

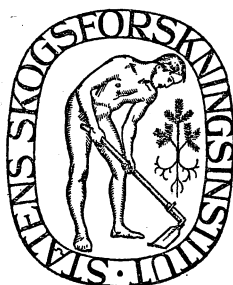
MARKFÖRBÄTTRINGSFÖRSÖK PÅ MAGER SAND

UNDERSÖKNINGAR PÅ MÖLNA FÖRSÖKSFÄLT NÄRA VAGGERYD
I SMÅLAND

SOIL-IMPROVING MEASURES TRIED ON A POOR SITE

AV

CARL OLOF TAMM



MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 36 · Nr 7

Centraltr., Esselte, Stockholm 1947

741262



Carl Olof Tamm

Markförbättringsförsök på mager sand

Undersökningar på Mølna försöksfält nära
Vaggeryd i Småland

Förord

I efterföljande arbete har fil. mag. CARL OLOF TAMM framlagt resultaten av en slutrevision av det ekologiska fältförsök, vilket sedan våren 1922 har pågått vid Mølna nära Vaggeryd i Småland. Försöket, som varit förlagt till en mager sandmo, tillkom i syfte att söka utröna, om man icke genom olika markförbättrande åtgärder skulle kunna höja den låga boniteten.

Försöket har utförts i samarbete med Skogsvårdsstyrelsen i Jönköpings län på mark, tillhörande Munksjö AB. Initiativet till undersökningen togs av länsjägmästare WILHELM LOTHIGIUS, och alla kulturer och markförbättringsåtgärder gjordes genom Skogsvårdsstyrelsen på dess och Munksjö AB:s bekostnad. Skogsförsöksanstaltens naturvetenskapliga avdelning (numera Skogsforskningsinstitutets avdelning för botanik och marklära) har svarat för planläggningen av försöket och revisionerna.

Då försöket vid Mølna nu är slutfört, vill jag rikta ett varmt tack till alla dem som ha medverkat vid dess tillkomst och utförande. I första hand vänder jag mig dels till initiativtagaren, länsjägmästare W. LOTHIGIUS, och tackar honom för ett mycket givande och angenämt samarbete, dels till ledningen för Munksjö AB, som har upplåtit mark för försöket och bekostat mycket av försöksanordningarna.

Såsom verkställande vid försökets utläggande medverkade från Skogsvårdsstyrelsen framför allt numera avlidne biträdande länsjägmästaren ROLF WESTMAN och från Skogsförsöksanstalten dåvarande docenten OLOF TAMM. Flera andra ha medverkat vid förberedande undersökningar av fältet och vid senare revisioner. Jag vill särskilt nämna fil. dr LARS-GUNNAR ROMELL, professor LARS TIRÉN, jägmästare ERIC ÖSTLIN, länsskogvaktare CARL STORCK och kronojägare FOLKE MARELD.

Slutligen vill jag tacksamt nämna, att vid utarbetandet av efterföljande avhandling värdefull hjälp i form av diskussioner, materialbearbetning eller granskning av vissa avsnitt har lämnats av professor HANS BURSTRÖM, docent VILIS EICHE, fil dr. L.-G. ROMELL, professor OLOF TAMM och docent OLOF TEDIN, vilken senare godhetsfullt har granskat den statistiska bearbetningen. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut har välvilligt ställt meteorologiskt material till förfogande.

De i denna avhandling meddelade kemiska och mekaniska analyserna ha utförts av institutets kemister fru KARIN KNUTSON och fröken MARGARETA JOHANSSON.

Experimentalfältet den 18 mars 1947.

CARL MALMSTRÖM.

Inledning

I vissa delar av Jönköpings län växa på sandmarker moss- och lavrika något granblandade tallskogar med låg avkastning. Ett stråk av sådana sandmarker sträcker sig från Hökensås till Vaggeryd och Värnamo i övre Lagadalen (se kartan fig. 1. hos O. TAMM 1937). Länsjägmästare WILHELM LOTHIGIUS var missnöjd med den dåliga avkastningen från dessa skogar, och då ett område på c:a 22 hektar, en plan sandmo tillhörande gården Mølna under Munksjö AB, skulle kalavverkas år 1918, fäste Skogsvårdsstyrelsen vid avverkningstillståndet det villkoret, att området skulle få användas för föröngningsförsök i markförbättrande syfte. Därefter vände sig LOTHIGIUS till naturvetenskapliga avdelningen vid Statens skogsforsöksanstalt för att få till stånd ett samarbete beträffande detta försöksfält. Föreståndaren för naturvetenskapliga avdelningen, professor H. HESSELMAN, företog själv en rekognoscering och lät sedan göra en förberedande undersökning av det blivande försöksfältet, varvid vegetationen undersöktes av fil. lic. L.-G. ROMELL, geologi och marktillstånd av docent O. TAMM.

Försöken, som påbörjades år 1922 planlades och utfördes i intimt samarbete mellan Skogsvårdsstyrelsen i Jönköpings län och Skogsforsöksanstaltens naturvetenskapliga avdelning, där docent O. TAMM fick uppdraget att medverka vid den närmare planläggningen samt att utföra revisioner och fortsatta undersökningar på fältet, vilket också skedde så länge O. TAMM var knuten till skogsforsöksanstalten (t. o. m. 1938). Som förberedelse till en slutlig revision besöktes sedan fältet 1941 av föreståndaren för avdelningen för botanik och marklära vid skogsforskningsinstitutet, professor C. MALMSTRÖM, fil. doktor L.-G. ROMELL och professorerna O. TAMM och L. TIRÉN, varefter kronojägare F. MARELD fick i uppdrag att verkställa en revision av trädmaterialet inom det s. k. huvudförsöket (se sid. 35).

Våren 1945 fick författaren av professor MALMSTRÖM i uppdrag att utföra de ytterligare fältarbeten, som kunde erfordras för en slutlig bearbetning och publicering av materialet. Vegetationsundersökningen påbörjades i maj 1945, då försöksfältets markväxtlighet linjetaxerades. Därefter måste jag tyvärr på grund av sjukdom avbryta arbetet. De nödvändigaste återstående fältundersökningarna utfördes i september 1945 av professorerna MALMSTRÖM och

TAMM. Därefter har jag bearbetat det vidlyftiga material, som har insamlats sedan försöksfältets tillkomst, främst av O. TAMM, och varav endast en del har utnyttjats tidigare (se O. TAMM 1936, 1937, 1938).

Syftet med Mølna försöksfält var som nämnts markförbättring. Man ville se, om ej den låga boniteten kunde höjas genom åtgärder som förbättrade marktillståndet. Just under åren närmast efter 1920 förekom en livlig diskussion i skogsmannakretsar med anledning av uppseendeväckande uppgifter om skogsskötseln på godset Bärenthoren i Anhalt i Tyskland. I början av år 1920 publicerade den kände tyske skogsvetenskapsmannen A. MÖLLER en artikel om den på Bärenthoren tillämpade skogsskötseln, som han kallade »Dauerwaldwirtschaft», och varigenom tallskogens avkastning skulle ha flerdubblats. Principerna i denna Dauerwaldwirtschaft var helt enkelt att hugga ofta och välja träden noga vid stämplingarna. Kalhygge användes icke utan avverkning förekom i alla bestånd varje år. Riset lämnades kvar efter avverkningarna. Det visade sig småningom att MÖLLERS uppgifter voro mycket överdrivna, men kvar stod, att ägaren till Bärenthoren, VON KALITSCH, genom sina från dåtidens tyska skogsbruk vitt skilda metoder hade lyckats få sina skogar i bättre skick än flertalet närliggande och från början likartade skogsområden. Detta hade VON KALITSCH lyckats med utan dyrbara kulturåtgärder, trots att skogen var mycket uthuggen då han övertog godset år 1884. En sammanfattning av diskussionen kring Bärenthoren har gjorts av ENEROTH (1931).

Det är naturligt att denna diskussion kom att påverka planläggningen av Mølna-försöken. Vissa här utförda åtgärder, främst risgödslingen men i viss mån även lövträdsinblandningen, äro direkt inspirerade av VON KALITSCHS skogsskötsel. Flera andra åtgärder (torvgödsling, markberedning, inplantering av gråal) syfta till att pröva HESSELMANS uppfattning av kvävetillgången som den i första hand begränsande faktorn för produktionen på tallhedar och likartad skogsmark. För den närmare planläggningen av försöken skall redogöras i Kap. II., men det kan i detta sammanhang påpekas, att det utvalda området får anses synnerligen lämpligt för sitt ändamål. Trots detta ha åtskilliga försök ej givit tydliga resultat. Viktiga resultat av helt annat slag än beräknat ha framkommit i några fall. Förhållandena ha visat sig mycket mera komplicerade än som kunde förutses i början av 1920-talet. — Det bör också påpekas, att Mølna-försöken lades upp som principförsök, och att de använda åtgärderna således icke ha varit avsedda att i oförändrad form få praktisk tillämpning. Det är ju i första hand nödvändigt att veta, om en viss åtgärd över huvud taget påverkar skogen. Först därefter kan man diskutera dess värde för praktiskt bruk.

Kap. I. Försöksfältets allmänna naturförhållanden

Läge och klimat

Mölna försöksfält ligger i Byarums socken, Jönköpings län, knappt fem kilometer nordöst om Vaggeryds station vid järnvägen Nässjö—Halmstad (fig. 1). Mot järnvägen gränsar fältet i sydöst; i söder och väster gränsar det mot en liten bäck, omgiven av myrmark; i norr mot Käringsjön, som genomflytes av

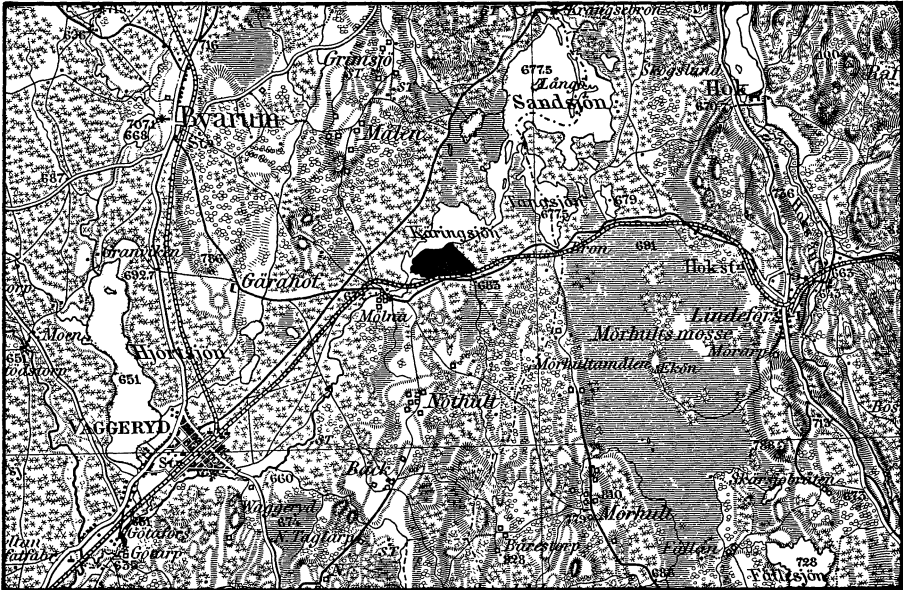


Fig. 1. Karta visande belägenheten av Mölna försöksfält (svart). — Efter Generalstabens karta över Sverige: Kartblad 27. Nässjö.
Ordnance map (1:100 000) of the region around Mölna Field.

ett av Lagans källflöden. Utanför fältets nordöstra gräns ligger en tallmo av alldeles samma slag som försöksfältet utgjorde före kalavverkningen.

Försöksfältet ligger ganska lågt, trakten höjer sig 10—30 m å ömse sidor om den mycket flacka, ett par kilometer breda dalgång, vari Käringsjön ligger. Nordöst om Käringsjön, som är upp till en halv kilometer bred och delvis kantad av myrmarker, ligga ett par något större sjöar. Större betydelse för försöksfältets lokalklimat än dessa senare har kanske en större mosse, som börjar drygt en kilometer öster om fältet och sträcker sig ytterligare två kilometer österut och fyra i nordsydlig riktning. Denna Mörhults mosse ligger

något högre än försöksfältet, omkring 205 m. ö. h. mot omkring 201 för försöksfältet.

Klimatdata för en ort, där regelbundna observationer icke ha gjorts under tillräckligt lång tid, kunna endast approximativt beräknas ur data för närliggande stationer. Osäkerheten beror främst på att man så litet känner lokal-klimatets växlingar. När man vill använda klimatuppgifter för botaniska ändamål, tillkommer svårigheten att avgöra, vilka klimatfaktorer som verkligen ha betydelse för växtligheten. Betydelsen av års- och månadsmedeltemperaturer måste vara i hög grad indirekt, och temperaturs- och nederbörds-extremernas roll är långt ifrån uppklarad.

Av temperaturdata skall här först och främst anföras månads- och årsmedeltemperaturer för Mölna-fältet, uträknade enligt ÅNGSTRÖM (1938), samt för den 19 km därifrån i riktning nord till nordväst belägna stationen Flahult. Flahult har en mycket god observationsserie, och topografin är där liksom vid försöksfältet flack; stationen ligger på en dikad större mosse. En skillnad är att Mölna-fältet ligger lågt i förhållande till omgivningen, medan i trakten av Flahult Tabergsåns dalgång sänker sig betydligt under mossplanet. När temperaturinversion råder, så som ofta är fallet vid lugnt och klart väder under den kallare delen av året, kan vid Flahult möjligen den kalla luften söka sig längre ned, medan den på Mölna-fältet blir liggande kvar och eventuellt avkyles ytterligare genom utstrålning. Siffrorna för vintermånaderna för Mölna-fältet i tabell 1 äro därför troligen något för höga.

Tab. 1. Månads- och årsmedeltemperaturer under perioden 1901—1930 för Mölna försöksfält (beräknade värden) och för Flahult (observerade värden)

Mean temperatures during the years 1901 to 1930 at Mölna Field (calculated) and at Flahult (observed)

	Mölna 201 m över havsytan above sea level 57°,522 lat. N.	Flahult 224 m över havsytan above sea level 57°,700 lat. N.
Januari.....	— 3°,0	— 3°,23
Februari.....	— 3°,1	— 3°,42
Mars.....	— 0°,7	— 0°,99
April.....	+ 3°,1	+ 2°,85
Maj.....	+ 8°,6	+ 8°,33
Juni.....	+ 12°,4	+ 12°,21
Juli.....	+ 14°,9	+ 14°,76
Augusti.....	+ 13°,3	+ 13°,12
September.....	+ 9°,8	+ 9°,61
Oktober.....	+ 5°,5	+ 5°,27
November.....	+ 1°,0	+ 0°,75
December.....	— 1°,8	— 2°,03
Året The year.....	+ 4°,9	+ 4°,76

För andra komponenter i temperaturklimatet finnas i allmänhet inga utarbetade metoder att beräkna värden för en godtycklig ort. En faktor av stor betydelse på Mölna-fältet är frostfrekvensen under vegetationsperioden. Nästan alla granplantor, som ej skyddas av större tallar, visa större eller mindre frostskador, åtminstone så länge de äro små. För att belysa frostfrekvensen siffermässigt har man inga andra siffror att tillgå än från Flahult och andra stationer på småländska höglandet. För Flahult var antalet froster (= antalet dygn med minimitemperatur under 0°) under perioden 1911—1940 följande:

	Maj		Juni		Juli		Augusti		September	
	1—15	16—31	1—15	16—30	1—15	16—31	1—15	16—31	1—15	16—30
Antal froster under 30 år....	184	78	46	13	2	1	3	11	46	105
Årligt medeltal.	6,1	2,6	1,5	0,4	0,07	0,03	0,1	0,4	1,5	3,5

För stationerna Lommaryd, Hessleby och Lannaskede, som också ligga på småländska höglandet, var under perioden 1911—1920 frostfrekvensen av samma storleksordning som för Flahult. Jönköping däremot, som ligger nära Flahult, hade en väsentligt lägre frostfrekvens, tydligen tack vare Vätterns inflytande. Med tanke på vad som nyss har sagts om skillnaden i topografi mellan Mölna-fältet och Flahult och vad därav följer vid lugnt, klart väder, sådant som brukar råda under frostnätter om sommaren, få de nyss angivna siffrorna betraktas som minimivärden för Mölna-fältet. Det är anmärkningsvärt, att det kan bli frost när som helst under sommaren; i juni kommer frost nästan varje år. Skador på vegetationen (*Chamaenerion angustifolium*) efter junifroster ha direkt iakttagits på Mölna-fältet.

Likaväl som vegetationsperiodens längd och andra klimatt faktorer växlar antalet froster starkt från år till år. Under den nämnda trettioårsperioden (1911—1940) inföll den sista vårfrosten vid Flahult

$1/5$ — $15/5$	$16/5$ — $31/5$	$1/6$ — $15/6$	$16/6$ — $30/6$
2 gånger	3 gånger	17 gånger	8 gånger

Den första höstfrosten inföll under samma period

$16/8$ — $31/8$	$1/9$ — $15/9$	$16/9$ — $30/9$
8 gånger	19 gånger	3 gånger

För bedömning av Mölna-fältets nederbördsförhållanden har man till förfogande långa och goda observationsserier från Flahult (19 km från försöksfältet i riktning nord till nordväst) och Skillingaryd (12 km i riktning sydväst till syd) samt kortare och delvis luckiga serier från Hok (4,5 km åt öster) och Eckersholm (9,5 km åt norr). I tabell 2 återges månads- och årsmedelvärden för dessa stationer.

Tab. 2. Nederbörden i mm i medeltal under olika månader och året för några stationer omkring Mölnafältet

Mean precipitation, mm, at four stations around Mölna Field

	S t a t i o n			
	Flahult 224 m över havsytan above sea level	Eckersholm 219 m över havsytan above sea level	Hok 200 m över havsytan above sea level	Skillingaryd 180 m över havsytan above sea level
Januari	43,2	43,5	45,9	51,1
Februari	30,4	33,6	35,2	35,7
Mars	31,9	37,0	32,1	34,3
April	45,3	41,9	43,4	47,2
Maj	49,1	37,4	31,4	50,6
Juni	69,9	67,5	59,3	70,2
Juli	68,5	58,6	64,0	71,3
Augusti	99,2	82,5	67,6	98,1
September	61,3	62,6	62,4	61,5
Oktober	65,8	73,4	59,8	69,4
November	58,0	74,2	67,6	70,9
December	51,1	72,0	72,0	61,6
Året The year	673,6	691	639	720,7

Det vore av intresse att ha data för försöksfältet. För årsnederbörden har jag försökt räkna ut en sådan siffra genom interpolation ur medelvärdena för Flahult resp. Skillingaryd och differenserna för varje år mellan dessa stationer inbördes och differenserna gentemot Hok. På så sätt uträknad skulle nederbörden på Mölna-fältet vara 9 mm större än i Flahult eller 68 mm mindre än i Skillingaryd, d. v. s. resp. 665 eller 653 mm om året. Differensens medelfel är i bägge fallen omkring 10 mm. Värdena stämma alltså ganska väl. Medelnederbörden på Mölna-fältet torde ligga omkring 660 mm om året. En sådan linjär interpolation som här har utförts förutsätter att nederbörden ändrar sig likformigt mellan de tre stationerna, vilket säkerligen ej är fallet (bl. a. är ingen hänsyn tagen till höjdninflytandet). Det kan då vara av intresse att göra en liknande beräkning för stationen Eckersholm och jämföra med det observerade värdet. Beräkningen måste inskränkas till den period 1909—1918, då observationer ha utförts vid Eckersholm. Det beräknade värdet överstiger det funna med 15 mm, men för en tioårsperiod blir även medelfelet i differensberäkningarna av samma storleksordning, och överensstämmelsen är sålunda ej dålig. I varje fall är det mera olämpligt att direkt jämföra årsmedelvärdena i tabell 2, som gälla olika perioder. — Med en annan interpolationsmetod, men efter delvis samma primäruppgifter har O. TAMM tidigare (1936 sid. 243) angivit årsnederbörden på Mölna-fältet till omkring 680 mm, en siffra som nog är sannolik för den kortare period, för vilken observationer finnas från Eckersholm och Hok. Den ovan gjorda beräkningen avser närmast trettioårsperioden 1911—1940.

Beträffande nederbördens fördelning på olika årstider framgår det av tabell 2, att medelnederbörden under sommarmånaderna är ganska hög, även under juni. Däremot äro vårmånaderna torrare, vilket dock under år med normal snötilgång kompenseras av tillgången på smältvatten.

Nederbördssiffrornas betydelse för vegetationen sammanhänger ju framför

allt med temperaturklimatet. Man brukar tala om klimatets humiditet, vilken egenskap bl. a. är avgörande för vattentillförseln till marken. Enligt HESSELMAN (1932) mätes humiditeten i Sverige lämpligen med MARTONNES humiditetstal, $\frac{\text{årsnederbörd}}{\text{årsmedeltemperatur} + 10}$. För Mølna-fältet erhålles värdet 44, för Flahult 43 och för Skillingaryd 48. Samtliga dessa lokaler skulle således ligga i HESSELMANS subhumida zon (humiditetstal 40—49). Den mot sydväst högre nederbörden och fuktigheten kommer också till synes i dessa siffror. Men man bör komma ihåg att MARTONNES humiditetstal är ett empiriskt uttryck utan djupare biologisk betydelse.

Geologi

Försöksfältet utgör en ovanligt plan sandmo, såsom framgår av nivåkartan (fig. 2). Endast invid fältets gränser lutar marken starkare; dessa partier ha ej medtagits i det s. k. huvudförsöket. Det geologiska underlaget är en ganska mäktig sandavlagring, vilken utfyller den vida dalgång, varom ovan talats. På geologiska kartbladet Nydala har hela avlagringen lagts som rullstensgrus, men i beskrivningen framhåller M. STOLPÉ (1892), att övergången mellan rullstensgruset och sanden är helt flytande, Särskilt kring sjön Fengen (nordöst om försöksfältet) finnes rullstensgrus och grov sand, medan åt sydost kring Lagan och dess tillflöden (bl. a. omkring Käringsjön) sanden förhärskar, eventuellt täckande egentligt rullstensgrus.

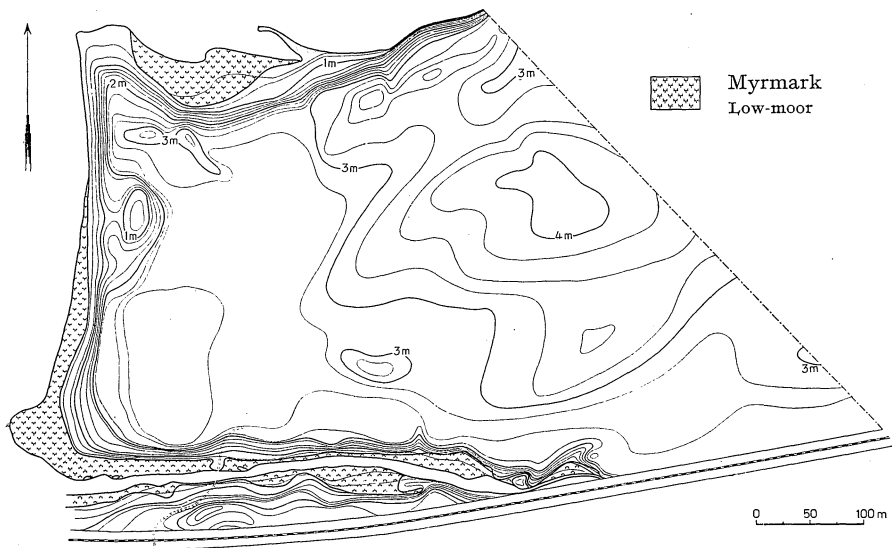


Fig. 2. Nivåkarta över Mølna försöksfält, upprättad 1920 av ROLF WESTMAN. — Ekvivalens 25 cm (Kurvan mellan 0,0 och 0,5 m saknas).

Contour map of Mølna Field. The contour interval is 25 cm.

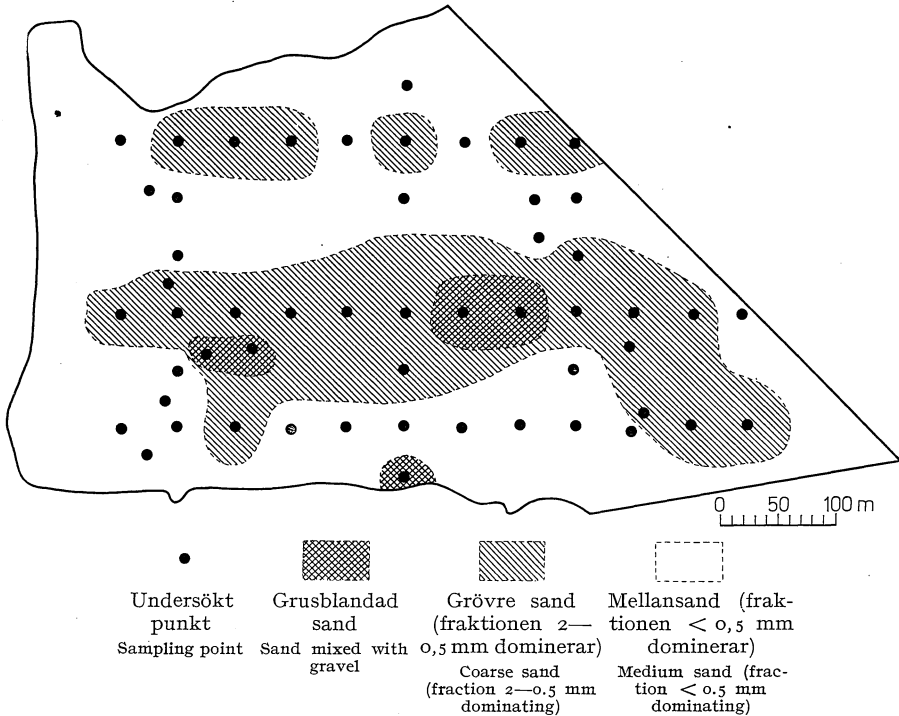


Fig. 3. Karta över sandens ungefärliga kornstorlek på Mølne-fältet.

Map showing the approximate distribution of areas with sand of different coarseness in Mølne Field.

Våren 1920 gjordes en allmän geologisk granskning av försöksfältet av O. TAMM. Fyrtiofem profiler om 1,5—2 m djup togs upp i ett bestämt förband över hela fältet (se kartan fig. 3). För varje grop antecknades den dominerande kornstorleken i olika lager. Fyra beteckningar användes, en för prov med stor grushalt, en för prov med dominerande grövre grovsand (c:a 2—1 mm korndiameter), en för dominerande finare grovsand (c:a 1—0,5 mm) samt en för prov med dominerande mellansand. När olika fraktioner dominerade i olika skikt, kombinerades beteckningarna. Resultatet av undersökningen visas på kartan fig. 3 kompletterat med några senare undersökta profiler och med beteckningarna något schematiserade.

Vid en senare undersökning, i juni 1932, uppborrades med standardborr ett tjugotal profiler från olika delar av fältet. På samma sätt borrades tio profiler upp 1937. Profilerna från dessa undersökningar voro ej jämnt fördelade över fältet utan utvalda för att belysa vissa speciella problem, som hade blivit aktuella under försökens gång. En stor del av borrhöven ha underkastats mekanisk analys; analysresultaten visas något schematiserade i fig. 25—33, sid. 74—75.

Resultatet av de olika undersökningarna kan sammanfattas på följande sätt. Sanden på försöksfältet är en i stort sett likformig mellansand (dominerande kornstorlek 0,6—0,2 mm) med en inblandning av något grus och stundom rullstenar. På vissa ställen (7 fall av 36 undersökta) kan sanden betecknas som grovsand (dominerande kornstorlek 2—0,6 mm), dock alltid med en stark inblandning av mellansand. Grushalten är oftast 0—10 %, men i enstaka fall ha skikt med verkligt rullstensgrus (grushalt upp till 45 %) påträffats. Halten av finkorniga beståndsdelar är i regel obetydlig, såsom 2—7 % grovmo, 0,1—2 % finmo, 0,1—2 % mjåla och 0,1—1,7 % ler. Lerhalten består antagligen helt av genom vittringen bildade, sekundära partiklar. De angivna siffrorna för de finare beståndsdelarna gälla ej markprofilens övre, av de jordmånsbildande processerna omvandlade lager, vilka skola behandlas längre fram. — Det kan i detta sammanhang påpekas, att lerhalten i samtliga mekaniska analyser från Mölna-fältet bestämts genom särskild analys. Beträffande analysmetoden får jag hänvisa till O. TAMM 1934 och 1937 sid. 30, noten. Felet i summan av de olika fraktionerna, i regel omkring 1 % men växlande med provens humushalt, har i diagrammen fig. 25—33 ritats in i mellansandfraktionen (som i regel är den största) eller fördelats på de olika fraktionerna.

Endast i två profiler har en morik sand påträffats, som kan antas hålla vatten bättre än försöksfältets sand i allmänhet. I bägge dessa fall började vid omkring en meters djup ett lager med något mer än 20 % grovmo. Den ena profilen återges på fig. 26 b, sid. 75. Den andra var mycket lik denna.

Tab. 3. Kemiska analyser av sandprov från Mölna försöksfält och från Malingsbo
Analyses of sand from Mölna Field and from Malingsbo, Dalecarlia

a: analysen, b: den humus- och vattenfria sandens sammansättning.

a obtained, b corrected for contents of organic matter and water.

Organic matter (O. M.) was determined as loss on ignition.

	M ö l n a		M a l i n g s b o	
	a %	b %	a %	b %
H ₂ O (105° C)....	0,26	—	0,63	—
Glödförlust (O.M.)	0,46	—	0,47	—
SiO ₂	85,59	86,55	76,78	77,72
TiO ₂	0,12	0,12	0,11	0,11
Al ₂ O ₃	7,39	7,46	11,43	11,55
Fe ₂ O ₃	1,42	1,44	2,12	2,14
MgO.....	0,28	0,28	0,76	0,77
CaO.....	0,52	0,53	1,14	1,15
Na ₂ O.....	1,28	1,29	3,34	3,37
K ₂ O.....	2,31	2,33	3,09	3,12
P ₂ O ₅	ej best.	ej best.	0,07	0,07
S:a	99,63	100,00	99,94	100,00
Basmineralindex	—	2,91	—	10,50

Mineralogiskt är sanden på Mölna-fältet kvartsrik och mycket fattig på glimmer och mörka mineral. Den har ingående undersökts av O. TAMM, som har publicerat en fullständig analys av ett representativt sandprov från försöksfältet (O. TAMM 1937, tab. 11, där för jämförelsens skull även en analys av sandprov från Malingsbo är medtagen). Resultatet av denna analys återges här som tabell 3. I samma arbete har O. TAMM angivit basmineralindex för prov från Mölna-fältet. En del av dessa värden jämte andra basmineralbestämningar av O. TAMM återges nedan i diagrammen fig. 25—33. Beträffande basmineralindexmetoden, se O. TAMM 1934 b.

Slutsatserna av dessa O. TAMMS undersökningar (1937) äro, att Mölna-sanden är synnerligen fattig på värdefulla mineral. I det analyserade provet kan halten av lättvittrade mineral — hornblände, augit, biotit, basisk plagioklas m. m. — beräknas till 2,9 % mot 10,5 % i Malingsbo-sanden. Halten av kvarts är mycket högre i Mölna-sanden, där den kan beräknas till 66,1 % mot 41,7 %. Återstoden, 31,0 % i Mölna-sanden och 47,8 i Malingsbo-sanden, utgöres av svärvittrade kali- och natronfältspater (även kalkfattig plagioklas).

Att den låga halten av värdefulla mineral genomgående kännetecknar Mölna-sanden, liksom sanden från hela det i inledningen nämnda stråket från Hökensås till Värnamo, framgår av de talrika bestämningarna av basmineralindex, som meddelas i O. TAMMS nämnda arbete. Basmineralindexbestämningen avser ju just halten av mörka mineral + kalkrik plagioklas i mellansandfraktionen. Det kan f. ö. påpekas, att det av O. TAMM (l. c. fig. 8 och 9) påvisade sambandet mellan halten av grövre beståndsdelar och basmineralindex ganska tydligt kommer till synes på diagrammen fig. 25—33, där de grovkorniga proven i allmänhet ha högre basmineralindex än de finkornigare. Denna variation är dock för liten för att i nämnvärd grad kunna påverka vegetationen.

Mölna-fältet är omflutet av vatten i norr och väster, till stor del också i söder. Eftersom sanden överallt är genomsläpplig, måste grundvattennivån i huvudsak regleras av de omgivande vattendragens nivå. På nivåkartan (fig. 2) ser man, att fältet huvudsakligen ligger mellan 2,5 och 4 m över Käringsjöns yta. De lägre delarna, sluttningarna mot vattendragen, ha ej medtagits vid bearbetningen av försöksresultaten. Höjdkurvan för 2,5 m ligger emellertid endast 1,75 m över den lilla bäck, som begränsar fältet i söder. Grundvattentytan inom fältets olika delar bör således ligga mellan 4 och omkring 1,75 m under markytan. Naturligtvis kan nivån växla något uppåt eller nedåt, beroende på nederbörd eller avdunstning (transpiration), då vattenrörelsen i marken är långsam. Även om man får anta en svag rörelse hos grundvattnet ut mot vattendragen särskilt åt norr och väster kan det på Mölna-fältet ej vara tal om en grundvattenströmning av det slag som påverkar vegetationen genom näringstillförsel.

Med dessa antaganden om grundvattnets nivå stämma observationer av O. TAMM dels från juni 1920, dels från juni 1932. Grundvattnet påträffades i en del profiler på 1,5—2,5 m djup, medan i flertalet profiler vid 2 meters djup intet spår av grundvattnets närhet märktes. De profiler, där grundvattnet påträffades, voro just de, som ligga förhållandevis lågt på nivåkartan.

Beträffande grundvattnets betydelse för skogen må nämnas, att vid grävningarna 1920 tallrötter iakttogos i närheten av grundvattennivån, där denna låg på 2—2,5 m djup eller högre. På fältets högre delar iakttogos inga sådana sänkrötter; om de funnos, voro de i varje fall ej allmänna. O. TAMM (1937, sid. 32) har i Malingsbo funnit tallrötter på 3,25 m djup i sandjord. En viss nytta måste ju träden med rötter till grundvattnets närhet ha av detta; annars skulle dessa rötter knappast utvecklas. Men det förefaller, som om denna nytta vore rätt begränsad. Man kan ej se någon genomgående skillnad i närheten av försöksfältet mellan skogen på låg höjd över Käringsjön och den något högre liggande. Däremot förekomma fläckvisa variationer i skogens växtlighet alldeles oberoende av nivåskillnaderna, varom mera i det följande. Vidare äro ju nederbörd och humiditet ganska betydande, varför träden torde kunna täcka sitt vattenbehov ganska väl utan förbindelse med grundvattnet. Det är ju här ej frågan om sådana högproduktiva bestånd som de, för vilka STÅLFELT (1945) påvisat ett enormt vattenbehov. Att markfuktigheten är betydande framgår även av markvegetationens beskaffenhet (se nedan sid. 95) och av kulturernas första utveckling, som trots den genomsläppliga jordarten i allmänhet har varit god.

För försöken är det av stor betydelse, om fuktigheten är någorlunda lika stor över hela fältet. Även om det, såsom framgår av det ovanstående, förekommer vissa skillnader i underlagets finkornighet och i avståndet till grundvattennivån, kan man nog säga, att det är svårt att uppleta en ur fuktighets-synpunkt mera likformig yta av samma storlek som Mölna-fältet.

Inom de delar av försöksfältet, där grundvattennivån ligger relativt högt (c:a 1,75 m under markytan), har merendels iakttagits en helt svag limonit-anrikning i sanden strax ovan grundvattennivån. Denna anrikningshorisont kan tolkas som en gleibildning, d. v. s. utfällning av järn ur grundvattnet. Eftersom sanden överallt är väl genomluftad, torde järnet i det nedsipprande vattnet till allra största delen vara överfört i trevärd form (jfr O. TAMM 1931 sid. 259 ff.) och grundvattnet följaktligen också mycket järnfattigt. Det är då naturligt, om gleibildningen är mycket svag. Emellertid kan möjligen limonitutfällningen ha uppstått på helt annat sätt. Just inom det område där den förekommer finnas ofta en mängd rötter. När dessa dö bort, kunna humussyror bildas, som åstadkomma en svag järnutlösning ur mineralen, åtföljd av utfällning. Även de levande rötterna kunna bidra till mineralens vittring genom avgivande av syror (CO_2).

Markprofil

Jordmånstypen på försöksfältet är ett slags järnpodsol eller järnhumus-podsol samt på fuktiga ställen invid stränderna humuspodsol. Dessa senare lokaler förbigås här, då försöken ej beröra dem.

Undersökningar av jordmånstypen gjordes först i juni 1920 i 86 profiler i samband med de ovan nämnda jordartsundersökningarna (sid. 12). Jordmånen undersöktes dels i samma gropar som mineraljorden dels i mindre gropar 2—5 m från någon av de större. Antalet siffror för humustäckets och blekjordens mäktighet skulle därför vara dubbelt så stort som antalet mineraljordsprofiler (alltså 90), om icke några gropar i fältets gränser saknades. — I juli 1923 undersöktes ånyo profiler, denna gång i ett rutnät med 50 m sida över hela fältet. Vidare ha i juni 1932 och i augusti 1937 ett antal profiler undersökts i samband med speciella problem (se Kap. IV, sid. 73).

Närmast skall den ursprungliga markprofilen på försöksfältet behandlas, sådan den framstår med ledning av undersökningar från 1920 och senare i skogen vid försöksfältets nordöstra gräns.

Humuslagret är råhumus. Det är väl avgränsat från mineraljorden. Mäktigheten bestämdes vid undersökningen år 1920, antingen genom en anteckning i varje grop när humuslagret var jämntjockt, eller som medeltal av tio mätningar från varje grop, ifall det var ojämnt. Då sandens ungefärliga kornstorlek samtidigt bestämdes (se fig. 3) kan man dela in uppgifterna på humuslagrets mäktighet i två grupper; en där underlaget var mer eller mindre ren mellansand och en med avsevärd inblandning av grus eller grovsand. Följande resultat erhöles:

	Humuslagret, cm	Antal observa- tioner
På mellansand	$5,56 \pm 0,18$	41
På grusig eller grövre sand	$5,75 \pm 0,21$	44
Samtliga observationer	$5,66 \pm 0,14$	85

Spridningen (standardavvikelsen) i den enskilda bestämningen var 1,25 cm och den totala variationsbredden 2—10 cm. Differensen mellan medeltalen för humuslagrets mäktighet i de bägge grupperna är mindre än sitt medelfel, varav framgår, att något klart samband icke föreligger mellan humuslagrets mäktighet och sandens grovlek. Utslaget går f. ö. åt motsatt håll mot vad man efter andra erfarenheter skulle vänta.

Humuslagret på försöksfältet omvandlades efter avverkningarna så att ett försök att urskilja de av HESSELMAN år 1926 beskrivna F- och H-skikten (»förmultningsskikt» och »humusämneskikt») skulle ha saknat större värde. I stället undersökte O. TAMM 1933 humuslagret i skogen nordöst om försöksfältet (fig. 4, sid. 23), en direkt fortsättning av den skog som före 1918 täckte detta.

Inom normala, *Vaccinium*- och mossrika delar av skogen bestod humuslagret av överst 3—6 cm typiskt F-skikt (växtdelar med synlig växtstruktur under förmultning) och därunder 2—3 cm typiskt H-skikt (tätare, makroskopiskt mer eller mindre strukturlös svartbrun massa). Prov från F-skikt och H-skikt insamlades på fem olika punkter, blandades väl och underkastades potentiometrisk pH-bestämning och analys på humushalt (glödförlust), Kjeldahl-kväve (N_{tot}) och ammoniumkloridlöslig kalk (CaO_{sol}). Analysmetoderna äro desamma som HESSELMANS (l. c.) och värdena äro omräknade på provets humushalt.

