbør har man ikke registrert i elver og innsjøer. Selv i sivevann 30 cm dypt eller dypere nede i bakken er pH-verdien steget betydelig. Denne nøytralisering har man antatt skyldes et ionebytte i jorden og en katione-transport bort fra overflaten, og dette betyr i tilfelle en utarming når det gjelder jordbunnens næringssalter. På grunnlag av data fra en finsk undersøkelse har DAHL, SELMER-ANDERSEN og SÆTHER (1961) funnet en tydelig sammenheng mellom mengden av tilgjengelig calcium i jorden og høydetilveksten hos furu. En utvasking av calcium-ioner fra jorden skulle etter dette føre til redusert høydetilvekst og, antar man, en redusert radial-tilvekst i stammen. Når det gjelder denne delen av årsak/virkningskjeden henvises til artikler av DAHL et al (1961), DAHL (1969) og DAHL og SKRE (1970).

Den mulige årsak/virkningskjeden kan kort oppsummeres slik:

- økt forbrenning av svovelholdige forbindelser
- økt surhet i nedbør i Sør-Norge
- stadig økende utvasking av næringssalter i jorden
- redusert tilvekst i skogstrærne.

Min oppgave har vært å gå inn på siste ledd i kjeden, dvs prøve å finne ut om det kan påvises tilvekstreduksjon i våre skogstrær.

