

svirksomhet og undervisning slik som selskapets styreformann har pekt på.

Det er vel ikke mange som i samme grad har kommet i direkte kontakt med så mange av bureiserne i vårt land. Som understreket av Thorstein Treholt, har han vært en særdeles god støtte for mange bureisere under vanskelige forhold, når det har røynt på som aller verst både med hardt slit og økonomiske problemer.

Vi som har hatt gleden av å være kolle-

ger med Kvaal i Selskapet Ny Jord og Det norske jord- og myrselskap, har lært å sette pris på hans lune og rolige måte å være på. Kvaal er som nevnt, korrekt og nøyaktig i sin fremferd. Han legger mye arbeid og omtanke i å få mest mulig rettferdige løsninger på problemene.

De ansatte i selskapet vil også slutte seg til gratulasjonene med vel fortjent heder.

*Ole Lie*

# Jordbunnsfaktorer og skogproduksjon

*J. Låg*

*Norges landbrukshøgskole, Ås-NLH*

## 1. Oversikt

Lenge før spørsmålene om innvirkning av forskjellige faktorer på planteveksten var tatt opp til vitenskapelige undersøkelser, hadde menneskene på mange måter skaffet seg erfaringskjennskap til slike problemer. Men denne type kunnskaper var som regel lite eksakte, og det var heller ikke lett å bringe dem videre til en større krets.

Kjemiske og biologiske lovmessigheter som ble utredet i slutten av det attende og begynnelsen av det nittende århundre, gav grunnlag for forståelse av mange spørsmål av anvendt karakter. Generelle lovmessigheter i planteernæringen ble oppdaget. I geologien ble problemer av landbruksinteresse tatt opp. Innvirkningen av viktige klimafaktorer på planteveksten ble klarlagt. Mot slutten av det nittende århundre utviklet jordbunns læren seg til en selvstendig vitenskap. Det ble etter hvert mer eksakt basis for bedømmelse av faktorer som innvirker på størrelsen av planteproduksjonen.

Det er klima- og jordbunnsforhold som bestemmer mulighetene for plantevekst. Vi inndeler vekstfaktorene i klimatiske og edafiske.

Uttrykkene bonitet og bonitering brukes i faglitteraturen i forbindelse med kvalitetsvurdering. Men begrepene er ikke entydige. Det kan skilles mellom jordbonitet, vekstplassbonitet og verdibonitet. I første tilfelle er det jordas planteproduserende evne som bedømmes. Ved vekstplassbonitering blir det dessuten tatt hensyn til klimatiske faktorer. Når verdiboniteten for et areal skal bestemmes, som f.eks. i jordskiftesaker, må også andre økonomimomenter vurderes. Ofte vil avstand til kommunikasjonslinjer være viktig i slike sammenhenger. Oversikt over endel eldre norsk litteratur om bonitering er gitt av Låg (1958). Huddleston (1984) har foretatt en utførlig behandling av boniteringssystemer brukt i USA.

Ved jordbunnskartlegging av dyrka mark er det i USA prøvd å oppgi tall for

avlinger som kan ventes på arealer med forskjellige jordprofilserier (se f.eks. Higgins et al. 1977). Dette er et uttrykk for bonitet. I skogbruket anvendes i alminnelighet trærnes normaltilvekst som mål for boniteten. Fordi årringbredder er lette å registrere, kan vi raskt skaffe oss gjennomsnittstall for mange år. På denne måten er det som regel enklere å foreta bonitering av skog enn av dyrka jord.

Ved samarbeid mellom jordbunnslæreinstituttet ved Norges landbrukshøgskole og Landsskogtakseringen er det i lang tid gjennomført omfattende registreringer av skogjorda i Norge. I perioden 1964–1976 ble det utført undersøkelser på 114 659 takstflater systematisk fordelt over ca. 51 900 km<sup>2</sup> produktiv skog i fylkene Østfold, Akershus, Oslo, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold, Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og sørlige delen av Nordland.

Landsskogtakseringen brukte følgende 5 bonitetsklasser:

1. Årlig normaltilvekst over 0,68 m<sup>3</sup> pr. dekar
2. Årlig normaltilvekst 0,68–0,44 m<sup>3</sup> pr. dekar
3. Årlig normaltilvekst 0,44–0,29 m<sup>3</sup> pr. dekar
4. Årlig normaltilvekst 0,29–0,19 m<sup>3</sup> pr. dekar
5. Årlig normaltilvekst 0,19–0,12 m<sup>3</sup> pr. dekar

Grensa mellom produktiv skog og tre-satt impediment var altså satt ved årlig normalproduksjon 0,12 m<sup>3</sup> pr. dekar. Det har seinere vist seg at den virkelige produksjonen er noe mindre.

Langsæter (1944) fant at de gjennomsnittlige produksjonstallene (trærnes stammetilvekst) for de 5 bonitetsklassene er henholdsvis 0,92, 0,65, 0,41, 0,25 og

0,14 m<sup>3</sup> pr. dekar og år. Nyere sammenstillinger har gitt som resultat at tilveksten er mindre (Norges Landbrukshøgskole. Inst. for skogtaksasjon 1981). Ved de følgende beregningene er tallene 0,81, 0,53, 0,33, 0,19 og 0,11 brukt for bonitetsklassene fra 1 til 5.

Mange av de jordbunnsegenskapene som ble registrert under de gjennomførte undersøkelsene, har betydning for boniteten. Men noen av dem er avhengige av klimaet, altså av en annen gruppe faktorer som påvirker planteveksten. Det er dermed vanskeligere å finne ut hvordan disse jordbunnsfaktorene direkte virker på boniteten. Om det ikke er mulig å forklare årsakssammenhenger, kan statistiske relasjoner være like sikre og interessante.

Arbeidsmåtene som ble brukt ute i marka, framgår av den utarbeidde instruksen (Landsskogtakseringen 1966).

## 2. Innvirkning av jorddybde på boniteten

Dybden av jorddekket over berggrunnen er generelt sett en primær egenskap ved vokseplassen. Tykkelsen av humusdekket er riktignok til en viss grad avhengig av klimafaktorer. Men av den totale dybden av fastmarkjord utgjør det organiske materialet i de fleste tilfeller svært lite. Vi kan derfor uten større feil oppfatte jorddybden som en opprinnelig egenskap, og videre forsøke å finne ut hvilken betydning denne faktoren har for boniteten.

Jorddybden på takstflatene er inndelt i de 4 gruppene: Under 0,2 m, 0,2–0,7 m, 0,7–5 m og over 5 m. Fordelingen av flatene på dybdegruppene er henholdsvis 13,8%, 36,3%, 43,9% og 6,0%. Boniteten er også registrert for hver takstflate, og den 5-delte skalaen gjengitt foran, er brukt i denne forbindelse.