Följande värden erhöles:

	pH	Glödförlust %	N_{tot} (omräknat) %	CaO_{sol} (omräknat) %	Mäktighet cm
F-skikt.....	3,9	95,57	1,41	0,26	4,7 ± 0,4
H-skikt.....	3,4	78,62	1,44	0,10	3,6 ± 0,4

I en oväxtlig, gles och lavrik fläck i beståndet hade humuslagret en genomsnittlig mäktighet av c:a 3 cm och kunde ej uppdelas i F-skikt och H-skikt. Humuslagret från sju punkter insamlades och analyserades.

pH	Glödförlust	N_{tot}	CaO_{sol}	Mäktighet, cm
3,7	68,69	1,56	0,23	3,4 ± 0,4

Halten av ammoniumkloridlöslig kalk är ganska låg i jämförelse med HESSELMANS material (l. c.). Utförda lagringsprov för att bestämma förmågan att bilda ammoniak och salpeter tyda också på att Mölna-fältets humustäcke är och varit av ganska dålig beskaffenhet, även om man numera ej kan tillmäta lagringsprovets utslag så stort bevisvärde (se nedan sid. 78). Felgränserna för mäktighetssiffrorna ovan äro mycket approximativa, då de grunda sig på endast fem resp. sju värden.

Under råhumusen träffas en blekjord av i allmänhet ganska obetydlig mäktighet. Den är rätt utpräglad, grå till färgen och i allmänhet men icke alltid väl avgränsad från rostjorden. Till blekjordens kemiska och mineralogiska egenskaper skall jag senare återkomma (sid. 78); närmast skall variationen i blekjordens mäktighet vid undersökningen år 1920 behandlas. Mäktigheten undersöktes i 87 profiler, varvid tio bestämningar gjordes i varje grop. De erhållna siffrorna kunna grupperas på samma sätt som ovan skedde med värden på humuslagrets mäktighet:

	Blekjord cm	Antal observationer
På mellansand.....	3,65 ± 0,15	44
På grusig eller grövre sand.....	2,95 ± 0,20	43
Samtliga observationer.....	3,31 ± 0,13	87

Spridningen (standardavvikelsen) i den enskilda bestämningen är 1,22 cm och den totala variationsbredden 0—15 cm. Skillnaden mellan blekjordens mäktighet på finare och grövre underlag är $0,70 \pm 0,24$, en statistiskt ganska tillförlitlig differens. Blekjordens mäktighet eller podsoleringsgraden är alltså i genomsnitt större på den finare sanden. Under *f. ö. likartade förhållanden* skulle man snarast vänta sig utslag åt motsatta hållet (jfr O. TAMM 1920 sid. 120).

En ny undersökning av såväl humustäckets som blekjordens mäktighet gjordes 1923 i 82 profiler, varvid siffran $3,27 \pm 0,18$ cm erhöles som mått på blekjordens mäktighet. Spridningen var 1,46 cm. Överensstämmelsen med den tidigare undersökningen är ju synnerligen god.

På grundval av 1920 års undersökning har jag sökt bestämma, om något samband föreligger mellan humustäckets och blekjordens mäktighet i 83 profiler (några värden måste kasseras, t. ex. vid gamla vindfällan). I nedanstående tabell 4 har variationen i blekjordens mäktighet (uttryckt i form av summan av kvadraterna på avvikelserna från medelvärdet, kvadratsumman) uppdelats i en andel, regressionsdelen¹, som beror på variationen i humuslagrets mäktighet, och i en andel som ej kan förklaras härmed, utan utgör en restvariation. Detta slags analys kallas kovariansanalys (FISHER; se BONNIER & TEDIN 1940). För att pröva tillförlitligheten av ifrågavarande samband dividerar man kvadratsumman med tillhörande antal frihetsgrader². Kvoten mellan en kvadratsumma och dess antal frihetsgrader kallas medelkvadrat och utgör en skattning av variansen³, vilken storhet är karakteristisk för en oändligt stor samling av värden (i detta fall mäktighets-siffror) och utgör ett mått på variationen inom denna stora samling eller s. k. population. Om olika skattningar av variansen, olika medelkvadrater, äro mycket olika stora, är sannolikheten liten för att de värden man arbetar med skola kunna

¹ Den enklaste formen för samband är det lineära, $Y = \bar{y} + b(x - \bar{x})$, där Y är det beräknade värdet på den beroende variabeln, \bar{y} dess medelvärde, x värdet på den oberoende variabeln, \bar{x} dess medelvärde och b en konstant, regressionskoefficienten. Den linje som åskådliggör ovanstående ekvation kallas regressionslinjen. Konstanten b beräknas ur formeln $b = \frac{S(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{S(x - \bar{x})^2}$ och regressionsdelen av kvadratsumman i den beroende variabeln ur formeln $b \cdot S(x - \bar{x})(y - \bar{y})$; y är det observerade värdet på den beroende variabeln.

² Antalet frihetsgrader är det antal storheter, som kan givas godtyckliga värden, om hela antalet storheter och deras medelvärde betraktas som givna. Tydligt är detta antal $n - 1$, om n är totalantalet. Om man räknar ut gruppmedelvärden, kunna även dessa betraktas som givna, och det »går åt» frihetsgrader, till deras beräkning. Likaså om man räknar ut ett lineärt samband. Till de så avskilda frihetsgraderna höra även delar av den totala avvikelsekvadratsumman, vilka i allmänhet lätt kunna beräknas och subtraheras från denna. I tabell 4 är således antalet frihetsgrader för totalvariationen $n - 1 = 82$; sedan går en frihetsgrad åt till det lineära sambandet, varför restvariationen har 81 frihetsgrader.

³ Variansen för en stor samling är $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S(x - \bar{x})^2}{n - 1}$. Variansen för medelvärdet av en samling av viss storlek utgör ovanstående gränsvärde dividerat med antalet värden i samlingen. — Som synes är skattningen av detta sistnämnda värde lika med kvadraten på samlingens medelfel. Jämför även sid. 37.

vara slumpmässigt uttagna ur samma population. Det finns tabeller uppgjorda över kvoterna mellan två medelkvadrater, s.k. varianskvoter (se t. ex. BONNIER & TEDIN 1940 eller Jordbruksförsöksanstaltens Handledning i försöksteknik 1939). Tabellerna ange värden på varianskvoter, som uppnås i 5 % och 1 % av fallen vid ren slumpvariation (hos BONNIER & TEDIN finnas även tabeller för 20 % och 0,1 % sannolikhet). Kvoternas storlek beror i hög grad på antalet frihetsgrader (och därmed på antalet primäruppgifter), varför tabellerna ha olika värden alltefter antalet frihetsgrader, som höra till den större och den mindre medelkvadraten. Om man nu beräknar en varianskvot och finner att den överstiger värdet i tabellen för 5 % sannolikhet men understiger värdet för 1 % sannolikhet är det mellan 95 och 99 % sannolikhet för att *någon annan* orsak än slumpen har varit med i spelet. Ett sådant resultat brukar betraktas som ett starkt indicium för positiv effekt, och varianskvoten utmärkes ofta med en asterisk. Om värdet överstiger det i tabellen för 1 % sannolikhet, kan värdet anses som ganska tillförlitligt (utmärkes med två asterisker). Samma beteckning kan användas för att utmärka tillförlitligheten hos korrelationskoefficienter⁴; för beräkningen och den djupare innebörden av dessa får jag hänvisa till de citerade statistiska arbetena.

Tab. 4. Statistisk behandling av sambandet mellan humustäckets och blekjordens mäktighet vid undersökningen 1920

Correlation between the depths of the humus layer (A_0) and of the bleached layer (A_1) at Mölna Field in 1920

Variationsorsak Source of Sum of Squares	Frihetsgrader Degrees of Freedom	Kvadratsumma Sum of Squares	Medelkvadrat Mean Square
Blekjordens variation. Summasamling..... Total variation in the depth of A_1	82	134,54	
Regression av blekjordens mäktighet på humustäckets..... Linear regression	1	10,88	10,88
Restvariation..... Deviations from regression	81	123,66	1,527
Varianskvot $\frac{10,88}{1,527} = 7,13^{**}$ Variance ratio		Korrelationskoefficient $r = + 0,28^{**}$	

Den statistiska analysen visar, att ett samband råder, så att med ett mäktigare humuslager följer statistiskt sett en mäktigare blekjord. Så hög varianskvot som 7,13 uppnås vid slumpmässig variation med så många frihetsgrader endast i knappt 1 % av alla fall, och man har därför rätt att kalla resultatet ganska tillförlitligt. Sambandet är emellertid ej strängt, vilket framgår av att restvariationen är betydande. Icke heller har analysen bevisat, att sambandet är lineärt, endast att anta-

⁴ Formeln för beräkning av korrelationskoefficienten är $r = \frac{S(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{S(x - \bar{x})^2 \cdot S(y - \bar{y})^2}}$; värdet ligger alltid mellan +1 och -1, varvid värden nära +1 och -1 visa ett starkt samband, medan värden omkring 0 antyda att intet samband föreligger. Om ett visst värde är tillförlitligt eller ej beror starkt på antalet frihetsgrader ($n - 2$, om n är totalantalet).

gandet om ett lineärt samband stämmer bättre med verkligheten än antagandet om intet samband alls. Ett här ej medtaget diagram, uppritat på grundval av uppgifterna i tabell 4, visar en betydande, men till synes slumpmässig variation kring den rätta regressionslinjen.

För att eventuellt erhålla ytterligare bekräftelse på det funna sambandet har jag gjort en bearbetning av 1923 års mätningar på humustäcke och blekjord. Det visar sig här, att profiler med både humuslager och blekjord mäktigare än summan av medelvärde och spridningen, resp. mindre mäktiga än skillnaden mellan medelvärdet och spridningen äro vanligare än som kan väntas vid ren slumpvariation. Däremot äro profiler med mäktigt humuslager och tunn blekjord eller tvärtom sällsynta. Avvikelserna äro tillräckligt stora för att ge ett »signifikativt» värde (5 % sannolikhet), något som i hög grad stöder det förut erhållna resultatet. 1923 års profiler äro nämligen endast till en del upptagna på samma ställen som 1920 års.

Sambandet mellan humuslagrets och blekjordens mäktighet kan sålunda betraktas som säkert på Mölna-fältet, dock endast i stort sett, ty de enskilda fallen kunna förhålla sig mycket olika. Ett samband av samma natur har tidigare påvisats av O. TAMM (1920 sid. 149).

Det återstår att dryfta sambandet mellan de funna korrelationerna och orsaken till att ingen korrelation kan ses mellan humuslager och underlag.

Blekjordens i och för sig oväntade större mäktighet, i medeltal, på mellansand måste väl tolkas så att humuslagret där i genomsnitt har bildat mera sura ämnen som angripa mineralen. Man hade då kunnat vänta att humuslagret skulle ha varit tjockast på mellansand, så mycket mer som det är klar samvariation mellan mäktighetssiffrorna för blekjord och humuslager. Den egendomliga omständigheten att humuslagrets mäktighet ej visar korrelation med mineraljordens kornstorlek kan bero på att humuslagret är mera känsligt för yttre inflytelser än blekjord, rostjord och underlag, och på många håll har förändrats till mäktighet eller kemiska egenskaper eller bäggedera, sedan blekjorden utbildades. Om sådana förändringar ske endast på en del ställen, kan det vara tillräckligt för att dölja det relativt lösa sambandet mellan humuslagrets mäktighet och underlagets kornstorlek, men ej för att dölja det troligen fastare sambandet mellan humuslagrets och blekjordens mäktigheter. Slutligen kan man utöver omvandling av humustäcket tänka sig uppfrysning som störande faktor.

Rostjorden, anrikningshorisonten, kan på Mölna-fältet i regel uppdelas i en övre, mera humös och mörkfärgad zon (B_1), som vanligen är 3—4 cm mäktig men kan bli 5—10 cm, samt i en underliggande, rostgul sand (B_2) av större mäktighet och nedåt omärkligt övergående i underlaget genom att färgen ljusnar. Svag limonitfärgning kännetecknar även underlaget.

För den övre rostjordens (B_1) mäktighet har O. TAMM fått värdet 7,3 cm som medeltal av 40 bestämningar. De lägsta värdena voro 2—3 cm och de högsta 10—15 cm. I åtskilliga fall kunde de bägge rostjordshorisonterna ej

skarpt avgränsas. Den undre horisontens mäktighet är nästan omöjlig att objektivt fastställa, då övergången till underlaget är fullkomligt jämn. O. TAMM anger 40 cm som ungefärligt medeltal och 30—50 cm som ungefärlig variationsbredd.

Rostjorden är således ganska mäktig, vilket hänger samman med att den är utbildad i genomsläpplig jord, där kolloiderna komma att fällas ut över ett större område i vertikal led än i t. ex. morän. Med hänsyn till rostjordens beståndsdelar skulle man kalla markprofilen järnhumuspodsol. Särskilt den övre delen av rostjorden har en avsevärd humushalt (se tabell 14, sid. 79), väsentligt högre än halten av oorganiska kolloider. F. ö. kan nämnas, att denna horisont ibland är hopkittad och hård, alltså visar svaga tecken till skenhälla eller ortsten.

O. TAMM beskriver 1937 (sid. 16—18) en markprofil från Axamo, som är mycket lik den på Mölna-fältet, och som han anser vara representativ för hela södra delen av det i inledningen nämnda sandstråket från Hökensås till övre Lagadalen. På Hökensås däremot är markprofilen betydligt avvikande, med mycket mäktig blekjord (15—20 cm i en av O. TAMMS l. c. sid. 13—16 beskriven profil) och med anrikningshorisontens övre del utbildad som ett mörkt rostbrunt, hårt ortstenslager (skenhälla). Därunder kommer en mera normal rostjord men med förhårdnade partier. Bägge dessa slag av järnhumuspodsoler, liksom sydsvenska podsolprofiler i allmänhet, ha enligt O. TAMM (l. c. sid. 19) det gemensamt, att rostjorden är starkt vittrad. Att så är fallet på Mölna-fältet framgår av O. TAMMS basmineralindexbestämningar, där rostjorden har lägre värden än underlaget, något som utmärkt synes på fig. 25—33, sid. 74—75. Häri skilja de sig skarpt från nordsvenska podsolprofiler, där rostjorden har ungefär samma basmineralindex som underlaget. En annan skillnad mot Nordsverige är att en starkare humusinblandning i anrikningsskiktet där alltid synes hänga samman med högt grundvattenstånd (O. TAMM 1931 sid. 198); så är tydligen icke fallet på Mölna-fältet och de andra nämnda lokalerna.

Markprofilen på Mölna-fältet kan således betecknas såsom en järnhumuspodsol, men är såväl till uppkomst som beskaffenhet skarpt skild från de norrländska järnhumuspodsolerna. Från markprofilen på Hökensås skiljer den sig endast till graden. Hökensås-profilen är en mycket mera utpräglad typ, men den och Mölna-profilen förefalla att vara led i samma utveckling. Detta gäller såväl beträffande vittring och urlakning av blekjorden som anrikning i rostjorden eller skenhällan. Profiler påminnande om dem på Hökensås träffas också på Jyllands ljunghedar, också de utbildade på ett underlag av mineralogiskt fattig sand.

Den påfallande låga podsoleringsgraden på Mölna-fältet skulle möjligen också kunna förklaras så att resultatet av den normala urlakningsprocessen

har förstörts genom uppfrysning. Uppfrysningen kan knappast spela någon större roll på en vegetationsklädd sandmo, men efter en skogseld kunde den få betydelse, och kornstorleken är ej något absolut hinder om omständigheterna i övrigt gynna uppfrysning; i Sydsverige med dess regniga vintrar kan t. o. m. rullstensgrus någon enstaka gång visa uppfrysningsfenomen.

Viktigt för försöken är, om markprofilen företer stora skillnader mellan olika delar av fältet. Att döma av kartor uppritade med ledning av 1920 och 1923 års undersökningar (här ej medtagna) äro plus- och minusvarianterna i fråga om humustäckets och blekjordens mäktighet ganska regellöst spridda över fältet, vilket får anses som en gynnsam omständighet.

Kap. II. Trädbestånd och markvegetation på Mölnafältet före försöksfältets tillkomst

Innan jag övergår till att skildra kultureernas utveckling, skall jag försöka ge en bild av fältets utseende före kalavverkningen 1918—1919.

Då skogsförsöksanstalten fick hand om fältet först efter avverkningen, kunde inga undersökningar göras på det ursprungliga beståndet; däremot hade vegetation och marktillstånd endast obetydligt hunnit ändra sig vid den första undersökningen år 1920. Intill försöksfältets nordöstra gräns finnes som tidigare nämnts ett bestånd, alldeles likartat med det som tidigare fanns på försöksfältet. Här valde jägmästare E. ÖSTLIN 1932 ut en representativ provyta om 0,4 hektar, som han undersökte närmare och som torde kunna anses representativ även för försöksfältets tidigare bestånd. Dock finnes möjligheten, att tillväxten har skattats för högt, eftersom provytan låg i kanten mot försöksfältet och en del av träden ha kunnat utnyttja detta för sin vatten- och näringsförsörjning (jfr ANDERSSON 1945).

ÖSTLIN fann att skogen var någorlunda likåldrig med medelåldern 96 år och medelhöjden 15,2 m. Antalet stammar per har med diameter över 10 cm vid brösthöjd var 690, därav 552 tall och 138 gran. Slutenheten var 0,7. Tallens kubikmassa på bark var 107 m³/hektar, granens 17 eller tillsammans 124 m³/hektar. Årliga massatillväxten var 2,4 % för bägge trädslagen eller 2,6 m³/hektar för tall och 0,4 för gran. Vidare framgår av ÖSTLINS mätningar, att diametertillväxten hos olika tallar har växlat starkt, så att påfallande många tallar äldre än genomsnittet ha varit klenare än medeldiametern och åtskilliga yngre grövre.

Enligt de gjorda undersökningarna motsvarar beståndet en svag bonitet V i JONSONS system. Markboniteten torde kunna betecknas såsom medelmåttig



Fig. 4. Typisk bild av skogen nordöst om Mølna-fältet.

Representative view of the forest north-east of Mølna Field.

FOTO O. TAMM 19.V.1922 (O. TAMM 1938, fig. 1).

till något svag vid jämförelse med de genomsnittliga förhållandena i Jönköpings län. Särskilt framstår marken som svag vid jämförelse med många andra grus- och sandmarker i södra och mellersta Sverige. Vid Rödjenäs i samma län finnas t. ex. utmärkta sandmarker, och som exempel på goda sandmarker i mellersta Sverige kan anföras Malingsbodalen (jfr analysen tab. 3). Även i försöksfältets närhet förekommer en helt annan och bördigare skogstyp på moränmarkerna, som i denna trakt innehålla hyperitmaterial.

Att skogen har varit någorlunda likåldrig, torde sammanhånga med att den har uppkommit på kolvedhyggen. Kolbottnar träffas här och var i skogen, en helt nära gränsen till försöksfältet. Senare har skogen plockhuggits.

Markvegetationen i skogen invid försöksfältet undersöktes 1926 av docent CARL MALMSTRÖM, som gjorde följande ståndortsanteckning (30. 5. 1926):¹

Träd	<i>Picea abies</i>	t
	<i>Pinus silvestris</i>	s—r
Ris	<i>Calluna vulgaris</i>	e
	<i>Empetrum nigrum</i>	e
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	e
	» <i>vitis idaea</i>	r (fläckvis y)
Mossor	<i>Dicranum rugosum (undulatum)</i>	r
	<i>Hylocomium proliferum</i>	e—t
	<i>Pleurozium Schreberi (Hylocomium parietinum)</i>	r
Lavar	<i>Cladonia rangiferina</i>	e
	» <i>sylvatica</i>	e
	» sp. (bågarlavar).....	e

Denna artlista gäller för den vanligaste typen av skogen, av MALMSTRÖM karakteriserad som en lingonrik grantallskog med bottenskikt huvudsakligen av *Dicranum rugosum* och *Pleurozium Schreberi*. Inom öppnare partier av beståndet är det mer ljung och lavar, i slutnare mer blåbärsris och mossor. Under mycket täta trädgrupper träda risen och lavarna nästan helt tillbaka, och markvegetationen består av en ren mossmatta. Inom glesare fläckar återigen kunna mossorna helt försvinna, och markvegetationen utgörs av ljung och lingonris i fältskiktet, renlavar och ibland något islandslav i bottenskiktet. Gräs och örter äro påfallande sällsynta. Icke ens *Deschampsia flexuosa* är vanlig.

Markvegetationen på själva försöksfältet undersöktes som nämnts av fil. lic. LARS-GUNNAR ROMELL i juni 1920. Vid detta tillfälle hade vegetationen ej hunnit förändra sig så mycket, och genom att döda exemplar av t. ex. blåbärsris medräknades, får man med ledning av ROMELLS uppgifter en rätt god uppfattning av tillståndet före avverkningen.

ROMELL sökte icke urskilja några skogstyper, men det framgår av hans uppgifter, att den nyss skildrade skogstypen (lingonrik grantallskog med bottenskikt av *Pleurozium Schreberi* och *Dicranum rugosum*) har varit rådande även över större delen av försöksfältet. ROMELL karakteriserar vegetationen på fältet som mycket enformig.

Vegetationsanalyserna gjordes enligt RAUNKIAER—LAGERBERGS metod (LAGERBERG 1914) med en 0,5 m², stor ram som lades ut på 196 punkter i ett

¹ Skalan är den vanliga femgradiga (enstaka—tunnsådd—strödd—riklig—ymnig). Nomenklaturen följer Förteckning över Skandinaviens växter, 1941 (del 1) och 1937 (del 2—4) utom i några ortografiska detaljer.

förband som anslöt sig till de 45 av O. TAMM samtidigt undersökta markprofilerna (se sid. 12) På varje yta antecknades de arter som förekommo. Om en art täckte en fjärdedel eller mera av rutan, antecknades även dess täckningsgrad. Genom att uträkna i hur många rutor i procent av hela antalet en art förekom, erhöles artens s. k. frekvensprocent.

ROMELL uppgjorde nedanstående artlista för försöksfältet; de arter som träffades inom de 196 provytorna äro försedda med sina frekvensprocenttal; arter som sakna sådana förekommo i regel ytterst sparsamt.

Ris	<i>Arctostaphylos uva ursi</i>	—
	<i>Calluna vulgaris</i>	35
	<i>Empetrum nigrum</i>	24
	<i>Vaccinium myrtillus</i> (lika ofta död som levande)	55,5
	<i>Vaccinium uliginosum</i>	— (mycket enstaka fläckar)
	» <i>vitis idaea</i>	98
Örter	<i>Melampyrum pratense</i>	3
Gräs	<i>Carex fusca</i> (<i>Goodenooowii</i>).....	— (mycket enstaka fläckar)
	<i>Deschampsia flexuosa</i>	0,5
	<i>Festuca ovina</i>	0,5
Mossor	<i>Ceratodon purpureus</i>	—
	<i>Dicranum rugosum</i> (inklusive något <i>D. scoparium</i>).....	99,5
	<i>Hylocomium proliferum</i>	53,5
	<i>Pleurozium Schreberi</i>	99,5
Lavar	<i>Cetraria islandica</i>	7
	<i>Cladonia coccifera</i>	—
	» <i>cornuta</i>	—
	» <i>deformis</i>	—
	» <i>gracilis</i>	—
	» <i>pleurota</i>	—
	» <i>rangiferina</i>	38
	» <i>sylvatica</i>	38
	<i>Peltigera aphthosa</i>	—

På och utmed gångstigar sågs dessutom *Rumex acetosella*, en *Luzula*-art, *Carex pilulifera*, *Poa annua* och *Poa pratensis*.

ROMELL gjorde även upp kartskisser för de viktigaste växtarterna. Observationspunkterna äro alltför få, för att man skall få en fyllig bild av skillnaderna mellan olika delar av fältet. Vissa allmänna drag komma dock fram. *Empetrum* synes föredra fältets kanter mot omgivande vattendrag. Den förekom där ofta med hög täckningsgrad, men var ovanligare inom fältets centrala och östliga delar. Rakt motsatt utbredningstyp mot *Empetrum* hade renlavsarterna, som undveko de lägre och fuktigare randzonerna. Det är dock ej troligt, att grundvattnet ensamt reglerar utbredningen av vare sig *Empetrum*

eller *Cladonia*-arterna. Sydöstra delen av fältet, där grundvattnet ligger på upp till 1,5 m djup, var fattig på *Empetrum* men rik på *Cladonia*.

Inga större olikheter i frekvens mellan olika delar av fältet för sådana arter som nu äro inskränkta till vissa delar, t. ex. blåbär och husmossa (*Hylocomium proliferum*) synas på kartorna. Ej heller ljungen visar några större oregelbundenheter i utbredningen. Möjligen var fältets sydöstra hörn mera hedartat, och blåbär och husmossa voro att döma av ROMELLS uppgifter ej fullt så vanliga där.

Kap. III. Kulturerna och deras utveckling

Fältets indelning; försöksåtgärderna

Försöksfältets indelning framgår av kartan fig. 5. Framst skall här behandlas det s. k. huvudförsöket (inramat på kartan). På grund av fältets form återstodo avsevärda partier därav, sedan så stor och likformig del som möjligt hade avsatts till huvudförsöket. Bl. a. kunde partiet närmast skogen i nordöst ej användas till huvudförsöket, då rotkonkurrens kunde befaras. Här borde också rimligtvis självsådden bli tätast, varför ett med skogskanten parallellt band till en början lämnades utan kultur för att man skulle kunna studera självföryngringen. Närmast järnvägen i sydöst planterades ett tio meter brett björkband för att minska brandrisken. Då god tillgång på björkplantor fanns, planterades ett likadant björkband i nordöst, mellan skogen och självsåddbandet, för att på lämpligt sätt avgränsa försöksfältet i framtiden. I sydöst återstod så ett område som på grund av sin triangulära form ej lämpligen kunde ingå i huvudförsöket (i den första indelningen fördes det dit som parcell I och II) och uppdelades i smärre försöksytor som fingo olika behandling. På liknande sätt uppdelades en remsa med något oregelbunden topografi väster om bälte XI i huvudförsöket (se fig. 2, sid. 11). En yta (nr 17) lämnades helt utan åtgärd som jämförelseyta; en annan sådan yta är nr 2 d, som lämnades orörd, när självsåddbandet utmed skogen markbereddes och sedermera kultiverades.

Försöken på de mindre ytorna utanför huvudförsöket skola i det följande endast behandlas i den mån de kunna belysa de problem som blivit aktuella i samband med huvudförsöket. I den mån de behandla jämförelser mellan olika markberednings- och såddmetoder komma de i framtiden eventuellt att bearbetas vid Skogsforskningsinstitutets skogsavdelning.

Huvudförsöket är delat i nio 50 m breda bälten löpande i nordsydlig riktning. Vinkelrätt mot dem delades försöket i tio band, nummerade från söder till norr. De flesta äro 25 m breda (nr: 2, 3, 4, 5, 6 och 9), ett 37,5 m (nr 7)

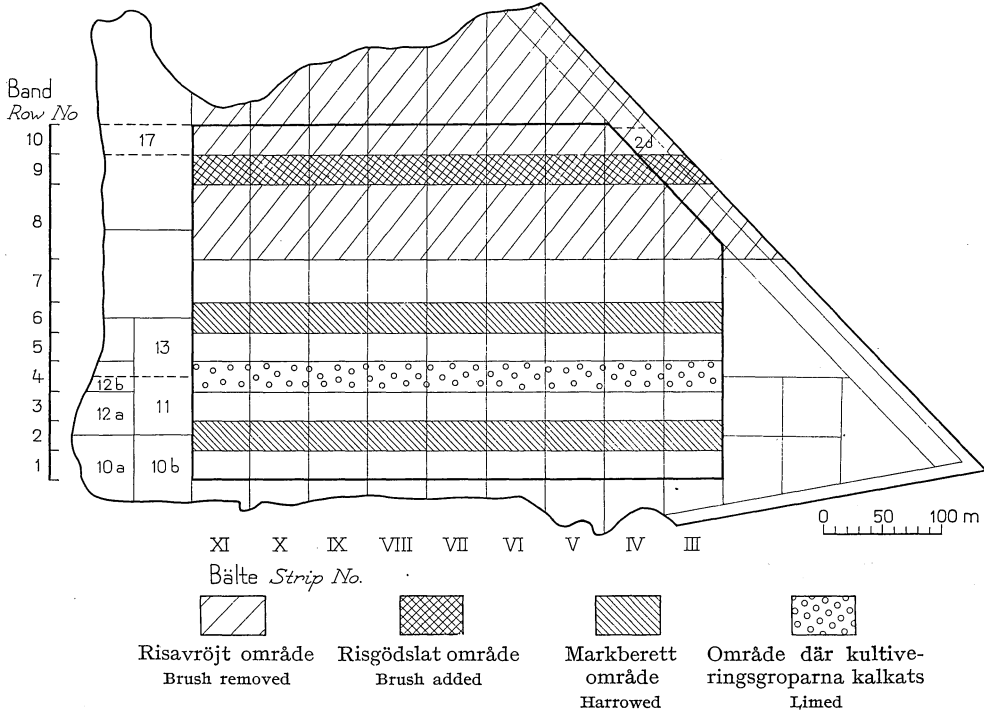


Fig. 5. Karta över Mölna försöksfält, visande försöksindelningen. Huvudförsöket är inramat med en kraftig linje.

Layout of the experiments in Mölna Field. Plots within the area bounded by a heavy line belong to the main series.

och ett 62,5 m (n:r 8). Banden 1 och 10 räckte från början ända ned till försöksfältets södra resp. norra gräns (bäcken resp. Käringsjön), men vid revisionerna har endast en 25 m bred remsa av vardera tagits med; slutningarna mot vattendragen ha sålunda skurits bort.

Vid alla gränshörn sattes märkta pålar, som sedan ha förnyats en gång. Märkningen är sådan, att varje ruta har en påle i varje hörn; sydvästra pålen har rutans beteckning inristad, t. ex. VII: 5. Bokstäver (M, K, A eller R) visa var marken är markberedd, kalkad, risavröjd eller risgödslad. — De utanför huvudförsöket liggande ytorna äro märkta på liknande sätt med pålar i varje hörn och med beteckningar inristade på pålarna.

För att stänga ute betande djur inhägnades fältet med ett staket. Trots det har där vid enstaka tillfällen setts betande kor. Dock ha varken de eller älgar gjort större skador.

Banden 1, 3, 5 och 7 skulle bli jämförelseband och lämnades utan åtgärder före kultivering. Banden 2 och 6 markbereddes med fjäderharv, sedan först ris och skrädstickor hade samlats i högar. Där råhumusen var tunn, blev



Fig. 6. Risbandet i maj 1922.
Row 9, with brush added. May, 1922.

Foto O. TAMM (O. TAMM 1938 fig. 3).

markberedningen effektiv, men intill stubbar och på smala remsor mellan och under rishögarna harvades icke. Till slut breddes riset åter ut, medan skrädstickorna fingo ligga kvar. Allt detta gjordes strax före kultiveringen, i bältena VII—XI år 1922 och i bältena III—VI år 1923. Band 4 behandlades ej före kultiveringen, men vid denna inblandades i varje planterings- eller såddgrop c:a 400 g slamkalk från Götafors sulfatfabrik, tillhörig Munksjö AB. Särskilt intensiv blev kalkningen på fläckar där kalk hade legat upplagd.

Inom band 8 och 10 röjdes riset noggrant bort och släpades till band 9. Skrädstickorna fingo däremot ligga kvar. Røjningen gjordes inom bältena VII—XI i maj 1922, inom bältena III—VI i juli 1922. På band 9 blev det genom risgödsling ett i genomsnitt en halv meter tjockt ristäcke (fig. 6). Vid kultiveringen måste naturligtvis riset tas bort från själva planterings- och såddgroparna.

Kultiveringen

De nio bältena kultiverades med olika trädslagsblandningar. Planter sattes ut i maj och juni 1922 i bältena VII—XI (= block A) och barrträd såddes och lövträd planterades i maj 1923 i bältena III—VI (= block B).

Bälte III rutsåddes 1923 med tall- och granfrö av småländsk härstamning i blandning 0,7 : 0,3. Tallfröet var av årets klängning; granfröet var från år 1919 och hade låg grobarhet i motsats till tallfröet. Förbandet var 1,3 m, motsvarande c:a 6 000 planter per hektar. Fröet såddes med Hallströms såddkanna genom mel-

lanöppningen, med två knäpp, motsvarande c:a 28 frön. Varje såddruta beredd inom bälte III på följande sätt (s. k. råhumusgödsling). En grop upphackades och fylldes med råhumus, dels den redan avskalade, dels mera som fläktes av från marken omkring groparna. Ovanpå lades den upphackade jorden och sedan blandades det hela och trampades till. Till sist såddes och myllades på vanligt sätt.

Bälte IV planterades först med tvåårig björk från Ranviks plantskolor i Båstad i 3,2 m förband. Sedan rutsåddes samma slags tall- och granfrö som i bälte III i 1,3 m förband, men inga såddrutor togos upp där det redan fanns björk.

Bälte V rutsåddes på samma sätt som bälte III, men utan den s. k. råhumusgödslingen.

Bälte VI planterades först med tvåårig gråal från Ranviks plantskolor i 3,2 m förband och rutsåddes sedan med enbart tallfrö (av samma ursprung som det andra); där al kom i vägen, hoppades platser över.

Bälte VII spettplanterades med tall och gran i blandning 2: 1 och i 1,3 m förband. I varje planteringsgrop blandades 7—8 liter björkkärrtorv, så att gropen fylldes med ungefär hälften sand och hälften torv. Plantorna voro ettårig tall och tvåårig gran (småländskt frö). Under planteringen 1922 visade sig den utkörda torvmängden för liten, varför ett 12 m brett band utmed parcellens östra gräns måste lämnas till följande år. Torv fanns ej heller då till hands, och de återstående planteringsgroparna bereddades som såddgroparna i bälte III (s. k. råhumusgödsling).

Bälte VIII planterades först med treårig björk från Ranviks plantskolor i 3,2 m förband. Härvid kommo av misstag några få videplantor med i stället för björk. Därefter spettplanterades med samma slags tall- och granplantor som i bälte VII i blandning 2: 1 och i samma förband. Där björkar redan hade planterats, hoppades platser över.

Bälte IX planterades med tall- och granplantor i blandning 2: 1. I den västliga halvan av bältet sattes plantorna i öppen grop med en råhumustörva lagd intill plantans rötter. På detta sätt planterades för övrigt alla lövträdplantor inom de bälten där sådana funnos. I den östra hälften av bälte IX spettplanterades på vanligt sätt.

Bälte X planterades först med tvåårig gråal från Ranviks plantskolor i 3,2 m förband, därefter med enbart tall till 1,3 m förband.

Bälte XI planterades med tallplantor i 1,3 m förband, varvid en 9 m bred remsa utmed västra kanten planterades med tvåårig tall; resten av bältet planterades med ettårig tall. Barrträdplantorna voro här liksom på resten av fältet från Skogsvårdsstyrelsens plantskolor och uppdragna ur småländskt frö.

Kulturernas första utveckling

Våren och försommaren voro någorlunda fuktiga både 1922 och 1923, och i stort sett gingo alla plantor och sådder väl till åtminstone under första året. Men snart började det bli avgång i plantmaterialet.

I gråalkulturerna fröso plantorna i allmänhet ned, och en stor del gingo ut. De kvarvarande äro ej särskilt växtliga, även om en del blomma och sätta frukt. Ett försök att få självsådd genom markberedning kring större gråalar år 1930 slog helt fel. Vid revisionen 1941—1942 funnos inom bälte VI 45 grå-

alar per hektar kvar, inom bälte X endast 18 per hektar, således i bägge fallen en ringa bråkdelen av de utsatta (omkring 1 000 per hektar). De flesta kvarvarande gråalarna voro helt små buskar. Endast omkring en femtedel voro högre än en meter. — Gråalarna kunna således icke nämnvärt inverka på marktillståndet, såsom avsikten från början hade varit, och de skola ej vidare beröras här.

Även björkkulturerna blevo till största delen misslyckade. Då björkens utveckling på några ytor utanför huvudförsöket är av stort intresse, skall jag nedan behandla björken på försöksfältet i ett sammanhang och övergår därför nu till barrträdskulturerna.

Barrträdssådden år 1923 i bältena III—VI var i stort sett lyckad i fråga om huvudträdslaget, tallen. Gransådden var betydligt sämre, beroende på låg grobarhet hos det använda fröet. Men även i tallkulturen uppkommo småningom luckor här och var över hela området, varför det beslöts, att hjälpkultur skulle tillgripas.

Vid revisionerna, som skedde vart eller vartannat år fram till 1938, såg man naturligtvis efter, om de utförda åtgärderna hade haft någon verkan på kulturerna. Överallt kunde ju jämförelser göras med intilliggande obehandlade band.

Markberedningen inom banden 2 och 6 visade ingen märkbar effekt på planter eller såddresultat. Inom det kalkade bandet funnos flerstädes mycket kraftiga tallplantor, men någon mera genomgående skillnad kunde ej iakttagas mellan kalkbandet och närliggande normalband.

De risröjda banden visade ingen märkbar skillnad i plantutveckling eller såddresultat gentemot normalbanden. I risbandet hade det blivit stora luckor, säkerligen genom att tjädern hade hållit till i det till en början halvmeterhöga ristäckets och konsumerat tallplantor. I det kvarvarande glesa beståndet voro tallarna ofta påfallande frodiga och vargvuxna. De voro ej tillräckligt många för att man skulle kunna påvisa en säker skillnad i höjd mellan risband och röjda ytor.

Ytterligare en åtgärd i markförbättrande syfte hade utförts inom den 1923 sådda delen av huvudförsöket, nämligen den s. k. råhumusgödslingen inom bälte III. Något positivt resultat av denna kunde ej märkas; snarare var plantavgången större inom bälte III; det kan bero på ökad benägenhet för uppfrysning där råhumustäckets skalats av och dess vattenhållande substans blandats in i sanden. Även om plantavgången icke berodde på råhumusgödslingen, måste denna här anses som en åtgärd utan markförbättrande verkan.

Tall- och granplanteringarna år 1922 i bältena VII—XI gingo också i stort sett väl till i början i fråga om båda trädslagen. Småningom uppstodo luckor,



Fig. 7. Frodvuxen tall i risbandet. T. v. normal tall.

Vigorous pine in row 9 (brush added). To the left, average pine.

Foto O. TAMM, 22.VI.32.

som hjälpkultiverades. De olika markförbättringsåtgärdernas verkan var svår att iakttaga vid de tidigare revisionerna. Möjligen voro plantorna något kraftigare och frodigare än normalt inom den torvgödslade delen av bälte VII och inom risbandet, som även här delvis var glest efter skogsfågeln's åverkan. En frodvuxen tall i risbandet synes på fig. 7. Någon effekt av de övriga åtgärderna, markberedning, kalkning, risavröjning och råhumusgödsling (det senare inom en remsa av bälte VII), kunde ej iakttagas på tall- och granplantorna. Åtgärdernas inverkan på självsådden av björk och på markvegetationen skall nedan diskuteras (sid. 47 och 91).