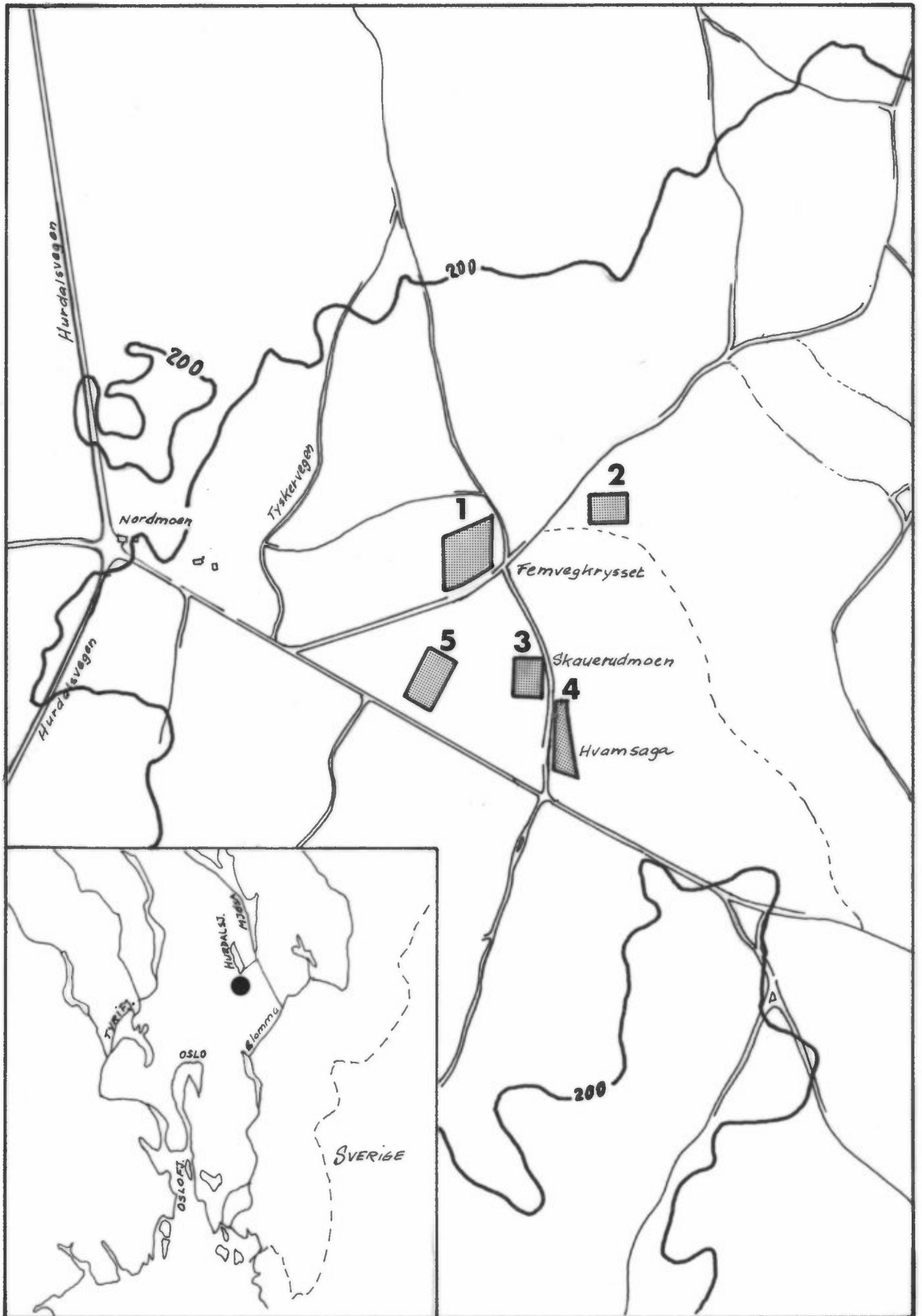
2 LOKALITET OG MATERIALE

Det første problemet som meldte seg i forbindelse med denne undersøkelse var å finne fram til et brukbart referansemateriale. Dvs et materiale som kunne fortelle hvordan tilveksten hadde vært om nedbøren ikke hadde vært svovelforurenset. En kunne tenke seg å undersøke og sammenligne tilveksten i trær i områder med sur nedbør med områder med mindre sur nedbør f eks materialet fra området i Sør-Norge og i Nord-Norge. Problemet er imidlertid at over så store avstander måtte en opp i meget store materialsamlinger for å få et bilde av den alminnelige veksttendens i Sør- og Nord-Norge. Videre kunne en tenke seg å undersøke og sammenligne tilveksten i trær i et næringsfattig område med tilveksten i et område med rikelig kation-reserver. Også i dette tilfelle måtte en opp i meget store materialsamlinger for å få tak i den alminnelige veksttendens. Et annet moment er at trær på så vidt forskjellig jordsmonn kan tenkes å reagere meget ulikt også på andre vekstpåvirkende faktorer.

Det referansematerialet som jeg i mine undersøkelser har valgt å satse på er materiale fra tiden før forurensningene ble av betydning.

I samråd med professor Eilif Dahl og instituttsjef Brynjulf Ottar ble et felt på Romerike nærmere bestemt Nordmoen (se figur 1) tilhørende Eidsvoll Værk i første omgang valgt ut. Det var flere grunner til dette valg: Lett tilgjengelig fra Oslo. Store områder med meget ensartede vekstforhold for trærne. En rekke institusjoner og organisasjoner er gjennom IHD engasjert i en meget bredt anlagt undersøkelse av området. En mulighet for at sur nedbør kan ha den fryktede virkning i dette området.

Det ble tatt prøver av 76 furutrær og 63 grantrær. Ut fra forskjeller hva angår røttene hos gran og furu skulle det være muligheter for en forskjellig varhet når det gjelder en eventuell utvasking av næringssaltene. Furuens rotsystem er kraftig og går dypt mens granens røtter er flatt og vidt utbredt under mark-overflaten.



Figur 1

Kart over området hvor materialet er hentet fra. Prøvebestandene er markert ved rastrete felter.

Næringssalter som med sigevann er transportert lenger ned enn det sjikt hvor granrøttene holder til, er tapt for grantrærne i en ren granbestand. Furutrærne derimot kan med sine vertikale røtter hente opp næringssalter fra adskillige større dyp, og ved strøfall vil disse næringssalter føres tilbake til jordsmonnet. Dette betyr at virkninger av sur nedbør skulle vises tidligere i ren granbestand enn i furubestand. For eventuelt å få fram en slik mulig forskjell på gran- og furubestand ble det tatt prøver fra begge treslag. Dessverre var det ikke noen av bestandene som var helt rene, men hvilket av de to treslag som dominerte og graden av dominans varierte fra prøvebestand til prøvebestand. Som et apropos til den alminnelige anerkjente forskjell mellom gran og furu hva angår rotsystemet kan følgende nevnes: I forbindelse med mine undersøkelser på Romerikefeltet kom jeg i kontakt med professor Kristian Bjør, og han kunne fortelle at han nettopp her i dette området hadde gravet opp røtter og sett eksempel på at også granen sender sine røtter ned til overraskende store dybder.

Bunnvegetasjonen i bestandene var naturlig nok preget av om det var gran eller furu som dominerte, men samtlige bestander må med Landsskogtakseringens vegetasjonstypebeskrivelse som grunnlag beskrives som "blåbærmark uten småbregner".

3 PRØVETAKINGEN

Ved innsamlingen av materialet ble det brukt svenske tilvekstbor av varierende lengde. Boringen er foretatt i brysthøyde, og fra hvert tre er det tatt to prøver mest mulig vinkelrett på hverandre. Prøvene er oppbevart i rillene på bølgepapp. Bare prøver som hadde truffet margen eller var svært nær ble godtatt.

4 MÅLING AV MATERIALET

Målingen er foretatt på NAVF's årringmålemaskin (EKLUND 1949) og med maskinen innstilt på 1/100 mm nøyaktighet. Prøvene ble først lagt i vann tilsatt noen dråper syntetisk vaskemiddel. Vaskemidlet fører til at prøvene suger til seg vannet adskillig raskere enn om de blir lagt i rent vann. Bløtleggingen ble foretatt for å gjøre skjæringen lettere og årringene lettere å skjelne. Prøvene ble skåret til med skalpell og for å få årringgrensene tydelig fram ble snittflatene strøket over med sinkhvit kunstnerfarge.