Ved bruk av de refererte produksjons-

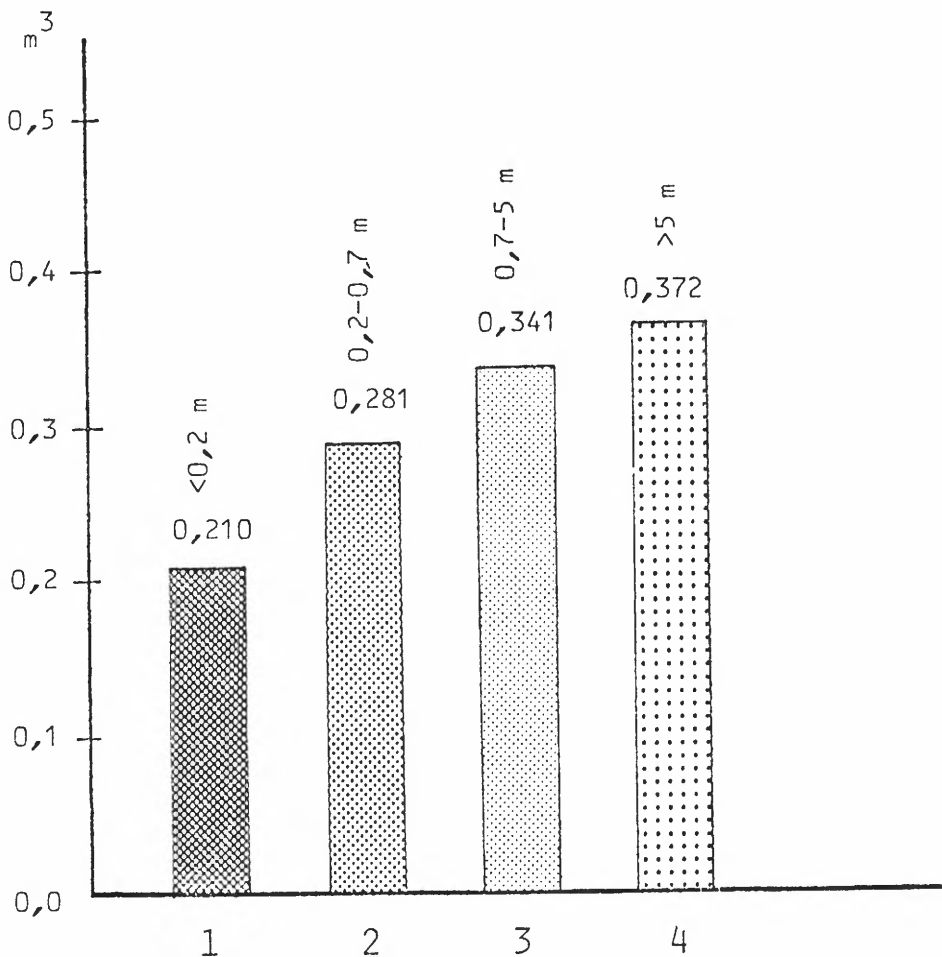


Fig. 1. Årlig normalproduksjon pr. dekar på skogjord av forskjellig dybde

tallene for hver enkelt bonitetsklasse, kommer vi fram til gjennomsnittstallene gjengitt i fig. 1 for de forskjellige dybdeklassene.

Vi skal merke oss at undersøkelsene er begrenset til produktiv skog. Hvis arealer med trær, men med mindre normalproduksjon enn grenseverdien for produktiv skog hadde vært medregnet, ville tallet for den grunneste jorda blitt lavere. Endel av arealene med liten jorddybde har sær-

lig god jordkvalitet, f.eks. materiale av kambrosilur-bergarter, noe som trekker gjennomsnittstallet for produksjon oppover.

Det kan kanskje synes merkelig at det er stigning i produksjon fra dybdeklassen 0,7-5 m til den over 5 m. Men jord med dybde ned mot 70 cm gir nok en viss reduksjon i voksemulighetene for trærne. Det kan ellers finnes kvalitetsforskjeller mellom dype og grunne moreneavleiringer.

ger. Materialet i de dype moreneavsetningene vil i alminnelighet ha vært transportert lenger og dermed være noe mer finkornet enn det i grunn, mer lokalpreget morenejord (Låg 1948, 1984).

Hvis dette store tallmaterialet var blitt oppdelt i mindre grupper som var mer ensartete, kunne det ha vært påvist større forskjeller mellom grunn og dyp jord. Men selv ved denne enkle sammenstillingsmåten kommer det klart fram at for sparsomt jorddekke i sterk grad nedsetter produksjonsmulighetene i våre skoger. Mer enn halvparten av Norges produktive skogareal har redusert tilvekst fordi jorddekket over fjelloverflaten er for grunt. Dessuten skal vi merke oss at en meget stor del av impedimentarealet under skoggrensa nettopp er uproduktivt på grunn av mangel på jord over fjelloverflaten.

Det er ellers en generell arbeidsregel at en skal være varsom med utvelgning eller sortering innenfor et opprinnelig tallmateriale. En bør være påpasselig så det ikke blir grunnlag for mistanke om tallutvelgning som passer for bekreftelse av oppstilte arbeidshypoteser.

### 3. Sammenhenger mellom profilutvikling og bonitet

Det er gjensidig avhengighetsforhold mellom jordsmonn og vegetasjon. Plantene påvirker i noen grad utviklingen av jordprofilen og er samtidig avhengige av jordsmonnet. Forholdet mellom jordprofil og bonitet er altså mer komplisert enn det mellom jorddybde og bonitet. Men om ikke årsaksammenhengene er like klare, kan det som nevnt være av interesse å se på korrelasjonene.

På tilsvarende måte som for forskjellige dybdeklasser er produksjonsevnen beregnet for forskjellige grupper av jordprofiler (fig. 2). Sammenstillingene

viser meget klare relasjoner mellom profilutvikling og skogtilvekst. Bruker vi produksjonsevnen hos brunjord som sammenligningsgrunnlag, finner vi følgende relativtall for de andre gruppene:

Brunjord	100%
Overgangsformer	
brunjord-podsol	80%
Podsol med bleikjord	
under 3 cm	58%
Podsol med bleikjord 3–6 cm	55%
Podsol med bleikjord 6–10 cm	53%
Podsol med bleikjord	
over 10 cm	49%
Sumpjord	45%

Den gjennomsnittlige produksjonen på alt podsoljordsmonn er 55% av den på brunjord.

