

FYSIK

4

- JORDFYSIKK, I -

VEDLEGG :

KURVER OG TABELLER

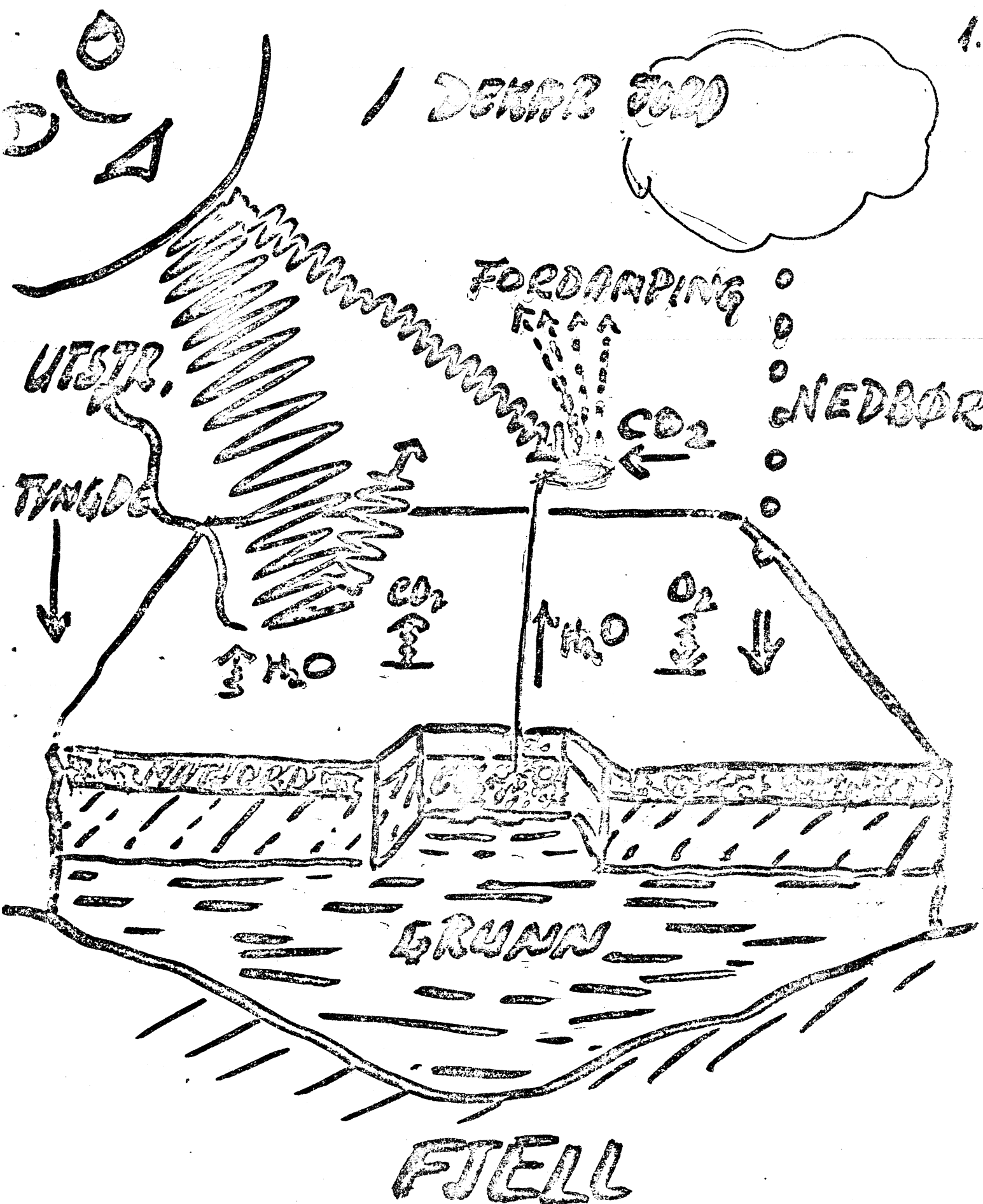
TIL FORDYBELSE

OG VEDERQUÆGELSE

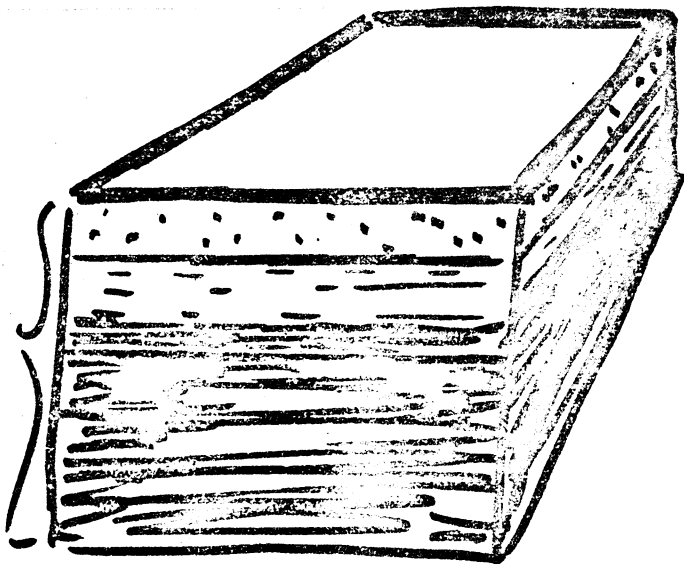
AV

ARNOR NIS

- Høsten 1976 -



VOLUMFORHOLD I MINERALTJORD



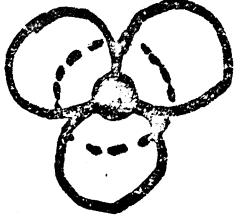
LUFTVOLUM }
VANNVOLUM } JORDVOLUM
MATERIALVOLUM

Jordtæthet : $\frac{\text{Vekt av fast materiale}}{\text{Jordvolum}}$ kg/dm³
(-densitet)

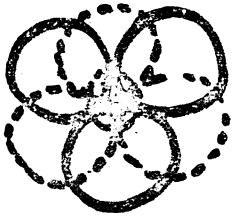
Volumprosent vann = mm pr 10 cm dybde

Vekt av fast materiale bestemmes ved
tørking til 105 °C til konstant vekt

Byggesteiner i mineralmaterialet

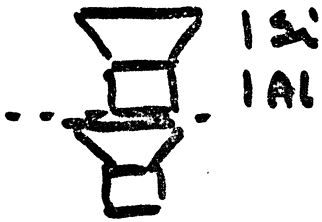


SiO_4 - tetraedret



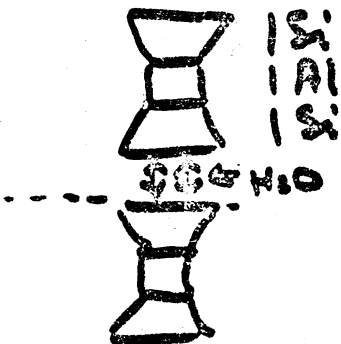
AlO_6 - oktaedret

Sjiktgjittermineraller



1 Si
1 Al

Kaolinit (1:1)



1 Si
1 Al
1 Si

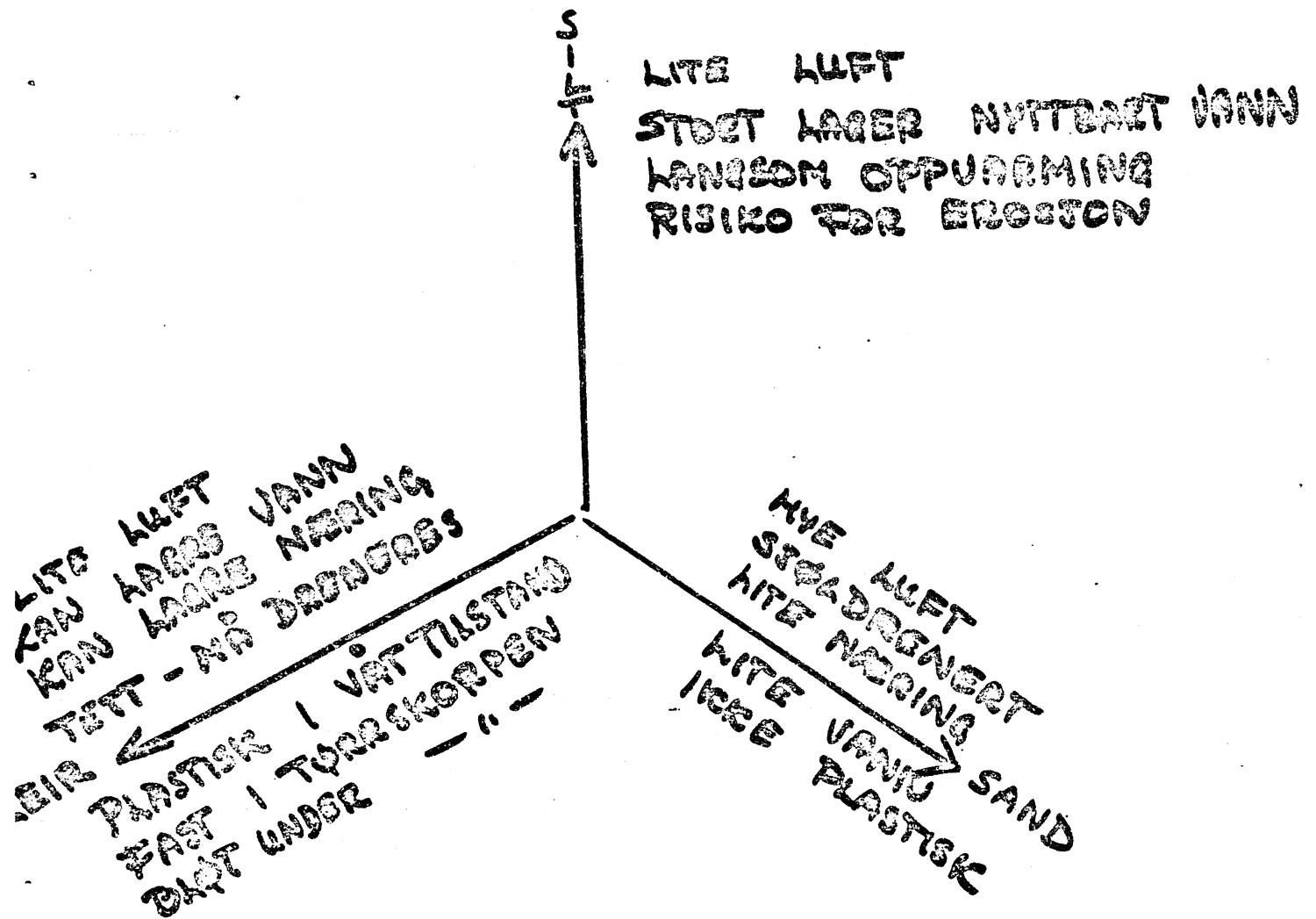
Smektit (2:1)
ex.: Montmorillonit

MATERIALEGENSKAPER

FOR

MINERALJORD (Finjord)

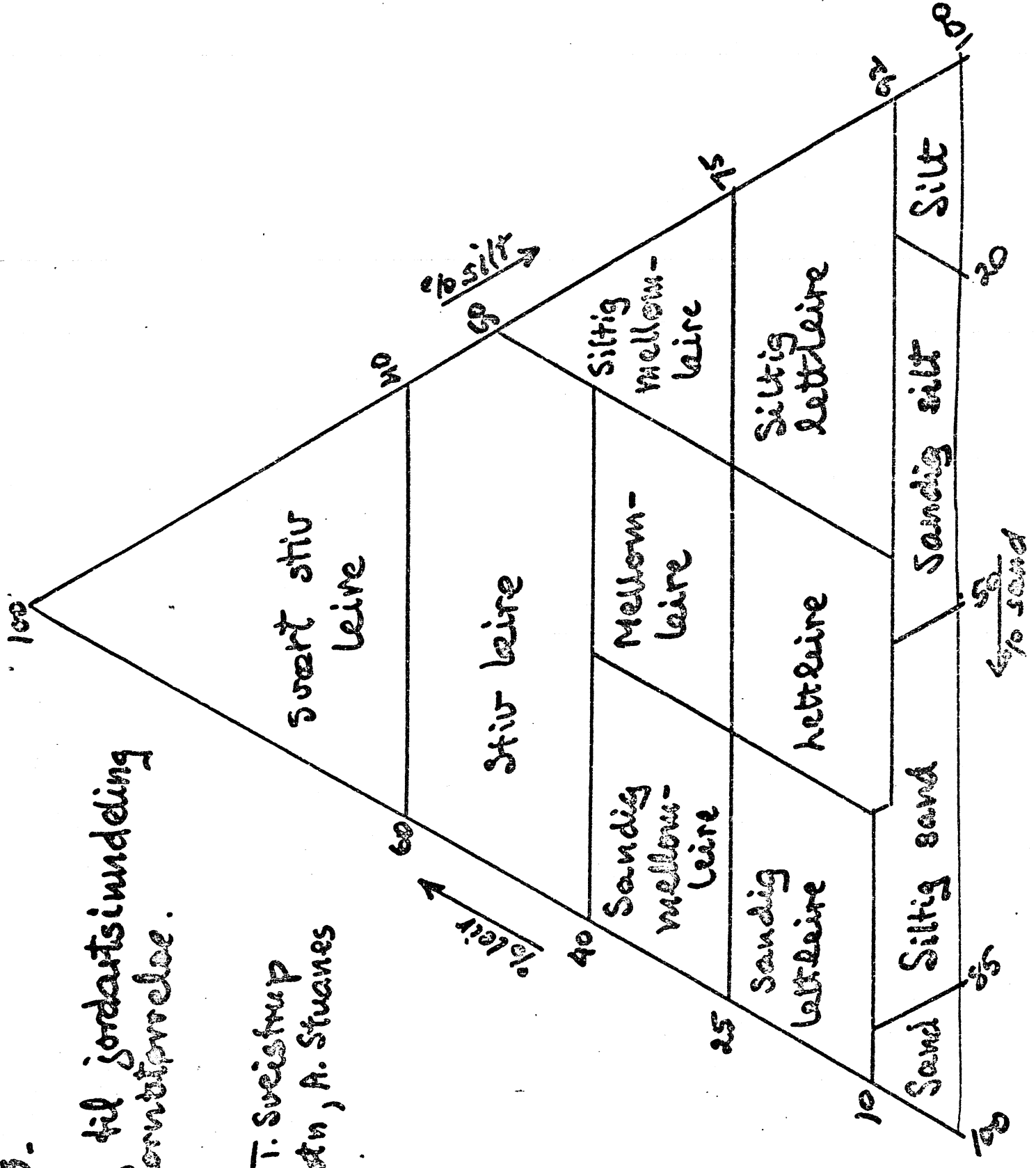
- LEIR : Partikler mindre enn 0.002 mm
- SILT : Partikler 0.002 - 0.060 mm
- SAND : Partikler 0.06 - 2 mm