Såsom nyss nämnades, blev det efter några år luckor i förbandet. De hade olika orsaker. På många håll, mest i svackor (så flacka att de knappast voro märkbara för ögat), gingo de flesta plantor ut efter svampangrepp vid rothalsen. Såväl tall som gran och björk voro känsliga för dessa svampar, men en bergtall, som av misstag hade kommit med i kulturen, har hela tiden visat god växt mitt i en av de värsta »skadesvackorna». På andra håll tycktes plantorna lida av hunger; tall- och granplantorna blevo gulgröna, kortbarriga och växte ytterst långsamt eller icke alls. Småningom gingo många ut (se

vidare sid. 66), tall likaväl som gran och björk. Där plantor gingo ut av andra orsaker, blev det inga eller endast mindre luckor, utom i risbandet genom tjäderns åverkan.

Hjälpkulturer

Försöksfältet hjälpkultiverades våarana 1926, 1929 (huvudsakligen inom de mindre försöksytorna i sydöst) och 1930. Härvid ersattes utgångna plantor, så att det ursprungliga förbandet återställdes. I björkbältena IV och VIII sattes 1926 björk, där denna hade gått ut, annars gran. I övriga bälten ifylldes förbandet samma år med gran, med tall och gran eller med enbart tall (det sista i de förut granfria bältena VI, X och XI). Vid den andra hjälpkulturen, 1929 och 1930, planterades mest tall. I bälte VIII, västra hälften, planterades björk i tätt förband, varom mera nedan. Vid hjälpkulturerna användes ettåriga eller i en del fall tvååriga ej omskolade tallplantor av småländskt frö, två- eller treåriga granplantor, delvis härstammande från utländskt frö (Karpaterna), och ettåriga björkplantor av småländskt frö. Vid hjälpkulturen i björkkappan utmed skogskanten användes även självsådda björkplantor från de delar av fältet, som enligt försöksplanen skulle hållas björkfria.

I tabell 5 visas en sammanställning av antalet plantor i de bägge hjälpkulturerna. Den ger också en uppfattning om antalet tomma platser i förbandet vid de bägge tillfällena, låt vara att på särskilt svaga ytor ofta två plantor sattes i varje grop, i synnerhet vid den andra hjälpkulturen. Vidare återges i tabellen antalet kvarlevande träd vid slutrevisionen 1941—1942. Det var då ofta svårt att avgöra, om ett träd hörde till den ursprungliga kulturen eller till någondera hjälpkulturen. Alla tvivelaktiga fall ha, i tabell 5 och annars, räknats till hjälpkulturerna. — Alla siffror i tabellen avse antalet plantor per hektar och äro således jämförbara; det ursprungliga antalet planterings- eller såddrutor per hektar skulle som nämnts vara 6 000, men tyvärr gjordes en del ryckningar i förbandet, varför den verkliga siffran är rätt osäker.

Som framgår av det faktum, att redan efter 3 år en ny hjälpkultur behövdes, utvecklade sig den första hjälpkulturen ej tillfredsställande. Av tabell 5 framgår dessutom, att vid den andra hjälpkulturen flera plantor behövdes än vid den första; skillnaden är större än som kan förklaras med att två plantor ibland sattes i samma grop år 1930, och den innebär tydligen att plantavgången i den ursprungliga kulturen fortsatte. Inom de flesta parceller levde vid slutrevisionen endast en mindre del av de utsatta hjälpkulturplantorna kvar, och i allmänhet hade de ej uppnått större höjd. Granens utveckling är emellertid överhuvudtaget långsam på Mölna-fältet på grund av frostskadorna, och många hjälpkulturgranar se trots sin ringa storlek friska ut. Även kvarlevande hjälpkulturplantor bidra på sina håll till att skade- och hungerfläckar läkas.

Tab. 5. Antalet utplanterade hjälpkulturplantor samt antalet levande träd vid slutrevisionen (1941—1942) inom olika bälten
Seedlings to the hectare planted in 1926 and 1930 to supplement the plantings of 1922—1923, and trees to the hectare found in 1941—1942

Alla siffror äro beräknade per hektar

B ä l t e Strip No.	Hjälpkulturen 1926 Planted in 1926			Hjälpkulturen 1930 Planted in 1930			Kvarlevande vid slutrevisionen Found in 1941—1942				
	Tall Pine	Gran Spruce	Björk Birch	Tall Pine	Gran Spruce	Björk Birch	Tall Pine		Gran Spruce		Björk Birch Mest självsådd Mostly self-sown
							1:a kul- tur+ ti- dig själv- sådd Dating from 1919 to 1923	Hjälp- kultur Planted later	1:a kul- tur+ ti- dig själv- sådd Dating from 1919 to 1923	Hjälp- kultur Planted later	
III	—	1 640 $\frac{3}{1}$	—	4 030 $\frac{1}{0}$	1 330 $\frac{2}{0}$	—	1 750	620	449	1 340	170
IV	—	670 $\frac{3}{1}$	1 000 $\frac{1}{0}$	4 000 $\frac{1}{0}$	—	—	2 450	590	967	547	268
V	—	1 360 $\frac{3}{1}$	—	2 800 $\frac{1}{0}$	—	—	2 390	655	864	435	47
VI	1 520 $\frac{1}{0}$	—	—	3 400 $\frac{2}{0}$	—	—	2 320	810	93	—	54
VII	—	1 580 $\frac{3}{1}$	—	2 540 $\frac{2}{0}$	2 050 $\frac{2}{0}$	—	2 260	90	585	902	87
VIII ¹	—	1 190 $\frac{3}{1}$	760 $\frac{1}{0}$	—	—	4 350 $\frac{1}{0}$	2 380	—	648	565	250
IX	—	1 210 $\frac{3}{1}$	—	2 620 $\frac{2}{0}$	2 000 $\frac{2}{0}$	—	1 550	170	835	830	76
X	2 520 $\frac{1}{0}$	—	—	3 310 $\frac{2}{0}$	—	—	2 120	350	48	—	338
XI	1 530 $\frac{1}{0}$	—	—	1 670 $\frac{2}{0}$	—	—	2 180	370	48	—	285

¹ Västra hälften. Western half only.

Utom huvudförsöket hjälpkultiverades även den övriga delen av fältet, där så behövdes. Vid kultivering å 1923 lämnades som nämnts ett område obesäat för att självsådden skulle kunna studeras. Det var ett tjugo meter brett bälte mellan björkbandet utefter skogskanten och resten av fältet. Det hade delvis risavröjts (i förlängningen av band 8 och 10) och till en liten del ristäckts (i förlängningen av band 9). Det markbereddes med klösharv å 1923 för att underlätta självsådden; endast den ristäckta delen och den norr därom belägna jämförelseytan 2 d markbereddes ej. Någon föryngring i samband med markberedningen infann sig ej alls, varken av björk eller barrträd, och de plantor som tidigare hade självsått sig, voro icke på långt när tillräckliga för att trygga återväxten. Här planterades våren 1926 tall och gran i samma förband som inom största delen av försöksfältet, 1,3 m. Dock lämnades ytan 2 d oplanterad. I motsats mot de samtidigt planterade hjälpkulturerna med samma slags plantor inom huvudförsöket utvecklade sig denna kultur någorlunda tillfredsställande; dock behövdes hjälpkultur 1929 och 1930.

I samband med hjälpkulturen 1926 hyggesrensades hela fältet, utom jämförelseytor 2 d och 17, vilka ej rördes. Även i sjökanten i norr sparades en del granar, som vid avverkningen 1918—1919 hade varit för klana.

En del självsådd av tall och gran finnes på försöksfältet. Nedan skall närmare redogöras för den (sid. 55). Den är ej av sådan omfattning och fördelning, att den kan inverka nämnvärt på resultaten av huvudförsöket.

Resultat av huvudförsöket

A. Tallen

En första mera ingående revision av huvudförsökets plantmaterial gjordes i juni 1932 av jägmästare E. ÖSTLIN. Han gjorde upp diagram över antalet

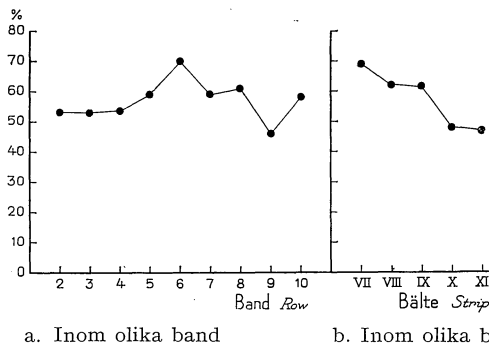
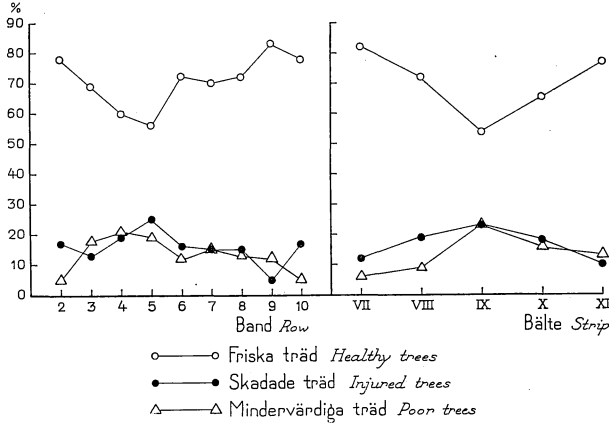


Fig. 8. Antalet levande plantor av samtliga trädslag år 1932 inom block A, i procent av antalet planterade.

Survivors in hundred trees planted (all species). Block A, 1932, considered by rows (left) and by strips (right).



a. Inom olika band b. Inom olika bälten

Fig. 9. Tallplantornas tillstånd år 1932 inom block A.

Condition of pines in 1932. Block A, considered by rows (left) and by strips (right).

kvarlevande plantor och tallplantornas fördelning på godhetsklasser inom den 1922 planterade delen av huvudförsöket. Även resten av huvudförsöket reviderades, men resultatet är här mycket mindre överskådligt, då denna kultur är sådd.

Ur dessa diagram framgår, att risbandet har lägre antal plantor än övriga band, trots att hjälpkulturerna här gingo förhållandevis väl till, åtminstone i början. Vidare har det delvis torvgödslade bältet VII större antal plantor än övriga bälten. Samtidigt ha dessa bägge ytor, risbandet och torvbältet, den högsta procenten goda tallplantor. Dock äro utslagen ej av den art att de medge säkra slutsatser (fig. 8 och 9).

Trädbeståndet inom huvudförsöket slutreviderades av kronojägare FOLKE MARELD i september 1941 och september 1942. Härvid höjdmättes samtliga träd inom två remsor om vardera tio meters bredd utefter västra gränsen av varje bälte (utom bälte XI, där remsorna lades utmed östra gränsen). På träd som mättes 1942 medräknades ej årets toppskott, för att värdena skulle kunna jämföras med de övriga. På grundval av MARELDS mätningar ha medeltal kunnat uträknas för höjden på 100 ytor om i regel 250 m² inom 1922 års plantering (bälte VII—XI) och 74 ytor inom 1923 års sådd (bältena III—VI). Närmast skall här behandlas den ursprungliga tallkulturen, och dess medelhöjd inom olika ytor framgår av fig. 10.

På figuren har för tydlighetens skull ingen hänsyn tagits till att siffrorna endast hänföra sig till en femtedel av den yta, vari de skrivits. (Bältena äro 50 m men de reviderade remsorna endast 10 m breda.) Plus- och minusvarianter ha tecknats med framåtlutande, resp. tunna siffror. Man finner höga medelvärden inom 1922 års plantering mest i det torvgödslade bältet VII (den rå-

	Block A				Block B				Markbehandling Treatment of soil											
	No. XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV		III										
10	4,10	4,27	4,42	4,60	3,97	4,27	4,30	4,25	4,35	5,07	3,14	2,77	3,14	3,75	Ris bortröjt	Brush removed				
9	4,96	4,84	4,41	4,46	4,46	4,19	4,45	4,60	4,59	4,97	3,71	4,58	4,18	4,61	4,16	4,33	Ris påfört	Brush added		
8	4,26	4,13	3,73	3,71	4,27	4,15	3,96	3,87	4,70	4,53	3,41	3,51	3,68	3,58	3,48	3,32	3,76	4,05	Ris bortröjt	Brush removed
7	4,07	4,05	4,02	4,01	3,82	4,28	3,84	4,19	5,30	4,90	3,87	3,63	3,51	3,70	3,61	3,74	3,94	3,91	Ingen	None
6	4,11	4,34	3,98	4,15	4,07	4,53	3,55	4,21	4,79	5,21	3,41	3,76	2,97	3,12	3,97	3,86	3,61	3,67	Harvat	Harrowed
5	4,42	4,52	4,02	4,37	4,41	4,24	3,83	4,38	4,82	4,92	3,57	3,80	3,42	3,54	3,56	3,88	4,03	4,19	Ingen	None
4	3,78	4,20	4,26	4,02	3,95	3,78	3,86	3,82	4,79	4,78	3,66	3,39	3,37	3,22	3,47	3,64	3,72	3,82	Kalkat	Limed
3	3,11	3,74	3,56	3,62	4,05	3,96	4,38	3,83	4,99	4,64	3,34	3,57	3,61	3,74	3,60	3,23	3,38	3,41	Ingen	None
2	4,20	4,42	3,88	3,48	4,02	3,78	3,93	3,33	4,84	4,63	3,34	2,90	3,34	3,36	3,27	3,13	3,40	3,27	Harvat	Harrowed
1	4,27	4,46	4,14	3,97	4,09	3,88	3,82	3,79	5,09	5,24	3,79	3,17	3,69	3,42	3,75	3,89	3,76	3,65	Ingen	None

Tall + Björk (A) Gran Gran Gran (A) Gran Gran Gran
 Admixed Birch Björk Spruce Björk Spruce (Alder) Spruce Björk Spruce
 (Alder) Spruce **Torv** Spruce
 Birch Birch **Peat** Birch

Fig. 10. Kartdiagram över tallens medelhöjd i meter hösten 1941 på småytorna inom huvudförsökets två huvudserier, där tallen var planterad 1922 (block A) eller sådd 1923 (Block B). Plus- och minusvarianter ha utmärkts med lutande eller tunna siffror om talen skilja sig från ytseriens (blockets) medelvärde (M nedan) med mer än standardavvikelsen i serien (σ nedan).

Mean heights, in metres, of Scotch Pine in the two main series of plots, late in 1941. The pine had been planted in 1922 (Block A) or sown in 1923 (Block B). Each number stands for a plot. Figures differing from the mean (M) of a series (A or B) by more than the standard deviation (σ) are shown in italics or in lean type. M and σ have the following values.

	Block A.	Block B.
Medelhöjd (M).....	4,24 m	3,61 m
Standardavvikelse (σ)	0,43 m	0,33 m

humusgödslade remsan av detta bälte har ej reviderats) och i någon mån på det risgödslade bandet. Minusvarianterna ligga mera oregelbundet; såsom nedan skall visas, markera de ofta s. k. hungerfläckar (sid. 66). Inom 1923 års kultur förekomma plusvarianterna framför allt i risbandet, men några spridda höga värden sakna synbar anknytning till försöksindelningen.

Samma resultat erhålles, om man räknar ut medelvärdena för band och bälten. För den planterade kulturen (block A) erhålles följande värden (antalet mätta tallar inom parentes):

Band 1, normalband (611).....	4,29 m
» 2, markberett (507).....	3,99 »
» 3, normalband (435).....	4,04 »
» 4, kalkat (408).....	4,05 »
» 5, normalband (528).....	4,37 »

Band 6, markberett (539).....	4,35 m
» 7, normalband (789).....	4,26 »
» 8, risavröjt (1 286).....	4,15 »
» 9, <i>risgödslat</i> (511).....	4,63 »
» 10, risavröjt (678).....	4,36 »
Bälte VII, <i>torvgödslat</i> (1 351).....	4,83 »
» VIII, (1 428).....	3,98 »
» IX, (931).....	4,14 »
» X, (1 276).....	4,02 »
» XI, (1 306).....	4,24 »
Bältena VII—XI (6 292).....	4,25 »

Om dessa siffror måste först anmärkas, att de endast avse tallarnas höjdtillväxt och att det av dem icke framgår hur frodvuxna tallarna blevo t. ex. efter risgödsling (se fig. 7). Men denna frodvuxenhet motsvarar ej någon ökning i värdetillväxten. Tallarna i risbandet äro ofta vargvuxna.

Vidare måste siffrornas statistiska bärkraft undersökas. Detta sker med hjälp av variansanalys i tabell 6.

Vid variansanalys liksom vid kovariansanalys (sid. 18) skaffar man sig olika skattningar av en storhet, variansen, som är karakteristisk för en population, en oändligt stor samling av värden, i detta fall höjder på tallar. Skattningen av variansen kallas medelkvadrat och är i enklaste fall = kvadraten på spridningen. Om olika medelkvadrater avvika starkt från varandra, är sannolikheten liten för att de skola kunna vara slumpvis uttagna ur samma population; såsom nämnt bildar man kvoter mellan medelkvadraterna och jämför dem med tabellvärden. Principiellt viktigt är nu, att man kan grunda de olika skattningarna av variansen på olika delar av den föreliggande variationen. Man kan t. ex. skaffa sig en medelkvadrat för variationen inom de underordnade grupperna, i detta fall småytorna, en medelkvadrat som hänför sig till variationen mellan småytor inom varje bälte, och en medelkvadrat hörande till variationen mellan olika bältesmedelvärden. Om något bälte är behandlat annorlunda än de övriga, såsom fallet är här, kan man ytterligare uppdelna den sista variationen i en del utgörande variationen mellan det olika behandlade bältet och de övriga tagna i klump, och en annan del utgörande variationen mellan de lika behandlade bältena.

Varianskvoter räknas i allmänhet ut genom att en medelkvadrat divideras med den som gäller den närmast underordnade variationen. Den överordnade variationen är nämligen beroende av alla de orsaker som åstadkomma den underordnade, och dessutom eventuellt av den variationsorsak man vill studera genom att göra den överordnade jämförelsen. Till varje sådan andel av totalvariationen som här har talats om hör ett visst antal frihetsgrader, i allmänhet en enhet mindre än antalet jämförda storheter. Vid en jämförelse mellan två grupper är således antalet frihetsgrader ett för den ena medelkvadraten (i regel den större) och för den andra antalet värden minskat med två. Förut har omtalats att medelkvadraterna erhållas genom division av motsvarande (avvikelse-)kvadratsummor med antalet frihetsgrader. Summan av de olika kvadratsummorna är alltid lika med kvadratsumman för hela materialet (summasamlingen). Det underlättar räknearbetet

betydligt. För utförligare redogörelse för variansanalysen får jag hänvisa till BONNIER & TEDIN (1940) och FISHER (1944); för tillämpning på skogliga frågor till TIRÉN (1934, 1941, 1944).

Tab. 6. Statistisk behandling av variationen i tallarnas höjd inom bältena VII—XI
Variation in the height of the pines on strips VII—XI

	Frihets- grader Degrees of Freedom	Kvadrat- summa Sum of Squares	Medel- kvadrat Mean Square
Summasamling	6 291	12 551,7	
Total variation			
Variation mellan bälte VII (torvgödsblad) och övriga bälten	1	590,45	590,45
Between strip VII and the other strips			
Variation mellan övriga bälten	3	50,60	16,87
Between the other strips			
Variation mellan småytor (inom bälten)	95	483,00	5,08
Within strips between plots			
Variation inom småytor	6 192	11 427,6	1,85
Within plots			
Varianskvoter	$\frac{590,45}{16,87} = 35,1^{**}$	$\frac{16,87}{5,08} = 3,32^*$	$\frac{5,08}{1,85} = 2,74^{***}$
Variance ratios			

Varianskvoten 35,1 i tabell 6 med en frihetsgrad för den större medelkvadraten och tre för den mindre hänför sig till jämförelsen mellan det torvgödsbladet och övriga bälten. Den visar att tallarnas medelhöjd inom torvbältet med stor tillförlitlighet är större än inom de övriga. Även om de olika leden ej ha upprepats enligt moderna försöksstatistiska principer, är det ej troligt, att någon annan orsak än torvgödslingen har kunnat åstadkomma så genomgående höga värden inom bälte VII. Varianskvoten 2,74 i samma tabell visar att småytor inom samma bälte skilja sig synnerligen tillförlitligt i fråga om tallarnas medelhöjd. Däremot är det ej säkert, att skillnaderna mellan de övriga bältena äro av annan natur än småytornas skillnader, då vid ren slumpvariation varianskvoten 3,32 uppnås i ett par procent av alla fall. Det låter sig emellertid väl tänkas, att dessa skillnader mellan bälten icke äro tillfälliga utan bero på att närbelägna ytor statistiskt sett äro mera lika än ytor på längre avstånd. Variationen mellan småytorna innefattar dels skillnader mellan lika behandlade och intill varandra liggande småytor, dels skillnader mellan olika band. Den senare variationen är troligen av samma natur som variationen mellan bälten.

HESSELMAN (1917 c sid. 1266) omtalar en liknande effekt av gödsling med fem liter torv i varje såddgrop på tallhed. Här användes som nämnts sju à åtta liter björkkärrtorv per grop. Riktigheten av HESSELMANS resultat be-

strides emellertid av WRETLIND (1931 sid. 42). En gynnsam verkan av humus-tillförsel har vidare kommit fram vid ett försök på Ruuttirova i Gellivare socken (B. HOLMBÄCK & C. MALMSTRÖM 1947).

Utslaget för risgödslingen är betydligt mindre, och det stöter på svårigheter att beräkna dess tillförlitlighet. För det första har man här en tvåsidig indelning, då det redan har fastställts, att en betydande del av variationen härrör från torvgödslingen i ett av bältena. Risgödslingen har utförts såväl inom torvgödslande som icke torvgödslande bälten; om något samspel mellan ris- och torvgödsling förekommer, kan det göra det svårare att påvisa ev. effekt av åtgärderna. För att med fördel kunna behandlas variansanalytiskt bör en indelning av detta slag vara vad man kallar ortogonal, vilket bl. a. innebär, att varje kombination av de bägge indelningarna skall vara förverkligad lika många gånger i försöket. Det sistnämnda villkoret uppfylles, om man använder medelvärdena på småytorna som variater («primärvärden»). Då finnas nämligen två värden inom varje kombination av bältesindelningen och bandindelningen. Variationen mellan paren av sådana lika behandlade småytor kommer att bli det »fel» eller den slumpvariation, som de övriga variationerna kunna jämföras med.

Det bör emellertid först undersökas, om några andra faktorer än försöksåtgärderna kunna inverka på småytornas medelvärden. En del av risbandets småytor äro mycket glesa på grund av tjäderns åverkan. Ifall glesheten är korrelerad med större medelhöjd hos tallen, kunde det förklara en större eller mindre del av det funna sambandet (se vidare sid. 43). Jag har undersökt sambandet mellan antalet tallar (ur huvudkulturen) per 250 m² och deras medelhöjd för de 100 småytorna. Något samband har ej kommit fram; korrelationskoefficienten är låg ($r = +0,12$; regressionskoefficienten $b = +0,003$ m per tall).

En annan faktor, som kunde tänkas påverka förhållandena på olika sätt inom olika ytor är björkfrekvensen, som växlar starkt inom bältena VIII, X och XI; inom övriga bälten har den självsådda björken till största delen avlägsnats. Hur björkarna och tallarna inverka på varandra är mycket svårt att avgöra. Å ena sidan måste de konkurrera med varandra om ljus, vatten och näring, å andra sidan är björken gynnsam för marktillståndet (jfr sid. 99). Om björkarna ha någon effekt på tallarna, positiv eller negativ, borde ett samband finnas mellan antalet björkar över 4 m och antalet tallar över 4 m på ytenheten vid slutrevisionen. Gränsen fyra meter avskiljer i stort sett de växtliga träden från de mindre lovande. Även andra samband, t. ex. mellan medelhöjderna, skulle naturligtvis också finnas, men knappast något fastare än det nyss nämnda. För att få ett möjligast homogent material har jag inskränkt mig till att behandla de 40 småytorna inom bältena X och XI, vilka ju ligga alldeles intill varandra. Korrelationskoefficienten för det sökta sam-

bandet är mycket låg ($r = 0,011$); härmed är björkfrekvensen ur räkningen som felkälla i den ovanstående analysen. Om man kan dra några självständiga slutsatser av den sista beräkningen är däremot tvivelaktigt. Snarast skulle undersökningen styrka antagandet om en gynnsam effekt av björkens närvaro, då trots den oomtvistliga konkurrensen lika många växtliga tallar synas få rum, om det finns 600 växtliga björkar per hektar eller inga. Bristen på samband kan emellertid också förklaras genom att anta, att björkarna företrädesvis ha gått till på de primärt bästa ytorna, där tallen växer bra under alla omständigheter (jfr MORK 1942). LAPPI-SEPPÄLÄ (1930) har gjort gällande, att björkblandning ofta ökar en ytas produktion och att björkbeskuggning i ungdomen ej i högre grad skadar tallplantorna.

Alla äldre fältförsök lida av den svagheten, att upprepningarna av försöksleden icke ha fördelats slumpmässigt; när så sker, kan man räknemässigt eliminera en stor del av markolikheterna. Trots att så många »blindförsök», nämligen jämförelsebanden, ha anlagts på Mölna-fältet, kan denna invändning göras även här. Beträffande det kraftiga och genomgående utslaget av torvgödslingen, kan man säkerligen anse det bero på åtgärden, icke på markolikheter. I fråga om risgödslingen är saken mindre klar. Det finns emellertid en hel del markundersökningar utförda inom detta område, och jag skall i korthet referera dem, innan jag övergår till analysen. Kartan fig. 3 över det geologiska underlaget är tyvärr ej tillräckligt detaljerad för att användas i denna diskussion. Kartan fig. 20 upptar ingen s. k. hungerfläck inom risbandet, men det beror troligen på risgödslingen och kan således icke säga något om den primära markbeskaffenheten (jfr sid. 72). De viktigaste upplysningarna i detta fall härröra från några av O. TAMM år 1932 och 1937 upptagna markprofiler. Närmare bestämt ha sju markprofiler upptagits inom denna del av fältet; de finnas återgivna i diagrammen sid. 74—75 (fig. 26, 29, 32 och 33). Endast två ligg inom risbandet, bägge i mycket vackra björkgrupper i XI: 9. Den ena av dessa profiler (fig. 26 b) har verkligen från omkring en meters djup och en meter nedåt ett morikare lager och är således en geologisk plusvariant. Verkningarna av det morika lagret synes emellertid sträcka sig in över en del av den avröjda ytan XI: 8, som här är mycket björkrik och växtlig. En mycket svag fläck finns 20 m från profilen, där även en markprofil togs upp (fig. 26 a). Här är det morika lagret slut och underlaget har fullt normal kornstorlek. Men markprofilen undersöktes också ungefär mitt på ytan XI: 9 (fig. 32). Här finnes ej heller något spår av molagret men ändå en utmärkt vacker björkgrupp. — De övriga profilerna togs inom två par av goda och dåliga fläckar på ytorna VIII: 10 och X: 8 nära risbandet. I alla fyra profilerna är halten av finare beståndsdelar normal för försöksfältet.

De gjorda jämförelserna tyda på att molagret på gränsen mellan XI: 8 och XI: 9 är en enstaka förekomst, att det geologiska underlaget f. ö. är någor-

lunda likvärdigt inom det berörda området och att växlingen mellan goda och dåliga fläckar icke i högre grad är vållad av underlaget (se vidare sid. 76). Vad man vet om marken på fältet motsäger således icke antagandet, att risgödningen har gynnat tallens höjdtillväxt inom band 9.

Andra felkällor, såsom att självsådda tallar räknats med eller att plantor ur huvudkulturen förväxlats med hjälpkulturplantor, ha verkat helt slumpvis eller i några fall möjligen till nackdel för risbandet. Man har då rätt att utföra variansanalys på medelhöjderna av tallarna inom 30 småtytor inom band 8, 9 och 10. Det har gjorts för bältena VII—XI; se tabell 7.

Tab. 7. Statistisk behandling av variationen i tallarnas medelhöjd mellan band 8, 9 och 10 inom bältena VII—XI

Variation in the mean heights of the pines in plots of rows 8, 9 and 10 and strips VII—XI. On row 9, brush has been spread that was removed from rows 8 and 10

	Frihets- grader Degrees of Freedom	Kvadrat- summa Sum of Squares	Medel- kvadrat Mean Square
Summasamling Total variation	29	3,4285	
Mellan bälten Between strips	4	1,0510	0,2623
Mellan risband och avröjda band Between row 9 and the other two rows	1	0,8050	0,8050
Samspel risgödning—bältesvariation Interaction	4	0,3027	0,0757
Mellan avröjda band Between rows 8 and 10	1	0,2622	0,2622
Samspel bandvariation—bältesvariation inom avröjda band Interaction	4	0,5088	0,1272
Mellan lika behandlade småtytor (alla tre banden) Within all pairs of plots	15	0,4988	0,0332
Mellan lika behandlade småtytor (endast av- röjda band) Within pairs of plots (rows 8 and 10)	10	0,3704	0,0370
Varianskvoter $\frac{0,8050}{0,2622} = 3,07$ $\frac{0,1272}{0,0370} = 3,44$ (nära *) Variance ratios			
$\frac{0,2622}{0,0627} = 4,18$ (sannolikhetsvärde mellan 5 och 10 %); $\frac{0,0757}{0,0332} = 2,28$			
$\frac{0,8050}{0,0655} = 12,3^{**}$			

Man bör här jämföra variationen mellan risband och avröjda band med variationen mellan de bägge avröjda banden. Varianskvoten 3,07 är dock mycket otillförlitlig, då varje medelkvadrat endast har en frihetsgrad. Det

fordras väldiga skillnader för att få tillförlitliga utslag vid så få frihetsgrader. Men man har rätt också till vissa andra jämförelser. De bägge samspele¹ bandvariation—bältesvariation äro ej tillförlitligt skilda från variationen inom de ingående småytorna. Varianskvoten 3,44 närmar sig visserligen femprocentsgränsen, men det finnes icke någon rimlig anledning att anta med indelningen sammanhängande orsaker bakom detta, då band 8 och 10 äro lika behandlade och av bältena endast det torvgödslade avviker väsentligt. Om samspelet och variationen inom småytor på grund härav sammanslås och användas som »fel», och medelkvadraten mellan avröjda band jämföres med detta fel, erhålles varianskvoten 4,18 (med 1 resp. 14 frihetsgrader), vilket värde också förekommer i mer än 5 % av fallen vid slumpvariation. Däremot ger variationen risband—avröjda band starkt tillförlitliga varianskvoter vid jämförelse såväl med småytevariationen som med den sammantagna variationen mellan avröjda band, mellan småytor och de bägge samspele. Att göra denna sista sammanslagning får dock anses vara att i någon mån pressa analysen, eftersom variationen mellan avröjda band dock kan vara skild från den underordnade variationen till sin natur (varianskvoten 4,18 närmar sig femprocentsgränsen).

Något fullt klart besked lämnar således statistiken icke om risgödslingens effekt. Att tallarnas höjdtillväxt har gynnats, får dock anses sannolikt. Fältobservationerna ha dessutom visat, att risgödslingen har gynnat tallen på annat sätt än genom att öka höjdtillväxten (fig. 7), åtminstone i början. Numera förefaller det, som om risgödslingens effekt höll på att ebba ut.

Såsom framgår av sammanställningen sid. 36—37 och kartan fig. 10 visar ingen av de övriga åtgärderna, markberedning och kalkning, något påtagligt spår i medelhöjdsiffrorna. Fastän observationsmaterialet är litet, kan även påpekas, att kombinationen kalkning—torvgödsling på yta VII: 4 ej har givit bättre resultat än enbart torvgödsling.

Inom den 1923 sådda tallkulturen (block B) avviker intet av bältena nämnvärt i medelhöjd. Av banden utmärker sig även här risbandet för större medelhöjd hos tallarna (antalet mätta tallar inom parentes):

Band	1, normalband (467).....	3,62 m
»	2, markberett (555).....	3,24 »
»	3, normalband (465).....	3,47 »
»	4, kalkat (440).....	3,54 »
»	5, normalband (278).....	3,79 »
»	6, markberett (437).....	3,51 »
»	7, normalband (690).....	3,71 »
»	8, risavröjt (1 234).....	3,55 »

¹ Ett samspel mellan åtgärdens effekt och markbeskaffenheten säges föreligga, om samma åtgärd har olika verkan på olika mark.

Band 9, risgödslat (117).....	4,18 m
» 10, risavröjt (277).....	3,24 »
Bälte III (786).....	3,76 »
» IV (1 349).....	3,55 »
» V (1 431).....	3,50 »
» VI (1 394).....	3,48 »
Bältena III—VI (4 960).....	3,54 »

Vid ett försök att statistiskt analysera utslaget för risgödslingen på samma sätt som i tabell 7 finner man, att indelningen nu icke är ortogonal, då kombinationerna III: 9 och III: 10 samt IV: 10 saknas på grund av fältets sneda begränsning. Utslaget skall därför endast diskuteras kvalitativt.

Några direkta skäl att anta markolikheter mellan risbandet och de avröjda banden torde icke finnas, och björken kan ej ha inverkat redan därför att det finns så få större björkar inom 1923 års kultur* (jfr sid. 47). Däremot synes ett vackert samband föreligga mellan medelhöjden och antalet tallar på var och en av de 74 småytorna. Medelhöjden sjunker om antalet tallar stiger. Det skulle kunna förklara en stor del av skillnaden mellan risbandet och de avröjda banden, då risbandet genomgående är mycket glest inom 1923 års kultur. De 74 värdena återfinnas på diagrammet fig. 11.

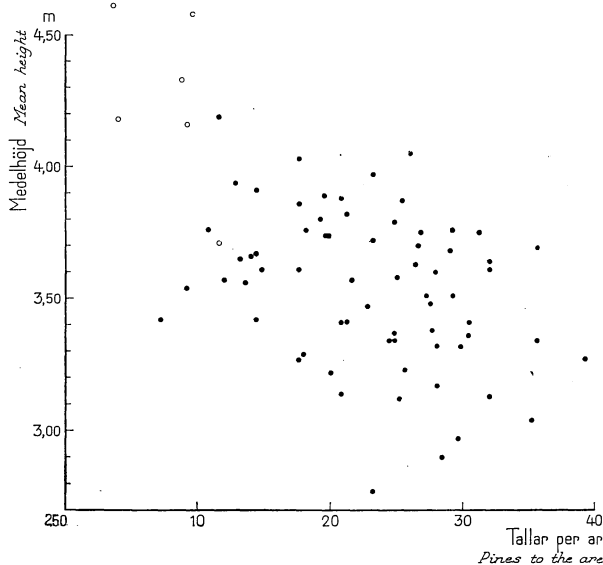


Fig. 11. Antalet tallar per are och deras medelhöjd på de 74 småytorna inom block B år 1941.

Numbers of pines to the are, and mean heights, by plots. Block B, 1941. Open dots represent brush treated plots.

○ Risgödslad yta

● Icke risgödslad yta

Detta resultat bör dock betraktas med en viss misstänksamhet. NÄSLUND (1944) har redogjort för ett försök, där medelhöjden i ett 37-årigt tallbestånd hade blivit något lägre vid mycket tätt (0,75 m) förband, jämfört med vad den var vid 1,25 m och glesare förband. De härskande träden hade praktiskt taget samma höjd vid 1,25 m, 1,5 m och 3,0 m förband.

Det tillhör ej min undersöknings uppgifter att närmare utreda, om något sådant samband som nyss dryftades finnes. Endast i den mån det kan verka som felkälla vid bedömandet av försöksresultaten, måste hänsyn tas därtill. En korrekt beräkning av en korrelation bör grundas på ett möjligast enhetligt material. Då alla bältena och alla banden utom risbandet ha ganska lika medelhöjder, kan en beräkning lämpligen göras på de icke risgödslade 68 rutorna. Det visar sig då, att sambandet mellan antalet tallar per 250 m² och deras medelhöjd icke är tillförlitligt styrkt (korrelationskoefficienten $r = -0,17$; värdet för 5 % sannolikhet skulle ligga vid $\pm 0,24$ enligt FISHER 1944 sid. 204). För hela materialet var sambandet synnerligen tillförlitligt ($r = -0,58 \pm 0,08$); skillnaden mellan dessa korrelationskoefficienter skulle möjligen kunna tolkas som utslag för risgödslingen (jfr fig. 11).

Då ett negativt samband mellan tätheten och medelhöjden ej har kunnat tillförlitligt styrkas och NÄSLUNDS nämnda arbete ej heller tyder därpå, åtminstone när det gäller 1,3 m förband som på Mölna-fältet, bör det undersökas, om någon annan faktor kan vara korrelerad med tätheten och verka nedsättande på höjdtillväxten. Såsom ovan nämnts, är denna del av försöksfältet sådd, i motsats till den västra hälften av huvudförsöket, som är planterad. Det inträffar ofta, att flera tallar växa i samma såddgrop; detta har anmärkts vid revisionen, men endast den största i varje klunga har räknats och höjdmätts. Likaså är det vanligt, att en tall och en gran växa i samma såddgrop, fastän det tyvärr ej finnes siffror härför.

Konkurrensen inom sådana klungor är naturligtvis hård, och även den största plantan i klungan kan känna av den. Antalet klungor är naturligt nog korrelerat med totalantalet plantor på ytan. En beräkning av korrelationskoefficienten för sambandet mellan antalet klungor av tall per 250 m² och tallarnas medelhöjd ger ett ganska tillförlitligt värde ($r = -0,30$ med 66 frihetsgrader). Om man söker renodla klungornas inflytande genom att i stället beräkna sambandet mellan procenten klungor (av hela antalet tallrutor) och tallarnas medelhöjd, erhålles ingen säkerhet ($r = -0,19$). Dock kan det anses troligt, att sambandet mellan procenten klungor och tallarnas höjd är verkligt och att det skulle komma fram bättre, om även klungor med en tall och en eller flera granar kunde ha medräknats, eller om materialet varit större. Procenten klungor är emellertid knappast helt oberoende av tätheten.

Som slutsats av undersökningen får sägas, att de diskuterade felkällorna visserligen icke kunna förklara risbandets företräde inom 1923 års kultur,

men att de betydligt förringa utslagets värde; de risgödslade ytorna äro ej fullt jämförliga med flertalet, såsom bl. a. framgår av att de alla sex ligga långt till vänster i diagrammet fig. 11. Då risgödslingen sannolikt har gynnat höjdtillväxten inom den äldre kulturen, får utslaget från 1923 års kultur anses som ytterligare stöd för denna åsikt. Några utslag för de övriga åtgärderna, markberedning, kalkning och s. k. råhumusgödsling, ha ej heller här kommit fram.

B. Granen

Medan de utsatta granplantorna gingo rätt väl till i början, gick sådden sämre. Den fortsatta utvecklingen har gått mycket långsamt för granen på det öppna försöksfältet. Ett mycket stort antal plantor ha blivit svårt frostskadade och vanskapta. En del ha lyckats nå en höjd av en eller annan meter; därefter synes det kritiska skedet vara förbi, och tillväxten är god. Troligen komma de granar, som se friska ut men ännu stå och stampa utan att komma någon vart, att skjuta fart när tallkulturen har blivit lagom sluten. På många fläckar som ännu äro glesa kommer granen då att göra stor nytta.

Granmaterialet tillåter ingen mera omfattande statistisk bearbetning. I tabell 8 redovisas antalet granar inom olika bälten.