Ved inndeling selv etter disse enkle kjennetegnene for jordprofilene har det altså vist seg mulig å påvise meget klare relasjoner til en så viktig praktisk egenenskap som produksjonsevne. Det er stor forskjell mellom tilveksten på brunjord og podsol. Som podsoljordsmonn er her regnet alle jordprofiler med synlig bleikjordsjikt.

Det har i Norge vært framme ideer om at vi ved kartlegging skulle bruke et kanadisk klassifiseringssystem (Canada Soil Survey Committee 1978) Men etter denne inndelingsmåten kan podsol og brunjord (brunisol) først skilles etter ganske arbeidskrevende kjemiske analyser, og endel profiler med tydelig bleikjordlag vil bli rubrisert som brunisol (se f.eks. plansje fig. 6 på s. 37 i den kanadiske publikasjonen).

Landsskogtakseringen har foretatt inndeling etter høyden over havet. Det opereres med høydesoner med intervall 150 m. Ved sammenstilling av tallmaterialet særskilt for hver enkelt høydesone

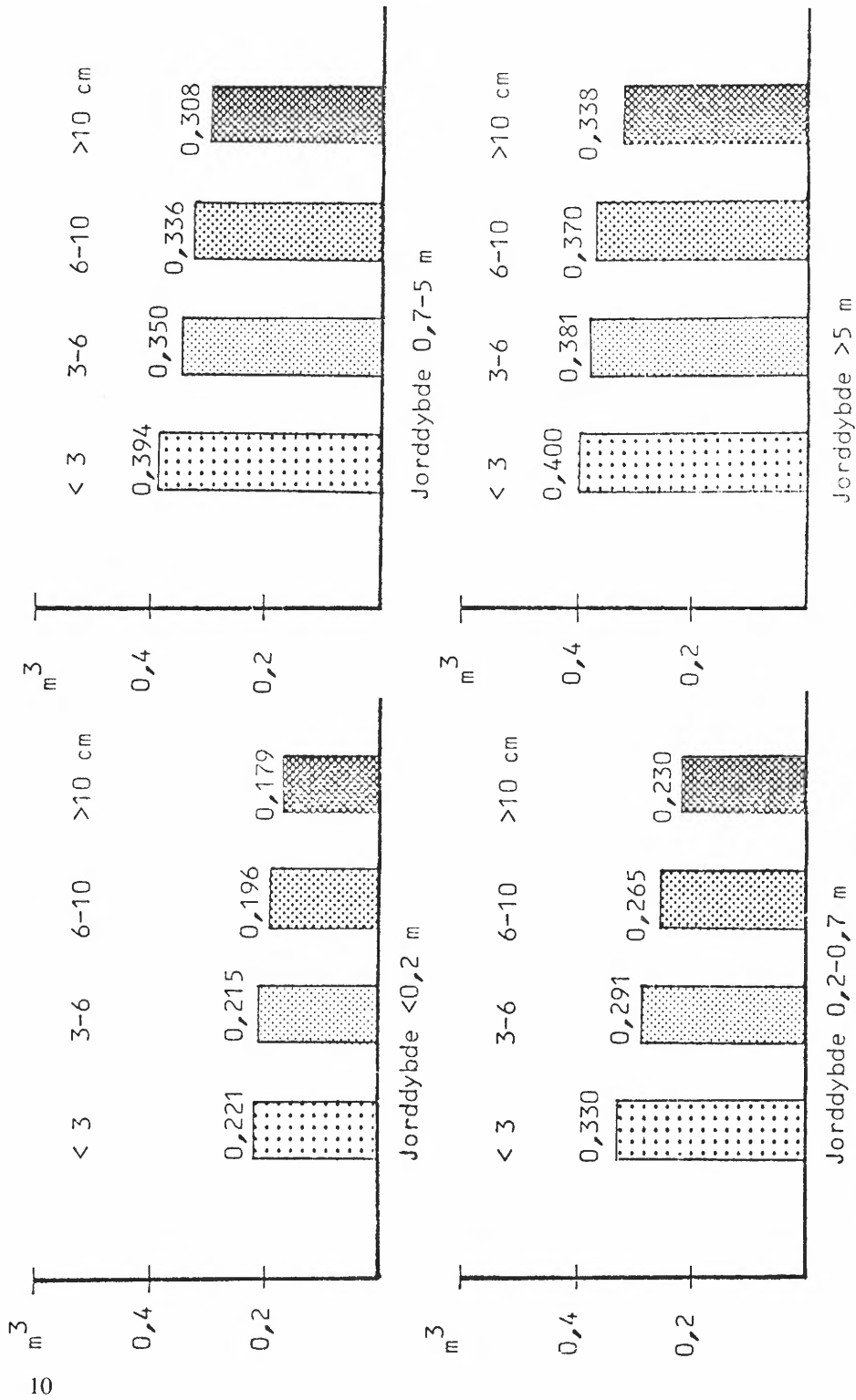


Fig. 2. Årlig normalproduksjon pr. dekar på skogjord av forskjellig dybde og med forskjellig tykkelse av humuslaget

kan en i noen grad redusere utslag som skyldes store klimatiske forskjeller.

I alle høydesonene med så stort antall takstflater at sammenligninger er mulig, er det synkende bonitet fra brunjord til overgangsformene og videre til podsol og til sumpjord. Men det er forskjell på differensene mellom disse ulike hovedgruppene, og videre finnes det variasjoner med hensyn til undergruppene av podsol.

Sumpjord har et minst 30 cm tykt overflatelag som vesentlig består av organisk materiale. Det er alminnelig å regne sumpjorda som «kald jord». I områder med det gunstigste temperatorklimaet er produksjonen på sumpjord forholdsvis større enn landsgjennomsnittet på 45%.

Fig. 3 og tallrekken ovenfor viser at tilveksten avtar med stigende tykkelse på bleikjordsjiktet hos podsoljordsmonnet. Men det finnes unntak fra denne hovedregelen. I lavtliggende trakter er det ofte relativt tykt bleikjordsjikt på steder der vanntilgangen for plantene er god. Fuktighetsforholdene kan her være avgjørende slik at produksjonen er større på podsol med tykt enn med tynt bleikjordlag.

#### 4. Sammenheng mellom humussjikttykkelse og bonitet

Det er nødvendig at det finnes et visst innhold av organisk materiale i skogjorda. Men store humusmengder kan tyde på liten mikrobiologisk aktivitet og opphoping av næringsstoffer i former som er utilgjengelige for plantene.