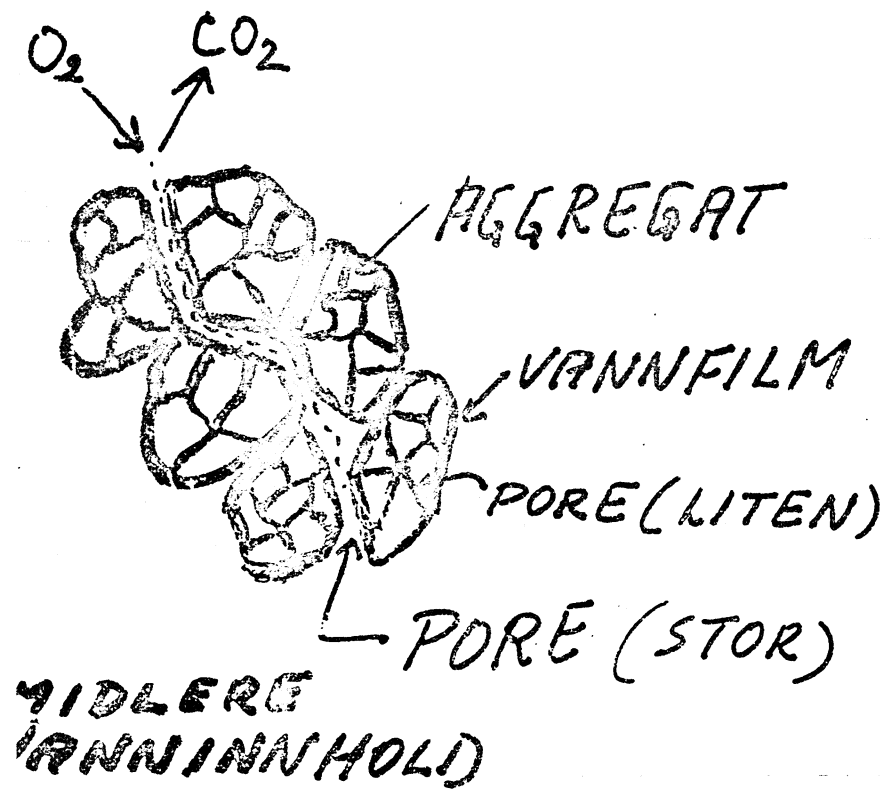


Figur 3.

Forslag til jordartsinndeling etter konsistensclass.

Av
A. Njås, T. Sveistrup
O. Høegh, A. Stuanes

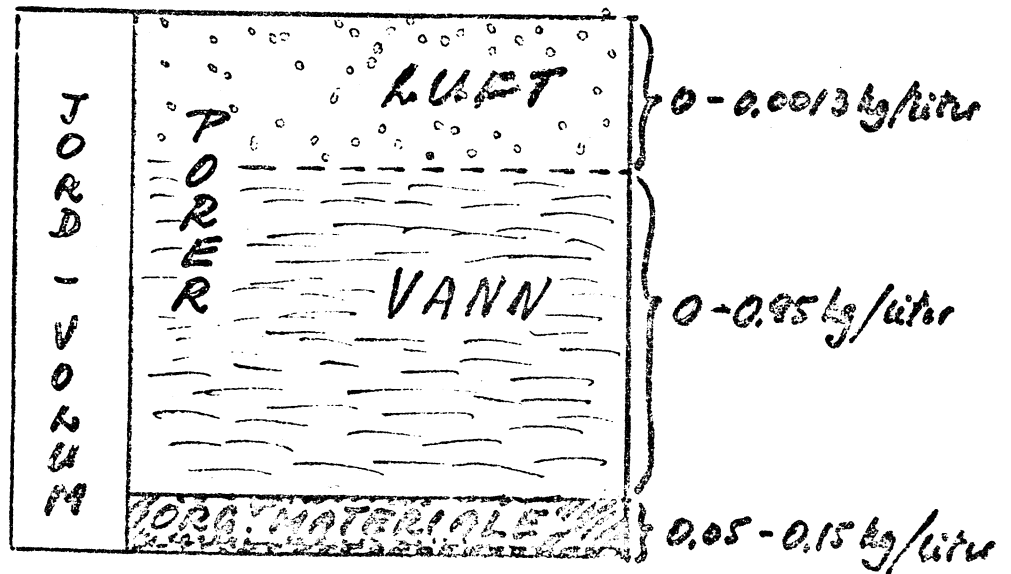
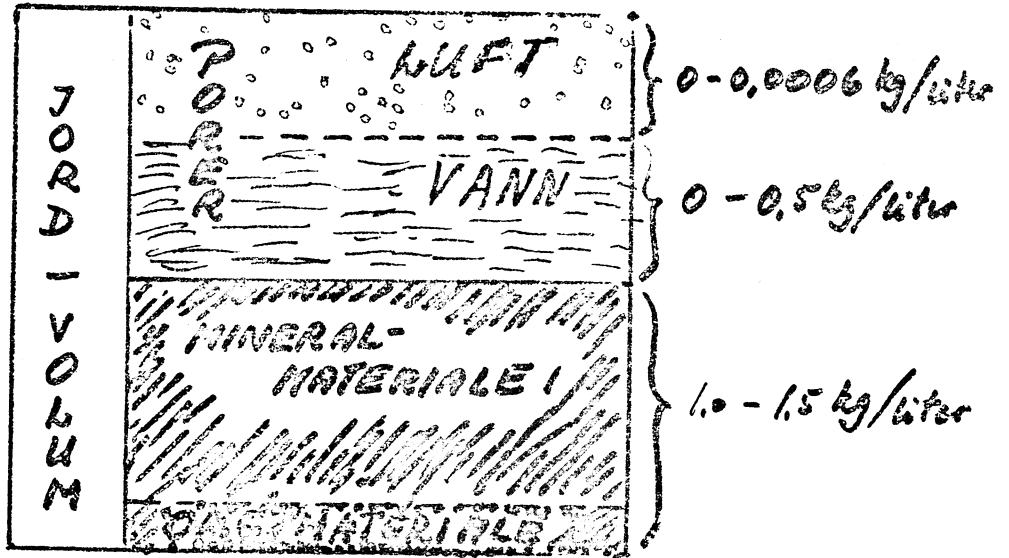




PORENE ER LÅGERPlass
 FOR VANN OG LUFT, TRAN-
SPORTVEL FOR VANN OG LUFT
OPPHOLDsROM OG ARBEIDsROM
 FOR LEVENDE ORGANISMER,
 DERIBLANT RØTTER.

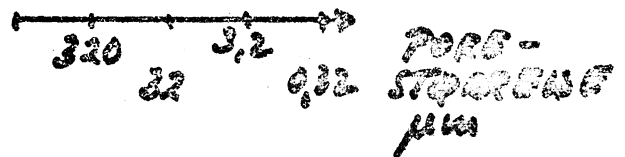
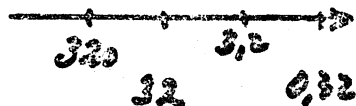
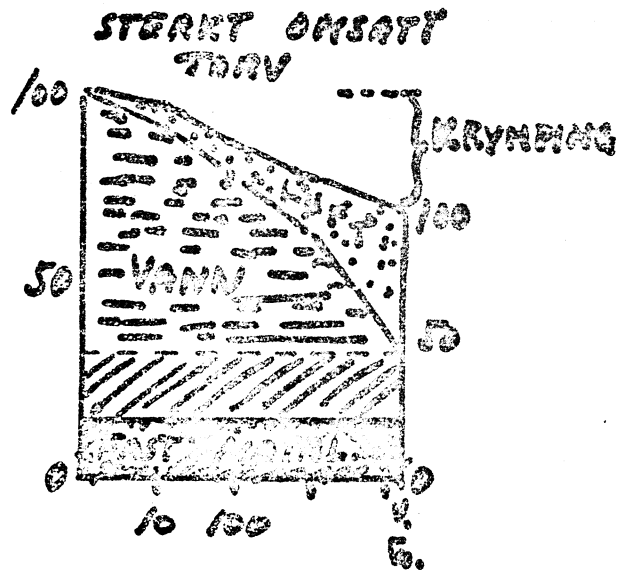
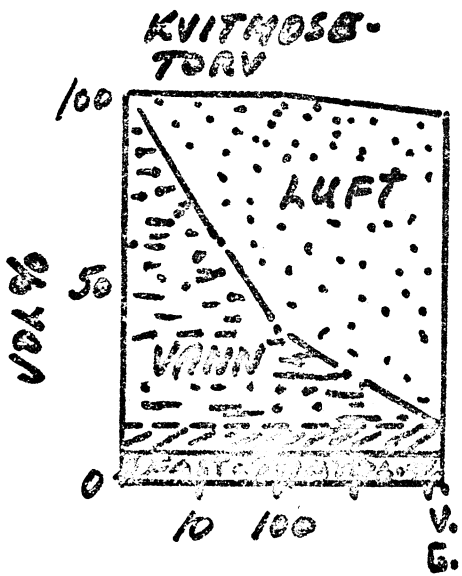
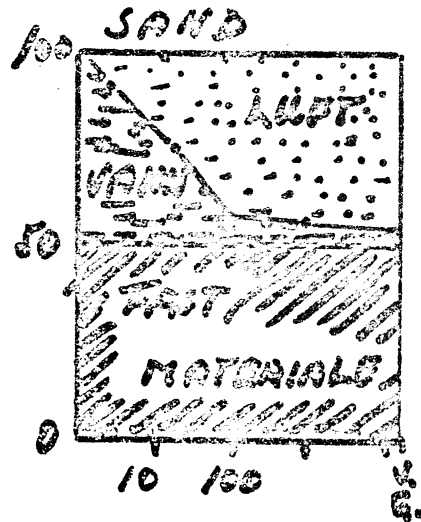
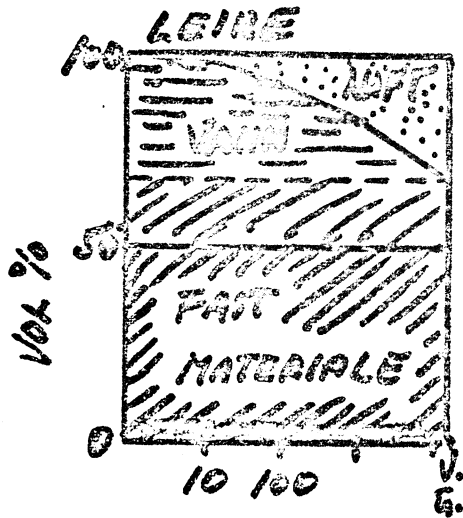
VOLUMFORMOLD :

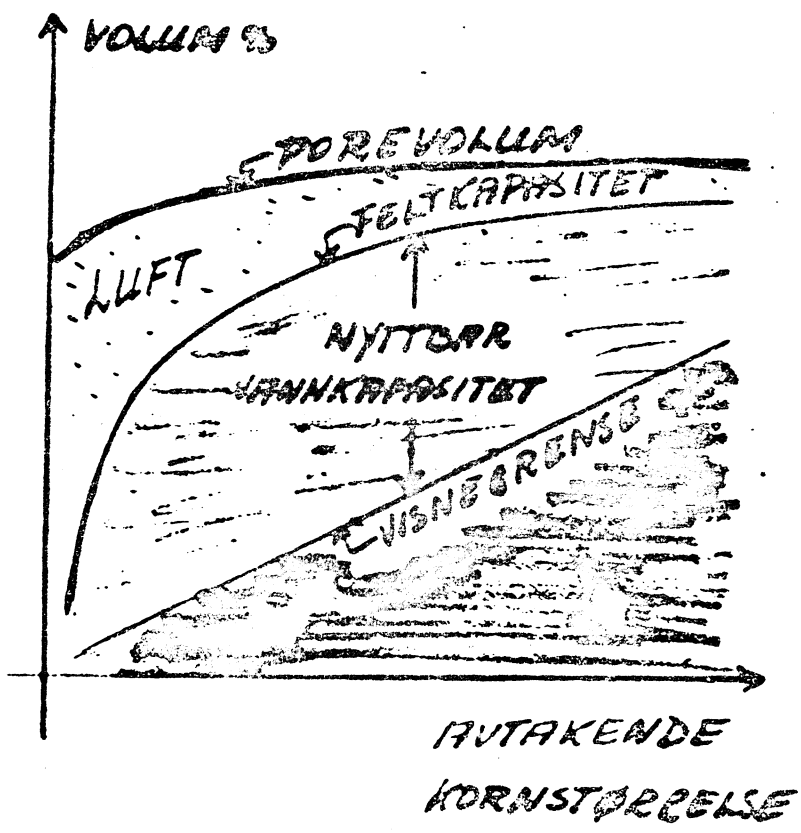
MINERALTORD



TORVTORD

TØMMING AV PØRESYSTEMET I FIRE JORDARTER





Tabell 3. Nyttbar vannkapasitet^{x)} i forhold til glødetap og kornstørrelsesfordeling