Tab. 8. Antalet granar inom olika bälten vid slutrevisionen år 1941—1942

Final counts of spruce (1941—1942) in the different strips. To strip VII, low-moor peat was applied in 1922

Bälte Strip No.	Reviderad yta Stock taken on ha	Första kulturen (jämte självsådd Spruces around twenty years old			Hjälpkultur Younger spruces	
		Total- antal All	% över 1 m Over 1 m, in 100 trees	% över- 2 m Over 2 m, in 100 trees	Total- antal All	% över 1 m Over 1 m, in 100 trees
III.....	0,45	202	32	5	629	2
IV.....	0,55	532	31	4	301	2
V.....	0,60	518	21	3	261	5
VI ¹	0,60	56	9	2	—	—
VII.....	0,60	351	74	34	541	5
VIII.....	0,60	389	55	17	339	2
XI.....	0,60	501	44	17	498	1
X ¹	0,60	29	38	10	—	—
XI ¹	0,60	29	59	41	—	—

¹ All gran inom bälte VI, X och XI är självsådd.

All spruces on strips VI, X and XI are self-sown.

Av stort intresse är att se hur många granar som nått en höjd av mer än en meter; sådana granar äro i regel växtliga och lovande. Procenten granar över en meter höga är störst inom det torvgödslade bältet VII. Skillnaden är ej obetydlig. Torvgödslingen torde därför få anses ha gynnat icke endast

tallen utan även och kanske icke minst granen. En liknande undersökning av procenten växtliga granar inom olika band gav intet utslag för risgödslingen, men det kan bero på att materialet är för litet.

Björkförsöken

De från början kraftiga, tvååriga björkplantorna i bältena IV och VIII togo sig i allmänhet det första året, men fröso i rätt stor utsträckning ned, och även om de sköto nya skott dogo de ofta ut efter några år. Man kan ej säkert skilja dem från självsådd björk, som ofta har slagit till i planteringsgroparna och som ofta är växtlig i motsats till det stora flertalet av bästadbjörkarna. Orsaken till att dessa dogo ut anser O. TAMM (1936 sid. 249) antingen vara felaktig proveniens eller att så gamla plantor ej tålde vid det bryska ombytet av jordmån. Ett par rena björkbestånd anlades på försöksfältet 1923. Det var de tio meter breda björkbanden utmed järnvägen och skogskanten. Härvid användes huvudsakligen ettåriga plantor av småländskt frö, som spettplanterades. Dessa kulturer gingo i stort sett väl till, varom mera nedan.

För att ersätta de utgångna björkarna i bältena IV och VIII spettplanterades våren 1926 ettåriga björkplantor av småländskt frö (från skogsvårdsstyrelsens plantskolor) i alla luckor, där en björk borde stå enligt den ursprungliga planen. Plantåtgången framgår av tabell 5, sid. 33. Då denna hjälpkultur ej gav åsyftat resultat, planterades på samma sätt och med samma slags plantor den västra hälften av bälte VIII år 1930 med 3 700 plantor eller 4 350 per hektar. Plantorna sattes överallt där plats fanns, och avsikten var att åstadkomma ett verkligt björkrikt bestånd.

Resultatet av de bägge hjälpkulturerna blev magert, såsom framgår av O. TAMMS uppsats 1936. Då björkens utveckling på Mölna-fältet är ingående beskriven i denna uppsats, skall jag inskränka mig till att omtala de viktigaste uppgifterna därifrån, jämte vad senare har kommit till av intresse. Vid en omfattande revision år 1933 voro 1926 års björkar antingen utgångna eller förde en tynande tillvaro; de voro under en meter höga. De år 1930 utsatta björkarna voro i ett ännu sämre tillstånd vid samma tillfälle; de som levde voro knappast större än då de planterades. Hjälpkulturerna av björk ha således fullständigt misslyckats. Detta kan omöjligt skyllas på konkurrens från de ännu ganska små tallarnas sida. Björkarna visa ej heller någon bättre utveckling där tallarna ha gått ut, t. ex. till följd av skogsfågeln's åverkan.

Den självsådda björken har framför allt kommit in i samband med kulturerna 1922 och 1923, och mycket ofta har den slagit till i planterings- och såddgroparna. Inom 1922 års kultur är det bältena VIII, X och XI, som ha ett nämnvärt björkinslag; i bältena VII och IX, som skulle vara björkfria, bort-

togos åren 1926—1927 självsådda björkar, 460 resp. 430 per hektar. På det mellanliggande bältet VIII, där c:a 1 000 björkplantor per hektar hade satts ut, funnos 1933 kvar endast 360 per hektar, utom hjälpkulturplantor. (Siffran gäller hela bältet och stämmer därför ej med tabell 10.) Bälte XI, där ingen björk hade planterats, har hela tiden haft flera växtliga björkar än bälte VIII (jfr tabell 10). I åtskilliga fall har direkt iakttagits, att kulturbjörkarna från Båstad ha gått ut, medan intillstående självsådda björkar ha visat god tillväxt.

Inom 1923 års kultur utplanterades c:a 1 000 björkplantor per hektar inom bälte IV; år 1933 funnos inom detta bälte c:a 175 björkar per hektar (utom hjälpkultur). I de övriga bältena, III, V och VI, borttogos åren 1926—1927 resp. 130, 140 och 95 självsådda björkar per hektar. Även här dominerar tydligen självsådden, även om det i enskilda fall ibland ej går att avgöra, om kulturbjörkar leva kvar.

Det är anmärkningsvärt, att självsådden har utfallit så olika inom 1922 och 1923 års kulturer. I bägge fallen har björken företrädesvis kommit in efter det att marken hade sårats genom kulturarbeten, men resultatet var mycket olika de bägge åren. O. TAMM (1936 sid. 252) framhåller olikheter i frötillgången som sannolik orsak härtill. Tillgången på björkfrö på försöksfältet kunde befaras vara ringa överhuvudtaget, då endast en fröbjörk fanns intill fältet och avståndet till björkrika bestånd var flera hundra meter.

I vad mån ha nu de utförda åtgärderna gynnat invandringen av björk och björkens vidare utveckling? Redan den omständigheten, att björken nästan endast har kunnat självså sig i samband med kulturarbeten tyder på att markberedning borde kunna locka in björk. Så anses ju också allmänt vara fallet. För den 1922 kultiverade delen av försöksfältet stämmer detta (se tab. 9), såsom har visats av O. TAMM (tab. 1 hos O. TAMM 1936 grundar sig på delvis samma siffror som tab. 9 här). Däremot hade markberedningen år 1923 ingen sådan effekt, varken inom huvudförsöket eller det s. k. självsåddbandet utmed skogskanten, där vid noggrann undersökning år 1924 (och senare) endast ett fåtal björkplantor iakttogos. Dessa plantor voro dessutom äldre än markberedningen. De övriga åtgärderna inom huvudförsöket ha icke tydligt påverkat björkfrekvensen inom vare sig den äldre eller den yngre kulturen.

En åtgärd, som efter all erfarenhet borde ha lockat in björk, var löpbränningen i maj 1922 av sydvästra hörnet av försöksfältet (ytorna 10 a och b, 11, 12 a och b). Bränningen var mycket lyckad så till vida som råhumustäcket endast sveddes i ytan medan ris, bångar och en del skrädstickor föraskades. Området kultiverades sedan i maj 1923 genom sådd på olika sätt. Björkföryngringen här blev mycket svag, vid revisionen 1933 iakttogos endast 94 björkar per har. Orsaken till detta kan ej gärna ha varit bristande frötillgång

Tab. 9. Antalet björkar av den ursprungliga kulturen och därmed ungefär samtidig självsådd inom olika band av vissa bälten, räknade år 1933

Birch around ten years old found in 1933 (self-sown on strip XI, partly planted in strips IV and VIII)

Band Treatment of soil	Bälte IV Strip IV		Bälte VIII Strip VIII		Bälte XI Strip XI	
	Självsådd + kultur		Självsådd + kultur		All björk självsådd	
	Antal per Trees to 1/8 ha	% över 2 m Over 2 m, in 100 trees	Antal per Trees to 1/8 ha	% över 2 m Over 2 m, in 100 trees	Antal per Trees to 1/8 ha	% över 2 m Over 2 m, in 100 trees
2. Markberett..... Harrowed	26	35	50	48	93	56
3. Normalt..... None	19	37	29	45	17	29
4. Kalkat..... Limed	26	65	11	55	44	73
5. Normalt..... None	25	76	47	72	45	64
6. Markberett..... Harrowed	20	25	85	45	75	75
7. Normalt..... None	10	60	71	76	25	82
8. Risavröjt..... Brush removed	26	34	35	56	45	70
9. Risgödslat..... Brush added	32	56	19	63	88	78
10. Risavröjt..... Brush removed	—	—	30	80	48	71

år 1922, då den intilliggande ytan 13, som kultiverades år 1922, har talrika självsådda björkar (336 per har år 1933). O. TAMM skriver 1936 (sid. 252, spärrat i originalet): »Det är tydligt att löpbränningen enbart ej har varit tillräcklig för att locka in björk i större mängd, medan däremot kultur och speciellt kultur i förening med markberedning resp. ristäckning förmått detta. Dessa åtgärder voro emellertid mycket mindre verksamma år 1923 än 1922.»

För björkarnas fortsatta utveckling ha troligen de flesta nämnda åtgärderna betytt föga. I tabell 10 ser man, att visserligen leva björkar i rätt stort antal fortfarande, även av de genom hjälpkultur eller sen självsådd inkomna. Men de växtliga björkarna, vilka i stort sett äro de som vid slutrevisionen voro fyra meter höga, äro desamma som år 1933 voro över två meter, vilket då ansågs motsvara gränsen för växtliga, lovande björkar. Endast en mindre del har blivit efter; olika ytor skilja sig härvidlag föga, och totala antalet björkar är för lågt för att en detaljerad analys skall löna sig.

Tab. 10. Björkar per hektar år 1933 och år 1941 eller 1942 i två björkplanterade bälten och ett bälte (IX) med enbart självsådd björk

Hectare counts of birch in 1933 and in 1941 or 1942 on strips IV, VIII and XI. Birch had been planted on the first two, not on strip XI

Bälte Strip No.	Antal år 1933 ¹ Stock recorded in 1933 ²				Antal 1941—1942 ² Stock in 1941—1942 ²	
	Minst 10 år gamla Aged 10 or more years		Yngre än 8 år Less than 8 years old		Alla All	Över 4 m Over 4 m in height
	Alla All	Över 2 m Over 2 m in height	Kulturer Planted	Självsådd Self-sown		
IV.....	178	86	312	122	483	68
VIII.....	291	151	509		416	120
XI.....	409	291	0	68	475	245

¹ Västra hälften.

Western half only.

² Hektarsiffrorna äro härledda ur räkningar på följande ytor.

The actual counts were made on areas of the following sizes and referred to 1 hectare.

	1933	1941	1942
IV.....	1,23 ha	0,55 ha	—
VIII.....	0,66 ha	0,60 ha	—
XI.....	1,38 ha	—	0,60 ha

Någon närmare undersökning av de olika björkarternas förekomst på försöksfältet vid olika tidpunkter har tyvärr ej gjorts. Såväl *Betula verrucosa* som *B. pubescens* finnas på fältet, bägge företrädda av såväl växtliga som tyande exemplar. Även mellanformer äro vanliga. Från början avsågs ju endast att utröna björkens markförbättrande egenskaper, icke någon studie av björkens ekologi; vid en framtida undersökning av liknande slag skulle emellertid säkerligen viktiga resultat i fråga om björkarternas ekologiska betingelser kunna vinnas.

Torvgödslingens inverkan på björken kan tyvärr ej studeras, då torvbältet VII hörde till dem som enligt planen skulle hållas björkfria. Markberedning och kalkning visa ingen effekt. Däremot ger risgödslingen ett utslag. Björkarnas medelhöjd inom berörda ytor var vid slutrevisionen följande (antalet mätta björkar inom parentes):

IV: 9 Risband kultiverat 1923 (56).....	2,69 m
IV: 8 Avröjt band kultiverat 1923 (54).....	2,42 »
VIII: 9 + X :9 + XI: 9 Risband kultiverat 1922 (83).....	4,18 »
VIII: 8 + X: 8 + XI: 8 Avröjt band kultiverat 1922 (121).....	3,48 »
VIII: 10 + X: 10 + XI: 10 Avröjt band kultiverat 1922 (73).....	4,03 »

Dessa siffror kunna behandlas på samma sätt som skett i tabell 7 för tallkulturen. Det visar sig då, att alla medelkvadrater bli av samma storleksordning; endast skillnaderna mellan olika småytor kunna tillförlitligt styrkas. Otillförlitligheten beror dels på att antalet björkar som kan läggas till grund

för analysen (277 inom 1922 års plantering) är så mycket mindre än antalet tallar i tabell 7, dels på att björkarna ha en höjdfördelning, som starkt avviker från normalkurvan. En fördelning som åtminstone någorlunda följer denna är nämligen den tysta förutsättningen för att en statistisk analys av detta slag skall ge resultat. Att björkarnas höjder ej ha normalfördelning i detta fall, beror främst på att så många oväxtliga småbjörkar finnas, till stor del härstammande från hjälpkulturerna.

Då statistiken i detta fall ej kan ge klart besked, förtjäna en del fältobservationer att framhållas. Vid iakttagelser i fältet kan man ju direkt iakttaga förhållandena på ömse sidor om gränslinjer och direkt jämföra jämnåriga träd, som till synes ha lika betingelser. Detta är mycket värdefullt på Mölnafältet, där markboniteten växlar starkt inom helt små områden. Genom sådana upprepade iakttagelser har O. TAMM (se 1936 sid. 254) kommit till den bestämda uppfattningen, att risgödslingen har gynnat björkens tillväxt, möjligen också ökat frekvensen av björkplantor. Siffrorna för medelhöjderna ovan ge ju också ett utslag i samma riktning, ehuru det ej kan objektivt styrkas.

I det tio meter breda björkband som anlades utmed den gamla skogen finnas fläckar av olika växtlighet. Den allra bästa fläcken ligger just i rissträngen, som sträcker sig ända till försöksfältets östra gräns. Björkbandet omfattar omkring sju rader björkplantor (1,3 m förband) parallellt med skogskanten. Raderna närmast skogen äro i hög grad hämmade i sin utveckling, minst dock de i rissträngen. Procenten utgångna björkplantor var något större än i de inre raderna (vid hjälpkulturen 1926 ifylldes c:a en fjärdedel av planteringsgroparna inom bägge björkbanden, år 1930 en betydligt mindre del). Vid jämförelser mellan björkarna här och på andra håll inom fältet bör man följaktligen begränsa sig till de längst bort från skogskanten belägna raderna. Vid en sådan jämförelse framstår björkbandet utmed skogskanten som den ojämförligt bästa av björkkulturerna på försöksfältet och är på det hela taget mycket vackert (se fig. 13). Bandet utmed järnvägen är betydligt sämre, även om man tar hänsyn till att där sattes ut ett par hundra bästadsbjörkar, som sedan ha gått ut. De sannolika orsakerna härtill diskuteras av O. TAMM (1936, sid. 262) och skola vidröras i nästa kapitel (sid. 82).

Den starka rotkonkurrensen utmed skogskanten observerades snart och 1929 gjordes på två mindre ytor i björkbandet ett försök att häva den. Två diken grävdes till omkring en meters djup intill det staket som begränsar försöksfältet. Dikena fylldes igen nästa år för att de ej skulle verka uttorkande på marken, men grävdes upp och hackades till samma djup varje år tills försöket lades ned (1935). År 1932 ökades arealen av det isolerade området betydligt genom att dikena förlängdes.

I juni 1932 gjordes den första revisionen av rotkonkurrensförsöken, varvid även en yta med växtlig björk liggande mitt emellan de isolerade höjdmättes

för att tjäna som jämförelseyta. Något utslag av den art som väntats, nämligen att björkplantorna i raderna närmast skogen skulle ränna upp och kanske inhämta något av försprånget för de övriga raderna, syntes icke alls. Men mätsiffrorna från 1932, som här återges i form av diagrammet fig. 12 och tab. 11 illustrera likafullt utomordentligt vackert rotkonkurrensens betydelse.

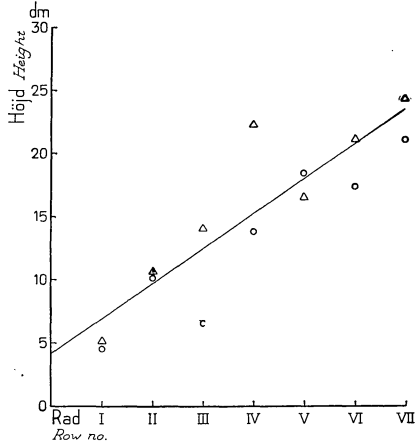


Fig. 12. Diagram över medelhöjden hos björkarna på olika avstånd från skogskanten (Rad I närmast skogen) år 1932.

Mean heights, 1932, in rows of birch planted near the remaining old forest. Circles represent such parts of the rows as are inside a trench made in 1929. The rows are 1.3 m apart, and No. I is nearest to the old forest.

○ Medelhöjd för björkar isolerade 1929 △ Medelhöjd för ej isolerade björkar

Tab. 11. Statistisk behandling av variationen i björkarnas höjd inom olika rader (materialet i fig. 12)

Variation in the height of the birches in different rows

	Frihetsgrader Degrees of Freedom	Kvadratsumma Sum of Squares	Medelkvadrat Mean Square
Summasamling	306	43 489,61	
Total variation			
Regression av höjd på rad.....	1	8 937,83	8 937,83
Linear regression			
Återstående variation mellan rader = avvikel- vikelse från regressionen.....	5	1 196,18	239,24
Deviations from regression			
Variation inom rader (»fel»).....	300	33 355,60	111,119
Within rows			
Varianskvoter $\frac{8\,937,83}{239,24} = 37,4^{**}$ $\frac{239,24}{111,19} = 2,14$ (nära *) Variance ratios			
Regressionskoefficient $b = 2,736$ Korrelationskoefficient $r = 0,45 \pm 0,05$.			



Fig. 13. Björkbandet och sterilzonen utmed den gamla skogen.

The strip of birch and the strip with young growth falling along the edge of the old forest.

FOTO C. O. TAMM 26.VII.47.

Om en och annan hjälpkulturbjörk har råkat med, kan det icke vara någon allvarligare felkälla, då det framför allt är i de bättre raderna sådant kan tänkas ha sänkt medelhöjdsiffrorna. Sambandet mellan trädhöjd och rad är mycket vackert (variationskvot 37,4**), och den in-tecknade räta linjen beskriver sambandet rätt väl (variationskvoten 2,14 är ej tillförlitlig).

Hela björkbandet höjdmättes i juni 1933. Ur bägge årens mätningar fås följande siffror för ett års tillväxt inom olika rader (rad 1 närmast skogen):

	Tillväxt, dm		Medelhöjd 1932, dm	
	Isolerade	Ej isolerade	Isolerade	Ej isolerade
Rad 1.....	0,6	0,2	3,8	3,8
» 2.....	1,5	0,2	5,7	9,8
» 3.....	0,8	1,1	7,0	12,9
» 4.....	1,5	1,7	12,0	19,3
» 5.....	2,1	0,9	17,4	16,3
» 6.....	1,5	1,5	21,8	19,1
» 7.....	1,9	1,6	25,8	17,2

Differenserna äro föga exakt bestämda, då inga höjder mättes noggrannare än på hela decimeter. Varje siffra är medeltal för 10—16 björkar. Endast

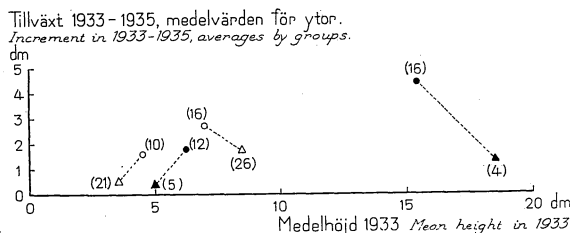


Fig. 14. Medelhöjd år 1933 och medeltillväxt under perioden 1933—1935 för björkarna i första och andra raden från skogsbrynet på två isolerade och två jämförelseytor. Mean height in 1933 and mean increment in height 1933—1935 of birches in the first and the second row from the forest within two trenched plots and two controls.

- Isolerad yta; södra avdelningen Trenched plot, southern part
 ● » » norra » » northern »
 △ Jämförelseyta; södra avdelningen Control, southern part
 ▲ » » norra » » northern »

Värden som skola jämföras äro förenade med streckade linjer.
Siffrorna inom parentes ange antalet björkar på ytan ifråga.

Values to be compared are connected with dotted lines.

Figures between brackets signify the numbers of birches within the different plots.

det södra av de bägge rotkonkurrensförsöken samt jämförelseytan ha tagits med; det norra försöket ligger till största delen inom rissträngen och är därför ej fullt jämförbart. Såsom synes, växlar medeltillväxten rätt oregelbundet inom olika rader och är än större, än mindre inom den isolerade ytan.

I juli 1935 hade ännu ingen tydlig reaktion för isoleringen visat sig, men O. TAMM antecknade att björkarna i rad 1 inom de isolerade ytorna voro ovanligt friska i färgen. Försöket nedlades då, men höjderna mättes på de två yttersta raderna inom de isolerade ytorna, inom jämförelseytan och på björkarna närmast utanför de isolerade ytorna. I diagrammet fig. 14 ha värdena sammanställts med 1933 års för samma ytor. Medeltillväxten under de två åren och den ursprungliga medelhöjden angives för varje ytas bägge rader.

Medelhöjden vid periodens början var än högre och än lägre inom de isolerade ytorna, och om man summerar det hela, finner man i stort sett samma medelhöjd vid periodens början för de isolerade och de icke isolerade björkarna. Men de isolerade visa något större tillväxt. Vidare kommer det fram, att från början högre björkar i genomsnitt växte mera än från början mindre.¹ Denna regression, som troligen är ej rätlinig, kan förklara en stor del av skillnaden mellan de bägge raderna i fig. 14, likaså en stor

¹ Det är ett allmänt och välkänt samband. Såsom dr. L.-G. ROMELL har påpekat för mig, kan man vänta sig en stark efterverkan av takten i den tidiga utvecklingen under en längre eller kortare period, helt enkelt därför att ett tillväxtförlopp brukar följa en S-formig kurva med i början hastigt ökande stigning. Om det är yttre eller inre faktorer som bestämma takten i utvecklingen behöver icke göra så stor skillnad. Ett vackert exempel på en sådan efterverkan ger ett försök av BURNS (1927), där förut beskuggade trädplantor blevo efter under många år sedan de hade fått fullt ljus.

del av skillnaden mellan de bägge avdelningarna. Någon tillförlitlig regression kan ej beräknas på ett så litet och splittrat material som det föreliggande. Men det kan påpekas, att där tillväxten har varit lägre inom isolerade ytor enligt uppgifterna på sid. 52, där har medelhöjden inom den isolerade ytan varit väsentligt lägre än inom den icke isolerade jämförelseytan.

Det är en obestridlig motsägelse mellan det svaga utslaget på de två isolerade ytorna och den påtagliga verkan konkurrensen från den gamla skogen har haft på björkens växt inom det tio meter breda björkbandet längs skogskanten, en verkan som kanske sträcker sig längre in på försöksfältet och som kan parallelliseras med vad man kan se på vegetationen och humustäcket (sid. 64 och 97). Möjligen voro ytorna ofullständigt isolerade. Det kan gott ha funnits tallrötter som icke blevo avskurna längs de meterdjupa diken, och ytorna voro icke heller isolerade med plåt såsom ROMELLS i Orsa finnmark, där det har visat sig på granplantorna i isoleringsdiken, att en konkurrens-effekt av avgörande betydelse är verksam i dikenas öppna jord utanför plåten fastän där icke synas många rötter (ROMELL & MALMSTRÖM 1945 sid. 602 och kompletterande meddelande av dr. ROMELL).

I björkbandet längs skogskanten räknades 1932 i genomsnitt 1 140 själv-sådda tallar per hektar. De äro ojämnt fördelade, men ofta av vacker typ och lovande utseende även där de stå under goda björkar, och en hel del tallplan-tor skjuta också upp intill dåliga björkar i raderna närmast skogen. Vacker kulturtall tillsammans med björk kan man se på andra håll inom fältet (O. TAMM 1936 sid. 256), och WRETLIND (1934 b sid. 280) fann konkurrenszonerna kring fröbjörkar på tallhedshyggen oftast mindre än kring tallar och särskilt granar. Både det ena och andra kan kanske förklaras helt enkelt så att björ-ken är något mer krävande än tallen och tidigare blir djupt rotad. Två vackra tallar i björkbandet synas på fig. 13.

Övriga försöksytor

Av kulturerna på de övriga smärre försöksytorna ha särskilt de på den brända ytan allmänt intresse. Efter löpbränningen i maj 1922 besåddes ytorna med tallfrö i maj 1923. Ytorna 10 a och b bredsåddes (se kartan fig. 5, sid. 27), varefter ytan 10 a klösharvades för att mylla ned fröet till skydd mot fåglar. Fröet var samma som i huvudförsöket (smäländskt) och fröåtgången beräkna-des till 3 kg/hektar, då man ville ha ett verkligt tätt bestånd. Yta 11 besåddes med WIDÉNS kulturplog och större delen av yta 12 (= 12 a) rutsåddes i 1,3 m förband med samma tallfrö. En 12,5 m bred remsa i norra delen av yta 12 (= 12 b) avsattes till ett försök med perenna lupiner på kalkad mark (en kalkhög hade tidigare lagts upp här). Man ville se, om kalkning jämte brän-ning hade något inflytande på lupinerna, och om de sedan skulle kunna verka

kvävegödslande. Genom misstag blev emellertid denna yta liksom en annan med lupiner öster om huvudförsöket besådd med tall- och granfrö av obekant proveniens (kanske finsk), varför den ej är fullt jämförbar med huvuddelen av yta 12. I varje såddruta sattes ett 30-tal barrträdsfrön och 6—10 lupinfrön.

Samtliga dessa sådder voro mycket lyckade och plantantalet var i allmänhet större än inom obrända delar av fältet sådda samtidigt och på samma sätt. Tätast kom sådden inom ytorna 10 a och 10 b, i synnerhet på den harvade ytan 10 a. Plantornas vidare utveckling har ej varit lika god. Hela tiden ha de varit något efter de jämnåriga plantorna inom huvudförsöket. Många ha varit eller äro ännu kortbarriga, gulgröna, vilket tyder på kvävehunger. Det gäller, eller har åtminstone tidigare gällt, även sådana plantor som stå glest utan starkare konkurrens från grannplantor. Sådana symptom iakttogos redan 1929. För närvarande utgöra ytorna 10 a och b till största delen överslutna bestånd så täta, att man på sina håll har svårt att tränga sig igenom dem. Höjden är ej särskilt stor, men i betraktande av det täta beståndet är tillväxten numera ej så dålig. Tallarna ha tydligen kommit över en lång period av dålig växt. Ytorna 11 och 12, som äro mera normalt täta, göra ett gynnsammare intryck.

Lupinerna på yta 12 b gingo väl till och ha t. o. m. självspritt sig något. Fortfarande finnas åtskilliga kvar, stora och vackra, mestadels i de ursprungliga såddgroparna. De äro knappast tillräckligt många för att kunna ha något avgörande inflytande på markens kvävehushållning. Möjligen ha de gynnat granen något. Tyvärr är ytan 12 b ej jämförbar med övriga delar av fältet, dels på grund av trädfröets ursprung och dels på grund av att den sluttar mot väster. Lupinerna ha troligen gynnats av kalkningen, att döma av att de trivts sämre på en okalkad lupinbesådd yta, men de tyckas ha varit likgiltiga för bränningen, som just här har tagit ojämnt (jfr BURGER 1946 sid. 571).

Självsådden av barrträd har också sitt stora intresse. Den självsådda tallen bildar oftast täta grupper och kunde lätt urskiljas vid de tidigare revisionerna. Genom räkning av grenvarven kan man konstatera, att klungorna ha grott omkring år 1919. Fröet synes ha kommit från avverkade tallar med mogen kott, vilkas kronor råkade falla på ställen där marken var mottaglig för frö. Den självsådda tallen har i allmänhet utmärkt stamform, bättre än kulturtallarnas. Självsåddgrupperna äro talrikast i det sydöstra hörnet, men finnas även här och var på den övriga delen av fältet (fig. 15).

En del äldre självsådd tall fanns inom det tjugo meter breda bandet nära skogskanten där markberedningen misslyckades som förnygringsåtgärd. Då tallens årliga höjdtillväxt är lätt att bestämma efter grenvarven, erbjuder sig här en möjlighet att jämföra den tidiga självsåddens utveckling med kulturens (ytan kultiverades år 1926). År 1937 mätte O. TAMM 37 självsådda tallar



Fig. 15. Självsådd tallgrupp i VI:4, delvis omgiven av skadefläckar (t. v. och i förgrunden).
Cluster of self-sown pine on plot VI:4 adjoining patches spoilt by fungal injuries (left and foreground).

FOTO O. TAMM 29.VI.32.

(O. TAMM 1938 sid. 388); de hade då, vid i genomsnitt 18 års ålder, en medelhöjd av 4,56 m. Lika många kulturtallar valdes, var och en i närheten av en självsådd men ej så nära att konkurrensen kunde spela in. De voro vid 12 år i medeltal 1,24 m höga. De självsådda tallarna hade vid samma ålder i genomsnitt varit 2,32 m. Skillnaden, $1,07 \pm 0,10$ m, är synnerligen tillförlitlig. Däremot ha ej några större skillnader av detta slag kunnat iakttagas mellan självsådden och 1922 års tallplantering, där materialet var mycket litet. Ej heller ha skillnader kunnat fastställas mellan höjden vid lika ålder för 1922 års plantering och 1923 års sådd (jfr. fig. 16). Det är dock ej uteslutet, att en sådan skillnad hade gått att få fram, om inflytandet av markolikheter bättre hade kunnat elimineras (t. ex. om försöket hade anlagts som en romersk kvadrat med kultiveringsåret som en varierande faktor).

Resultatet av dessa jämförelser kan sägas vara, att tallplantor som kommit in på hygget genom självsådd eller kultur år 1923 eller tidigare ha visat god utveckling medan hjälpkulturplantor eller självsådd från år 1926 eller senare utvecklats mycket sämre. Ingenting tyder på att de självsådda plantorna utvecklats sämre i början på grund av bristande hyggesmognad.



Fig. 16. Gränsen mellan huvudförsökets västra block (A), planterat 1922, och det östra (B), sått 1923.

The boundary between the two main series of plots, Block A (left) and Block B. The former (western) block was treated and planted in 1922, the latter one was treated and sown in 1923.

Foto O. TAMM 3.IX.27.

Av övriga trädslag synes åtminstone björken förhålla sig som tallen. Det har ovan omtalats, hur dåligt björkhjälpkulturerna gingo till. Ett försök att tillvarataga fältets egen produktion av björkfrö genom markberedning av östra delen av bältena VIII år 1930 slog helt slint. Endast få och dåliga björkplantor påträffades. En del sent inkommen självsådd björk finnes emellertid under växtliga tallar, och möjligen kan en och annan av dem ta sig upp. Självsådden av gran på försöksfältet har varit rätt obetydlig. Antalet självsådda granar inom de ej grankultiverade bältena VI, X och XI framgår av tabellerna 5 och 8. Någon yngre självsådd av gran av nämnvärd omfattning har ej iakttagits.

På de bägge orörda ytorna 2 d och 17 kan självsåddens omfattning studeras. Här kom ytterst obetydlig självsådd in före kultivering av fältet eller samtidigt med denna. Vid revisionen 1933 räknades åtta björkar på yta 2 d, tolv på yta 17. Småningom ha glesa bestånd bildats av dels självsådda träd, dels kvarlämnade marbuskar och mindre träd, mest granar. Stora delar av de bägge ytorna se ännu ut som luckor. Jämte björk finns självsådd gran och tall. Strandkanten av yta 17 är björkrik. Hur yta 2 d ser ut framgår av fig. 37, sid. 93.

Allt efter som kulturen växer upp och blir mera lik den omgivande skogen, kommer naturligtvis självföryngring ehuru av det trögvuxna och i regel mycket otillräckliga slag som man kan se i skogen i närheten av fältet.

Kap. IV. Utvecklingen av markvegetation och marktillstånd

En hel del allmänna drag i vegetationsutvecklingen på hyggen äro av gammalt kända. Genom HESSELMANS undersökningar (se särskilt HESSELMAN 1926) ha de delvis satts i sammanhang med ändringar i humuslagrets beskaffenhet.

Markvegetationen i en skog är mer eller mindre strängt anpassad till den miljö som där råder. Bl. a. är ljustillgången där mindre, luftfuktigheten är i regel större och de dagliga temperaturvariationerna äro betydligt utjämnade, allt jämfört med förhållandena på kalmark. Vilken av dessa faktorer som betyder mest, är svårt att säga; förmodligen förhålla sig olika växter olika härvidlag. I varje fall betyder en kalhuggning en radikal förändring av markvegetationens miljö; man kan också iakttaga, att under loppet av ett par år en rad ömtåliga växter dö ut på ett hygge.

Blåbärsriset fanns vid ROMELLS undersökning i juni 1920, om man medräknar även exemplar som hade dött efter kalhuggningen, på omkring 55 % av de undersökta 196 provvyrtorna. Under de närmast följande åren dog det nästan fullständigt ut inom det egentliga försöksfältet. På samma sätt reagerade husmossan (*Hylocomium proliferum*). Dessa bägge växter ha först på senare år börjat återerövra den förlorade terrängen (se nedan sid. 95).

En del växter i den ursprungliga skogsvegetationen kunde småningom omställa sig till de ändrade förhållandena. De gingo under de första åren mer eller mindre starkt tillbaka eller stodo stilla i sin utveckling, men sågo snart åter ut att trivas, åtminstone över stora delar av fältet. Så har lingonriseförhållit sig, likaså väggmossan (*Pleurozium Schreberi* eller *Hylocomium parietinum*). Möjligen kan även den vanliga kvastmossan (*Dicranum rugosum* eller *undulatum*) räknas till denna grupp, ehuru anpassningen här tycks ha varit något sämre. Dessa tre växter utgjorde tillsammans den vida övervägande delen av markvegetationen i den gamla skogen (sid. 25). — Iakttagelser av detta slag, att en plötslig kalhuggning kan först missgynna men senare gynna växter, ha gjorts förut bl. a. av WRETLIND på smågranar (1934 b sid. 293).

En tredje grupp utgöra växter som direkt ha gynnats av kallläggningen; det är framför allt ljungen och lavarna, samma växter som i den gamla skogen föredrogo de glesa luckorna. De ha ökat starkt på fältet och tidvis konkur-

rerat med de tre i föregående grupp nämnda arterna om att vara försöksfältets vanligaste markväxter. Särskilt gäller det ljungen och renlavarna (*Cladonia rangiferina* och *sylvatica*). Bågarlavarna ha också brett ut sig starkt, men hade från början en mera begränsad förekomst.

Till växter gynnade av kalhuggningen få också räknas kråkbär (*Empetrum nigrum*) och mjölon (*Arctostaphylos uva ursi*), vilka bägge få anses som ljusväxter; vidare kruståtel (*Deschampsia flexuosa*) och mjölke (*Chamaenerion angustifolium*), vilka gynnas både av ljustillgången och av förändringarna i marktillståndet. — Sambandet mellan vegetationsutvecklingen och förändringarna i marktillståndet på Mölna-fältet har ägnats stor uppmärksamhet vid revisionerna på 1920- och 1930-talet.

»Nitratvegetationen»

Enligt HESSELMAN (1917 a sid. 388) kunna vissa växter, särskilt *Chamaenerion angustifolium* och *Rubus idaeus* (hallon), användas som ett slags ledväxter för salpeterbildningen i marken. Han anser, att de kunna växa på nästan all slags mark, blott där bildas nitrat; möjligen kunna de leva kvar en tid sedan nitratbildningen har upphört, men då i svagare eller förkrympta exemplar. Jämte mjölke och hallon nämner HESSELMAN *Rumex acetosella* i den mera frodiga, ljusgröna formen, *Galeopsis bifida*, *Arenaria trinervia*, *Senecio silvaticus* och *Senecio viscosus*.

Dessa växter innehålla enligt HESSELMANS analyser (l. c.) i regel nitrat i bladen, i motsats till de flesta barrskogsväxter. Talrika markanalyser synas vidare visa, att nitrat förekommer eller i varje fall bildas (ympprov på nitrifikationsbakterier) i marken på de ställen, där dessa växter förekomma, men för övrigt är sällsynt i råhumusmark. Dessa omständigheter ha lett HESSELMAN till den ovan angivna uppfattningen. Härmed är dock ej bevisat, att nitrattillgången i och för sig verkligen är den enda faktorn av betydelse för dessa växters förekomst. Det är ju ett stort komplex av förändringar, som sätter in vid en kalhuggning, och som åtföljer salpeterbildningen. Hur denna sistnämnda sker, och vilken omfattning den har under naturliga förhållanden, är ju ej heller tillräckligt känt, såsom ROMELL har påpekat (1934, 1935).

Något skäl som talar direkt emot HESSELMANS åsikter har ej framkommit, utan senare iakttagelser gå väl att förena med hans uppfattning. En efterprövning av »nitratväxternas» fysiologi är dock nödvändig. Ett försök i denna riktning har utförts av CARSTEN OLSEN (1921), som har odlat bl. a. *Chamaenerion* i sandkultur med olika kvävekällor. I försöken var nitrat (NaNO_3 och NH_4NO_3) en god kvävekälla, ammoniak (i form av NH_4Cl) en mycket sämre. Förklaringen torde helt enkelt vara den fysiologiskt sura verkan av ammoniumkloriden. Vid plantornas död var nämligen pH så lågt som 3,0. Icke heller ett försök av MARTHALER (1937) går fritt från denna invändning. Dessa resultat kunna således icke tillämpas på naturliga

förhållanden, där ammoniakerna nybildas ur icke eller svagt sura organiska föreningar och ingen fri mineralsyra blir kvar, när den förbrukas (jfr ROMELL 1934 sid. 19).

Bland de företeelser som på ett hygge äro korrelerade med uppträdandet av nitratkväve må nämnas tillgången på övriga näringsämnen (som tillsammans med kvävet frigöras vid »aktivering» av humustäcket), ljustillgången och rotkonkurrensen, vilken sistnämnda nedsätts till en bråkdel av vad den var före avverkningen. Dessa faktorer, åtminstone halten av kalium, fosfor och kalcium samt ljustillgången, äro lättare att kontrollera än kvävemobiliseringen, som är mycket svår att bestämma på ett invändningsfritt sätt (ROMELL 1934, 1935). På Mölna-fältet är av allt att döma materialet någorlunda homogent med avseende på dessa faktorer (med vissa nedan omtalade undantag), och under sådana förhållanden äro observationer på »nitratväxterna» det enklaste sättet att få en uppfattning om kvävemobiliseringen i marken. I fortsättningen kommer också HESSELMANS beteckning nitratväxt att användas, men med ovan angivna reservationer.

Observationer på nitratväxterna på Mölna-fältet gjordes redan vid de första revisionerna. Vid ROMELLS undersökning år 1920 hittades icke någon enda av HESSELMANS nitratledväxter. Icke heller våren 1922, när kultiveringen sattes igång, observerades sådana, bortsett från några exemplar av *Chamaenerion* i en grop med blottad mineraljord. Försommaren 1923 funnos, ehuru mycket sparsamt, enstaka fläckar beväxna med *Chamaenerion*, *Rubus idaeus* och *Senecio silvaticus*. Det anträffades aldrig mer än en av dessa växter inom samma fläck. Intill dess var tydligen nitratväxternas förekomst på fältet till stor del reglerad av de sparsamma spridningsmöjligheterna; några fröproducerande kolonier funnos ej i närheten.