Under skogtakseringen ble tykkelsen av humussjiktet registrert. Som humuslag ble regnet jord med mer enn 15% organisk stoff. Sumpjord har humuslag med tykkelse over 30 cm. For de andre jordsmonntypene ble følgende inndeling brukt: 0–3 cm, 3–6 cm, 6–10 cm og over 10 cm.

Fig. 2 viser synkende produksjon med stigende tykkelse av humussjiktet. Men bl.a. variasjon i fuktighetsforhold som har sterk innvirkning på produksjonsmuligheten, kan føre til unntak fra denne generelle regelen.

Til sammenligning med tallene for fastmarkjord med tykt humuslag kan det minnes om at den gjennomsnittlige normalproduksjonen på sumpjord er bare 0,231 m<sup>3</sup>.

#### 5. Innvirkning av grunnvannsnivå og vannsig på boniteten

Vannforsyningen er viktig for all plan-tevekst. Men kravene til jordas evne til å stille vann til disposisjon for plantene varierer med klimaet. Det vi kaller tørkesvak jord, vil være en relativt bedre vokseplass under fuktige enn under tørre klimaforhold.

I tillegg til den direkte virkningen på vegetasjonen har fuktighetsforholdene indirekte innflytelse gjennom påvirkning på jordsmonndannelsen. Det kan minnes om at Glømme (1928, 1932) har redegjort for virkninger av vannsig på jordsmonnutvikling og bonitet.

Det er vanskelig å utforme gode systemer for klassifisering av fuktighetsforholdene. Under Landsskogtakseringens markarbeid ble grunnvannsnivå og «tilgjengelig vannmengde» for skogen inndelt i følgende grupper: 1) Meget tørt, 2) tørt, 3) normalt, ugrøftet, 4) normalt, etter grøfting, 5) noe vannsykt, ugrøftet, 6) noe vannsykt, etter grøfting, 7) meget vannsykt, ugrøftet, og 8) meget vannsykt, etter grøfting.

Stort sett er det stigning i bonitet fra nr. 1 til nr. 4, altså fra meget tørr mark til mark som etter grøfting har normal fuktighet (se tabell 1). Forskjellen mellom nr. 3 og 4 må skyldes bonitetshevning på grunn av grøftingen. Det er velkjent at

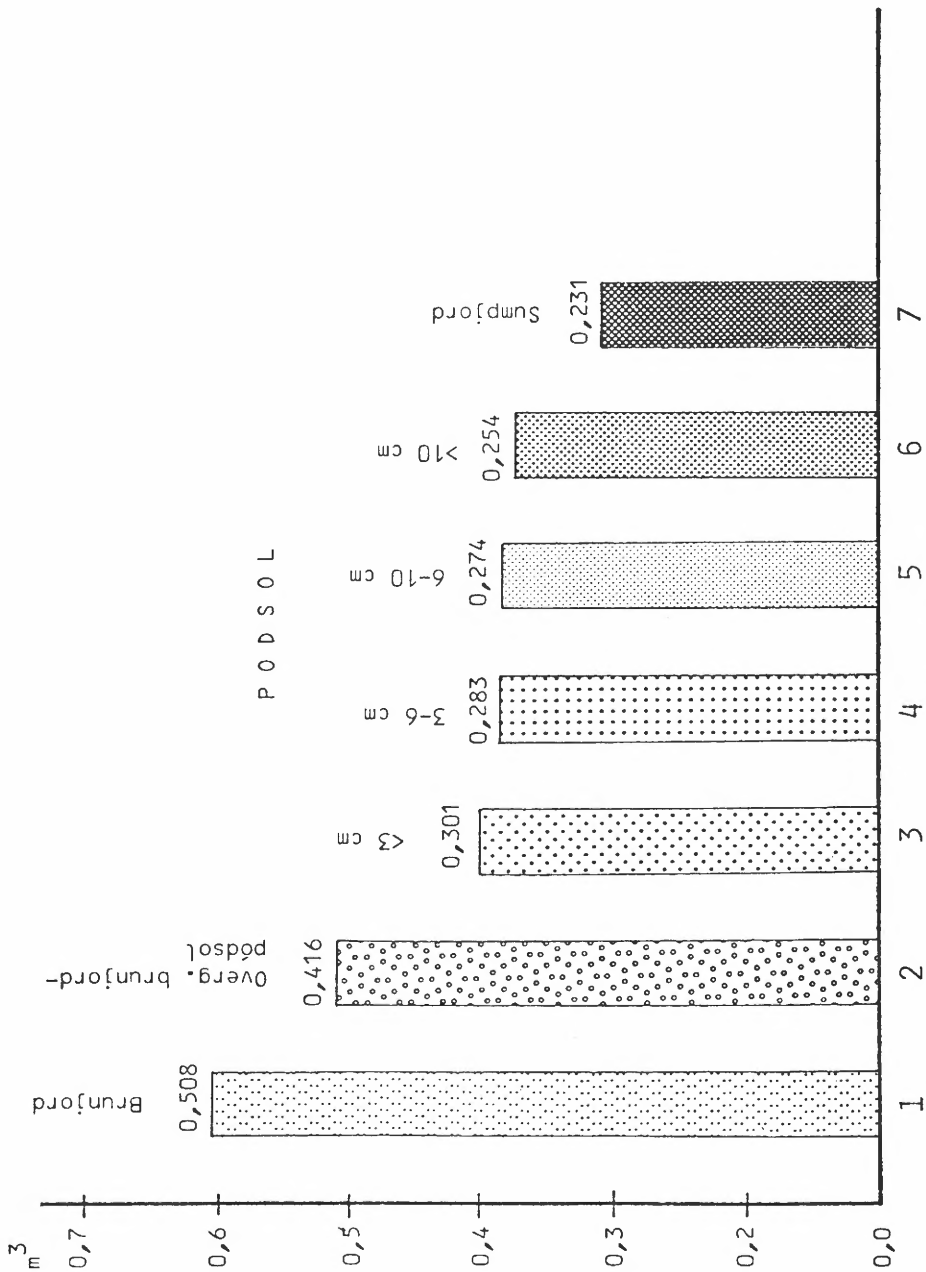


Fig. 3. Årlig normalproduksjon pr. dekar på skogjord med forskjellige profiltyper

Tabell 1. Årlig normaltilvekst, m<sup>3</sup> pr. dekar, ved forskjellig grunnvannsnivå og «tilgjengelig vannmengde», på jord av forskjellig dybde og med forskjellig profil