Som en vil se senere i dette arbeidet nummereres årringene fra margen og utover. I de tilfeller der margen ikke var truffet, ble antall manglende årringer anslått og prøvens årringer gitt nummer i overens-

BEHANDLING AV DATA

Et forhold som skaper komplikasjoner når en skal prøve å påvise en påført tilvekstreduksjon i trær, er at trærnes årringer under helt normale vekstforhold har en tendens til å avta i bredde fra marginen og utover mot barken. Med andre ord etter hvert som et tre blir eldre så er det en tendens til at årringene blir smalere. Vi skal ikke her gå inn på årsakene til denne tendens, men bare slå fast at forholdet eksisterer og at det gjerne omtales som aldersvirkning eller alderstrend. Problemet blir da å klare å skille ut en tilvekstavtagende tendens som kan skyldes forurensninger fra den som skyldes aldersvirkning.

I et forsøk på å finne fram til den "normale" alderstrend for området har jeg gått fram etter en metode som her i landet tidligere er brukt av AANSTAD (1938) og ORDING (1941). Den består i at en skaffer seg et så uensaldret materiale som mulig og så adderer sammen og finner gjennomsnitt for årringer med samme nummer fra marginen. Dvs at en finner den gjennomsnittlige verdi for årringene som ligger nærmest marginen, for de som ligger som nummer to fra marginen, som nummer tre fra marginen osv. Den gjennomsnittlige verdi for et gitt årringnummer fra marginen er dermed laget på grunnlag av årringer som er dannet i høyst forskjellige år. Er materialet stort nok og uensaldret nok skulle en på denne måten komme fram til en serie hvor de klimabetingede variasjoner er visket ut. En skal imidlertid være klar over at ikke alle gjennomsnittsverdiene er like gode estimater for den "normale" alderstrend. I gjennomsnittsverdiene med lave nummer tallet fra marginen inngår både eldre og yngre trær, men jo høyere nummer desto flere er det falt ut av de yngre trær. Dette at de yngste trær faller ut, fører til at gjennomsnittsverdiene blir laget på grunnlag av såvel færre data som mer ensaldret materiale. Alderen på prøvetrærne fremgår av tabellene 1 og 2.

Et problem har det vært at en del av de eldste grantrærne har hatt en meget tydelig vekststarthemning. Innerst mot marginen er årringene på disse trær meget smale, men for ca 100 år siden har det tydeligvis skjedd en markert bedring i vekstforholdene. Forklaringen på dette må antas å være at disse trær i de første årene ble holdt nede av tett, stor og mørk overskog, og at bedringen

Tabell 1

Oppstillingen gjelder granmaterialet og viser hvor mange årringer prøvetrærne inneholder. Klammer med tall viser hvordan materialet er gruppert.

Antall årringer	Nummer på prøvetre	Antall årringer	Nummer på prøvetre
30		97	Pr 1,4
1		8	Pr 8,20,59
:		9	
7	Pr 51	100	Pr 10
8	Pr 45	1	Pr 55
9		2	Pr 27
40		3	
1		4	Pr 23
:		5	
6	Pr 43	6	
7		7	Pr 19
8	Pr 50	:	
9		110	
50	Pr 47	:	
1		3	Pr 25
2	Pr 40,42,46	:	
3		8	Pr 57
4		9	
5	Pr 44,49	120	
6		1	
7	Pr 33,48,52	:	
8	Pr 37,39	5	Pr 60
9	Pr 34,38,41	6	
60	Pr 35	7	Pr 58
1		8	
:		9	Pr 53
6	Pr 36	130	Pr 22
7		1	
8	Pr 63	:	
9		4	Pr 17
70		:	
1		9	Pr 61
:		140	Pr 24
6	Pr 18	1	
:		:	
80		8	Pr 16
1		9	Pr 26
2	Pr 29,31	150	
3		1	
4	Pr 62	2	Pr 54
5	Pr 14	:	
6		5	Pr 11
7		160	
8	Pr 30,56	1	
9	Pr 15,28	:	
90	Pr 6,32	4	Pr 9
1	Pr 3,7	:	
2	Pr 13,21	170	Pr 2
3			
4	Pr 5,12		
5			
6			

} 9

} 14

} 12

Tabell 2

Oppstillingen gjelder furumaterialet og viser hvor mange årringer prøvetrærne inneholder. Klammer med tall viser hvordan materialet er gruppert.

Antall årringer	Nummer på prøvetre		Antall årringer	Nummer på prøvetre
30			80	
1	Pr 21		1	
2			2	
3	Pr 22,25		3	
4			4	
5	Pr 20		5	
6			6	Pr 6,19
7			7	Pr 4
8			8	Pr 48,52
9			9	Pr 56
40			90	Pr 5,49,51,55
1			1	Pr 9,12,15,18,53
2			2	Pr 2,8,10,13,16,54
3			3	Pr 1,3,7,11
4			4	Pr 14,50
5			5	
6			6	
7			7	
8			8	Pr 46
9	Pr 37,39	} 13	9	
50	Pr 72		100	Pr 45
1	Pr 28,38,62		1	Pr 47
2	Pr 71		2	Pr 44
3	Pr 23,24		3	
4	Pr 30	4	Pr 42	
5			5	
6	Pr 26,27,29		6	
7			7	
8			8	
9	Pr 35	} 14	9	Pr 43
60	Pr 31,32,33		110	
1	Pr 34,57,58,64		1	
2	Pr 36,70		2	Pr 17
3	Pr 59,61,67		3	
4	Pr 65	4	Pr 40	
5			5	
6	Pr 74	} 9	6	
7	Pr 63		7	Pr 41
8			8	
9	Pr 60,75		9	
70	Pr 66,69		120	
1				
2	Pr 68			
3	Pr 73			
4	Pr 76			
5				
6				
7				
8				
9				