Sted	Gl. tap	Prosent			Nyttbar Vannkap. ^{x)}
		Leir	Silt	Sand	
Myse	0	0	4	96	3
Skjoberg	1	0	6	94	9
— " —	1	7	56	37	29
Valer, S.	4	5	10	85	17
Nes, R.	5	23	44	33	30
Hole	5	31	42	27	24
Berg	8	12	22	66	25
Våle, V.	8	11	67	22	37
Norderhov	7	34	44	22	26
Fjaler	24	18	43	39	49
Dege, nes ^{xx)}					26

x) Diff: (100 cm v.h. - 15.500 cm v.h.) i mm / 10 cm
 pF 2 -- pF 4.2 . " ~

LEIR < 0.002 mm
 SILT 0.002 - 0.060 mm
 SAND 0.06 - 2.0 mm

xx) Kvitmose

- SAMMENHENG MELLOM ULIKE MÅL FOR VANNETS ENERGITILSTAND -

ÅPENS-ÅRSNIVÅ	TRYK K Bar	SHG CM H ₂ O	PF	RELATIV FUKT. %
0	0.001	1.0	0	100
1	0.01	10	1	
10	0.1	100	2	
100	1.0	1000	3	
1000	10.0	10000	4	98.9
1520	15	15500	4.2	
10000	100	100000	5	92.7
100000	1000	1000000	6	47.3
1000000	10000	10000000	7	5

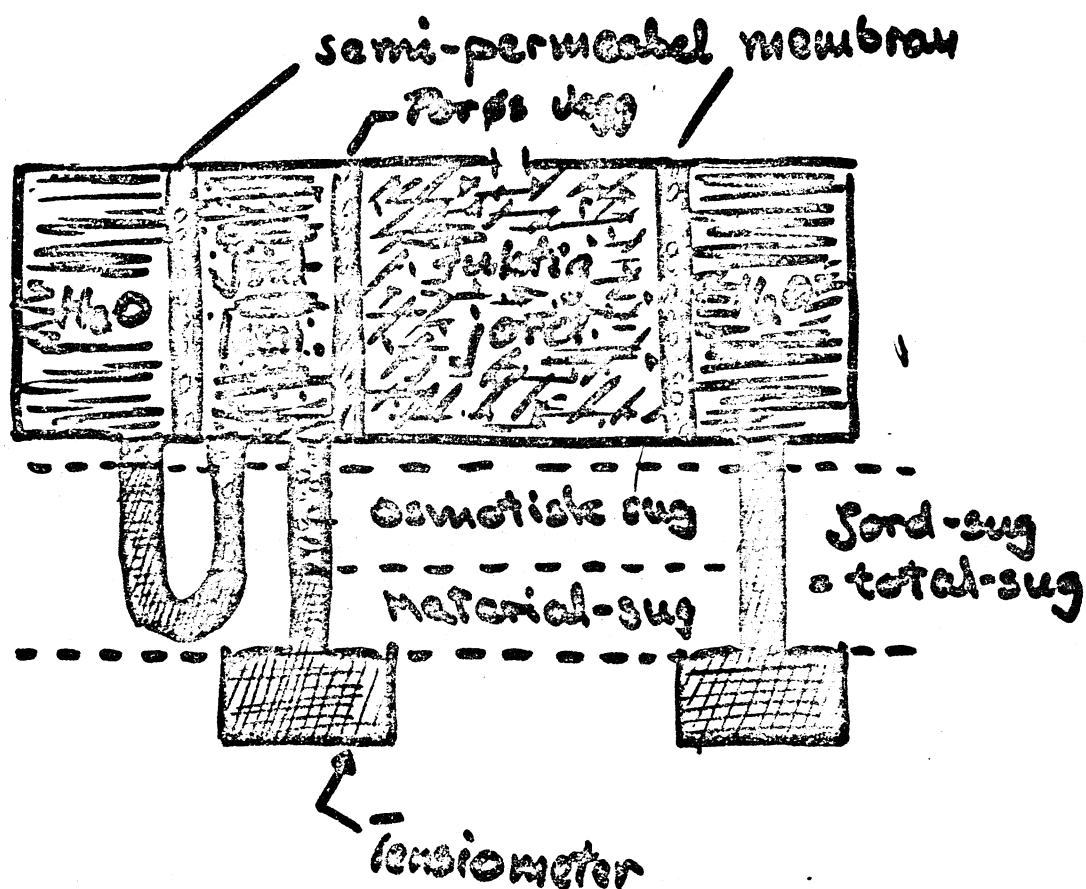
Potensial = $\frac{\text{Energi}}{\text{masse}}$, f.eks. $\frac{mgh}{m} = gh$ [$L^2 T^{-2}$]

Trykk = $\frac{\text{Energi}}{\text{Volum}}$, f.eks. $\frac{P \Delta V}{\Delta V} = P$ [$M L^{-1} T^{-2}$]

"Høyde" = $\frac{\text{Energi}}{\text{tyngde}}$, f.eks. $\frac{mgh}{mg} = h$ [L]

(Trykk gir $\frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{D A h g}{A} = Dgh$)
 $D = \text{tetthet}$

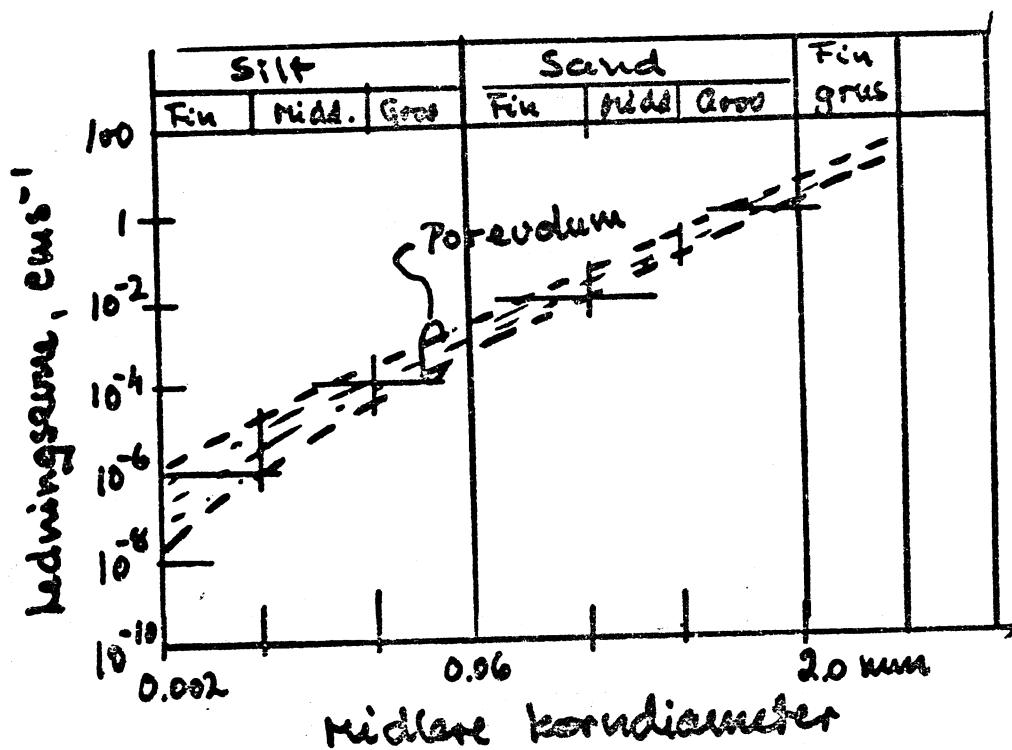
Jord-sugete komponenter

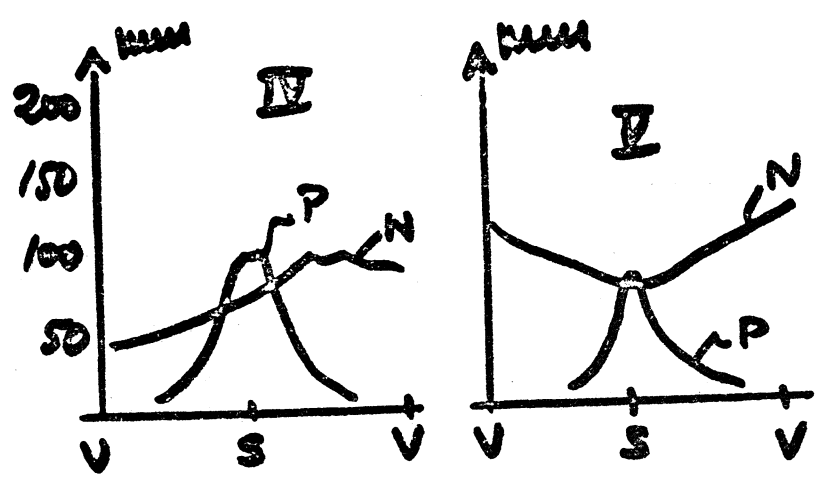
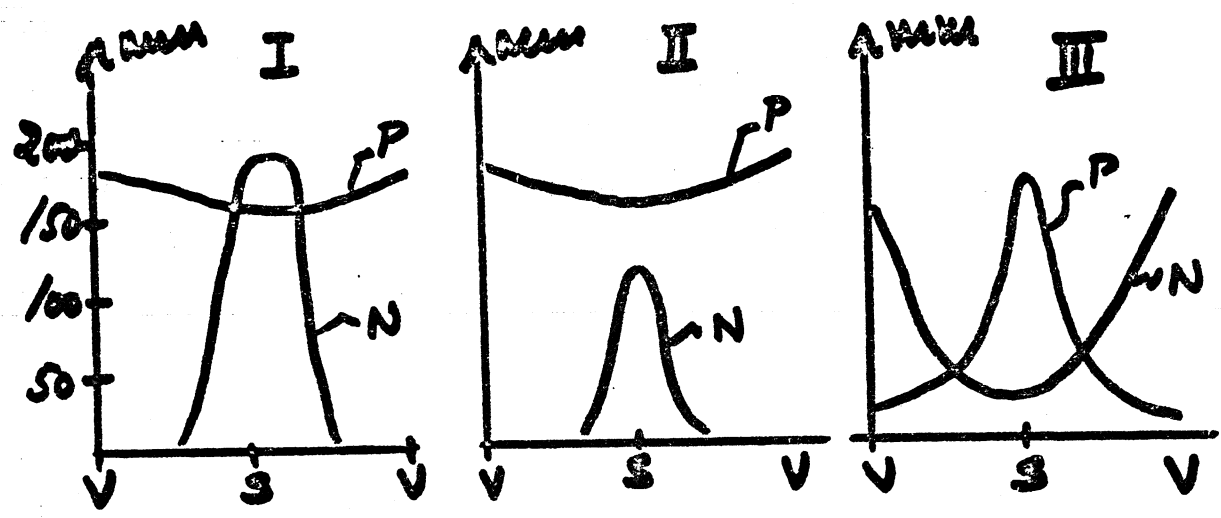


Den porøse veggen er gjennom-
trengelig for salter og vann.

Den halv-gjennomtrengelige veggen
(semi-permeable membranen) er
gjennomtrengelig bare for vann.

