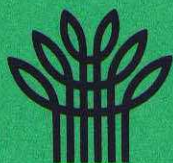


POTENTIEL VEDPRODUKTION PÅ TØR, LANDBRUGSMÆSSIG MARGINALJORD



631.44: 502.6

B 8-6-2

CC 3

POTENTIEL VEDPRODUKTION PÅ TØR, LANDBRUGSMÆSSIG MARGINALJORD

Udarbejdet af Finn Helles og Ulrik Bräuner Nielsen, Skovbrugsinstituttet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Skov- og Naturstyrelsen, 1988

Rapporten er udarbejdet som supplement til teknikerrapport nr. 6 i Miljøministeriets projektundersøgelser om marginaljorder og miljøinteresser:

"Drifts- og samfundsøkonomisk analyse af tilplantning af tør, landbrugsmæssig marginaljord" (Skov- og Naturstyrelsen, 1987)

Omslag: Poul Juul

Oplag: 100 eks.

Pris: 35 kr.

ISBN: 87-501-7643-8

Eget tryk

Som et andet supplement til teknikerrapport nr. 6 er udarbejdet "Anvendelse af styringsmidler i forbindelse med skovrejsning" (Skov- og Naturstyrelsen 1988)

8801 12128 1988

1527

POTENTIEL VEDPRODUKTION PÅ TØR, LANDBRUGSMÆSSIG MARGINALJORD

Udarbejdet af Finn Helles og
Ulrik Bräuner Nielsen,
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Supplement til teknikerrapport nr. 6 i Miljøministeriets
projektundersøgelser om marginaljorder og miljøinteresser:

Drifts- og samfundsøkonomisk analyse af tilplantning
af tør, landbrugsmæssig marginaljord



MILJØMINISTERIET · SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1988

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
STRANDGADE 29
1401 KØBENHAVN K

FORORD

I 1986 bidrog Skovbrugsinstituttet sammen med Økonomisk Institut til Miljøministeriets projektpakke vedrørende den fremtidige anvendelse af marginaljord, nemlig med rapporten: Drifts- og samfundsøkonomiske analyser af tilplantning af tør, landbrugsmæssig marginaljord (Teknikerrapport nr. 6). Projektlederne professorerne Finn Helles og A. Hjortshøj Nielsen - påtog sig ansvaret for dette arbejde under forudsætning af, at der blev sikret midler til, at arbejdet kunne fortsætte i 1987. Begrundelsen var bl.a., at den nævnte rapport efterlod en del løse ender, og at den på flere punkter bar præg af at være udarbejdet under tidspres.

Ved stor imødekommenhed fra Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen fik de nævnte projektledere bevilget midler til at gennemføre to supplerende analyser. Den foreliggende rapport er resultatet af den ene af disse. Forstkandidat Ulrik Braüner Nielsen var ansat på dette delprojekt i tiden 15.02. - 15.09. 1987.

En lang række skovdistrikter blev anmodet om hjælp med at lokalisere bevoksninger, hvor de nødvendige målinger kunne foretages. Samtlige distrikter bedrog hertil, og der skal rettes en varm tak til de pågældende distriktsbestyrer og deres forstlige personale for deres store imødekommenhed. Det samme gælder de mange kolleger uden for distrikterne, der tålmodigt har besvaret spørgsmål undervejs.

Assistent Inge Delfs Hansen takkes for en fremragende indsats ved tekstbehandlingen.

Rapportens forfattere bærer ansvaret for indhold og konklusioner.

INDHOLDSFORTEGNELSE

side

1. Anvendte forkortelser og termer	5
2. Sammendrag	8
3. Indledning	12
A. PK I RØDGRAN PÅ AGER	
4. Rødgrans højdeudvikling	15
4.1 Litteratur om virkningen af grundforbedring	15
4.2 Registrerede højdeudviklinger	17
4.2.1 Litteratur og lånt, upubliceret materiale	17
4.2.2 Højdeudviklingsanalyser udført i projektet	22
5. Valg af metode til ansættelse af PK i rødgran	21
5.1 Model baseret på Eichhorns vækstlov	21
5.2 Afprøvning af modellen	24
5.3 Usikkerheder	27
6. Analyse af PK i de målte rødgranbevoksninger	28
6.1 Geografiske forskelle i PK	28
6.1.1 Forskelle i PK mellem amter og kommuner	28
6.1.2 Forskelle i PK mellem vækstområder	29
6.2 PK som funktion af jordens næringsindhold m.m.	31
6.3 PK som funktion af jordtype	33
6.4 PK som funktion af geologisk udgangsmateriale	34
6.5 PK som funktion af anlægsår	35
6.6 PK på ager sammenlignet med PK på hede	37
6.7 Sammenligning af PK ifølge observationerne med PK ifølge Skovregistreringen	38
B. PK I SITKAGRAN PÅ AGER	
7. Generelt om PK-ansættelse for sitkagran	41
8. Analyse af PK i de målte sitkagranbevoksninger	42
9. Sitkagrans PK sammenlignet med rødgrans PK	44
C. PK I EG PÅ AGER	
10. Generelt om PK-ansættelse for eg	46
11. Analyse af PK i de målte egebevoksninger	47
12. Egs PK sammenlignet med rødgrans PK	48

D. RANDVIRKNINGENS INDFLYDELSE PÅ PK I RØDGRAN

13. Kvantificering af vækstreduktionen i bevoksningssrande i rødgran	49
13.1 En kort litteraturgennemgang	49
13.2 Retningsgivende målinger i projektet	51
14. Arealstørrelsens indflydelse på PK	52
14.1 En model	52
14.2 Kvantificering af produktionstab som følge af randvirkning	53
15. Omrids af en økonomisk vurdering af småplantningers økonomi	55
16. Citeret litteratur	59
17. Bilag	63

1. Anvendte forkortelser og termer.

- Bonitet: Et mål for jordens evne til at producere træ. I Danmark angiver boniteten indirekte den årlige gennemsnitsproduktion pr. ha på grundlag af højdevæksten. Der benyttes talbetegnelser, som angiver boniternes relative placering - jo mindre tal des bedre bonitet.
- CMM: Bonitetsklasseangivelse iflg. tilvækstoversigter for rødgran, bøg og eg - udarbejdet af C. MAR: MØLLER (1933).
- f.e.: Foderenheder.
- Ft: Jordens fosforsyretal.
- GWN: Bonitetsklasseangivelse iflg. tilvækstoversigt for rødgran på midtjydske hede - udarbejdet af G. WEST-NIELSEN (1950).
- GWNN: En korrigeret udgave af GWN - udarbejdet af L. NANNESTAD (1979).
- h̄: Det aritmetiske gennemsnit af højdemålinger på enkelttræer.
- HAH: Bonitetsklasseangivelse iflg. tilvækstoversigt for sitkagran - udarbejdet af H.A. HENRIKSEN (1958).
- Hg: Bevoksningshøjde svarende til middelstammegrundflade, dvs. højden på det træ hvis grundflade i 1,3 m højde svarer til bevoksningens middel (ikke gennemsnit).
- Jordvardi: Kapitalværdien for en uendelig investeringskæde i skovdrift (drift af en given træart fortsat uforandret i det uendelige).

K: Kali.

Kt: Jordens kalital.

LSD: Mindste signifikante afstand.

Masse v.b.a.: Produktionen/udbyttet i m³ pr. ha af den vedmasse der kan afhændes "ved bedste afsætning".

Mn: Jordens mangantal.

N: Kvælstof.

n: Antal.

Observationer: Benyttes som betegnelse for de bevoksninger der er målt i projektet.

Omdrift: Det tidsrum hvor en given bevoksning optager arealet.

Omdriftsalder: Den alder bevoksningen opnår, inden den forynges ved afdrift eller ved gradvis afvikling.

P: Fosfor.

pH: Jordens syre/base-tal.

PK: Produktionsklasse. Et kvantitativt udtryk for bonitet. Udtrykker tilnærmet den maximale, gennemsnitlig årlige vedmasseproduktion over en omdrift målt i m³ pr.ha.

Pløjelaget: De øverste 20 cm af en jordbund (mark).

Proveniens: Betegnelse for det geografiske område hvorfra frømaterialer til en given bevoksning stammer.

s_h Spredningen på det aritmetiske gennemsnit af
højdemålinger på enkelttræer.

s-PK: Spredningen på middelværdien af PK.

2. Sammendrag.

Projektets formål har været at fremskaffe et bedre grundlag for vurdering af potentiel vedproduktion ved skovrejsning på tør, landbrugsmæssig marginaljord.

Der er foretaget målinger i 111 rødgran-, 13 sitkagran- og 11 egebevoksninger, alle anlagt på ager i det jyske sandjordsområde i perioden ca. 1950-1975. Projektet er altså centreret om rødgran. Her er Sydjylland og Midt/Vestjylland stærkt overrepræsenteret i forhold til Djursland og Nordjylland, og Østjylland er kun repræsenteret ved en enkelt bevoksning. Den geografiske specificering af disse vækstområder fremgår af figur 5, s. 30. Samtlige bevoksningers beliggenhed og data fremgår af bilag 2, s. 64 ff.

I alle bevoksninger er Hg og alder bestemt, og PK er fastsat på dette grundlag ud fra generelle tilvækstoversigter. Afgørende for denne metodes anvendelighed er, at højdeudviklingen i bevoksninger på ager følger tilvækstoversigtens mønster. Endvidere kan det være risikabelt at slutte fra højdetilvækst til massetilvækst. Disse forhold er søgt belyst, dels på grundlag af litteratur og for rødgran og sitkagrans vedkommende desuden ved højdeudviklingsanalyser på fældede bevoksningsmiddeltræer. Dette fører til valg af følgende tilvækstoversigter:

For rødgran benyttes WEST-NIELSEN (1950) i den af NANNESTAD (1979) korrigerede udgave. PK-niveauerne bestemmes ved anvendelse af Eichhorns vækstlov og interpolation mellem højdekurverne. Benyttelse af MØLLER (1933) ville give betydeligt højere PK-værdier ved indgang for WEST-NIELSEN's højdekurver, som viser sig at harmonere godt med målingerne. For sitkagran benyttes HENRIKSEN (1958) og for eg MØLLER (1933), begge under anvendelse af Statsskovvæsenets omsætning fra bonitet til PK.

Der er ikke foretaget jordbundsanalyser - jordtypen er ansat ud fra Landbrugsministeriets jordklassificering (1977), idet det med få, åbenlyse undtagelser er fundet forsvarligt at benytte den

tilgrænsende/nærliggende landbrugsjords type.

A. PK i rødgran på ager.

Hvis amterne betragtes enkeltvis, har kun Sønderjyllands amt en PK (det drejer sig overalt om middelværdien af observationerne), der er signifikant forskellig fra de øvrige amters, og det højere PK-niveau gælder alene i forhold til Ribe, Vejle og Ringkøbing amter. Århus, Viborg og Nordjyllands amter er repræsenteret ved så få observationer, at PK-værdierne er usikre. (Tabel 4, s. 28).

På ager af jordtype 1 kan det i Sydjylland forventes, at rødgran i gennemsnit producerer som PK 13,0, mens der i Midt- og Vestjylland tilsvarende kan forventes PK 11,4. (Tabel 5, s. 30).

PK på jordtype 1 er signifikant mindre end PK på de øvrige repræsenterede jordtyper. Materialet tillader ikke påvisning af en eventuel signifikant forskel mellem PK på hhv. jordtype 1 og 2 og 2 og 3, men der er tilsyneladende en tendens til stigende PK fra jordtype 1 til 3. (Tabel 7, s. 34).

Hverken for materialet som helhed eller for observationerne på jordtype 1 alene er der påvist signifikante forskelle i PK i relation til geologisk udgangsmateriale, og der er heller ikke påvist signifikant vekselvirkning for PK imellem vækstområde og geologisk udgangsmateriale. (Bilag 12, s. 90).

En lineær regressionsanalyse viser, at jo senere i perioden 1900-1970 bevoksningerne er anlagt, des større PK er der opnået. (Figur 6, s. 36).

Der er for jordtype 1 foretaget en sammenligning mellem de i projektet registrerede PK-værdier (PKa) og den, der er anført i Skovregistreringen (1986), PKs, uanset at PKa og PKs ikke er direkte jävnførbare. Sammenhængen mellem dem PKdiff (dvs. PKa-PKs) og PKs kan beskrives ved en ret linie, hvis hældning er signifikant forskellig fra nul, (Bilag 20, s. 99). Ved prognoser for en given kommune giver denne analyse kun grundlag for at

antage, at PKa vil ligge over PKs, hvis PKs befinder sig i intervallet 6-9. Analysen (modellen) kan bedre - men dog med stor varsomhed - anvendes for et antal kommuner under eet i et givet område, fx. et amt.

B. PK i sitkagran på ager.

Materialet er for spinkelt til, at der kan påvises signifikante forskelle i PK, hverken mellem jordtyper eller vækstområder. I seks tilfælde er det muligt at sammenligne PK i sitkagran med PK i rødgran. På dette spinkle grundlag ser det ud til, at den sandsynlige niveauforskell i PK gennemsnitlig ligger omkring 50% i sitkagranens favør (Tabel 13, s. 45). Der kan dog utvivlsomt forventes store variationer i PK for sitkagran fra den ene lokalitet til den anden.

C. PK i eg på ager.

Materialet er for lille til analyse med henblik på at påvise en eventuel signifikant forskel mellem de repræsenterede jordtyper og vækstområder. Sammenholdes PKa med PKs på jordtype 1, ligger PKa i gennemsnit ca. 1 PK over PKs. En nærmere analyse viser, at den gennemsnitlige PKa for en given kommune med 90% sandsynlighed vil være større end PKs. Analysen skal tages med forbehold svarende til de for rødgran nævnte.

D. Randvirkningens indflydelse på PK i rødgran.

På basis af en litteraturgennemgang og målinger i tre bevoksninger er der opstillet en model til vurdering af PK i mindre plantager, altså hvor randvirkningen alt andet lige får forholdsvis stor betydning. Input i modellen er randarealet, masseproduktionen i randen i relation til en antaget, potentiel produktion i bevoksningens indre, og omdriftsalderen.

Produktionstabt som følge af randvirkning søges kvantificeret, idet produktionstabt defineres som forskellen mellem produktionen ($m^3/\text{år}/ha$) i bevoksningens indre ved en given omdriftsalder

og bevoksningens gennemsnitlige produktion (arealvægtet gennemsnit af bevoksningsindre og bevoksningsrand). Som basis for beregningerne er valgt PK 11, og der forudsættes kvadratisk bevoksningsform, altså mindst mulig randlængde.

Ved plantager på indtil 1 ha kan der forventes et produktionstab svarende til 3-4 PK, ved plantager på 1-4 ha et tal svarende til 2-3 PK. For større plantager kan tabet blive 1-2-(3) PK, såfremt der ikke etableres læbælter af betydelig bredde.

Figur 8, s. 55 illustrerer, hvorledes den gennemsnitlige årlige produktion pr. ha afhænger af plantagernes totalareal i tilfælde af hhv. intet læbælte i randen og omdriftsalder 50, 60 og 70 år og fuldt læbælte ved omdriftsalder 70 år. Der foretages desuden en grov vurdering af små plantagers økonomiske afkast i forhold til afkastet fra større plantager. (Figur 9, s. 57).

Analyserne peger klart på, at der må advares mod at anlægge små plantager, hvis formålet er at producere ved.

3. Indledning.

I Teknikerrapport nr. 6 (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987c) blev den potentielle vedproduktion i rødgran på tør marginaljord analyseret ud fra foreliggende materiale, nemlig 378 prøveflader anlagt ca. 1870-1945 på tidligere ager eller hede i Jylland (HOLMSGÅRD et al. 1968). Dette omfattende materiale er imidlertid ikke indsamlet direkte til nærværende formål, og muligvis kan resultaterne fra agerbevoksningerne ikke overføres på kommende tilplantninger, bl.a. fordi fremtidens marginaljorder gennemgående må være bedre vækstlokaliteter, hvilket formentlig er særlig vigtigt i kulturfasen. Desuden er kun bevoksninger i Midt- og Sydjylland repræsenteret.

Økonomien i skovrejsning med vedproduktion for øje påvirkes naturligvis stærkt af den forventelige PK. I et forsøg på at opnå bedre viden herom blev der foretaget målinger i yngre agerbevoksninger. De blev lokaliseret ved henvendelse til en række jyske skovdistrikter, og de grundlæggende udvælgelseskriterier var:

- bevoksninger anlagt på ager i perioden ca. 1950-1975
- træarterne rødgran, sitkagran og eg
- bevoksninger uden decideret randpåvirkning

Blandt de af distrikterne foreslåede bevoksninger blev udvalgt 111 rødgran-, 13 sitkagran- og 11 egebevoksninger. Uanset at der tilstræbtes en rimeligt jævn fordeling af målebevoksningerne, blev for rødgrans vedkommende Sydjylland og Midt/Vestjylland stærkt overrepræsenteret i forhold til Djursland og Nordjylland, og Østjylland blev kun repræsenteret ved een bevoksning. Projektets bidrag til viden er altså navnlig knyttet til rødgran i Syd- og Midt/Vestjylland. Dette er dog ikke en så alvorlig begrænsning, som det måske umiddelbart ser ud til, for den væsentligste skovrejsning med sigte på vedproduktion vil formentlig ske med rødgran i de to sidstnævnte områder.

Den forventelige PK kan ikke i tilfredsstillende grad vurderes på grundlag af målebevoksningernes aktuelle middelhøjde og alder. Det er nødvendigt at analysere, hvorledes højdeudviklingen er forløbet og derefter sammenholde resultatet med den i foreliggende tilvækstoversigter antagne højdeudvikling. Dette lader sig gøre for rødgrans vedkommende, mens det er problematisk at udnytte højdeudviklingsmålingerne i sitkagran - ikke blot p.g.a. det ringe antal målebevoksninger. Der er ikke foretaget sådanne målinger i eg, dels fordi de er ulige vanskeligere at gennemføre - og i hvert fald for tidskrævende - og dels fordi antallet af bevoksninger er for lille til, at et udsagnskraftigt resultat kunne forventes.

Ved tolkningen af projektets resultater m.h.t. PK skal det have in mente, at det drejer sig om middelværdier, så de kan ikke direkte overføres på givet skovrejsningsareal.

Det er måske også på sin plads at fremhæve, at selvom en given sammenhæng er signifikant, eksisterer den ikke nødvendigvis i virkeligheden - signifikansen betyder blot, at med de foreliggende data er sammenhængen sandsynligvis ikke tilfældig. Omvendt kan en sammenhæng godt være reel, selvom den ikke er signifikant - de disponible data gør det bare ikke muligt at afvise, at sammenhængen er tilfældig.

PK-værdierne ville have betydeligt større udsagnskraft, hvis de kunne relateres til jævnførbare PK-værdier bestemt på grundlag af tilsvarende målinger i bevoksninger på hede eller på gammel skovjord. For at opnå et pålideligt resultat skulle der foretages målinger i parvise nabobevoksninger af i princippet samme alder. Det lader sig næppe gennemføre i praksis - i hvert fald ikke inden for projektets rammer. Der kunne dog i fire tilfælde foretages sammenlignende målinger i rødgranbevoksninger anlagt på tværs af gamle dyrkningsgrænser mellem ager og hede.

Som en tilnærmelse til det ideelle er de i projektet bestemte PK-værdier for rødgran sammenlignet på kommune- og amtsniveau med

data fra SKOVREGISTRERINGEN (1986). Der kan ikke tillægges resultaterne nogen særlig vægt, men de betragtes ikke desto mindre som rimelige fingerpeg.

Der er anlagt mange småplantager, hvor randvirkningens produktionsnedsættende virkning gør sig stærkt gældende. Da sådanne plantager formentlig også vil blive etableret fremover, er det forsøgt at kvantificere randvirkningen, såvel produktionsmæssigt som økonomisk.

A. PK I RØDGRAN PÅ AGER.

4. Rødgrans højdeudvikling.

4.1 Litteratur om virkningen af grundforbedring.

Det skal kort belyses, hvad nogle danske undersøgelser viser om grundforbedrings betydning for rødgrans højdeudvikling (vækst) på magre jorder (hede). Ved grundforbedring forstås her gødskning og jordbearbejdning samt flerfaktorpåvirkningen: landbrugsmæssig mellembenyttelse, dvs. dyrkning af landbrugsafgrøder på hede forud for tilplantningen.

HELMS (1922) betegner landbrugsmæssig mellembenyttelse som et middel til at undgå stampeperiode i en efterfølgende blandingskultur af rødgran og bjergfyr. Det er påvist (WEST-NIELSEN & OKSBJERG 1959; OKSBJERG et al. 1969), at det forspring, som kulturen opnår efter en landbrugsmæssig mellembenyttelse i forhold til plantning på rå hede, er alment og i visse tilfælde af afgørende betydning for et acceptabelt dyrkningsresultat.

OKSBJERG et al. (1969, op. cit., s.62) konkluderer på grundlag af et forsøg i Dejbjerg Plantage, opgjort 10 år efter anlæg, at der er "intet, der tyder på, at dyrkning med landbrugsafgrøder her endnu har medført en specifik biologisk påvirkning af jorden, der har betydning for trævæksten," når denne sammenlignes med en parcel, hvor tilsvarende gødningsmængder er nedpløjet. I Dose Plantage (MØLLER et al. 1969) har landbrugsmæssig mellembenyttelse igennem tre år resulteret i en merhøjde på 44% ni år efter plantning i forhold til kultur anlagt efter jordbearbejdning excl. gødskning.

Reopløjning af hede synes - også alene - at have en gunstig virkning på kulturstarten (NIELSEN 1985).

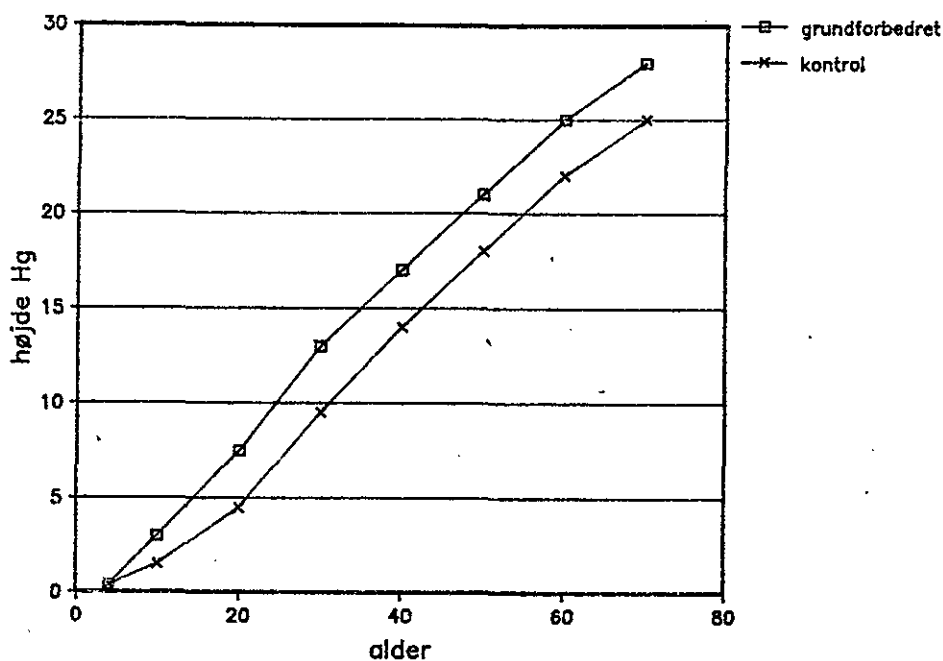
Hvilken viden foreligger der så om den langsigtede virkning af grundforbedring?

Et gødskningsforsøg i Gludsted Plantage, opgjort 26 år efter plantning, viser, at effekten af fosfor (P) er tydelig og størst i de reolpløjede parceller (BARTHOLIN 1969). Om samme forsøg anfører HOLSTENER-JØRGENSEN & BRYNDUM (1983, s. 381), at de "seneste måleresultater viser, at den løbende tilvækst nu er upåvirket af de tidligere behandlinger. Det vil sige, at P-virkningen må anses for at være klinget ud i løbet af de første 26 år, uden at det er muligt at fastsætte et tidspunkt for P-virkningens ophør".

MATTHESEN (1982) konkluderer følgende m.h.t. den langtidige virkning af de ældre danske kalkningsforsøg: I forsøg med een dosering er der i relation til nulkontrollen registreret en mulig, positiv langtidsvirkning i to ud af tre tilfælde. I forsøg med flere doseringer er der generelt en aftagende højdeforskel i relation til nulkontrollen med stigende kalkdosering, dog er der i 2.generationsanlæg en tendens til positiv langtidsvirkning ved de laveste kalkdoser. Der er iøvrigt større tendens til længere varende virkning, når der bruges mergel fremfor affaldskalk. Mergel udmærker sig ved også at indeholde P og K og ved at forøge jordens vandholdende evne.

Sammenfattende har grundforbedring en gunstig virkning på højdevæksten i kulturfasen og i bevoksningens ungdom. På et ikke nærmere angiveligt tidspunkt - formentlig gennemgående når bevoksningen er 20-30 år - ophører virkningen, dog således at højdeforspringet i en grundforbedret parcel bevares, jfr. skitsen i figur, s. 17.

Figur 1. Skitse-mæssig illustration af højdeudviklingen (Hg) i rødgran på hhv. en grundforbedret og en ubehandlet parcel (kontrol).



PK som funktion af jordens næringsstofindhold m.m. behandles iøvrigt i afsnit 6.2, s. 31 ff.

4.2 Registrerede højdeudviklinger.

4.2.1 Litteratur og lånt, upubliceret materiale.

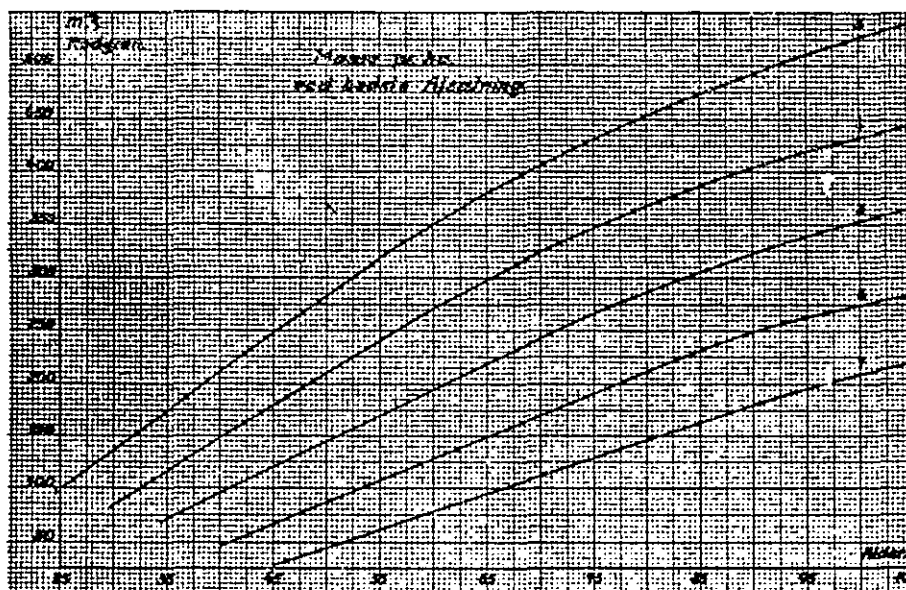
WEST-NIELSEN (1950) har analyseret rødgranens produktionsforhold på "den midtjyske hede". De opstillede kurver for bl.a. højdeudvikling (Hg) "kan sikkert med forsigtighed anvendes over det meste af midtjylland fra Viborg til den gamle grænse, men det må samtidig pointeres, at forskelligheder i klimaforhold såvel som i kultur- og behandlingsmåde kan give ikke ubetydelige lokale udsving (s.134f.) Det konkluderes iøvrigt, at "når først en bevoksning efter indtrådt slutning er kommet i vækst, synes den, hvad tilvæksten angår, at forholde sig som en efter stampeperiodens længde tilsvarende yngre bevoksning" (s. 135), smlg. figur

1, s. 17.

Højde/alderkurverne i WEST-NIELSEN (1950, op. cit.) - herefter benævnt GWN - er gengivet i figur 2. Som det fremgår af bilag 1, s. 63, synes GWN's højde/alderkurver at stemme bedre overens med rødgranens vækst på Hedeselskabets prøveflader end højde/alderkurverne i MØLLER (1933), CMM. "Det er typisk for den enkelte bevoksning, at højdekurven i måletidsrummet har et stejlere forløb end bonitetsoversigternes kurver" (MØLLER & NIELSEN 1953, s.97).

På basis af en omfattende undersøgelse oplyser forstfuldmægtig J. Stahl Madsen (pers. medd. 1987), at agerkulturer (og 2.generationskulturer) overvejende undgår den stampeperiode, der er så almindelig i 1.generationskulturer på hede. Desuden støtter undersøgelsen WEST-NIELSEN's konklusion vedr. (højde)vækstforløbet efter bevoksningens slutning.

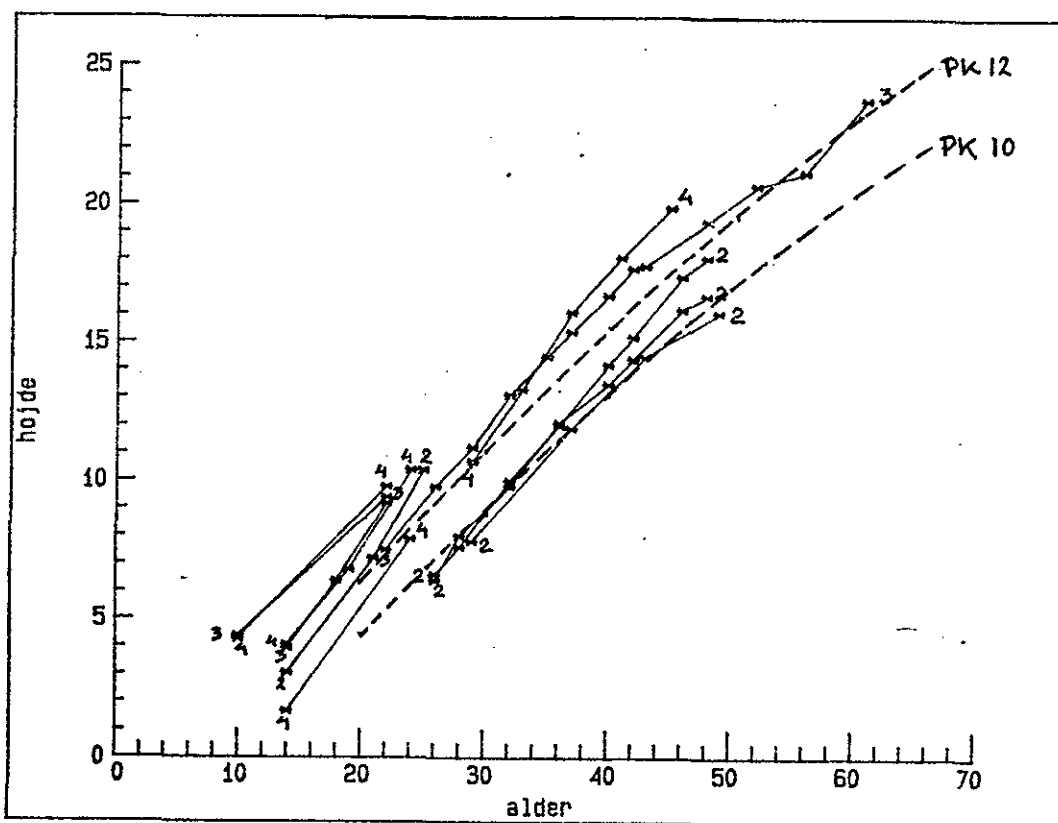
Figur 2. Højden (Hg) som funktion af alderen for GWN bon. 3-8 (WEST-NIELSEN 1950, op.cit., s. 125).



Statens forstlige Forsøgsvæsen (v/afdelingsleder, dr. agro. H. Bryndum) har velvilligt stillet upublicerede data til disposition fra prøveflader i rødgran anlagt på ager i Jylland. Den registrerede højdeudvikling som funktion af alderen er vist i figur 3,

hvor materialet er fordelt til vækstområde (afsnit 6.1.2). I aldersspektret 20-60 år følger højdeudviklingen stort set GWN (i figur 3 er bonitet omsat til PK), uanset vækstområde. I ungdommen er højdeudviklingen tilsyneladende lidt hurtigere end iflg. GWN, hvilket harmonerer med J. Stahl Madsens oplysninger (se ovenfor).

Figur 3. Højdeudviklingen (Hg) på prøveflader af rødgran anlagt på ager (Statens forstlige Forsøgsvæsen, unpubl.). Hver linie angiver een prøveflade. Numrene refererer til vækstområder: 1=Syddjylland, 2=Midt- og Vestjylland, 3=Djursland, 4=Nordjylland. Til sammenligning er indlagt to GWNN-kurver (se nedenfor).



Det kan tilsyneladende konkluderes, at rødgran på ager har en hurtigere højdeudvikling i ungdommen end iflg. GWN, mens udviklingen i hvert fald i intervallet 20-60 år stort set følger GWN. Det skal imidlertid pointeres, at GWN sandsynligvis hovedsagelig refererer til bevoksninger på jordtype 1 (afsnit 6.3), hvilket kan gøre det problematisk at anvende GWN uden for Midt/Vestjyl-

land. Også andre vækstdeterminanter kan variere de jyske landsdele imellem, såsom geologisk udgangsmateriale og klima.

I det følgende benyttes overvejende produktionsklasser (PK) i stedet for boniteter. Der benyttes en korrigeret version af GWN, benævnt GWNN. Korrektionen består i, at GWN's formler er reduceret med 5%, og desuden er der opstillet en bonitet 2 (NANNESTAD 1979). Vedmasserne gælder "salgbar masse", men aflægningsgrænsen kan ikke præciseres (HARVALD & SKOVSGAARD 1985). Endvidere er der sandsynligvis (skovrider J. Lundberg, pers. medd. 1987) indbygget en vis korrektion af tilvækstkurverne, således at der opnås en bedre beskrivelse af de gode boniteter.

4.2.2. Højdeudviklingsanalyser udført i projektet.

På grundlag af materiale fra HENRIKSEN (1980) ser det ud til, at analyse af eet eller to prøvetræer kan give et tilfredsstillende billede af en given bevoksnings højdeudvikling, forudsat naturligvis at der er tale om middeltræer, dvs. at deres højde løbende svarer til Hg.

Der er udført højdeudviklingsanalyse i den overvejende del af målebevoksningerne, ialt 85 fældede træer med aktuel højde skønsvist svarende til Hg, fortrinsvis eet træ pr. bevoksning men i to tilfælde to træer. Samtlige målebevoksninger er identificeret og måleresultaterne anført i bilag 2, s. 64 ff. Der indgår ikke bevoksninger, som med sikkerhed er gødsket, eller hvor der er tvivl om anlægsåret. Målebevoksninger benævnes herefter observationer.

Resultaterne af højdeudviklingsanalyserne er illustreret i bilag 3, s. 69 ff. Ved sammenligning med de indlagte GWNN-kurver skal det erindres, at de registrerede forløb refererer til enkelttræmålinger, så en mindre afvigelse er ikke nødvendigvis et udtryk for en anderledes højdeudvikling.

Resultaterne kan sammenfattes således: Såfremt en bevoksning er anlagt på landbrugsjord af type 1, er der ikke grundlag for at

afvise, at dens højdeudvikling stemmer overens med GWNN (GWN). Dette gælder uanset vækstråde (landsdel). Med andre ord synes GWNN-højdekurverne at give et tilfredsstillende billede af rødgrans højdeudvikling på landbrugsjord af type 1.

Imidlertid er der ikke udvalgt observationer ældre end 45 år. Begrundelsen er, at målingerne skal referere til jorder, der ligner de fremtidige landbrugsmæssige marginaljorder så meget som muligt, især m.h.t. tekstur og oprindelig gødskningstilstand. Der erindres iøvrigt om, at Statens forstlige Forsøgsvæsens målinger (afsnit 4:2.1) peger på en højdeudvikling, der op til ca. 60 år stort set følger GWN.

Et gennemgående træk ved observationerne er en hurtig kulturstart. Foreliggende resultater fra grundforbedringsforsøg (afsnit 4.1) tyder som nævnt på, at et én gang opnået forspring i højdeudvikling i forhold til nulparcellen bevares. Et udfladende højdeforløb sammenlignet med GWNN efter agerplantningernes hurtige start er altså ikke særlig sandsynligt - det er da heller ikke konstateret i en eneste af observationerne.