Att nedbrytningen i humuslagret med åtföljande nitrifikation skulle ha varit i gång på stora delar av försöksfältet sommaren 1923 antydes också av en annan omständighet. Som tidigare nämnts (sid. 16) gjordes 1923 nya markprofilundersökningar. Härvid bestämdes humuslagrets mäktighet (inklusive ett oftast obetydligt förnaskikt) till $4,71 \pm 0,16$ cm (88 mätningsgropar). Mätningar våren 1920 på samma sätt ehuru i delvis annat förband gävo resultatet $5,66 \pm 0,14$ cm (sid. 16). Blekjordens mäktighet var som sig bör praktiskt taget densamma bägge gångerna (sid. 17—18). Minskningen i humuslagrets mäktighet under de tre åren var $0,95 \pm 0,21$ cm, ett mycket tillförlitligt värde. Då en svag omvandling kunde iakttagas även makroskopiskt, berodde minskningen säkert på begynnande nedbrytning och icke enbart på minskad förnattillförsel eller helt enkelt hopsjunkning. Troligen skulle nitratvegetationen redan 1923 ha kunnat gå till på åtskilligt flera fläckar än dem, dit den verkliga hade hunnit sprida sig.

År 1924 funnos *Chamaenerion*-fläckar spridda över hela fältet; även fläckar

med *Rubus idaeus* voro vanligare än förut (sammanlagt räknades 26 hallonfläckar). För att få en jämförelse mellan olika delar av fältet räknades antalet fläckar med *Chamaenerion* inom olika ytor. Härvid togs ingen hänsyn till fläckarnas varierande storlek, varför endast approximativa resultat erhöles. Det var emellertid tydligt, att *Chamaenerion* var vanligare inom 1922 års kulturfält, åtminstone vad beträffar huvudförsökets bägge hälfter. Antalet *Chamaenerion*-fläckar var här resp. 19 och 7 per hektar. Skillnaden var ganska genomgående. Av de olika försöksåtgärderna föreföll endast risgödslingen ha haft en påtaglig effekt på nitratvegetationen, i det att risbandet hade färre *Chamaenerion*-fläckar än omkringliggande avröjda och normala ytor (5 fläckar på 0,6 hektar inom 1922 års kultur, 1 fläck på 0,4 hektar inom 1923 års kultur). Den brända ytan, som är något mindre än en hektar, hade ej mindre än 33 fläckar med *Chamaenerion*, men dessa voro ojämnt fördelade med huvudparten inom den nordöstra fjärdedelen av ytan.

År 1926 iaktogs humuslagret vara starkt omvandlat över största delen av fältet. Det bestod nu väsentligen av H-skikt enligt HESSELMANS nomenklatur (1926), medan F-skiktet på många håll hade försvunnit. Ett undantag i det sistnämnda avseendet var risbandet. Riset var nu starkt förmultnat och delvis införlivat med F-skiktet, som tack vare detta fortfarande var rätt märkt. Ännu 1945 kunde f. ö. risbandet tydligt skiljas från omgivningen genom att rester av grövre genrar där voro allmänna på marken.

Vid revisionerna åren 1926, 1927, 1929 och 1932 linjetaxerades vegetationen utefter ett fast linjesystem och med uppmärksamheten riktad speciellt på nitratvegetationen. Tack vare dessa revisioner kunna arealprocenter uppgivas för områden där vegetationen präglades av *Chamaenerion angustifolium*. Ingen av HESSELMANS övriga nitratväxter fick någonsin större utbredning på Mölna-fältet, fastän där jämte hallon har setts *Senecio silvaticus* och *Rumex acetosella*. Det bör påpekas, att arealprocenterna från linjetaxeringarna icke gälla *Chamaenerion*'s täckningsgrad utan den areal där *Chamaenerion* var allmän. Enstaka exemplar taxerades ej.

Diagrammet fig. 17 är ritat efter linjetaxeringarna, utom för år 1924, då ungefärliga uppgifter grundade på fläckräkningarna använts. Av övre bilden framgår, att nitratvegetationen kanske kom senare inom risbandet men i stället där var så mycket mera dominerande och uthållig. Åren 1929—1932, då den gick tillbaka överallt annars på fältet, tilltog den i stället inom 1923 års risband; däremot torde den ha avtagit år 1933 och senare, även om exakta uppgifter härom ej finnas. Den undre figuren belyser utvecklingen på den brända ytan och skillnaden mellan de bägge blocken, A och B, i huvudförsöket (det ena kultiverat 1922, det andra 1923). På den brända ytan nådde nitratvegetationen sitt maximum år 1926 eller möjligen 1925, före den första linjetaxeringen. Då växten är flerårig, måste dock i så fall maximivärdet ha

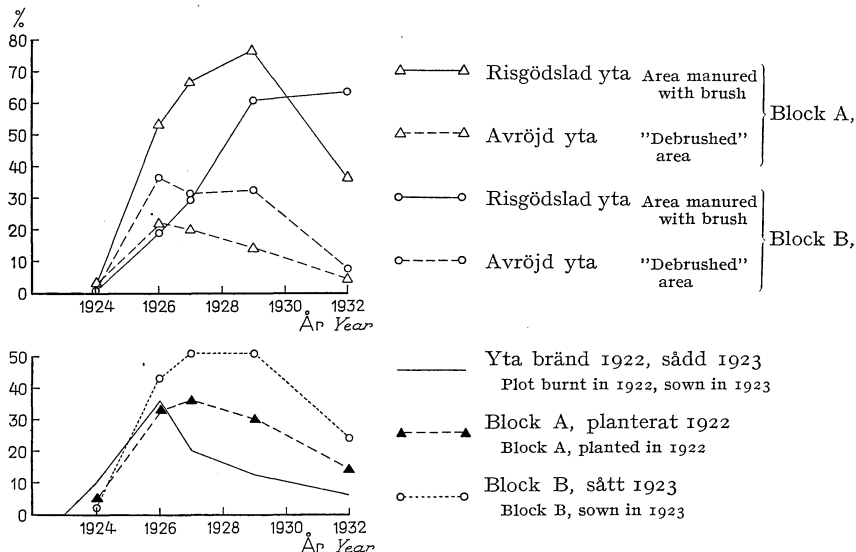


Fig. 17. Vegetation rik på *Chamaenerion angustifolium*, procent av arealen inom olika ytor under olika år
Areas (percentages) having a vegetation rich in *Chamaenerion angustifolium*.

legat nära det för år 1926. Efter år 1926 avtog nitratvegetationen snabbare på den brända ytan än på någon annan del av fältet. Det är påfallande, att det aldrig blev mer nitratvegetation på den brända ytan; bränning brukar ju anses gynna nitrifikationen. Det är då att märka, att nitrifikationen mycket väl kan ha haft sitt maximum tidigare på den brända ytan, men att denna ej hann koloniserats av *Chamaenerion* förrän nitrifikationen redan hade börjat avta. Först år 1925 eller möjligen 1924 producerades så mycket frö av *Chamaenerion* på fältet att varje lämplig fläck kunde väntas bli besädd. Vad beträffar skillnaden mellan försöksfältets block A och block B, är det ju tydligt, att block B har haft rikligare nitratvegetation, trots att block A år 1924 hade ett försprång.

Kartan fig. 18 visar maximalutbredningen av *Chamaenerion angustifolium* på försöksfältet, något schematiserad efter linjetaxeringarna 1926—1932. Vidare har den nuvarande, helt obetydliga utbredningen inlagts. Risbandet framträder tydligt som ett område med mycket stark nitratvegetation. De risavröjda banden ha möjligen haft en nedsatt *Chamaenerion*-frekvens, även om detta knappast framgår av fig. 18. På en del håll inom de avröjda banden fanns nitratvegetationen främst på skrädstickshögar. Även en del björkplantor föreföllo gynnade av skrädstickorna. I varje fall har ingen sådan ogynnsam verkan iakttagits som man kan se på större skrädplatser, där marken ibland verkar nästan steril.

De övriga åtgärderna, markberedning, kalkning och torvgödning, tyckas ej



Fig. 18. Maximal utbredning av *Chamaenerion angustifolium* på Mølne-fältet enligt linjetaxeringar 1926, 1927, 1929 och 1932 jämte utbredningen år 1945.

Chamaenerion (*Epilobium*) *angustifolium* in Mølne Field as recorded by four line surveys made in 1926—1932, and *Chamaenerion* encountered during a 6 per cent strip survey made in 1945.

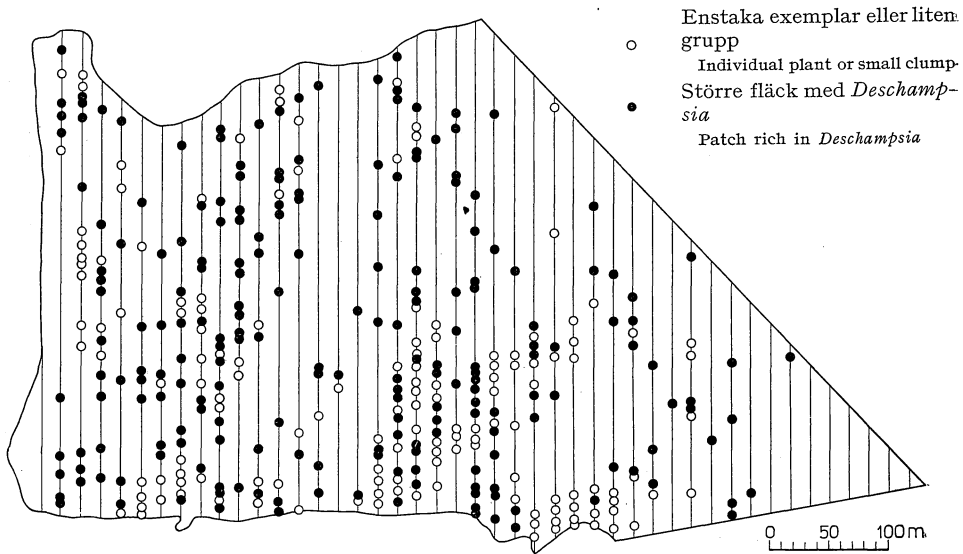


Fig. 19. Utbredningen av *Deschampsia flexuosa* på Mølne-fältet enligt linjetaxering 1945. *Deschampsia flexuosa* in Mølne Field as recorded by line survey in 1945.

ha påverkat *Chamaenerion*'s utbredning enligt kartan fig. 18. Möjligen kunde man spåra en verkan av markberedningen vid de första linjetaxeringarna, men det är ju helt naturligt om en sådan åtgärd har underlättat invandringen av *Chamaenerion*; snarare är det förvånande att utslaget ej har blivit klarare. Inom kalkbandet tycks *Chamaenerion*-vegetationen ha varit något uthålligare än inom övriga band utom risbandet. Ingen slutsats om nitrifikationen kan dragas härav, då kalkbandet liksom även risbandet har en särställning närings-ekologiskt. Förvånande nog har torvgödslingen ej haft någon påvisbar verkan på nitratvegetationen. Två taxeringslinjer (sammanlagt över 800 m) gå över torvgödslad mark. Jämför man dem med de två närmast väster därom, finner man såväl 1927 som 1929 ytterst obetydliga skillnader och minst lika höga arealprocenter *Chamaenerion*-rik vegetation på den icke torvgödslade ytan.

Utanför huvudförsöket hade björkbandet utmed järnvägen tidigt en stark nitratvegetation. Men liksom på den brända ytan upphörde den snart. Som förklaringsgrund till denna utveckling framkastar O. TAMM (1936 sid. 244), att mineraliskt stoff från järnvägen troligen har blåst in över ytan och verkat liksom askan antas ha verkat på den brända ytan. Det andra björkbandet, utmed skogen, var i stället praktiskt taget fritt från nitratväxter; endast enstaka sterila exemplar av *Chamaenerion* ha iakttagits vid några tillfällen. Inom »självsåddbandet» närmast innanför björkbandet förekom däremot *Chamaenerion*. Förklaringen till den uteblivna nitratvegetationen torde vara, att den gamla skogens rötter i förening med den uppväxande kulturens ha kunnat omedelbart konsumera den näring som frigjordes, varför ingenting blev över åt mindre konkurrenskraftiga växter såsom *Chamaenerion*. I själva verket finns utmed skogskanten en »sterilzon» (HALDEN 1926) utbildad, som sträcker sig en eller annan meter in i björkbandet. Att de gamla trädens rötter nå genom hela eller nästan hela björkbandet framgår även av fig. 12 (sid. 51). Sannolikt ha de gamla träden efter kalhuggningen i ännu högre grad än förut sökt sin näring från området i sydväst, då rotkonkurrensen där bortföll. Flera exempel på dylik rotinvasion behandlas av E. ANDERSSON (1945). — Såsom nedan skall visas har emellertid näringsmobiliseringen möjligen varit mindre inom detta område än på det fria fältet.

De bägge orörda ytorna, 2 d och 17, ha ej i nämnvärd omfattning blivit *Chamaenerion*-bevuxna. Endast enstaka exemplar eller små fläckar ha iakttagits. Humustäcket tycks ej heller ha snabbt nedbrutits på dessa ytor (se nedan sid. 97).

Nitratvegetationen började över större delen av fältet gå tillbaka omkring år 1930, och så har det fortsatt kontinuerligt, ehuru det ej kan belysas med siffror, då efter år 1932 inga linjetaxeringar ha gjorts förrän i maj 1945. Då räknades alla exemplar av *Chamaenerion* inom ett bälte av en meters bredd utmed varje taxeringslinje; bältena motsvara tillsammans ungefär 6% av försöks-

fältets yta. Sammanlagt påträffades 65 exemplar, alla utom tre inom fläckar, beväxna med *Chamaenerion* vid tidigare taxeringar (fig. 18). Det tycks alltså vara frågan om exemplar som ha förmått hålla sig kvar, där de en gång hade kommit in; någon nyspridning förekommer säkerligen icke. Vegetationen, inom de fläckar som fortfarande ha *Chamaenerion*, är mycket olika; flertalet av de nedan urskiljda typerna förekommer. *Chamaenerion* saknas i stort sett inom fältets nordvästra del, som på det hela taget är bättre och mera sluten än fältet f. ö. Detta beror troligen mest på ljusstillingen.

Hur länge det kan dröja innan *Chamaenerion* har gått bort i lika grad på försöksfältet som i den omgivande skogen är omöjligt att förutse. Det är emellertid vanligt med vissa fjolårsstjälkar utan spår av liv vid basen; en del sådana torde ha räknats med vid taxeringen 1945, som gjordes så tidigt som i maj, då man ej alltid kunde avgöra om exemplaren levde. Enligt Moss (1936) har *Chamaenerion* förmågan att länge kunna leva kvar i marken som vilande knoppar.

Övriga nitratväxter började gå tillbaka samtidigt med *Chamaenerion* eller än tidigare. Vid revisionerna åren 1926—1932 iakttogos de ofta tillsammans med *Chamaenerion* eller ibland ensamma, men nådde aldrig någon högre täckningsgrad. Att döma av revisionen år 1945 äro de nu praktiskt taget borta från försöksfältet.

Några ord må i detta sammanhang nämnas om *Deschampsia flexuosa*. Bl. a. på grundval av gödslingsförsök på Kulbäcksliden anser HESSELMAN (1937 sid. 652) att denna växt påtagligt gynnas av god tillgång på lättillgängligt kväve, ehuru den icke är någon »nitratväxt». Denna åsikt stödes av resultaten från de fortsatta försöken på Kulbäcksliden och från ROMELLS försök i Orsa finnmark, där *Deschampsia* har visat sig som en känslig och livlig indikator på näringsnivån (jfr KOLMODIN & ROMELL 1946 sid. 73—74). *Deschampsia* har ej systematiskt observerats vid de tidigare taxeringarna, men kartan fig. 19 återger dess utbredning enligt 1945 års taxering. Man kan möjligen spåra vissa överensstämmelser med maximalutbredningen av *Chamaenerion* (fig. 18). Förekomsterna i slutna bestånd äro oftast sterila; undantag utgör den sydexponerade sluttningen mot bäcken. Inom »skadefläckar» (se sid. 66) förekommer *Deschampsia* ofta, däremot är den sällsynt inom »hungerfläckar». Någon reaktion för de olika åtgärderna kan ej upptäckas.

Stor uppmärksamhet ägnades vid revisionerna förhållandet mellan nitratvegetationens fördelning och kulturernas utveckling. Tallkulturerna sågo till en början ofta frodigare ut och hade en mera mörkgrön färg inom fläckar med nitratväxter än utanför. Denna skillnad jämnade emellertid så småningom ut sig och har ej kunnat siffermässigt beläggas; den visade sig f. ö. knappast i höjdtillväxten. De övriga trädslagens utbredning och tillväxt på försöksfältet växlar mycket på grund av andra orsaker än marktillståndet, och det

är svårt att avgöra, om det är någon skillnad mellan nitratväxtfläckar och andra fläckar. Invid järnvägen, där nitratvegetationen var kraftig men snaft tog slut, är björken tydligt sämre än i björkbandet utmed skogen (med undantag för de mest konkurrensskadade raderna).

Icke heller inom den brända ytan, där nitrifikationen också tycks ha varit snabbt övergående, är björken särskilt bra, jämfört med hur den är på den närliggande ytan 13, som har haft en mera uthållig, om också ej särskilt riklig nitratvegetation. I bägge fallen kan man ta näringsbrist som en gemensam orsak till att nitratvegetationen försvann och björken blev sämre (jfr O. TAMM 1936, sid. 262).

Talrika ståndortsanteckningar ha gjorts för att belysa förhållandet mellan nitratvegetation och övrig markvegetation. *Chamaenerion angustifolium* tycks ha trivts väl inom alla försöksfältets vanliga växtsamhällen (se översikten sid. 84). Inom *Chamaenerion*-rika fläckar ha träffats en rad andra på fältet mer ovanliga delvis tillfälliga växter. Sådana äro, jämte de redan nämnda nitratväxterna (*Rubus idaeus* och *Senecio silvaticus*): *Festuca ovina*, *Gnaphalium dioecum*, *Juncus effusus*, *Lotus corniculatus*, *Luzula campestris*, *Potentilla erecta*, *Veronica officinalis*, *Agrostis tenuis* och *Tussilago farfara*. De bägge sistnämnda ha setts endast inom kalkbandet.

Såvitt man kunde döma av kulturens utseende, tycktes humustäcket vara i gott skick, lämpligt för både tall, gran och björk, på sådana ställen där *Chamaenerion* förekom med ett bottenskikt av mossor, eller av mossor med inblandade lavar, eller där lavarna förhärskade, men marken här och var låg bar och med ett luckert och söndersprucket humustäcke. I detta fall voro lavarna vanligen till stor del bägarlavar. Där däremot en tät matta av renlavar utgjorde bottenskiktet och humustäcket var ett tätt sammanfiltat H-skikt, där var tallkulturen ofta svag, oavsett om *Chamaenerion* fanns eller ej. Björken har ej självsått sig på sådana ställen. På de sämsta ytorna var *Chamaenerion* liksom övriga nitratväxter mycket sparsam. Här voro tallplantorna ofta kortbarriga och gulaktiga, vilket tyder på näringsbrist, kanske kvävehunger. O. TAMM (1936 sid. 245) har kallat dessa fläckar hungerfläckar.

Även inom områden där vegetationen tydde på nitrifikation träffades fläckar med dåligt utvecklade plantor. Plantorna voro då i regel starkt angripna av röta vid rothalsen, och många plantor gingo ut. Dessa fläckar ha av O. TAMM (l. c.) kallats skadefläckar.

Skade- och hungerfläckar

Skadefläckar och hungerfläckar ha lagts in på en karta (O. TAMM 1938 fig. 5, här återgiven som fig. 20). Kartan visar tillståndet vid mitten av 1930-talet. En skadefläck synes på fig. 15, sid. 56, en typisk hungerfläck på fig.

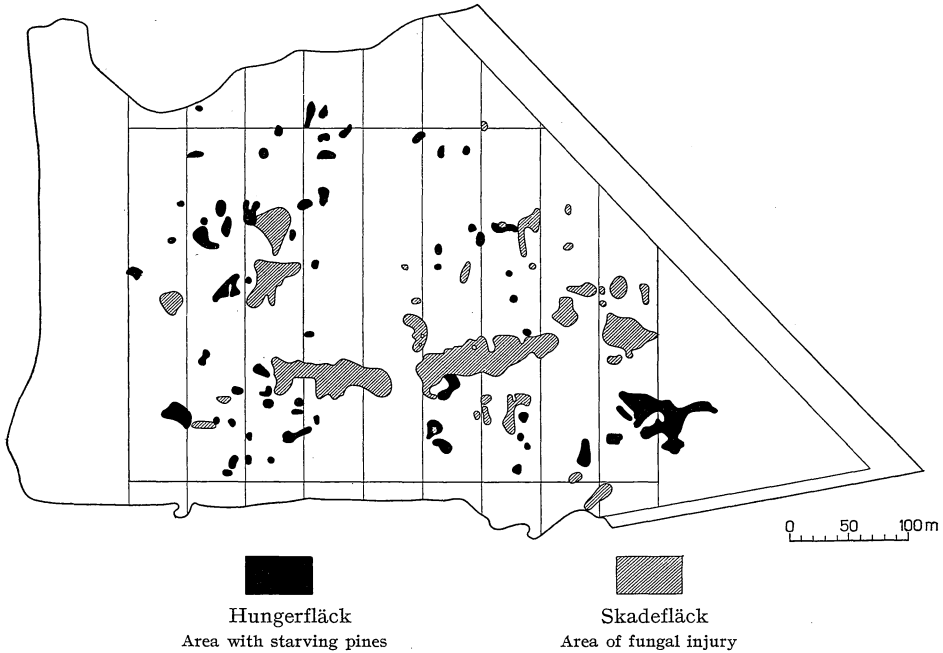


Fig. 20. Karta över skade- och hungerfläckar på Mølva försöksfält omkring år 1935.
 Areas of fungal injuries and of starvation in pines as found around 1935 in Mølva Field.

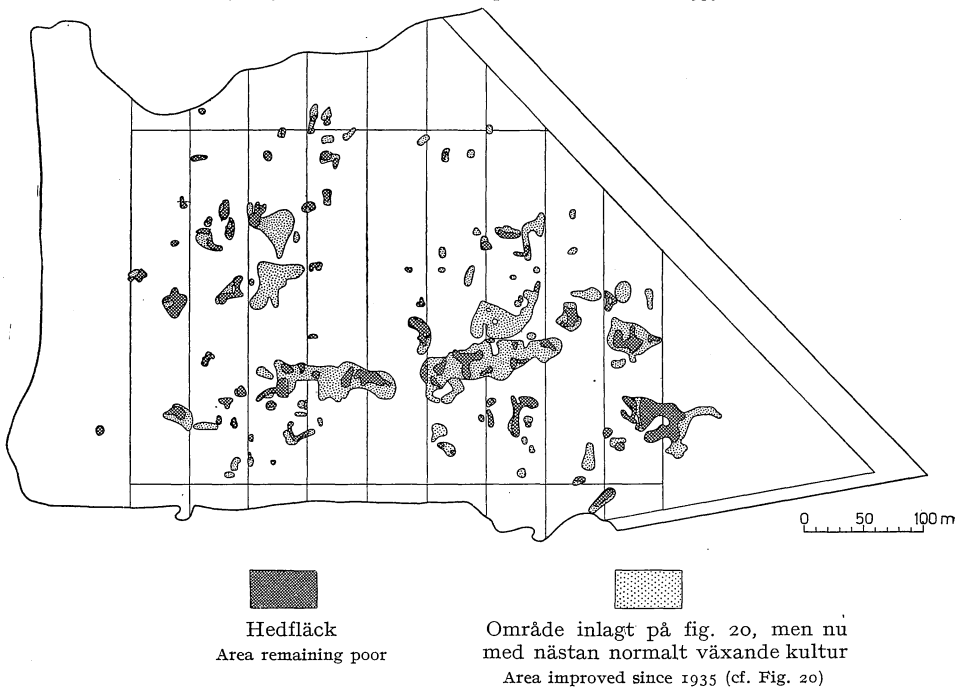


Fig. 21. Karta över hedfläckar på Mølva-fältet år 1945.
 Status of degenerated patches in Mølva Field as estimated in 1945. The area marked as remaining poor has a vegetation rich in heather and lichens, with few and poor tree seedlings. On the area marked as improved, growth is now nearly normal.



Fig. 22. Numera mycket hedartad skadefläck (VI:4).

Area formerly suffering by fungal injuries, now with heather and lichens (*Cladoniae*) covering most of the ground.

FOTO O. TAMM 29.IX.45.

24. Vid en jämförelse mellan kartan fig. 20 och kartan över tallkulturens höjd (fig. 10) visar det sig, att en del låga medelhöjder bero på att en större eller mindre del av ifrågavarande yta tillhör en hungerfläck. Sådana ytor äro III: 2, V: 6 (här var dock hungerfläcken svagt utpräglad och återfinnes ej på fig. 20), VI: 2, VI: 10, X: 8 och XI: 3. Skadefläckarnas verkan visar sig ej så mycket genom lägre medelhöjder hos träden, då träd som ha övervunnit angreppen i regel växa bra, men i stället äro sådana ytor mycket glesa.

Skade- och hungerfläckarna karterades igen i september 1945 av professor O. TAMM. Då samme person har gjort bägge karteringarna äro de så jämförbara som möjligt. Det är viktigt därför att övergången i regel är fullständigt flytande mellan dessa fläckar och beståndet i övrigt, så att gränserna måste dras mycket subjektivt. Fläckarna äro fortfarande mycket påtagliga, men det kan nu vara svårt att skilja på vad som en gång var hungerfläck och vad som var skadefläck. Därför ha bägge slagen på kartan fig. 21 sammanförts under beteckningen hedfläckar.

Skadefläckarna voro i regel ytterst grunda svackor på den eljest tämligen plana mon. Deras vegetation skilde sig från början ej märkbart från den på den övriga delen av fältet. Några m. el. m. fuktighetsälskande växter, *Carex*



Fig. 23. Med gran delvis botad skadefläck (IX:7).

A patch spoilt by fungi has in part recovered (where the spruces are).

FOTO O. TAMM 29.IX.45.

fusca (*Goodenowii*) och *Juncus effusus*, ha antecknats från skadefläckar, men de förekomma även utanför dem. Att döma av vegetationskartorna från 1929 och 1932 var lavhedsartad vegetation ingenstädes inom skadefläckarna något dominerande inslag. Men år 1945 utgjorde lavarna 53 % av bottenskiktet inom då kvarstående skadefläckar på det år 1922 kultiverade området, och 72 % inom skadefläckar kultiverade år 1923. Lavfrekvensen är högre än inom normala delar av fältet. Endast hungerfläckarna ha ännu högre lavfrekvens (sid. 71).

På åtskilliga skadefläckar dominera nu ljung och renlavar i markvegetationen (fig. 22). Andra äro lavrika men till stor del bevuxna med bägarlavar och lingonris, ofta i gles täckning. Här, där hedbildningen icke har gått så långt, kan nog marktillståndet vara ganska gott; enstaka *Chamaenerion*-exemplar och på ett ställe hallon funnos ännu 1945 kvar inom skadefläckar. Ytterligare andra skadefläckar ha mera mossrik vegetation. Svampskadorna tyckas ha upphört; de träd som ha överlevat angreppen äro växtliga. På ett ställe, inom den brända ytan, tycks dock en skadefläck ha nybildats under de sista tio åren.



Fig. 24. Hungerfläck (XI:7).
Area with pine starving.

FOTO O. TAMM 18. VIII. 37. (O. Tamm 1938 fig. 6.)

Tack vare att svampangreppen ha upphört, börja åtskilliga skadefläckar numera läkas, dels genom överlevande plantor ur den ursprungliga kulturen, dels genom hjälpkulturplantor (fig. 23). Detta kan belysas med några siffror, erhållna på kartorna fig. 20 och 21 genom taxering av skadefläcksarealen utefter samma linjer som användes för vegetationen. De så erhållna siffrorna äro föga exakta, men större noggrannhet är meningslös, när det gäller en företeelse som denna. Ur de mätta sträckorna kunna skadefläckarna omkring 1932 beräknas ha utgjort 3,3 procent av den 1922 kultiverade delen av fältet och 5,6 procent av den 1923 kultiverade delen (hörnet i sydöst har ej karterats), men år 1945 hade dessa arealer krympt till resp. 0,9 och 2,9 procent. Såsom synes på kartan fig. 21 ha numera de stora skadefläckarna upplösts i mindre; till största delen läkas de. De från början mindre skadefläckarna läkas delvis fullständigt, men där plantavgången har varit för stor, går utvecklingen mot hedluckor eller mycket glesa, hedartade bestånd.

Hungerfläckarna utgjorde omkring år 1932 enligt samma beräkningssätt som användes för skadefläckarna, 2,1 arealprocent av den äldre och 3,1 arealprocent av den yngre kulturen. År 1945 erhöles siffrorna 2,1 och 1,3

arealprocent. Inom block B hade flertalet hungerfläckar krympt betydligt eller helt utplånats, inom block A hade visserligen många hungerfläckar krympt, men samtidigt hade åtskilliga utvidgat sig. Siffrorna äro föga noggranna. Helhetsintrycket är att hungerfläckarna till stor del hålla på att läkas. I läkningen delta, liksom på skadefläckarna, även hjälpkulturplantor.

Hungerfläckarnas uppkomst

Mycken möda har under försökets gång lagts ned för att söka få reda på hungerfläckarnas egentliga natur. Vad först deras vegetation beträffar synas hungerfläckarna ha utgjort primärt lavrika delar av försöksfältet. Arealprocenten lavhedsvegetation var enligt uppskattningar 1929 och 1932 inom hungerfläckarna och inom resten av fältet följande:

Arealprocenten lavhedsvegetation inom	1922 års kultur	1923 års kultur	hela fältet
hungerfläckar år 1929.....	41	49	46
» » 1932.....	49	80	70
övriga delar av fältet år 1929.....	6	8	7
» » » » 1932.....	5	6	6

År 1945 linjetaxerades vegetationen efter något andra principer (se sid. 83), men ett värde kan erhållas på lavarnas ungefärliga täckningsgrad, oavsett om de förekomma som lavhedartade fläckar eller i andra vegetationstyper. Dessa värden äro ej jämförbara med de ovan angivna, men man finner i dem samma allmänna gång.

Arealprocenten lavar inom	1922 års kultur	1923 års kultur	hela fältet
kvarstående hungerfläckar år 1945.....	69	94	80
övriga delar av fältet år 1945.....	21,5	35,9	30,0

Tydligen ha hungerfläckarna hela tiden varit mera lavrika än resten av försöksfältet. Ökningen mellan åren 1929 och 1932 är delvis skenbar, därför att vid dessa linjetaxeringar huvudvikten lades vid nitratvegetationen och den lavrika vegetationen endast antecknades där nitratvegetation saknades. Nu voro hungerfläckarna relativt fattiga på nitratvegetation, varför siffrorna i sammanställningen ovan ej äro alltför missvisande. Däremot äro siffrorna för resten av försöksfältet 1929 och 1932 säkert mycket för låga, kanske t. o. m. endast hälften av det riktiga värdet.

Tabell 12 visar tydligt, att hungerfläckarna hade utgjort glesa fläckar i det gamla beståndet. Antalet stubbar är genomgående lägre inom hungerfläckarna än inom närliggande växtliga jämförelseytor. Samma tabell upptar för huvudträdslaget antalet plantor och plantornas medelhöjd på en-år stora

Tab. 12. Antal stubbar samt antalet plantor av huvudträdslaget och dessas medelhöjd år 1937 inom provytor om 100 m² inom hungerfläckar och närliggande goda ytor

Number of stumps, number of pine or birch saplings, and the mean height of the saplings, in 1937, in patches with trees starving and on adjacent ground with normal growth of trees

Provytor omkring markprofilerna i fig. n:1 Location of plots ¹ Kind of saplings	Hungerfläckar Patches with pines starving			Goda ytor Ground with normal growth		
	Stubbar per ar Stumps to the are	Ungträd per ar Saplings to the are	Medel- höjd Mean height m	Stubbar per ar Stumps to the are	Ungträd per ar Saplings to the are	Medel- höjd Mean height m
27 tall Pine.....	1	9	1,35	10	60	2,64
29 tall Pine.....	7	24	1,24	12	27	2,51
30 björk Birch.....	8	15	0,87	15	26	4,10
31 tall Pine.....	8	12	1,80	18	35	3,05
32 björk Birch.....	8	31	1,65	10	32	2,87
33 tall Pine.....	4	35	1,17	12	42	2,09
35 tall Pine.....	3	9	0,73	6	22	2,86
Medelt. för 7 provytor Averages	5,6	19		12,1	35	

¹ The counts were made on plots laid out around soil profiles, illustrated in the text figures referred to by numbers.

provytor. Plantantalet är ofta lägre inom hungerfläckarna, då en del plantor dukat under, men framför allt är medelhöjden mycket lägre och tillväxten svagare än på jämförelseytorna. Tillväxten har på många håll varit särskilt svag omkring år 1930, vilket är lätt att konstatera på tallarna. Tallar som ha överlevat denna svåra period ha sedan ofta vuxit något bättre.

Numera ha mindre hungerfläckar ofta läkt från kanten och blivit delar av beståndet, låt vara glesa och en smula trög vuxna. Mitt inne i större hungerfläckar är det dock ofta mycket stark hedbildning. Av fläckar som ha brett ut sig under senare år, är särskilt en intressant. Den ligger på gränsen mellan risbandet (9) och ett avröjt band (10) i bälte VIII. Hungerfläcken framträdde som ett område med dålig växt på kulturen och såg en tid ut att ligga helt inom det röjda bandet. Därför undersöktes den särskilt noga. Risbandet var här ganska glest på grund av tjäderns åverkan. Numera har kulturens tillväxt avstannat även på ett område inom risbandet; d. v. s. hungerfläcken har brett ut sig dit. Risgödslingen tycks till en tid ha kunnat kompensera ett dåligt marktillstånd, som dock småningom har tagit ut sin rätt. Man vet ingenting om hur utvecklingen hade blivit, ifall det hade lyckats att få upp ett slutet bestånd med hjälp av risgödsling eller annan markförbättring.

Man borde ha känt markens och beståndets tillstånd före försöksfältets tillkomst för att kunna bedöma, om risgödslingen möjligen har kunnat kompensera ett primärt dåligt marktillstånd också på någon annan fläck, t. ex. där ett par små hungerfläckar gränsa till risbandet men ej sträcka sig in på

det. Lika litet kan man bedöma om torvgödslingen har kunnat motverka utbildningen av hungerfläckar. Antalet hungerfläckar inom olika bälten är, huvudsakligen efter fig. 20, följande:

Bälte	III	.....	3	hungerfläckar
»	IV	.....	1	»
»	V	.....	9	»
»	VI	.....	9	»
»	VII (den råhumusgödslade fjärdedelen)	.....	1	»
»	VII (de torvgödslade tre fjärdedelarna)	.....	0	»
»	VIII	.....	10	»
»	IX	.....	14	»
»	X	.....	13	»
»	XI	.....	4	»

Det torvgödslade bältet är det enda som ej har någon hungerfläck; det är ej osannolikt att detta beror på torvgödslingen. Under inga omständigheter kan man vända på slutsatsen och påstå, att den gynnsamma verkan av torvgödslingen är skenbar och beror på att där icke har funnits någon hungerfläck. De torvgödslade ytorna ha ju genomgående höga värden på tallarnas medelhöjd (fig. 10).

För att utröna vad som vållar hungerfläckarna har ett omfattande analysarbete utförts. Man kunde i första hand misstänka skillnader i underlagets beskaffenhet. Åtskilliga markprofiler ha tagits upp parvis inom en hungerfläck och en växtlig yta så nära varandra som möjligt. Prov av sanden ha tagits med s. k. standardborr och ett prov för analys har uttagits från varje någorlunda enhetligt skikt i profilen. Större delen av dessa prov ha sedan underkastats mekanisk analys och bestämning av basmineralindex samt eventuellt ytterligare analyser. Från samma platser där profilerna togos upp insamlades prov av humustäcket, och i dessa prov bestämdes pH, humushalt (som glödförlust), ammoniumkloridlöslig kalk (CaO_{sol}) och Kjeldahl-kväve (N_{tot}). Analysmetoderna voro de samma som HESSELMANS (1926). — På provytor kring profilerna räknades stubbar och ungpantor, se ovan tabell 12.

Analysresultaten återges i diagrammen fig. 25—33 och tabell 13.

Vid den mekaniska analysen räknades den vanligen låga stenhalten i regel bort före siktningen. Övriga fraktioner ha slagits ihop till fem, som i diagrammen komma i följande ordning: grovmaterial (över 2 mm); grovsand (2—0,6 mm); mellansand (0,6—0,2 mm); grovmo (0,2—0,06 mm); finjord (under 0,06 mm). Viktigast är halten av finjord, d. v. s. finmo, mjåla och ler, ty det är den som ger jorden dess vattenhållande förmåga (jfr TAMM & WADMAN 1945, sid. 34): Mäktigare lager med enbart grövre korn äro torra marker, i synnerhet där också mellansanden saknas. I sanden på Mölna försöksfält är finjordshalten mycket liten, utom i de

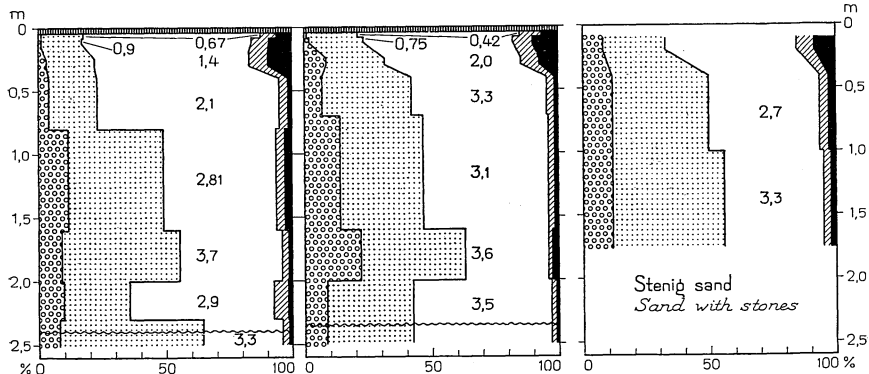


Fig. 25 a.
Hungerfläck (XI:3).
Area with starving pine.

Fig. 25 b.
Yta med medelgod tall
Control with average pine.

Fig. 26 a.
Fläck med svag björk och
tall (XI:8).
Area with poor birch and pine.

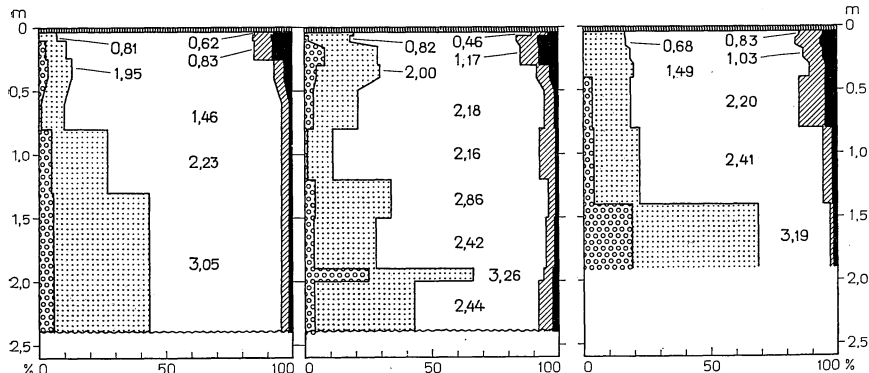


Fig. 28 a.
Hungerfläck i björkbandet
vid skogen.
Area with starving birch near
the old forest.

Fig. 28 b.
Jämförelseyta i björkbandet.
Control with good birch.

Fig. 29 a.
Hungerfläck (VIII:8).
Area with starving pine.