Sannledningsevne
i forhold til korndiameter
2. januar 1970

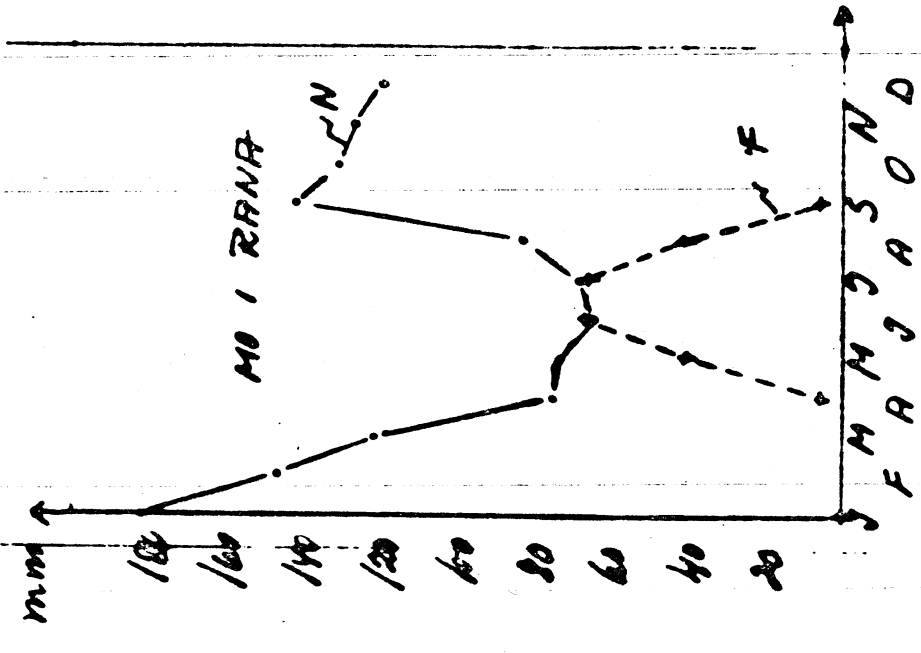
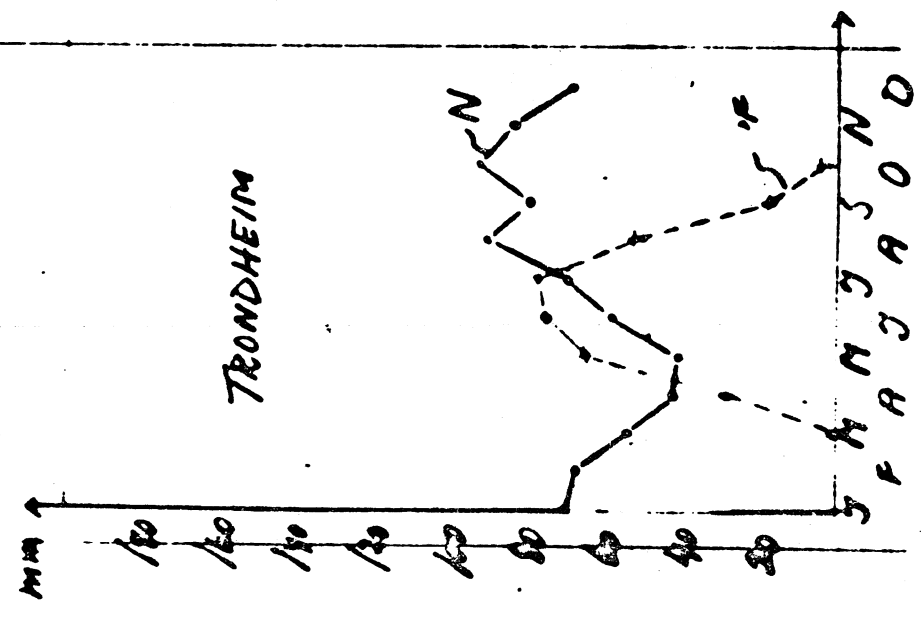
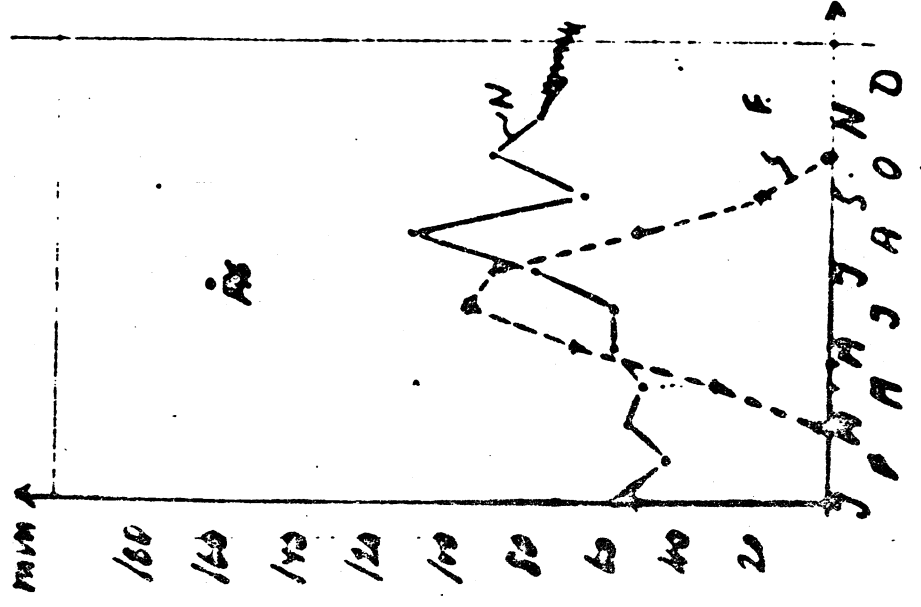




P = Potensiell fordampning
 N = Nedbør
 V = Vinter
 S = Sommer

**SKJEMATISERT
 VANNDALANSE I ULIKE KLIMA**

- I. Tropisk Varm, våt sommer - tørt vinter
- II. Tropisk, Arid, sommeregner
- III. Temperert, våt vinter - tørt sommer
- IV. Kjølig, Norge, Østlandet
- V. Kjølig, Norge, N-Norge-kysten.



MÅNED I ÅRET →

N = NEDBØR

F = POTENSIELL FORDAMPING

FIGUR 2. Skjematisk framstilling av nedbør(N) og potensiell fordampning(F) for Ås, Trondheim, Mo i Rana 1961-1930.

Energitilførsel og -bruk på
1 dekar jord.

Sommerdag (klare) Midt- eller S. Norge.

Innstråling $\sim 6000 \text{ kWh}$
Effekt $\sim 250 \text{ kW}$

Til fordampning av 4 mm vann = 4 tommer

Fordampingsvarme $\sim 2500 \text{ kJ/kg}$
 $\sim 700 \text{ kWh/tomme}$

Fordampning 4 mm $\sim 2800 \text{ kWh}$
eller ca. $\frac{1}{2}$ energi inn.

Rest til refleksjon, oppvarming av jord og luft, og fotosyntese.

Ek.: 1% av inngående energi til fotosyntese
= 60 kWh

1 kg tørrstoff i karbohydrat = 4.7 kWh

Kg tørrstoff pr dag: $\frac{60 \text{ kWh}}{4.7 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}} = \underline{\underline{12.8 \text{ kg}}}$

Vårt energiforbruk: 3.4 kWh / dag
effektforbruk: 140 W (stor lyspære)

Må vi ha regn for at telen
skal gå om våren ??

17.

Smeltevarme is = 336 kJ/kg (80 kcal/kg)

Jord med 1m telen - 40 vol% vann

Netto innstråling $1.9 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{dag)} = 6.7 \text{ MJ/(m}^2 \cdot \text{dag)}$

40 vol% = 400 kg vann = 400 kg is/m³ jord

Førløst temperatur 0°C under smeltingen.

Total energi til oppthining $336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 400 \text{ kg} = \underline{134.4 \text{ MJ}}$

Antall dager for oppthining $\frac{134.4 \text{ MJ}}{6.7 \frac{\text{MJ}}{\text{dag}}} = \underline{\underline{\text{ca. 20 dager}}}$

Oppthining av samme telen med regn:

1 mm nedbør = 1 kg/m^2

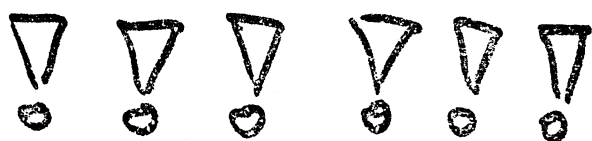
Førløst: vartemperatur i nedbør 8°C
avkjøling fra $8^\circ\text{C} \rightarrow 0^\circ\text{C}$

Varmemengde pr mm: $4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{grad}} \cdot 8 \text{ grad} = 33.6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
 $= \underline{\underline{33.6 \text{ kJ/mm}}}$

Nedbørsmengde for oppthining:

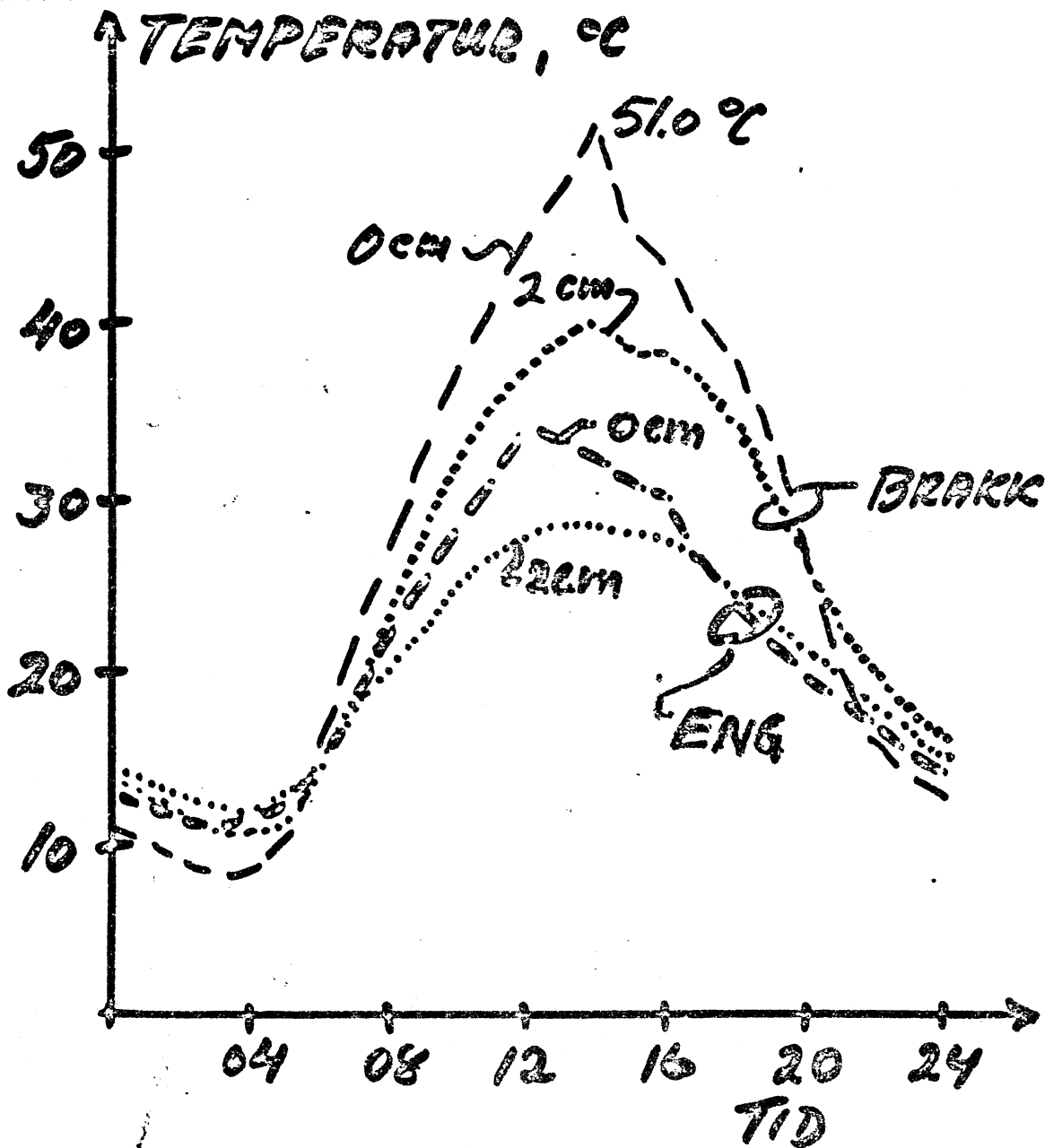
$134.4 \text{ MJ} : 33.6 \text{ kJ/mm} =$

$134400 \text{ kJ} : 33.6 \text{ kJ/mm} = \underline{\underline{\text{ca. 4000 mm}}}$



TEMPERATUR VED
OVERPLATEN OG I 2CM DYBDE
I ENG OG PÅ BRAKK.

Ås, NORGE, 3. juli, 1971

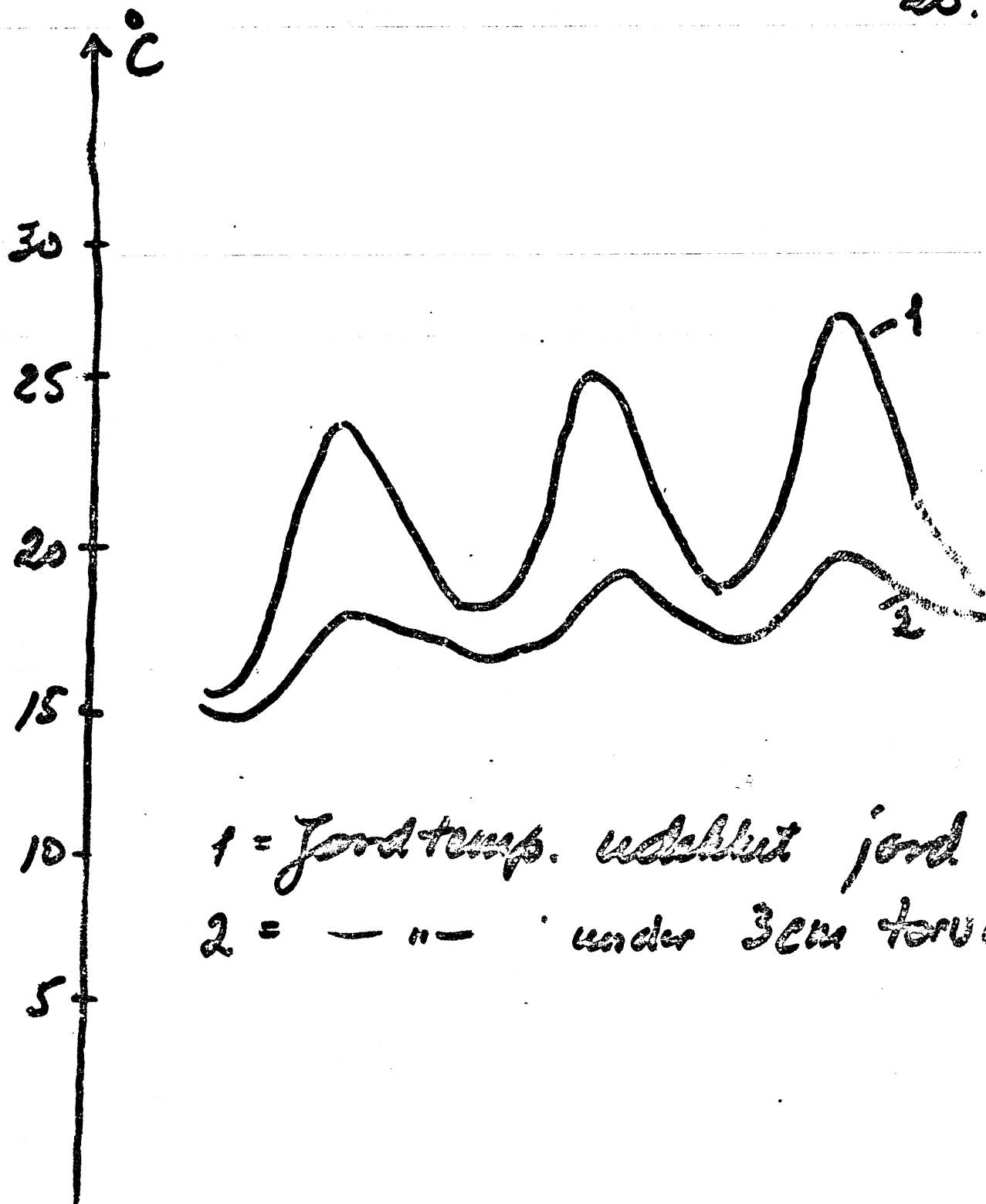


17.