5. Valg af metode til ansættelse af PK i rødgran.

5.1 Model baseret på Eichhorns vækstlov.

Som udgangspunkt for vedproduktionsundersøgelserne (PK) afprøves, om GWNN stemmer rimeligt overens med Eichhorns vækstlov, der siger, "at en bevoksnings samlede massetilvækst siden dens etablering er - forudsat samme træart - en funktion af bevoksningshøjden alene. Dog forudsat "normal tæthed". (HENRIKSEN 1981, s.102b).

Tabel 1. Data til afprøvning af Eichhorns vækstlov på grundlag af

højde	PK Bon.	5.5:	7	8.7	10.6:	12.6:	Middel 3-5	største afvigelse	range
		6:	5	4	3:	2:			
3		14:							
4		34:							
5		53:	71	57	52:		60	11	19
6		74:	90	78	75:		81	9	15
7		96:	110	102	99:	90:	104	6	11
8		117:	132	126	122:	115:	127	5	10
9		140:	152	150	147:	138:	150	3	5
10		164:	174	174	172:	163:	173	1	2
11		188:	196	199	199:	189:	198	2	3
12		215:	222	229	227:	216:	226	4	5
13		243:	247	254	256:	247:	252	5	9
14		272:	273	282	284:	274:	280	7	11
15		304:	302	312	312:	305:	309	7	10
16		353:	335	345	346:	337:	342	7	11
17		370:	365	378	381:	370:	375	10	16
18		407:	400	412	414:	404:	409	9	14
19		449:	438	448	451:	436:	446	8	13
20		492:	476	488	488:	478:	484	8	12
21		535:	518	529	529:	513:	525	7	11
22			567	569	575:	559:	570	5	8
23			615	616	614:	598:	615	1	2
24			673	666	660:	645:	666	7	13
25				718	711:	693:	715	3	5
26				771	761:	753:	766	5	10
27				830	815:	792:	823	8	15
28					874:	876:	874		
29					938:	904:	938		
30					1004:	969:	1004		
31									
32									

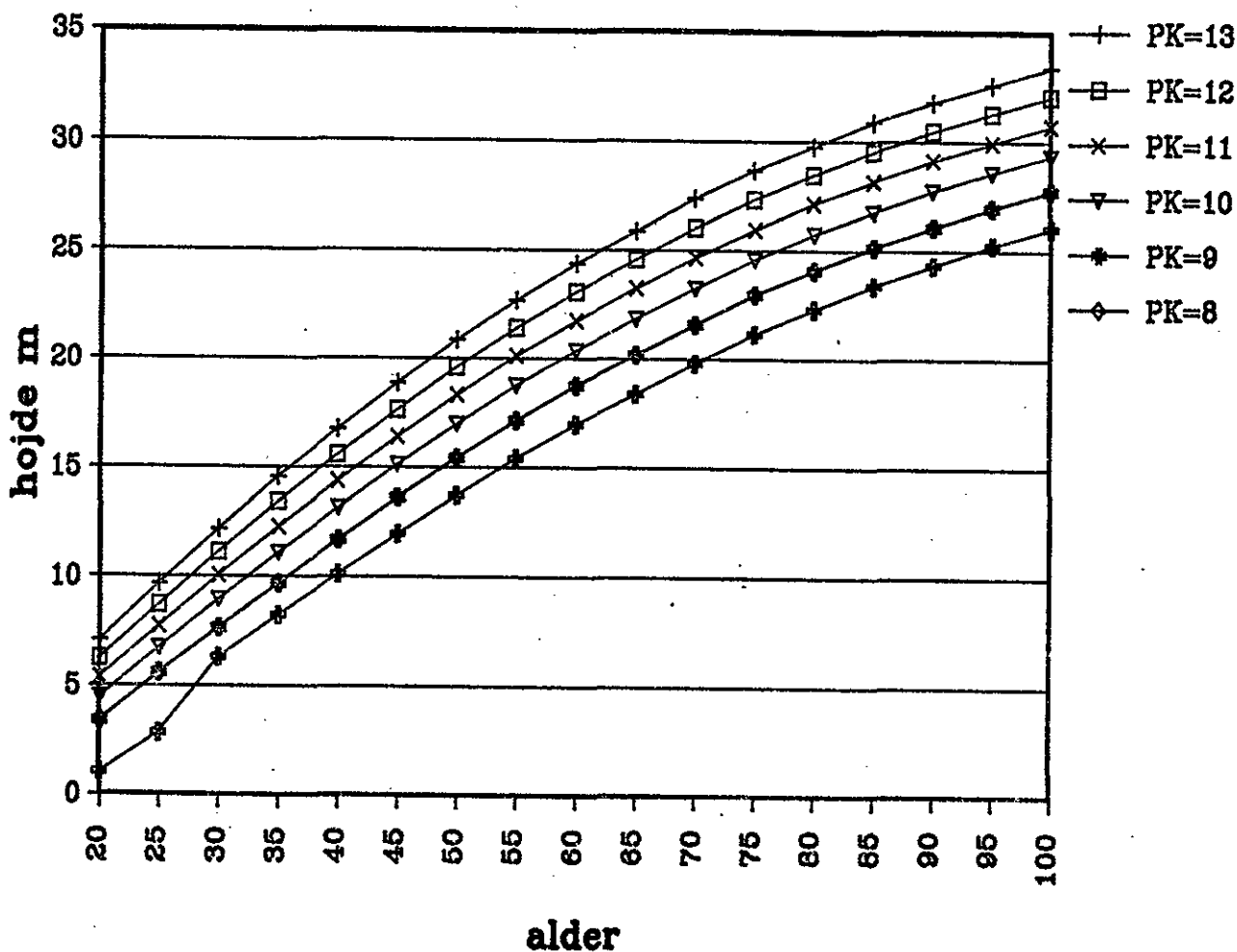
I tabel 1 er den akkumulerede massetilvækst ved bestemte bevoksningshøjder (Hg) angivet for GWNN boniteterne 2-6. Bonitet 2 er (afsnit 4.2.1) konstrueret af NANNESTAD (1979, op. cit.) af hensyn til ekstrapolationer udover bonitet 3, og dens tilvækstakkumulation afviger temmelig meget fra de øvrige boniteter. Desuden bygger den sandsynligvis på en ikke nærmere præciseret tilvækstkorrektion (afsnit 4.2.1). Tilvækstakkumulationen for bonitet 6 følger stort set bonitet 3, 4 og 5 ganske pænt, men bonitet 6 anses ikke for særlig relevant ved tilplantning af marginal landbrugsjord. Hvis bonitet 2 og 6 holdes udenfor - således at kun boniteterne 3-5 tages med - ses, at GWNN stemmer ret godt overens med Eichhorns vækstlov. Der arbejdes videre med en højde/massesammenhæng beregnet som aritmetisk middel af

bonitet 3-5.

Det konstaterede "slør" i forhold til Eichhorns vækstlov skyldes formentlig overvejende: 1) en vis inkonsistens i GWNN, 2) der er tale om tilvækst af en ikke nærmere defineret "salgbar masse" (afsnit 4.2.1), og 3) den akkumulerede massetilvækst er beregnet for temmelig brede Hg-intervaller, nemlig hele m.

Ved hjælp af den beregnede middel-sammenhæng mellem højde/akkumuleret masse konverteres GWNN boniteterne til hele PK-værdier, dog er tal for bonitet 2 benyttet ved konverteringerne, når Hg overstiger 30 m. Resultatet betragtes som en model til ansættelse af PK for rødgran på marginal landbrugsjord. Modellen er angivet tabellarisk i bilag 4, s. 78 f. og illustreret grafisk i figur 4, s. 24. PK betragtes som gældende "ved bedste afsætning" (v.b.a.). Se iøvrigt bilag 4, s. 78 f.

Figur 4. Model for PK i rødgran på tør, landbrugsmæssig marginaljord.



5.2 Afprøvning af modellen.

I tabel 2, s. 25 er modellen sammenlignet med GWN ved hjælp af gennemsnitlig årlig tilvækst ved forskellige omdriftsaldre. GWN-tallene er hentet fra en tabel over "gennemsnitlig årlig produktion - m³ ved bedste afsætning" (WEST-NIELSEN 1950, op. cit., s. 131).

Tabel 2. Sammenligning af gennemsnitlig årlig tilvækst for hhv. modellen og GWN, m³ pr. ha v.b.a.

<u>Omdr.</u> <u>alder</u> år	<u>Bonitet</u>					
	3		4		5	
	<u>Mod</u>	<u>GWN</u>	<u>Mod</u>	<u>GWN</u>	<u>Mod</u>	<u>GWN</u>
60	9,5	9,5	7,4	7,4	5,4	5,1
70	10,2	10,1	7,9	8,0	6,0	5,9
80	10,5	10,5	8,4	8,5	6,4	6,5

Som det ses, er der overvejende en særdeles god overensstemmelse mellem modellen og GWN - hvilket der ikke bør være, for modellen bygger på den korrigerede udgave af GWN, dvs. GWNN. Modellens tal burde være mindre end GWN. Forklaringen er sandsynligvis, at modellens tal er beregnet fra kulturtidspunktet med en antaget plantealder på 4 år, mens GWN inddrager træernes hele alder i gennemsnitsberegningen, en forklaring der støttes ved betragtning af tabelopstillingen i GWNN. Se iøvrigt bilag 5, s. 80.

Statsskovvæsenet har også korrigeret GWN. Hvis de af Statsskovvæsenet benyttede højde/alder-sammenhænge for forskellige PK-værdier anvendes som input i modellen, fås masseniveauer, der meget nær konsekvent ligger 5% lavere, dvs. i et højde/alderdiagram kan modellens PK-kurver (figur 4, s. 24) praktisk taget bringes i overensstemmelse med Statsskovvæsenets PK-kurver ved samme relative drejning nedad.

Det kan herefter konkluderes, at modellen tilsyneladende har en acceptabel grad af indre konsistens.

Modellen er sammenlignet med seks af Statens forstlige Forsøgsvæsens afsluttede prøveflader i rødgran, nemlig IO I og IO II (Klelund Plantage) og HI og HIa - HIc (Lindet Distrikt) (BRYNDUM 1964, s. 324-326). Der foretages en grov korrektion af den

gennemsnitlig årlige tilvækst på prøvefladerne, idet den i kilden anførte totale stammemasse omsættes til masse ved bedste afsætning (v.b.a.) ved at multiplicere med 0,965. Den således omregnede tilvækst for den enkelte prøveflade sammenlignes med den tilvækst, som modellen (kolonnen "middel" i tabel 1, s. 22) ville give i det pågældende højdeinterval. Det viser sig, at modellens tilvækst overalt er mindre end den, der er målt på prøvefladerne (5-33%, vægtet gens. 17%). Prøvefladerne ligger på "sydjysk hedeflade": HI i det senere omtalte vækstområde 1, IO i vækstområde 2 (afsnit 6.1.2).

Der kan næppe tillægges denne analyse synderlig vægt, heller ikke den enside afvigelse. Lokale afvigelser på 25% fra en generel tilvækstoversigts højde/akkumuleret tilvækst-forløb er almindelige (seniorstipendiat P. Holten-Andersen, pers. medd. 1987). ASSMANN (1955) påpeger, at "volumen ikke altid kun afhænger af den opnåede middelhøjde" (s. 325), men også af grundfladen og lokaliteten (især vandforsyningen og omsætningen i humuslaget), altså komplekse og korrelerede faktorer som faktisk umuliggør en generel anvendelse af Eichhorns vækstlov. Den kan i realiteten kun benyttes til opstilling af lokale tilvækstoversigter.

Imidlertid stemmer de i projektet målte højdeudviklinger så godt overens med GWNN (GWN), uanset vækstområde/landsdel (afsnit 4.2.2), at modellen betragtes som anvendelig til formålet: at indkredse den potentielle vedproduktion (PK) i rødgran på tør, marginal landbrugsjord.

Anvendelse af Eichhorns vækstlov på CMM giver langt større akkumuleret tilvækst ved en given Hg end modellen. MAGNUSSEN (1983) anfører, at på østersøenære lokaliteter ligger højde/akkumuleret tilvækst gennemsnitlig på et niveau 50-60 m³ under CMM.

I Teknikerrapport nr. 6 (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987 c, op. cit.) er PK for rødgran på tør, landbrugsmæssig marginaljord ansat ud fra CMM. I tabel 3, s. 27 er eksempelvis modellens PK 11 og 13 sammenlignet med de PK-værdier, der opnås ved at anvende modellens højde/alder-sammenhæng på CMM i forskellige aldersin-

tervaller. Som det ses, opnås der derved en forøgelse i PK på 18-35%. Dette indebærer, at de i Teknikerrapport nr. 6 anførte PK-værdier skal reduceres med ca. 20% for at være sammenlignelige med modellens PK-værdier. Og den på GWNN opstillede model anses for mere realistisk på tør, landbrugsmæssig marginaljord end CMM.

Tabel 3. Eksempelvis sammenligning mellem modellens PK-værdier og de i henhold til CMM opnåede PK-værdier ved anvendelse af modellens højde/ålder-sammenhæng på CMM.

<u>alder</u>	<u>20-40</u>	<u>40-50</u>	<u>50-60</u>	<u>60-70</u>
PK Model	11	11	11	11
PK CMM	13	13,2	14	14,8
Relativt Model = 100	118	120	127	135
CMM = 100	85	83	79	74
<hr/>				
PK Model	13	13	13	13
PK CMM	16,2	16,4	16,8	17,2
Relativt Model = 100	125	126	129	132
CMM = 100	80	79	77	76

5.3 Usikkerheder.

Der er foran (afsnit 4.2.2, 5.1 og 5.2) omtalt visse forbehold m.h.t. de udførte højdeudviklingsmålinger og den ud fra disse opstillede model. Her skal fremhæves tre usikkerheder ved modellen og dens anvendelse:

a. Et fra modellen afvigende niveau for højde/ålderkurverne påvirker naturligvis PK. Ved fx. bonitet 3, svarende til PK godt 10,5, vil en forskydning på +/- 5% af højde/ålderkurven betyde en afvigelse på ca. 1 PK-trin i forhold til modellen.

b. Hvis omdriftsalderen bliver lavere end ca. 70 år, falder den gennemsnitlig årlige tilvækst - og dermed PK - betydeligt.

c. I alle observationer er Hg bestemt ved måling af 8-15 skønnede middeltræer, i gennemsnit 10 pr. observation. Betragtes samtlige

observationer under eet, er den gennemsnitlige spredning på Hg i en enkelt observation ca. 80 cm. Hg er dermed i gennemsnit bestemt med en spredning på $80/\sqrt{10} = \text{ca. } 25 \text{ cm}$. Ifølge modellen svarer dette ved en bevoksningsalder på fx. 35 år til en usikkerhed på ca. 1/2 PK-trin (95% af konfidensinterval).

6. Analyse af PK i de målte rødgranbevoksninger.

Der indgår ialt 111 rødgranbevoksninger (observationer) i projektets målinger. En fortegnelse over dem findes i bilag 2, s. 64 ff. (incl. observationerne af sitkagran og eg).

6.1. Geografiske forskelle i PK.

6.1.1 Forskelle i PK mellem amter og kommuner.

De 111 observationer fordeler sig på 7 amter og 33 kommuner. En amts- og kommunevis opgørelse af PK i de 94 observationer, der ligger på jordtype 1 (afsnit 6.3), er vist i bilag 6, s. 81. I tabel 4 er den amtsvise fordeling resumeret.

Tabel 4. Amtsvise opgørelse af PK i rødgran på ager af jordtype 1.

<u>amt</u>	<u>PK</u>	<u>antal obs.</u>	<u>s-PK</u>	<u>min.</u>	<u>max.</u>
Sønderjyllands	13,0	27	0,3	9,1	16,0
Ribe	11,7	26	0,4	8,7	16,2
Vejle	11,2	13	0,5	8,8	14,8
Ringkøbing	11,6	18	0,4	8,9	14,5
Århus	11,8	4	0,9	8,8	13,9
Viborg	11,2	3	1,0	9,8	12,7
Nordjyllands	12,1	3	1,0	11,0	13,4

En statistisk analyse af det amtsvise materiale er vist i bilag 7, s. 82. Som helhed er der signifikant forskel (95%-niveau) mellem amterne, men betragtet enkeltvis har kun Sønderjyllands amt en PK-middelværdi, der er signifikant forskellig fra de øvrige amters, og det højere PK-niveau gælder alene i forhold til Ribe, Vejle og Ringkøbing amter. Århus, Viborg og Nordjyllands

amter er kun repræsenteret ved få observationer, så de anførte PK-middelværdier er forholdsvis usikre (relativt store LSD-intervaller, bilag 7, s. 82).

6.1.2 Forskelle i PK mellem vækstområder.

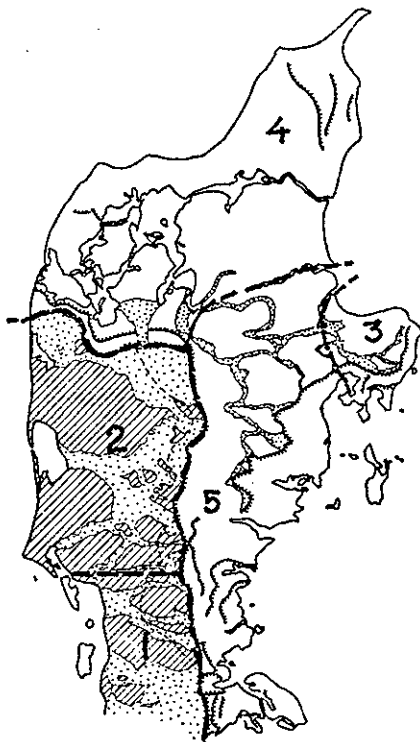
Den geografiske placering af samtlige observationer fremgår af bilag 8, s. 83 ff. De to sidste cifre i angivelserne refererer til lokalitet, det/de første cifre refererer til distrikt, jfr. bilag 2, s. 64 ff.

Det af OLESEN (1986)¹ analyserede materiale (afsnit 6.3) viste signifikant forskel (99%-niveau) i PK i rødgranbevoksninger på ager mellem hhv. Sydjylland og Midt- og Vestjylland. JENSEN (1983) anvender en tilsvarende inddeling i vækstområder, begge beliggende vest for isens hovedstilstandslinie og adskilt fra hinanden ved en ret linie nord for Esbjerg i retning mod Kolding. I nærværende projekt anvendes følgende vækstområder (figur 5, s. 30 og bilag 8, s. 83 ff.).

1. Sydjylland
2. Midt- og Vestjylland
3. Djursland
4. Nordjylland
5. Østjylland (Matrup)

¹Indgår i Teknikerrapport nr. 6 (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987c, op.cit.)

Figur 5. Oversigt over de benyttede vækstområder.



Tabel 5 giver en oversigt over middelværdien for PK i hvert af disse vækstområder, idet kun observationer på jordtype 1 indgår.

Tabel 5. Vækstområdevis opgørelse af PK i rødgran på ager af jordtype 1.

	Område	PK	antal obs.	s-PK	min.	max.
1	Syddjylland	13,0	31	0,3	9,1	16,0
2	Midt-+				--	
	Vestjylland	11,4	56	0,2	8,7	16,2
3	Djursland	12,7	3	0,6	12,0	13,4
4	Nordjylland	12,1	3	0,7	11,0	13,4
5	Østjylland					
	(Matrup)	13,4	1	-	13,4	13,4
3+4	Nordjylland.+ Djursland	12,4	6	0,4	11,0	13,4

Der er påvist signifikant forskel (95%-niveau) i PK for vækstområderne som helhed. I vækstområderne 1 og 2 er antallet af observationer stort nok til, at den påviste forskel i middel-PK

kan betragtes som "sikker". De øvrige vækstområder er repræsenteret ved så få observationer, at de anførte PK-værdier må anses for meget usikre.

Det kan konkluderes, at på ager af jordtype 1 kan det i Sydjylland forventes, at rødgran i gennemsnit producerer som PK 13,0, mens der i Midt- og Vestjylland tilsvarende kan forventes PK 11,4 (95%-konfidensgrænsen svarer til hhv. 0,7 og 0,5 m³). Observationernes frekvensfordeling i de to vækstområder er vist i bilag 10, s. 88.

Antallet af observationer er ikke tilstrækkeligt til at påvise en eventuel, gennemsnitlig PK-forskel mellem vækstområde 3 og 4 (Djursland og Midtjylland). Hvis områderne slås sammen, bliver resultatet en middel-PK på 12,4, altså tilsyneladende et niveau imellem områderne 1 og 2. Der er ikke grundlag for at fastslå, om dette resultat kan betragtes som "sikkert" (bilag 9, s. 87). (95%-konfidensgrænsen svarer til 1,1 m³).

Vækstområde 5 er kun repræsenteret ved een observation. I dette område (Østjylland) er det spredte, relativt små lokaliteter, der kan betegnes som tør, landbrugsmæssig marginaljord.

6.2 PK som funktion af jordens næringsindhold m.m.

De registrerede PK-værdier har temmelig stor spredning inden for det enkelte vækstområde (afsnit 6.1.2). Det skal undersøges, om denne spredning delvis kan forklares ved forskelle i jordens næringsstofindhold, nærmere betegnet ved faktorer som normalt indgår i landbrugsmæssige jordbundsanalyser. Sådanne analyser vil nemlig ofte foreligge for arealer, der konverteres til skovdrift.

WEST-NIELSEN & OKSBJERG (1959, op. cit.) konkluderer i en undersøgelse af bonitetsgrænser i hedeplantager, "at de almindelige, fra landbruget overførte standardanalyser af jorden kun giver meget uklar baggrund for vurdering af jordens værdi for granens vækst" (s.150). Konklusionen bygger på jordbundsanalyser foretaget 14-50 år efter kulturetableringen. Der er dog en

tendens til sammenhæng mellem vækst og jordbunds/nåleanalyser for de yngste bevoksningers vedkommende. Forfatterne refererer undersøgelser, hvor tidligere registrerede forskelle i jordbunds-analyseresultater er udvisket efter nogle årtier.

OLESEN (1986, op. cit.) har på grundlag af data fra HOLMSGAARD et al. (1968, op. cit.) påvist, at rødgrans middelbonitet er signifikant (99%-niveau) forskellig alt efter, om bevoksningen er anlagt på ager eller på hede, og om den ligger i Midtjylland eller Sydjylland (afsnit 6.1.2).

Hvis materialet skal benyttes i nærværende forbindelse, er det en svaghed, at jordbundsdata først er registreret op til 45 år efter bevoksningsanlæggelsen (jfr. ovenfor). Der opstilles følgende to funktioner:

(1) $PK = f_1$ (arealets tidligere anvendelse¹,
vækstområde²)

(1: ager/hede, 2: Midt/Sydjylland)

(2) $PK = f_2$ (f_1 , pH, Ft, Kt, Mn, humusindh.,
tørstofindh., plantetilgængeligt vand,
roddybde)

Ved hjælp af (1) kan 40% af variationen omkring PK's middelværdi forklares, mens 51% af variationen kan forklares ved hjælp af (2), når næringsstofindholdet refererer til humuslaget, og 47% hvis det refererer til mineraljorden. Den stærkt udbyggede funktion (2) bidrager altså kun med extra 7-11% til forklaring af variationen omkring PK's middelværdi. Hvis (2) ændres til kun at omfatte bevoksninger anlagt på ager, kan den ikke forklare mere end 10-11% af variationen omkring PK's middelværdi.

Jordbundsanalyser foretaget længe efter anlægstidspunktet kan altså næppe sige noget om, hvilken PK der kan forventes ved tilplantning af ager. Såvidt vides foreligger der ikke materiale, hvor jordbunden er analyseret i forbindelse med tilplantningen.

6.3 PK som funktion af jordtype.

Landbrugsministeriets jordklassificering (1977) benytter lerindholdet som primært inddelingsgrundlag. Der skelnes mellem otte jordtyper på basis af teksturmålinger i pløjelaget. Inddelingen er vist i tabel 6.

Tabel 6. Jordtype- og farvekodeinddeling benyttet ved Landbrugsministeriets jordklassificering (1977). Farvekoderne svarer til de her anvendte "jordtyper".

FARVEKODE	TEKSTURDEFINITION FOR JORDTYPE	Symbol	Jb. nr.	Vægtprocent					
				Ler under 2 µm	Silt 2-20 µm	Finsand 20-200 µm	Sand, ialt 20-2000 µm	Humus 58,7% C	
1	Grovsandet jord	GR.S.	1	0-5	0-20	0-50	75-100	Under 10	
2	Finsandet jord	F.S.	2			50-100			
3	Grov lerblandet sandjord	GR.L.S.	3	5-10.	0-25	0-40	65-95		
	Fin lerblandet sandjord	F.L.S.	4			40-95			
4	Grov sandblandet lerjord	GR.S.L.	5	10-15	0-30	0-40	55-90		
	Fin sandblandet lerjord	F.S.L.	6			40-90			
5	Lerjord	L.	7	15-25	0-35		40-85		
6	Svær lerjord	SV.L.	8	25-45	0-45		10-75		
	Meget svær lerjord	M.SV.L.	9	45-100	0-50		0-55		
	Siltjord	SI.	10	0-50	20-100		0-80		
7	Humus	HU.	11						Over 10
8	Speciel jordtype	SPEC.	12						

I princippet omfatter jordklassificeringen ikke skove og plantager. Der er ikke i nærværende projekt foretaget tilsvarende jordtypebestemmelser, navnlig fordi langt de fleste observationer må formodes at ligge på jordtype 1. Hovedparten af dem har nemlig landbrugsjord af denne type på een eller flere sider. Generelt er det fundet rimeligt at antage, at den omgivende landbrugsjords jordtype også gælder for observationerne, medmindre umiddelbar iagttagelse klart indicerer forskel, fx. blødbund eller tørveagtig jord. Metoden indebærer sandsynligvis en vis systematisk fejl, idet tilplantning formentlig overvejende er foretaget fra den dårligste ende af en given ejendoms ager.

For materialet som helhed, altså 111 observationer, er der påvist signifikant (99%-niveau) forskel mellem PK's middelværdier på de repræsenterede jordtyper. (bilag 11, s. 89). Resultaterne er resumeret i tabel 7, s. 34.

Tabel 7. PK som funktion af jordtype. Rødgran plantet på ager.

<u>jordtype</u>	<u>PK</u>	<u>antal obs.</u>	<u>s-PK</u>
1	12,0	94	0,2
2	13,2	9	0,6
3	13,6	6	0,7
7	14,5	2	1,2

Middelværdien af PK på jordtype 1 er signifikant (95%-niveau) mindre end PK på de øvrige jordtyper. Materialet tillader ikke påvisning af en eventuel signifikant forskel mellem PK på hhv. jordtype 1 og 2 og 2 og 3, men der er tilsyneladende en tendens til stigende PK fra jordtype 1 til 3.

FODGAARD et al. (1981) har opstillet en model for sammenhængen mellem jordtype og PK, en model der er benyttet i Teknikerrapport nr. 6 (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987 c, op.cit.). Modellen baserer sig imidlertid på CMM, mens der i nærværende projekt benyttes GWNN. Analyserne i Teknikerrapport nr. 4 (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987b) bygger også på CMM.

De påviste forskelle i PK-middel mellem vækstområderne 1 og 2 (afsnit 6.1.2) gør det ønskeligt at foretage vækstområdevis analyse i relation til jordtype. Antallet af observationer er imidlertid for lille til, at der kan tillægges analyseresultaterne nogen videre vægt.

Nogle hovedresultater skal dog nævnes:

Det er muligt i seks kommuner fordelt på tre amter og tre vækstområder at foretage en parvis sammenligning af PK på forskellige jordtyper. PK-værdierne på jordtype 1 ligger lavere end PK på jordtyperne 2 og 3, mens der ikke er nogen entydig forskel mellem de to sidste.

Observationerne i vækstområde 1 tillader ikke nogen analyse af PK som funktion af jordtype. I vækstområde 2 er der signifikant (99%-niveau) forskel i PK på jordtype 1 og jordtype 2+3 (PK-middel hhv. 11,4 og 14,6, s-PK hhv. 0,2 og 0,9). Dette resultat skal dog tages med forbehold, bl.a. fordi de ialt fire observationer på jordtype 2+3 ligger på kun to lokaliteter. I vækstområderne 3 og 4 kan der ikke påvises nogen signifikant forskel i PK jordtyperne imellem (kun få observationer, jfr. tabel 5, s. 30).

6.4 PK som funktion af geologisk udgangsmateriale.

Det geologiske udgangsmateriale er skønnet for hver observation

ud fra Landbrugsministeriets jordklassificering (1977, op. cit.)
- samme metodik som beskrevet i afsnit 6.3.

Hverken for materialet som helhed eller for observationerne på jordtype 1 alene er der påvist signifikante forskelle i PK i relation til geologisk udgangsmateriale, og der er heller ikke påvist signifikant vekselvirkning for PK mellem vækstområde og geologisk udgangsmateriale (bilag 12, s. 90).

OLESEN (1986, op. cit.) kunne ikke påvise signifikante forskelle i bonitet som følge af den underliggende geologiske formations beskaffenhed (hedeslette/bakkesø m.v.).

6.5 PK som funktion af anlægsår.

Hvis observationerne på jordtype 1 betragtes under eet, kan der påvises signifikant (95%-niveau) "sammenhæng" mellem PK og bevoksningens anlægsår (bilag 13, s. 91). Der er ikke fundet signifikant vekselvirkning mellem vækstområde og anlægsår, så den påviste "sammenhæng" mellem PK og anlægsår skyldes næppe en geografisk skæv fordeling af observationerne.

En lineær regressionsanalyse (bilag 14, s. 92) viser, at jo senere disse bevoksninger er anlagt, des større PK er der opnået - sammenhængen er signifikant (> 99%-niveau).

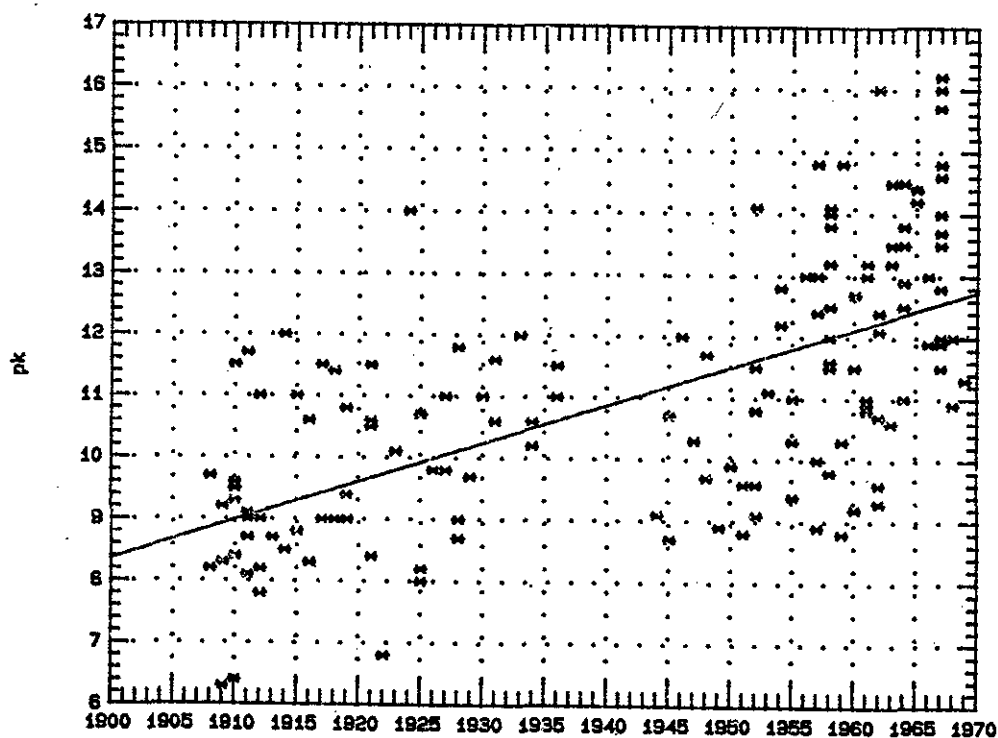
OLESEN (1986, op.cit.) har ved en tilsvarende analyse fundet signifikant sammenhæng mellem bonitet iflg. CMM og anlægsår for perioden ca. 1870-1940.

Hvis der foretages en samlet analyse af projektets observationer, det af OLESEN anvendte materiale f.o.m. 1900 og det i Tekniker-rapport nr. 1 (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987 a) benyttede materiale - idet der overalt gås ud fra PK iflg. GWNN - fås en beskrivelse af PK som funktion af anlægsår for bevoksninger plantet på ager af jordtype 1 i dette århundrede. En forudsætning for at det yngre og det ældre materiale kan analyseres samlet er, at højdevæksten i begge materialer beskrives tilfredsstillende af

GWNN. Dette synes at være en rimelig antagelse (afsnit 4.2).

Resultatet er vist i figur 6. (Se endvidere bilag 15, s. 93). Den retliniede sammenhæng er signifikant (>99%-niveau), korrelationskoefficienten er 0,63, og liniens hældningskoefficient er 0,06 svarende til en stigning på ca. 1/2 PK over 10 år.

Figur 6. PK som funktion af anlægsår 1900-1970. Rødgran på ager af jordtype 1.



Som anført i Teknikerrapport nr. 6 (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987 c, op. cit.) skal årsagerne til den påviste PK-forbedring sandsynligvis søges blandt følgende forhold:

1. Forbedret kulturteknik.
2. Forbedrede landbrugsjorder.
3. Forskydning i retning af generelt bedre tilplantningslokaliteter.

Hertil kommer:

4. Forbedret proveniensvalg.

Det er forsøgt at analysere disse forhold, men grundlaget er spinkelt:

ad 1: Forbedret kulturteknik.

Såfremt renholdelse m.m. kan forkorte kulturfasen med fx. 5 år, vil fx. en ellers PK 9 målt ved alderen 35 år producere som PK godt 10 (figur 4, s. 24)

ad 2: Forbedrede landbrugsjorder.

Som det fremgår af bilag 16, s. 94, har et stigende gødningsforbrug i landbruget som helhed haft aftagende marginaludbytte målt i foderenheder. Forbruget af N-, P- og K-gødning er analyseret nærmere i bilag 17, s. 95. Der er en stigende trend i forbruget af alle tre gødningskategorier frem til midten af 1960'erne, hvorefter kun N-tilførslen er fortsat med at stige markant. Måske er landbrugsjordens gødningstilstand generelt blevet forbedret, i hvert fald frem til omkring 1965.

ad 3: Bedre tilplantningslokaliteter.

Det synes at være en rimelig antagelse, at landbrugsjord i princippet er blevet tilplantet fra den dårligste ende, således at bedre og bedre lokaliteter er overgået til plantagedrift i takt med de stigende krav til landbrugsjordens udbyttegivende evne.

ad 4: Forbedret proveniensvalg.

GØHRN (1966) har i et proveniensforsøg i Gludsted Plantage registreret, at forskelle i højdevæksten ved Hg ca. 15 m hos nordfjeldsgran ligger 2-8% lavere end hos mellemeuropæisk gran, hvilket angives at svare til en forskel i gennemsnitlig årlig massetilvækst på 1 - 1,5 m² pr. ha. Det anses for sandsynligt, at der århundredet igennem har været en tendens i retning af at vælge relativt højtydende provenienser.

Hvis den stigende trend i PK fortsætter, må det hovedsagelig skyldes, at stadigt bedre lokaliteter tilplantes, her forstået som jorder med større og større lerindhold inden for visse rammer. Tilplantningslokaliteternes gødningskraft forbedres næppe væsentligt udover 1965-niveauet. Det er endnu muligt at forbedre kulturteknikken, især m.h.t. jordbearbejdningen (skovrider L. Nannestad, pers. medd. 1987). Proveniensvalg inden for kårede, danske bevoksninger giver sig formentlig ikke væsentligt udslag i større PK - der er måske snarere en risiko for, at mangel på velegnet danske frø kan forlede til indførsel af frø fra provenienser med lidt lavere forventelig PK.

6.6 PK på ager sammenlignet med PK på hede.

Fire af observationerne har også en hede-del, dvs. bevoksningerne ligger på tværs af ager og hede. Hver af disse bevoksninger er i sin helhed blevet anlagt på samme tidspunkt og med samme plante-materiale, og den har været udsat for samme klimapåvirkninger (muligheder for forskellig mikroklimatisk påvirkning i den vigtige kulturfase kan ikke afvises). PK er bestemt i hhv. ager- og hede-delen, se tabel 8.

Tabel 8. PK i rødgranbevoksninger anlagt på tværs af skel mellem ager og hede.