	Meget tørt	Tørt	Normalt, ugrøftet	Normalt, etter grøfting	Noe vannsykt, ugrøftet	Noe vannsykt, etter grøfting	Noe vannsykt, etter grøfting	Meget vannsykt, ugrøftet	Meget vannsykt, etter grøfting
Jorddybde <0,2 m	0,154	0,167	0,222	0,258	0,160	0,185	0,126	—	
Jorddybde 0,2–0,7 m	0,224	0,208	0,290	0,333	0,180	0,234	0,143	0,110	
Jorddybde 0,7–5 m	0,228	0,235	0,359	0,409	0,224	0,260	0,177	0,234	
Jorddybde >5 m	0,220	0,261	0,400	0,388	0,227	0,239	0,202	0,110	
Podsol	0,190	0,199	0,294	0,396	0,205	0,279	0,159	0,350	
Brunjord	0,308	0,341	0,527	0,592	0,353	0,433	0,272	—	
Overg. podsol-brunjord	—	0,264	0,427	0,538	0,302	0,399	0,137	—	
Sumpjord	—	0,177	0,277	0,352	0,197	0,237	0,172	0,213	

Tabell 2. Årlig normaltilvekst, m<sup>3</sup> pr. dekar, ved ulike vannsig på jord av forskjellig dybde og med forskjellig profil

	Ikke vannsig	Ubedydelig vannsig	Vannsig i korte perioder av året	Vannsig i lange perioder, men små mengder		Stadig vannsig, men ikke store mengder	Stadig vannsig, store mengder
				Vannsig i lange perioder, men små mengder	Stadig vannsig, store mengder		
Jorddybde <0,2 m	0,179	0,193	0,221	0,228	0,232	0,221	0,221
Jorddybde 0,2–0,7 m	0,247	0,257	0,288	0,294	0,293	0,225	0,225
Jorddybde 0,7–5 m	0,298	0,312	0,348	0,352	0,366	0,255	0,255
Jorddybde >5 m	0,333	0,345	0,387	0,408	0,417	0,257	0,257
Podsol	0,259	0,261	0,284	0,293	0,317	0,245	0,245
Brunjord	0,551	0,518	0,516	0,501	0,532	0,395	0,395
Overg. podsol-brunjord	0,358	0,413	0,413	0,436	0,416	0,289	0,289
Sumpjord	0,252	0,240	0,231	0,228	0,223	0,211	0,211



grøfting kan føre til frigjøring av næringsstoffene. Mellom 5 og 6 er det tilsvarende forskjeller som mellom 3 og 4. Jord som er meget vannsyk etter grøfting (nr. 8), har et lite antall flater. I denne gruppen har jord med dybde henholdsvis 0,2–0,7 m og >5 m bare 1 flate hver, og begge er plassert i bonitet 5. Et så lite materiale kan selvfølgelig ikke tillegges noen vekt.

Det kan synes selvmotsigende at det er notert sumpjordflater med karakteristikkene tørr mark. Men forklaringen kan være endring av vannløp etter at torvavsetningen er blitt til.

Det ble brukt følgende skjema for klassifisering av vannsig: 1) Ikke vannsig, 2) ubetydelig vannsig, 3) vannsig i korte perioder av året, 4) vannsig i lange perioder, men ikke store vannmengder, 5) stadig vannsig, men ikke store vannmengder, og 6) stadig vannsig, store vannmengder.

Som tabell 2 viser, blir det bonitets-senkning når stadig vannsig fører store vannmengder (kolonne lengst til høyre i tabellen). Årsaken er at vannsykhet nedsetter produksjonsevnen. På sumpjord er det noenlunde jevn nedgang i bonitet med stigende innvirkning av vannsig. Det er lett forståelig at det kan bli negative virkninger av ekstra vanntilføring på jordsmonn som er utviklet på så fuktige lokaliteter. Ellers er det stort sett stigning i tilvekst til klasse 4 eller 5. Men brunjorda danner unntak fra denne hovedregelen. Kanskje er årsaken at brunjord uten vannsig ofte er utviklet i mineralogisk sett særlig gunstig materiale, mens vannsigen har ført til brunjorddannelse også på jord av dårligere kvalitet.

De nedbørrikeste områdene i Norge er ikke med i det foreliggende tallmaterialet. Hvis Vestlands-fylkene hadde vært representert, ville vi kanskje ha fått fram

enkelte andre relasjoner mellom fuktighetsforhold og plantevekst.

## 6. Andre jordbunnsfaktorer av betydning for boniteten

Tilgangen av næringsstoffer til vegetasjonen er en faktorgruppe av stor betydning for boniteten. Ved de gjennomførte undersøkelsene er det ikke skaffet materiale til direkte belysning av dette spørsmålet. Det er ellers en vanskelig sak å få fram et godt tallmessig grunnlag for karakterisering av disse faktorene.

Ved gjødsling kan boniteten forbedres for en tid. Enkelte avvikelser fra normale korrelasjoner mellom naturlige jordbunnsfaktorer og bonitet kan skyldes gjødsling. Men det totale skogarealet som inntil nå er blitt gjødslet i Norge, er ikke stort. F.eks. oppgir Landbruksdepartementet at det i 1973–1982 er gjødslet med offentlig godkjenning 253 404 dekar fastmark og 139 804 dekar myr. Arealoppgavene omfatter både breisåing og flekkvis gjødsling.

Den mekaniske sammensetningen av mineralmaterialet er en primærfaktor av stor betydning. Det ble foretatt en enkel registrering av teksturen, men bl.a. fordi det bare ble utført grunne gravinger, ble tallmaterialet av mindre verdi for vurdering av bonitet.

I tillegg til opplysninger om humusmengde ville det vært av betydning å ha kjennskap til kjemiske, fysiske og biologiske egenskaper ved humusen. Men det lot seg ikke gjøre å få med mer omfattende humusundersøkelser under disse feltregistreringene som måtte utføres raskt.