TABELL 3. JORDTEMPERATUR, °C, OG KLOKESLETT FOR MAKSIMUM OG MINIMUM I LEIRJORD MED 3 CM TOPPDEKKE AV ULIKE AGGREGATSTØRRELSER, PERIODE 28/6-3/7, 1968 (KLARVÆR)

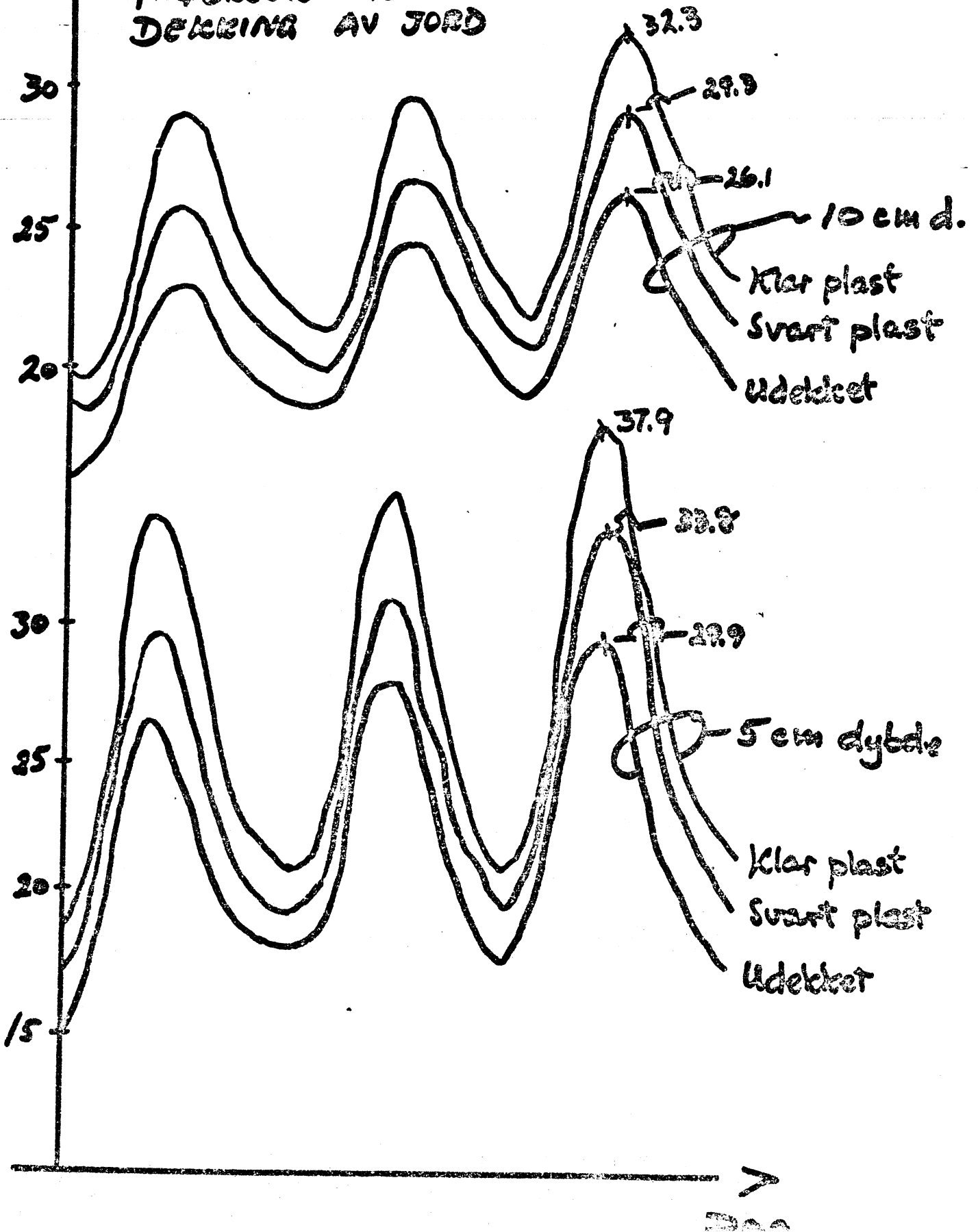
AGGREGAT- STØRRELSE	DYBDE	JORDTEMPERATUR, °C			KLOKESLETT	
		MIDDEL	MAX	MIN	MAX	MIN
< 0,6 mm	5 cm	19,6	25,6	14,6	15,00	04,50
6- 0,6 "	"	20,9	27,3	15,5	14,50	05,00
20-6 "	"	19,9	25,8	14,9	14,50	05,20
< 0,6 "	10 cm	18,9	21,9	15,9	17,40	06,20
6- 0,6 "	"	19,6	22,7	16,7	17,50	06,40
20-6 "	"	19,1	22,3	16,1	17,20	06,40
F (AGGREGATSTØRRELSE)		17,0 ^x	28,8 ^x	25,5 ^x	0,4	1,1
F (DYBDE)		203,3 ^x	1129,6 ^x	119,7 ^x	554,0 ^x	177,1 ^x
F (SAMSPILL)		0,1	0,9	1,2	0,7	0,3

MAX OG MIN ER MIDLERE MAKSIMUM OG MINIMUM I PERIODEN.



1 = Jordtemp. vedskilt jord.
2 = — " — under 3cm jord.

TEMPERATUR, °C
 I FØRSEK MED
 DEKKING AV JORD



ÅRSÅKER TIL

KLUMPSTRUKTUR GEYNSTRUKTUR

LITE KALKINNHOOLD STORT KALKINNHOOLD

JORDARBEID / REGNIER SMULDREING

ENSIDIG ÅNERBEUK ENG

STERK NEDDØDE, FUGT MODERAT VEKSLING

AV STERT UTØRNING MELLOM FUGTING -

ØRNING, FØYSING -

OPPTØNING

LITE KALKINNHOOLD

STORT KALKINNHOOLD

SVAK GJØDSLING

STERK GJØDSLING

VIRKNING PÅ JORDSTRUKTUR AV KALK

DIREKTE

UTPELLING

ADRTELVIRKNING

(BINDING MINERAL

- KALSIMUM - NØLSTOFF)

BRENT OG LESKET

KALK I STORE

MENNGDER

INDIREKTE

GUNSTIG ROT-MILJØ

GUNSTIG MILJØ FOR

BACTERIER, SMÅDYR



FINDELING - OMDANNING
AV PLANTERESTER

BLANDING AV JORD

"LIMSTOFFER"

ALLE KALKMIDLER

DANNELSE AV AGGREGATER

LEIR-PARTIKKEL



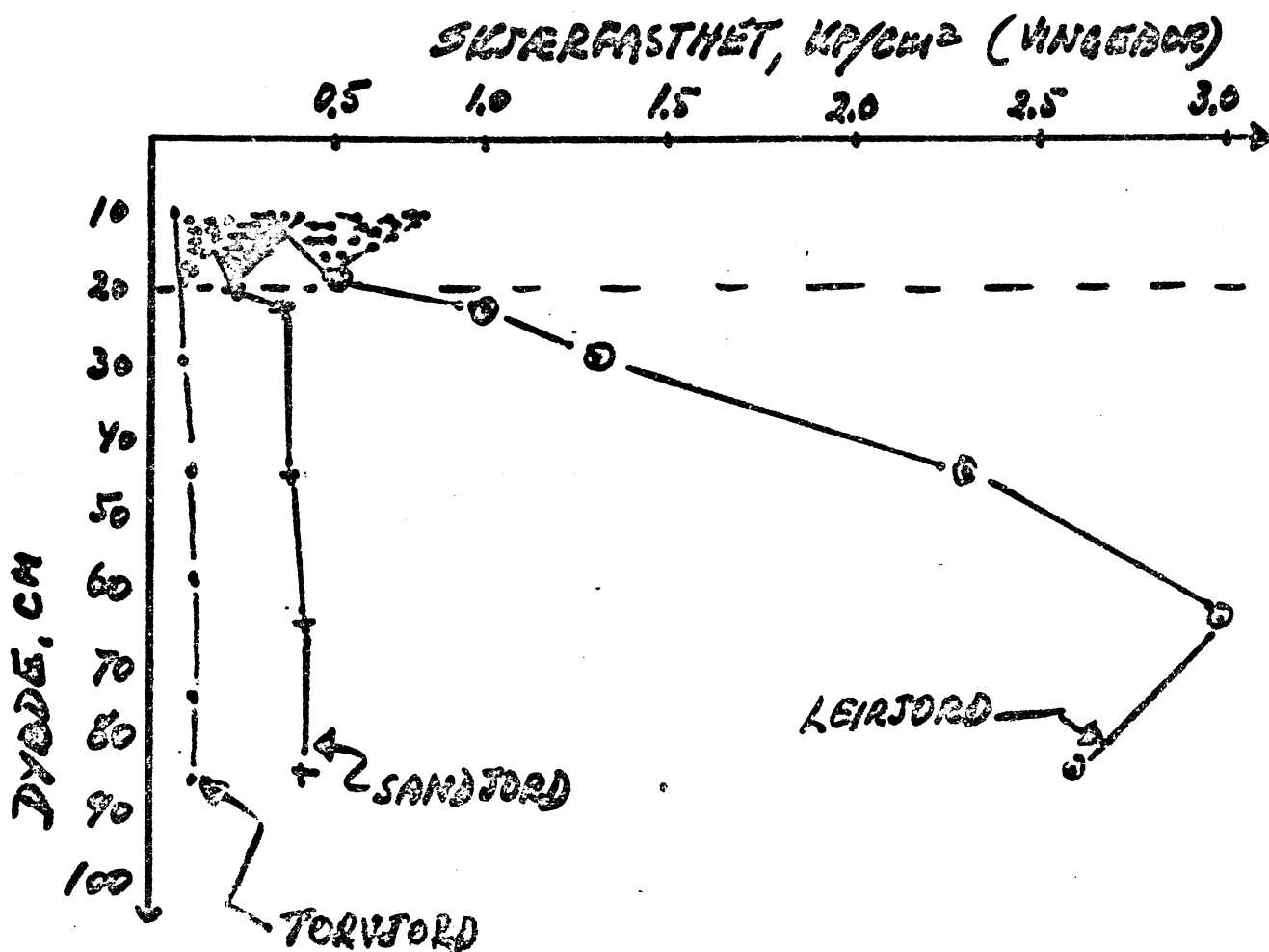
LÅGT NIVÅ AV:

MULD, KVALT

HØGT NIVÅ AV:

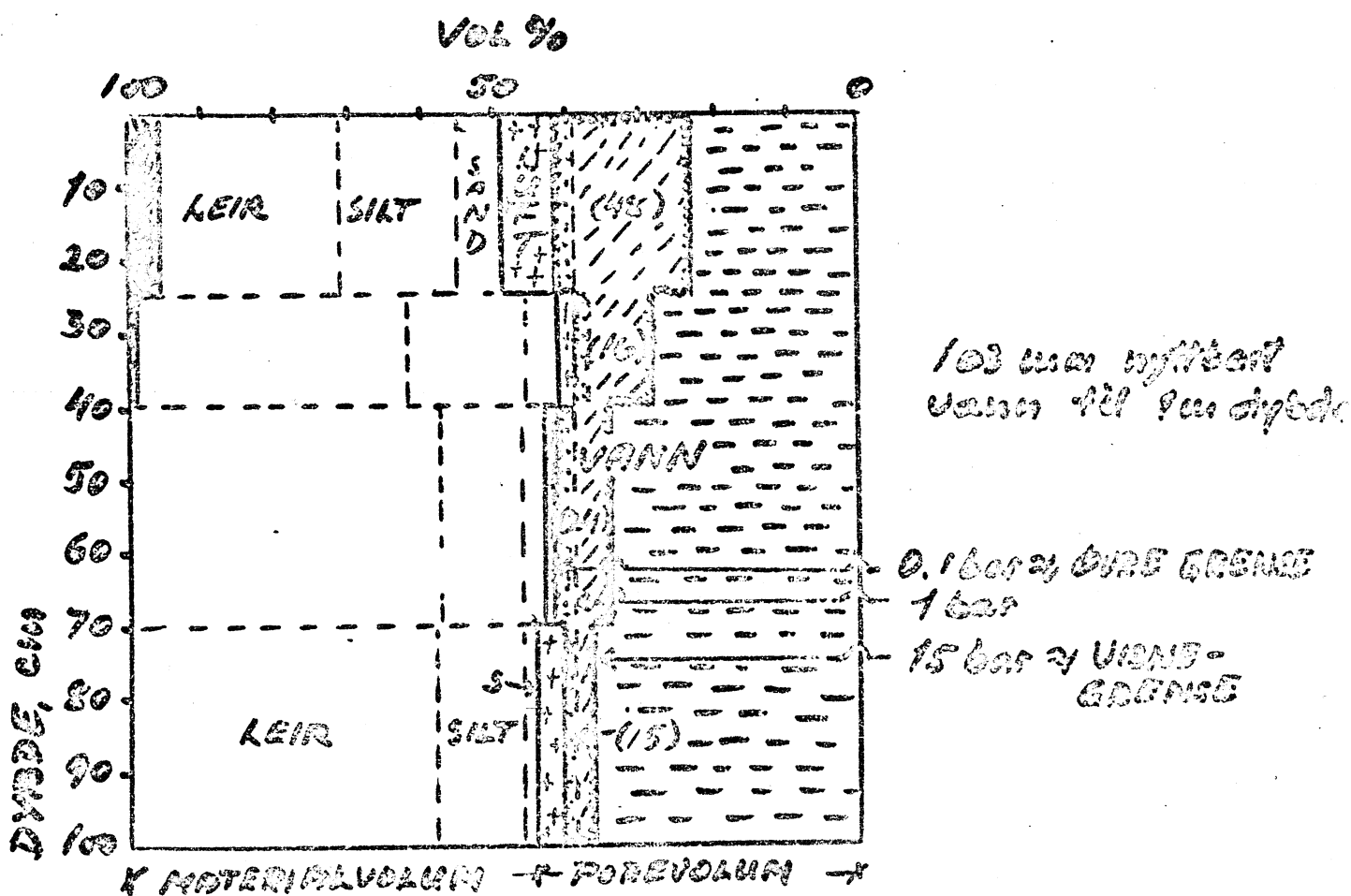
MYLD, KVALT

FASTHET I TRE JORDARTER.