<u>Lokalitet</u>	<u>Observation</u>	<u>Alder</u>	<u>PK-ager</u>	<u>PK-hede</u>	<u>PK-diff</u>
Varming Plantage	4012	38	11.5	9.3	2.2
Varming Plantage	4013	44	9.7	6.6	3.1
Nørbæk Plantage	4021	38	10.8	7.6	3.2
Vandel Plantage	5011	44	11.8	6.8	5.0
				Gens.	3.4

For observationerne under eet er der påvist signifikant forskel (99%-niveau) mellem PK på ager og PK på hede.

Højdeudviklingen for det analyserede, skønnede middeltræ i hver bevoksningsdel fremgår af bilag 18, s. 96 f. Kurverne skal tolkes forsigtigt, fordi de som sagt refererer til enkelttræer, men tilsyneladende forløber højdevæksten parallelt, når først hedeplantningen er kommet over kulturstadiet (afsnit 4.1 og 4.2.1). I Gellerup Plantage (bilag 18 (3), s. 97.) er der gødsket med P, hvilket giver en kraftig højdevækstreaktion i den del af bevoksningen, der er anlagt på hede.

De registrerede forskelle i højdeudvikling på hhv. ager og hede stemmer overens med bl.a. OKSBJERG et al. (1969).

6.7 Sammenligning af PK i observationerne med PK ifølge Skovregistreringen.

Der er foretaget en sammenligning på kommuneniveau mellem de i

projektet registrerede PK-værdier (PKa) og dem, der er anført i SKOVREGISTRERINGEN (1986, op. cit.), herefter benævnt PKs.

PKa er således middelværdien for observationerne på ager af jordtype 1 i en given kommune. PKs er den i Skovregistreringen ansatte middelværdi i kommunen for træartsgruppen rødgran, sitkagran og douglasgran under eet. PKs dækker desuden samtlige repræsenterede jordtyper og bevoksningskategorier, dvs. både gammel skov og 1.generationsbevoksninger på såvel ager som hede. Endelig refererer PKs generelt til en langt større variation i bevoksningsalder end PKa.

PKa og PKs er altså ikke direkte sammenlignelige størrelser. Derfor skal der ikke lægges for meget i den følgende analyse, forstået således at de exakte resultater er udtryk for en "falsk nøjagtighed" - med dette in mente betragtes analysen som værdifuld.

Analyseresultaterne er samlet amts- og vækstområdevis i tabel 9, s. 40. For Sønderjyllands, Ribe, Vejle og Ringkøbing amter er PKa signifikant (95%-niveau) større end PKs. For Århus og Viborg amter er PKa ligeledes større end PKs, men resultatet er ikke signifikant. For Nordjyllands amt er PKs større end PKa, muligvis p.g.a. amtets relativt store andel af jorder bedre end type 1 - resultatet er iøvrigt ikke signifikant. I vækstområderne 1 og 2 er PKa signifikant (hhv. 95% og 99%-niveau) større end PKs. Resultaterne for vækstområderne 3 og 4 er ikke signifikante.

Tabel 9. Sammenligning af PK i observationerne med PK ifølge Skovregistreringen. (1986).

<u>amt</u>	<u>PKa</u>	<u>PKs</u>	<u>PK-diff</u>	<u>antal komm.</u>	<u>s-PKdiff</u>
Sønderjyllands	12,9	11,1	1,8	9	0,7
Ribe	11,6	8,6	3,0	5	0,9
Vejle	12,8	11,3	1,6	4	0,4
Ringkøbing	11,7	8,0	3,7	7	0,8
Arhus	12,6	11,0	1,6	2	0,6
Viborg	11,6	9,5	2,1	2	1,6
Nordjyllands	12,1	13,0	-0,9	2	0,7
<u>område</u>					
1: Sydjylland	12,8	11,0	1,8	10	0,6
2: Midt- og Vestjylland	11,7	8,8	2,9	17	0,5
3: Djursland	12,6	11,0	1,6	2	0,6
4: Nordjylland	12,1	13,0	-0,9	3	0,6

Der kan ikke påvises nogen signifikant forskel på PKdiff (PKa-PKs) vækstområderne imellem. Derimod er der påvist signifikant (95%-niveau) forskel på PKdiff for visse PKs-værdier (bilag 19, s. 98).

Sammenhængen mellem PKdiff og PKs kan beskrives ved en ret linie, hvis hældning er signifikant (>99%-niveau) forskellig fra nul (bilag 20, s. 99). Korrelationskoefficienten er - 0,75, hvilket svarer til, at godt halvdelen af variationen i PKdiff kan forklares ud fra modellen:

$$\text{PKdiff} = -0,75 \times \text{PKs} + 9,6$$

ad bilag 20, s. 99.

Den fuldt optrukne linie er grundlæggende baseret på observationerne i de enkelte kommuner. De to inderste, prikkede kurver angiver konfidensintervallet for PKdiff, altså det interval hvor middelværdien af PKdiff for et antal kommuner under eet ligger med 95% sandsynlighed. De to yderste, prikkede kurver angiver prediktionsintervallet for PKdiff, altså det interval hvor

PKdiff for en given kommune ligger med 95% sandsynlighed.

PKs i den opstillede model indeholder en række "ukontrollable" størrelser som følge af Skovregistreringens metodik. Det drejer sig især om jordtype- og træartsfordeling (jfr. ovenfor). Dette bevirker - sammen med den "naturlige" spredning på PKa - at intervallet for en "sikker" prognose bliver meget bredt.

Ved prognoser for en given kommune giver analysen kun grundlag for at antage, at PKa vil ligge over PKs, hvis PKs befinder sig i intervallet 6-9. Modellen kan bedre - men dog med stor varsomhed - anvendes for et antal kommuner under eet i et givet område, fx. et amt.

Hovedtendensen er nogenlunde sikker: faldende PKdiff med stigende PKs.

B. PK I SITKAGRAN PÅ AGER

7. Generelt om PK-ansættelsen for sitkagran.

HENRIKSEN (1958, s.200) har fundet den i bilag 21, s. 100 gengivne sammenhæng mellem sitkagrans bonitet og finjordsindholdet i undergrunden. Jordtype 1 (og 2) ifølge Landbrugsministeriets jordklassificering (afsnit 6.3) svarer til et lerindhold (finjordsindhold) på 0-5%, men gælder kun for pløjelaget. Lerindholdet i jorder af type 1, der har været dyrket med landbrugsafgrøder, må antages at ligge i den bedste halvdel af dette spektrum (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987c, op.cit.), altså gennemsnitlig omkring 3,75%. Under forudsætning af, at lerindholdet i pløjelag og undergrund er rimelig godt korreleret, giver bilag 21 et fingerpeg om, at lerindholdet alene ikke forårsager store bonitetsforskelle imellem sitkagranbevoksninger anlagt på ager.

Generelt antages det, at sitkagrans krav til jordens næringsstofindhold er beskedne (HENRIKSEN, 1958, op.cit.).

HENRIKSEN (Ibid., s.218) anfører, at på lokaliteter med "den mest vedvarende vandforsyning, er massetilvæksten antagelig relativt stor i forhold til højdevæksten", og at det iøvrigt er temmelig vanskeligt at overse, "hvorledes forholdet mellem vandforsyningen i begyndelsen af vækstperioden og senere hen er på hederne og i det magre morænebakkeland".

HENRIKSEN anfører (Ibid., s. 209), at "der ikke er ret stor forskel på højdekurvernes stigningshastighed, når væksten er kommet rigtigt i gang, og at den forskellige beliggenhed i boniteringskurvesystemet² for en meget væsentlig del må tilskrives forskellig starthastighed."

8. Analyse af PK i de målte sitkagranbevoksninger.

I projektet indgår 13 observationer i sitkagran plantet på ager (bilag 2, s. 64 ff.). Deres fordeling til jordtype fremgår af tabel 10 og fordelingen til amter og vækstområder af tabel 11.

Tabel 10. PK som funktion af jordtype. Sitkagran plantet på ager.

<u>jordtype</u>	<u>PK</u>	<u>antal obs.</u>	<u>s-PK</u>
1	20,7	9	1,4
2	20,8	2	3,3
7	19,6	2	0,3

Tabel 11. Amts- og vækstområdevis opgørelse af PK i sitkagran på ager.

<u>amt</u>	<u>PK</u>	<u>antal obs.</u>	<u>s-PK</u>	<u>vækstområde</u>
Sønderjyllands	21	6	1,3	1
Ringkøbing	21	3	1,9	2
Arhus	19	2	4,7	3
Vejle	19	2	3,4	5

Der kan ikke på det foreliggende materiale påvises signifikante

²HENRIKSEN (1958, op. cit.), herefter benævnt HAH.

forskelle i middel PK-værdi, hverken for jordtype eller vækstområde.

En medvirkende årsag til den store spredning på PK inden for de lerfattige jordtyper 1 og 2 er sandsynligvis forskelle i humusindhold og dermed i jordens vandholdende evne og næringsstofindhold. Observationerne på jordtype 1 er i tabel 12, s. 44 inddelt i tre grupper:

I: jorder med særlig stort humusindhold (eng og/eller lavning)

II: alm. tørre sandjorder.

III: jorder med dybereliggende lerlag (iflg. de lokale skovfogeder)

Tabel 12. PK i sitkagran som funktion af jordbundsgruppe.

<u>gruppe</u>	<u>PK</u>	<u>antal obs.</u>	<u>s-PK</u>
I	23,8	4	0,8
II	15,5	3	0,6
III	22,2	2	0,2

Resultaterne i tabel 12 bygger på et spinkelt materiale og en subjektiv vurdering, men de svarer til HENRIKSEN's (1958, op. cit.) påvisning af, at siktagrans vækst er stærkt påvirket af jordens vandholdende evne.

9. Sitkagrans PK sammenlignet med rødgrans PK.

I bilag 22, s. 100 er højdeudviklingen i fem af de 13 observationer beskrevet ud fra måling på et skønnet middeltræ. Med forbehold for det spinkle materiale ser det ud til, at højdeudviklingen i sitkagran på ager stemmer overens med tilvækstoversigten (HAH), konverteret til PK og masser v.b.a.

HENRIKSEN (1958, op. cit.) anfører, at hvis højdetilvæksten stemmer overens med oversigten (HAH), gælder det samme ganske godt for massetilvækstens vedkommende (total stammemasse). Da højdeudviklingen tilsyneladende følger HAH, benyttes denne oversigt til PK-ansættelse i observationerne.

Selv med mange observationer havde Eichhorns vækstlov næppe kunnet benyttes til modelopstilling (Ibid.), og bonitering efter aktuel bonitet måtte iøvrigt "foretages med forbehold for sitkagransens vedkommende" (Ibid., s. 213). Da projektets materiale under alle omstændigheder er for lille til en selvstændig analyse, er det i stedet søgt at sandsynliggøre, inden for hvilket spektrum sitkagransens PK ligger i forhold til rødgrans på samme jordtype.

I seks tilfælde er det muligt at foretage en sådan sammenligning,

se tabel 13. Sitkagranens vækstoverlegenhed (PK) udgør 17-82% i forhold til jævnaldrende rødgran³. Den største overlegenhed registreres på lokaliteter, hvor der sandsynligvis er relativt stort vandindhold i dybereliggende jordlag (jfr. bem. 1 og 2 til tabel 13), hvilket sitkagranen formentlig bedre kan udnytte end rødgranen, da dens rødder går længere ned. Betragtes de lokaliteter, der nærmest kan karakteriseres som tør, landbrugsmæssig marginaljord (Nybo og Ulfborg Plantager), er PK-forskellen 17-28% i sitkagranens favør.

Tabel 13. Oversigt over PK i sammenlignelige rødgran- og sitkagranobservationer.

<u>lokalitet</u>	<u>observation</u>	<u>art</u>	<u>alder</u>	<u>højde</u>	<u>PK</u>	<u>relativt jordtype</u>
Frøslev plantage	1021	sgr	26	14,1	22,4	179 1
Frøslev plantage	1022	rgr	26	9,1	12,5	100 1
Porsplet plantage	2051	rgr	27	10,8	13,2	188 1
Porsplet plantage	2052	sgr	27	16,0	24,8	100 1
Nybo plantage	2172	rgr	24	9,1	13,0	128 1
Nybo plantage	2173	sgr	25	10,6	16,6	100 1
Ulfborg plantage	12021	rgr	24	10,8	15,0	117 2
Ulfborg plantage	12022	sgr	24	10,3	17,5	100 2
Skaarmose	13031	sgr	29	15,8	21,6	157 1
Skaarmose	13032	rgr	29	11,7	13,0	100 1
Skaarmose	13033	rgr	26	11,5	14,5	100 1
Nørre-Djurs skp.	14011	sgr	27	10,7	14,7	119 1
Nørre-Djurs skp.	14012	rgr	27	9,7	12,0	100 1

Bemærkninger:

1. Afd. 734c i Frøslev plantage er anlagt på flyvesand, sandsynligvis med et underliggende lerlag.

2. Porsplet plantage. Afdelingerne ligger ikke umiddelbart op til hinanden. Sitkagranbevoksningen er plantet på et lavereliggende, humusrigt strøg.

3. Skaarmose. Afdelingerne ligger op til hinanden med sitkagranerne på det højeste parti. Jorden er let sortfarvet.

³PK i rødgran er her og i det følgende ansat v.hj.a. modellen (figur 4, s. 24), mens PK i sitkagran er ansat v.hj.a. Statsskovvæsenets kurver.

4. Hedegård plantage. Bevoksningen er en rækkevis blanding af rødgran og sitkagran.

HENRIKSEN (1958, op. cit.) anfører engangsiagttagelser af højde/alder for bl.a. en række sammenlignelige rødgran- og sitkagranbevoksninger på magert morænebakkeland. På dette grundlag er bilag 23, s. 101 opstillet. Lerindholdet i pløjelaget er ikke oplyst for de pågældende lokaliteter, men jorderne skønnes på grundlag af de i kilden anførte horisontanalyser at tilhøre type 1-3. Sitkagranens PK ligger i gennemsnit ca. 50% over rødgranens.

Sammenfattende ser det ud til, at den sandsynlige niveauforskell i PK gennemsnitlig ligger omkring 50% i sitkagranens favør. Der kan dog utvivlsomt forventes store variationer i PK for sitkagran fra den ene lokalitet til den anden, dels p.g.a. sitkagranens relativt store frostfølsomhed på kulturstadiet, og dels fordi det på dansk materiale er påvist (Ibid., s. 27ff.), at "den produktion, der opnås for samme højdebonitet, er afhængig af lokaliteten".⁴

C. PK I EG PÅ AGER

10. Generelt om PK-ansættelse for eg.

Det er ikke muligt at beskrive højdeudviklingen i eg på grundlag af stammeanalyser, sådan som tilfældet er for rødgran og sitkagran. En egentlig analyse af højdeudviklingen kræver periodiske målinger i observationerne.

PK-ansættelsen for eg sker på basis af CMM (salgbar masse over 5 cm). MØLLER (1933, s. 551) anfører om materialet bag denne tilvækstoversigt, at det er betydeligt svagere end materialet bag de på samme tidspunkt udarbejdede oversigter for bøg og rødgran, "og de 4 Egeoversigter maa derfor opfattes som noget grovere

⁴Der henvises iøvrigt til Ibid., s.213 ff.

Tilnærmelser til det rigtige".

Ved afprøvning af CMM finder MØLLER & NIELSEN (1953, op. cit.) bl.a.: Højdetilvæksten: "Forsøgsvæsenets materiale viser, når helhedsbilledet betragtes, god overensstemmelse med bonitetsoversigternes højdekurver." (s.86). Den løbende årlige totalmassetilvækst: "For forsøgsvæsenets prøveflader er overensstemmelsen med bonitetsoversigterne god for aldersklassen 40-120 år, bortset fra, at massetilvæksten for aldersklassen 60-70 år ligger så lavt som 84% af den tilsvarende bonitets, hvad der skyldes den særligt lave højdetilvækst for denne aldersklasse ... For aldersklassen under 40 år ligger massetilvæksten ca. 20% ... under den tilsvarende bonitets. Gennemsnitlig for alle aldersklasser ligger prøvefladernes tal for massetilvæksten ca. 3% under bonitetsoversigternes." (s.88).

Alle projektets 11 observationer i eg (bilag 2, s. 64 ff.) er yngre end 45 år, og det er ifølge ovenstående sandsynligt, at de på grundlag af CMM ansatte PK-værdier (masse over 5 cm) er for lave. Det er imidlertid ikke fundet umagen værd at søge at korrigere CMM. Dels er antallet af observationer så lille, at det ikke er muligt ud fra de foretagne engangsmålinger at vurdere, om den af MØLLER & NIELSEN (1953, op. cit.) konstaterede fejl også gælder for egebevoksninger anlagt på ager. Og dels er egeplantning på ager hidtil overvejende sket i form af 3-rækkede læhegn, hvor en udpræget vækstreduktion gør sig gældende p.g.a. randvirkninger. Endelig giver materialet ikke grundlag for at vurdere risikoen for, at den gode højdeudvikling i unge, egentlige egebevoksninger på ager (afsnit 11) afløses af et mere moderat forløb senere i bevoksningens liv, altså et fald i PK.

11. Analyse af PK i de målte egebevoksninger.

Blandt distrikternes anmeldelser om egebevoksninger anlagt på tør, marginal landbrugsjord blev 11 fundet egnet til måling, idet der alene ønskedes data fra egentlige produktionsbevoksninger og altså ikke fra hverken udkantsbevoksninger eller læhegn.

Tabel 14. PK som funktion af jordtype. Eg plantet på ager.

<u>jordtype</u>	<u>PK</u>	<u>antal obs.</u>	<u>s-PK</u>
1	6,0	8	0,6
2	6,4	1	-
3	6,0	2	1,0

Materialet er for lille til analyse med henblik på at påvise en eventuel signifikant forskel i PK mellem de repræsenterede jordtyper, se tabel 14, s. 47. Det samme gælder m.h.t. vækstområderne, se tabel 15.

Tabel 15. PK som funktion af vækstområde. Eg på ager af jordtype 1.

<u>vækstområde</u>	<u>PK</u>	<u>antal obs.</u>	<u>s-PK</u>	<u>95% konfidens- interval</u>
1: Sydjylland	7,0	3	0,8	+/- 3,5
2: Midt + Vestjyll.	5,2	4	0,6	+/- 1,8
5: Østjylland	6,4	1	-	-

Sammenholdes de målte middelværdier for PK (PKa) på jordtype 1 med Skovregistreringens data (PKs), ligger PKa i gennemsnit ca. 1 PK over PKs (bilag 24, s. 101.). En nærmere analyse viser, at den gennemsnitlige PKa for en given kommune med 90% sandsynlighed vil være større end PKs. Analysen skal tages med forbehold svarende til de i ansnit 6.7 nævnte.

12. Egs PK sammenlignet med rødgrans PK.

Det er i to tilfælde muligt at sammenligne naboobservationer af eg og rødgran, se tabel 16. Det spinkle materiale antyder, at PK-eg er knap halvt så stor som PK-rødgran. Anvendes dette forhold til beskrivelse af PK-eg ud fra de i tabel 5, s. 30 viste resultater for PK-rødgran på jordtype 1, fås en antydning af, hvordan PK-eg varierer vækstområderne imellem, se tabel 17, s. 49.

Tabel 16. PK-eg og PK-rødgran i nabobevoksninger.

<u>distrikt</u>	<u>lokalitet</u>	<u>PK-eg</u>	<u>PK-rødgran</u>	<u>relativt</u>
Sønderjyllands	Ulhøj-Herulf pltg.	5,5	14,1	39
Randbøl	Gødding pltg.	6,6	13,0	51
Gennemsnit		6,1	13,6	45

Tabel 17. PK-eg som funktion af vækstområde, jordtype 1.

<u>vækstområde</u>	<u>PK-rødgran</u>	beregnet observeret	
		<u>PK-eg</u>	<u>PK-eg</u>
1	13,0	5,6	5,5 (7,0)*
2	11,4	4,9	5,2
3+4	12,4	5,3	-

*) incl. to bevoksninger beliggende tæt på israndslinien hvor det er vanskeligt at fastsætte jordtype.

D. RANDVIRKNINGENS INDFLYDELSE PÅ PK I RØDGRAN

13. Kvantificering af vækstreduktionen i bevoksningsrande i rødgran.

Bevoksningsrande kan opstå på to principielt forskellige måder:

- plantning på åbent land, hvor træerne er randpåvirket fra kulturstadiet
- pludseligt opstået rand som følge af hugst eller stormfald i et ellers beskyttet skovmiljø

Som anført i fx. Teknikerrapport nr. 9 (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987d) har rødgranen ringe fysiologisk evne til at tåle vindpåvirkning. Udtørring i rande, der opstår som følge af stormfald, er et kendt fænomen - de træer, der tidligere har stået beskyttet, har vanskeligt ved at klare en pludseligt opstået vindpåvirkning.

13.1 En kort litteraturgennemgang.

De tilgængelige kilder vedrører følgerne af en pludseligt opstået randvirkning. Det er tvivlsomt, om analyseresultaterne herfra uden videre kan overføres til bevoksninger anlagt på åbent areal, idet disse bevoksningers randtræer sandsynligvis i nogen grad formår at tilpasse sig forholdene.

BAADER (1952) analyserer højde- og diameter-tilvækst i et stort materiale af pludseligt eksponerede bevoksningsrande i bl.a. rødgran. Der kan ikke konstateres nogen reduktion af diameter-tilvæksten, hvorimod højdetilvæksten påvirkes stærkt, se tabel 18.

Tabel 18. Højdetilvækst i randen i forhold til højdetilvæksten i bevoksningsens indre. (P.grl.a. BAADER 1952, op. cit.).

eksposition			
<u>randbredde</u>	<u>0-10m</u>	<u>20-30m</u>	<u>60-70m</u>
N	117		100
Ø	76	96	100
V	50		100
S	43	81	100

I bevoksningsrande, der har været eksponeret i længere tid, finder BAADER (1952, op. cit.) følgende vækst (i en stribe 0-10 m fra rand i forhold til 60-70 m fra rand, se tabel 19.

Tabel 19. Randvirkningens indflydelse på gennemsnitlig årlig højde- og diameter-tilvækst. (P.grl.a. BAADER 1952, op. cit.).

	<u>Fritstillet</u>	<u>antal bev.</u>	<u>eksposition</u>	<u>vækstydelse</u>
	<u>antal år</u>			<u>pct. årlig</u>
<u>Højde</u>	13	3	ØNØ-NNV	± 0%
	14	18	NV-S-Ø	- 52%
<u>Diameter</u>	12	1	ØNØ-NNV	+ 45%
	14	16	NV-S-Ø	+ 4%

ASSMANN (1961) konkluderer på basis af disse og andre undersøgelser, at det er problematisk at slutte fra højdevækstreduktion i rande til den resulterende nedgang i massetilvækst, da disse størrelser ikke er proportionale. ASSMANN (Ibid.) har i en bevoksningsrand (de yderste 20-30 m) målt nedgang i massetilvækst på 10-25% (hvh. NNØ- og SSV-rand).

MARTIN-JENSEN (1967) fandt for en bevoksning, hvor randen blev blottet mod Ø-NØ i det 48. år, at den gennemsnitlige årlige massetilvækst over en periode på 15 år var ca. 20% mindre i et område 5-27 m inde i bevoksningen end i et tilsvarende område i en ikke-randpåvirket del af bevoksningen.

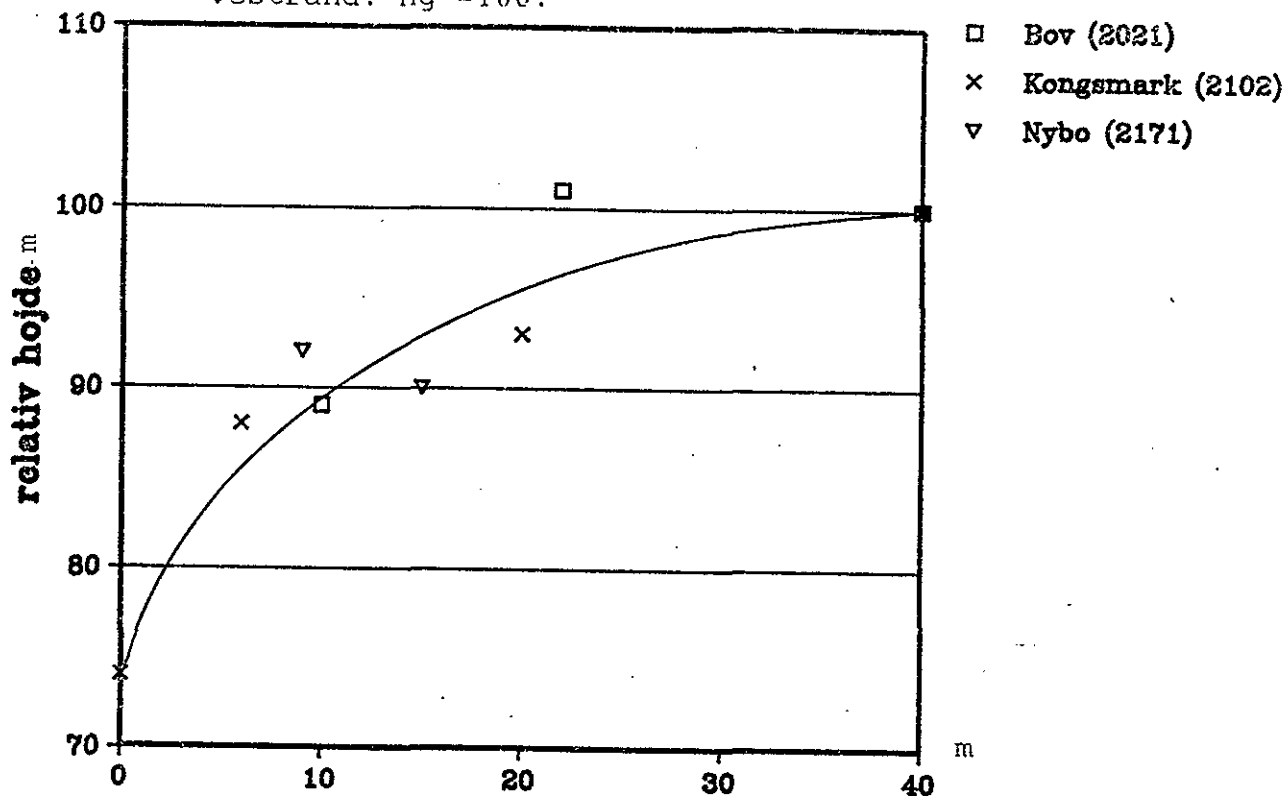
Sammenfattende synes der for rødgrans vedkommende at være risiko for randvirkning mindst 20-30 m ind i bevoksningen, især mod S og V. Her kan reduktionen i højdetilvækst blive op til 50% i de yderste 10 m, i gennemsnit for de yderste 30 m over 30%. Størrelsen af massetilvækstreduktionen er mere usikker.

13.2 Retningsgivende målinger i projektet.

I tre bevoksninger med en N-S gående rand, som var eksponeret mod V, blev der målt 7-10 træer pr. række i valgte afstande fra randen. Bevoksningerne ligger alle på fladt terræn. En nærmere beskrivelse af dem og af måleresultaterne findes i bilag 25, s. 102 f.

Figur 7, s. 52 viser den konstaterede sammenhæng mellem relativ højde (aritmetisk gennemsnit (h) af målingerne i de pågældende afstande ansat i % af Hg i bevoksningens indre). Hvis randen inddeles i 10 m zoner, fås der en gennemsnitlig højdereduktion på 10% i de yderste 30 m.

Figur 7. Relativ højde (h/H_g) som funktion af afstand til vestrand. $H_g = 100$.



14. Arealstørrelsens indflydelse på PK.

14.1 En model.

Der er opstillet en model til vurdering af PK i mindre plantager, altså hvor randvirkningen alt andet lige får forholdsvis stor betydning. Modellen beskriver PK dels i bevoksningsranden og dels i bevoksningsens indre. Input i modellen er randarealet, masseproduktionen i randen i relation til en antaget, potentiel produktion i bevoksningsens indre, og omdriftsalderen.

ad Randarealet.

På grundlag af afsnit 13.1 og 13.2 anses det for sandsynligt, at der i fritstående rødgranbevoksninger, altså bevoksninger anlagt på åbent land, er tale om en randvirkning i de yderste 30 m mod V og S, dvs. en vækstreduktion i godt halvdelen af bevoksningsens samlede rand.

ad Masseproduktionen i randen.

Sammenhængen mellem højdevækst og masseproduktion i randen antages at være lineær. Dette er næppe tilfældet i praksis (afsnit 13.1), men der er ikke i projektet foretaget målinger til belysning af forholdet.

Det er en almindelig erfaring, at allerede ved 30-35 års alderen har bevoksninger, som er eksponeret mod V, tydelige randopløsningstendenser. De målte bevoksninger er ikke undtagelser fra denne regel - bevoksningen med et løbælte af eg/hvidgran (bilag 25(1), s. 102) har ganske vist ingen døde randtræer, men der er en tydelig højdevækstreduktion i randen.

Med støtte i ASSMANN (1961, op. cit.) (afsnit 13.1) arbejdes der i modellen med følgende vækstreduktioner i et 30 m bredt bælte i halvdelen af bevoksningens omkreds: 10-40 år: 10%, 40-50 år: 20%, over 50 år: 25%.

ad Omdriftsalderen.

Som illustreret i bilag 26, s. 104 falder PK væsentligt, hvis omdriftsalderen er lavere end ca. 70 år. Såfremt randopløsningstendenser begynder allerede ved 30-35 år, er det ikke sandsynligt, at "normal" omdriftsalder kan opnås.

14.2 Kvantificering af produktionstabt som følge af randvirkning.

Produktionstabt defineres som forskellen mellem produktionen ($m^3/\text{år}/\text{ha}$) i bevoksningens indre ved en given omdriftsalder og bevoksningens gennemsnitlige produktion (arealvægtet gennemsnit af bevoksningens indre og bevoksningens rand). Som basis for beregningerne er valgt PK 11. I bilag 27, s. 104 er højde/alder-forløbet for PK 11 illustreret, hhv. uden reduktion og med de ovenfor (afsnit 14.1) anførte reduktioner.

I tabel 20 er de beregnede tab sammenfattet. Der er forudsat kvadratisk bevoksningsform, altså mindste randlængde, således at de anførte tab skal betragtes som minima (såfremt de øvrige forudsætninger holder stik⁵).

Tabel 20. Produktionstab i bevoksninger med kvadratisk form, arealstørrelser fra 0,2 til 16 ha og omdriftsalder hhv. 50, 60 og 70 år. m³/år/ha.

Omdrift alder fra frø	potentiell PK	Areal ha : .2 .5 1 2 3 4 16							
		bev.længde: 45 70 100 140 175 200 400							
50 år	9.1	tab	: 1.9	1.5	1.1	.9	.7	.6	.3
		prod.	: 7.2	7.6	8	8.2	8.4	8.5	8.8
60 år	10.0	tab	: 2.4	1.8	1.4	1.1	.9	.7	.4
		prod.	: 7.6	8.2	8.6	8.9	9.1	9.3	9.6
70 år	10.6	tab	: 2,8	2.1	1.6	1.3	1.1	.9	.5
		prod.	: 7.8	8.5	9	9.3	9.5	9.7	10.1

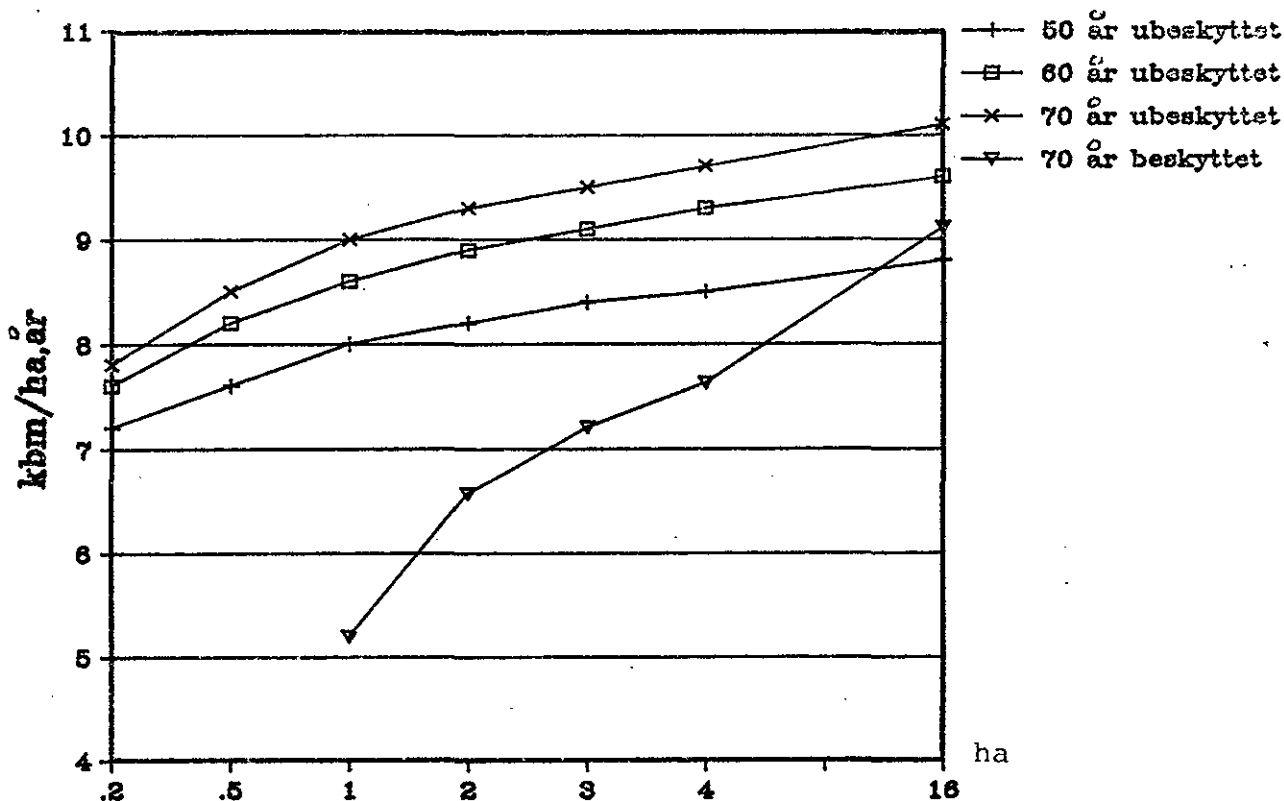
Ved plantninger på indtil 1 ha kan der forventes et produktionstab svarende til 3-4 PK, ved plantninger på 1-4 ha et tab svarende til 2-3 PK. For større plantninger kan tabet blive 1-2-(3) PK, såfremt der ikke plantes læbælter af betydelig bredde.⁶ Ved kvadratiske plantninger på fx. 5 ha vil et 15 m bredt læbælte langs hele randen optage mindst 25% af arealet, ved plantninger på 10-15 ha vil ydre og indre læbælter optage mindst 15%.

Figur 8, s. 55 illustrerer, hvorledes gennemsnitlig årlig produktion pr. ha afhænger af totalareal i tilfælde af hhv. intet læbælte i randen og omdriftsalder 50, 60 og 70 år og fuldt læbælte (15 m bredt, i hele randen) ved omdriftsalder 70 år. Produktionen i læbæltet er sat til nul.

⁵Ved omdriftsalder 70 år producerer PK 11 10,6m³/år/ha i gennemsnit, ved 60 år 10,0 og ved 50 år 9,1m³, jfr. tabel 20.

⁶Tabene er beregnet ud fra en potentiell PK på 10,6.

Figur 8. Gennemsnitlig årlig produktion pr. ha som funktion af arealstørrelse, hhv. beskyttede og ubeskyttede bevoksninger af kvadratisk form.



Det ses, at bevoksninger til og med 15,5 ha, med læbælte, har en mindre gennemsnitlig produktion end tilsvarende bevoksninger uden læbælte. Illustrationen gælder naturligvis under forudsætning af, at modellen er rimeligt virkelighedsnær. Spørgsmålet om læbæltets stabiliserende virkning skal ikke tages op her (der henvises til fx. HELLES 1983 og LOHMANDER & HELLES 1987).

15. Omrids af en økonomisk vurdering af småplantningers økonomi.

Det forsøges at give en grov vurdering af små plantagers forventelige økonomiske afkast i forhold til større plantagers afkast. Som udgangspunkt benyttes de i Teknikerrapport nr 6 (SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987c, op. cit.) beregnede jordværdier ved forskellige omdriftsaldrer, rentefod 3% og PK 11. Herved kan der som eksempel sættes værdier på de i tabel 17, s. 49. anførte masseudbytter. Resultatet er vist i tabel 21, s. 56.