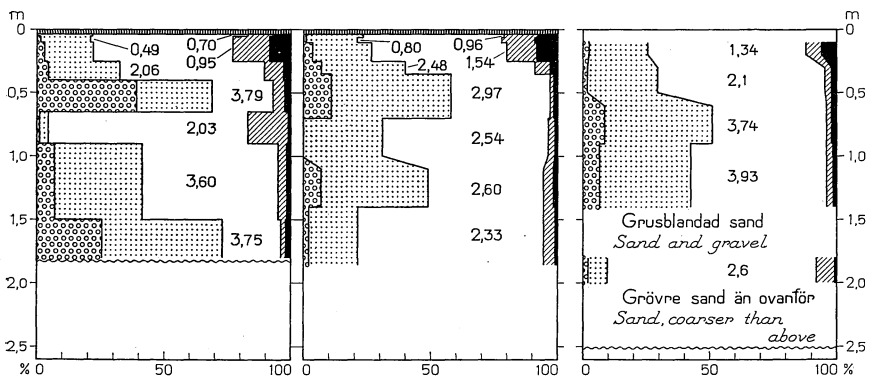


Fig. 31 a.
Hungerfläck (III:2).
Area with starving pine.

Fig. 31 b.
Vacker tallgrupp nära a.
Control, very good pine.

Fig. 32.
Vacker björkgrupp (XI:9).
Very good birch stand.

Fig. 25—33. Diagram över sandens fördelning på olika
Diagrams showing the sand fractions at different

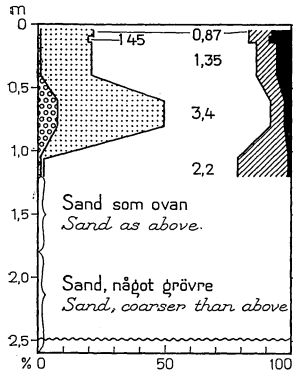


Fig. 26 b.
Vacker björkgrupp nära a
(XI:9).
Control with good birch.

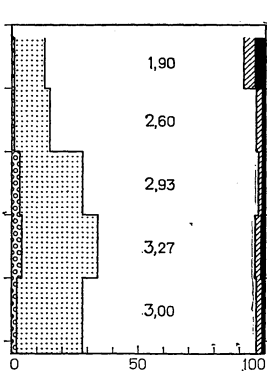


Fig. 27 a.
Hungerfläck (III:3).
Area with starving pine.

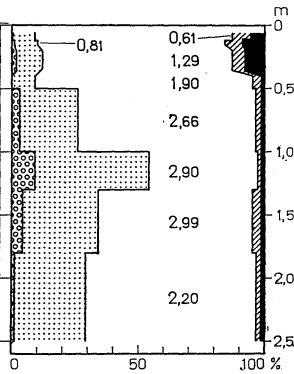


Fig. 27 b.
God jämförelseyta (III:5).
Control with good birch and pine.

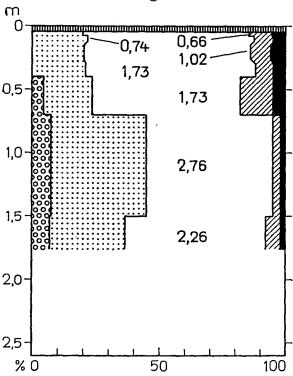


Fig. 29 b.
God jämförelseyta nära a.
Control with good pine.

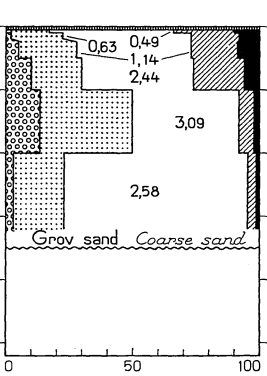


Fig. 30 a.
Svag fläck i björkbandet vid
järnvägen.
Area near the railroad with poor birch.

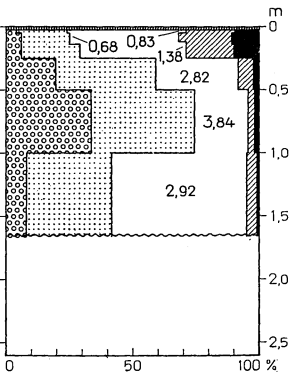


Fig. 30 b.
Jämförelseyta med god
björk.
Control with good birch.

TECKENFÖRKLARING LEGEND

- Humuslager Humus layer
- Sten och grus > 2 mm
Stone and gravel
- Grovsand Coarse sand 0,6-2 mm
- Mellansand Medium sand 0,2-0,6 mm
- Grovmå Fine sand 0,06-0,2 mm
- Finjord Silt and Clay < 0,06 mm
- 2,88 Basmineralindex Mineral base-index
- Grundvattennivå Height of water table

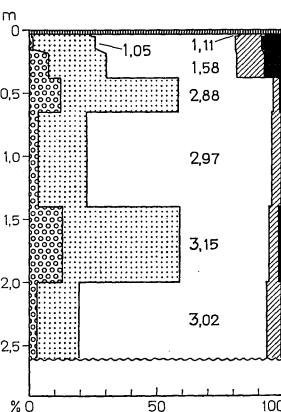


Fig. 33 a.
Hungerfläck (X:8).
Area with starving pine.

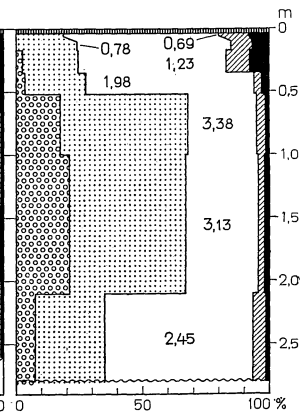


Fig. 33 b.
Vacker tallgrupp nära a.
Control with good pine.

kornstorleksklasser i ett antal profiler på Mölna-fältet.
depths in some profile borings at Mölna Field.

allra översta skikten i markprofilen, där sekundära vittingsprodukter höja den till 5—10 %.

I vissa fall ha tunna skikt hoppats över vid provtagningen. Då har övergången mellan lagret ovanför och lagret inunder ritats snett i diagrammen. I övriga fall ha övergångarna ritats tvära för att understryka diagrammens schematiska karaktär.

För varje undersökt skikt anges i diagrammen basmineralindex med ett siffervärde. Siffran står i mellansandfraktionen, som i regel är den största. Grundvattennivån har lagts in ifall borren nådde den. Diagrammen redovisa på så sätt de geologiska förutsättningarna för vegetationen. Av tabell 13 framgår vidare humuslagrets och blekjordens mäktighet (i regel medelvärden av tio bestämningar) och för humuslagret pH, humushalt (glödförlust), utbytbar (ammoniumkloridlöslig) kalk och totalkväve.

Tab. 13. Bestämningar av humuslagrets mäktighet (A_0), pH, halt av humus (O. M., bestämd som glödförlust), kväve (N_{tot}), ammoniumkloridlöslig kalk (CaO_{sol}) samt blekjordens mäktighet (A_1) i utvalda markprofiler på Mölna-fältet. (N_{tot} och CaO_{sol} äro uttryckta i procent av O. M.)

Data on soil profiles, Mölna field: depth, pH, and organic content (loss on ignition) of the humus layer (the A_0 horizon); total nitrogen and soluble lime (solvent NH_4Cl) found in A_0 and expressed in parts by weight to 100 parts of organic matter; depth of the bleached layer (the A_1 horizon)

Prov togs Date of sampling	Profil, se fig. Mineral soil, cf. Fig. No.	Plantornas tillstånd Saplings	A_0 cm	pH	O. M. %	Per 100 O. M.		A_1 cm
						N_{tot}	CaO_{sol}	
Juni 1932....	25 a	Dåligt Poor	4,5	3,7	59,5	1,78	0,30	2,4
» 1932....	25 b	Gott Good	4,8	3,9	65,3	2,13	0,44	2,0
» 1933....	26 a	Dåligt Poor	3,6	3,5	82,0	1,81	0,43	2,6
» 1933....	26 b	Gott Good	4,1	3,4	65,2	2,07	0,40	3,1
» 1932....	27 a	Dåligt Poor	4,0	3,4	56,0	1,98	0,36	3,1
» 1932....	27 b	Gott Good	5,5	3,9	54,4	1,99	0,63	5,5
Augusti 1937....	28 a	Dåligt Poor	3,3	3,49	75,1	—	0,35	2,6
» 1937....	28 b	Gott Good	3,7	3,31	66,0	—	0,41	2,9
» 1937....	29 a	Dåligt Poor	3,6	3,70	34,7	—	0,41	3,2
» 1937....	29 b	Gott Good	4,2	3,67	47,9	—	0,42	3,3
» 1937....	30 a	Dåligt Poor	2,3	3,87	36,7	—	0,46	2,4
» 1937....	30 b	Gott Good	2,4	3,89	34,8	—	0,58	2,1
» 1937....	31 a	Dåligt Poor	3,2	3,55	26,3	—	0,46	2,1
» 1937....	31 b	Gott Good	3,3	3,68	55,7	—	0,54	2,5
Juni 1932....	32	Gott Good	5,4	3,7	50,7	2,62	0,47	3,9
Augusti 1937....	33 a	Dåligt Poor	3,0	3,67	40,7	—	0,42	2,0
» 1937....	33 b	Gott Good	3,6	3,53	67,7	—	0,38	2,0

En granskning av diagrammen visar, att några skillnader i kornstorlek eller mineralogisk sammansättning (basmineralindex), som kunna förklara skillnaden mellan goda och dåliga ytor ej finnas. De skillnader som föreligga äro små och utan bestämd tendens. I ett fall (fig. 26) har den goda fläcken ett något grovmorikare underlag, i ett annat fall (fig. 30) den dåliga. Icke heller finnes det någon genomgående skillnad i pH, utbytbar kalk eller totalkväve. Undersökningar ha gjorts på pH även i djupare lager, dels kolorimetriskt i samtliga profiler i fält, dels potentiometriskt i profilerna fig. 29. Resultaten

stämman tämligen väl överens; följande värden erhöles vid den potentiometrisk bestämningen:

	pH i hungerfläck	pH i god fläck 10—12 m från föregående
Humuslagret (A ₁).....	3,70	3,67
Blekjorden (A ₁).....	3,86	3,84
Övre, mörkare rostjord (B ₁).....	4,71	4,28
Undre, ljusare rostjord (B ₂).....	4,69	4,79
Underlaget (C)		
30—40 cm under markytan.....	4,84	4,80
c:a 40—70 cm under markytan.....	4,78	4,52
» 80—140 » » »	5,20	5,05
» 150—180 » » »	5,61	5,07

Icke heller grundvattennivån är nämnvärt olika på olika fläckar. Topografien, som betydde mycket för utbildningen av skadefläckarna, är ej heller olika på hungerfläckarna och deras jämförelseytor.

För att ytterligare belysa variationen i humustäckets egenskaper på försöksfältet må här inskjutas en sammanställning av analyser, gjorda samtidigt med dem i tabell 13 återgivna (juni 1932) men från några andra lokaler på fältet.

	pH	Glödförlust %	N _{tot} %	CaO _{sol} %
Okultiverad jämförelseyta med lingonrik markvegetation (yta 17)	3,5	80,49	1,85	0,46
Skadesvacka (yta VI: 4).....	4,2	42,62	2,65	0,63
Mycket god björkgrupp på morikt underlag (yta XI: 3).....	3,8	45,82	2,53	0,41
God björkgrupp i bandet utmed skogen.....	3,5	70,89	1,82	0,41
Växtligt tallbestånd på bränd yta (yta 10 a).....	3,7	71,12	1,79	0,45
Normalt växtligt tallbestånd (yta VI: 8).....	3,6	65,38	1,68	0,34

Dessa värden visa en betydande variation även inom goda ytor, en variation lika stor och lika regellös som den mellan goda och dåliga ytor i diagrammen.

När varken skillnaderna i det primära geologiska underlaget eller i humustäckets halt av de undersökta näringsämnen kunna förklara den stora skillnaden i växtlighet mellan hungerfläckarna och de normala delarna av beståndet, vill man gärna söka orsaken i att de jordmänsbildande processerna ha verkat olika på olika fläckar. Att skillnaderna skulle ligga i primär brist på

något av de ej analyserade näringsämnen, fosfor, kalium eller något spårämne, får anses ytterligt osannolikt med den kännedom vi ha om hur likformig sanden är på försöksfältet.

I den mån de jordmånsbildande processernas verkan kan bedömas genom mäktigheten hos blekjorden, bör det vara lätt att avgöra, om de ha verkat annorlunda på hungerfläckar än på goda fläckar. Värdena i diagrammen fig. 25—33 visa dock inga genomgående sådana skillnader. I genomsnitt är podsoleringen starkare inom de goda fläckarna (blekjord 3,1 cm) än inom de dåliga (blekjord 2,6 cm). Men nu växlar podsoleringsgraden på försöksfältet från fläck till fläck, såsom WRETLIND (1934 a, sid. 385) har visat att fallet är på gammal tallskogsmark, därför att tallen, när den vindfälls, välter upp djupare skikt i markprofilen än vad granen gör. Den funna skillnaden i podsoleringsgrad mellan goda och dåliga fläckar torde därför ej berättiga till slutsatser i någondera riktningen, men möjligen inbjuda till fortsatt undersökning. — Humustäckets mäktighet visar en lika liten men däremot genomgående skillnad mellan de dåliga och de goda fläckarna. Härtill återkommer jag senare.

Tabell 14 visar en jämförelse mellan goda och dåliga ytor med avseende på halterna av organiska och oorganiska kolloider och kolloidalt bundet vatten i de övre markhorisonterna (analysmetoder, se O. TAMM 1922 och 1934 a). Bestämningarna äro gjorda på prov ur de år 1937 med standardborr tagna profilerna (jämför diagrammen fig. 28—31 och 33). Man finner ingen nämnvärt olika anrikning av kolloider. De skillnader som finnas äro små jämförda med variationsbredden.

Några genomgående skillnader i blekjordens, rostjordens eller underlagets beskaffenhet mellan goda och dåliga ytor ha således ej kommit fram vare sig genom mekaniska analyser eller genom bestämningar av basmineralindex, pH, grundvattennivån, humushalten i markprofilens olika skikt eller halten av oorganiska kolloider. Av humustäckets egenskaper ha hittills endast kalkhalten, totalkvävehalten och mäktigheten behandlats. Skillnader kunna tydligen föreligga i fråga om andra egenskaper hos humustäcket. Att så är fallet, framgår redan av att hungerfläckarna från början urskildes som dåliga fläckar utan nitratvegetation (sådan infann sig senare fastän sparsamt). För att utröna om det fanns skillnader i tillgången på lättillgängligt kväve gjordes vid flera tillfällen, tidigast 1932, lagringsprov enligt HESSELMANS metodik (1926). Vid dessa lagringsprov framkommo också skillnader, mest genomgående i fråga om ammoniakhalten. De goda fläckarna hade i regel starkare ammoniakbildning. Några hungerfläckar kommo dock upp till ganska höga värden. Att nitratanalyserna gävo mindre klart utslag kan bero t. ex. på att nitrifikationen år 1932 och ännu mera år 1937 var på upphällningen.

Kvävemobiliseringen i lagringsprov är emellertid något helt annat än kvävemobiliseringen i naturen, såsom ROMELL (1934, 1935) har visat. Det ammoniak-

Tab. 14. Procenthalter av kolloider skikt för skikt i 1937 års markprofiler, fem tagna på goda och fem på dåliga ytor

Colloids in different horizons of soil carrying either normal tree growth (5 profiles) or starving saplings (5 profiles), cf. Figs. 28—31, and 33. The contents as given are percentages by weight

Halter av Contents of	Marksskikt Soil horizon	Gruppmedeltal Group averages		Alla tio profilerna All ten profiles		
		Goda ytor Growth normal	Dåliga ytor Saplings starving	Medeltal Averages	Variation Ranges	
Humus O. M.	A ₁ Blekjord.....	3,04	3,05	3,05	2,04 —4,45	
	B ₁ Övre rostjord.....	2,43	2,24	2,33	1,49 —2,98	
	B ₂ Undre rostjord.....	0,94	0,85	0,89	0,42 —1,33	
	C Rostjordens underlag.....	0,32	0,27	0,29	0,11 —0,50	
Vatten Water	A ₁ Blekjord.....	0,51	0,47	0,49	0,30 —0,92	
	B ₁ Övre rostjord.....	0,87	0,85	0,86	0,66 —1,02	
	B ₂ Undre rostjord.....	0,62	0,69	0,65	0,39 —1,02	
	C Underlag.....	0,32	0,35	0,33	0,22 —0,46	
Glödförlust Loss on Ignition	A ₁ Blekjord.....	3,37	3,42	3,40	2,22 —5,14	
	B ₁ Övre rostjord.....	3,03	2,85	2,94	1,90 —3,82	
	B ₂ Undre rostjord.....	1,60	1,45	1,53	0,99 —2,05	
	C Underlag.....	0,67	0,66	0,66	0,52 —0,86	
Oorganiska kolloider Inorganic colloids	SiO ₂	A ₁ Blekjord.....	0,01	0,01	0,01	0,004—0,02
		B ₁ Övre rostjord.....	0,05	0,03	0,04	0,02 —0,07
		B ₂ Undre rostjord.....	0,09	0,07	0,08	0,02 —0,13
		C Underlag.....	0,05	0,05	0,05	0,03 —0,07
	Fe ₂ O ₃	A ₁ Blekjord.....	0,09	0,06	0,08	0,03 —0,22
		B ₁ Övre rostjord.....	0,60	0,48	0,54	0,35 —0,73
		B ₂ Undre rostjord.....	0,36	0,23	0,30	0,12 —0,60
		C Underlag.....	0,09	0,09	0,09	0,05 —0,16
	Al ₂ O ₃	A ₁ Blekjord.....	0,07	0,06	0,06	0,01 —0,16
		B ₁ Övre rostjord.....	0,47	0,46	0,46	0,29 —0,75
		B ₂ Undre rostjord.....	0,63	0,59	0,61	0,30 —0,83
		C Underlag.....	0,26	0,27	0,27	0,16 —0,37
Sammanl. Total	A ₁ Blekjord.....	0,17	0,13	0,15	0,05 —0,39	
	B ₁ Övre rostjord.....	1,12	0,97	1,05	0,82 —1,45	
	B ₂ Undre rostjord.....	1,09	0,89	0,99	0,44 —1,54	
	C Underlag.....	0,41	0,39	0,40	0,25 —0,58	

och nitratkväve som erhålles efter lagring måste delvis vara frigjort ur vid provtagningen levande växtdelar, t. ex. svampyfer, och lagringsproven visa föga om kvävetillgång och kvävemobilisering i det osårade humustäcket. En skillnad sådan som här kom fram mellan goda och dåliga fläckar är likväl upplysande, ty den visar, att de sämre fläckarna icke hade samma förråd som de bättre av användbart kväve, icke ens av sådant som kan fås i omlopp genast genom starka ingrepp. Det stämmer med nitratvegetationens fördelning och den karaktär hos de dåliga fläckarna som har tagit sig uttryck i att de ha kallats hungerfläckar.

Orsaken till att humustäcket har blivit dåligt är ej svår att finna; svårigheten är snarare att bedöma vilken av flera bevisligen förefintliga orsaker som varit verksammast. Hungerfläckarna ha enligt tabell 12 varit glesa fläckar i det gamla beståndet. Här har förnatillförseln varit mindre än inom det slutna beståndet. Humuslagrets utbildning och näringsförråd äro starkt beroende av den årliga näringstillförseln med förnan; fält- och bottenskiktsförnan i en mossrik barrskog kan ej på långt när kompensera bristande tillförsel av trädförna. Detta gäller i ännu högre grad luckor bevuxna med ljung och renlavar, vilkas sammanlagda förnaproduktion både kvantitativt och kvalitativt torde vara underlägsen t. ex. den av blåbärsris och vanliga skogsmossor.

En annan följd av utglesningen är att marken i luckorna utsättes för direkt solljus och får sämre avdunstningsskydd genom den torftigare vegetationen. Åtminstone tillfälligt kan här bli svårare torka, som kan tänkas döda ömtåliga organismer i humustäcket. Å andra sidan är det icke osannolikt, att nedbrytningen av döda växtrester som helhet går raskare i luckorna.

En tredje faktor medverkade i den förutvarande skogen på försöksfältet till att hålla nere näringstillgång och näringsförråd i luckornas humuslager. I det glesare beståndet var det icke någon motsvarande minskning i rotkonkurrensen, ty i den mån de glesa fläckarna icke utnyttjades av de där växande träden, skickade granträden med all säkerhet in rötter, som sögo ut marken (se WRETTLINDS arbeten, ANDERSSON 1945 och ROMELL & MALMSTRÖM 1945).

Vad händer nu vid en avverkning? Både inom glesare och tätare fläckar dö trädens rötter bort. Rötterna äro enligt ovanstående möjligen talrika även inom de glesa fläckarna, men deras mykorrhizor med åtföljande svampar äro säkerligen bättre utvecklade på de goda, slutna fläckarna. Många mykorrhizasvampar äro enligt ROMELL (1939, sid. 359) sannolikt helt beroende av värdträdet och dö bort med detta. Inom de goda ytorna dör vidare en stor del av markvegetationen bort (blåbärsris och mossor). Resten lever kvar, men ökar föga (sid. 58). Även till blåbärsriset hör mykorrhiza, som torde dö bort. På grund av solstekningen dö kanske också en del andra organismer i humuslagret. När allt detta friska växtmaterial dödas, samtidigt som konkurrensen om näringen till en början minskar till en obetydlighet, blir det en kraftig mobilisering av näringsämnen, framför allt av kväve. Den minskade konkurrensen om vatten och näring kan också göra att gamla växtrester multna raskare än förut (HESSELMAN; jfr ROMELL & MALMSTRÖM 1945, sid. 598—601). Också härigenom frigöres lagrad näring.

På en dålig yta äro markvegetationen och humustäckets organismer redan anpassade till en riklig ljustillgång; i stället för att dö komma de att utnyttja den frigjorda näringen för sin egen del och luxuriera. Vidare finns det i genomsnitt mindre näring lagrad och vad som finns i gamla växtrester och humus kan icke väntas frigöras så mycket raskare än förut, då miljön

här ändras mindre radikalt. Allt detta gör att mindre näring än på en förut sluten yta kommer att frigöras och stå till trädplantornas förfogande, ifall marken före avverkningen hade ett glest bestånd och var bevuxen med ljung och lavar.

På båda slagen av ytor kommer det att ligga ris efter en avverkning, men i stort sett bli de dåliga ytorna risfattigare än de goda. Det ovan omtalade exemplet, där risgödslingen till en tid synes ha kompenaserat ett dåligt humuslager (sid. 72), tyder på att skillnaden mellan bättre och sämre fläckars humuslager kan vara ganska avsevärd eftersom markens egna resurser till slut blevo avgörande, trots risgödslingen.

De glesa fläckarna i det bestånd som en gång fanns på försöksfältet ha uppenbart haft en benägenhet att ge upphov till hungerfläckar. Hur genomgående tendensen är, vet man ingenting om, då inga undersökningar gjordes inom det gamla beståndet. En del hungerfläckar synas nu läka ihop tämligen fullständigt. Å andra sidan utveckla sig åtskilliga skadefläckar i riktning mot glesa, hedartade bestånd. Det är möjligt att en del glesa fläckar i den nuvarande trädgenerationen kommer att bli fullt normala i den nästa; å andra sidan kunna en del glesa fläckar säkert bli mycket gamla, då särskilt de mera utpräglade hedluckorna enligt det föregående synas fortplanta sig till följande trädgenerationer. En möjlighet till utredning av dessa frågor finnes kanske i podsoleringsundersökningar, sådana som de nämnda av WRETLIND (1934 a), ehuru skillnaderna i podsoleringsgrad och -typ här äro mycket mindre (jfr även sambandet på sid. 19).

Uppkomsten av ljung- och lavrika fläckar i ett f. ö. mossrikt bestånd får betraktas som en heddegeneration av samma slag som särskilt WRETLIND (1931, sid. 268 ff., O. TAMM 1937 sid. 47 mom. 8) har beskrivit. Orsakerna till heddegenerationen i Lappland äro vanligen en alltför stark uthuggning, som medför alltför ringa förnatillförsel till marken, samtidigt som denna utsettes för direkt solljus. Den här utomordentligt starka rotkonkurrensen från kvarvarande äldre träd hindrar återväxten att ta sig upp. En speciell ogynnsam omständighet är att den relativt öppna och småkuperade moränmarken yttjälur starkt och låter en stor del av snösmältningvattnet avrinna till ingen nytta på våren. Härigenom kan torra uppkomma även på ganska vattenhållande moränunderlag. Om de lappländska tallhedarna trakthuggas och rensas från ungräd, går det enligt WRETLIND i regel att få upp ett väl slutet tallbestånd ur befintliga marbuskar. Marbuskarna ha enligt samme författare i regel kommit in i samband med utglesningen av skogen, och att de ha kunnat hålla sig kvar längre tid, sammanhänges säkerligen med moränens goda mineralogiska egenskaper.

Vid jämförelse med heddegenerationen på Mølna-fältet finner man stora

överensstämmelser, men också skillnader. Orsaken, utglesning av beståndet, som härvid blir mindre växtligt, är tydligen densamma på bägge hållen. På bägge hållen har utglesning av beståndet gjort det mindre växtligt och humuslagret sämre. Bäggedera kan delvis bero på att det ofta är de växtligaste träden man har huggit. Det måste bl. a. ha verkat så att man i förväg har tagit ut en stor del av den gödslingsseffekt man annars skulle ha kunnat få vid kalhuggning. En skillnad mellan Mölna-fältets hedfläckar och de lappländska tallhedarna är att det mineralogiska underlaget i förra fallet är mycket svagt, i det senare fallet ofta ganska gott. Där underlaget är så svagt som på Mölna-fältet, kan humuslagrets förråd bli av avgörande betydelse också för mineralnäringen.

Med en liknande tankegång torde man också kunna förklara den dåliga utvecklingen hos tallarna på den brända ytan och hos björkarna i bandet utmed järnvägen, där ett näringsförråd tycks ha hastigt frigjorts men sedan tagit slut eller bundits på nytt. Även på andra håll har en stilleståndsperiod i tillväxten iakttagits omkring år 1930, alltså när näringsförrådet i humustäcket började avta. Att tillväxten sedan tog upp sig igen, torde bero på att plantorna då hade fått ett kraftigt rotsystem och bättre kunde skaffa sig näring bl. a. också ur mineraljorden. Så snart beståndet har börjat sluta sig, blir sedan humuslagret bättre tack vare ökad förnatillförsel och beskuggning.

Men om ett tillräckligt antal plantor ej finnes för att inom rimlig tid efter avverkningen åstadkomma ett slutet bestånd, blir följden en bestående heddegeneration. Det näringsförråd som ursprungligen fanns i humuslagret ersättes icke nog snabbt, tillgänglig näring urlakas och kväveförrådet bindes i högförmultnad humus. Risken är större ju mindre näringsförrådet är och ju hastigare näring frigöres och växtresterna övergå till äkta humusämnen. Alla åtgärder som öka omsättningshastigheten i humustäcket, t. ex. bränning, te sig riskabla på en så näringsfattig mark som man vid Mölna. Icke ens den så att säga normala hyggenitrifikationen är odelat gynnsam här; en långsam nedbrytning av humustäcket utan nitrifikation synes vara lika gynnsam för återväxten.

Markfuktigheten förefaller icke att ha någon avgörande betydelse för utbildningen av hedfläckarna. På försöksfältet är fuktigheten i markprofilen tämligen jämnt fördelad från plats till plats och överallt uppenbarligen tillräcklig för såväl kulturen som en del fuktighetsälskande växter. Endast i och intill sterilzonen i nordöst kan man vänta minskad fuktighet, men de svaga fläckarna (bl. a. den där markprofilen fig. 28 upptagits) ligga där rotkonkurrensen från den gamla skogen är minst.

Luckorna och de glesa fläckarna i den förutvarande skogen på försöksfältet

torde icke heller ha varit torrare än de mera slutna delarna, åtminstone icke vad beträffar mineraljorden (jfr ROMELL-MALMSTRÖM 1945 sid. 545). Tvärtom verka träden uttorkande på sitt rotområde, såsom bl. a. STÅLFELT (1944) har visat för växtliga granar. Även om mindre luckor utnyttjas av träden runt omkring för deras vattenförsörjning, är nederbörden större i luckorna; träden uppfånga nämligen en avsevärd del i sina kronor. Tillfälligtvis kan emellertid humustäcket i luckorna uttorka starkt, vilket kan vara skadligt för många markorganismer.

Nuvarande markvegetation

Markvegetationen på försöksfältet undersöktes i detalj 1945. För att kunna beskriva och kartera ett områdes vegetation måste man urskilja några slags växtsamhällen. Men med eller utan de strikta växtsociologiska begreppens hjälp (se DU RIETZ 1936) måste värdet av de typer man kan urskilja bli växlande, då vegetationen befinner sig i utveckling och till stor del uppbygges av övergångstyper mellan olika växtsamhällen. Det är för vissa samhällen svårt att avgöra, om de tillhöra olika utvecklingstyper eller äro led i samma succession.

En överskådlig bild av vegetationen på Mølna-fältet kunde erhållas genom att kartera enskiktssamhällen (synusier). De fältskiktbildande arterna äro få, och om man urskiljer endast tre typer av bottenkikt, mossrikt, lavrikt och naket, får man ett måttligt antal kombinationer. Fältskiktbildande äro huvudsakligen tre ris, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis idaea* och *Empetrum nigrum*, och ett gräs, *Deschampsia flexuosa*. Fläckvis bilda *Arctostaphylos uva ursi* och *Vaccinium myrtillus* en väsentlig del av fältskiktet. Dessa arter kunna sålunda uppbygga sex olika rena typer av fältskikt, närmast motsvarande societeter i växtsociologisk mening. Därjämte finnas alla blandformer.

Efter sådana principer linjetaxerade jag försöksfältet under senare hälften av maj 1945 längs samma linjer som O. TAMM förut hade använt, när han taxerade framför allt nitrattvegetationen. För att de urskiljda växtsamhällena skulle kunna närmare beskrivas, måste provytor analyseras. Det var ej lämpligt att göra det så tidigt som i maj, och det gjordes i stället i början av september 1945 av professor CARL MALMSTRÖM.

De olika rena markvegetationstyperna på Mølna-fältet återges i nedanstående schema. En del av dessa typer äro biologiskt motiverade, andra kombinationer förefalla att ha tillkommit mera slumpvis. Några iakttagelser av intresse i detta sammanhang skola omtalas längre fram.

Vegetationstyper på Mölna försöksfält år 1945.

Mossrika typer.

1. Mossrik mjölontyp (*Arctostaphylos*-typ)
2. » ljungetyp (*Calluna*-typ)
3. » kråkbärstyp (*Empetrum*-typ)
4. » blåbärstyp (*Vaccinium myrtillus*-typ)
5. » lingontyp (*Vaccinium vitis idaea*-typ)
6. » grästyp (*Deschampsia*-typ)

Lavriska typer.

7. Lavrik mjölontyp (*Arctostaphylos*-typ)
8. » ljungetyp (*Calluna*-typ)
9. » kråkbärstyp (*Empetrum*-typ)
10. » lingontyp (*Vaccinium vitis idaea*-typ)
11. » grästyp (*Deschampsia*-typ)

Typer med fältskikt men med svagt utbildat bottenskikt.

12. Naken mjölontyp (*Arctostaphylos*-typ)
13. » ljungetyp (*Calluna*-typ)
14. » kråkbärstyp (*Empetrum*-typ)
15. » lingontyp (*Vaccinium vitis idaea*-typ)
16. » grästyp (*Deschampsia*-typ)

Bottenskiktssamhällen, m. el. m. rena mosstäcken.

17. Vägghosstyp (*Pleurozium Schreberi* el. *Hylocomium parietinum*-typ)
18. Kvastmosstyp (*Dicranum rugosum* el. *undulatum*-typ)
19. Enmosstyp (*Polytrichum juniperinum*-typ)

Bottenskiktssamhällen, m. el. m. rena lavtäcken.

20. Renlavtyp (*Cladina*-typ)
21. Islandslavtyp (*Cetraria*-typ)
22. Bägarlavtyp (*Cenomyce*-typ)

Fläckar utan nämnvärt fält- eller bottenskikt.

23. (förekommer endast som mycket små fläckar under vissa täta tallgrupper).

En del av ovanstående typer äro mycket sällsynta, men för de flesta återfinnas i tabell 15 sammandrag av analyser av representativa provvytor. Frekvensbeteckningarna i tabellen äro de vanliga HULT—SERNANDERSKA (femgradig skala enstaka-tunnsädd-strödd-riklig-ymnig). En rikare differentiering av typerna hade man kunnat få genom att även i samhällen med väl

utbildat fältskikt ta hänsyn till vilka mossor och lavar som bilda bottenskikten. Men det skulle ha gjort det hela mindre överskådligt.

Efter linjetaxeringens uppgifter om vegetationstyperna har på en arbetskarta med olika färger utmärkts de olika fältskiktsarterna och med blyertsstreckningar de olika bottenskikten (de tre huvudtyperna). Både rena samhällen och blandformer ha lagts in så detaljerat som möjligt. Uppskattningen av de olika arternas andelar i vegetationen måste bli subjektiv, liksom vid t. ex. rutanalyser. Arealprocenter ha därför i de flesta fall ej räknats ut. De kunde lätt verka missvisande vid jämförelse med ROMELLS och O. TAMMS på annat sätt uppskattade värden.

De olika arternas roll framgår i stället av kartorna fig. 34, 35, 38, 39 och fig. 19, som alla äro utdrag av arbetskartan. För att hålla kartorna överskådliga ha endast enskiktssamhällen eller enstaka arter lagts in; dessutom ha kartorna schematiserats något i samband med förminskningen.

För lavarna kan man räkna ut ungefärliga arealprocenter både efter ROMELLS undersökning år 1920 och efter O. TAMMS åren 1929 och 1932. Ur ROMELLS uppgifter om täckningsgrad och frekvensprocenter erhålles siffran 6 % av fältets areal. Vid O. TAMMS linjetaxeringar antecknades den lavrika vegetationen endast där nitratvegetation ej fanns och dessutom gälla hans siffror endast mera hedartad renlavsvvegetation. Trots detta är hans lavprocenter något större än ROMELLS, nämligen omkring 7 % år 1929 och omkring 8 % år 1932. I bägge fallen är den östra hälften av fältet mera lavrik än den västra (1922 års kultur); allra lavfattigast är remsan väster om bälte XI.

Den nuvarande fördelningen av lavrik och mossrik vegetation på fältet framgår av kartan fig. 34. Lavprocenten är nu mycket högre än tidigare, c:a 30 % av hela fältets areal; siffran är som nämnts ej jämförbar med O. TAMMS värden och möjligen ej heller fullt jämförlig med ROMELLS värde. Fördelningen av den lavrika och mossrika vegetationen är densamma som tidigare, lavrikast är den östra hälften av fältet och lavfattigast remsan väster om bälte XI. Även om detaljerade siffror ej säga så mycket i detta fall, är det tydligt att lavarna ha ökat mycket starkt på hygget. Särskilt lavrikt är nu området öster om bälte III, där stora delar äro hedartade. Den stora hungerfläcken i huvudförsökets östra gräns (fig. 20 och 21) är endast en tillskärpning av ett allmänt dåligt humustillstånd, som även visar sig i ljungräskens (fig. 35). Tallarnas höjdtillväxt är också dålig. Det gamla beståndet torde här ha varit glest över ett större område.

På kartan fig. 34 ha de bottenskiktets fria fläckarna ej tagits med. De äro i regel mycket små och förekomma mest under mycket täta tallgrupper, där fältskiktet är glesvuxet lingonris eller saknas. Också under täta ruggar eller mattor av kråkbär, mjölon eller ljung är marken ofta naken. Där det finns ett bottenskikt av bägarlavar, är det ibland så glest, att ett naket, söndersprucket

tionsprovytor på Mölna-fältet (september 1945)

on sample plots at Mölna field

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2	3	2	7	4	3	3	6	2	6	1	4 st.
5	1,5	2	9,25	7,5	6	6	65	2	20,5	2,25	21 m ²

k v e n s¹

s-y	t-r	s-y	e-y	y	r-y	r	y	s-r	e-y	r-y	e-r	
o	o	o-s	o(-e)	o	o	o	o-e	o	o	o	o(-s)	B.p.
o	o	o	o	o	o	o	o(-t)	o	o	o	o(-e)	B.v.
o	o	o-t	o-t	(o-)e	e	o-t	o-e	o	o-e	o	(o-)e	P.a.
s-y	t-r	t-r	o-y	y	r-y	r	y	s-r	e-y	r-y	o-r	P.s.
o	o	o	o	o	o-e	o	o	o	o	o	o	P.t.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	S.a.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	S.c.
t-s	y	y	y	(s-)y	s-r	e(-t)	e-t	e	e(-t)	e	e	
o-e	y	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	A.u.u
o	o-e	y	o-e	o	o-e	o-e	(o-)e	o(-e)	o-e	o	o(-e)	C.v.
o-e	o	o	y	o	o-e	o-e	o-e	o	(o-)e	o	o(-e)	E.n.
o	o	o	o	o	o	o-e	o-e	o	o	o	o	V.m.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	V.u.
t-s	o-e	e-t	t-s	(s-)y	s-r	e	e-t	e	e(-t)	e	e	V.v.i.
s-r	o-t	o	o-e	o-e	(r-)y	e	e	e	o-e	o	o(-e)	
o	o	o	o	o	o	o-e	o	o-e	o	o	o	A.t.
o	o	o	o	o	o	o-e	o	o	o	o	o	C.p.
o	o	o	o(-e)	o	o	o	o-e	o	o	o	o	Ch.a.
s-r	o-t	o	o-e	o-e	(r-)y	o-e	(o-)e	e	o-e	o	o(-e)	D.f.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	L.m.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	M.p.
o	o	o	o	o	o	o	o	o-e	o	o	o	R.a.
s	o-t	e-t	o-t	e(-t)	t-s	y	y	y	e	e-t	e-t	
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o(-e)	C.sp.
-oe	o	o	o	o(-e)	o-e	o	o	o	o(-e)	o	o	C.p.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o(-e)	o	o	D.m.
e	o-e	e	o-t	e(-t)	t	t-r	y	e-s	e	e	e-t	D.r.
o	o	o	o	o	o-e	o	o	o	o(-e)	o	o	D.sc.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o(-e)	o	o	D.sp.
o	o	o	o	o	o	o-s	o-e	o	o	o	o	H.p.
e-s	o-e	o-e	o-e	e	e-t	r-y	e(-)t	e	o-e	e	o-e	Pl.S.
o-e	o-e	o	o	o-e	o-e	o-e	o	o-e	o-e	e	e	P.n.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	P.c.
o-e	o-e	o	o	o(-e)	e	o	o-e	e-y	o-e	o	(o-)e	P.j.
o	o	o	o	o	o	o	o	o-y	o	o	o	P.p.
o	o	o	o	o	o	o	o-e	o	o	o	o	P.sp.

¹ En nolla anger att växten söktes förgäves. De andra tecknen ange täckningsgrader (se noten sid. 24).

Noughts mean: not seen. The other symbols indicate degrees of cover (e < t < s < r < y).

(forts.)