## 7. Sammenhenger mellom vegetasjonstype og bonitet

Som påpekt tidligere, er det sterk sammenheng mellom jordbunnsforhold og

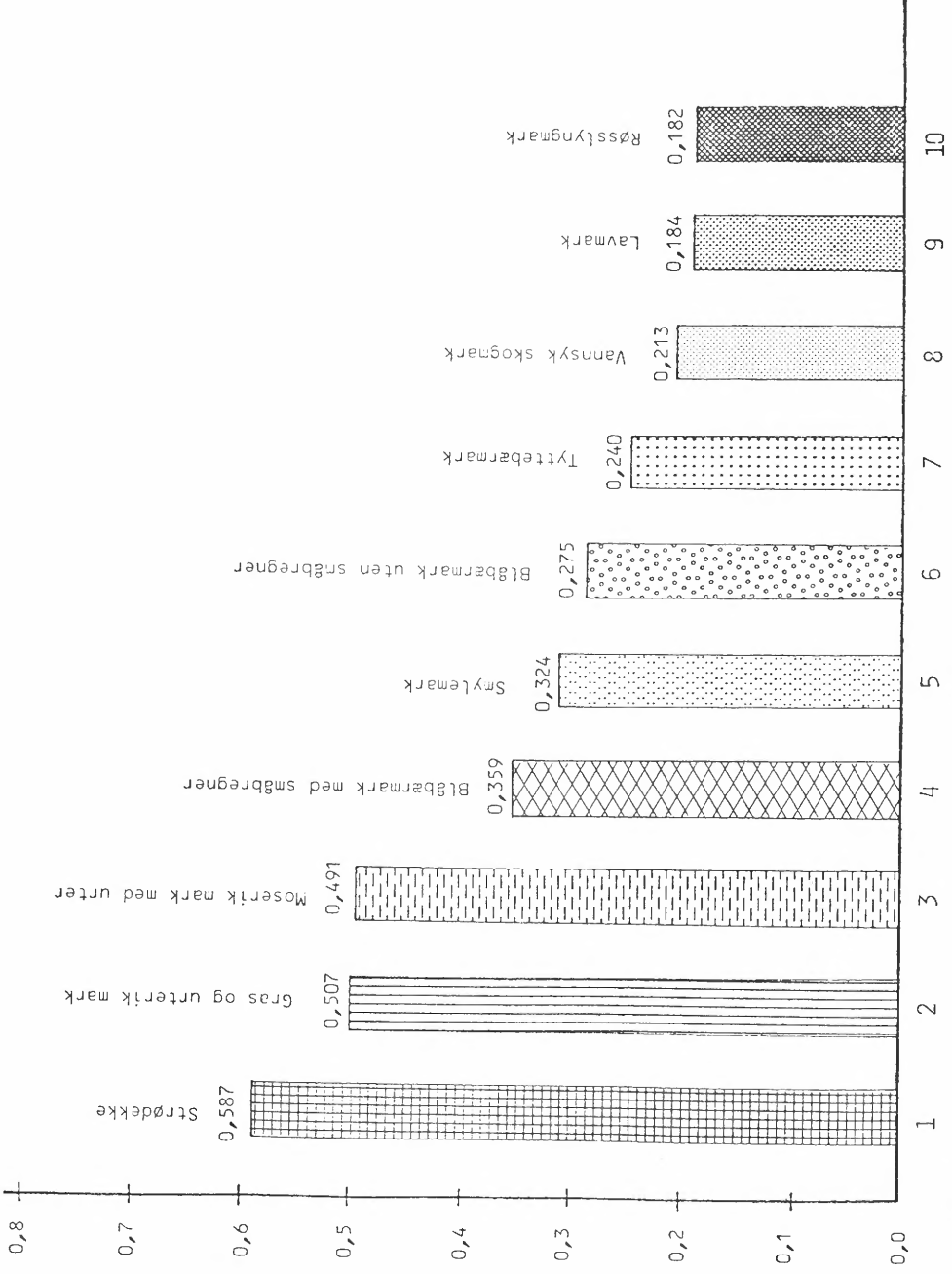


Fig. 4. Gjennomsnittlig normalproduksjon på forskjellige vegetasjonstyper

fordelingen av bunnvegetasjon (se f.eks. Låg [1985]). Det ligger derfor nær å tenke på å bruke bunnvegetasjon i stedet for jordbunnsfaktorer som kriterier for jordbonitet. Ofte er det raskere å bestemme vegetasjonstype enn f.eks. profiltype. Praktiserende skogbrukere har vel alltid i sitt arbeid utnyttet i større eller mindre grad erfaringskunnskaper om relasjoner mellom bonitet og utbredelse av forskjellige plantesamfunn. I alminnelig forstlitteratur finnes det ofte resonnementer om samhörighet mellom vegetasjonstyper og tilvekstmuligheter. Det kan minnes om at finske forskere på et tidlig tidspunkt utnyttet slike relasjoner som grunnlag for bonitetsvurderinger (Cajander 1913, Cajander & Ilvessalo 1922).

Fig. 4 viser at det er store forskjeller med hensyn til skogens tilvekst på jord med ulike typer av bunnvegetasjon. Produksjonstallet for typen strødekke er i gjennomsnitt litt over 3 ganger så stort som for røsslyngmark og lavmark. Tilsvarende faktorer for henholdsvis typene gras- og urterik mark og moserik mark med urter på den ene side og røsslyngmark og lavmark på den andre ligger mellom 2,5 og 3.

Men bak gjennomsnittstallene for hver enkelt vegetasjonstype skjuler det seg interessante variasjoner. Trærne og bunnvegetasjonen kan reagere forskjellig på endringer i jordbunns- og klimafaktorer. Som eksempel med sammenheng til klimaet kan nevnes forandringer i forholdet mellom skogtilvekst på blåbærmark og på tyttebærmark med stigende høyde over havet. I middel for hele tallmaterialet ligger normalproduksjonen pr. dekar på tyttebærmark 0,035 m<sup>3</sup> lavere enn på blåbærmark uten småbregner. I de laveste høydesonene er forskjellen betydelig større, mens produksjonen ligger høyere

på tyttebærmark enn på blåbærmark uten småbregner i de øverste høydesonene.

Både ved inndeling etter jorddybde og etter profiltype finner en eksempler på forskjeller mellom treslag og bunnvegetasjon med hensyn til reaksjon på jordbunnsfaktorene. Prøveflatene med strødekke har i gjennomsnitt bedre bonitet enn de øvrige vegetasjonstypene. Men både på den aller grunneste jorda og på den aller dypeste står flatene med gras- og urterik mark litt foran strødekkeflatene.

Den gjennomsnittlige boniteten for flatene med gras- og urterik mark er litt bedre enn for moserik mark med urter. For brunjordflatene er det en betydelig forskjell, mens podsolfatene med forholdsvis tynt bleikjordsjikt har litt bedre bonitet der bunnvegetasjonen er moserik mark med urter enn der den er gras- og urterik mark.

Det er stor variasjon med hensyn til skogens tilvekst innenfor de enkelte klassene for bunnvegetasjon. Produksjonen på arealer med samme vegetasjonstype er i gjennomsnitt betydelig større på dyp enn på grunn jord, og på tilsvarende måte større på brunjord enn på podsol.