Tabel 21. Jordværdiens afhængighed af arealstørrelse ved forskellige omdriftsaldrer. Kr./ha, rentefod 3%, forudsætninger iverdrikt som ved tabel 20.

omdrift ved	<u>Arealstørrelse</u> (kvadratisk)						
<u>alder fra frø</u>	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	16,0
50 år	-3300	-1500	-300	500	1300	1400	2400
60 år	300	3400	5400	6800	8100	8400	10100
70 år	4300	8500	11000	13000	14800	15200	17500

J = 20.000 for PK 11 ved 70 år.

Der skal ikke lægges megen vægt på de absolutte tal i tabel 21 - de indbyrdes relationer har større udsagnskraft. Sammenligningen er i virkeligheden i større disfavour for de mindste arealer, end det fremgår af tabel 21. I det økonomiske materiale bag tabellen er der nemlig ikke taget hensyn til følgende extra belastninger på små plantagers økonomiske afkast:

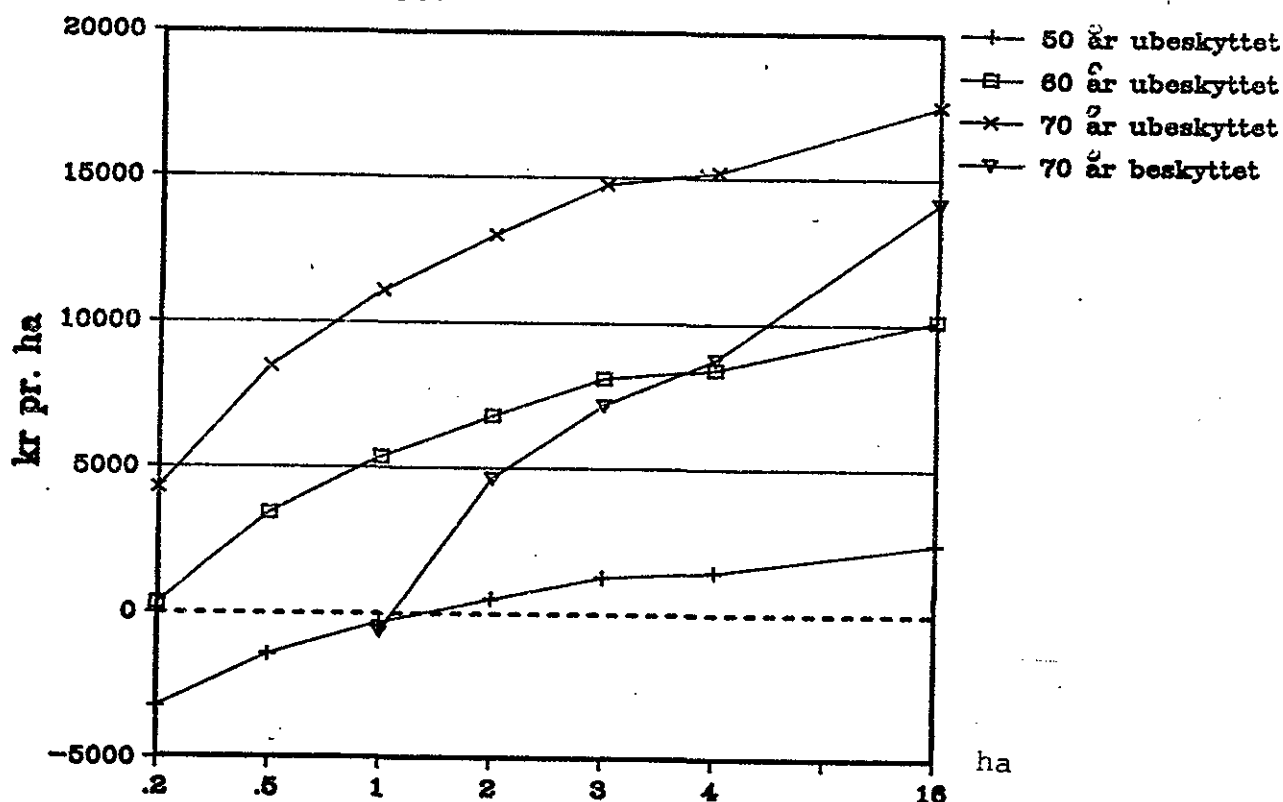
- kulturudgiften er normalt relativt stor
- det samme gælder ofte for andre udgiftsposter såsom skovning og transport
- råtræet er forholdsvis dårligt, især p.g.a. en stor andel af grovknastede/tørre/stormfældede træer
- de små mængder pr. hugst betinger i sig selv en forholdsvis lav salgspris

Det fremgår indirekte af tabel 20, s. 54, at den opnåelige omdriftsalder påvirker det økonomiske afkast meget stærkt - omdriftsalderens økonomiske betydning fremgår direkte af tabel 21. I figur 9, s. 57 er den gennemsnitlige jordværdi for plantager af forskellig størrelse hhv. med og uden ydre læbælte illustreret.

Jordværdien for en beskyttet plantage er beregnet som jordværdien af det indre areal divideret med totalarealet og derefter reduceret med de

kapitaliserede udgifter til etablering og pleje af løbæltet. Det antages, at løbæltet gør det muligt at opnå en omdriftsalder på 70 år.

Figur 9. Jordværdien i kr./ha af kvadratiske rødgranplantager som funktion af plantagens totalareal, dels for ubeskyttede plantager med en omdrift på hhv. 50, 60 og 70 år og dels for plantager beskyttet af et 15 m bredt, ydre løbælte og omdriftsalder på 70 år. PK 11 og rentefod 3%.



Med de forudsætninger, som modellen bygger på - og uden de ovenfor nævnte, extra økonomiske belastninger på de små bevoksninger - viser figur 9, at selv plantager på 4-16 ha giver et tvivlsomt økonomisk afkast, hvis den manglende beskyttelse resulterer i en omdriftsalder på kun 50 år. Kan der nås en omdriftsalder på 60 år i ubeskyttede plantager, ligger afkastet mellem nul og 2/3 af det i beskyttede plantager opnåelige. Hvis der kan opnås en omdriftsalder på 70 år i ubeskyttede plantager, er de naturligvis økonomisk overlegne, men det anses for om ikke utænkeligt så dog tvivlsomt i arealspektret 0,2-16ha. En omdriftsalder på 60 år i ubeskyttede plantager ligger måske inden

for det muliges rammer, og ved plantager på 1-4 ha slår virkningen af et uproduktivt læbælteareal så stærkt igennem, at beskyttede plantager giver lavere økonomisk afkast end ubeskyttede.

Selvom analysen er grov, peger den klart på, at der må advares mod at anlægge små, ubeskyttede plantager, hvis formålet er at producere ved.

I de senere år er der anlagt talrige småplantager med det formål at producere rødgranjuletræer. Manglende kendskab til denne produktion og vanskeligheder med at afsætte juletræerne bevirker ofte, at formålet undervejs ændres til at producere ved, men det er i reglen ikke muligt af denne vej at opnå en tilfredsstillende forrentning af investeringen.

16. Citeret litteratur.

- ASSMANN, G. 1955: Die Bedeutung des "erweitern Eichhornschen Gesetzes" für die Konstruktion von Fichten-Ertragstafeln. Forstwiss. Centralbl. (74): 321-330.
- ASSMANN, G. 1961: Waldertragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. - München (BLV Verlagsgesellschaft), xv + 490s.
- BAADER, G. 1952: Untersuchungen über Randschäden. - Frankfurt.
- BARTHOLIN, T.S. 1969: Revision af fladrodsplantningsforsøg med henblik på at konstatere langtidsvirkning af fosforgødsning i hedegran. - Forstl. Fors.v. Danm. (32): 169-188.
- BRYNDUM, H. 1964: Forsøgsvæsenets afsluttede rødgranprøveflader. - Forstl. Fors.v. Danm. (28): 261-397.
- DANMARKS STATISTIK: Landbrugsstatistik. - Kbh. (Danm. Stat.).
- FODGAARD, S., F. HELLES & A WALTER-JØRGENSEN 1981: Arealanvendelse til land- eller skovbrugsformål i Danmark. - Medd. fra Skovbrugsinst., rk.2, nr.9, 85 s.
- GØHRN, V. 1966: Proveniensenforsøg med gran (*Picea abies* (L.) Karst.): Danske forsøgsresultater og et uddrag af de hidtil offentliggjorte resultater fra den internationale forsøgs-serie 1938. - Forstl. Fors.v. Danm. (29): 309-437.
- HARVALD, C. & J.P. SKOVSGAARD 1985: Driftsplaner for Ilskov og Myremalm Plantager 1985-1995 og 1995-2005. - 3.dels projekt-opgave på skovbrugsstudiet, unpubl.
- HELLES, F. 1983: Stormskade på skov. En litteraturgennemgang. - Da. Skovforen. Tidsskr. (68): 247-278.

- HELMS, J. 1922: Grankulturerne i Borbjerg og Sevel Plantager. - Forstl. Fors.v. Danm. (6): 87-136.
- HENRIKSEN, H.A. 1958: Sitkagranens vækst og sundhedstilstand i Danmark. - Forstl. Fors.v. Danm. (24): 1-372.
- HENRIKSEN, H.A. 1980: Data fra træmålingsøvelser, Jægersborg Hegn. - Skovbrugs. inst., unpubl.
- HENRIKSEN, H.A. 1981: Træmåling. Kompendium. - Skovbrugsinst., unpubl.
- HOLMSGAARD, E., J. NECKELMANN, H.C..OLSEN & F. PALUDAN 1968: Undersøgelser over rådangrebs afhængighed af jordbundsforhold og dyrkningsmetoder for gran i de jyske hedeegne. - Forstl. Fors.v. Danm. (30): 183-407.
- HOLSTENER-JØRGENSEN, H. & H. BRYNDUM 1983: Varigheden af reaktionen på fosforgødskning i hedegran. - Forstl. Fors.v. Danm. (38): 377-382.
- JENSEN, A.M. 1983: Ædelgranens (*Abies alba* Mill.) vækst sammenlignet med rødgranens (*Picea alba* (L.) Karst.) i henholdsvis rene og blandede bevoksninger på sandede jorder i Midt- og Vestjylland. - Medd. fra Skovbr.inst., rk.2, nr.14, 498s.
- LANDBRUGSMINISTERIET 1977: Jordklassificering Danmark. Basisdata-kort 1: 50.000. - Kbh. (Landbrugsministeriet).
- LOHMANDER, P. & F. HELLES 1987: Windthrow Probability as a Function of Stand Characteristics and Shelter. - Scand. J. For. Res. (2): 227-238.
- MAGNUSSEN, S. 1983: En tilvækstoversigt for rødgran på østersø-nære lerede morænejorder. - Da. Skovforen. Tidsskr. (68): 215-246.

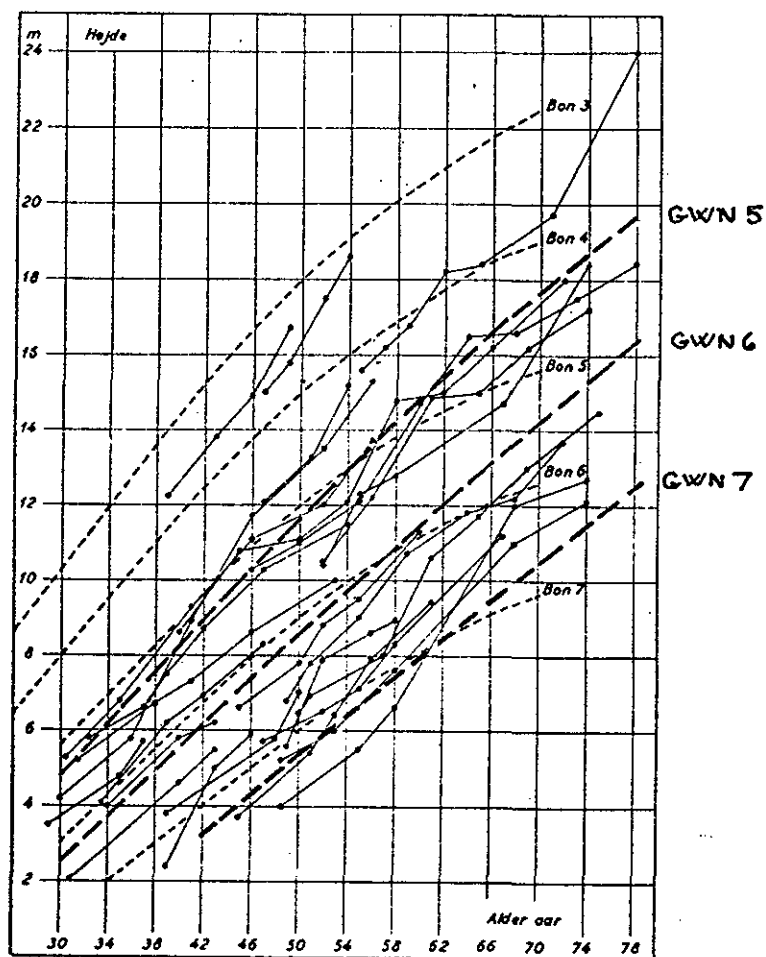
- MARTIN-JENSEN, A. 1967: Undersøgelser af tilvækstforholdene i en blottet bevoksningsrand. - Da. Skovforen. Tidsskr. (52): 405-429.
- MATTHESEN, P. 1982: Nogle ældre danske forsøg med kalkning i he-deplantager. - Forstl. Fors.v. Danm. (38): 93-178.
- MØLLER, C. MAR: 1933: Boniteringstabeller og bonitetsvise Tilvækstoversigter for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark. - Da. Skovforen. Tidsskr. (18): 457-513, 537-623.
- MØLLER, C. MAR: & J. NIELSEN 1953: Afprøvning af de bonitetsvise tilvækstoversigter af 1933 for bøg, eg og rødgran i Danmark. - Da. Skovforen. Tidsskr. (38): 1-176.
- MØLLER, C. MAR: O. SCHARFF & J. DRAGSTED 1969: 10 Years' Fertilizing Experiments in Norway Spruce and Beech Representing the Main Variations in Growth Conditions in Denmark.- Forstl. Fors.v. Danm. (31): 85-278.
- NANNESTAD, L. 1979: G. WEST-NIELSEN: Bonitetsvise tilvækstoversigter for rgr på hedelokaliteter revideret i 1979.- Hedeselskabet, unpubl.
- NIELSEN, U.B. 1985: Anvendelse af lupiner og andre kvælstof-samlere ved kulturetablering. - Hovedopgave på skovbrugsstudiet, unpubl.
- OKSBJERG, E., G. WEST-NIELSEN & J. LUNDBERG 1969: Et jordforbedringsforsøg i Dejbjerg plantage. - Hedeselsk. Tidsskr. (90): 53-71.
- OLESEN, H.H. 1986: Produktionspotentialiet ved dyrkning af rødgran på marginale landbrugsjorder i det jyske sandjordsområde.- Arbejdsnotat nr. 2, projekt 2.1 under Miljøministeriet v. Skovstyrelsen. Kbh. (Skovbrugsinst. og Økon. Inst., KVL), 42 s. + bil.

- OLESEN, H.H., F. HELLES, CHR.L. JENSEN & J.P. SIMONSEN 1987: Potentiel vedproduktion på tør marginaljord. - Ugeskr. Jordbr. (132): 712-715.
- SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987a: Potentielle marginaljorderlandsdækkende kortlægning af jordbundfysiske og -kemiske forhold. - Teknikerrapport nr. 1, 112s. + app.
- SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987b: Sammenhængen mellem jordtype og vedproduktion. - Teknikerrapport nr. 4, 66s.
- SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987c: Drifts- og samfundsøkonomiske analyser af tilplantning af tør, landbrugsmæssig marginaljord. - Teknikerrapport nr. 6, 351s.
- SKOV- OG NATURSTYRELSEN 1987d: Anlæg af skov og andre vegetations typer på tør marginaljord. - Teknikerrapport nr. 9, 125s.
- SKOVREGISTRERINGEN 1986: De danske skoves træartsfordeling, aldersklassedfordeling og produktionsforhold opgjort kommunevis. - Kbh. (Landbrugsministeriet og Miljøministeriet), 268s.
- WEST-NIELSEN, G. 1950: Rødgranens produktionsforhold på den midtjyske hede. - Hedeselsk. Tidsskr. (71): 118-135.
- WEST-NIELSEN, G. & E. OKSBJERG 1959: Jordanalyser ved bonitetsgrænser i hedeplantager. - Da. Skovforen. Tidsskr. (44): 126-152.

17. Bilag.

B.1

Bilag 1. Højden (Hg) som funktion af alderen, Hedeselskabets prøveflader. (MØLLER & NIELSEN 1953, s. 103). Til sammenligning er indlagt Hg iflg. GWN bon. 5-7.



Bilag 2. Register over måledata for bevoksninger anlagt på ager. Sidste ciffer refererer til bevoksning, de to næstsidsite til lokalitet og det/de første til distrikt.

nr	distrikt	lokalitet	afd	anv	art	ald	anlæg	højde	s-h	PK	d	N	jt	geo	kommune	k. nr	amt	cmbr
1011	Gråsten statsskov	Kelstrup plantage	320b	a	eg	29	1997	11.6	.0	7.6			1	ds	Bov	503	1	1
1012	Gråsten statsskov	Kelstrup plantage	316b	a	eg	26	1950	14.3		8.0			1	ds	Bov	503	1	1
1013	Gråsten statsskov	Kelstrup plantage	337b	a	rgr	29	1962	14.4		16.0	15	2000	1	dq	Bov	503	1	1
1014	Gråsten statsskov	Kelstrup plantage	339a	a	rgr	35	1955	17.3		16.0	20	1200	7	ft	Bov	503	1	1
1014	Gråsten statsskov	Kelstrup plantage	339a	a	rgr	35	1955	17.3		16.0	20	1200	7	ft	Bov	503	1	1
1015	Gråsten statsskov	Kelstrup plantage	342a	a	sgr	36	1954	19.0		19.3	19	1500	7	ft	Bov	503	1	1
1016	Gråsten statsskov	Kelstrup plantage	355a	a	sgr	36	1954	19.2	1.6	19.8	17	2800	7	ft	Bov	503	1	1
1021	Gråsten statsskov	Froslev plantage	734c1	a	sgr	26	1964	14.1		22.4	16	1500	1	es	Bov	503	1	1
1022	Gråsten statsskov	Froslev plantage	734c2	a	rgr	26	1964	9.6	1.1	12.5	13	2100	1	es	Bov	503	1	1
2011	Sønderjylland Hedeselsk.	Rens Hedegård	20c	a	rgr	25	1965	10.7	.8	14.2	11	1200	1	ts	Tinglev	539	1	1
2011	Sønderjylland Hedeselsk.	Rens Hedegård	20c	a	rgr	25	1965	10.7	.8	14.2	11	1200	1	ts	Tinglev	539	1	1
2021	Sønderjylland Hedeselsk.	Bov Menighedsråds pl.	2a	a	rgr	32	1958	12.1	1.0	12.0	14	2600	1	ts	Bov	503	1	1
2022	Sønderjylland Hedeselsk.	Bov Menighedsråds pl.	3a	a	rgr	32	1958	13.4	.7	13.2	13	2000	1	ts	Bov	503	1	1
2023	Sønderjylland Hedeselsk.	Bov Menighedsråds pl.	6a	a	rgr	23	1967	11.0	1.0	15.7	14	2400	1	es	Bov	503	1	1
2024	Sønderjylland Hedeselsk.	Bov Menighedsråds pl.	7a	a	rgr	23	1967	10.1	.5	14.8	11		1	es	Bov	503	1	1
2025	Sønderjylland Hedeselsk.	Bov Menighedsråds pl.	10a	a	rgr	23	1967	10.0	.6	14.6			1	es	Bov	503	1	1
2031	Sønderjylland Hedeselsk.	Hellevad Præstegårds pl.	1c	a	rgr	32	1958	14.1	.5	14.0	15	1600	1	ts	Rødekro	529	1	1
2032	Sønderjylland Hedeselsk.	Hellevad Præstegårds pl.	2a	a	rgr	38	1952	17.0	.8	14.1	16	2000	1	ts	Rødekro	529	1	1
2041	Sønderjylland Hedeselsk.	Heden	1a	a	rgr	30	1960	10.6	.9	11.5	11	2800	1	ds	Nørre-Rangstrup	525	1	1
2042	Sønderjylland Hedeselsk.	Heden	2a	a	rgr	32	1958	11.6	.8	11.6	11	2500	1	ds	Nørre-Rangstrup	525	1	1
2051	Sønderjylland Hedeselsk.	Porsplet plantage	5b	a	rgr	27	1963	10.8	.9	13.2	11	1900	1	es	Nørre-Rangstrup	525	1	1
2052	Sønderjylland Hedeselsk.	Porsplet plantage	8b	a	sgr	27	1963	16.0	1.7	24.8	16	1200	1	ds	Nørre-Rangstrup	525	1	1
2061	Sønderjylland Hedeselsk.	Mølby plantage	1a	a	rgr	26	1964	9.9	.7	12.9	9	4400	1	ds	Ribe	571	2	1
2062	Sønderjylland Hedeselsk.	Mølby plantage	1c	a	rgr	32	1958	14.0	.7	13.8	17	1000	1	ts	Ribe	571	2	1
2071	Sønderjylland Hedeselsk.	Varming plantage	2f	a	rgr	26	1964	8.1	1.3	11.0	10	5000	1	ts	Ribe	571	2	1
2081	Sønderjylland Hedeselsk.	Fabr. J. Petersens pl.	1a	a	rgr	23	1967	9.4	.7	14.0	9	4300	1	fs	Gram	511	1	1
2091	Sønderjylland Hedeselsk.	Bevtoft Præstegårds pl	4a	a	rgr	33	1957	12.9	.8	12.4	14	1600	1	ts	Nørre-Rangstrup	525	1	1
2101	Sønderjylland Hedeselsk.	Kongsmark plantage	1b	a	rgr	39	1952	11.1	.8	9.1	12	1800	1	ts	Vojsens	543	1	1
2101	Sønderjylland Hedeselsk.	Kongsmark plantage	1b	a	rgr	38	1952	11.1	.8	9.1	12	1800	1	ts	Vojsens	543	1	1
2102	Sønderjylland Hedeselsk.	Kongsmark plantage	3c	a	rgr	39	1951	12.2	.8	9.6	13	2400	1	ts	Vojsens	543	1	1
2111	Sønderjylland Hedeselsk.	Immervad plantage	1a	a	rgr	32	1958	13.4	.5	13.2	12	2000	1	ds	Vojsens	543	1	1

2121	Sønderjylland	Hedeselsk.	Ulhøj Herulf plantage	2c	a	sgr	18	1971	9.2	.4	24.8	1 ds	Rødekrø	529	1
2122	Sønderjylland	Hedeselsk.	Ulhøj Herulf plantage	2d	a	rgr	14	1976	4.7	.3		1 ds	Rødekrø	529	1
2123	Sønderjylland	Hedeselsk.	Ulhøj Herulf plantage	3a	a	rgr	32	1958	14.3	.9	14.1	1 ds	Rødekrø	529	1
2124	Sønderjylland	Hedeselsk.	Ulhøj Herulf plantage	3b	a	eg	32	1958	9.7	.9	5.5	1 ds	Rødekrø	529	1
2131	Sønderjylland	Hedeselsk.	Øster Løgum Præstegd pl	4b	a	rgr	31	1959	15.2	.9	14.8	1 tg	Rødekrø	529	1
2132	Sønderjylland	Hedeselsk.	Øster Løgum Præstegd pl	5a	a	eg	32	1958	8.8	.8	5.0	3 ds	Rødekrø	529	1
2133	Sønderjylland	Hedeselsk.	Øster Løgum Præstegd pl	5b-1a	a	rgr	32	1958	10.8	.3	10.9	3 ds	Rødekrø	529	1
2134	Sønderjylland	Hedeselsk.	Øster Løgum Præstegd pl	5b	a	rgr	32	1958	13.1	.7	13.0	3 ds	Rødekrø	529	1
2141	Sønderjylland	Hedeselsk.	Sv.P. Jensens plantage	1a	a	rgr	24	1967	9.8	.8	13.7	1 ds	Abenrå	545	1
2151	Sønderjylland	Hedeselsk.	Hvidding plantage	2a	a	rgr	36	1954	14.8	.6	12.8	1 ds	Ribe	571	2
2161	Sønderjylland	Hedeselsk.	Skærbæk Præstegd pl	1a	a	rgr	37	1953	13.0	1.3	11.1	1 ds	Skærbæk	531	1
2171	Sønderjylland	Hedeselsk.	Nybo plantage	4a	a	rgr	29	1961	9.3	.6	10.8	1 ts	Løgumkloster	521	1
2172	Sønderjylland	Hedeselsk.	Nybo plantage	6a	a	rgr	24	1966	9.1	.4	13.0	1 ts	Løgumkloster	521	1
2173	Sønderjylland	Hedeselsk.	Nybo plantage	6b	a	sgr	25	1965	10.6	1.2	16.6	1 ts	Løgumkloster	521	1
2174	Sønderjylland	Hedeselsk.	Nybo plantage	14a	a	rgr	33	1957	10.3	.5	10.0	1 es	Løgumkloster	521	1
2181	Sønderjylland	Hedeselsk.	Svinhøj plantage	1a	a	rgr	25	1965	10.9	.5	14.4	1 ds	Nørre-Rangstrup	525	1
2182	Sønderjylland	Hedeselsk.	Svinhøj plantage	2a	a	rgr	23	1967	11.2	.4	16.0	1 ds	Nørre-Rangstrup	525	1
3011	Ribe	Hedeselsk.	Gellerup plantage	65a	a	rgr	45	1945	13.0	.8	8.7	1 ds	Varde	573	2
3012	Ribe	Hedeselsk.	Gellerup plantage	66a	h	rgr	45	1945	5.2	1.0	4.6	1 ds	Varde	573	2
3013	Ribe	Hedeselsk.	Gellerup plantage	90b	a	rgr	44	1946	17.3	.7	12.0	1 ds	Varde	573	2
3014	Ribe	Hedeselsk.	Gellerup plantage	57b	a	rgr	45	1945	16.0	.9	10.7	1 ds	Varde	573	2
3021	Ribe	Hedeselsk.	Sdr.Omme plantage	2c	a	rgr	29	1962	8.7	.5	10.7	1	Grindsted	565	2
3022	Ribe	Hedeselsk.	Sdr.Omme plantage	7a	a	rgr	29	1961	9.7	.7	11.0	1	Grindsted	565	2
3023	Ribe	Hedeselsk.	Sdr.Omme plantage	8b	a	rgr	30	1960	7.9	.5	9.2	1	Grindsted	565	2
3024	Ribe	Hedeselsk.	Sdr.Omme plantage	48a	a	rgr	28	1962	7.2	.5	9.3	1	Grindsted	565	2
3031	Ribe	Hedeselsk.	Utoft plantage	11c	a	rgr	32	1958	11.6	.8	11.5	1 ts	Grindsted	565	2
3032	Ribe	Hedeselsk.	Utoft plantage	39c	a	rgr	27	1963	8.2	.6	10.6	1 es	Grindsted	565	2
3041	Ribe	Hedeselsk.	Hovborg plantage	45b	a	rgr	27	1963	11.1	1.0	13.5	1 ds	Grindsted	565	2
3042	Ribe	Hedeselsk.	Hovborg plantage	46a	a	rgr	23	1967	11.4	1.0	16.2	1 es	Grindsted	565	2
3051	Ribe	Hedeselsk.	Kielund plantage	110a	a	rgr	32	1958	12.6	.9	12.5	1 ds	Holsted	569	2
3052	Ribe	Hedeselsk.	Kielund plantage	123a	a	rgr	26	1964	10.5	.7	13.5	1 ds	Holsted	569	2
3053	Ribe	Hedeselsk.	Kielund plantage	155a	a	rgr	36	1954	14.1	.9	12.2	1 es	Holsted	569	2
3054	Ribe	Hedeselsk.	Kielund plantage	161b	a	rgr	34	1956	14.1	1.0	13.0	1 ds	Holsted	569	2
3055	Ribe	Hedeselsk.	Kielund plantage	15c	a	eg	36	1954	8.1	.6	4.0	1 ds	Holsted	569	2
4011	Lirdet	Statsskov	Varming plantage	527a	a	rgr	43	1947	14.7	.4	10.3	1 ts	Ribe	571	2

4012	Lindet Statsskov	Varming plantage	526a	a	rgr	38	1952	14.1	.6	11.5	18	1	ts	Ribe	571	2	
4012	Lindet Statsskov	Varming plantage	526a	h	rgr	38	1952	11.3	.6	9.3	13	2500	1	ts	Ribe	571	2
4013	Lindet Statsskov	Varming plantage	511a	a	rgr	44	1948	14.2	.6	9.7	18	1200	1	ts	Ribe	571	2
4013	Lindet Statsskov	Varming plantage	511a	h	rgr	44	1948	8.9	1.0	6.6	9	1800	1	ts	Ribe	571	2
4021	Lindet Statsskov	Nørbæk plantage	551a	a	rgr	38	1952	13.3	1.0	10.8	16	1700	1	ts	Ribe	571	2
4021	Lindet Statsskov	Nørbæk plantage	551a	h	rgr	38	1952	8.7	.7	7.6	9	3000	1	ts	Ribe	571	2
4022	Lindet Statsskov	Nørbæk plantage	558a	a	rgr	26	1964	11.8	.7	13.8	14	2000	1	ts	Ribe	571	2
5011	Randbøl Statsskov	Sv. Aa. Rasmussen	Vande	a	rgr	44	1948	16.9	.8	11.7	19	1400	1	dg	Egtved	605	3
5011	Randbøl Statsskov	Sv. Aa. Rasmussen	Vande	h	rgr	44	1948	9.3	.9	6.8	11	3000	1	dg	Egtved	605	3
5021	Randbøl Statsskov	Sv. Aa. Rasmussen	Frdhå	a	rgr	30	1960	10.7	.6	11.5	11	1900	1	tg	Billund	551	2
5022	Randbøl Statsskov	Sv. Aa. Rasmussen	Frdhå	a	rgr	35	1955	12.3	.7	11.0	13	2800	1	tg	Billund	551	2
5031	Randbøl Statsskov	Poul Jensen	Gøddi	a	rgr	27	1963	12.1	.7	14.5	13	3200	1	dg	Egtved	605	3
5041	Randbøl Statsskov	Gødding plantage	287a	a	rgr	33	1957	13.7	1.0	13.0	16		1	ds	Egtved	605	3
5042	Randbøl Statsskov	Gødding plantage	286a	a	eg	30	1960	10.6	.9	6.6			1	ds	Egtved	605	3
5051	Randbøl Statsskov	Nørlund plantage	427a	a	rgr	38	1952	11.6	.8	9.6	14	1800	1	ds	Nørre-Snede	625	3
5052	Randbøl Statsskov	Nørlund plantage	424a	a	rgr	22	1968	6.1	.6	10.9	7	3000	1	ds	Nørre-Snede	625	3
5053	Randbøl Statsskov	Nørlund plantage	448a	a	rgr	29	1961	9.4	.4	10.9	9	3600	1	ds	Nørre-Snede	625	3
5054	Randbøl Statsskov	Nørlund plantage	471a	a	rgr	40	1950	13.0	1.3	9.9	12	2000	1	ds	Nørre-Snede	625	3
5055	Randbøl Statsskov	Nørlund plantage	366b	a	rgr	46	1944	14.1	.8	9.1	17	2000	1	es	Nørre-Snede	625	3
6011	Vejle Hedeselsk.	Grøndalshøj plantage	1d	a	rgr	35	1955	11.5	.7	10.3	13		1	tg	Egtved	605	3
6021	Vejle Hedeselsk.	Juhl Skov	1a	a	rgr	36	1954	14.6	.6	12.9	17	1600	7	ft	Egtved	605	3
6022	Vejle Hedeselsk.	Juhl Skov	1c	a	rgr	33	1957	15.3	.6	14.8	18		1	ds	Egtved	605	3
6031	Vejle Hedeselsk.	Nr. Arritskov	1a	a	rgr	39	1951	11.0	.8	8.8	10	3000	1	ms	Them	749	5
6041	Vejle Hedeselsk.	Smedebæk plantage	1a	a	rgr	33	1957	8.8	.6	8.9	12	2000	1	ts	Nørre-Snede	625	3
6042	Vejle Hedeselsk.	Smedebæk plantage	2a	a	rgr	31	1959	7.7	.5	8.8	9	2200	1	ts	Nørre-Snede	625	3
6051	Vejle Hedeselsk.	Lille Nørlund plantage	25a	a	rgr	21	1969	6.0	.6	11.3			1	ts	Ikast	663	4
7011	Matrup Gods	Donnerup Skov	241a	a	sgr	22	1968	7.7	1.3	15.2			1	es	Tørring-Uldum	627	3
7021	Matrup Gods	Matrup Skov	181b	a	rgr	27	1963	11.0	.5	13.4	12	2200	1	ds	Brødstrup	601	3
7031	Matrup Gods	Tranholm Skov	382b	a	sgr	27	1963	14.7	.6	22.0	14	2600	1	ds	Nørre-Snede	625	3
7032	Matrup Gods	Tranholm Skov	382c	a	eg	29	1961	9.9	.8	6.4			1	ds	Nørre-Snede	625	3
8011	Herning Hedeselsk.	Hesselvig plantage	64a	a	rgr	23	1957	7.6	.6	12.0	9	4000	1	ts	Askov	685	4
8021	Herning Hedeselsk.	Harneskov plantage	71a	a	rgr	28	1962	7.2	.4	9.3	8	4000	1	ds	Askov	685	4
8022	Herning Hedeselsk.	Harneskov plantage	72a	a	rgr	23	1967	7.5	.7	11.9	7		1	ds	Askov	685	4
8023	Herning Hedeselsk.	Harneskov plantage	77a	a	rgr	23	1967	7.2	1.0	11.5	8		1	ds	Askov	685	4
8024	Herning Hedeselsk.	Harneskov plantage	82a	a	rgr	32	1958	15.4	.8	15.0	19	1300	3	ds	Askov	685	4

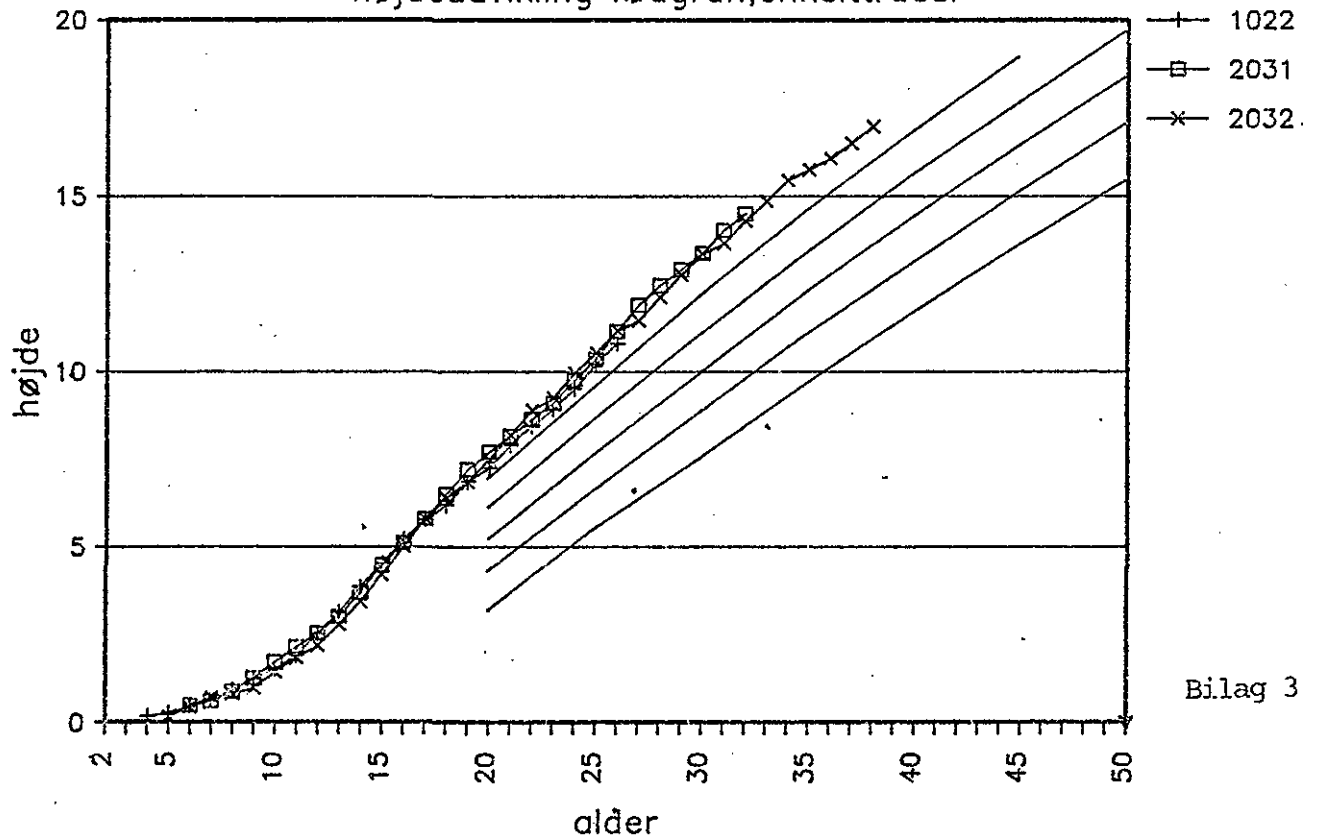
15031	Nordjylland	Hedeselsk.	Tværhøj plantage	19a	a	rgr	41	1949	14.9	1.8	11.0	16	1	Aalborg	851	7	4
16011	Vendsyssel	skovdyrkerfor.	Solholt Mark		a	rgr	41	1949	14.9	.6	11.0	17	2	Søby	847	7	4
16021	Vendsyssel	skovdyrkerfor.	Lille Skarpholt		a	rgr	28	1962	10.9	.7	12.8	14	2	Søby	847	7	4
16031	Vendsyssel	skovdyrkerfor.	Nørredam		a	rgr	35	1955	12.0	.5	10.7	11	2	Søby	847	7	4
16041	Vendsyssel	skovdyrkerfor.	Kærskov		a	rgr	30	1960	12.5	.9	13.4	15	2	Søby	847	7	4
16051	Vendsyssel	skovdyrkerfor.	Bøgsted		a	rgr	32	1958	13.5	.6	13.4	14	1	Sindal	839	7	4
16061	Vendsyssel	skovdyrkerfor.	Hollensted		a	rgr	27	1963	9.6	.9	12.0	10	1	Brønderslev	805	7	4
17011	Falsgård	Statsskov	Gludsted	8c	a	rgr	28	1962	8.6	.9	9.6	9	1	Ikast	663	4	2

B.2
forts.