Typ nr	2	3	5	6	7	8	9	10
Lavar.....	e-t	e(-t)	e(-t)	e	y	y	y	y
Lichens								
Cetraria crispa.....	o	o	o	o	o	o-e	o	o
» islandica.....	o	o(-e)	o(-e)	o	o	o	o	o-e
Cladonia, sekt. Cenomyce (bägar- lavar).....	+	(+)	+	+	+	+	(+)	o-y
» cenotea.....	o(-e)	o	(o-e)	o-e	o-e	o-e	o	+
» cornuta.....	o-e	o(-e)	o-e	o-e	e	e(-t)	o-e	+
» cornutoradiata.....	o	o	o	o	o	o	o	o
» crispata.....	o(-e)	o	o	o-e	o	o-e	o	(+)
» cyanipes.....	o	o	o(-e)	o	o	o	o	o
» deformis.....	o-e	o(-e)	o-e	o-e	e	e	o	+
» digitata.....	o	o	o(-e)	o-e	o-e	o	o	o
» fimbriata.....	o	o	o	o	o	o-e	o	+
» Floerkeana.....	o	o	o	o	o	o	o	o
» furcata.....	o	o	o	o	o	o	o	o
» gracilis.....	o(-e)	o	o-e	o-e	o	e	o	+
» » v. chordalis...	o	o	o	o	o	o(-e)	o	o
» macilenta.....	o	o	o	o	o	o	o	+
» » ssp. bacillaris	o	o	o	o	o	o	o	o
» pyxidata.....	o	o	o	o	o	o(-e)	o	o
» » ssp. chloro- phaea.....	o	o	o	o	o	o	o	o
» cfr squamosa.....	o(-e)	o	o	o	o	o	o	o
» sekt. Cladina (renlavar)	e-t	(o-)e	e(-t)	+	y	y	y!	e-y
» alpestris.....	o	o	o	o	o	(+)	(+)	o
» rangiferina.....	+	+	+	e	+	+	+	+
» sylvatica.....	+	+	+	e	+	+	+	+
Peltigera aphthosa.....	o(-e)	o(-t)	o	o	o	o	o	o
» polydactyla.....	o	o(-e)	o	o	o	o	o	o
Bottenskiiktsfria fläckar..	o-s	o-r	o-s	o-t	o-t	o	o	o-s
Patches without ground layer								

humustäcke tittar fram. *Polytrichum juniperinum* växer ofta tillsammans med bägarlavar, men täcker sällan större fläckar. Ännu mer än 25 år efter avverkningen kunna skrädstickshögar sakna annan vegetation än strödda bägar- och skorplavar; de flesta skrädstickshögarna äro dock nu nedmultnade.

Lavfrekvensen beror på Mölna-fältet i första hand av ljustillgången. När beståndet nu håller på att sluta sig, invandra mossor i lavmattan och ta småningom överhand. Även fältskiktet förändras och hjälper till att skugga ihjäl lavar. Men icke ens på en så näringsfattig mark som här är ljustillgången den enda faktorn av betydelse. På de bäge orörda ytorna 2 d och 17 märks ingen hedbildning. De äro fortfarande till stor del mosshävdade trots sin gleshet. Markvegetationen där har över huvud taget ändrats påfallande litet, åtminstone under de sista tjugo åren, såsom framgår av fig. 36 och 37. Om utvecklingen på dessa ytor se vidare sid. 91. På den brända ytan torde mest

I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I20	I21	I22	
(r-)y	e	o	o(-e)	e-s	e-s	e-t	e-t	e-s	y	y	y	
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o-e	o	o	C.c.
o-e	o	o	o	o	o-e	o-e	o	o	o	y	o(-e)	C.i.
t-s	(+)	o	o	+	+	+	+	e-t	e-t	+	r-y	
+	o	o	o	o-e	o-e	o-e	o-e	o	+	+	+	Cl.c.
+	o-e	o	o	e-t	e-t	o-e	(o-)e	+	+	e	+	Cl.c.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	(+)	Cl.c.
+	o	o	o	o	o	o	o-e	o	+	o	+	Cl.c.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Cl.c.
+	o-e	o	o	o(-e)	e	o-e	e	+	+	e	+	Cl.d.
o	o	o	o	(o-)e	o	o-e	o(-e)	+	(+)	e	o	Cl.d.
o	o	o	o	o	o-e	o	o	o	(+)	o	+	Cl.f.
+	o	o	o	o	o	o	o	o	(+)	o	o	Cl.F.
o	o	o	o	o	o-e	o	o	o	o	o	o	Cl.f.
+	o-e	o	o	o-e	o-e	o-e	o-e	+	+	e	+	Cl.g.
+	o	o	o	o(-e)	o	o	o	o	o	o	o	Cl.g.ch.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Cl.m.
o	o	o	o	o(-e)	o	o	o	o	o	o	+	Cl.m.b
+	o	o	o	o(-e)	o	o	o	o	o	o	o	Cl.p.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	(+)	o	o	Cl.p.ch.
o	o	o	o	o	o	o	o(-e)	o	o	o	o	Cl.sq.
r-y	+	o	(+)	+	+	+	e-t	o-t	y	t	(e)t	
o	o	o	o	o	o	o	o	o	(+)	o	o	Cl.a.
+	e	o	o(-e)	e	e	o	+	+	+	+	+	Cl.r.
+	o-e	o	o(-e)	e	e	o	+	+	+	+	+	Cl.s.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	P.a.
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	P.p.
o	y	y	y	y	(r-)y	o	o(-t)	o-t	o(-s)	o	o	

alla lavar ha varit bortsvedda. De sprida sig nu där beståndet är glest, t. ex. inom den nya hedfläcken (sid. 69).

Ljungen och renlavarna anses ju ha rätt lika ekologiska krav. Men kartorna fig. 34 och 35 visa att deras utbredning på fältet endast delvis stämmer överens. Det hedartade sydöstra hörnet är både ljung- och lavrikt. I övrigt bildar ljungen ofta tuvor med mossrikt bottenskikt (någon gång utan bottenskikt) med en lavrik lingontyp mellan ljungtuvorna. I den finare mosaiken åtföljes sålunda ljungen ofta av mossor, lingonriset av lavar, fastän motsatsen är det normala, när man jämför större områden. Särskilt ljungrika delar av fältet äro dels en remsa utmed den s. k. exkursionsvägen i södra delen och en liknande väg längre norrut, dels den brända ytan. Denna har tidigare varit ännu ljungrikare, men under det överslutna beståndet har ljungen delvis gått ut utan att något annat har kommit i stället. Det är tydligt att bränning här som annorstädes har gynnat ljungen. På många håll har ljung kommit in i

sådd- och planteringsgropar; en tendens till ökad ljungfrekvens märks också inom markberedningsbanden (n:r 2 och 6 inom huvudförsöket och en remsa utmed skogskanten). Även det ej markberedda bandet 1 inom huvudförsöket är mycket ljungrikt. Det är sydexponerat och kanske torrare än resten av fältet.

Numera är ljungen liksom lavarna allmänt på tillbakagång inom försöksfältet. Det beror säkerligen för bägge växtslagen främst på att ljus fattas, men delvis även på marktillståndet, såsom också för ljungens del syns på de orörda ytorna 2 d och 17. Föga ljung har kommit in, fastän ytorna äro glesa. På dessa ytor tycks den ursprungliga markvegetationen i ovanligt hög grad ha överlevat avverkningen. Rätt litet nitratvegetation har kommit in här, vilket tyder på att nedbrytningen av humustäcket ej har varit så häftig (jfr nedan sid. 97). Men både ljungen och nitratväxterna kan ha haft svårt att vandra in här, eftersom ingen jord har blottats genom kulturarbeten. Det väl slutna fältskiktet (mest lingon och kråkbär) har låtit mossorna frodas och därmed hindrat lavarnas invandring. Det närmare orsakssammanhanget är svårt att överblicka, då den långsamma omsättningen lika väl kan vara en följd av att den ursprungliga vegetationen levat kvar som en betingelse för dennas trivsel.

Lingonriset har ju en utomordentlig förmåga att växa under olika ekologiska betingelser i fråga om ljus, näring och konkurrens. Det förekommer överallt på Mölna-fältet och är i allmänhet det dominerande riset, nu liksom vid ROMELLS undersökning år 1920. För framtiden kommer det dessutom att inta en hel del av de ytor som ännu behärskas av ljungen, men samtidigt förlorar det mark där trädbeståndet har blivit alltför slutet. Vegetationen övergår här oftast till rena mosstäcken; under särskilt täta tallgrupper kan både fältskikt och bottenskikt saknas. Inom de bästa delarna av kulturen, t. ex. inom stora ytor i nordvästra delen av fältet, förhärskar de rena mosstäckena och den mossrika lingontypen. De ljuskrävande kombinationerna av lingonris och lavar (renlavar eller bägarlavar) komma förmodligen i allmänhet att ersättas av mossrika typer, utom på hedfläckar, där de gärna bilda mosaik med ljungrika typer. Den lavrika lingontypen kan på Mölna-fältet icke betraktas som någon indikator på marktillståndet; trädväxten kan vara god eller dålig där den förekommer. Den lavrika ljungtypen och blandtyper med starkt inslag av renlav och ljung säga mera om marktillståndet, men få endast betraktas som indikatorer när övriga faktorer, främst ljustillgången, äro någorlunda lika.

De rena mosstäckena äro karakteristiska för ett visst utvecklingsstadium av många skogar och betingas av en stark beskuggning, som utesluter de flesta fältskiktsväxter. För närvarande utgöras de rena mosstäckena på Mölna-fältet mest av *Dicranum rugosum (undulatum)* men ofta av *Pleurozium (Hylocomium) Schreberi*. *Hylocomium proliferum* har hittills återerövat endast



Fig. 36. Orörda ytan 2 d, fotograferad från dess sydöstra hörn. Lingonrik markvegetation.
A control plot, not planted (No. 2 d). The ground cover is mostly *Vaccinium vitis idaea*.

FOTO O. TAMM 2.IX.27.

en ringa del av den mark den förlorade genom kalhuggningen, men den är stadd i stark spridning. Utbredningen av de rena mosstäckena framgår av en jämförelse mellan de fältskiktstfria partierna på kartan fig. 35 och de mossrika delarna på kartan fig. 34. På motsvarande sätt kan man finna de rena lavtäckena, som framför allt finnas i det hedartade sydöstra hörnet av fältet.

Återstående fältskikt växter täcka tillsammans endast en ringa del av försöksfältets areal. Det är mest kråkbär (*Empetrum nigrum*) och kruståtel (*Deschampsia flexuosa*), se kartorna fig. 38 och fig. 19. Om *Deschampsia* (se ovan sid. 65) skall här blott nämnas, att den finns i alla vanligare vegetationstyper på fältet, men i större mängd framför allt i de mera ljusälskande typerna.

Kråkbärets förkärlek för fältets kanter mot vattendragen kommer fram på kartan fig. 38 (jfr sid. 25). Inga förändringar märkas i utbredningens allmänna drag, om man jämför med den karta ROMELL gjorde upp 1920; den kartan medger dock inga detaljanalyser. Det är troligt att *Empetrum* har gynnats av den rikliga ljustillgången på hygget och brett ut sig vegetativt. Att fröspridning är mera sällsynt eller åtminstone verkar långsamt, framgår av att *Empetrum* ej i större utsträckning har nykoloniserat den brända ytan, där



Fig. 37. Samma yta som på fig. 36, fotograferad aderton år senare från samma håll (granen t. h. om mitten på fig. 36 är utmärkt med en pil).

The same plot as shown in Fig. 36, eighteen years later. An arrow points to the spruce seen near the centre of Fig. 36.

FOTO O. TAMM 29.IX.45.

elden tycks ha utrotat den. Endast utmed ytans norra kant, där det har antecknats att bränningen tog ojämnt, antecknades några *Empetrum*-fläckar år 1945. Kråkbärssamhällena äro sällan helt rena. Oftast ingår lingonris till någon del. Bottenskiktet utgöres av mossor i de glesare kråkbärsmattorna, saknas i de tätare. Lavar och kråkbär växa rätt sällan tillsammans.

Mjölön (*Arctostaphylos uva ursi*) har lagts in på samma karta som *Empetrum* (fig. 38). I den mån de fåtaliga kartprickarna kunna upplysa därom, tycks mjölön dels undvika fältets randzoner, där kråkbär trivs bäst, dels saknas inom det hedartade sydöstra hörnet. Mjölönriset förekommer ofta i rena mattor utan andra fältskiktsväxter; bottenskiktet är vanligen lavrikt, om mattan är gles, saknas annars.

Bland risen återstå blåbär och odon. Deras utbredning återges på kartan fig. 39. Blåbär riset kan nu användas som indikator på goda delar av kulturen, fastän det ingalunda har hunnit sprida sig till alla goda bestånd. Tvärtom kan man av dess nuvarande utbredning ganska väl sluta sig till var spridningshär-

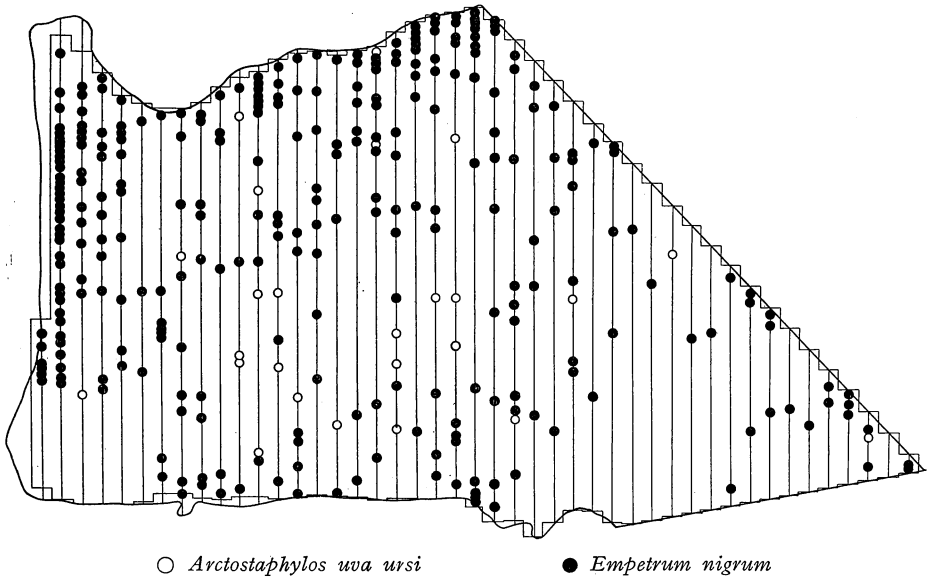


Fig. 38. Utbredningen av *Arctostaphylos uva ursi* och *Empetrum nigrum* på Mølne-fältet enligt linjetaxering 1945. Kartprickarna representera större eller mindre mattor. Mats of *Arctostaphylos uva ursi* and of *Empetrum nigrum* in Mølne Field according to the strip survey made in 1945.

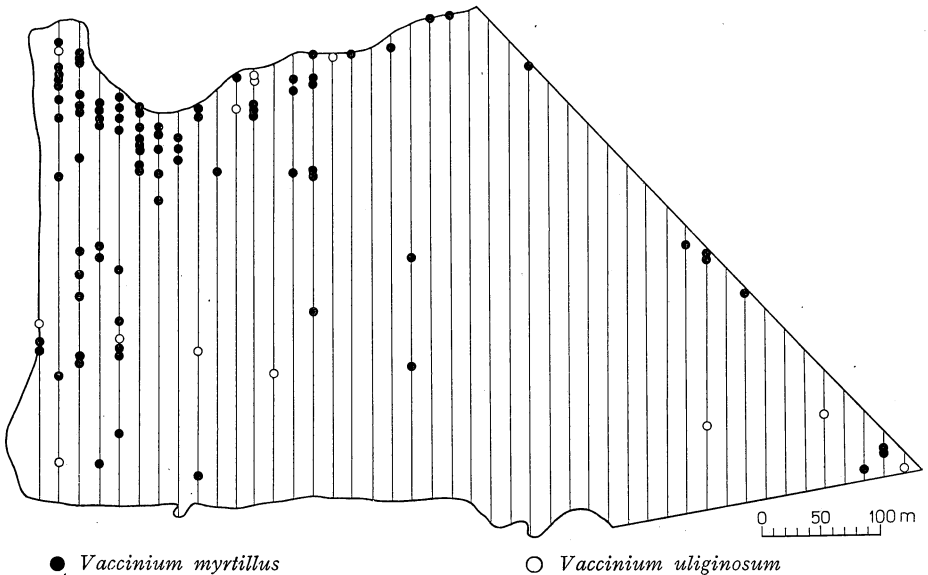


Fig. 39. Utbredningen av *Vaccinium myrtillus* och *Vaccinium uliginosum* på Mølne-fältet enligt linjetaxering 1945. *Vaccinium myrtillus* and *Vaccinium uliginosum* in Mølne Field according to the strip survey made in 1945.

dar ha legat, nämligen utmed sjökanten i norr, särskilt på den sankna udden i nordväst, kring svackan väster om XI: 8, i risbandet, och i den gamla skogen. Spridningen har sannolikt till stor del varit vegetativ. Den fruktifikativa spridningen, som bör kunna gå lätt även på större avstånd, tycks ej ha kommit igång riktigt. Åtminstone ha groddplantorna ej i större utsträckning hunnit uppnå fertilt stadium; när detta sker blir ju antalet spridningshårdar mångdubblat. För flertalet skogsväxter tar det rätt lång tid, ofta många år, innan en groddplanta blommar (se PERTTULA 1941). Blåbärsriset förekommer för närvarande på Mölna-fältet uteslutande tillsammans med mossrika bottenskikt, ofta med *Hylocomium proliferum*, som på samma fläckar som blåbärsriset har överlevat avverkningen.

Odon är en fuktighetsälskande växt som finns här och var på Mölna-fältet, även inom dess högre delar. Det är vanligen endast i enstaka exemplar. Detalrika odonförekomsterna utmed stränderna ha ej lagts in på kartan fig. 39.

Carex fusca (*Goodenowii*), som också tycker om fuktighet, har en liknande utbredning på fältet. Vid linjetaxeringen träffades den på tolv ställen på fältet, om förekomsterna inom randpartierna räknas bort. På fältet växa också *Carex pilulifera* och *C. brunnescens*, bägge ungefär lika spridda som *C. fusca*¹.

Vid tidigare undersökningar ha på fältet träffats enstaka exemplar av *Eriophorum polystachyum*, *Juncus effusus* och *Leucobryum glaucum*.

Alla dessa växter vittna om, att markfuktigheten på Mölna-fältet, trots den genomsläppliga jordarten, måste vara ganska stor, vilket även tidigare har påpekats. Ett kalhygge är emellertid i allmänhet fuktigare än en skog på samma underlag (se bl. a. STÅLFELT 1944). Ett exempel på temporär försumpning, som går tillbaka när beståndet växer upp, har lämnats av BURGER (1946 sid. 521—522). Om en del av de fuktälskande växterna gå ut när beståndet blir fullslutet, är det svårt att avgöra, om det sker av brist på fuktighet eller av ljusbrist (jfr ROMELL & MALMSTRÖM 1945 sid. 607—610). Odon och *Carex fusca* växa här och var i skogen nordost om fältet. Det tyder på en ganska hög markfuktighet även här.

Nuvarande marktillstånd

Humustäcket multnade ihop när nitratvegetationen blomstrade (sid. 60). Ett nytt humustäcke byggs nu upp under det nya beståndet medan markvegetationen igen blir lingo- och mossrik.

När den häftiga nedbrytningen i humuslagret upphörde och nitratvegetationen tog slut (vilket den möjligen gjorde något senare), var humustäcket

¹ Linjetaxeringen skedde så tidigt som i maj, då *Carices* äro mycket svårbestämda. Därför ha de flesta utefter linjerna påträffade exemplaren av *Carices* lämnats till Riksmuseum i och för bestämning. Bestämningsarbetet har där utförts av fil. dr E. ASPLUND.

Tab. 16. Humustäckets mäktighet i september 1945 på försöksfältet. Medeltal av 10 mätningar från varje lokal

Depth of the humus layer in September 1945 at Mölna field

Yta n:r Plot No.	Provtagningsplatsens beskaffenhet Condition of sampled area	Mäktighet i cm av Depth in cm		
		F-skikt F-horizon	H-skikt H-horizon	Hela humustäcket Total
17	Ej kultiverad jämförelseyta Area not planted	0	4,9±0,3	4,9±0,3
	Hedfläckar Stand none, or poor			
XI:3	Hungerfläck, rena lavfläckar.....	0	3,5±0,2	3,5±0,2
XI:3	» , ljungfläckar.....	0	2,5±0,3	2,5±0,3
VIII:10	» (risavröjt band).....	0,1±0,1	2,3±0,3	2,4±0,2
VIII:9	» (risgödslat band).....	0,2±0,1	2,0±0,2	2,2±0,2
6	» , ljung-lavfläck.....	0	2,9±0,2	2,9±0,2
VI:5	Skadefläck, lingon-mossfläckar.....	0,2±0,1	1,5±0,3	1,7±0,3
VI:5	» , rena lavfläckar.....	0	2,1±0,1	2,1±0,1
VI:5	» , ljungfläckar.....	0,1±0,1	1,9±0,3	2,0±0,3
II	» , ljungrik, på bränd yta.....	0,3±0,1	2,3±0,5	2,6±0,4
	Medeltal för hedfläckar Averages	0,10	2,32	2,42
V:9	Ej förhedad lucka i risbandet, med spridda risrester i F-skiktet.....	0,9±0,1	2,3±0,2	3,2±0,2
	Tallbestånd Pine areas			
XI:3	Vackert bestånd nära hungerfläck.....	1,6±0,3	2,6±0,3	4,2±0,3
10 a	Överslutet tallbestånd på bränd mark.....	1,8±0,2	3,1±0,4	4,9±0,5
6	Utmärkta självsädda grupper.....	1,5±0,2	2,6±0,4	4,1±0,5
X:3	Normalt växtligt bestånd.....	1,1±0,2	2,6±0,3	3,7±0,2
X:4-XI:4	» » » (kalkbandet).....	1,4±0,2	3,3±0,3	4,7±0,4
VI:3-V:3	» » »	1,1±0,2	2,5±0,2	3,6±0,3
VI:4	» » » (kalkbandet).....	1,1±0,3	2,5±0,5	3,6±0,3
VII:6	Vackert slutet granblandat bestånd.....	1,4±0,3	2,5±0,2	3,9±0,3
	Medeltal för tallbestånd Averages	1,36	2,71	4,08
	Björkblandade bestånd Softwoods mixed with birch			
VIII:9	Växtligt tallgranbjörkbestånd invid hungerfläck (risgödslat band).....	1,6±0,2	2,3±0,3	3,9±0,2
VIII:10	Som föregående (risavröjt band).....	1,9±0,2	2,3±0,3	4,2±0,4
VIII:8	Vackert tallgranbjörkbestånd.....	1,4±0,2	3,0±0,4	4,4±0,5
XI:9	» tallbjörkbestånd intill yta 17.....	2,1±0,3	3,3±0,2	5,4±0,4
XI:2	» » nära hungerfläck....	1,8±0,3	2,7±0,3	4,5±0,3
	Medeltal för björkblandade bestånd Averages	1,76	2,71	4,47
	Rena björkbestånd Birch areas			
I b	Växtliga björkgrupper utmed järnvägen. Risavröjd mark.....	1,1±0,2	2,6±0,3	3,7±0,4
I a	Växtliga björkgrupper utmed skogen.....	1,7±0,2	4,0±0,3	5,7±0,3
I a	» » » »	1,9±0,2	4,5±0,5	6,4±0,6
I c	» » » » risgöds-lad mark.....	2,7±0,3	3,5±0,4	6,2±0,4
	Medeltal för björkbestånd Averages	1,84	3,64	5,48
	Medeltal för växtliga bestånd Averages for areas with normal tree growth	1,59	2,93	4,52

mest ett H-skikt enligt HESSELMANS terminologi. Ibland kunde man ej skilja F-skikt och H-skikt, men det senare utgjorde i varje fall huvudparten. Mäktigheten belyses av siffrorna i tabell 13. De ge i medeltal 3,6 cm för de dåliga ytorna och 4,1 cm för de goda. Variationen är betydande och humustäcket torde redan ha börjat byggas upp på de goda ytorna när dessa mätningar gjordes (1932—1937).

I september 1945 mätte professor O. TAMM humustäckets tjocklek på talrika punkter på Mölna-fältet. Tabell 16 visar resultatet; alla värden i tabellen äro medeltal av tio mätningar på varje fläck.

På de okultiverade jämförelseytorna 2 d och 17 blev det aldrig någon vegetation som tydde på nitrifikation. Tabell 16 (översta raden) visar att humuslagret på yta 17 hör till de mäktigaste inom försöksfältet, trots att F-skikt saknas här. Denna omständighet stöder starkt det tidigare framförda antagandet om att den häftiga omsättningen här har uteblivit. Visserligen känner man icke utgångsläget, men mäktighetssiffran år 1945 skiljer sig ej alltför mycket från den genomsnittliga mäktigheten hos humustäcket år 1920 (5,7 cm). I varje fall tycks det ursprungliga H-skiktet ha bibehållits och möjligen utvidgats på F-skiktets bekostnad.

Inom ytterligare ett område förefaller nedbrytningen att ha hållit sig huvudsakligen inom F-skiktet (som ju normalt nedbrytes relativt hastigt även inom slutna bestånd, ehuru det ständigt förnyas genom förnatillförsel). Det är inom björkbandet utmed skogskanten (längst ned i tabell 16). Humustäcket är här mäktigare än på andra håll inom försöksfältet; skillnaden är tydligast för H-skiktet. F-skiktet är naturligt nog mäktigast inom den del av björkbandet, som ligger i rissträngen. I tabell 17 göres en statistisk jämförelse mellan mäktigheten hos humustäcket inom björkbandet och inom utvalda goda björkblandade bestånd ute på fältet.

Varianskvoten 17,8** för jämförelsen mellan bandet utmed skogen och övriga bestånd med björk har god tillförlitlighet. Däremot är variationen mellan olika bestånd utmed skogskanten *eller* ute på fältet sannolikt av samma slag som variationen mellan olika provpunkter i ett och samma bestånd (varianskvoten 1,65 har ett sannolikhetsvärde något under 20 %). Dessa bägge variationer kunna slås samman. Då får man ett ännu säkrare utslag för övergruppernas skillnad (jfr sid. 42), alltså för att humustäcket inom björkbandet verkligen är mäktigare. Mätningarna i björkbandet gjordes inom dettas goda delar och i rader där konkurrensen från den gamla skogen ej gjorde sig alltför mycket gällande (raderna 4—7, se sid. 50). Det är naturligtvis teoretiskt möjligt men knappast troligt, att humustäcket primärt hade varit mäktigare här. Det rör sig ju om en lång och smal remsa på ett mycket likformigt underlag.

Alla iakttagelser tyda på att föga H-skikt ännu har byggts upp på Mölna-

Tab. 17. Statistisk behandling av variationen i humustäckets mäktighet inom fem goda ytor med björkblandat tall- eller tallgranbestånd samt tre goda ytor inom björkbandet utmed skogen

Variation in the depth of the humus layer on five areas with good stands of pine and birch and three areas with good birch stands bordering on old forest

	Antal frihets- grader Degrees of Freedom	Kvadrat- summa Sum of Squares	Medel- kvadrat Mean Square
Summasamling	79	181,372	
Total variation			
Mellan övergrupper			
= mellan bestånd på öppna fältet och intill skogen	1	47,800	47,8
Between areas on the field and near the old forest			
Inom övergrupper			
Mellan undergrupper			
= mellan olika bestånd av samma slag . . .	6	16,147	2,69
Between different areas			
Inom bestånd	72	117,425	1,63
Within areas			
	Varianskvoter Variance ratios	$\frac{47,8}{2,69} = 17,8^{**}$	$\frac{2,69}{1,63} = 1,65$

fältet. Särskilt bör nämnas följande. På ytor där det har varit kalkupplag kan man ofta se en kalkrand mellan H-skikt och ett nybildat F-skikt. En dylik kalkrand borde småningom sjunka ned i H-skiktet genom att materialet ovanför omvandlas.

Man kan således knappast göra björkbeståndet ansvarigt för att H-skiktet i björkbandet är mäktigare än under andra björkrika bestånd på fältet. Där- emot ha säkert björkarna i bägge fallen bidragit till att göra F-skiktet mäktigare och näringsrikare, såsom den mossrika markvegetationen vittnar om. Den närmast till hands liggande förklaringen till humustäckets, speciellt H-skiktets, mäktighet i björkbandet torde man kunna söka med hjälp av ROMELLS teori för mårmbildning (ROMELL 1934, 1935, 1938 a och b, 1939). Enligt denna ingår i ett humuslager av mårtyp (råhumus) som en viktig del levande svamphyfer, tillhörande trädens mykorrhizasvampar. Många och kanske de flesta av dessa kräva närvaro av trädrötter för sin trivsel, så att de dö när trädrötterna skäras av. Härvid frigöres näring på samma gång som trädrötternas konkurrens om vatten och näring upphör, mårtacket »aktiveras» och dess mäktighet bör rimligtvis minska, såsom har setts på rotskurna ytor (jfr ROMELL & MALMSTRÖM 1945 sid. 599 och 601).

Inom björkbandet har en sådan aktivering uteblivit, att döma av bristen

på nitratvegetation. Men här har också hela tiden funnits levande barrträdsrötter, mest av tall. Enligt resultaten av rotkonkurrensobservationerna sträcka sig trädrötterna i varje fall igenom största delen av björkbandet, kanske längre. I detta sammanhang kan även påpekas, att en del levande rötter från icke borttröjda smågranar hela tiden ha funnits på yta 17 som också har ett mäktigt H-skikt.

På övriga undersökta punkter av fältet har nedbrytningen, så vitt man kan bedöma, gått längre. Det F-skikt som finnes är till allra största delen nyppbyggt (i rissträngen innehåller det fortfarande rikligt med rislämningar). Även H-skiktet måste ha brutits ned en hel del att döma av en jämförelse med värdena i skogen intill fältet. Det stämmer gott med ROMELLS teori. Särskilt tunt är humuslagret inom hedfläckarna, vare sig dessa ha uppkommit ur hungerfläckar eller skadefläckar. De senare, som ursprungligen hade ett normalt humustäcke, ha sålunda varit utsatta för en intensiv nedbrytning; hungerfläckarna hade däremot även förut ett förhållandevis tunt humustäcke.

Inom alla växtliga bestånd håller ett nytt humustäcke på att byggas upp. Särskilt kraftiga F-skikt finnas, såsom framgår av tabell 16 i de björkblandade bestånden och i björkbandet utmed skogen. Björkbandet utmed järnvägen har däremot ett tunnare F-skikt, samtidigt som träden växa relativt dåligt och markvegetationen är ljungrik. Under de växtliga björkarna på fältet förefaller humustäcket i allmänhet att vara av gynnsam beskaffenhet (jfr HESSELMAN 1926 sid. 370—371).

Ännu återstår dock mycket innan humustäcket är lika tjockt som i det gamla beståndet ($5,7 \pm 0,1$ cm) eller i skogen i nordost. Ingenstädes på försöksfältet har F-skiktet ännu kommit upp till den mäktighet det har inom goda delar av skogen (omkring 5 cm; hela humustäcket omkring 8 cm enligt några bestämningar av O. TAMM 1932; se sid. 17).

Särskilt HESSELMAN (t. ex. 1917 b sid. 1027) har betonat, att vissa hyggesogräs betingas av att ett humustäcke multnar, så att bl. a. kvävenäring kommer i omlopp. På försöksfältet har *Chamaenerion* på ett mycket övertygande sätt visat ett sådant samband. Vilken faktor som är utlösande är icke fullt klart.

Trädplantornas utveckling har ej växlat med nitrifikationen (bedömd efter vegetationen) på samma sätt som HESSELMAN på andra håll har funnit. Tallarna voro i början ofta frodigare inom nitrifierande ytor än på andra håll, men denna skillnad har sedan jämnat ut sig, och där nitrifikationen har varit kraftig men kortvarig äro såväl tallar som björkar sämre än på många ytor som aldrig ha haft nitratvegetation. Resultatet innebär intet överraskande på en mager mark där det för plantornas framtid viktigaste är att ett knappt näringsförråd icke slösas bort utan nyttjas med sträng hushållning.

Björken har icke samma utomordentliga spridningsmöjligheter som *Chamaenerion*, men O. TAMM (1936 sid. 265) har påpekat, att den ändå är en viktig indikatorväxt för det i marken som betyder mest för träden. Hjälpkulturerna av tall och gran växte mycket sämre än huvudkulturerna. Tydligt hade marken under mellantiden ändrat sig till det sämre för plantorna. Men ändringen hade ännu mycket mer att betyda för björken; det har varit praktiskt taget omöjligt att få in björk senare än huvudkulturerna. Det är inte nog med att björken slutade att självsprida sig; det kunde bero på att gröningsbetingelserna försämrats.¹ Men hjälpkulturplantorna, som voro av riktig proveniens och planterades på ett sätt som hade givit utmärkt resultat några år tidigare i björkbandet utmed skogen, tynade praktiskt taget alla bort.

Kap. V. Sammanfattning av resultaten av Mölnaförsöken jämte kortfattad diskussion av problemen.

1) Av de utförda markförbättringsåtgärderna har torvgödslingen varit den verksammaste; den har tydligt gynnat såväl tall- som granplantor (ej prövad på björk). Medelhöjden på 20-åriga torvgödslade tallar var 4,8 m, medelhöjden för jämnåriga icke torvgödslade 4,1 m; utslaget har god statistisk tillförlitlighet. Torvgödslingen har haft karaktären av en långsamt verkande men i gengäld synnerligen uthållig gödsling, ty dess verkningar ha först vid slutrevisionen år 1941 kunnat fastställas; de ha ej heller visat sig i markvegetationen («nitratvegetationen»).

2) Kraftig risgödsling synes likaså ha påverkat trädplantorna, icke minst björkplantorna (se O. TAMM 1938 sid. 386). Verkan visade sig framför allt genom att plantorna blevo frodvuxna; troligen har också höjdtillväxten stimulerats. Risgödslingens verkan har ej varit lika uthållig som torvgödslingens.

I detta speciella fall åstadkom skogsfågeln förkärlek för risbandet en hel del skadegörelse på kulturen. Vidare fördröjde risgödslingen möjligen inträdandet av nitrifikation något, men denna blev i stället kraftigare och uthålligare här än inom någon annan del av försöksfältet.

3) Den ogynnsamma verkan av risavröjningen, som borde motsvara den gynnsamma verkan av risgödslingen, har varit alltför svag för att kunna säkert fastställas. Möjligen har det kommit in mindre nitratvegetation på röjda ytor, jämfört med på jämförelsebanden.

¹ Björken liksom viden och många andra växter vilja helst ha öppen jord eller liknande för att kunna föryngra sig, detta även om tillväxtbetingelserna för en gång rotade plantor äro goda (jfr RÖMELL & MALMSTRÖM 1945, sid. 594—595 och 604). Enligt MORK (1944) kan redan gröningsens temperaturkrav hindra självsädd av björk att komma in utom på brandfält och andra öppna platser där markytan blir varm nog.

4) Någon ogynnsam effekt av kvarliggande skrädstickshögar har ej kunnat iakttagas, trots att så ofta anses vara fallet. I måttliga mängder synas t. o. m. skrädstickorna kunna utöva ett gynnsamt inflytande särskilt på björken. Inom de risröjda banden visade *Chamaenerion* en viss förkärlek för skrädstickshögarna.

5) Av övriga åtgärder synas de som påskynda omsättningen i humustäcket vara skadliga eller åtminstone riskabla på Mölna-fältet (O. TAMM 1936 sid. 263), där markens förråd av användbar växtnäring (framför allt men troligen icke enbart kväve) är knappt och i än högre grad än vanligt bundet till ett tunt och ytligt humuslager. En sådan i detta fall skadlig åtgärd är löpbränning. Även kultiveringen påskyndar omsättningen; däremot har ingen effekt märkts av markberedning eller inblandning av råhumus eller slamkalk i kultiveringsgroparna.

6) De omsättningar i marken, som åtfölja kalhuggningen och påskyndas genom kultivering och i synnerhet bränning, leda till att humuslagrets förråd av användbar näring dels frigöres och lätt kan slösas bort genom urlakning, dels särskilt kvävet bindes i högförmultnad humus så att det icke vidare är åtkomligt. Om ej det nya beståndet hinner nog långt på väg medan det gamla näringsförrådet räcker, är det risk för att trädplantorna skola råka in i ett hungertillstånd, som blir ohjälpligt därför att marken får för svagt och dåligt förnatillskott, så att humuslagret blir för fattigt. En sådan utveckling har inträtt bl. a. på en del ytor där trädkulturen gått ut på grund av svampangrepp.

7) Någon ogynnsam effekt av bristande hyggesmognad har ej kunnat iakttagas. Tallar inkomna som självsådd strax efter avverkningen ha vuxit minst lika bra som de 2—4 år yngre kultur tallarna. Väsentligt sämre ha de hjälpkultur tallar vuxit, som planterades 4—8 år efter huvudkulturen.

Marken har tydligen varit mottaglig för tallfrö redan den första sommaren efter kalhuggningen, men det kan ej bedömas, om så har varit fallet överallt, ej heller om plantavgången har varit större bland dessa självsådda tallar än bland kultur tallarna. Så kan det vara, om hyggesmognadsproblemet till stor del är av entomologisk natur (se O. TAMM 1940 sid. 221). Att hyggesmognaden ej alltid har den betydelse som man har tillskrivit den har TIRÉN visat (1941).

8) Oberoende av kulturåtgärderna visade sig olikheter i markens bördighet och lämplighet för kultur. Vissa ytor fingo sämre trädväxt än andra. På de extrema s. k. hungerfläckarna visade plantorna tydliga symptom på näringsbrist och gingo till stor del ut. Dessa fläckar ha noga undersökts; hungerfläckarna vållades ej av de geologiska förutsättningarna utan av humuslagrets beskaffenhet.

Humuslagret var här fattigt och dåligt därför att det tidigare beståndet var glest och luckigt med ljung- och lavrik markvegetation. Hungerfläckarna synas vara resultatet av en heddegeneration motsvarande den som förekommer i norra Sverige och där har studerats av WRETLIND och HESSELMAN (se O. TAMM 1936 sid. 264, ROMELL & MALMSTRÖM 1945 sid. 611 och HOLMBÄCK & MALMSTRÖM 1947 sid. 75—78). I Danmark har BORNEBUSCH (1939) funnit liknande tendenser på svag sandmark. Medlet att undgå denna ogynnsamma utveckling är detsamma i norra och södra Sverige; ett slutet och växtligt bestånd, som förmår hävda marken. Att få upp ett lagom tätt bestånd på ett kalhygge går lätt även på denna svaga mark så länge humuslagret är gott och ifall kultiveringen ej dröjer alltför länge efter avverkningen. Att få hungerfläckarna att utveckla sig tillbaka mot växtliga och slutna bestånd med mosshävdad mark är svårt; i fråga om de mera extrema dåliga fläckarna är det nödvändigt med energiska åtgärder i form av långsamt verkande gödsling. Fortsatta undersökningar erfordras för att utröna hur effektiva sådana åtgärder (t. ex. torvgödsling) äro och om det kan vara ekonomiskt försvarligt att använda dem på marker av detta slag. (Se även HOLMBÄCK & MALMSTRÖM 1947 sid. 77.)

Utomordentligt skadligt verkar på Mölna-fältet liksom i Lappland en planlös utglesning av beståndet. Den ljung- och lavrika vegetation som infinner sig på sådana fläckar är icke någon primär orsak till det dåliga marktillståndet, men kan troligen bidra till föryngringssvårigheterna genom att en sådan markvegetation vid kalhugning omedelbart kan lägga beslag på en del frigjord näring, som annars skulle ha kommit trädplantorna till godo.

9) Såsom indikatorer på salpeterbildning i marken har HESSELMAN (1917 a) nämnt ett antal s. k. nitratväxter, av vilka *Chamaenerion angustifolium* en tid var allmän på försöksfältet. Att dessa växter äro beroende av betydelsefulla processer i marken, har undersökningen till fullo bestyrkt. Däremot ha de ej kunnat användas som indikatorer på trädplantornas framtidsutsikter, som ju bero av näringstillgången i marken på längre sikt och därmed av markens totala näringskapital.