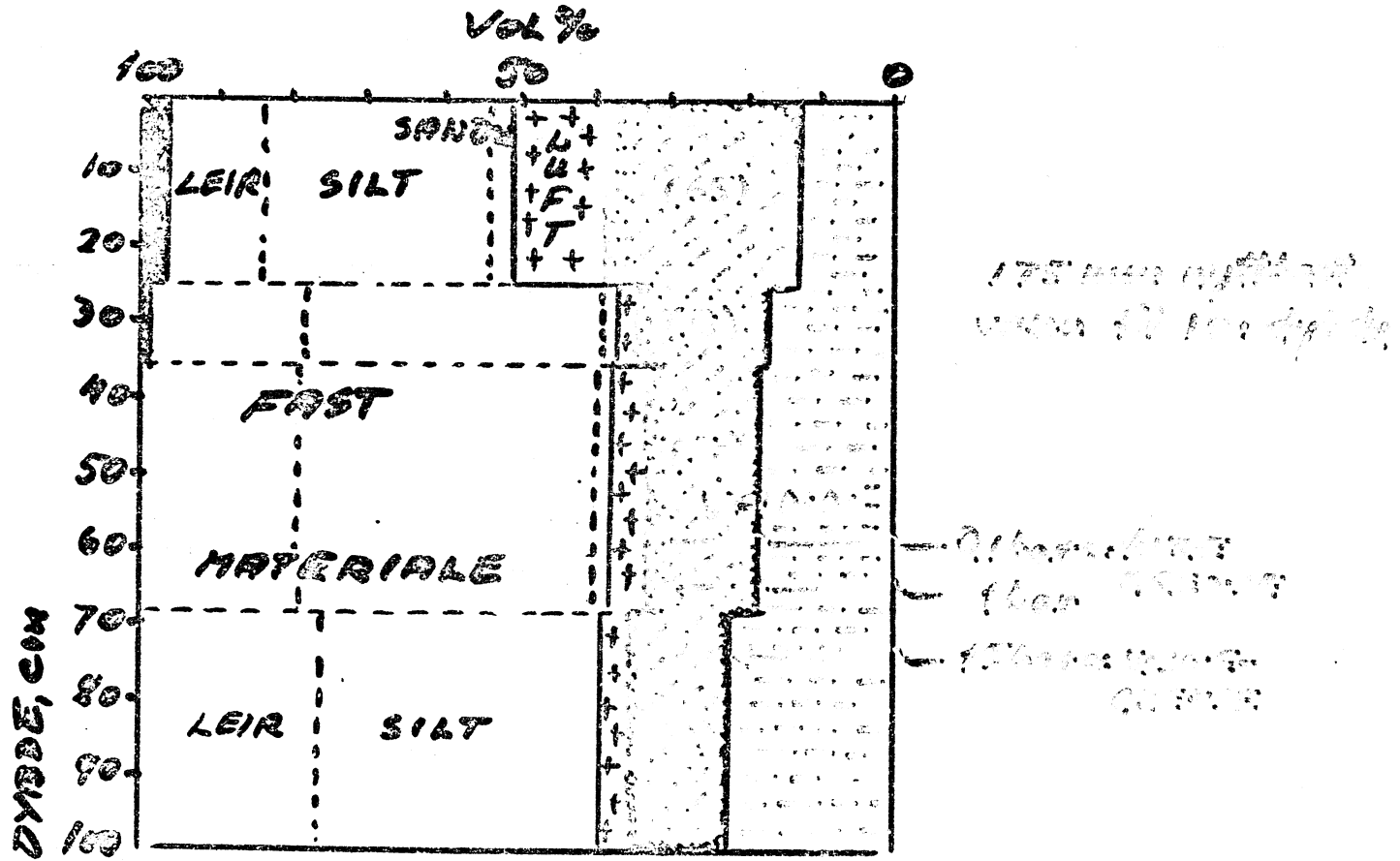


VOLUM-DYBDE DIAGRAM

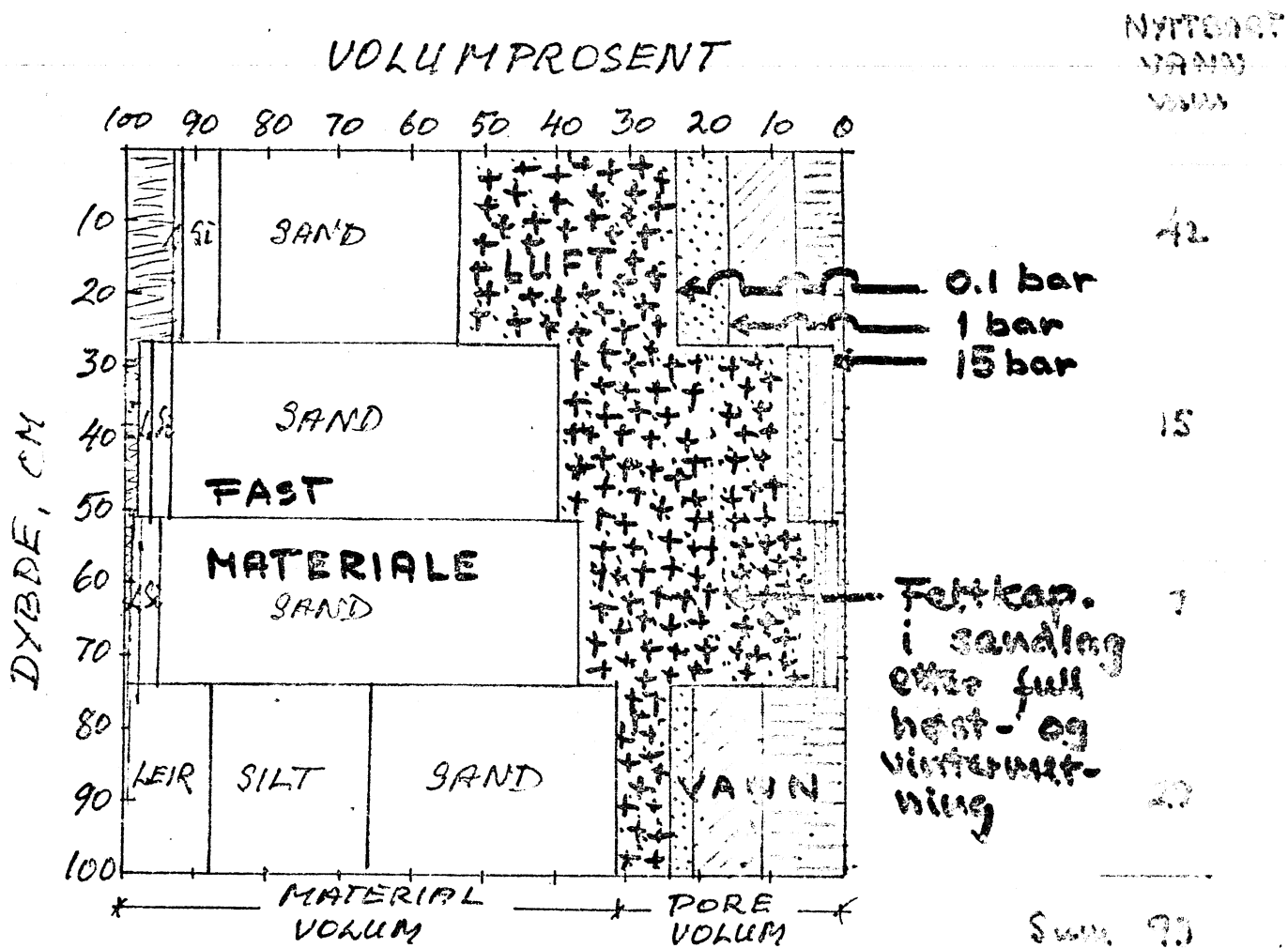
STIV LEIRE, KVÅRESTAD, ASKIM



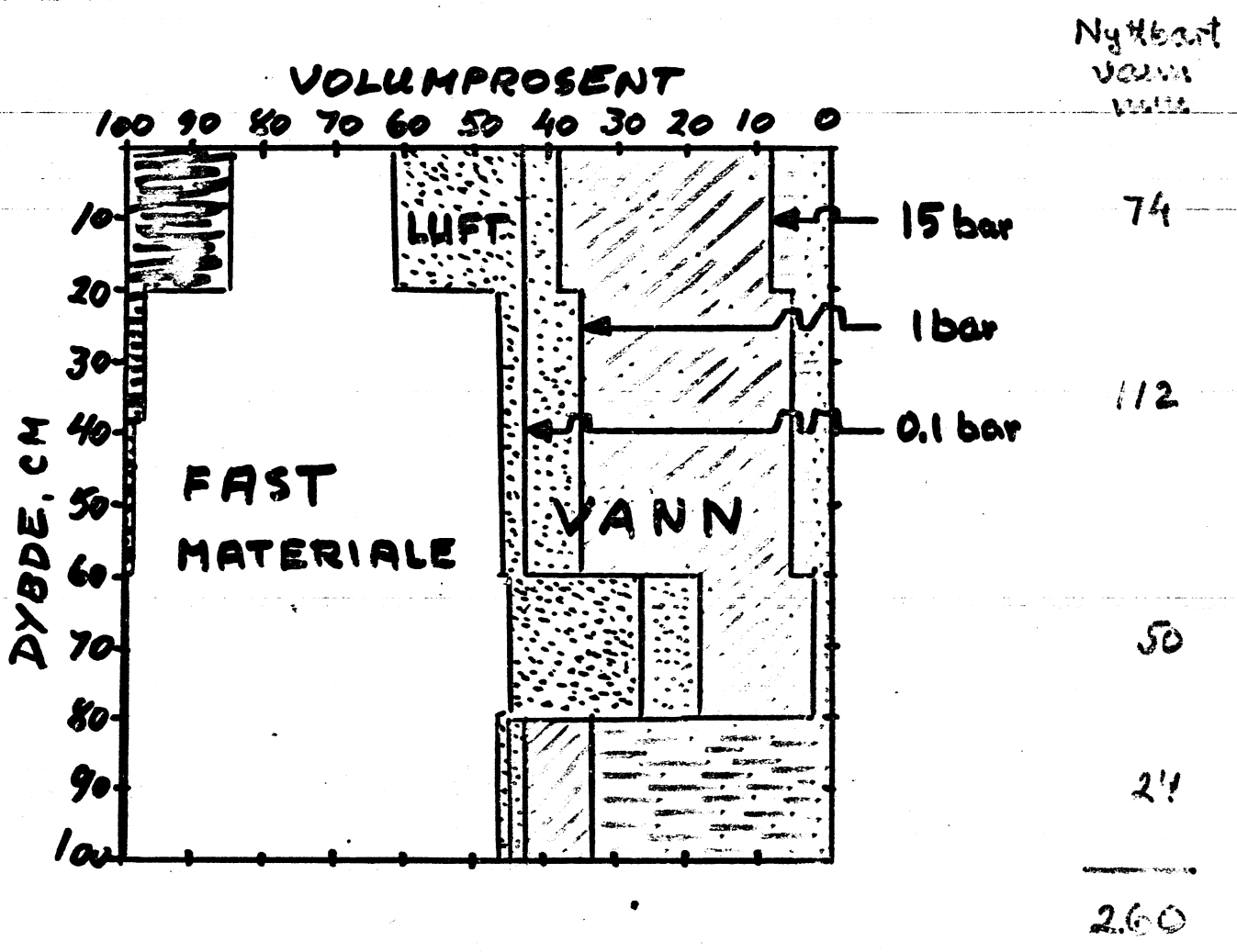
SILTIG HELLONLEIRE, RØYSE, HOLE



VOLKUNNDRINGEN FOR SANDTORP
OVER LEIRE, BERG, & STOFFOLD

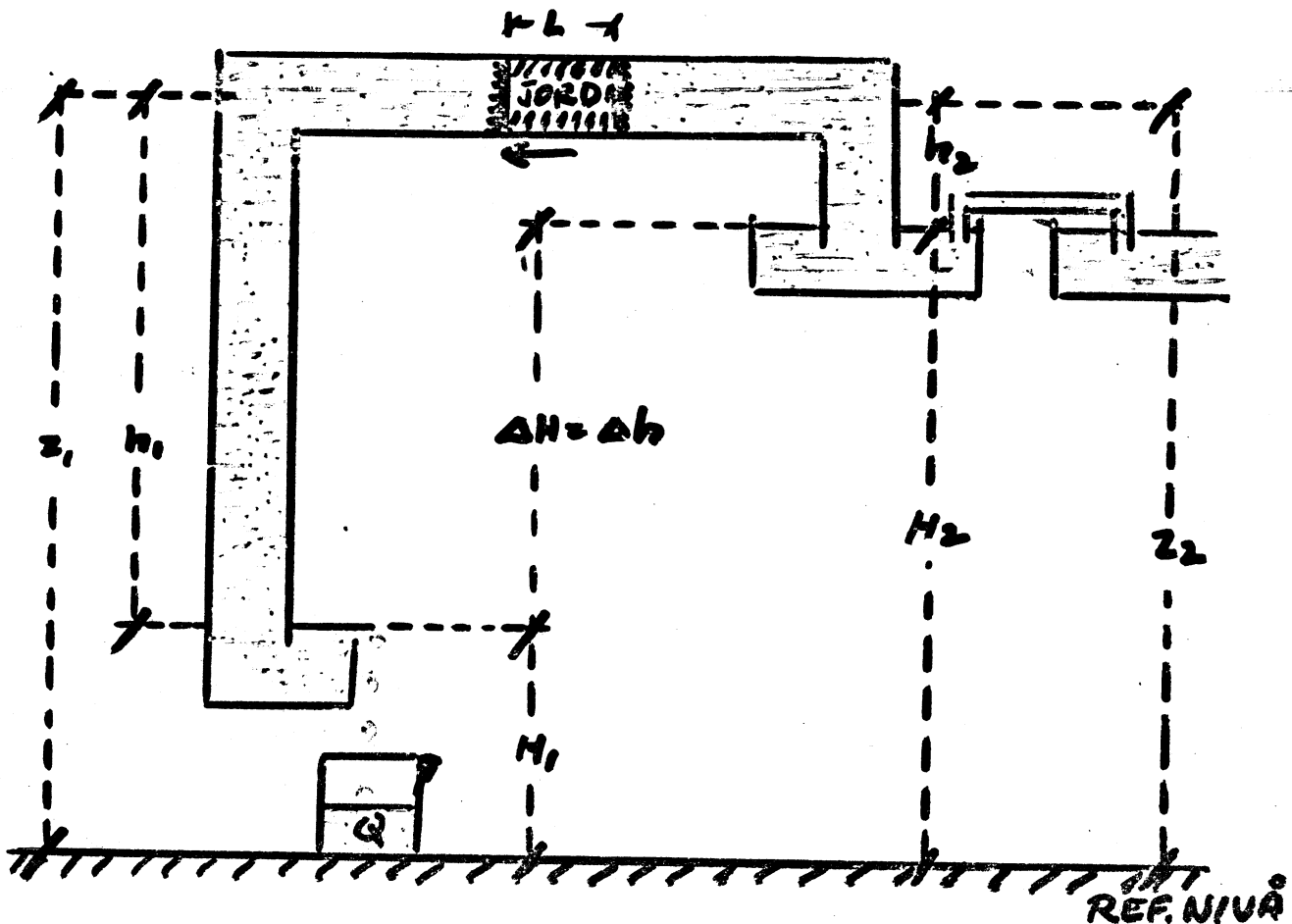
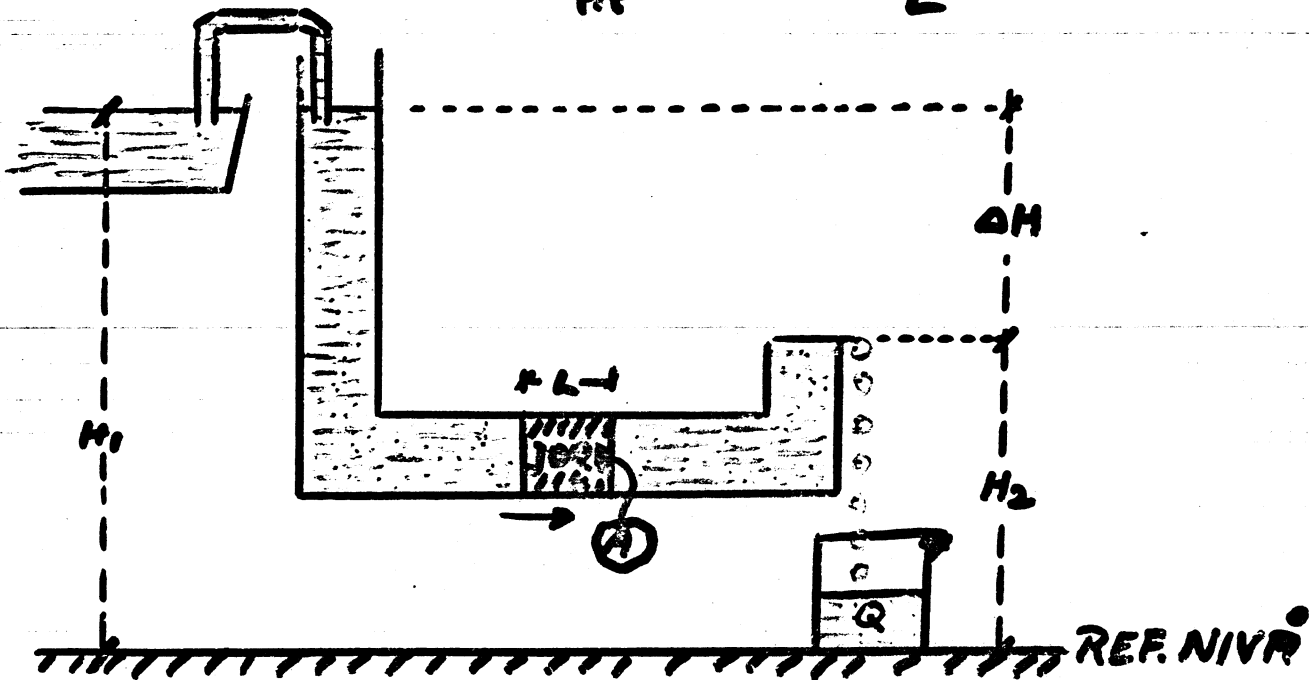


VOLUMDIAGRAM FOR MOLDRIK SILTJORD (MJELE) OVER LEIRE. NES, AKERSHUS



I. METTET JORD

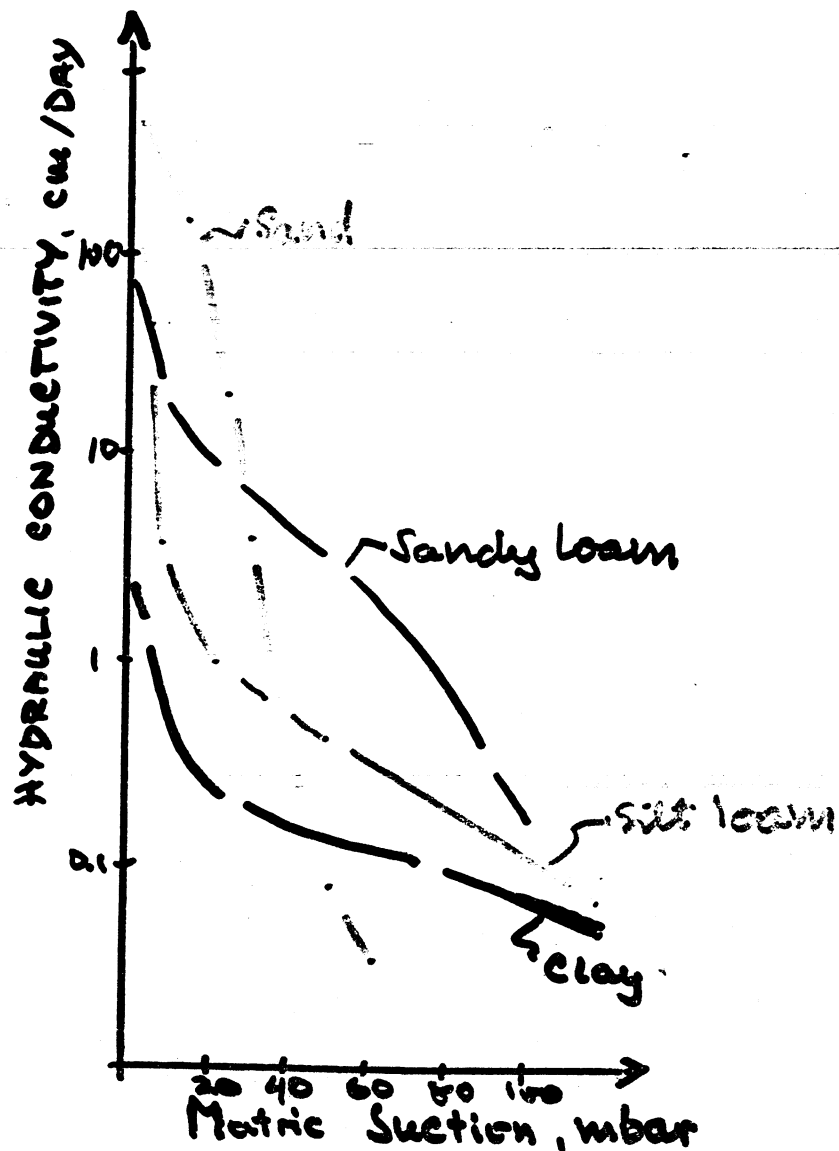
$$\frac{Q}{At} = v = k \frac{\Delta H}{L}$$



II. UMETTET JORD

$$\frac{Q}{At} = v = k(w) \frac{\Delta h}{L}$$

$w = \text{vanninnhold}$



HYDRAULIC CONDUCTIVITY AS A
 FUNCTION OF MATRIC SUCTION
 IN DIFFERENT SOILS. THE GRADIENT $1 \frac{\text{cm}}{\text{cm}}$
 (Bouma, Baker, Vermeulen, 1974)

Lagring av vann i noen profiler på Østlandet

Av

Arnor Njøs

Innledning

Jordsmonnet fungerer som vokseplass, kjørebane og filter. Evnen til å lagre vann er en av de viktigste egenskapene for jordsmonnet som vokseplass. Holder vi en svamp under vann og løfter den opp, vil mye vann renne ut, men noe blir tilbake som et lager. Hvis svampen holdes flatt og deretter bikkles over på kant, renner mere vann ut. Dreies svampen slik at den får størst mulig høyde, renner enda mer vann ut.

I naturen er det alltid en kamp mellom bindingskrefter og spredningskrefter. I vårt eksempel er det tyngdekraften som prøver å fjerne vannet fra svampen, mens bindingskreftene for enkelthets skyld kan kalles kapillærkrefter. Hvis lufta rundt svampen ikke er mettet med vandamp, vil det dessuten dampe vann vekk fra svampen.

Vi tenker oss at hulrommene i svampen består av ulike store rør, kapillær-rør. De største rørene er fylt bare i det aller nederste nivået i svampen, mens de fineste er fylt til øverste ende. I helt rene glassrør er det ved normal temperatur denne sammenhengen mellom stighøyde og rørdiameter:

$$h = \frac{0,3}{d} \quad (1)$$

h = stighøyde, cm

d = rørdiameter, cm

Hvis rørdiameteren er 1 mm = 0,1 cm er stighøyden 3 cm.

Forutsetningen for at vannet skal lagres i jorda er at det er passe store porer og at vannet tiltrekkes av poreveggene. I uttørket, fettaktig torv kan det være vanskelig å få vannet til å trekke inn. Det samme hender av og til på uttørket, humusrik sand.

Jordas rolle som vann-leverandør til plantene