Bilag 3 (1-17). Højdevækstanalyse, enkelttraudviklingsforløb. Højde som funktion af alder for rødgran plantet på ager. Hver kurve repræsenterer een lokalitet, som er angivet ved et nummer. Den til nummeret svarende beskrivelse findes i bilag 2. Endvidere er der indtegnet PK-kurver ud fra modellen (afsnit 5) på basis af GWNN, øverst PK 13, dernæst 12,11,10 og 9.

Gråsten Stats., Hedeselsk.Sønderjyll.Distrikt

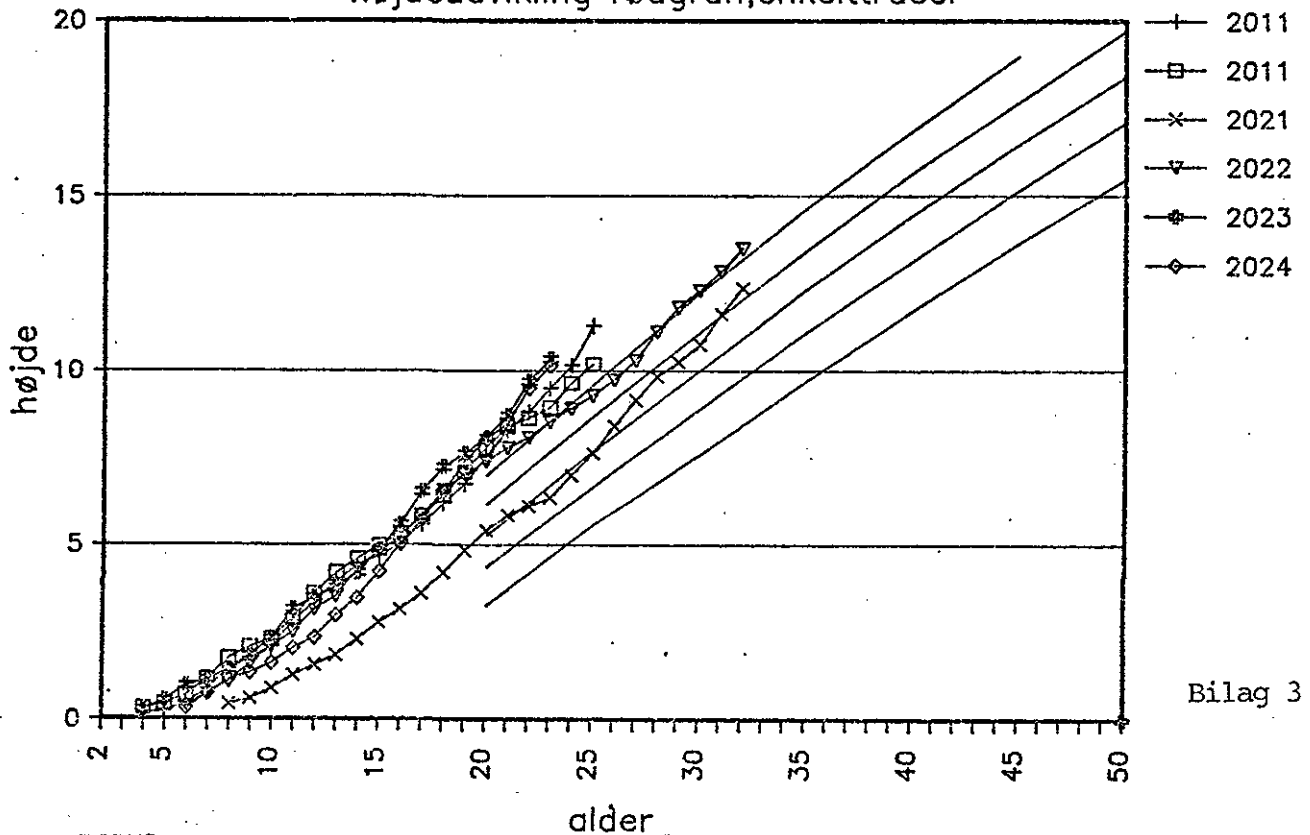
højdeudvikling rødgran, enkelttraeer



Bilag 3 (1)

Hedeselskabet Sønderjyllands Distrikt

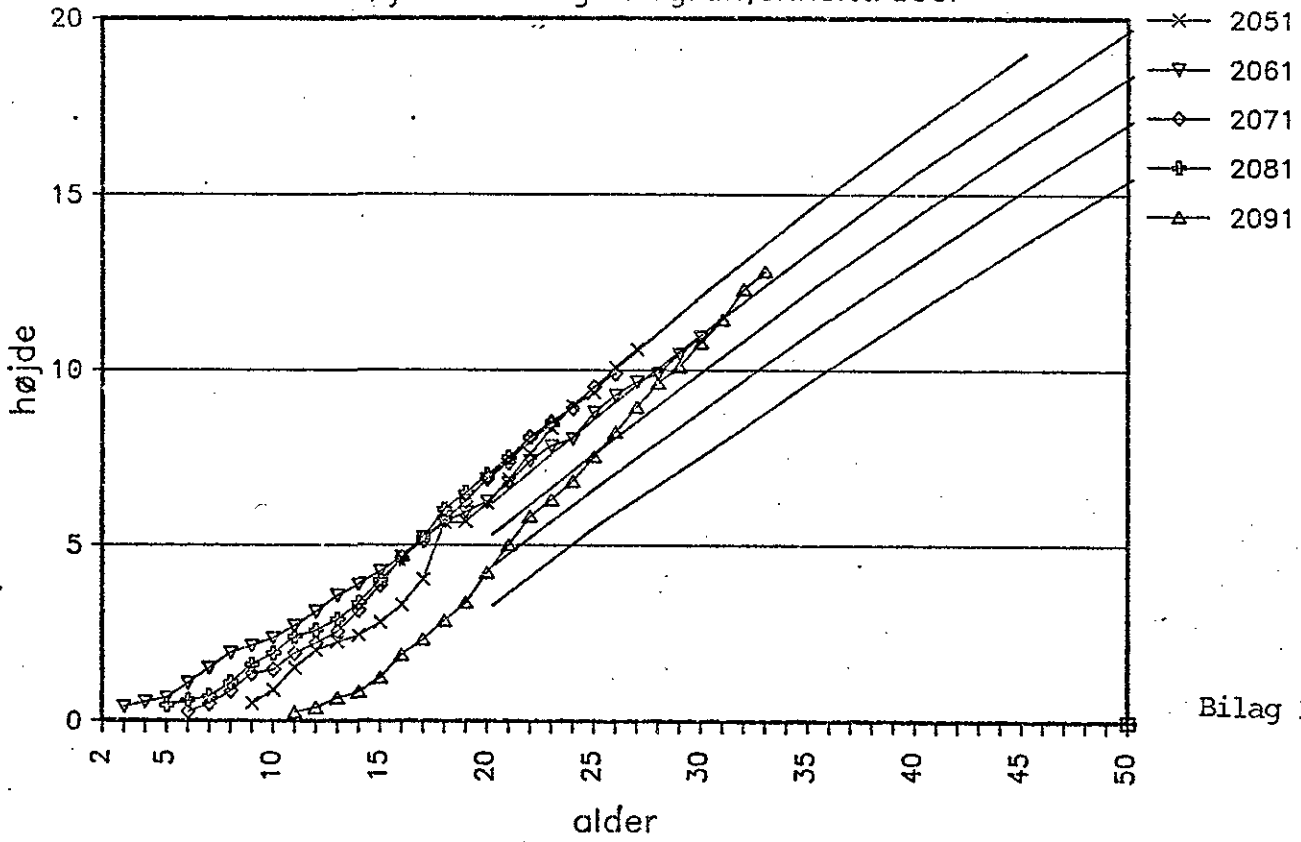
højdeudvikling rødgran, enkelttraeer



Bilag 3 (2)

Hedeselskabet Sønderjyllands Distrikt

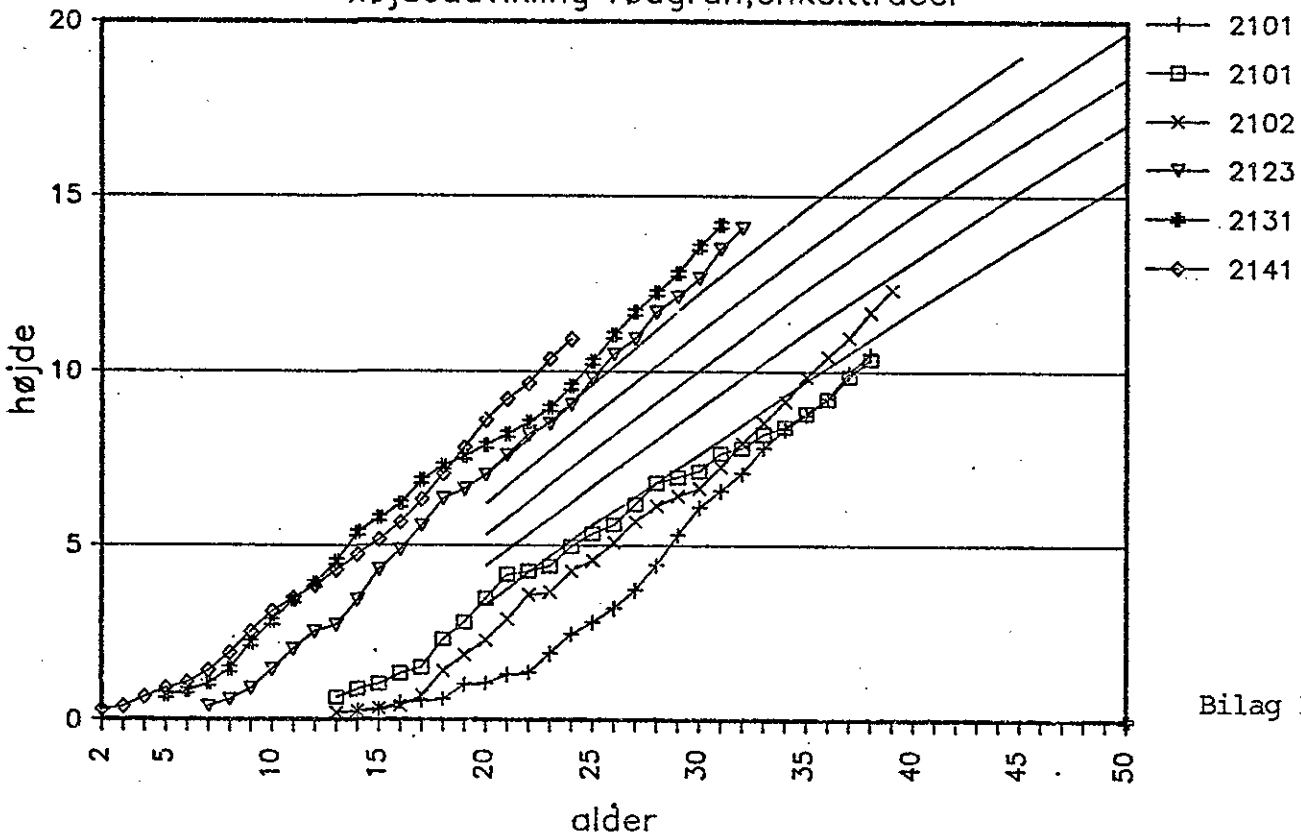
højdeudvikling rødgran, enkelttraeer



Bilag 3 (3)

Hedeselskabet Sønderjyllands Distrikt

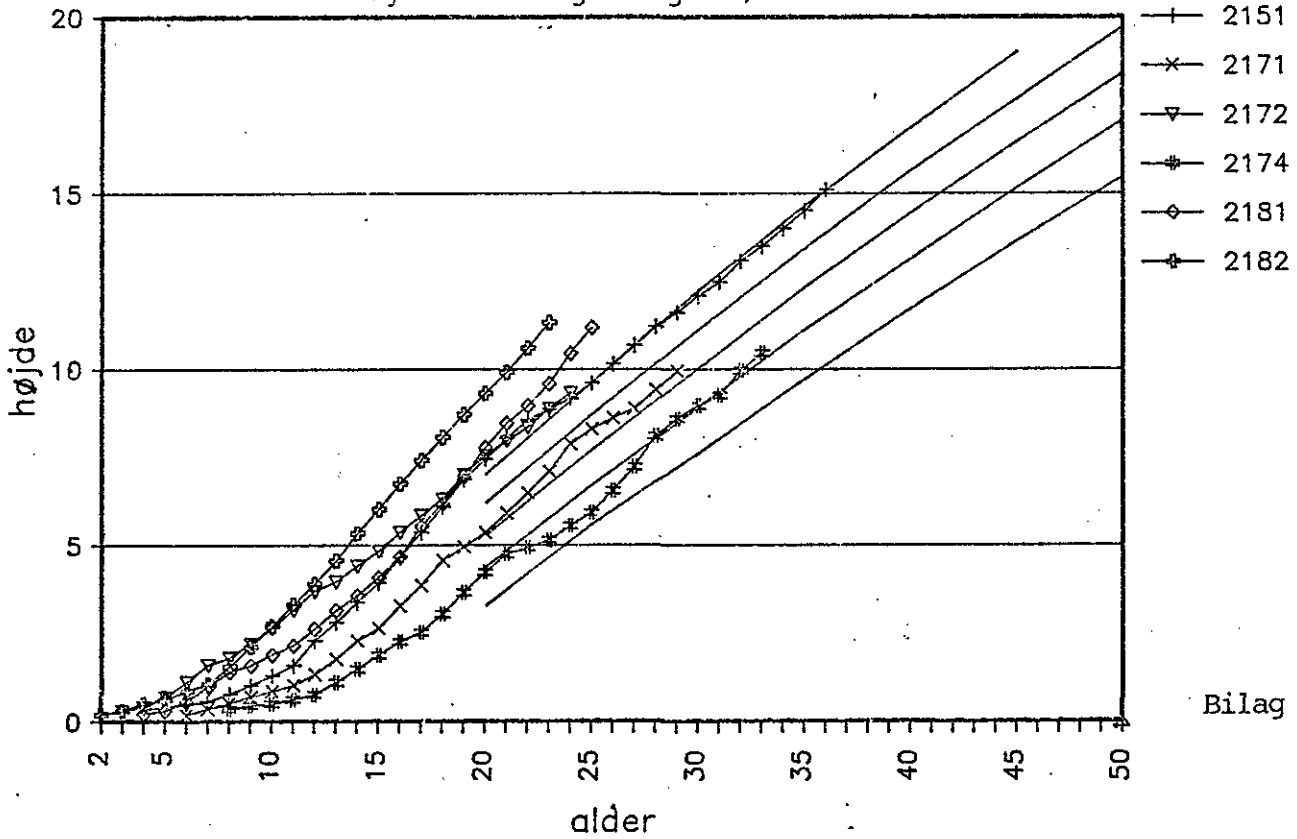
højdeudvikling rødgran, enkelttraeer



Bilag 3 (4)

Hedeselskabet Sønderjyllands Distrikt

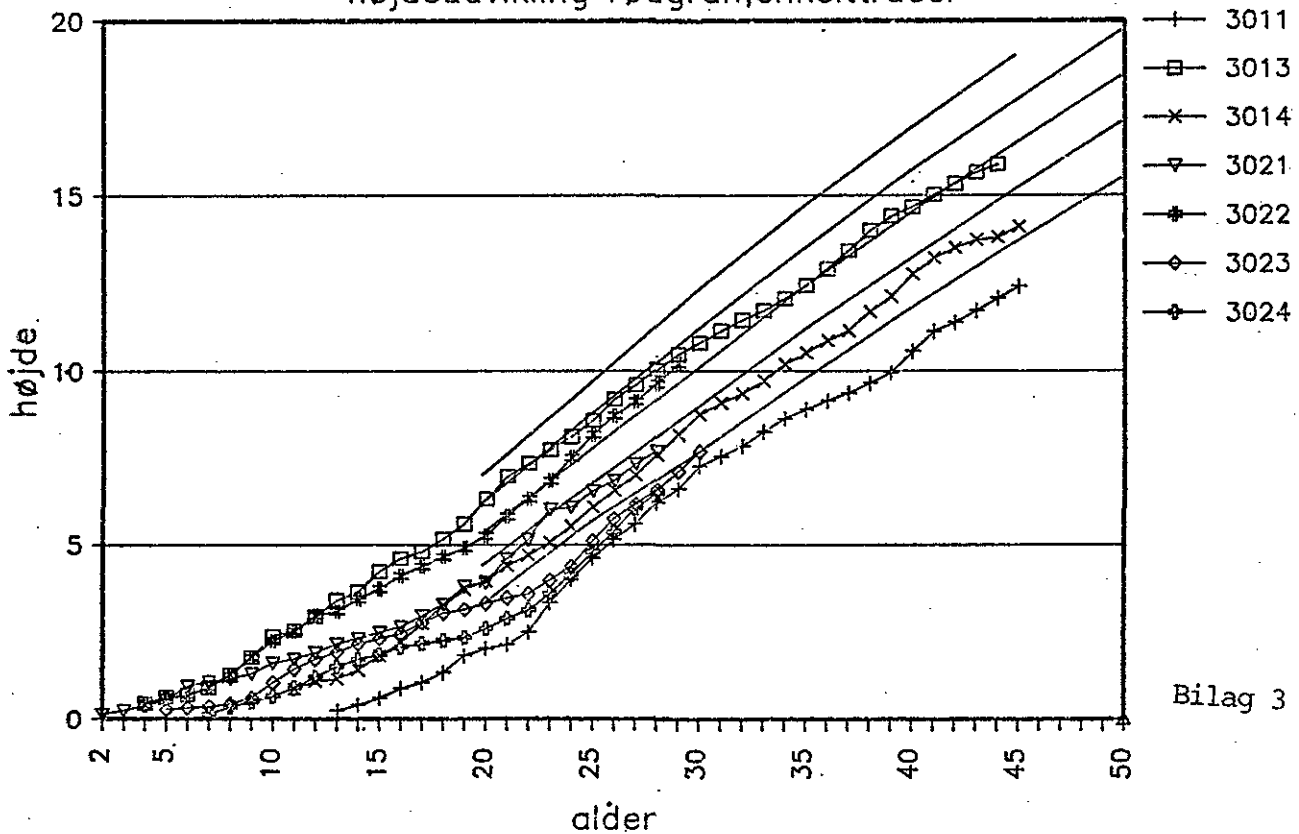
højdeudvikling rødgran, enkelttraeer



Bilag 3 (5)

Hedeselskabet Ribe Distrikt

højdeudvikling rødgran, enkelttraeer

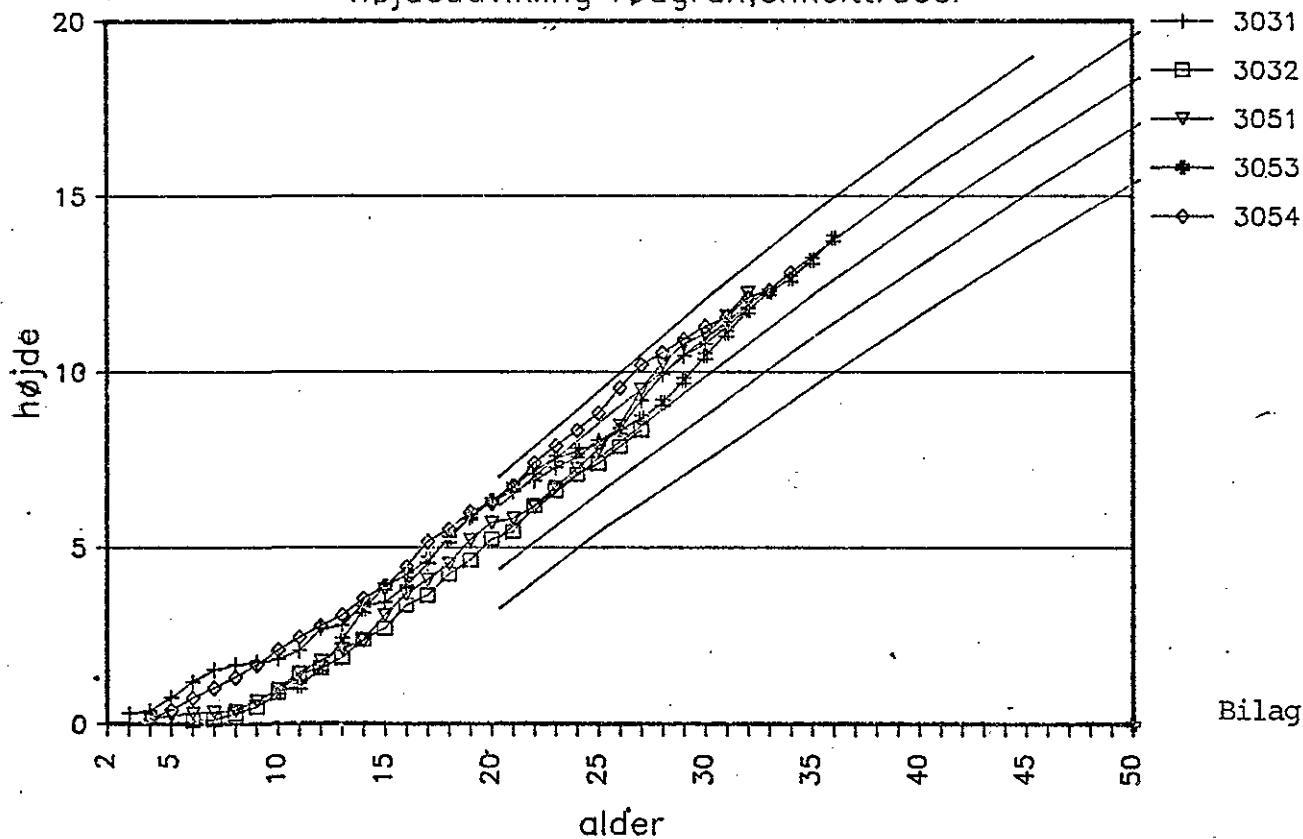


Bilag 3 (6)

Hedeselskabet Ribe Distrikt

B.3
forts.

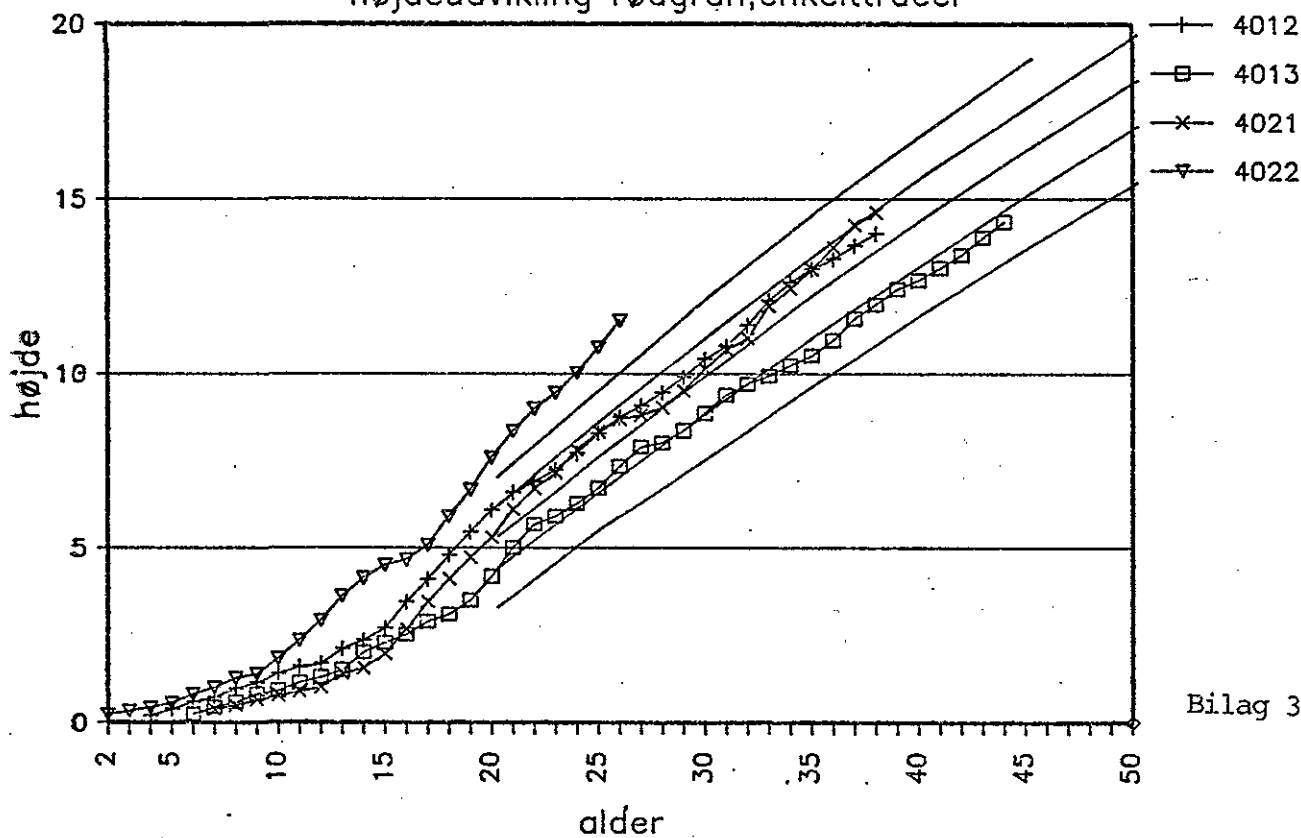
højdeudvikling rødgran, enkelttraeer



Bilag 3 (7)

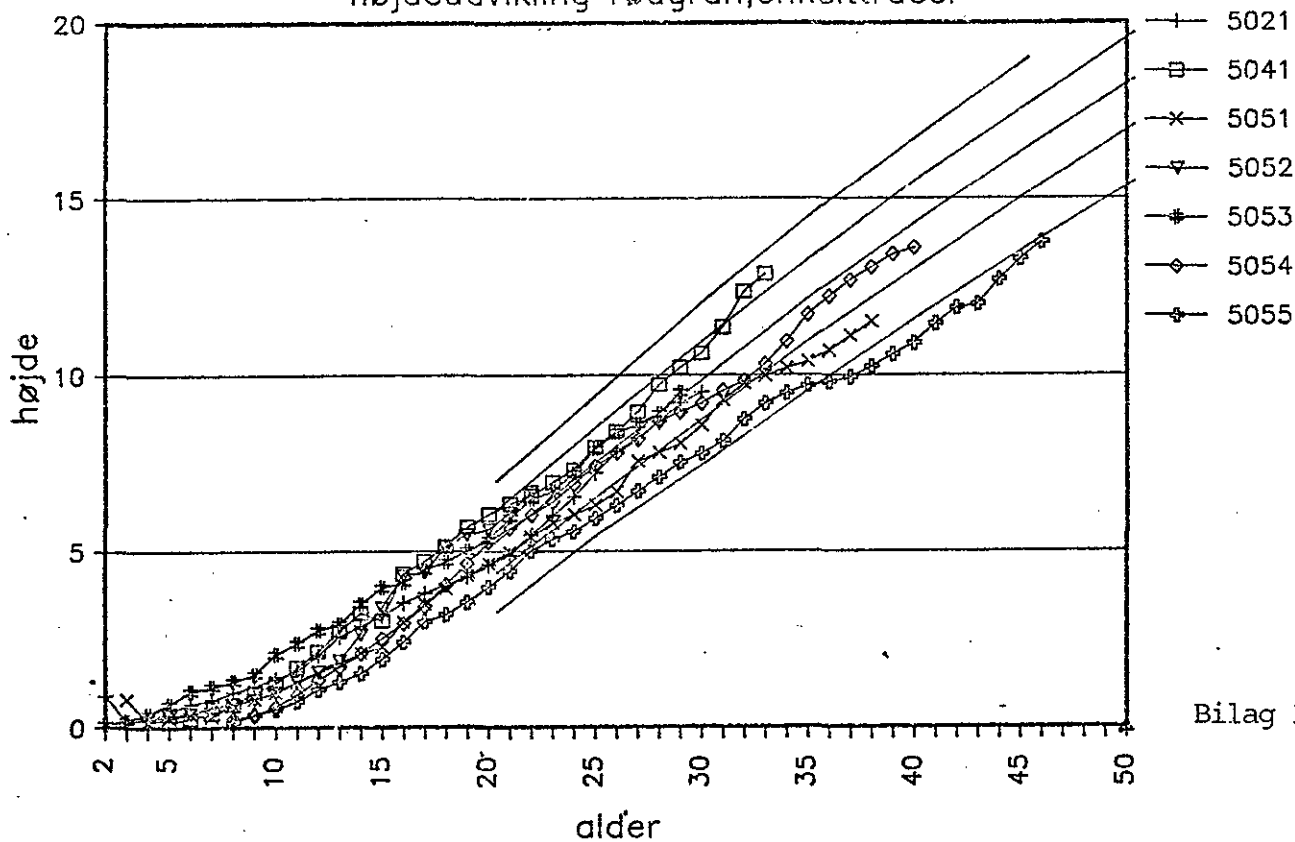
Lindet Statsskovdistrikt

højdeudvikling rødgran, enkelttraeer



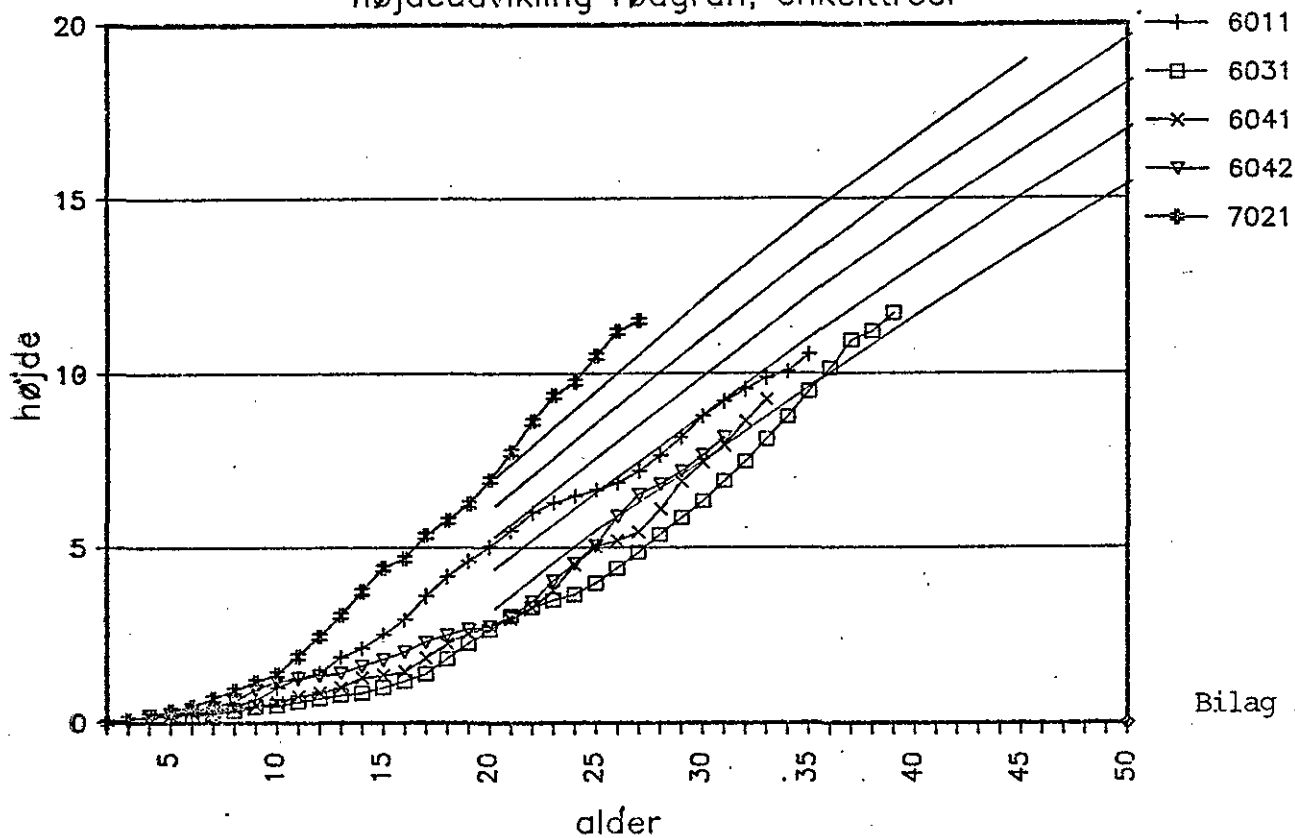
Bilag 3 (8)

Randbøl Statsskovdistrikt højdeudvikling rødgran, enkelttræer



Bilag 3 (9)

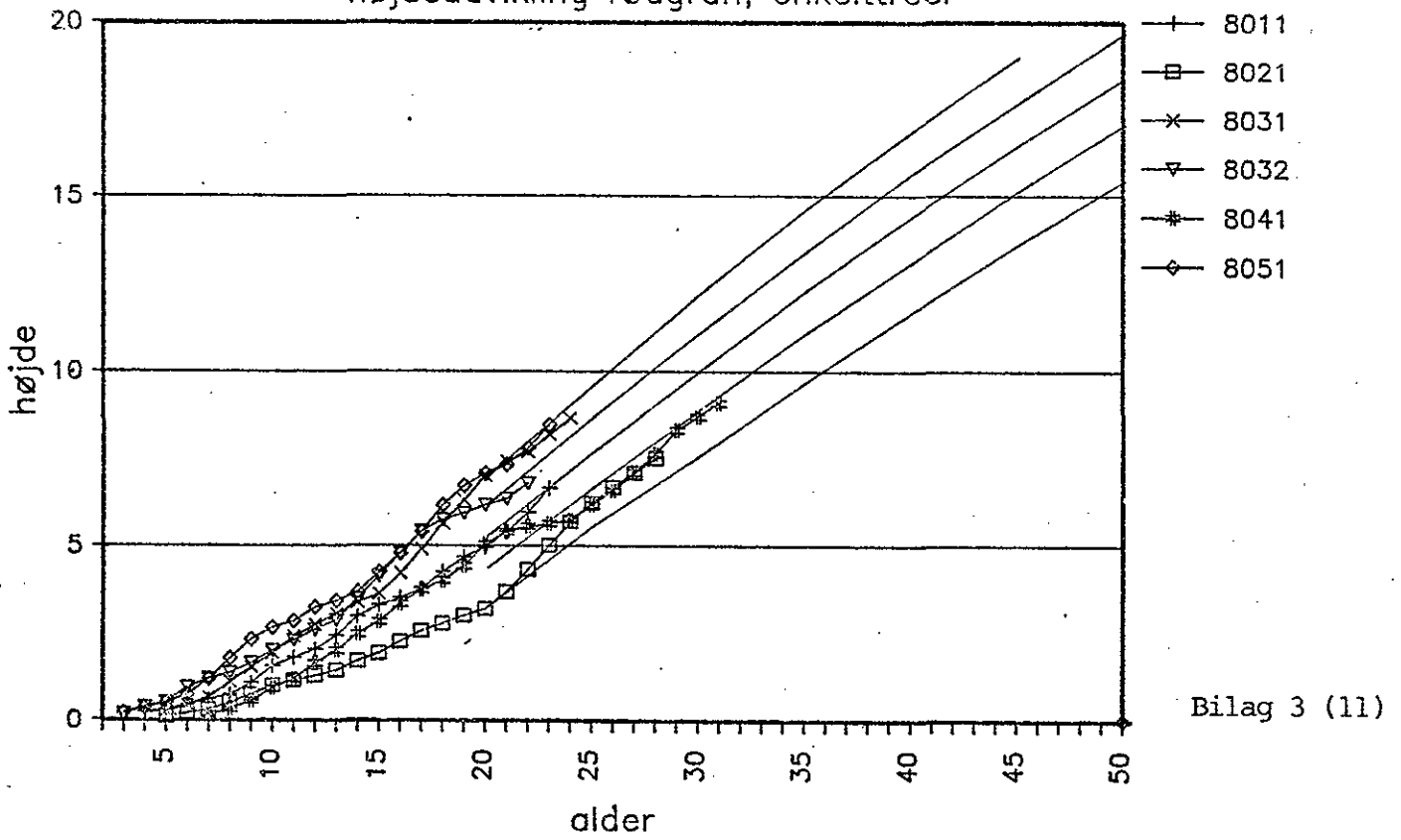
Hedeselskabet Vejle Distrikt og Matrups højdeudvikling rødgran, enkelttræer