i vekstforholdene antakelig skyldes at de store, skyggende trær i stor grad er blitt borte. Årsaken kan være hogst eller kraftig vindfelling. Det har ikke vært gjort noen nærmere undersøkelser over om det kan ha forekommet f eks hogst eller kraftig vindfelling i det aktuelle tidsrom fordi det spørsmål nærmest er uinteressant i min sammenheng. En annen ting er at disse smale årringene forstyrrer trendberegningene, og det kan diskuteres hvordan en best kan unngå denne forstyrrelsen. En måte å gjøre det på er å betrakte sonen av ekstra smale årringer som en del av margen og dermed gi den innerste normale årring rekkefølgenummer én. En annen måte å gjøre det på er å sjalte ut alle de smale årringene, men la de normale årringer beholde sitt sanne rekkefølgenummer. I det første tilfellet vil et f eks 150 år gammelt tre med 30 smale årringer innerst bli behandlet som om det var 120 år gammelt, mens det i annet tilfelle fortsatt betraktes som 150 år, men med de eldste 30 år ikke tatt med i trendberegningen. Hvilket alternativ som er best eller riktigst er vanskelig å si, men jeg har valgt å bruke alternativ to for å få så lange serier som mulig.

Dette at materialet for det ene skal være grunnlag for en eventuell påvisning av en unormal tilvekstreduksjon i de senere år, samtidig som det skal utgjøre referansematerialet ved en slik påvisning skaper visse problemer. Ved den ovenfornevnte fremgangsmåten til beregning av "normal" alderstrend vil en ikke-alders forårsake tilvekstreduksjon som eventuell reduksjon på grunn av sur nedbør, bli spredt utover hele alderstrenden. Tenker en seg at en i de siste 10 år har hatt en reduksjon på grunn av sur nedbør vil et 50 år gammelt tre bidra med en reduserende effekt i årringsnumrene 40 til 50 fra margen mens et 80 år gammelt tre vil bidra med en reduserende effekt i årringnumrene 70 til 80 fra margen osv. Virkningen av denne reduserende effekt blir imidlertid forholdsvis beskjedne så lenge det i gjennomsnittsberegningen inngår et stort antall årringer fra perioder uten en reduserende effekt.