I vekstsesonen forbruker plantene vann fordi vandamptrykket i lufta er mindre enn i cellene. Sola leverer energi til fordampingen og luftbevegelse (vind) flytter vekk den fuktige lufta helt inn til bladplattene. Det kreves en energimengde på 700 kWh til fordampning av 1 tonn vann - til fordampning av 1 mm på 1 dekar. Den totale innstrålte energien - globalstrålingen - er i sommertiden oppe i 5000 - 6000 kWh pr. dekar i døgnet, mens nettoenergien eller strålingsbalansen er en god del mindre. Hvis den er halvparten av globalstrålingen, er det likevel nok til rundt 4 mm fordampning. Jordas vannforsyningssevne kan sette grense for plantenes fordampning. Hvis spaltespalteåpningene lukkes, stopper fotosyntesen opp.

De fleste kulturplantene visner når luftfuktigheten i porene i jorda kommer under 98,9%. Denne visnegrensen svarer til at vi driver vann ut av jorda med et overtrykk på 15 bar. Den tørre lufta rundt bladene kan på tørre sommerdager svare til at vannet drives ut med en trykkforskjell på rundt 1000 bar! Mens den nedre grensen er forholdsvis klar, kan det være vanskeligere å fastslå den øvre grensen. Under feltforhold på dyrka jord innen Østlandsområdet har det vist seg at den øvre grensen for lagringsdyktig vann i jorda svarer til en dreneringslikevekt ved 1 m sug, eller at det vannet som er igjen i jorda kan stå imot et utdrivingstrykk på 0,1 bar. I veksthus med grunne bed og potter er den øvre grensen bestemt av dreneringsdybden.

Det vannet plantene kan bruke er: Felthkapasitet - Visnegrense = Nyttbart vann. Dette er det vannet som kan brukes, hvis røttene er i stand til å gjennomveve hele jordvolumet, eller hvis forbruket ikke er raskere enn at vannet kan strømme kapillært fra rommet mellom røttene fram til rotoverflatene. I praksis kan vi egentlig kalle den nyttbare vannmengden som er bestemt med fysiske målinger for fysisk nyttbart vann, og den vannmengden røttene tar opp, for biologisk nyttbart vann. Den siste mengden er sterkt avhengig av rotutviklingen og av hvor fort vannet fordamper fra plantene.

Nyttbart vannlager og jordart

Det er tidligere vist i undersøkelser ved Institutt for jordkultur at nyttbar vannmengde er korrelert med kornstørrelsen, og at den vanligvis er størst i siltjordene. I tabell 1 er satt opp noen korrelasjonskoeffisienter:

Tabell 1. Korrelasjonskoeffisienter for sammenhengen mellom volumprosent vann og kornstørrelsesfraksjon (Njøs og Sveistrup, 1977).