Bilag 3 (10)

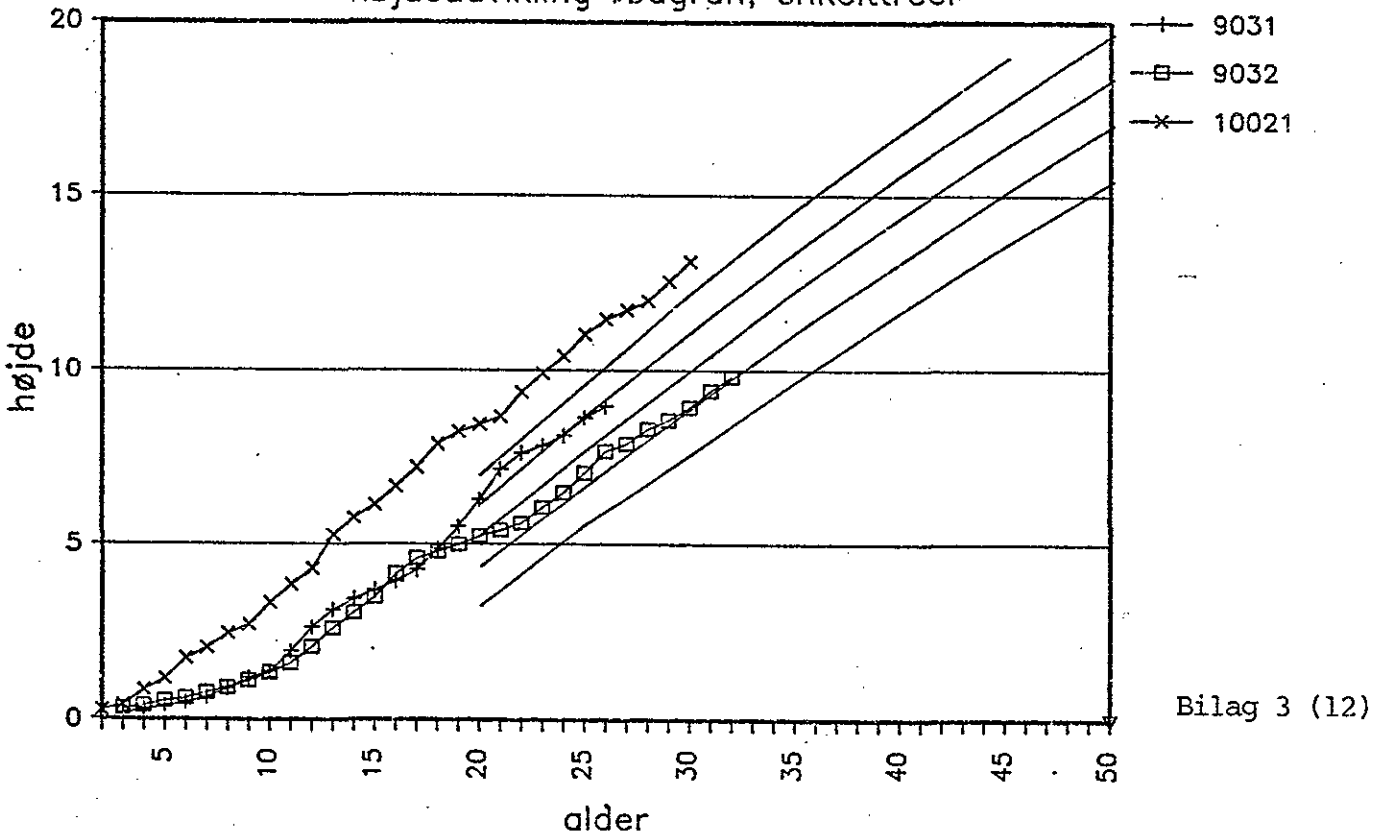
Hedeselskabet. Herning Distrikt

højdeudvikling rødgran, enkelttreer

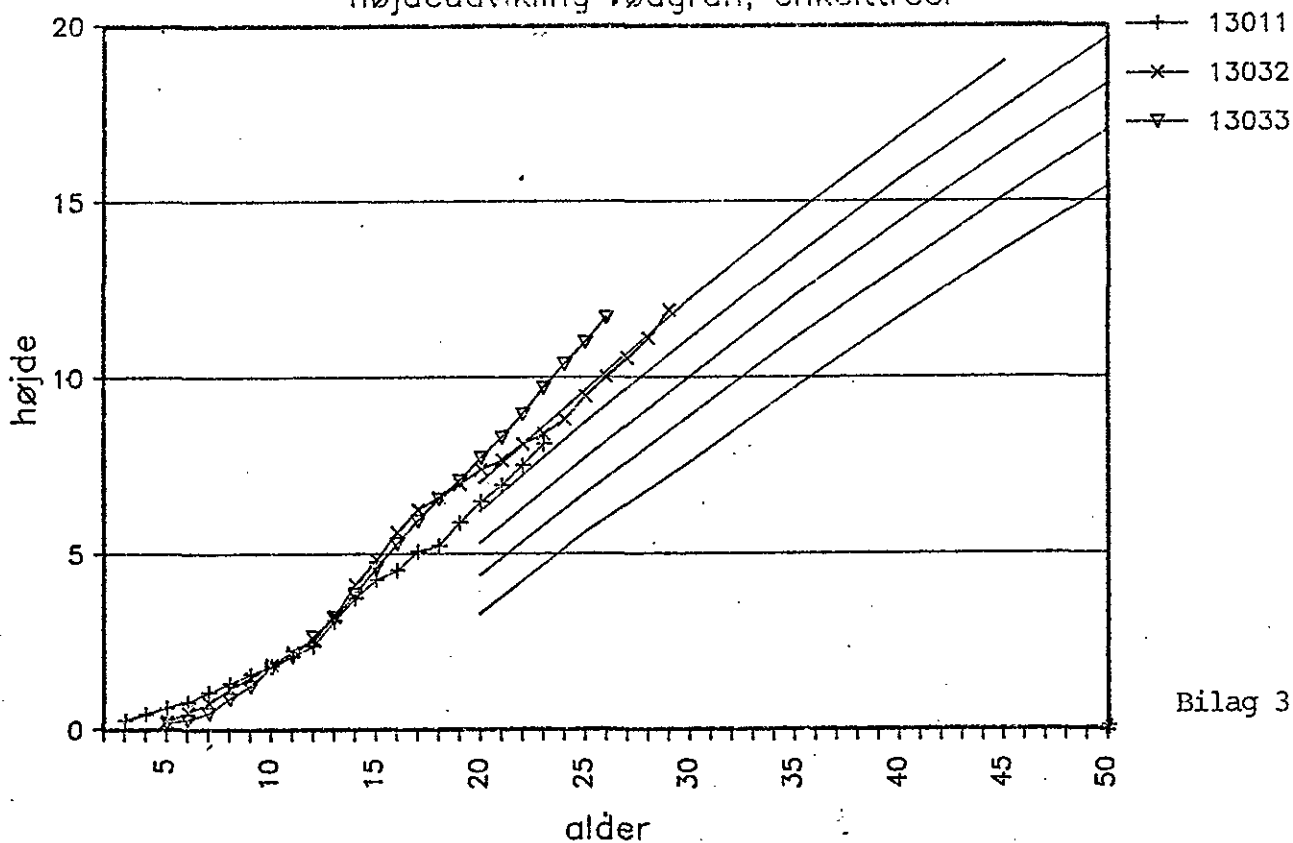


Hedeselskabet Viborg Distrikt

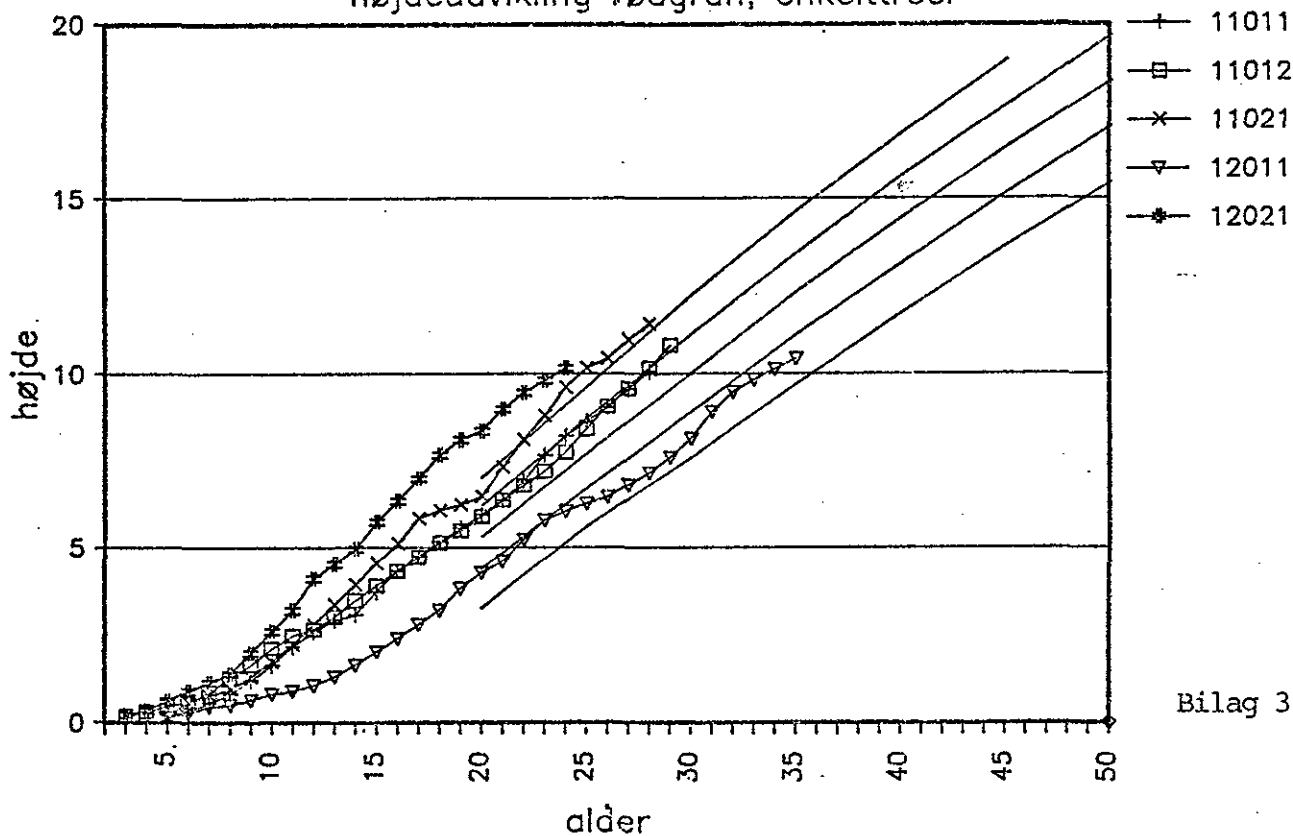
højdeudvikling rødgran, enkelttreer



Ulborg Statskovdistrikt højdeudvikling rødgran, enkelttreer



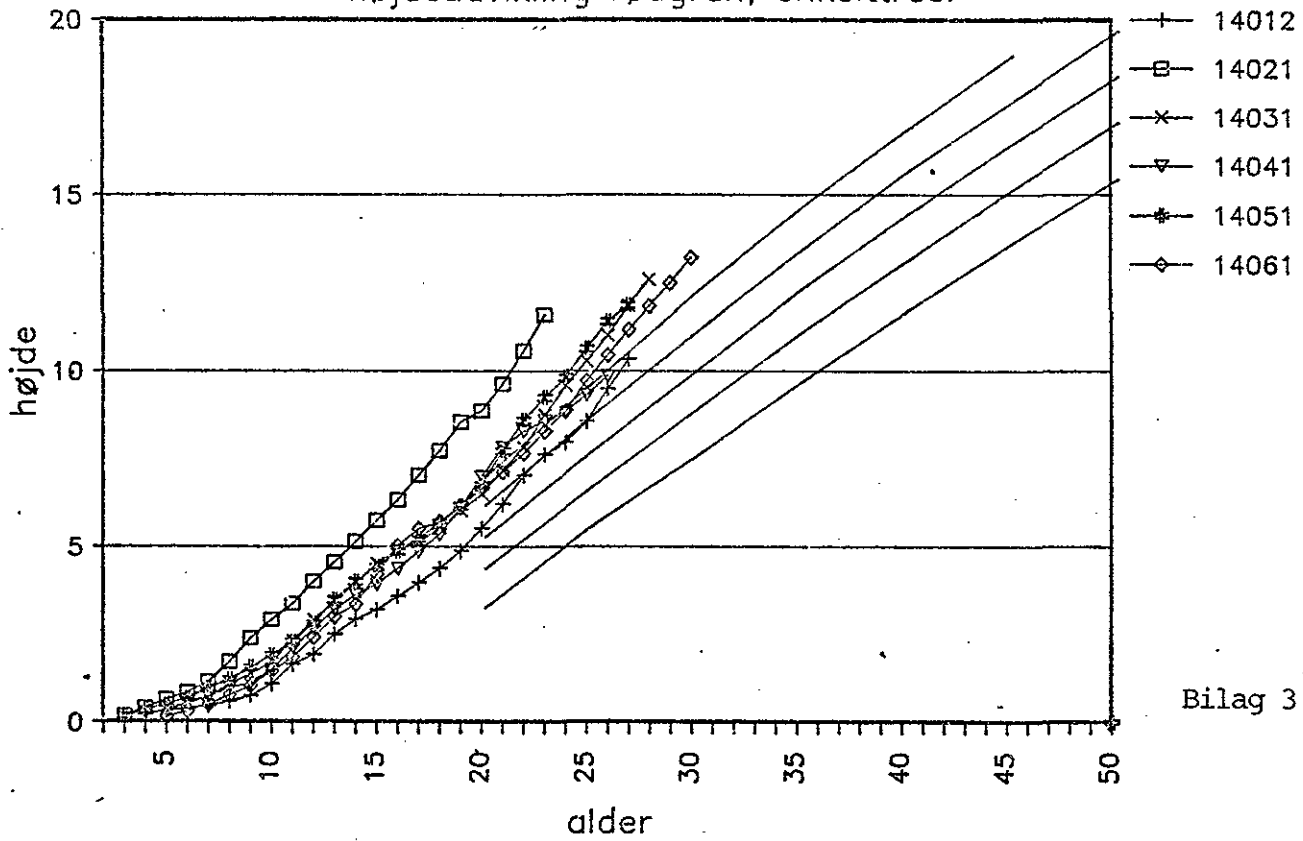
Feldborg Stats., Hedeselek. Ringkøbing Distrikt højdeudvikling rødgran, enkelttreer



Hedeselskabet Aarhus Distrikt

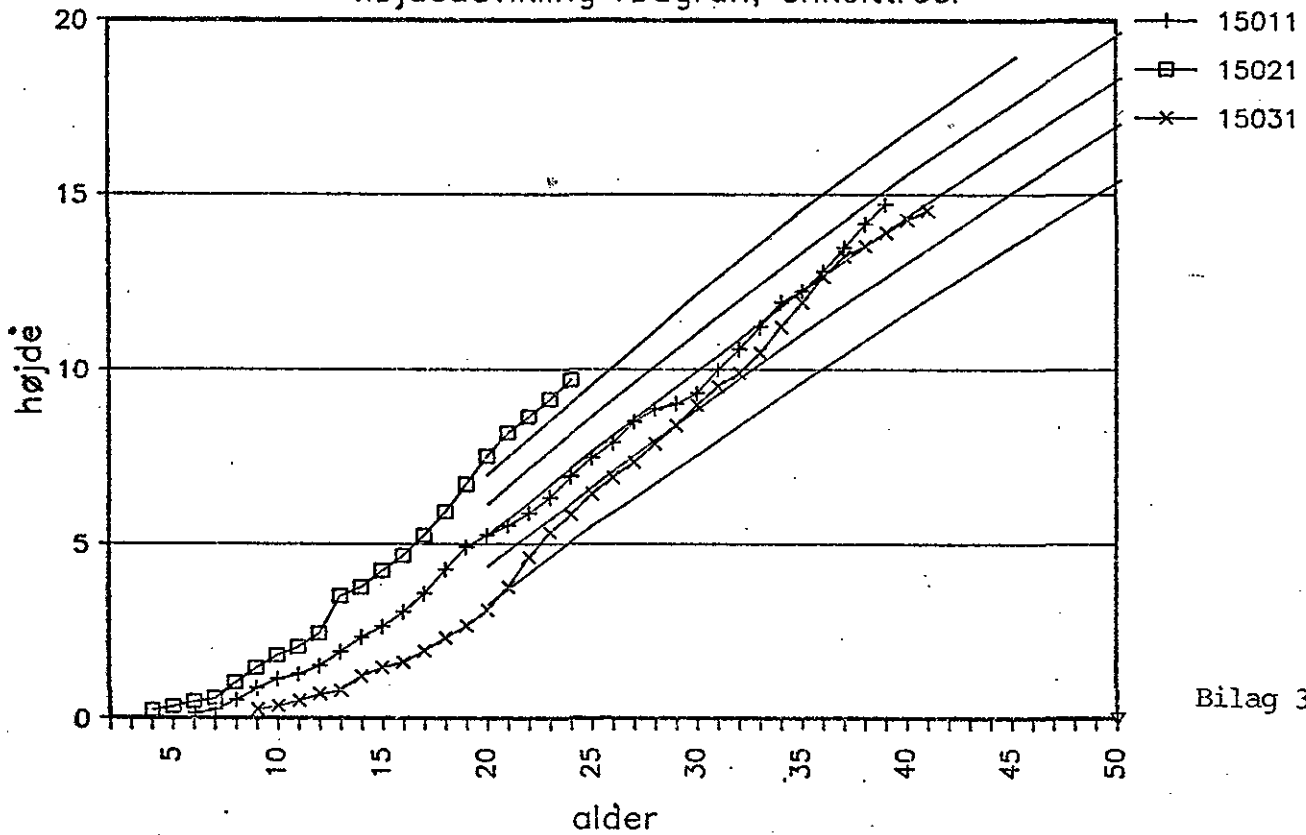
B.3
forts.

højdeudvikling rødgran, enkelttreer



Hedeselskabet Nordjyllands distrikt

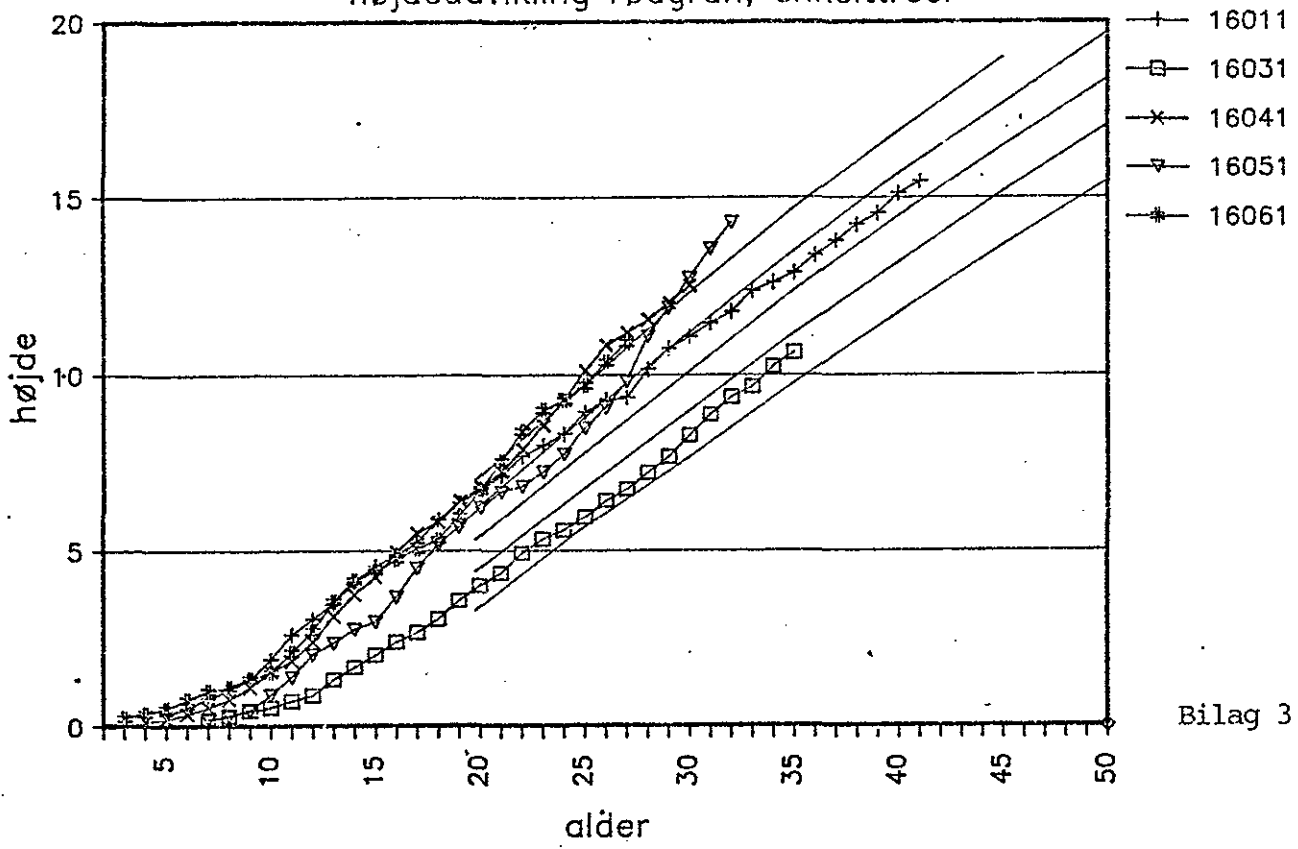
højdeudvikling rødgran, enkelttreer



Vendsyssel Skovdyrkerforening

højdeudvikling rødgran, enkelttræer

B.3
forts.



Bilag 3 (17)

Bilag 4. Model for PK 6-13 rødgran, med angivelse af alder og tilhørende højde (Hg), akkumuleret masse i m³ ved bedste afsætning og gennemsnitlig tilvækst fra anlæg. Beregnet vha. interpolation mellem højder ud fra GWNV på basis af Eichhorns vækstlov.

PK-NIVEAU BESTEMMELSE VED INTERPOLATION.

PK=13		int. pol. bon 3->2 1.02																
Aktuelt udviklingsforløb: masse ved bedste afsætning.																		
alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	3.0	7.0	9.6	12.2	14.6	16.8	18.9	20.9	22.7	24.4	25.9	27.4	28.7	29.8	30.9	31.8	32.6	33.4
masse i m ³ v.b.a.	27	105	165	230	296	367	441	519	600	684	759	842	916	988	1026	1083	1100	1100
gennemsn. tilvækst	4.5	6.56	7.85	8.84	9.55	10.19	10.75	11.29	11.76	12.21	12.44	12.75	12.91	13.00	12.66	12.59	12.09	11.46

PK=12		int. pol. bon 3->2 .6																
Aktuelt udviklingsforløb: masse ved bedste afsætning.																		
alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	1	6.2	8.7	11.1	13.4	15.6	17.6	19.6	21.4	23.1	24.6	26.0	27.3	28.5	29.5	30.5	31.3	32.1
masse i m ³ v.b.a.	0	86	143	201	264	328	397	469	543	618	693	767	839	903	972	1016	1047	1100
gennemsn. tilvækst	.0	5.35	6.79	7.72	8.51	9.12	9.68	10.19	10.65	11.04	11.37	11.62	11.82	11.89	12.00	11.81	11.51	11.46

PK=11		int. pol. bon 3->2 .17																
Aktuelt udviklingsforløb: masse ved bedste afsætning.																		
alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	1	5.3	7.7	10.0	12.3	14.4	16.4	18.3	20.1	21.7	23.2	24.6	25.9	27.1	28.1	29.1	29.9	30.7
masse i m ³ v.b.a.	0	67	120	174	233	291	355	420	489	558	627	698	763	829	893	946	999	1022
gennemsn. tilvækst	.0	4.20	5.71	6.68	7.51	8.08	8.66	9.14	9.58	9.96	10.27	10.57	10.75	10.91	10.90	11.00	10.98	10.65

PK=10		int. pol. bon 4->3 .73																
Aktuelt udviklingsforløb: masse ved bedste afsætning.																		
alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	1	4.4	6.7	8.9	11.1	13.1	15.1	17.0	18.8	20.4	21.8	23.2	24.6	25.7	26.8	27.7	28.6	29.4
masse i m ³ v.b.a.	0	57	97	148	200	256	313	375	437	499	563	627	694	753	809	861	910	962
gennemsn. tilvækst	.0	3.54	4.63	5.70	6.45	7.11	7.63	8.15	8.57	8.91	9.22	9.50	9.77	9.90	9.99	10.01	10.00	10.02

PK=9
 int. pol. bon 4-13 .21
 Aktuelt udviklingsforløb: masse ved bedste afsætning.

alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	1	3.3	5.6	7.6	9.7	11.7	13.6	15.4	17.2	18.8	20.2	21.6	23.0	24.1	25.2	26.1	27.0	27.8
masse i m3 v. b. a.	0	35	72	118	165	217	259	323	380	437	491	551	613	670	723	770	820	851
gennemsn. tilvækst	.0	2.25	3.42	4.55	5.33	6.04	6.56	7.03	7.45	7.80	8.05	8.34	8.63	8.81	8.92	8.95	9.01	8.97

PK=8
 int. pol. bon 5-14 .66
 Aktuelt udviklingsforløb: masse ved bedste afsætning.

alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	.0	1.0	2.8	6.3	8.2	10.1	11.9	13.7	15.4	17.0	18.4	19.8	21.1	22.3	23.4	24.3	25.2	26.0
masse i m3 v. b. a.	0	0	0	88	132	176	224	272	323	374	423	476	531	583	634	681	728	769
gennemsn. tilvækst	.0	.00	.00	3.37	4.26	4.88	5.48	5.91	6.33	6.68	6.93	7.21	7.49	7.66	7.83	7.92	8.00	8.01

PK=7
 int. pol. bon 5-14 .04
 Aktuelt udviklingsforløb: masse ved bedste afsætning.

alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	.0	1.0	2.8	4.8	6.6	8.3	10.0	11.7	13.4	14.9	16.3	17.7	19.0	20.2	21.3	22.3	23.3	24.1
masse i m3 v. b. a.	0	0	0	59	95	134	174	218	264	307	353	400	447	494	540	585	632	672
gennemsn. tilvækst	.0	.00	.00	2.26	3.06	3.73	4.23	4.75	5.18	5.48	5.79	6.06	6.30	6.49	6.67	6.80	6.94	7.00

PK=6
 int. pol. bon 6-15 .4
 Aktuelt udviklingsforløb: masse ved bedste afsætning.

alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	.0	.0	.0	2.9	5.0	6.6	8.2	9.7	11.3	12.8	14.2	15.6	16.8	18.1	19.2	20.2	21.2	22.1
masse i m3 v. b. a.	0	0	0	0	60	94	131	167	207	247	286	327	368	411	454	493	535	576
gennemsn. tilvækst	.0	.00	.00	.00	1.94	2.62	3.19	3.63	4.06	4.42	4.69	4.96	5.19	5.41	5.61	5.73	5.88	6.00

Bilag 5. Afprøvning af den opstillede model baseret på Eichhorns vækstlov ud fra GMNN. For hver alder er der angivet tilhørende højde (Hg), masse i m³ ved bedste afsætning og gennemsnitlig massetilvækst fra anlæg til den givne alder.

Afprøvning egen model på GMN bon. 2:

alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	3	7	9.6	12.1	14.5	16.7	18.8	20.8	22.6	24.3	25.8	27.3	28.6	29.7	30.8	31.7	32.5	33.3
masse i m ³ v. b. a.	27	104	164	229	295	365	439	517	597	681	755	838	912	984	1024	1079	1100	1100
gennemsn. tilvækst	4.5	6.5	7.8	8.8	9.5	10.1	10.7	11.2	11.7	12.2	12.4	12.7	12.9	13.0	12.6	12.5	12.1	11.5

Afprøvning egen model på GMN bon. 3:

alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	2	5	7.3	9.6	11.8	13.9	15.9	17.8	19.6	21.2	22.7	24.1	25.4	26.6	27.6	28.6	29.4	30.2
masse i m ³ v. b. a.	0	60	111	164	220	277	339	402	469	534	602	671	735	800	854	912	964	1009
gennemsn. tilvækst	.0	3.8	5.3	6.3	7.1	7.7	8.3	8.7	9.2	9.5	9.9	10.2	10.4	10.5	10.5	10.6	10.5	10.5

Afprøvning egen model på GMN bon. 4:

alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	1	2.9	5.1	7.1	9.1	11.1	13	14.8	16.5	18.1	19.5	20.9	22.3	23.4	24.5	25.4	26.3	27.1
masse i m ³ v. b. a.	0	0	62	106	152	201	252	303	359	413	465	521	584	635	691	735	783	828
gennemsn. tilvækst	.0	.0	3.0	4.1	4.9	5.6	6.1	6.6	7.0	7.4	7.6	7.9	8.2	8.4	8.5	8.6	8.6	8.6

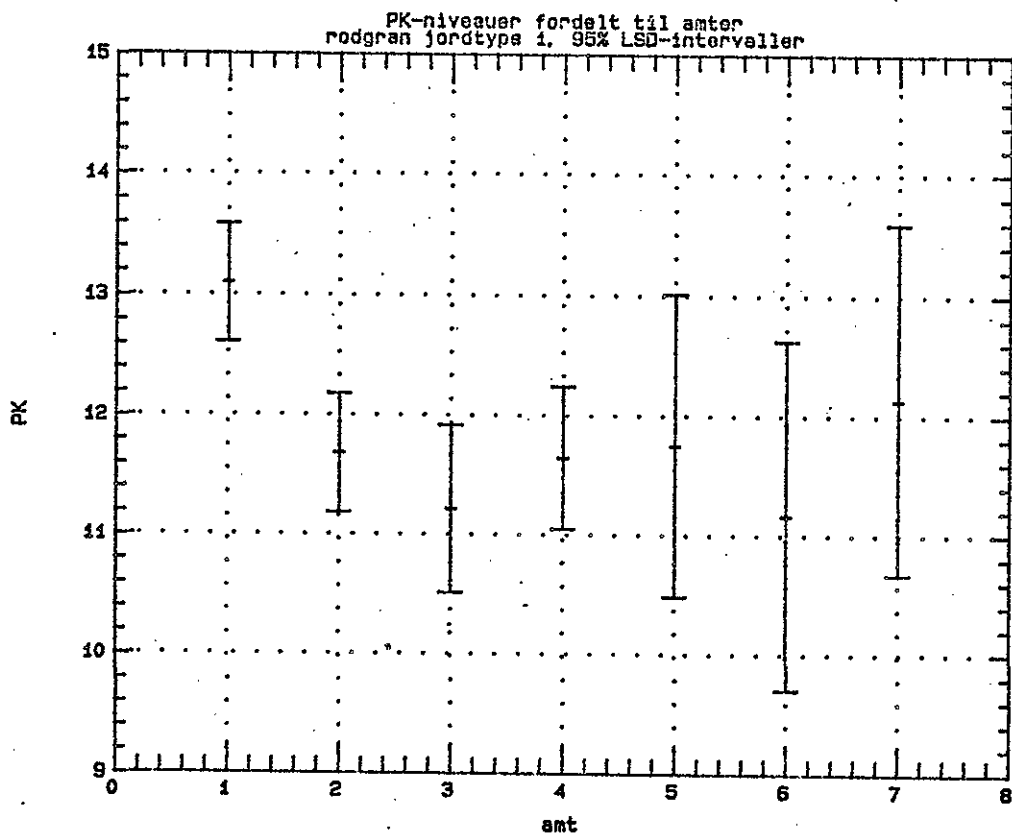
Afprøvning egen model på GMN bon. 5:

alder	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
højde	.0	1.0	2.8	4.7	6.5	8.2	9.9	11.6	13.3	14.8	16.2	17.6	18.9	20.1	21.2	22.2	23.2	24.0
masse i m ³ v. b. a.	0	0	0	58	93	132	171	215	260	303	349	395	442	488	534	579	625	666
gennemsn. tilvækst	.0	.00	.00	2.24	2.98	3.66	4.16	4.67	5.11	5.41	5.71	5.99	6.23	6.42	6.59	6.73	6.87	6.94

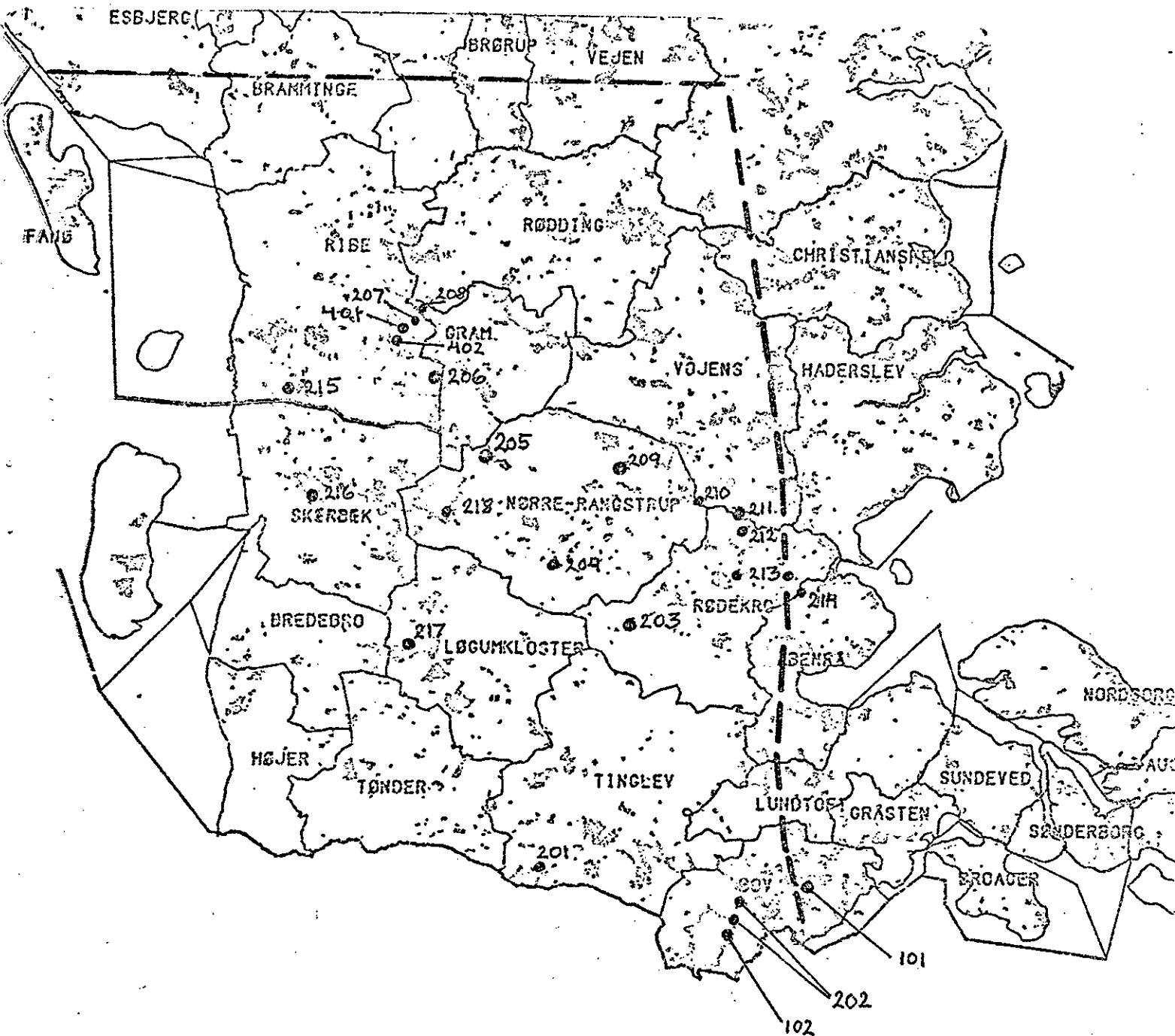
Bilag 6. Amts- og kommunevis opgørelse af PK i rødgran, jordtype 1.