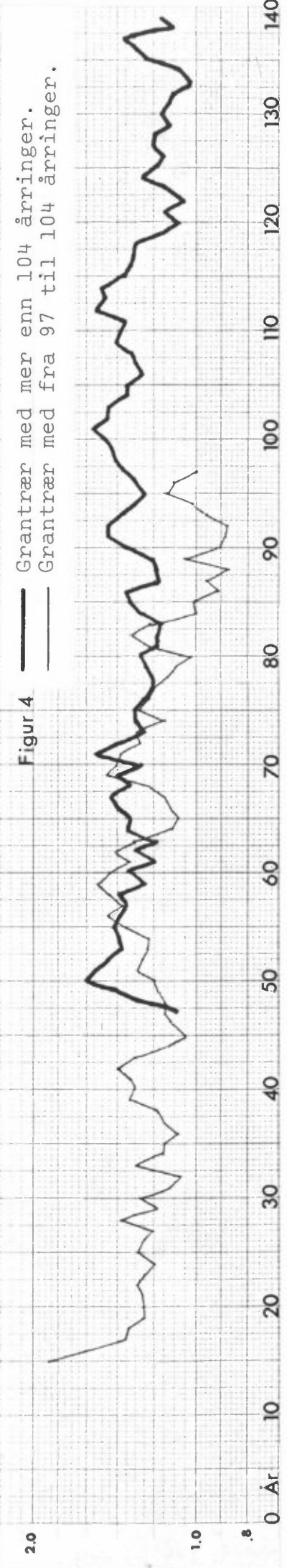
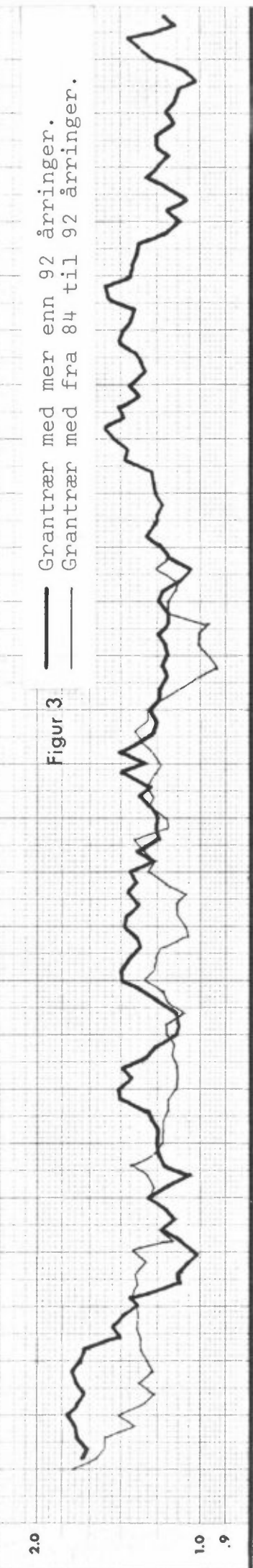
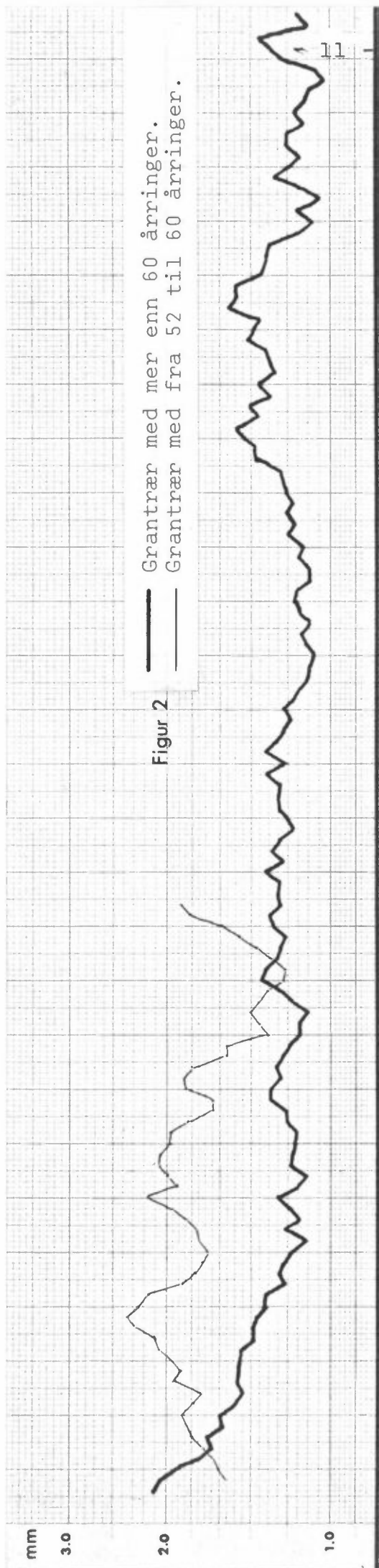
Denne "normale" trendkurve har det så vært tanken å bruke som referansekurve. I første omgang kunne det være en tanke å ta for seg de enkelte årringseriene eller årringdiagrammene og å sammenligne disse med den "normale" trendkurve for å se om de senere års tilvekst har vært mindre enn tidligere tiders. Problemet er