For de vegetasjonstypene som finnes på et betydelig antall takstflater både på brunjord og podsol, viser det seg at produksjonen på podsolfatene i middel er omkring 4/5 av den på brunjordflatene. Ved tilsvarende jamføring mellom takstflater med forskjellig jorddybde kan det finnes betydelig større differenser. Flatene med strødekke på jord grunnere enn 0,2 m har bare 49% av tilveksten på tilsvarende flater med jorddybde over 5 m. For gras- og urterik mark og moserik mark med urter er tallene henholdsvis 52% og 57%.

Ved sterkere oppdeling av bunnvegetasjonen ville en sannsynligvis i større

grad kunne skille vegetasjonstyper etter deres tilknytning til bestemte jordbunnsforhold. Men de refererte sammenstillingene viser at skogbonitering etter bunnvegetasjon uten å ta hensyn til jordbunnforholdene, kan gi resultater av sterkt varierende verdi.

Det vil bli aktuelt å forsøke å utrede nærmere innvirkningen av forskjellige klimatiske og edafiske faktorer på henholdsvis skogtrær og bunnvegetasjon. Etter nærmere klarlegging av slike relasjoner er det sjans for å nå fram til bedre kriterier for bonitering.

## 8. Sammenligning med tidligere undersøkelser

Fra 1954 ble det utført registrering av jordbunnsforholdene i Norges skoger ved samarbeid mellom jordbunnsforskningens institutt ved Norges landbrukshøgskole og Landsskogtakseringene (Låg 1955). Registreringen foregikk i den første tid fylkesvis. Det ble da sendt ut et stort antall publikasjoner med resultater fra undersøkelsene. Bl.a. ble det vist at skogens tilvekst var avhengig i sterk grad av jorddybde og profiltvikling. Uttrykket solbonitativmetri (forkortet til solbonimetri) er innført for forskningsretningen som forsøker å klarlegge betydningen av jordbunnsfaktorene for størrelsen av planteproduksjonen (Låg 1968).

I løpet av de fylkesvise takseringene 1954–1964 ble det gjort noen endringer i rettleiingen for feltarbeidet, og dette medførte vanskeligheter for gjennomføring av landsomfattende sammenstillinger. Ved registreringene i 1964–1976 ble det brukt praktisk talt samme arbeidsinstryks gjennom hele perioden.

Gjennom lang tid ble produksjonstallene til Langsæter (1944) brukt ved beregning av tilveksten på forskjellige boniteter. De korreksjonene som seinere

er blitt innført, medfører at tallene for tilvekstmasse nå blir mindre.

Stort sett er det meget god overensstemmelse mellom denne landsomfattende sammenstillingen og tidligere presenterte resultater for enkelt-distrikter. Når beregningene utføres for hele landet under ett, altså for områder med store variasjoner i klimatyper, kan det bli noe mindre markerte utslag for ulike jordbunnsfaktorer enn når beregningene blir gjort for mer ensartete distrikter.

## Sammendrag

I perioden 1964–1976 gjennomførte Landsskogtakseringen registreringer i de produktive skogarealene i fylkene Østfold, Akershus, Oslo, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold, Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og sørlige delen av Nordland. Undersøkelsene omfattet 114 659 takstflater, hver på 100 m<sup>2</sup>, systematisk fordelt over ca. 51 900 km<sup>2</sup>. Bestemmelse av bonitet, uttrykt ved årlig normaltilvekst av trestammene, ble foretatt for hver takstflate. Et stort antall andre egenskaper ble registrert.

For lite jordmateriale over fjelloverflaten begrenser i sterk grad mulighetene for planteproduksjon i Norge. I de undersøkte områdene var skogens årlige normalvekst 0,21, 0,28, 0,34 og 0,37 m<sup>3</sup> pr. dekar på jord med dybde henholdsvis under 0,2 m, 0,2–0,7 m, 0,7–5 m og over 5 m. Mer enn halvparten av Norges produktive skogareal har redusert tilvekst fordi jorddekket over fjelloverflaten er for grunt.

Hvis tilveksten på brunjord settes til 100, er den i gjennomsnitt 80 for overgangsformer mellom brunjord og podsol,

55 for podsol og 45 for sumpjord. Generelt sett er det synkende tilvekst med stigende tykkelse på bleikjordsjiktet i podsoljordsmonnet, men det er mange unntak fra denne hovedregelen. Der vannforsyningen til trærne gir store utslag i tilveksten, kan produksjonen bli større på jordsmonn med tykt enn med tynt bleikjordslag.

Stigende tykkelse av humusjiktet hører stort sett sammen med minkende tilvekst.

Grunnvannsnivå og «tilgjengelig vannmengde» har betydning for produksjonen. I mange tilfeller er tilveksten størst på grøftet jord som nå har normale fuktighetsforhold. Vannsig parallelt med jordoverflaten fører til nedgang i bonitet for sumpjord. For de andre jordsmonngruppene medfører moderate vannsig i de fleste tilfellene bonitetsforbedring.

Mellom typer av bunnvegetasjon og skogens tilvekst er det sammenhenger. På jord med vegetasjonstypene gras- og urterik mark og moserik mark med urter er produksjonen gjennomsnittlig 2,5–3 ganger så stor som på lavmark og røsslyngmark. For gruppen strødekke er forskjellen enda litt større. Men klima og jordbunnsfaktorer kan påvirke relasjonene mellom skogproduksjon og bunnvegetasjon. F.eks. er trærnes tilvekst større på blåbærmark uten småbregner enn på tyttebærmark i liten høyde over havet, mens det motsatte er tilfelle i de øvre høydesonene.

Det kan være stor variasjon i produksjonen i skog med samme vegetasjonstype. Skogtilveksten på de tre mest kravfulle typene er omtrent halvparten på jord med dybde under 0,2 m jамført med den for dybdeklassen over 5 m.

Det er aktuelt å arbeide videre med utredning av lovmessigheter for forhold mellom jordbunnsfaktorer, bunnvegetasjon og skogbonitet.

## SUMMARY

### Soil factors and forest production

In the period from 1964 to 1976 the Norwegian National Forest Survey registered the productivity in forest areas in the counties of Østfold, Akershus, Oslo, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold, Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag, and the southern part of Nordland. The investigations covered 114,659 sample plots, each of which measured 100 m<sup>2</sup>, systematically distributed in approximately 51,900 km<sup>2</sup>. The evaluation of the annual normal production of the forest was carried out for each sample plot. A great number of other qualities were also registered.

A sparse soil cover over the bedrock puts strict limits on the possibilities for plant production in Norway. In the investigated areas the annual normal production in the forests was 2.1, 2.8, 3.4, and 3.7 m<sup>3</sup> per hectare in soil depths below 0.2 m, 0.2–0.7 m, 0.7–5 m, and over 5 m, respectively.