amt	kommune	n	min	max	PK	s-PK
Sønderjyllands	Bov	7	12,0	16,0	14,1	1,0
	Gram	1			14,0	
	Løgum-Kloster	3	10,0	13,0	11,3	1,5
	Nørre-Rangstrup	6	11,5	16,0	13,2	1,3
	Røde Kro	4	14,0	14,8	14,3	0,1
	Skærbæk	1			11,1	
	Tinglev	1			14,2	
	Vojens	3	9,1	13,2	10,6	2,8
	Abenrå	1			13,7	
Ribe	Billund	2	11,0	11,5	11,3	0,1
	Grindsted	8	9,2	16,2	11,5	1,9
	Holsted	4	12,2	13,5	12,8	0,2
	Ribe	9	9,7	13,8	11,8	0,8
	Varde	3	8,7	12,0	10,5	1,7
Vejle	Brødstrup	1			13,4	
	Egtved	5	10,3	14,8	12,9	1,6
	Nørre Snede	7	8,8	10,9	9,7	0,3
Ringkøbing	Aulum-Haderup	5	12,0	13,2	12,3	0,1
	Herning	1			13,5	
	Holstebro	1			9,4	
	Ikast	3	9,6	11,3	10,4	0,5
	Trehøje	3	8,9	14,5	12,1	4,9
	Ulfborg-Vemb	1			12,8	
	Askov	4	9,3	15,0	11,2	0,8
Arhus	Midt-Djurs	2	12,3	13,9	13,1	0,9
	Nørre-Djurs	1			12,0	
	Them	1			8,8	
Viborg	Karup	2	9,8	11,0	10,4	0,6
	Kellerup	1			12,7	
Nordjyllands	Brønderslev	1			12,0	
	Sindal	1			13,4	
	Aalborg	1			11,0	

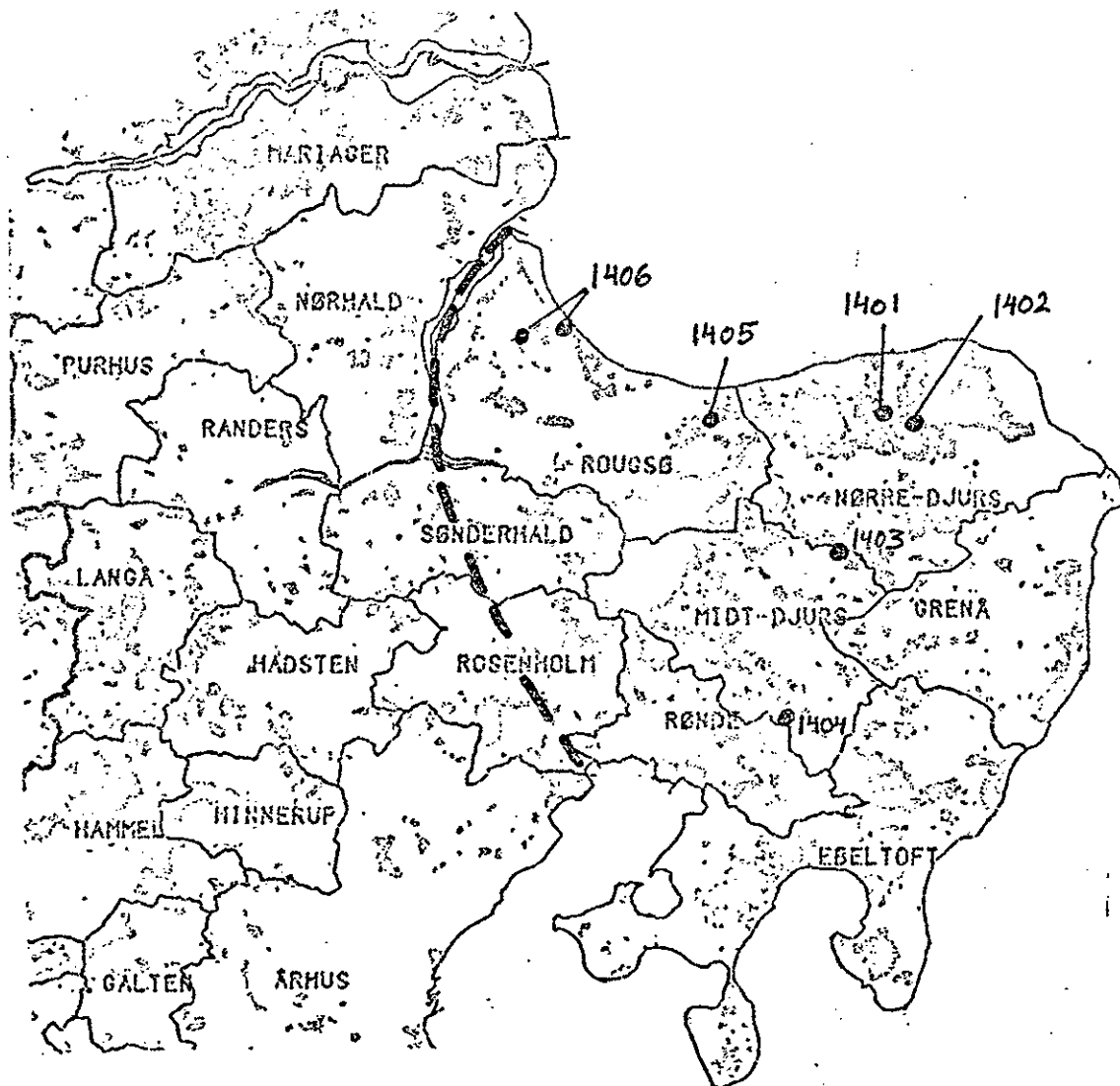
Bilag 7. Amtsvis analyse af PK i rødgran, jordtype 1, med angivelse af 95% LSD-intervaller. Amt 1:Sønderjylland, 2:Ribe, 3:Vejle, 4:Ringkøbing, 5:Århus, 6:Viborg og 7:Nordjylland.



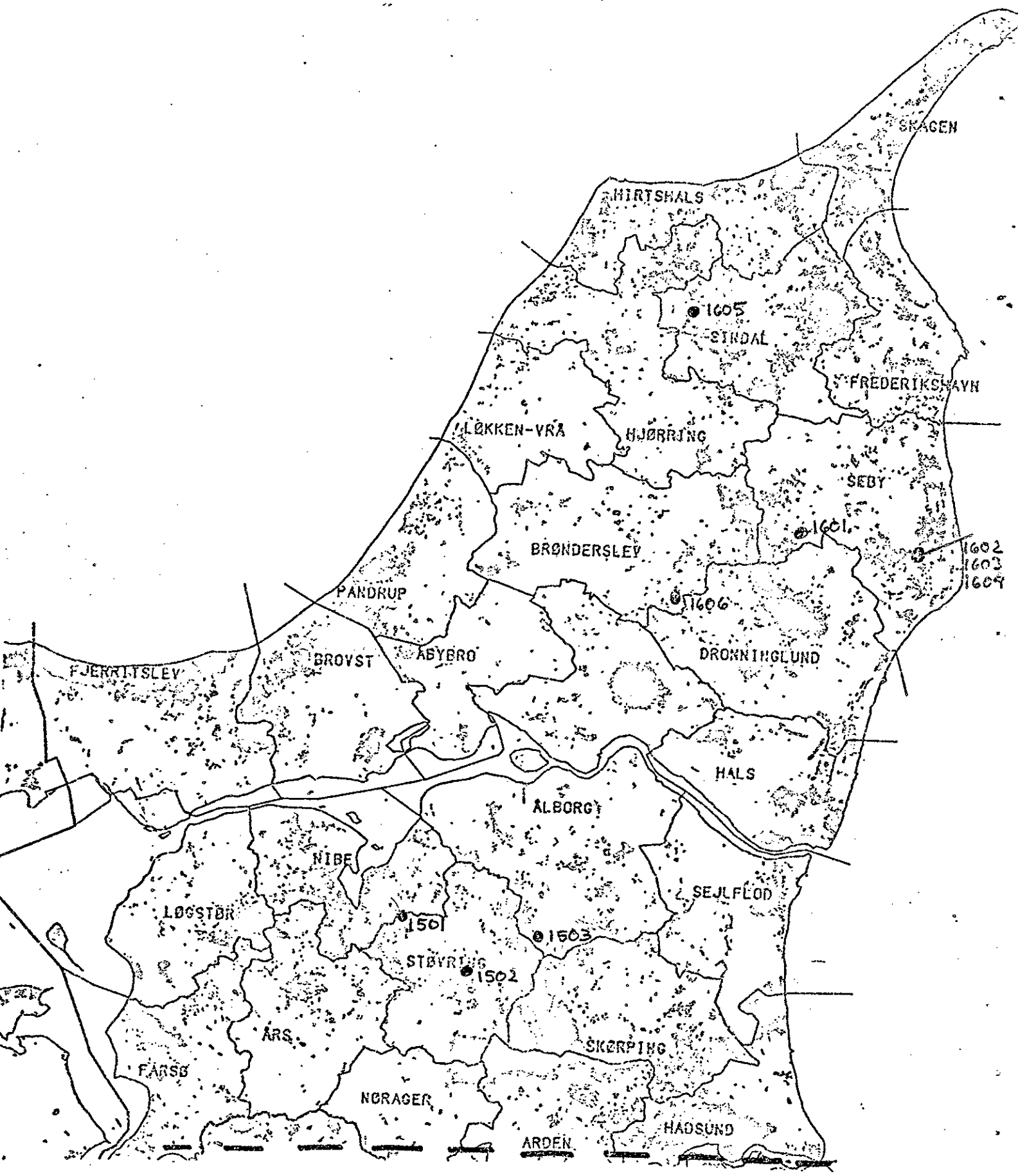
Bilag 8. Den geografiske placering af observationerne. De to sidste cifre refererer til lokalitet, det/de første cifre refererer til distrikt, jfr. bilag 2.



VÆKSTOMRÅDE 1

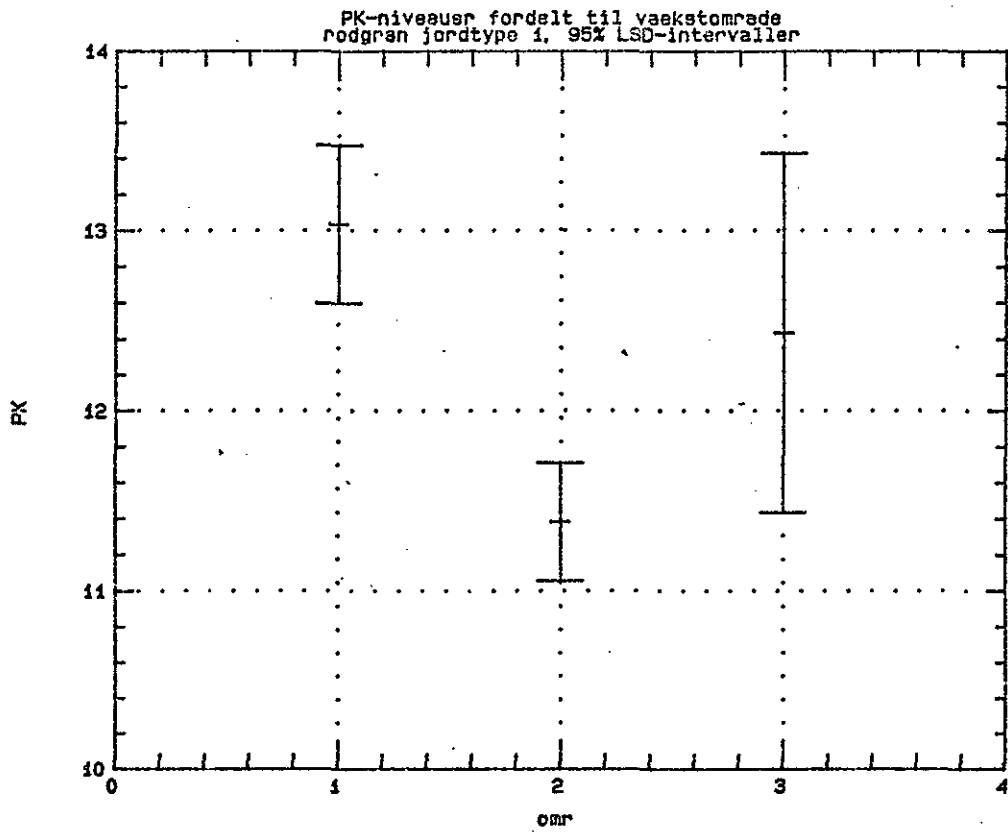


VEKSTOMRÅDE 3



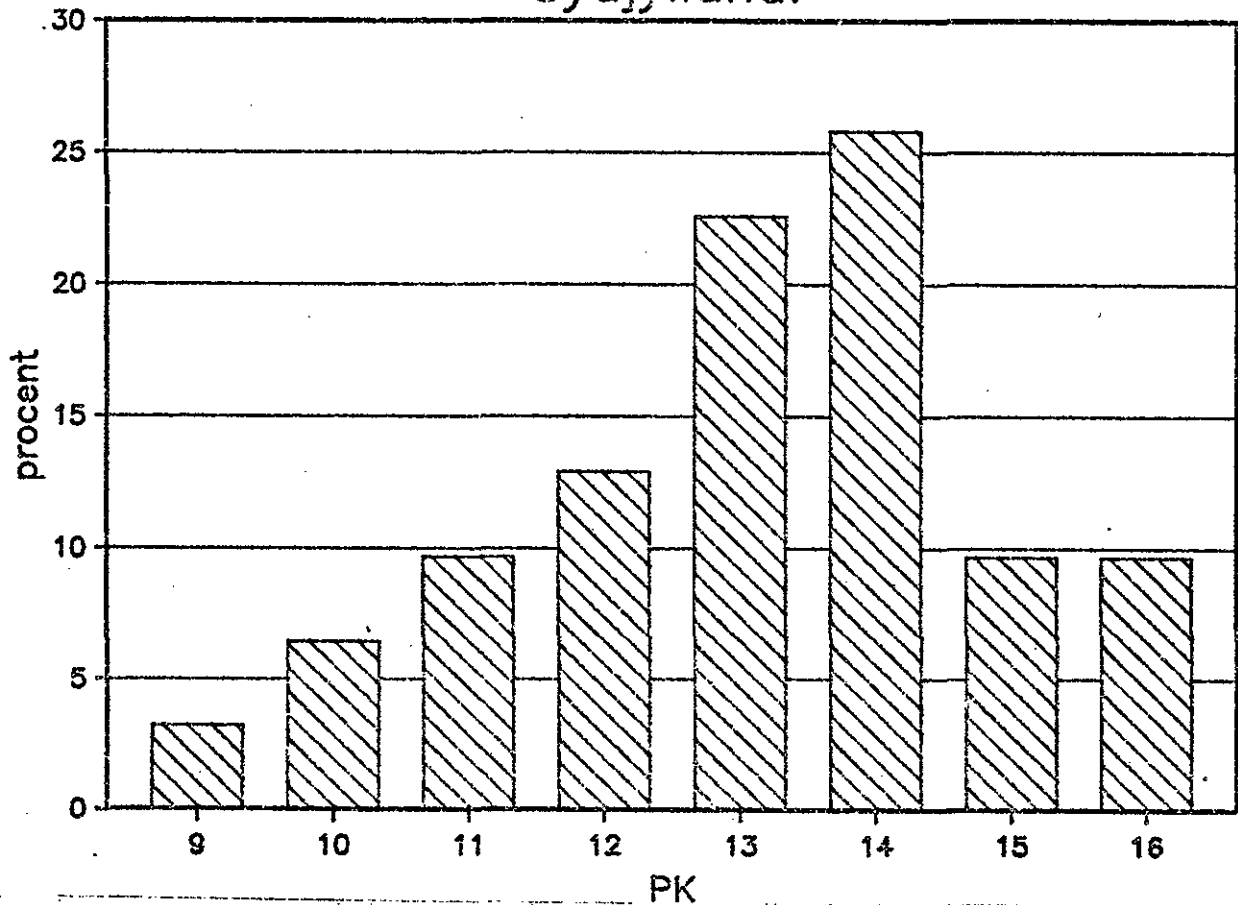
VÆKSTOMRÅDE 4

Bilag 9. Vækstområdevis analyse af PK rødgran, jordtype 1, med angivelse af 95% LSD-intervaller. 1:Syddjylland, 2:Midt- og Vestjylland, 3:Djursland og Nordjylland.

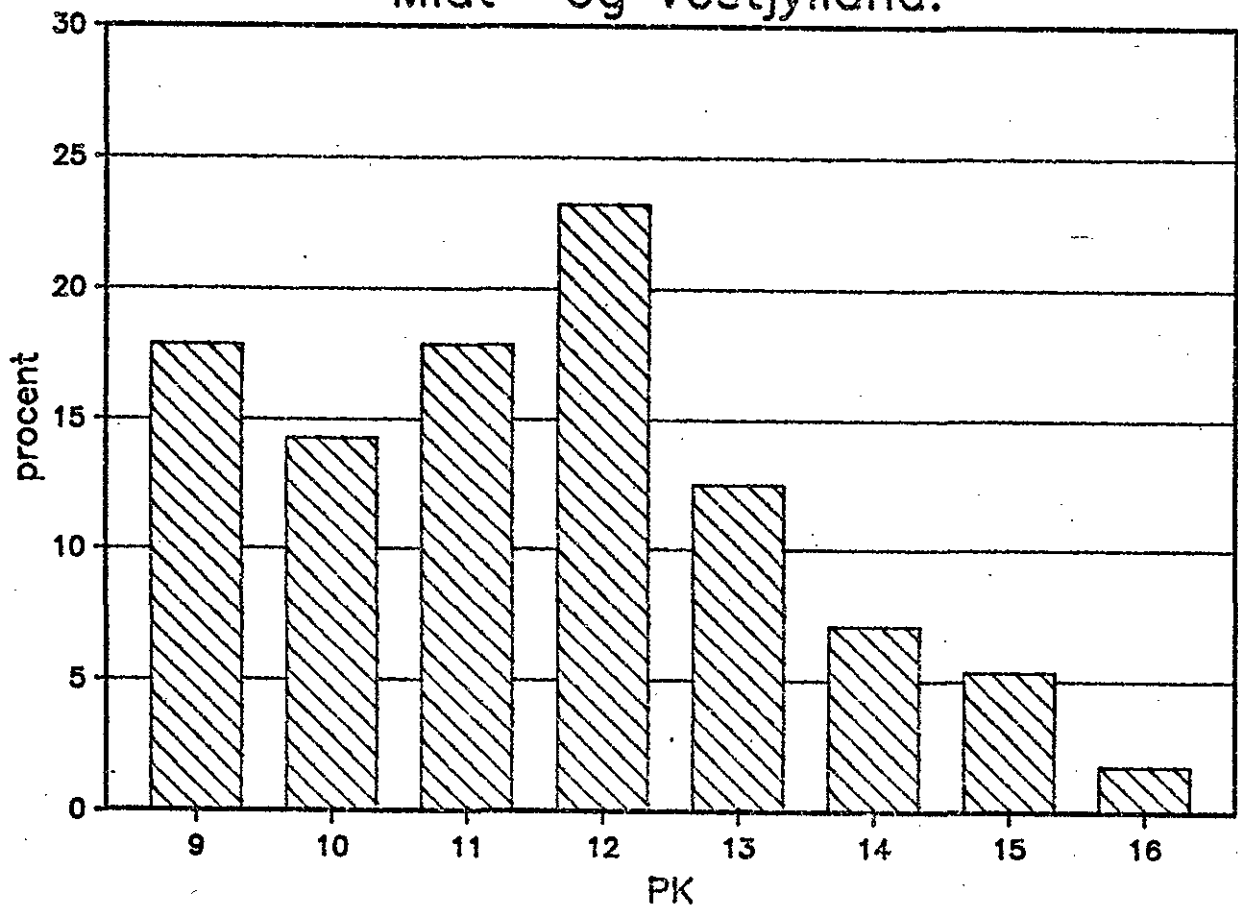


Bilag 10. PK i rødgran. Frekvensfordeling af antallet af observationer på produktionsklasser, vækstråde 1:Syddjylland og 2:Midt- og Vestjylland.

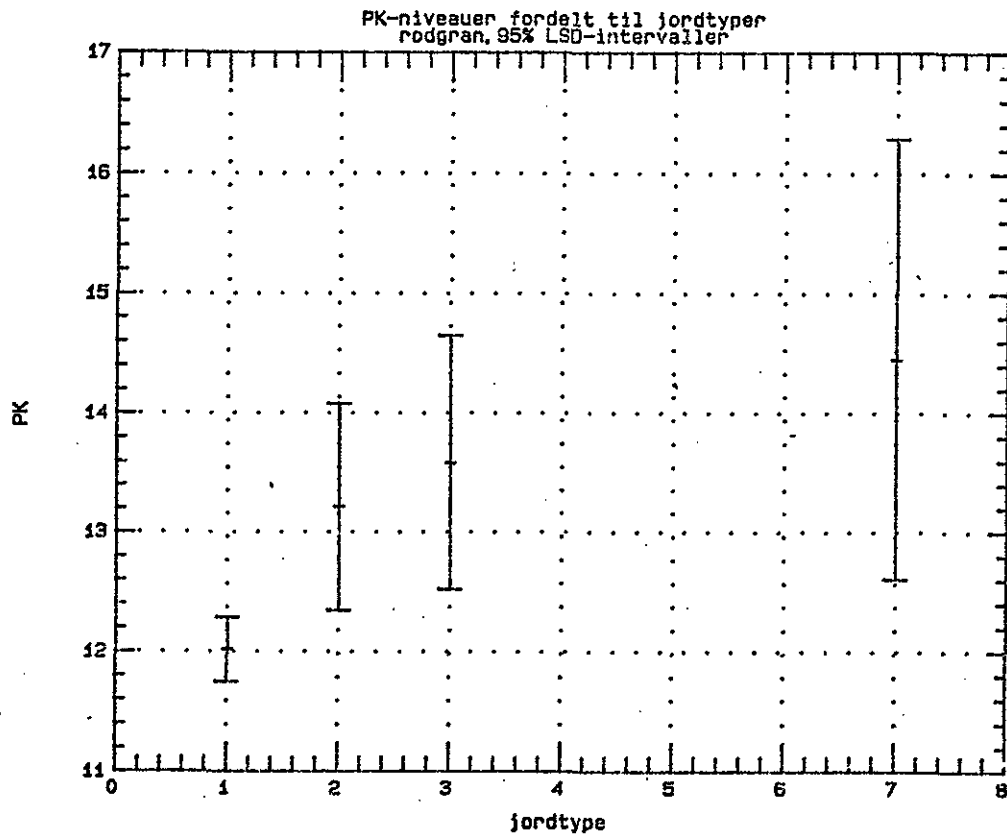
Syddjylland.



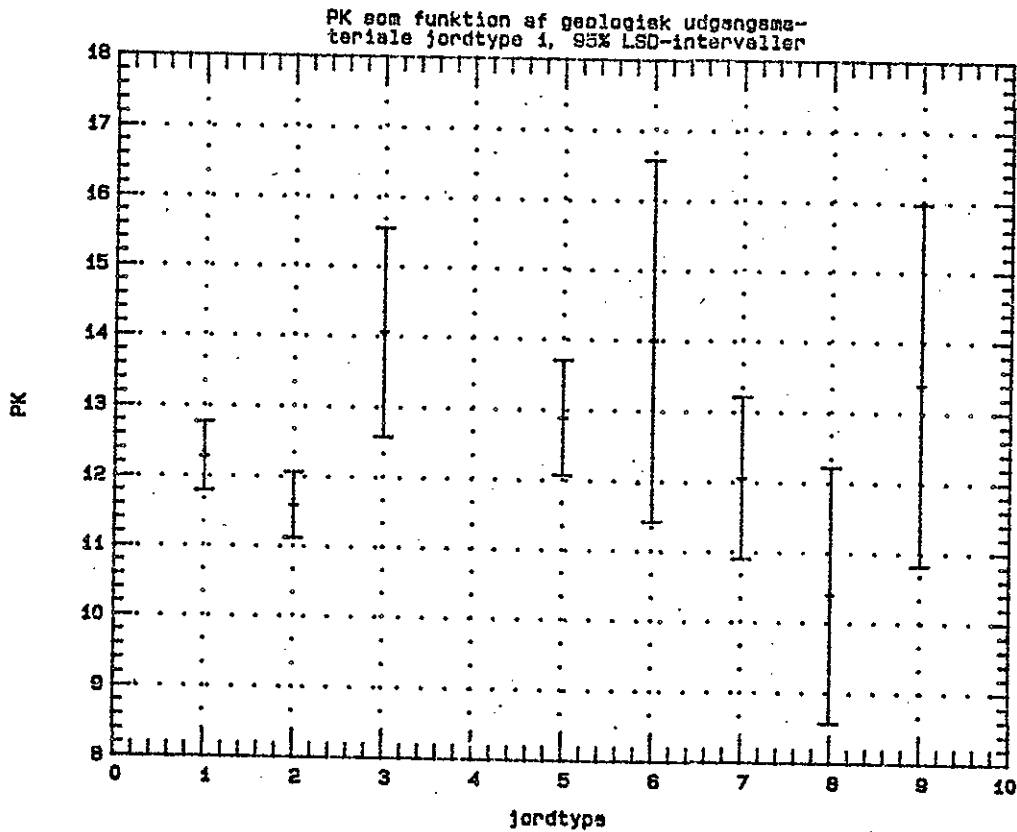
Midt- og Vestjylland.



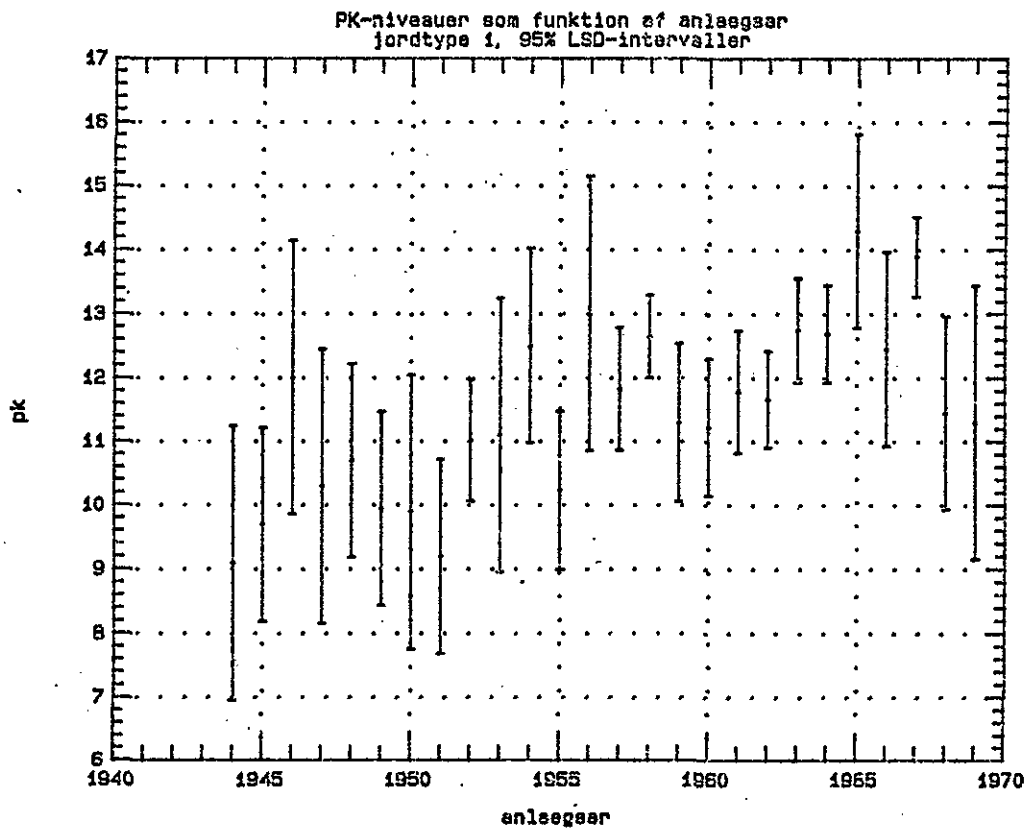
Bilag 11. PK i rødgran som funktion af jordtype med angivelse af 95% LSD-intervaller.



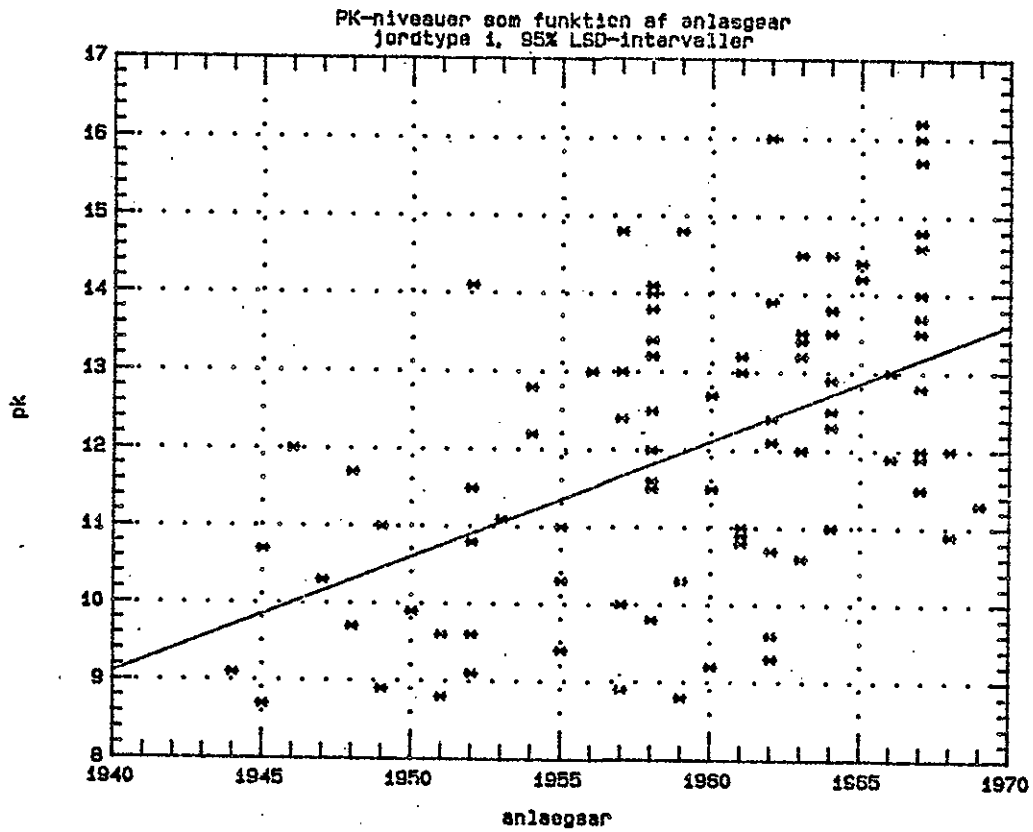
Bilag 12. PK i rødgran som funktion af geologisk udgangsmateriale, jordtype 1. Geologisk materiale 1:ds - smeltevandssand, 2:ts - ferskvandssand, 3:dg - smeltevandssand, 4:ft - ferskvandstørv, 5:es - flyvesand, 6:fs - ferskvandssand (postglacielt), 7:tg - ferskvandssand, 8:ms - morænesand og 9:ys - yoldiasand.



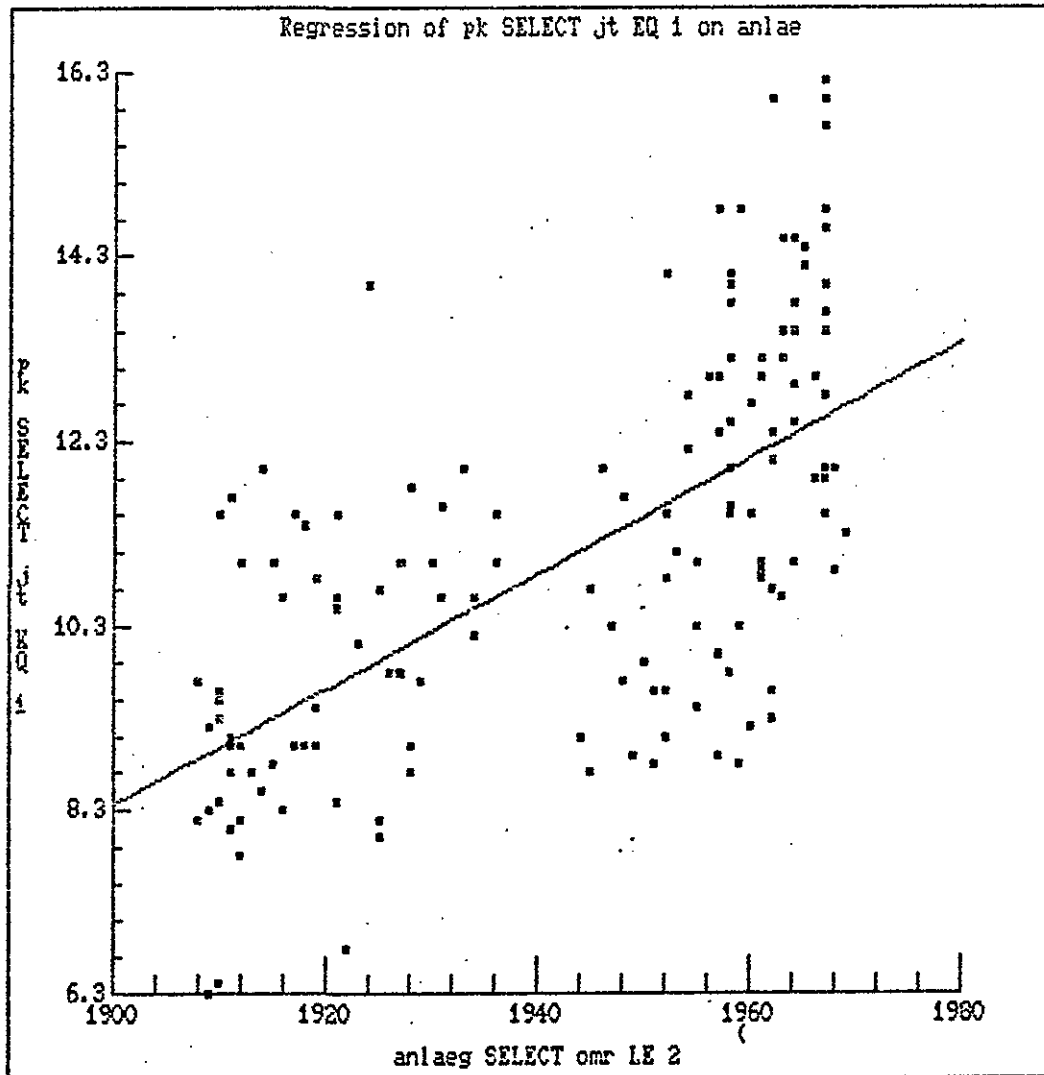
Bilag 13. PK i rødgran som funktion af anlægsår med angivelse af 95% konfidensintervaller for middel-PK, jordtype 1.



Bilag 14. Lineær regressionsanalyse af PK i rødgran, bevoksninger anlagt efter ca. 1945, som funktion af anlægsår, jordtype 1. Liniens hældning er .15 og korrelationskoefficienten 0.50, $R^2 = 25\%$.