10) Ett slags indikator har i stället björken varit för de egenskaper hos marken som äro verkligt viktiga för trädplantorna (O. TAMM 1936 sid. 265). Överallt där självsådd eller kultiverad björk har kommit in och trivs, där växa också tallplantorna väl. För näringsbrist orsakad av humusedbrytning eller av ett primärt dåligt humustäcke eller av rotkonkurrens från den äldre skogen ha björkplantorna varit känsligare än tallplantorna. Endast under ett fåtal år efter avverkningen var marken mottaglig för självsådd av björk, vilket också är ett anmärkningsvärt resultat (O. TAMM l. c.), låt vara att det icke behöver säga någonting om tillväxtvillkoren, eftersom det likaväl kan

vara groningen eller den allra första utvecklingen hos björkplantorna som hindras.

11) Den gynnsamma verkan trädplantorna börja utöva på marken, när de ha nått en höjd av en eller annan meter, ser ut att vara särskilt stark under björkarna, såsom också är att vänta efter tidigare erfarenheter (se HESSELMAN 1926 sid. 373, 1927 sid. 394).

Tillväxten är ofta god även hos ganska starkt björkbeskuggade tallar (jfr LAPPIS-SEPPÄLÄ 1930). Björkens rotkonkurrens tycks alltså någorlunda uppvägas av dess markförbättrande verkan. Björk anses vara mera djuprotad än tall och naturligtvis gran, och äldre björkar ta möjligen en något större del av sitt näringsbehov ur mineraljorden än vad barrträden göra. De mycket unga björkarna äro naturligtvis främst hänvisade till ytskiktets tillgångar. Härvid få de värde som indikatorer i den mån de kräva samma eller något högre näringsnivå än barrträden.

12) På Mölna-fältet uppkommer inom ett normalt slutet bestånd en mossrik markvegetation med lingonris och ibland blåbärsris dominerande i fältskiktet. Inom mycket slutna bestånd kan fältskiktet saknas. Inom mera öppna delar uppkommer en ljung- och lavrik vegetation.

Markvegetationen bidrar genom sin förnaproduktion till utbildningen av ett gynnsamt eller ogynnsamt humustillstånd (HESSELMAN 1926). Vid kalhuggning av ett slutet bestånd bidra dödade markväxter och andra organismer till att gödsla marken. Såsom ROMELL (1934 sid. 25) har påpekat, bero troligen de olika åsikterna hos svenska och tyska skogsmän om blåbärsrisets betydelse på att riset i Sverige brukar dö ut på kalhyggen men t. ex. i Schwarzwald trivs storartat på hyggena och hjälper till att bevara råhumusen. Markvegetationens ändringar efter en kalavverkning påskyndas, om det finns lämpliga fläckar för nykolonisation av groddplantor, t. ex. såddgropar, markberedda ytor och i synnerhet brandytor. Särskilt ljungen gynnas härav.

Andra markväxter än de nämnda äro på Mölna-fältet i allmänhet väl sparsamt utbredda för att medge slutsatser av intresse, särskilt som de flesta skogsväxters ekologi ej är tillräckligt känd.

13) Såsom allmän slutsats av Mölna-försöken kan man med O. TAMM (1936 sid. 265 och 1937 sid. 47) säga, att den allmänt låga boniteten på Mölna-fältet och likartade sandmarker beror på att sanden är så mineralogiskt svag. Lokalt bidrar ett genom heddegeneration dåligt och fattigt humuslager starkt till att produktionen är så låg; orsaken härtill har varit att beståndet har glesats ut på ett olämpligt sätt, varigenom bl. a. gödslingsverkan av huggningar har tagits ut i förskott. Genom att söka hålla beståndet väl slutet kan skogsmannen få ut största möjliga produktion och samtidigt räkna med goda förutsättningar för föryngring efter kalhuggning. En riklig björkinblandning i uppväxande bestånd är mycket önskvärd för markhävdens skull och torde

kunna åstadkommas med enkla medel, om man spar fröbjörkar och ej väntar för länge med kultiveringen, vilket under alla omständigheter är farligt på detta slags mark.

14) Försöken på Mölna-fältet ha utförligt belyst de problem som föranledde deras tillkomst, men förhållandena ha visat sig mera komplicerade än som kunde förutses i början av 1920-talet, och resultat av praktiskt och vetenskapligt värde stå ännu att vinna genom nya försök på lång sikt. Genom att utgå från ett i detalj känt utgångsläge kunde man få en säkrare uppfattning om de relativt oföränderliga geologiska förutsättningarnas roll i förhållande till den roll humuslagrets mera tillfälliga beskaffenhet spelar för trädbeståndet.

Litteratur.

- ANDERSSON, E. 1945. Om barrträdens rotverksamhet. — Sv. skogsv. tidskr. 43:291—315. Stockholm.
- BONNIER, G. & TEDIN, O. 1940. Biologisk variationsanalys. — Stockholm.
- BORNEBUSCH, C. H. 1939. Hedede-generation og Regeneration af en for Skov tjenlig Humustilstand på de danske Lyngheder. — Sv. skogsv. tidskr. 37: 316—326. Stockholm.
- BURGER, H. 1938. Bodenverbesserungsversuche. Vorläufige Ergebnisse der Versuche im Stadtwald Zofingen. — Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen XX:247—306. Zürich.
- 1946. Bodenverbesserungsversuche im Gemeindewald von Langenthal und im bernischen Staatswald Biglenwald. — Ibid. XXIV:516—580.
- BURNS, G. P. 1927. Studies in Tolerance of New England Forest Trees. VII. Leaf Efficiency in Thrifty and Stunted White Pine Seedlings. — Vermont Agric. Exp. Station Bull. 267.
- DU RIETZ, G. E. 1936. Classification and Nomenclature of Vegetation Units 1930—1935. — Sv. bot. tidskr. 30:580—587. Uppsala.
- ENEROTH, O. 1931. Bärenthoren (Ur en reseberättelse) — Norrlands skogsv. tidskr. 1931:1—44. Stockholm.
- FISHER, R. A. 1942. The Design of Experiments. — 3rd ed. Edinburgh.
- 1944. Statistical Methods for Research Workers. — 9th ed. Edinburgh.
- HALDEN, B. E. 1926. Studier över skogsbeståndens inverkan på markfuktighetens fördelning hos skilda jordarter. — Skogsv. tidskr. 24:125—243. Stockholm.
- 1932. Marktorkan å sand- och grusmarker. Med särskild hänsyn till regnvindar, jordmänsbildning och jordens mekaniska sammansättning. — Skogsv. tidskr. 30:39—131. Stockholm.
- HESSELMAN, H. 1917 a. Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. — Medd. Stat. skogsförsöksanstalt 13—14: 299—527. Stockholm.
- 1917 b. Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. — Ibid. 13—14:923—1076.
- 1917 c. Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. II. — Ibid. 13—14:1221—1286.
- 1926. Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. — Ibid. 22:169—552.
- 1927. Studier över barrträdsplantans utveckling i råhumus. I. Betydelsen av kväve-mobiliseringen i råhumustäcket för tall- och granplantans första utveckling. — Ibid. 23:337—432.
- 1932. Om klimatets humiditet i vårt land och dess inverkan på mark, vegetation och skog. — Ibid. 26:515—559.

- HESSELMAN, H. 1937. Om humustäckets beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordiska granskogen av blåbärsrik *Vaccinium*-typ och dess inverkan på skogens föryngring. — *Ibid.* 30:529—716.
- HOLMBÄCK, B. & MALMSTRÖM, C. 1947 Några markförbättringsförsök på nordsvenska tallhedar. — *Medd. Stat. skogsforskningsinst.* 36, nr 6.
- JORDBRUKSFÖRSÖKSANSTALTEN. 1939. Handledning i försöksteknik. — Norrtälje.
- [KOLMODIN, G. & ROMELL, L.-G.] 1946. Kloratförsöken i våra skogar. Resultaten av en snabbrevidering. — *Sv. Skogsv. tidskr.* 44:73—74. Stockholm.
- LAGERBERG, T. 1914. Markflorans analys på objektiv grund. — *Medd. Stat. Skogsförsöksanst.* 11:129—200.
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. — *Communicationes ex. Inst. quaest. forest. finl.* 15. Helsinki.
- LUNDS BOTANISKA FÖRENING. Förteckning över Skandinavien växter. — Del 1. Kärlväxter. Lund 1941. Del 2—4. Mossor, alger, lavar. Lund. 1937.
- MARTHALER, H. 1937. Die Stickstoffernährung der Ruderalpflanzen. — *Jahrb. f. wiss. Bot.* 85:76—106. Leipzig.
- MORK, E. 1942. Om strøfallet i våre skoger. — *Medd. Norske skogforsøksvesen* 29:297—365. Oslo.
- 1944. Om bjørkefrugtens bygning, modning og spiring. — *Ibid.* 30:423—474.
- MOSS, E. H. 1936. The ecology of *Epilobium angustifolium* with particular reference to rings of periderm in the wood. — *Am. Journ. of Bot.* 23.
- MÖLLER, A. 1920. Kieferndauerwaldwirtschaft. Untersuchungen aus der Forst des Kammerherrn von Kalitsch in Bärenthoren. — *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* 52:4—41.
- NÄSLUND, M. 1944. Erfarenheter av skogsodling (Diskussionsinlägg). — *Sv. Skogsv. tidskr.* 42:108—116. Stockholm.
- OLSEN, C. 1921 a. Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, særlig for Plantefordelingen i Naturen. — *Medd. Carlsbergs. Lab.* 15:1 p. 1—160. København.
- 1921 b. The Concentration of Hydrogen ions in the Soil. — *Science. N.S. Vol. L IV Dec.* 1921. p. 539. New York.
- PERTTULA, U. 1941. Untersuchungen über die generative und vegetative Vermehrung der Blütenpflanzen in der Wald-, Hain-, Wiesen- und Hainfelsenvegetation. — *Ann. Ac. Sc. Fenn. Ser. A. Tom LVIII N:o 1:1—388.* Helsinki.
- ROMELL, L.-G. 1934. En biologisk teori för mårbildning och måraktivering. — Stockholm.
- 1935. Ecological problems of the humus layer in the forest. — *Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Memoir* 170:1—28. Ithaca.
- 1938. a. Markreaktionen efter gallringar och dess orsaker. — *Norrll. skogsv. tidskr.* 1938:1—8. Stockholm.
- 1938 b. A trenching experiment in spruce forest and its bearing on problems of mycotrophy. — *Sv. bot. tidskr.* 32:89—99. Uppsala.
- 1939. Barrskogens marksvampar och deras roll i skogens liv. — *Sv. Skogsv. tidskr.* 37:348—375. Stockholm.
- ROMELL, L.-G. & MALMSTRÖM, C. 1945. Henrik Hesselmanns tallhedsförsök åren 1922—42. — *Medd. Stat. skogsförsöksanst.* 34:543—625.
- SNEDECOR, G. W. 1946. *Statistical Methods.* — 4th ed. Ames, Iowa.
- STOLPE, M. 1892. Beskrifning till geologiska kartbladet Nydala. — *Sv. Geol. Undersökning. Ser. Ac. Nr 14.* Stockholm.
- STÅLFELT, M. G. 1944. Granens vattenförbrukning och dess inverkan på vattenomsättningen i marken. — *Lantbr. akad. tidskr.* 83:426—505.
- TAMM, O. 1920. Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. — *Medd. Stat. skogsförsöksanst.* 17:49—300. Stockholm.
- 1922. Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponente des Gelkomplexes im Boden. *Ibid.* 19:387—404.
- 1931. Studier över jordmånstyper och deras förhållande till markens hydrologi i nordsvenska skogsterränger. — *Ibid.* 26:167—408.
- 1934 a. Ueber die Oxalatmethode in der chemischen Bodenanalyse. — *Ibid.* 27:1—20.
- 1934 b. En snabbmetod för mineralogisk jordartsgranskning. — *Sv. Skogsv. tidskr.* 1934:231—250. Stockholm.

- TAMM, O. 1934 c. Om mekanisk analys av svenska skogsjordar. — Medd. Stat. skogsforsöksanst. 27:289—312. Stockholm.
- 1936. Om ett försök med björkföryngring i markförbättrande syfte på svag sandmark i södra Sverige. — Sv. Skogsv. tidskr. 1936:243—266. Stockholm.
- 1937. Om de lågproduktiva sandmarkerna å Hökensås och i övre Lagadalen. — Medd. Stat. skogsforsöksanst. 30:1—66.
- 1938. Om humustillståndets betydelse för skogen å en sydsvensk tallmo. — Skogen Årg. 25:385—388 och 403—406. Stockholm.
- 1940. Den nordsvenska skogsmarken. — Stockholm.
- TAMM, O. & WADMAN, E. 1945. Om skogens naturliga betingelser i Hamra revir. — Bilaga t. Sv. Skogsv. tidskr. Sid. 1—79. Norrtälje.
- TIRÉN, L. 1934. Nyare fältforsöksmetodik, belyst genom några skogsodlingar på Kulbäckslidens försökspark. — Medd. Stat. skogsforsöksanstalt 27:183—222. Stockholm.
- 1941. Till frågan om hyggesmognadens betydelse vid skogsodling. — Ibid. 32:175—254.
- 1944. Försök med sådd och plantering. — Norrl. skogsv. tidskr. 1944:85—122. Stockholm.
- WRETLIND, J. E. 1931. Bidrag till belysande av de norrländska tallhedsproblemen. — Norrl. skogsv. tidskr. 1931:263—314. Stockholm.
- 1934 a. Naturbetingelserna för de nordsvenska järnpodsolerade moränmarkernas tallhedar och mossrika skogssamhällen. — Sv. Skogsv. tidskr. 32:329—396. Stockholm.
- 1934 b. Bidrag till belysande av föryngringsbetingelserna på övre Norrlands tallhedsmarker. — Norrl. skogsv. tidskr. 1934:261—342. Stockholm.
- ÅNGSTRÖM, A. 1938. Lufttemperatur och temperaturanomali i Sverige 1901—1930. — Medd. Stat. meteorologisk-hydrografiska anstalt Bd 7:2. Stockholm.

Summary

Soil-Improving Measures tried on a Poor Site

The present paper is a final report on work started in 1922 by the Swedish Institute of Forest Research in cooperation with the Forest Protection Board of the district of Jönköping, following an initiative taken by W. LOTHIGIUS who was at that time the Board's executive Forest Officer. The aim of the work has been to try some possibilities of raising the poor forest yield frequently found on sandy soils within the district and elsewhere in the province of Småland (see O. TAMM 1937 p. 60). Earlier reports have been published by O. TAMM who planned the experiments and was responsible for collecting data on the plots as long as he remained with the Institute (up to 1938).

The plots are at $57^{\circ}34'$ latitude N. and $22^{\circ}12'$ longitude E. from Greenwich. They occupy an area known as the Mölna Field on a sand flat that was formerly mostly covered by old forest. In the experimental field, the forest was felled in 1918 to 1919.

Chapter I. *Climatic, Geological and Pedological Conditions at Mölna Field.*

The Mölna Field is situated near Vaggeryd, about 30 km S. of Jönköping (Fig. 1). It is a sandy plain comprising 22 hectares (Fig. 2). It is surrounded by water on three sides and rises 2—4 m above the level of the lake Käringsjön.

Central Småland has a rather severe climate. Table 1 gives the mean monthly temperatures observed at Flahult, 19 km N. from Mölna Field, and the corresponding means at Mölna Field, calculated according to formulas given by ÅNGSTRÖM (1938). In valleys and flat areas like Mölna Field there is a high frequency of frosts, even in the summer.

The yearly mean precipitation at Mölna Field may be calculated to 660 mm. Table 2 gives the seasonal distribution of the precipitation at certain stations near Mölna Field. The precipitation in the summer is fairly high. The spring months, however, are relatively dry, but normally the soil has then enough moisture left from melted snow.

The sand at Mölna Field is of glacio-fluvial origin. The map (Fig. 3) shows the approximate distribution of areas with medium and coarse sand (see also Figs. 25—33). As a rule, the medium sand fraction (0.6—0.2 mm) dominates, but coarse sand and gravel go to make up a large percentage of the soil. Mineralogically the sand is rich in quartz and poor in plant nutrients (Table 3). The mineral base-index (percentage content of particles with a specific gravity above 2.68 in the medium sand fraction; cf. O. TAMM 1934 b) is very low, about three, in the undweathere sand. Such a low figure shows that the soil is very poor in easily weathered minerals high in bases like augite, hornblende, and the better plagioclases. Still lower values of the mineral base-index are found in the uppermost soil horizons (cf. Figs. 25 to 33, p. 74—75) showing that these same minerals have been removed by weathering.

The water table is 1.5 to 4 m below the surface of the field. When it is as high as 2 m, the pines reach the ground water and may profit by it. But there is no clear difference between the pines reaching the ground water and the other pines near Mølna Field.

The soil type at Mølna Field is podsol. By investigation in June, 1920, 1½ years after the clear felling, the depth of the humus layer (mor) was 5.7 ± 0.1 cm (mean of 85 samples). No significant difference between profiles with fine or coarse subsoil was observed.

At the same time the depth of the bleached layer (A_1 horizon) was 3.31 ± 0.13 cm. The mean of 44 profiles with fine subsoil (medium sand) was 3.65 ± 0.15 cm and the mean of 43 profiles with medium sand mixed with much coarse sand or gravel was 2.95 ± 0.20 cm. This difference is significant.

Probably there is a correlation between the depths of the A_0 horizon and the A_1 horizon. Table 4 divides the total variation in the depth of A_1 in two parts, one representing linear regression on the depth of A_0 , one representing «error» (Analysis of covariance, FISHER). The variance ratio (SNEDECOR 1946) makes a true regression very probable. A heavy humus layer seems to produce a deep bleached layer (cf. O. TAMM 1920).

The accumulation or B horizon may be divided in an upper B_1 horizon of a dark brown colour, sometimes a pan, and a lower B_2 horizon of a reddish brown colour. The depth of the B_1 horizon varies considerably; the mean of 40 values was 7 cm. The B_2 horizon averages about 40 cm, but the change from this horizon to subsoil is gradually, and there is no definite limit. The colour of the B_1 horizon is mostly due to the humus content; the B_2 horizon is coloured by iron compounds (see Table 14).

Chapter II. *Standing Trees and Ground Vegetation at Mølna Field before the Clear Felling and Reforestation.*

There was no opportunity to examine the forest stands at Mølna Field before the clear felling (1918—1919), because the collaboration between the Institute of Forest Research and the Forest Protection Board at Jönköping started in 1920, after the clear felling.

In 1932 a representative sample plot (0.4 hectare) was examined. This plot bordered on the experimental field, and both trees and ground vegetation were similar to the pre-existing ones at the field. The stand consisted of pine (552 per hectare) and spruce (138 per hectare). The mean age was 96 years and the mean height 15.2 m. The volume of wood (including bark) was 124 m³ per hectare (pine 107, spruce 17) and the annual increase in volume was 2.4 per cent for both kinds of trees. All figures refer to trees thicker than 10 cm, measured 1.3 m above ground-level. According to these values the forest on Mølna Field has a rather low production of wood, compared either with nearby forests on moraine or with forests on sand in other regions of Southern Sweden.

The ground vegetation on sample plots bordering to Mølna Field was examined in 1926. The plant community was characterized as a pine forest with spruce, *Vaccinium vitis idaea*, *Dicranum rugosum (undulatum)*, and *Pleurozium Schreberi (Hylocomium parietinum)*. In close stands, *Vaccinium myrtillus* and *Hylocomium proliferum* may be important, while in thin stands the vegetation may change into lichen-pine type, rich in *Calluna vulgaris*.

The ground vegetation at Mölna Field was examined in 1920 by the method of RAUNKJÆR-LAGERBERG (LAGERBERG 1914). At this time no greater changes in vegetation had occurred after the felling, except that the *Vaccinium myrtillus* and the mosses were decreasing. Observations were made on 196 small plots (0.5 m²) and the percentage of plots within which any particular species was observed are given in the Swedish text p. 25. No detailed knowledge is available of any irregularities in the distribution over the field of the different species. The SE. corner seems to have been more heathy than the bulk of the field.

Chapter III. *Forest Regeneration.*

The map Fig. 5 shows the layout of experimental plots on Mölna Field. This paper concerns chiefly the so-called main experiment (surrounded by a heavy line). Other plots are intended for studies on root competition (a birch planted strip bordering on the old forest), on natural seeding (a strip bordering on the birch strip), on the influence of burning (plots Nos. 10, 11, 12) etc. Two small plots (Nos. 2 d and 17) were not subjected to planting or any other treatment (controls).

On the map (Fig. 5) there are nine strips from N. to S. within the main experiment. They are numbered III—XI and each is 50 m wide. Furthermore, the main experiment is divided in ten rows, crossing the strips at right angles. Row No. 7 is 37.5 m wide, row No. 8 is 62.5 m, all other rows are 25 m wide.

Strips Nos. III and V were sown in 1923 with pine mixed with spruce. In strip No. III the mor cover around each seedspot was loosened and mixed with the sand; no positive effect of this treatment was ever observed. At the same time strip No. IV was planted with birch (about 1 000 per hectare, side-hole planting) and then sown with pine mixed with spruce. Strip No. VI was planted with *Alnus incana* instead of birch and sown with pine,

Strip No. VII and the following strips were planted in 1922, the former with pine 1/0 and spruce 2/0 (ratio 2:1), No. VIII with birch as No. IV and pine and spruce, No. IX with pine and spruce, No. X with *Alnus incana* as No. VI and pine, and No. XI with pine only. The conifer seedlings were planted by the slit method.

The number of seedspots per hectare was intended to be 6 000 all over the field, but this figure is rather approximate. All pine and spruce seed used originated from the same province, but the birch and *Alnus incana* seedlings originated from Båstad (Skåne).

In strip No. VII each planting hole was manured with peat from a birch carr. Seven or eight litres of peat were mixed with the earth in each hole before planting. The other treatments were done in different rows. The rows Nos. 1, 3, 5 and 7 were controls (no treatment). Within rows Nos. 2 and 6 the soil was ripped by a kind of harrow. Within row No. 4 about 400 g lime (CaCO₃ from the sulphate mill at Götafors) was mixed in each hole. Within rows Nos. 8 and 10 tree-debris from the clear felling were removed and taken to row No. 9 (Fig. 6).

Most of the pines, planted or sown, grew well in the first few following years. The planted spruces grew well too, but the spruce seed used had a poor capacity of germination. The birches and alder seedlings generally did not stand the hard conditions at Mölna Field, especially the frosty climate. Within small areas seedlings of all kinds suffered either from fungus injuries or from starvation (cf. p. 113).

It was tried to fill blanks by repair plantings in 1926 and 1930 (see Table 5).

The diagrams Figs. 8 and 9 give results from observations in 1932. The brush manured row (No. 9) has a small number of seedlings but a high percentage of good pine. Many seedlings were spoiled by capercaillies that found shelter in the brush cover. The «peat strip» (No. VII) shows a slight excess over the others both in number of seedlings and in percentage of good pine. None of these deviations is significant.

The final measurements on the trees were made in the autumns of 1941 and 1942. Height measurements taken in the latter year were reduced by the proper amount (length of top shoot) and may be compared with the measurements taken in 1941. Within each strip all trees were measured on two belts ten metres wide along the W. boundary of the strip. The rows divide these belts in small plots (generally 250 m²), 100 within Block A (VII—XI) and 74 within Block B (III—VI). The mean heights of the pines for these plots are given in Fig. 10. Positive deviations from the over-all mean heights (4.25 m for planted pines twenty years old; 3.54 m for sown pines eighteen years old) are shown by the brush manured row (mean height for planted pines 4.63 m, for sown pines 4.18 m) and by the peat manured strip (mean height for planted pines 4.83 m).

The analysis of variance (Table 6, see FISHER 1942 and SNEDECOR 1946) confirms the result that the peat manuring has improved the height growth of the pines. This is in accordance with the findings of HESSELMAN (1917 c) and HOLM-BÄCK & MALMSTRÖM (1947) in north Sweden.

The effect of the brush treatment on height growth is uncertain, but many pines in the brush treated row are very vigorous (Fig. 7). In Table 7 the analysis of variance is made on the mean heights for planted plots (Rows Nos. 8—10), and the total variation is divided in parts belonging to differences between strips, between brush treated and «debrushed» rows, between the two «debrushed» rows and between pairs of plots. Moreover, the sum of squares belonging to interactions between strip variations and row variations are calculated, but no biological connections are to be suspected, and the interactions may be included in the «error». If this is done, the variation between «debrushed» rows may be derived from the subordinated variation and is probably of the same nature as the «error». The mean square for the variation between brush manured and «debrushed» rows, however, is significantly different from the subordinated variation (variance ratio 12.3 comparing one and twenty-four degrees of freedom).

The main sources of error to be discussed are variations in soil, canopy and admixture of birch. The two latter factors are not found to have any distinct effect on the height growth of pine within Block A. Profile borings (Figs. 26, 29, 32, 33) showed the soil profile to be rather uniform in this part of the field. The better tree growth in plot XI: 9 (brush manured) may to some extent be due to the presence, on a part of this plot, of a layer rich in fine sand (Fig. 26 b). However, this layer extends over a part of plot XI: 8, and on the other hand no traces of it were found in the middle of plot XI: 9 (Fig. 32), where there was a very good birch stand. The conclusion is that moderate variations in the coarseness of the sand have little importance at Mölna Field as compared with the condition of the mor cover. The brush treatment affects the latter markedly, and probably also the tree growth.

Probably the brush treatment has improved the height growth of the pines within Block A. A better planning of the experiment (cf. FISHER 1944) might

have brought out this result more clearly. According to field observations, the effect of the brush treatment now is decreasing.

No effect on the growth of the coniferous young growth has been observed from the other treatments (soil ripping and liming). This is also true of the sown Block B of the main experiment.

The mean heights for Block B are not suited to an analysis of variance, because of the lacking of plots Nos. III: 9, III: 10 and IV: 10. Moreover, the plot mean heights seems to be somehow related to the density of the stand (Fig. 11). This relation, very probably an indirect one, may have something to do with the number of seedspots occupied by more than one seedling (those numbers cannot be stated, since only the largest pine in each cluster has been counted). Although no reliable conclusions can be drawn from the mean heights of pines within Block B, the positive deviation within the brush treated plot is consistent with the results from Block A.

The development of the spruce (*Picea abies*) at Mölna Field has been slow and irregular, mainly due to frost injuries. Many spruces are now coming up very well, sheltered by the pine stand. Table 8 shows that the highest percentage of good spruces is found within the peat-manured strip.

Within two strips (IV and VIII) about 1 000 birch plants per hectare were set out. They were two years old and vigorous, but did not stand the hard conditions (climatic or others) at Mölna Field. Two repair plantings were made (1926 and 1930) using stock one year old of the correct origin (Småland), yet with no success. The greater part of all the birches planted were dead in 1933 and of those remaining few will ever become normal trees.

In spite of this poor development of the birch plantation there are some strips rich in birches within the Block A of the main experiment, especially strips Nos. X and XI. These birches are self-sown and very often they grow in seedspots from 1922. The ripping of the soil has increased the number of birches (see Table 9 and O. TAMM 1936); the same is perhaps true with the brush treatment. Many of the self-sown birches are well-developed (see Table 10). The brush treatment has given a slight positive deviation in the mean height of the birches within row 9 as compared with birches within »debrushed» plots.

Unfortunately, within the peat-manured strip (VII), all self-sown birch seedlings were removed. (This was done also within strips Nos. III, V, VI and IX.) The consequence is that we cannot study the influence of peat manuring on birch.

The frequency of self-sown birch within Block B and other parts of the field, sown in 1923, is much lower than within Block A. Perhaps the supply of birch seed was less in 1923 than in 1922. No effect on the birch frequency was here seen by the ripping of the soil or by other treatments.

The failure of the repair plantings within the main experiment suggests changes in the soil after the first plantings. Competition from elder seedlings cannot be the real cause. The consequences of these changes are bad conditions for tree seedlings, especially for birch seedlings.

Birch seedlings of the correct origin, planted early, have grown up as well as the self-sown ones. Two narrow strips, one along the railroad, one along the old forest, were planted with birch 1/0 by the slit method in 1923. Especially the birches along the old forest have grown up well, except those which suffered much of the root competition from the old forest. Most parts of the birch band along the forest are now excellent stands.

An attempt to remove root competition by trenching gave but slight positive effect (Fig. 14). Perhaps the separation was not complete. The root competition from the old pines and spruces is very obvious, as is shown in Figs. 12 and 13 and in Table 11. The mean heights of the birches in the seven different rows of trees are almost proportional to their distances from the old forest. An observation of great interest is that self-sown pine seedlings in the birch band seem to suffer less from the root competition than do the birch seedlings (Fig. 13).

Some plots in the S.W. corner of the field were broadcast burnt in May, 1922 and sown with pine and spruce in 1923 (Plots Nos. 10, 11, 12). All these plots are now covered with closed, partly overstocked stands. The growth of the seedlings has not been so good, especially during the period 1930—1935. Remarkably little birch has appeared on burnt areas. More than on such areas, the birch seedlings have been favoured where the soil has been ripped and where anything has been planted the same year (1922).

The control plots (Nos. 2 d and 17) carry a few birches, spruces and pines. Some of the spruces were small trees in the old stand (such trees left by the clear felling were removed in 1926 from all other parts of the field). There is little new growth from seed in the control plots.

Chapter IV. *Plant Growth and Soil Conditions.*

The original ground vegetation at Mölna Field is described on p. 108. After the clear felling, *Vaccinium myrtillus* and *Hylocomium proliferum* died in a few years when not sheltered by a tree stand, while *Calluna vulgaris* and the lichens spread.

A number of plants do not normally occur in a closed pine or spruce forest but soon colonize a cleared area. According to HESSELMAN (1917 a) such plants (*Chamaenerion angustifolium*, *Rubus idaeus* and others) require a plentiful supply of nitrogen in the form of nitrates. This view is consistent with ecological observations made by HESSELMAN and others and probably applies to the clear felled area in Mölna Field.

The immigration of *Chamaenerion* and the changes in its frequency run parallel with changes in the humus layer. The fastest decomposition occurred between 1924 and 1930, judging from observations and measurements of the depth of the humus layer. At the same time, *Chamaenerion* was more frequent than before or after (Fig. 17). No rapid humus decomposition and nearly no *Chamaenerion* have occurred within the control plots (2 d and 17), and the same is believed to be true for the zone along the old forest, subject to its root competition. *Chamaenerion* covered much more of the brush treated row (Figs. 17 and 18) than of any other area and still thrived there in 1932, contrary to what it did in most other parts of the field.

Rubus idaeus and *Senecio silvaticus*, which occasionally accompanied *Chamaenerion*, behaved similarly.

On large parts of the clear felled area in Mölna Field, *Chamaenerion* never thrived, possibly because decomposition did not release nutrients faster than they were used up by young trees and other vegetation. Pine and birch seedlings showed little difference between areas with and without *Chamaenerion*. Around 1930, they looked perhaps better where there was *Chamaenerion*, but now there is no difference.

Observations at Mölna Field before 1945 are very scanty on *Deschampsia*

flexuosa (Fig. 19), which according to HESSELMAN (1937) and ROMELL (1938 a and b) is another plant favoured by a good supply of available nitrogen.

Within some areas most of the tree seedlings suffered from fungal diseases. Those areas were flat and shallow depressions, often very rich in *Chamaenerion*. After some years the fungal injuries ceased and from then on the surviving seedlings grew well. However, while most of the areas with fungal injuries have shrunk (see the maps Figs. 20 and 21), affected areas of larger size where nearly all seedlings were killed have developed to lichen-pine forest, apparently because the litter from the few trees left has been too scarce to avert or stop degeneration of the humus layer.

Patches with very poor tree seedlings were also observed in areas with few or no *Chamaenerion*. No signs of injury from fungi or other parasites were seen, but the pines carried short, yellowish green needles and they developed very small or no shoots. These symptoms are believed to indicate a nutritional deficiency, which is possibly a deficiency in nitrogen. The areas with starving pines are indicated on the map Fig. 20. Fig. 24 shows a typical such area.

Many of the starving pines have recovered, while others have died. Most of the areas with starving pines have diminished (Fig. 21), but the growth often is not yet normal around such patches.

Great efforts have been made to discover the real cause of this starvation. Profile borings were made within pairs of good and poor areas, and the sand was mechanically analysed and its mineral base-index determined (Figs. 25—33). Total nitrogen (KJELDAHL), lime soluble in NH_4Cl , and pH of the humus layer was determined (Table 13). Contents of humus and inorganic colloids were determined in five pairs of profiles (Table 14; as to the methods, see O. TAMM 1922, 1934 a, b and c). These analyses gave but slight and uncertain differences between good and poor areas. So did measurements of the depth of the A_0 and A_1 horizons, although both horizons usually were found somewhat thinner within poor areas. The most obvious difference was, besides the conditions of the seedlings, the great frequency of lichens within the areas with starving pines. The abundance of lichens was observed even at the first line surveys (in 1926 and 1927).

The number of tree stumps has been found much less on the poor areas than on the good ones (Table 12), so the areas with starving pines must have been more or less open areas in the old forest. It is believed that the litter from the trees was insufficient to maintain good humus conditions in openings and that the lack of protection against direct sunshine and evaporation favoured heather and lichen and disfavoured bilberry and mosses, perhaps also mycorrhizal fungi. Following a clear felling, bilberry and many mosses die and much of the nutrients that they contain are set free. In openings where these plants are missing and where a clear felling yields little brush, there may be too little nutrients left to the tree seedlings because of the competition from luxuriating heather and lichens. The comparison between Figs. 20 and 21 indicates that the brush treatment has compensated a poor humus condition within a small area (plot VIII: 9) for ten years or so. This observation seems to illustrate the importance of the litter in the present connection.

The ground vegetation at Mölna Field was examined by a line survey in 1945. The plant communities represented on the working map were examined on sample plots (see Table 15). The type number given at the top of the table refers to the Swedish text p. 84, where types Nos. 1—6 represent a ground layer of mosses

combined with one or another of six types of field layer (each dominated by one species), while types Nos. 7—16 are similarly characterized types having either a ground layer of lichens (Nos. 7—11) or no ground layer (Nos. 12—16). The remaining types represent ground layers of mosses (Nos. 17—19) or lichens (Nos. 20—22) with no dwarf shrubs or grasses. Transitional types are very common and were also represented on the working map.

The species dominating the field layer are mostly *Vaccinium vitis idaea* and *Calluna vulgaris* (Fig. 35). The heather has spread widely after the felling, often colonizing seedspots and areas with ripped soil. The two control plots (2 d and 17) where no seedspots have been taken up have never been invaded by heather or by lichens to any considerable extent. Now both *Calluna* and the lichens are shaded out in most parts of the field.

A few notes made on other plants at Mølna Field will be mentioned. *Empetrum nigrum* (Fig. 38) prefers those parts of the field which lie near the surrounding waters. Where it has been killed by burning it has not yet come back to any great extent. Reproduction by seed is probably slow as has been noted for many other forest plants by PERTULA (1941). *Vaccinium myrtillus* (Fig. 39) survived in the cleared area only where sheltered by brush or near the shore or on slopes facing north. From these places the plant is now vigorously spreading, mainly vegetatively. *Vaccinium uliginosum* (Fig. 39) growing on the sandy soil of the field indicates that the site can not be very dry. Other hygrophytic plants found at Mølna Field are *Carex fusca* (*Goodenowii*), *Eriophorum polystachyum* and *Juncus effusus*.

The present state of the humus layer at Mølna Field is illustrated by Table 16, representing measurements of depths made in September, 1945. In all well-growing stands, a new F-layer is developing. Within open areas only a very shallow H-layer remains, except at the control plot, where no speeding-up of the decomposition has occurred. The deepest F-layers in Mølna Field are found in stands rich in birch. Deep H-layers are found in the birch band along the old forest, where also the total depth of the humus layer is significantly greater than in other stands rich in birch (Table 17). This indicates that the decomposition of humus has been rather slow in the birch band. The cause is probably, as ROMELL (1935) has pointed out, the great extent to which »raw humus» is dominated by living fungus hyphae connected to tree roots. Tree roots have occurred in the birch band the whole time, as is shown by the root competition effect (p. 112).

The humus layer at Mølna Field has not yet attained the same depth as in 1920 and in the old forest (viz. 5—6 cm in average, more in well-growing stands). But in most parts of the field trees, undergrowth and humus conditions are becoming more and more like those in the old forest: the tree layer dominated by pine, a ground cover dominated by *Vaccinium vitis idaea* and the mosses *Dicranum rugosum* and *Pleurozium Schreberi*, and a fairly active humus layer showing two distinct horizons.

Chapter V. Conclusions.

Manuring with peat from a birch carr has been the most efficient of the different treatments. The mean height of peat manured pines was 4.8 m at twenty years, while the mean height of those not treated with peat was 4.1 m.

A deep brush cover seems also to have favoured the tree seedlings, but many of them have become more bushy and not much higher than the not brush treated

ones. The effect of the brush cover lasted only a limited time, contrary to the effect of the peat treatment which seems to be still continuing.

No effect on the tree seedlings, positive or negative, has been observed from removing the brush, liming, ripping the soil, or mixing humus with sand in the seedspots.

Burning, and any treatment likely to speed up decomposition in the humus layer, are dangerous on the sandy soil of Mölna Field where plant nutrients set free will easily leach out and where the supply of nutrients is small in the mineral soil. If a canopy is not formed within a few years after a felling, a degenerative development sets in, leading to a lichen-pine type of forest with a low yield (O. TAMM 1936). The result of such a development at Mölna Field is seen in the areas with starving pines, formerly thin or open parts of an old forest, now most difficult to restock with trees.

Degeneration in various poorer types of pine and spruce forest has been studied in north Sweden by WRETTLIND and HESSELMAN (see ROMELL & MALMSTRÖM 1945, and HOLMBÄCK & MALMSTRÖM 1947) and seen in Denmark by BORNEBUSCH (1939).

A close correlation has been found at Mölna Field between the occurrence of so-called nitrate plants (*Chamaenerion angustifolium* and others) and the transformation of the humus layer by decomposition (involving nitrification). Because of this very fact, such plants do not here indicate conditions favourable for the development of young growth. The seedlings need a moderate but steady supply of nutrients, and a rapid decomposition may empty the stores too rapidly if the soil is poor in nutrients.

The birch seedlings have been apparently more sensitive to unfavourable influences than the pine and spruce seedlings (cf. O. TAMM 1936). It was nearly impossible to fill blanks in the birch spacing by repair planting, whereas pine and spruce planted some years after the first plantings are often still living although they have grown up very slowly. Young birches seem also to be more sensitive to root competition from elder softwoods than young pines. Pine seedlings apparently do not suffer much by root competition from birches. The explanation may be sought in a favourable influence of birch litter on humus and soil, counteracting the depressing effect of competition on the level of nutrients.

The real cause of the low production at Mölna Field is the poorness of the sand. Locally, however, the production is unnecessarily low on account of poor humus conditions. The chief object of the forester is to keep the stands close and well-growing. After a clear felling he must not let many years pass before a canopy is restored. An admixture of birch is to be desired, and may easily be obtained if seed birches are spared. Further research is needed in order to decide whether and to what extent it may be profitable to fertilize a forest soil with peat or other substances.

The Mölna experiment has been helpful in drawing attention to some factors determining forest yield on poor sandy soils. Yet, in order to have a more definite idea of the parts played by humus conditions, on one hand, and by geology on the other, fresh data must be obtained on plots where the conditions at the start of the experiments are carefully determined. The problems at issue have proved much more complicated than was realized in 1920.