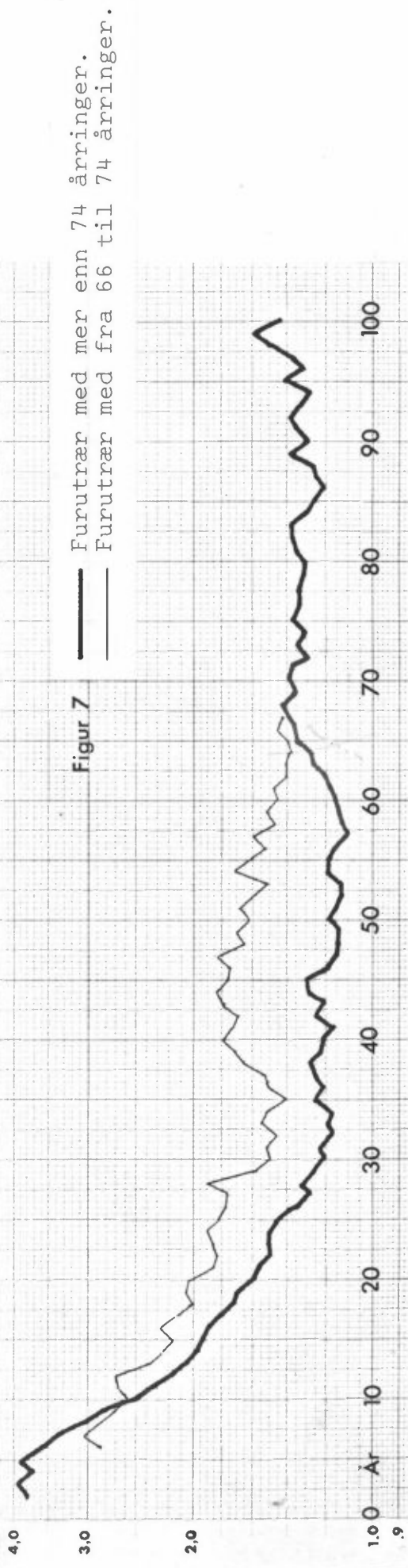
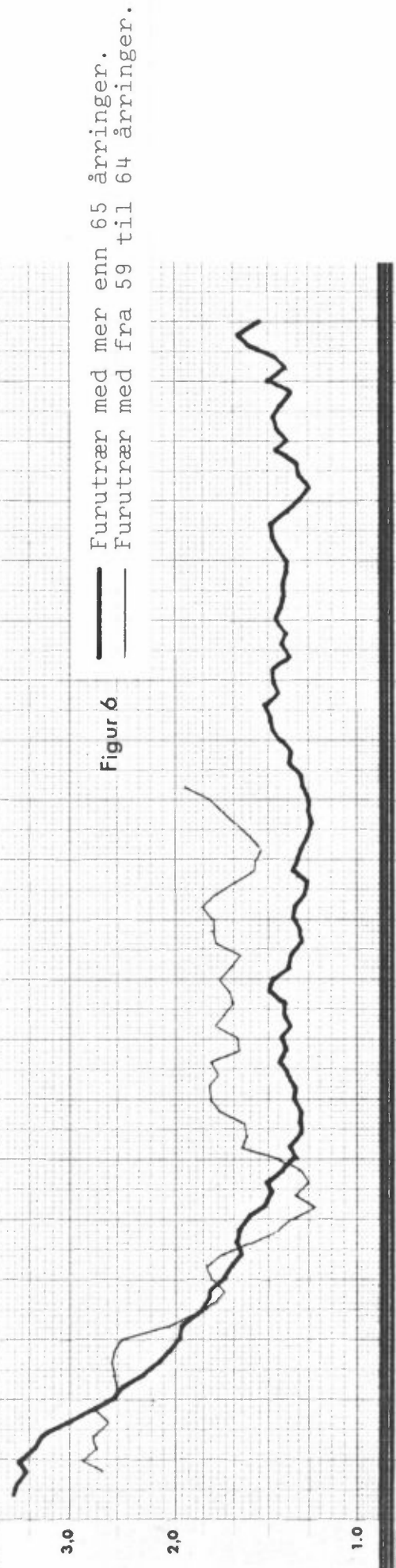
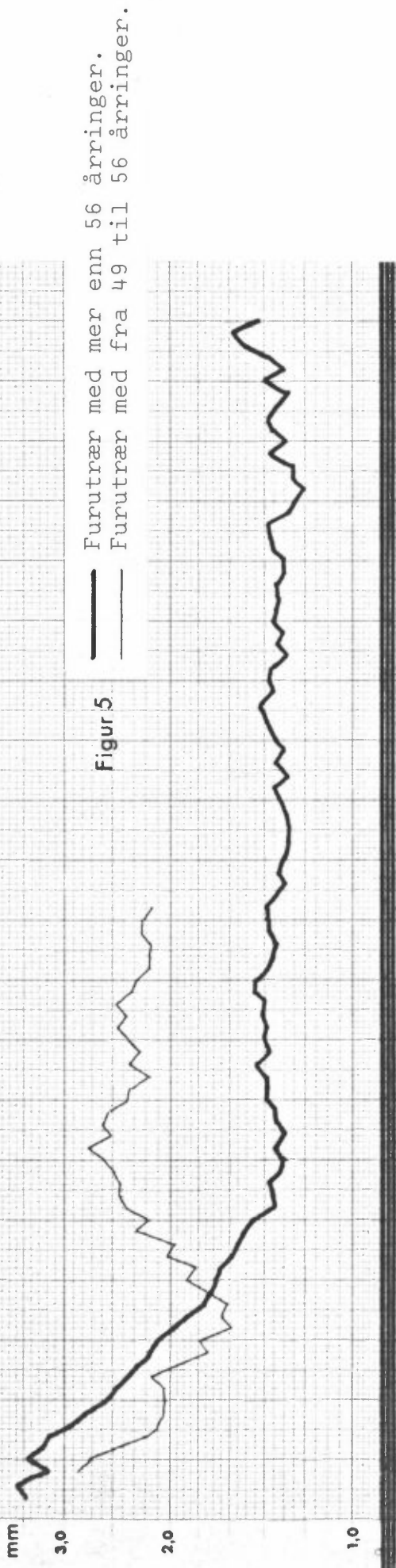
imidlertid at i slike enkeltserier og diagrammer forstyrres trendbildet altfor mye av de klimatiske betingede variasjoner og også av rent individuelt pregede variasjoner. Et noe tydeligere trendbilde oppnås ved å arbeide med gjennomsnittsserier for grupper av noenlunde ensaldrede trær, og jeg har forsøkt med å dele opp materialet i slike grupper. Gruppeinndelingen fremgår forøvrig av tabellene 1 og 2. Innenfor hver av gruppene er det regnet ut gjennomsnitt for årringer med samme nummer fra margin på samme måte som tidligere omtalt for "normal" trender. I disse gruppegjennomsnittsserier er det ikke å vente at de klimatiske betingede variasjoner på noen måte er utvisket, til det er materialet innen hver gruppe for lite og for ensaldret. En viss neddemning av individuelle og klimabetingede variasjoner har man imidlertid oppnådd. Samtidig har en også fått en viss uttynning av en eventuell forurensningsforårsaket tilvekstreduksjon idet virkningen av denne reduksjon vil, når det gjelder eldste og yngste tre innen gruppen, være noe forskjøvet i forhold til hverandre. De funne gruppetrendene kunne en så sammenligne med normal-trenden. Nå er det imidlertid en svakhet at de serier som inngår i gruppetrenden også inngår i "normal-trenden" slik at en ved å sammenligne gruppetrenden med "normal-trend" til en viss grad sammenligner de samme verdier. Dette siste er forsøkt eliminert ved å trekke ut fra "normal-trenden" det materialet som inngår i den aktuelle gruppen, og det materialet som er yngre enn dette. Sammenligningene mellom gruppetrend og justert "normal-trend" fremgår av figurene 2 - 7. En ser av disse figurer at gjennomsnittsverdiene ikke på noen måte er fullgode trendverdier. Som rimelig er neddemningen mot trend best for diagrammer som er laget på grunnlag av mange trær (se "normal-trend" i figur 2 og 5).