If the forest increment on brown earths is calculated to 100, it is 80 for transitions brown earths-podzols, 55 for podzols, and 45 for swamp soils. As a rule, there is a production decrease with increasing bleached layer in the podzol soils, but there are many exceptions to this rule. Where the water supply to the trees makes a big difference to the growth, the production may be greater on soils with thick bleached layers than on those with thin bleached layers.

Increasing thickness in the humus layer is usually connected with decreasing growth.

Ground water table and «allowance of water to plants» are important for the production. In many cases the production is greatest in artificially drained soils with

normal moisture conditions. Water percolation parallel to the soil surface reduces the site classes of swamp soils. For the other soil classes moderate water percolation generally improves the site.

There is a relationship between types of ground cover vegetation and the forest's growth. In soils with vegetational types forest ground rich in grasses and herbs and forest ground rich in mosses with some herbs the production is on average 2.5 to 3 times larger than on forest ground rich in lichens and forest ground rich in *Calluna vulgaris*. The differences are even larger for the group cover of litter (without vegetation in the field and bottom layers). However, the climate and soil factors can interfere with the relationship between forest production and floor vegetation. For example, the tree growth is better on forest ground rich in *Vaccinium myrtillus* without *Dryopteris* than on forest ground rich in *Vaccinium vitis-idaea* in low elevation, while the contrary is the case higher up in the landscape.

There may be great variations in the production of forest with equal ground cover vegetation. The forest production for the three most demanding vegetational types is approximately half on soils with depths below 0.2 m in comparison to those with depths over 5 m.

It is recommendable to continue the work on relationships between soil factors, ground cover vegetation, and forest site classes.

\*\*\*

Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd har bevilget midler til de utførte tallsammenstillingene.

## REFERERT LITTERATUR

- Cajander, A. K. 1913. Über Waldtypen. Acta For. Fenn., 1, 1–175.
- Cajander, A. K. & Ilvessalo, Y. 1922. Über Waldtypen II. Acta For. Fenn., 20, 1–77.
- Canada Soil Survey Committee. 1978. The Canadian System of Soil Classification. Canada Dept. of Agric. Research Branch. Publ. 1646. 164 s.
- Glømme, H. 1928. Orienterende jordbunnsundersøkelse innen Østlandets og Trøndelagens skogtrakter. (English summary.) Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Vol. 3, 1–216.
- Glømme, H. 1932. Undersøkelser over ulike humustypers ammoniakk- og nitratproduksjon samt faktorer som har innflytelse på disse prosesser. (English summary.) Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Vol. 4, 37–328.
- Higgins, B. A., Puglia, P. S. & Yoakum, T. B. 1977. Soil survey of Orleans County. New York. U. S. Dept. of Agric. & Cornell Univ. 138 s.
- Huddelston, J. H. 1984. Development and use of soil productivity ratings in the United States. Geoderma. Vol. 32, 297–317.
- Landsskogtakseringen. 1966. Instruks for markarbeidet. 15 s. Oslo.
- Langsæter, A. Skogen i Østfold, Akershus og Hedmark. 82 s. Oslo.
- Låg, J. 1948. Undersøkelser over opphavsmaterialet for Østlandets morenedekker. (English summary.) Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Vol. 10, 1–223.
- Låg, J. 1955. Undersøkelser av skogjorda i Telemark fylke ved Landsskogtakseringens markarbeid sommeren 1954. (English summary.) Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Vol. 13, 165–224.

- Låg, J. 1958. Noen refleksjoner omkring begrepet bonitet. Norsk tidsskr. for jordskifte og landmåling. 1958, 67–74.
- Låg, J. 1968. Some principles in the study of the influence of soil-forming factors and the capacity of the soil for plant production. Acta Agric. Scand. 18, 95–96.
- Låg, J. 1984 Jordartsfordeling i Norges skoger. (English summary.) Jord og Myr. 8, 190–195.
- Låg, J. [1985]. Treslag og bunnvegetasjon på jord av forskjellig dybde og med forskjellig profiltutvikling. (English summary.) (Under trykning i Jord og Myr).
- Norges Landbrukshøgskole, Institutt for skogtaksasjon. 1981. Vedlegg til Konsekvensanalyser for ulike investerings- og avvirkningsprogram. Melding nr. 29, 135 s. Ås–NLH.

## Oversikt over utførte jordanalyser

*Av forsøksleder A. Øien*

*Statens Jordundersøkelse – NLH*

### Innledning

Ved kjemiske jordanalyser bestemmes surhetsgrad og innhold av lettløselige plantenæringsstoffer. Dette er grunnlag for vurdering av behovet for kalking og gjødsling i jord og hagebruk. Analysemetoder egnet for serieanalyser er etterhvert utviklet for ulike plantenæringsstoffer. Metodene er testet ved hjelp av markforsøk for at analyseresultatene skal gi oss mest mulig pålitelig informasjon. Dyrere kunstgjødsel og fare for forurensning fra landbruk har også økt interessen for kjemiske jordanalyser.

Allerede i 1963 ble EDB tatt i bruk ved Statens Jordundersøkelse. Dette har gjort det lett å utarbeide statistiske oversikter. Til å begynne med ble det laget forholdsvis enkle oversikter som omfattet de distrikter hvor det ble tatt ut flest jordprøver. Men nå blir det utarbeidet ganske detaljerte oversikter for hvert eneste fylke. For tiden vurderes det også å utvide bruken av EDB til å gjelde herreder og samtidig koordinatfeste prøvestedene i et kartsystem.

Tallet på innsendte jordprøver fra rett-leiingstjenesten har økt sterkt, fra 14.900 i 1973 til 54.500 i 1983. For at statistikken skal omfatte mest mulig hele landet, har det i disse årene også vært tatt med analyseresultater fra landbrukskjemiske kontrollstasjoner og fra et par private laboratorier. Fra 1981 overtok Statens Jordundersøkelse jordanalysene fra Landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim, og har i alle år utført mesteparten av jordanalysene i Norge. I tillegg har Statens Jordundersøkelse undersøkt et betydelig antall jordprøver fra forsøk, forskning og undervisning. I de siste årene kan det dreie seg om 7–8000 pr. år. Her er det aktuelt både med rutineanalyser og mer krevende spesialanalyser.

Til tross for meget beskjedne bevilgninger, ligger tallet på analyserte jordprøver fullt på høyde med våre naboland når en kalkulerer med antall jordprøver i forhold til det dyrkede arealet. Å si nøyaktig hvor representativ en slik statistikk er for kalk og næringstilstanden i jorda kan være vanskelig. Da en stor del av prøvene