Bilag 15. Lineær regressionsanalyse af PK i rødgran som funktion af anlægsår, jordtype 1. Data for bevoksninger anlagt efter 1945 er måledata fra foråret 1987 og data fra perioden 1900-1945 er data fra Holmsgaard et al. (1968). Liniens hældning er 0.06 og korrelationskoefficienten 0.63, $R^2 = 40\%$.

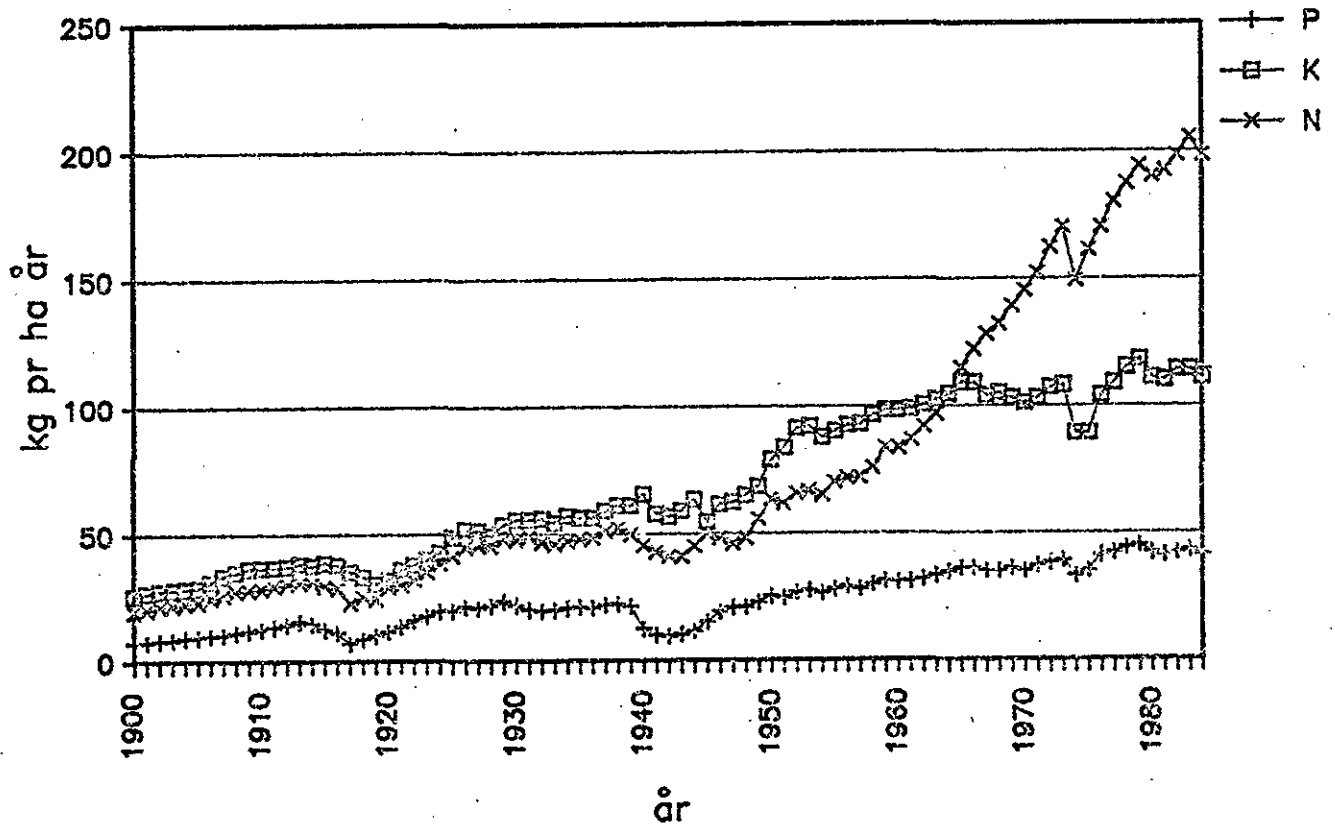


Bilag 16. Forbruget af gødning (handels-+ husdyrgødning i forhold til udbyttet (tons/mill. f.e.) Hele landet. (Landbrugsstatistik, flere årgange).

	Superfosfat	50% kali	15.5% Kvalstof
1927/28	34	3	15
1935/36-38/39	31	6	19
1939/40-43/44	11	10	22
1944/45-48/49	22	9	22
1949/50-53/54	37	19	35
1954/55-58/59	43	24	45
1959/60-63/64	44	25	60
1964/65	47	26	75
1965/66	48	26	84

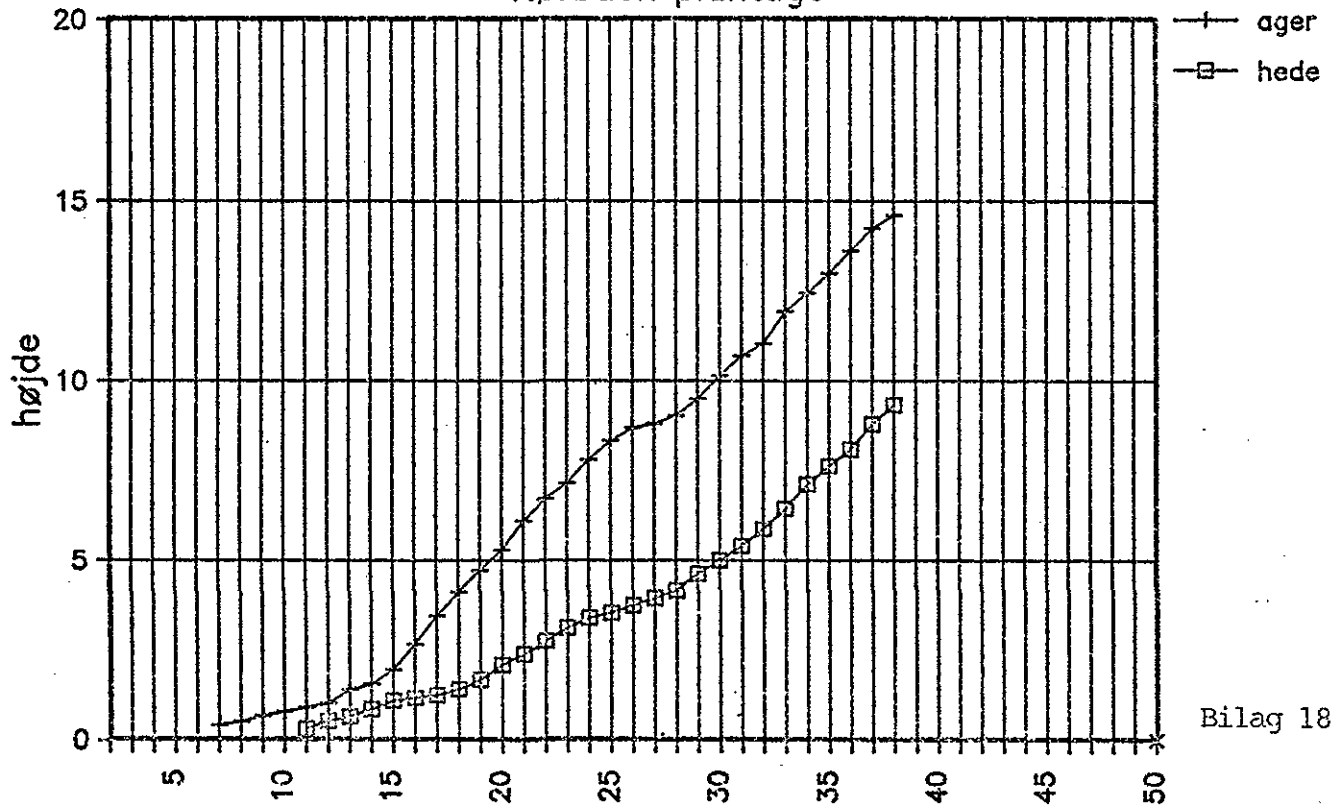
Bilag 17. Udviklingen i gødningsforbruget (N, P og K) 1900-1984.
Hele landet. Landbrugsstatistik (flere årgange).

Gødningsforbruget i kg/ha,år N,P og K



Lindet Statsskov

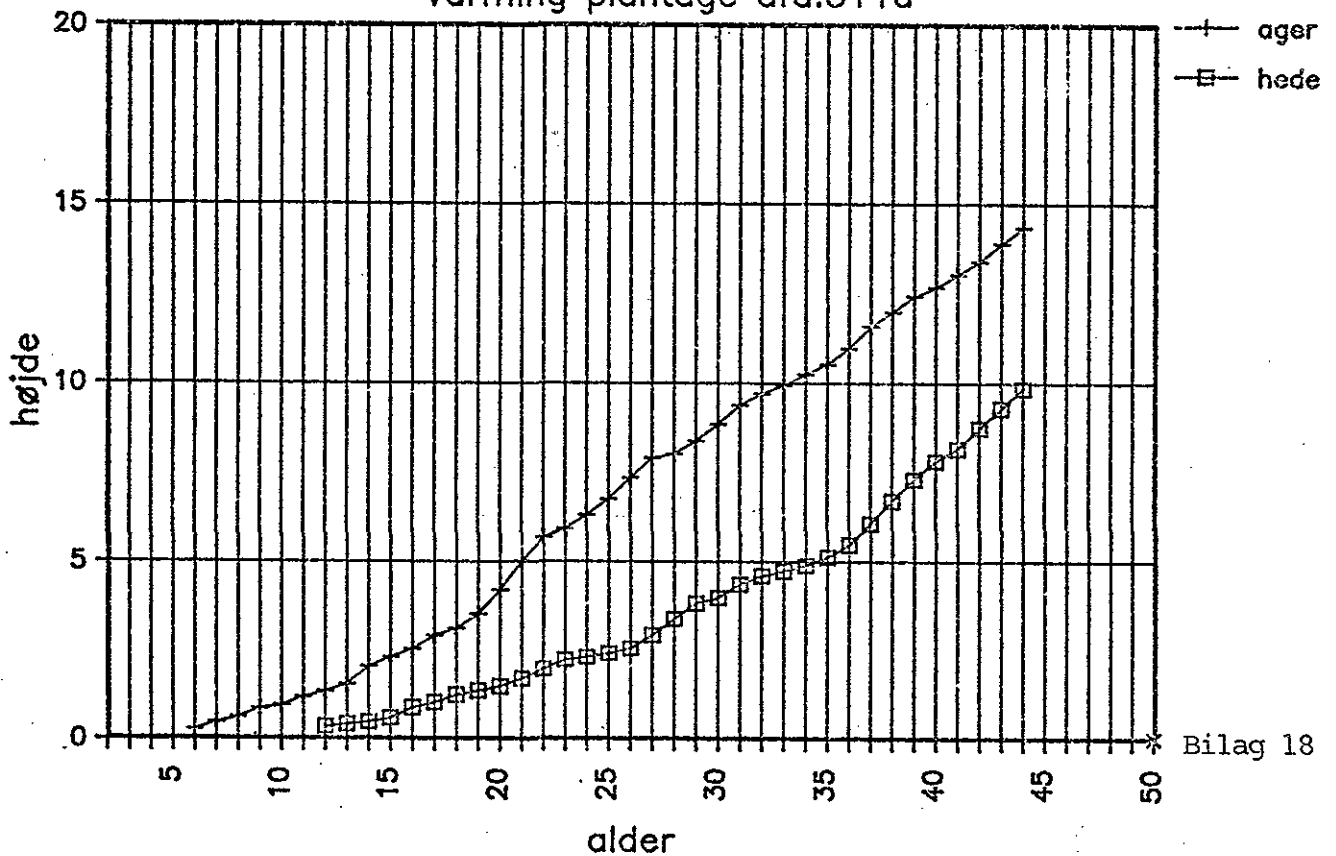
Nørbæk plantage



Bilag 18 (1)

Lindet Statsskov

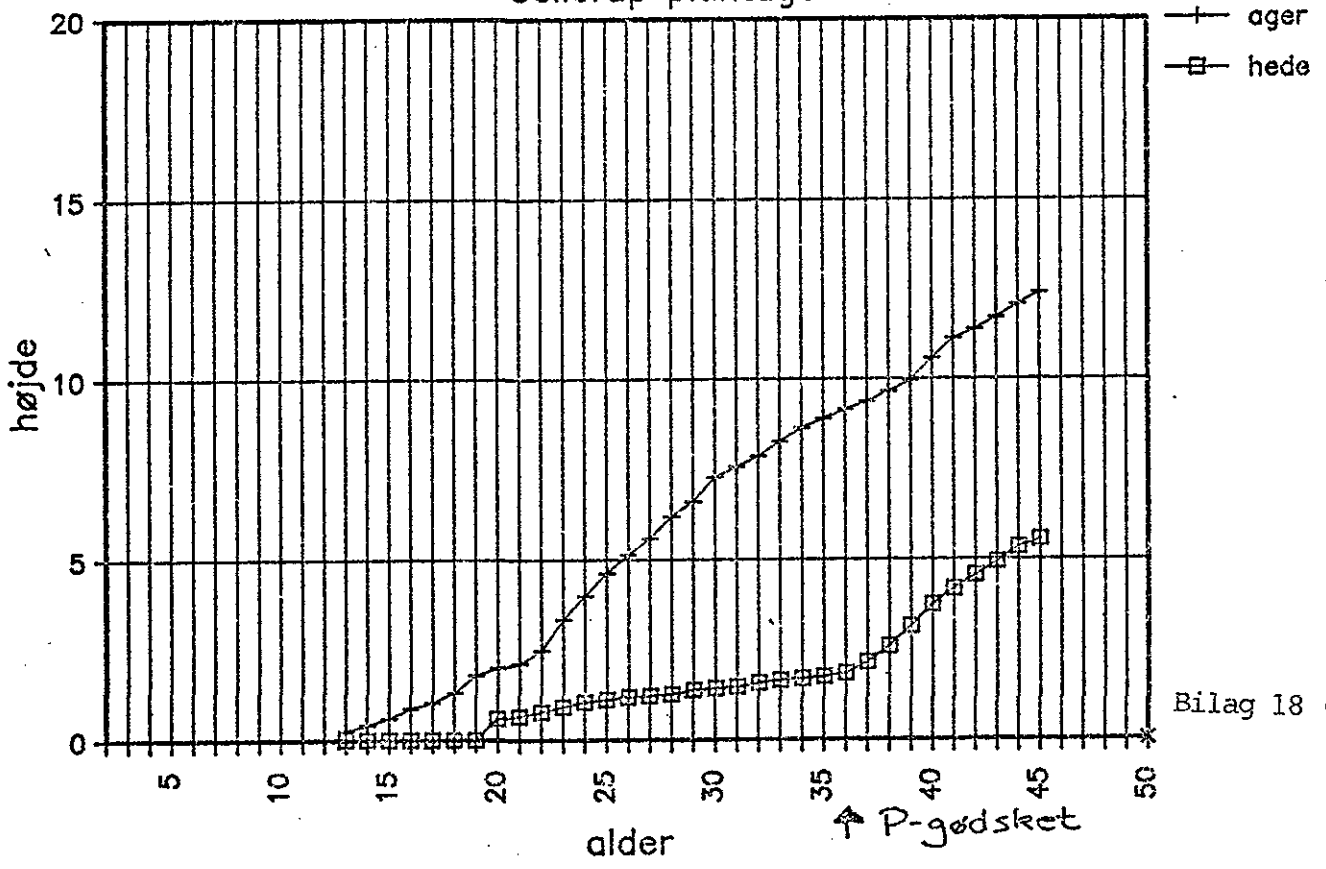
Varming plantage afd.511a



Bilag 18 (2)*

Ribe Hedeselsk.

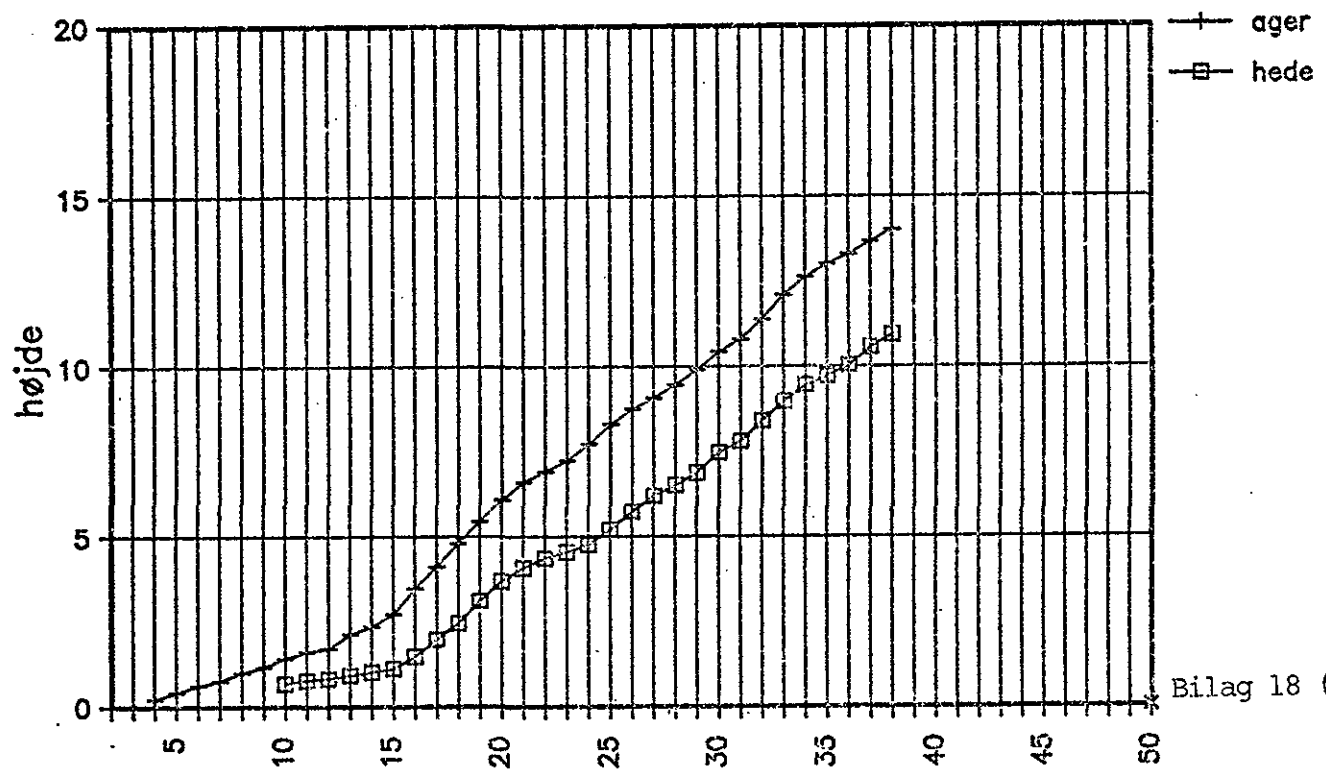
Gellerup plantage



Bilag 18 (3)

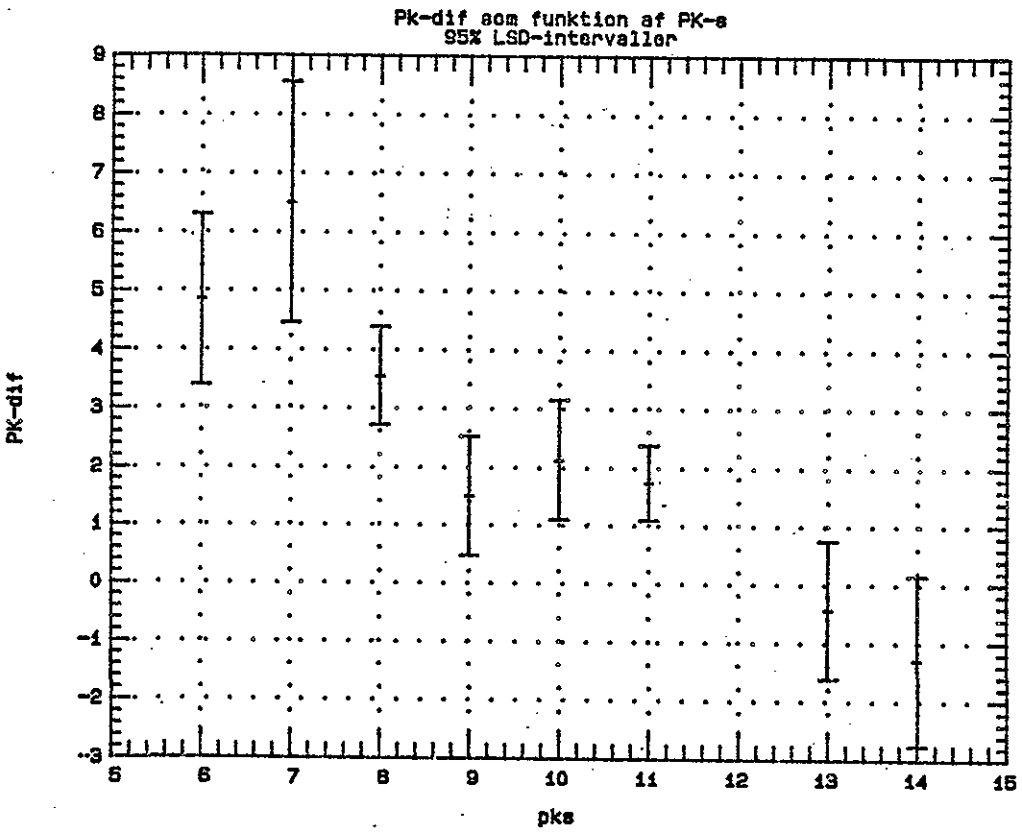
Lindet Statsskov

Varming plantage afd.526a

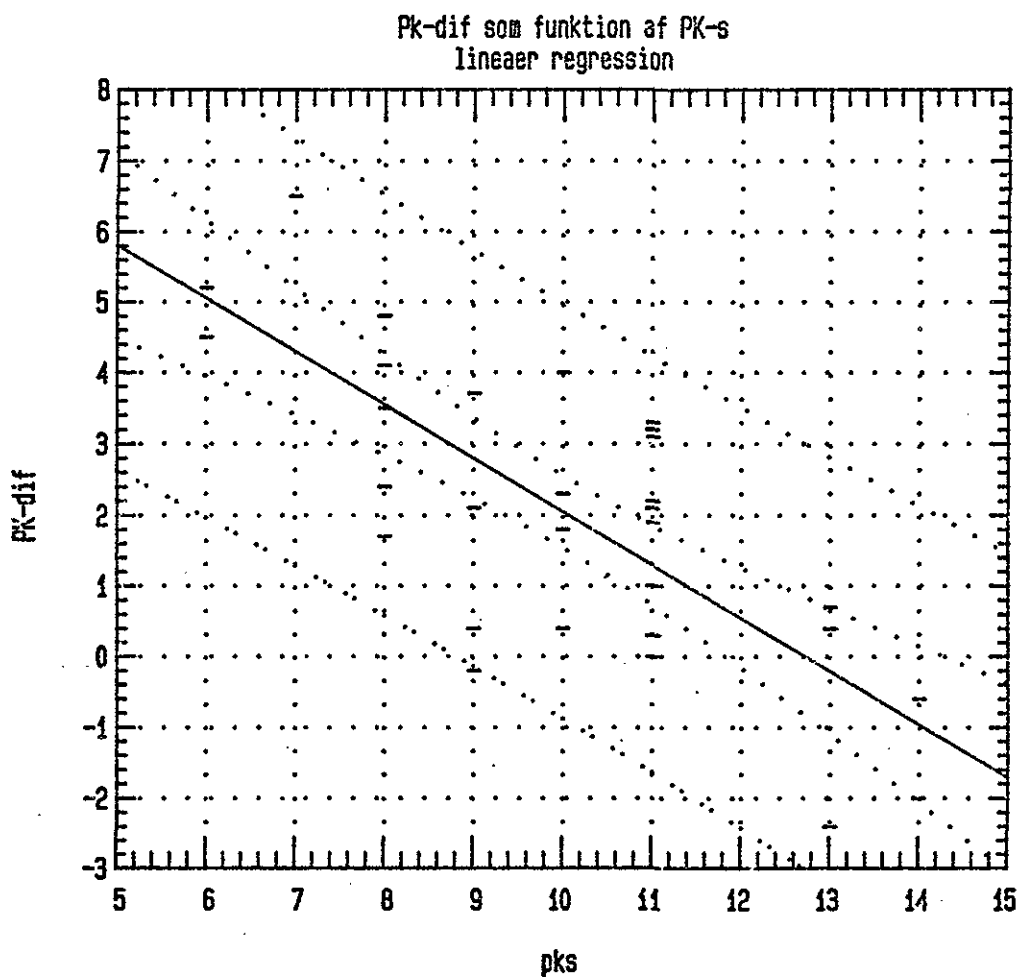


Bilag 18 (4)

Bilag 19. Differensen mellem PK-ager, rødgran, jordtype 1, og PK-skovregistreringen afbildet som funktion af PK-skovregistreringen. Middel-PK med angivelse af 95% LSD-intervaller.



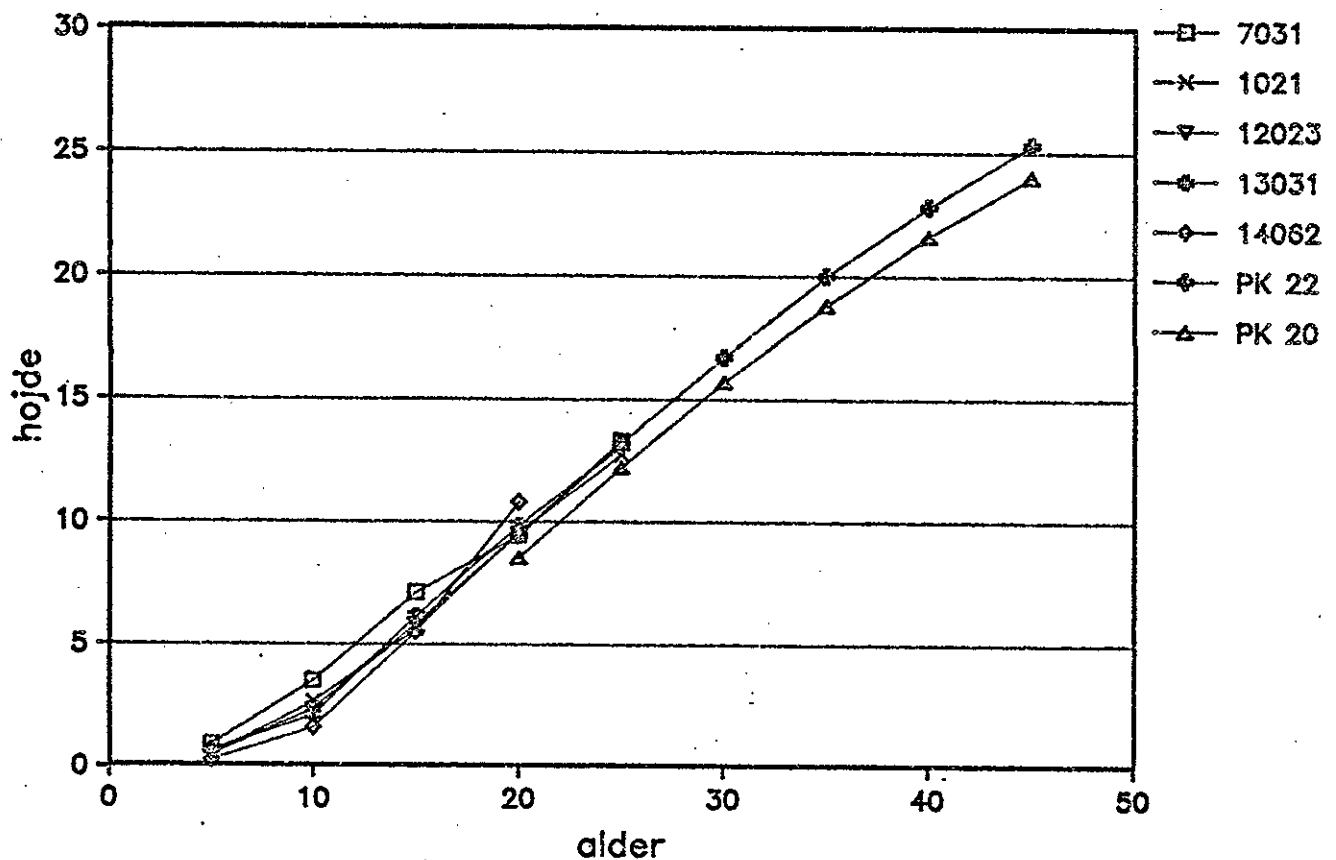
Bilag 20. Lineær regression af differensen mellem PK-ager, rødgran, jordtype 1, og PK-skovregistreringen som funktion af PK-skovregistreringen. Hældningen er -0.75 og $R^2 = 56\%$. De inderste stiplede kurver angiver konfidensgrænser (95%) og de yderste stiplede kurver angiver prediktionsinterval (95%).



Bilag 21. Gennemsnitligt bonitetsniveau for sitkagran som funktion af jordens lerindhold og lokalitet (Henriksen 1958).

b	0.3%	0.8-2%	2-6%	9-13%	19-27%	45-50%
0						
1			Østjylland fl. 31,47	Østjylland fl. 45	Østjylland Vestergaade fl. 22,42,43, 41,46,100	
2		Nordre Hørsne- Bakker fl. MA, 73, 74	Nordre Hørsne- Bakker fl. 60, 64, 66, 75	Nordre Hørsne- Bakker fl. 21, 63, 65, 71		Østjylland fl. 37ov.
3		Dierslandheder fl. MC, 26	Sydjysk hede fl. IK			
4		Sydjysk hede fl. 67, 68, 69-70				
5		Midtjysk hede fl. 67, 76, 77				
5	Midtjysk hede fl. 79					

Bilag 22. Højdeudvikling enkeltræer, sitkagran på jordtype 1 og 2, med angivelse af PK 20 og 22 (Henriksen 1958). Lokaliteterne er 7031:Matrup Gods, Tranholm skov, 1021:Gråsten Statskovdistrikt, Frøslev Plantage, 12023:Hedeselskabet Ringkøbing distrikt, Ulfborg Plantage, 13031:Ulfborg Statskovdistrikt, Skaamose og 14062:Hedeselskabet Århus distrikt, Estruplund.



Bilag 23. Sammenligning af PK for rødgran og sitkagran p.grl.a. engangsiagttagelser hos HENRIKSEN (1958).

Lokalitet	Alder		PK-rgr	PK-sgr	diff. %
	sgr	rgr			
Provstgård Pltg. *)	26	26	12,0	15,0	25
Arhus Pltg.	26	28	12,0	16,0	33
Palsgaard Pltg. *)	68	68	11,0	18,0	64
Silkeborg	63	63	11,5	22,0	91
Lindenberg	43	73	13,5	22,5	67
Dronninglund	40	40	12,5	15,0	20
Dronninglund	61	60	14,5	20,5	41
Wedellsborg	42	42	14,5	22,0	52
Gens. magert morænebakkeland			12,5	19,0	52

*) plantet på ager

Bilag 24. PK for eg plantet på ager, jordtype 1, sammenholdt kommunevis med PK-angivelsen for hele kommunen ud fra Skovregistreringens data (1986).

kommune	antal obs.	PKa	PKs	PK diff.
Viborg	2	5,0	3	2
Nørre Snede	1	6,4	4	2
Egtved	1	6,6	6	1
Holsted	1	4,0	4	0
Rødebro	1	5,5	6	-1
Bov	2	7,8	6	2
Middel		5,9	5	1

Bilag 25. Højden som funktion af afstanden fra randen, med angivelse af spredningsforhold for de enkelte målinger og en skitse-mæssig beskrivelse af randens opbygning.

Bilag 25 (1) Bov menighedsråds plantager, Hedeselskabet Sønderjyllands Distrikt.

Skitse:

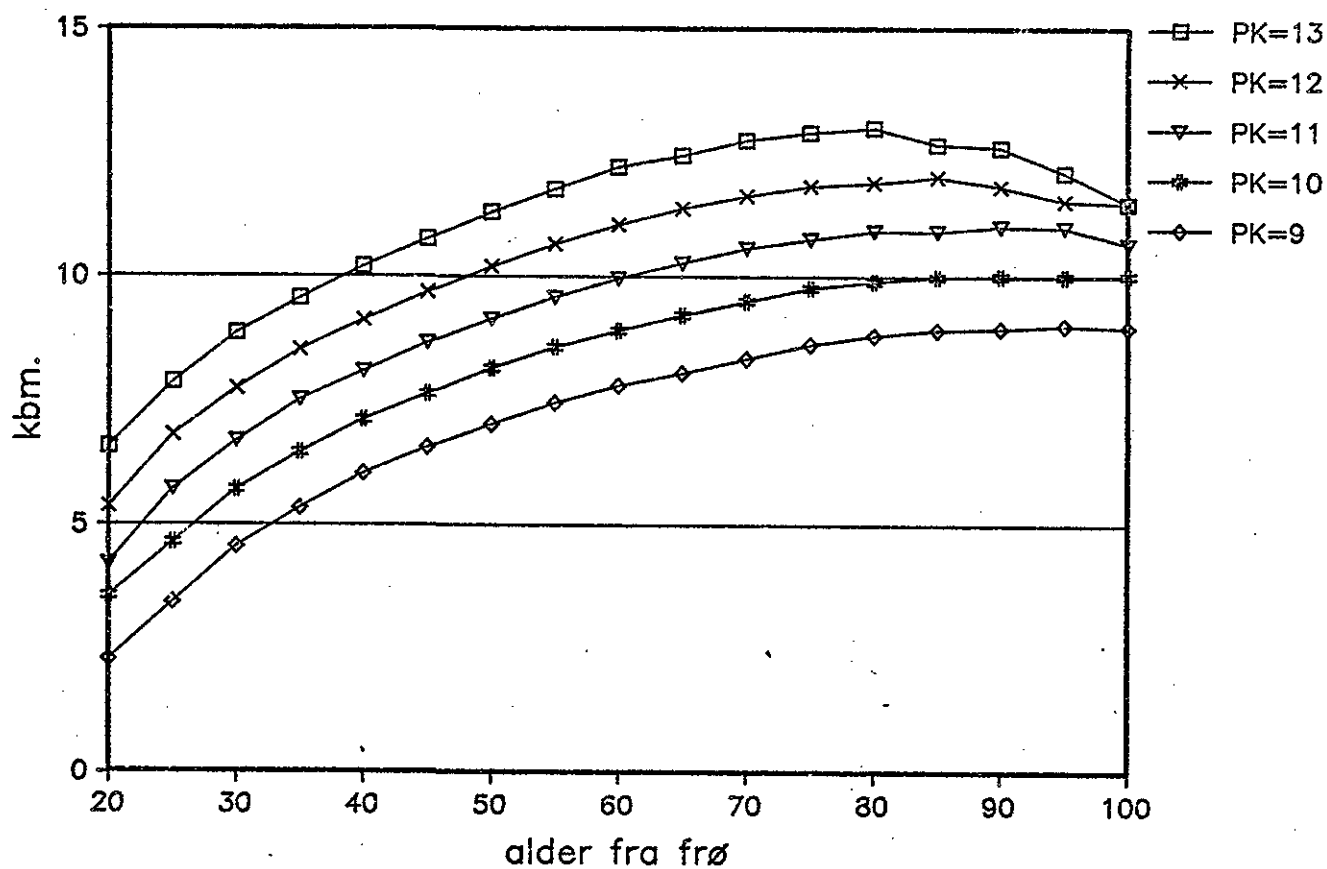
	eg hvidgran rødgran		
	■ ■ ■	x x x x x x x x x x x	spor x x x x x x x x x
Rand	8m 10m	22m	43m
m fra rand	10	22	43
\bar{h}	10.8	12.2	12.1
n	8	9	7
$s_{\bar{h}}$	0.4	0.4	0.4
relativ højde	89	101	100

Bilag 25 (2) Kongsmark plantage, Hedeselskabet Sønderjyllands Distrikt.

Skitse:

	rødgran			
	x x			
Rand	6m	20m	38m	
m fra rand	0	6	20	38
\bar{h}	9.1	10.8	11.5	12.2
n	9	7	9	9
$s_{\bar{h}}$	0.4	0.3	0.4	0.3
relativ højde	75	89	94	100

Bilag 26. Gennemsnitlig årlig produktion i rødgran i $m^3/år/ha$ ved bedste afsætning som funktion af alder for PK 9-13.



Bilag 27. Højden (Hg) som funktion af alder, PK 11, dels for bevoksningens indre (uden reduktion) og dels for bevoksningens rand, hvor højdevæksten er korrigeret med en reduktionsfaktor på 10% fra alder 10-40år, 20% for 40-50år og derefter 25%.