Av diagrammene for gran er det ingen klar tendens å se. I figur 2 ligger gruppediagrammet laget på grunnlag av 52 - 60 år gamle trær godt over trenddiagrammet i det meste av perioden. I det siste 10-året er det imidlertid en tendens til at gruppediagrammet har sunket ned mot trenddiagrammet. I figur 3 ligger gruppediagrammet stort sett noe under trenddiagrammet. Den yngste delen av gruppediagrammet viser ingen tendenser som skiller seg ut. I figur 4 ligger gruppediagrammet omtrent på nivå med trenden, unntatt i den yngste delen der gruppediagrammet ligger markert under. Noe av avviket i den yngste delen skyldes en unormal heving av "normal-trenden" som har sammenheng med at utgangsmaterialet er for lite slik at uregelmessigheter ikke jevnes ut.

Figurene 2 til 7: Arringdiagram laget på grunnlag av gjennomsnittlige arringbredder.

Absisse: Arringnummeret regnet fra margen.
Ordinat: Arringbredden i mm.





Når det gjelder furumaterialet fremgår det av figurene 5, 6 og 7 at gruppediagrammene i den eldste delen ligger under eller på nivå med tilsvarende "normal-trend". I den øvrige del ligger gruppediagrammene godt over "normal-trenden". I figur 7 ligger gruppediagrammet nærmere det tilsvarende trenddiagram i den yngste delen, men det skyldes nok først og fremst at trenddiagrammet får unormalt høye verdier i det aktuelle området. Disse høye verdier skyldes at utgangsmaterialet for trendberegningene er for lite og for ensartet (konferer aldersgruppen 86 - 94 i tabell 2).

6 KONKLUSJON

Det er intet i disse undersøkelser på gran- og furumaterialet fra Romerike-feltet som tyder på at det i de senere år har foregått en reduksjon i trærnes tilvekst utover den vanlige aldersvirkning.

7 DISKUSJON

Resultatene i denne undersøkelse er naturligvis ikke noe bevis for at sur nedbør ikke virker eller kan komme til å virke på tilveksten i våre skogstrær. Når slike utslag ikke er påvist i disse undersøkelser, så kan det skyldes at det ikke har vært noen reduserende effekt, men det kan også skyldes at metoden som har vært brukt ikke har vært god nok eller at det valgte området ikke var egnet. Som tidligere nevnt var det et problem å finne fram til bildet av hvordan tilveksten hadde vært uten sur nedbør, og den metode som er valgt brukt i denne undersøkelsen byr naturligvis på stor usikkerhet.

Det kan settes og har vært satt spørsmålstegn ved ODÉN's (1968) konklusjoner hva angår undersøkning av nedbørens surhet og konsekvensene av denne økning. På dette felt bør det og vil det bli foretatt en betydelig utvidelse av dataregistrering i nærmeste fremtid i OECD regi.

Ifølge DAHL og SKRE (1970:4) fører den sure nedbør i Mellom-Skandinavia til et økt årlig behov på 10 - 15 kg calciumkarbonat pr hektar og år på dyrket mark. Dette skulle tilsvare 4 - 6 kg calcium pr hektar pr år. Tilsvarende tall for Sør-Skandinavia er anslått til 20 - 25 kg calciumkarbonat (8 - 10 kg calcium). Videre er, også ifølge Dahl og Skre, beregnet calciumtap fra skogs-

jord i Tverrminde $2,3 \text{ me/m}^2 \cdot \text{år}$ og muligens tre ganger så stort i Sør-Norge, altså $7 \text{ me/m}^2 \cdot \text{år}$. Omregnet skulle dette bli $1,4 \text{ kg}$ calsium pr hektar pr år, til sammenligning har jeg hentet noen tall fra LÅG (1966:69-71). Selv om disse tall dels er hentet fra Trøndelag og dermed fra andre områder enn Dahl og Skre's tall, skulle ikke sammenligningen være helt uten relevans.

Av LÅG's tabeller får en:

- 1) Tilført med nedbøren ca 5 kg calsium pr hektar og år.
- 2) Bortført i grøftevann fra dyrket leirejord $267,5 \text{ kg}$ calsium pr hektar og år.
- 3) Bortført i grøftevann fra dyrket myrjord $124,6 \text{ kg}$ calsium pr hektar og år.
- 4) Bortført med ellevann i Trøndelag-elver ca 50 kg calsium pr hektar og år.

Disse tall for bortført mengde calsium er av en helt annen størrelsesorden enn de tall en får ut fra sur nedbør. En må naturligvis her være klar over at calsium-innholdet i vann i Trøndelag-elver ikke gir et riktig bilde av den normale bortføring av calsium fra jordsmonnet i næringsfattig skog i Sør-Norge, men de viser at bortføringen av calsium under normale forhold er betydelig. Ved en undersøkelse i Numedal (ROSENQVIST 1970) har man som et foreløpig resultat kommet fram til at den mengde av calsium og natrium som føres med Numedalslågen må forklares ved en kjemisk forvitring på ca $0,002 \text{ mm}$ fast berg pr år over hele nedslagsdistriktet. Omregnet blir dette ca $1,5 \text{ kg}$ calsium pr hektar og år, dette tall er nær det samme som Dahl og Skre's tall for skogsjord i Sør-Norge. En viss uoverensstemmelse er det dog i og med at ROSENQVIST's tall gjelder den totale utlutning, mens Dahl og Skre's tall gjelder utlutning i øverste 30 cm av jordsmonnet. En ikke liten usikkerhet er det forøvrig forbundet med Rosenqvist's tall i og med at tilførsel av calsium fra nedbøren er estimert ut fra målte verdier fra Dalen i Telemark, Kise i Hedemark og Vågåmo i Gudbrandsdalen. Når en vet at det gjennomsnittlige årlige nedfall av calsium varierer fra $4,1 \text{ kg}$ pr hektar og år på Vågåmo til $7,6 \text{ kg}$ pr hektar og år på Dalen (se LÅG 1966), eller at det gjennomsnittlige innhold av calsium varierer fra $1,4 \text{ g}$ pr m^3 nedbørvann på Vågåmo til $0,9 \text{ g}$ pr m^3 på Kise, er det klart at estimatet for Numedalen blir usikkert.

Et spørsmål som melder seg i forbindelse med årringundersøkelsene på materialet fra Nordmoen på Romerike er om det undersøkte området jordbunnsmessig sett er slik at negative utslag hva angår tilvekst i trær, bør kunne vises på et tidlig stadium av utlutningen. Dette vil en forhåpentligvis få svar på når pågående undersøkelser av jordbunn og sigevann er avsluttet. Foreløpige oppgaver blant annet fra NIVA tyder imidlertid på at området er fattig på calsium.

Hele spørsmålet omkring den sure nedbøren og virkningen av denne inneholder så mange problemer og så mye tvil at en fortsettelse av disse undersøkelser av eventuell tilvekstreduksjon bør kjøres parallelt med lokale undersøkelser av nedbør, av jordbunnreaksjonene og av avrenningsvann i tilliggende vassdrag.

8

SAMMENDRAG

I forbindelse med spørsmålet om sur nedbør kan ha ført til redusert tilvekst i våre skogstrær ble det på Romerike tatt årringprøver av furu (*Pinus silvestris*) og gran (*Picea abies*). Problemet med valg av referansedata er søkt løst ved å bruke data fra før den tid sur nedbør kan ha betydd noe. Det er på det undersøkte materialet og ved den metodikk som har vært brukt, ikke påvist noen ikke-aldersforårsaket tilvekstreduksjon.

9 LITTERATURLISTE

- Aandstad, S Die Jahresringbreiten der Kiefer und die Zeitbestimmung älterer Gebäude in Solør inn östlichen Norwegen. Nytt Mag. Naturvid. 78:201-268, Oslo (1968).
- Dahl, E Omkring nedbørens forsurening og plantenes næringstilgang. Vann 4(3):120-123 (1969).
- Dahl, E, Selmer-Andersen Chr, Saether, R Soil factors and the growth of Scotch-pine. A statistical reinterpretation of data presented by Viro (1955). Soil Sci. 92:367-371 (1961).
- Dahl E, Skre, O En undersøkelse over virkningen av sur nedbør på produktiviteten av landbruket. Stensilert 15 s, NLH, Vollebekk (1970).
- Eklund, B Skogforskningsinstituttets årsringsmåtningsmaskiner. Medd. Statens Skogforskn. inst 38(5):1-77 (1949).
- Låg, J Forelesninger i jordbunns-lære ved Norges Landbrukshøgskole. Del IV Univ. forl. Oslo. Stensilert 71 s (1966).
- Odén, S Nederbördens och luftens försurning - dess orsaker, förlopp och verkan i olika miljöer. Ekologikommitten, bull. nr 1. Statens naturvetenskapliga Forskningsråd, Stockholm (1968).
- Odén, S Regionala aspekter på miljöstörningar. Vann 4(3):93-112 (1969).
- Ording, A Årringanalyser på gran og furu. Medd. Norske Skogforsøksvesenet 7(25):104-354 (1941).
- Rosenqvist, I Th Numedalsprosjektet - en tverrgeovitenskapelig undersøkelse. Foreløpig rapport. Institutt for geologi, Universitetet i Oslo. Stensilert 10 s (1970).