Kornfraksjon	Volumprosent	
	Nyttbart vann	Visnegrense
% leir	0,4 til 0,5***	0,8*** til 0,9***
% silt	0,8***	-
% sand	-0,4*** til -0,8***	-0,4**

Tallene viser tydelig at det er siltfraksjonen som er sterkest korrelert med nyttbart vann (målt som forskjell mellom vannmengde ved 0,1 bar og 15 bar) og at det er leirfraksjonen som er sterkest korrelert med visnegrensen. Det er også grunn til å legge merke til den negative korrelasjonen mellom sandfraksjonen og nyttbart vann. Regresjonskoeffisienten for volumprosent vann ved visnegrensen i forhold til prosent leir er vanligvis av størrelsen 0,4 til 0,5, med et lite konstantledd. Se f.eks. Prestvik (1975). Virkningen av moldinnholdet er å modifisere jordartene mot midten, dvs. gi noe av de samme egenskapene som for silt når det gjelder vannlagring. Når det gjelder luft derimot, er virkningen av organisk materiale å gjøre tette jordarter mere lik sand.

Lagring av vann i noen profiler på Østlandet

1. Leirjordsområdet

I fig. 1 er vist volumdiagrammer for to typiske leirjordsprofiler. Jordartsnavn er tatt fra jordartstrekanten i fig. 4 (Njøs og Sveistrup, 1977).

Den siltige mellomleira fra Hole i Buskerud er nokså typisk for mange leirer i Østfold, Akershus, Buskerud og Vestfold. Innholdet av nyttbart vann er stort i ploglaget, men avtar nedover i profilet, samtidig som visnegrensen øker fra 12 volumprosent i topplaget til 22 volumprosent i det nederste laget. Det er ellers antydning til plogsåledanning i 25 - 35 cm dybde. Ved normal drenering fins det nesten ikke luft i dette laget. Luftinnholdet er for øvrig lite hele veien ned mot 1 m dybde. Jordreaksjonen målt ved pH var 6,2 i ploglaget og steg fra pH 7,1 til 7,6 fra lag 2 til det nederste laget. De høye tallene for pH har uten tvil sammenheng med at dette profilet ligger i et kambrosilurområde. Som totalt nyttbart vannlager i den øverste meteren er målt 176 mm. I praksis er imidlertid rotutviklingen for svak til å utnytte hele denne mengden.

Den stive leira fra Askim er kanskje noe stivere enn midlet for slike leirjorder. Leirinnholdet stiger fra 53 prosent i topplaget til 63 prosent i det andre laget og til 73 prosent i de to nederste lagene. De tre lagene under ploglaget kan karakteriseres som svært stiv leire.

Det mest slående ved diagrammet er den store mengden av ikke nyttbart vann. Regnet fra ploglaget og nedover er det henholdsvis 23 - 28 - 34 - 36 volumprosent. På samme måte er mengden av nyttbart vann 19 - 11 - 8 - 5 volumprosent! - Det er ikke vanskelig å forstå hvorfor planerte leirområder har lett for å gi tørkeskader dersom det ikke er tatt vare på matjorda! Vi legger merke til plogsåle- eller trafikksåleutvikling fra 25 - 40 cm. For øvrig er mengden av luftfylte porer avskrekkende liten. Den totale mengden av nyttbart vann er beregnet til 103 mm, langt mindre enn i profilet fra Hole.

pH varierte fra 6,0 i 0 - 70 cm dybde til 6,7 i 70 - 100 cm dybde. Dette profilet ligger i grunnfjellområdet.

2. Raet i Østfold

I fig. 2 er vist to volumdiagrammer for jord på utsiden av raet i Østfold. Dette er typisk grovkornet jordsmonn over havleire. I profilet fra Rygge er det en skarp grense mellom sand og leittleire ved 58 cm og i profilet fra Halden ved 74 cm dybde. Porestørrelsefordelingen er svært grov over denne grensen, med stort innhold av luftførende porer ved 0,1 bar (feltkapasitet). I profilet fra Rygge er mengden av nyttbart vann: 17 - 7 - 10 - 11 volumprosent, regnet lagvis fra ploglaget og nedover. Den totale mengden av nyttbart vann er beregnet til 106 mm, altså like mye som i den stive leira i Askim. Fra praksis vet en at jorda i Rygge er adskillig mer utsatt for tørke. Hvorfor? Forklaringen er enkeltst å komme fram til ved å bruke en kapillærmodell. Ploglaget er forholdsvis finporet på grunn av moldinnholdet, ca. 7 prosent. Det neste laget består av nesten ren sand med grove porer. Etter høsten og vinteren henger vannsøylen fra ploglaget helt ned til leira, og mange av de grove porene i sandlaget er fylt. Se stiplet linje for lag 2 i fig. 2. Om våren, når planteveksten begynner å forbruke vann, er det rask vekst til røttene når bunnen av ploglaget. Da, eller til og med før, har det kommet luft til de grove porene i sandlaget, og nesten alt vannet faller ut. I tørkeperioder har veksten lett for å stoppe brått på denne sandjorda, mens den fortsetter langsomt videre på leirjorda. Den effektive vannmengden er altså ikke stort mer enn det som er lagret i ploglaget.

Denne jorda kan på den annen side gjøre seg stor nytte av mindre regnskurer i sommertiden ved at den da får en ny dreneringslikevekt, nemlig den som svarer til ca. 20 cm dreneringsdybde eller 0,02 bar. Ved denne tilstanden kan ploglaget lagre ca. 50 mm nedbør. Fortsetter det imidlertid å regne etter fylling, faller ca. 15 - 16 mm vann ut av ploglaget ved å "fingre" seg ned - og tar med seg nitrogen og andre mobile næringsstoffer samtidig.

Profilet i Halden har dypere sandlag, og et markert grovt sandlag like over leira. De nyttbare vannlagrene i hvert lag er regnet ovenfra: 42 - 15 - 7 - 29 mm, eller tilsammen 93 mm. Men som i Ryggeprofilet er det effektive nyttbare vannlaget ikke stort mer enn det som er lagret i ploglaget. Ved regnskurer i sommertiden kan ploglaget lagre ca. 70 mm, men igjen med de samme riskene for overfylling og utvasking. Moldinnholdet i topplaget var ca. 7 prosent. I begge profiler har nederste sandlag pH 5,4, mens leira under sandlaget har pH 5,9 eller høyere.

3. Lagdelt jord på Romerike

I fig. 3 er vist volumdiagram for to profiler på Romerike. Profilet øverst er en typisk mjelejord med sandig silt i de to øvre lagene, deretter siltig sand og nederst stiv leire. Det øvre laget i mjelejorda er svært moldrikt, fordi det er en oppdyrket myr. Denne jorda har nærmest "uendelige" vannreserver i profilet, bare i de to øvre lagene er det 135 mm nyttbart vann, og i resten av profilet 131 mm. Rotutviklingen kan være svak i dypere lag, men det er sjelden grunn for plantene til å gå særlig dypt. Det kan nevnes at det var store avlinger av korn på dette feltet i 1976. (Fra 475 kg til 566 kg havre pr. dekar.) I lag nr. 3 var jordreaksjonen målt til pH 5,2 - 5,5, mens pH var 6,3 i leira like under.

Profilet med lattleire på toppen har gunstig vannlagring i de to øvre lag, tilsammen 119 mm, deretter et rotsporrelag med 25 cm tykkelse, vesentlig middels sand med et nyttbart vannlager på 15 mm. Denne jorda vil ha tilstrekkelig vannforsyning i de fleste år, men ikke i typiske tørkeår. Det nederste laget var stiv leire med pH 5,7 og visnegrense 33 volumprosent. Topplaget i denne jorda er sammenlinbart med en god del jord i Follo.

Praktiske konsekvenser

De stive leirene har ikke noe stort nyttbart vannlager. På de disse og de siltige mellomleirene har porer i tykke lag. De har alle en naturlig drenering. Etter at de ble grøftet, har de langsomt

begynt å få en sterkere oppsprekking i dypere lag, noe som på lengre sikt kan føre til dypere og tettere rotutvikling. En må regne med liten infiltrasjonsevne når jorda er vannmettet. Men dessuten er disse leirjordene utsatt for utvasking og vanntap gjennom tørkesprekker når det vannes med store vannmengder etter en lengre tørkeperiode. Ofte kan det være avgjørende for rotutviklingen at det blir startet med vanning på et tidlig stadium, slik at røttene greier å komme seg gjennom trafikksålen under ploglaget. Til korn kan det av og til være nok med denne tidlige vanningen.

På planert leirjord må det være riktig å unngå dyp pløying, og i stedet prøve å bygge opp moldinnholdet i et matjordlag med moderat tykkelse.

En må ha lov til å regne med en positiv langtidsvirkning av dypere grøfting enn i dag.

Lettleirene har en bedre vannhusholdning enn de stive leirene og mellomleirene. De siltige lettleirene er imidlertid utsatt for tilslemming etter nedbør på åpen jord.

De lagdelte sandjordene er tørkesvake. Ved vanning må vannmengden avpasses etter risikoen for utvesking. Hvis en vannes med litt større vannmengder enn matjordlaget kan lagre, kan en få et stort vanntap til drencsystemet, stort utvaskingstap av mobile næringsstoffer og forurensing av vassdragene. Det samme skjer ved nedbør like etter vanning, og det har lettere for å inntreffe nær vannsprederen enn lengre unna.

Dyp jordblanding er et aktuelt tiltak for å bedre rotutvikling og vannlagring på den lagdelte sandjorden. Da må jordblandingen enten ikke gå dypere enn til passe fortykning av moldinnholdet i ploglaget (ikke under 2% organisk materiale) eller så dypt at en kan blande med silt eller leire fra dypere lag.

De siltrike jordene har stort sett nok vann, men hovedproblemet er at de tørker opp så sent om våren. Det er grunn til å tro at vårpløying eller djup harving tidlig på våren kan gi raskere opptørking og dermed tidligere såing.

Litteratur

Njøs, A. og Sveistrup, T.E. 1977. Klassifisering av kornstørrelse og kornstørrelsegrupper (jordarter) for mineraljord. (Under trykking i Jord og Myr.)

Prestvik, O. Undersøkelser av klima og jordsmonn i Rittedal.

Lisensiatavhandling NLH 1975.

Fig.1. VOLLINDIAGRAMMER for LEIRJORD

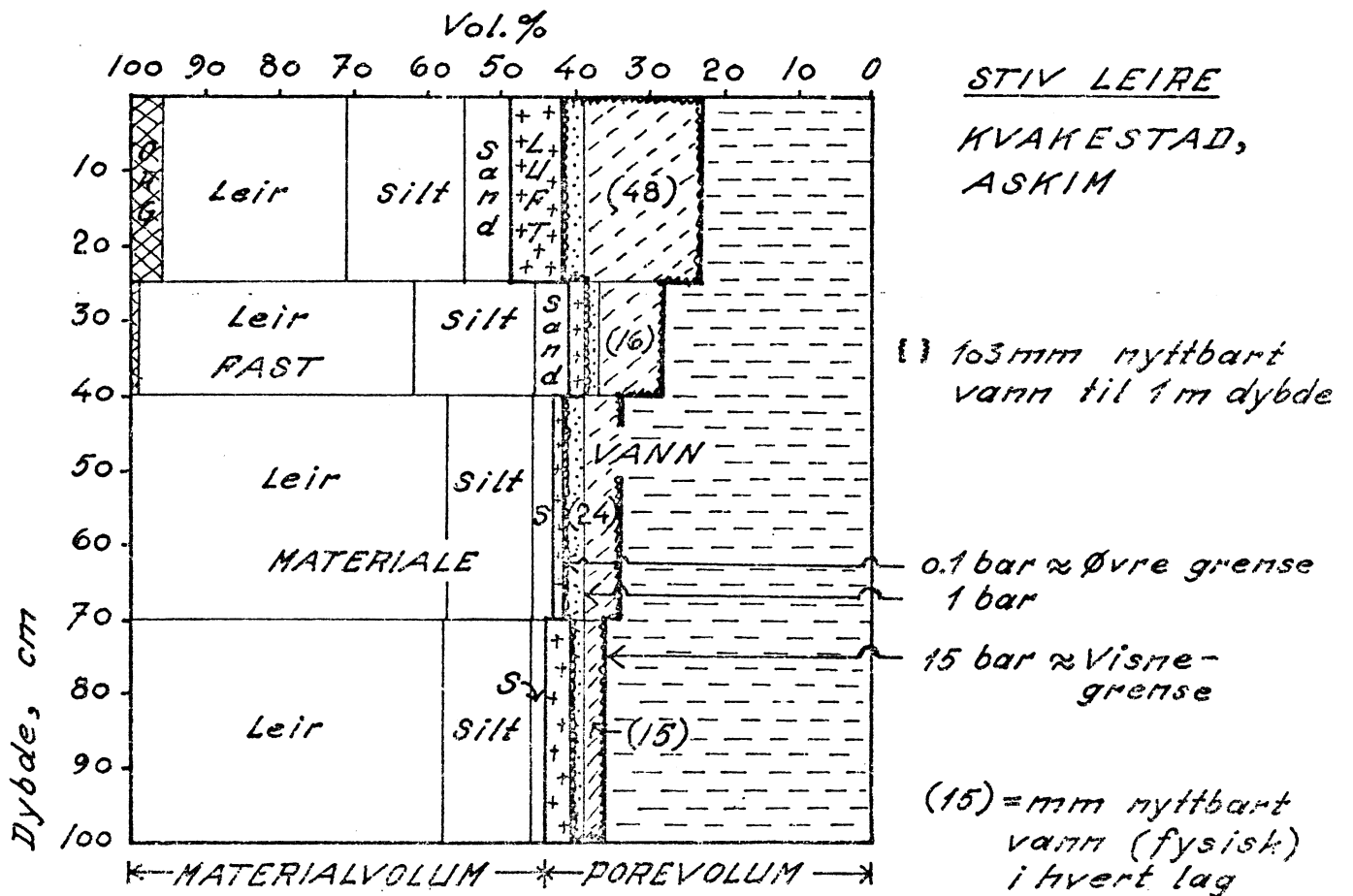
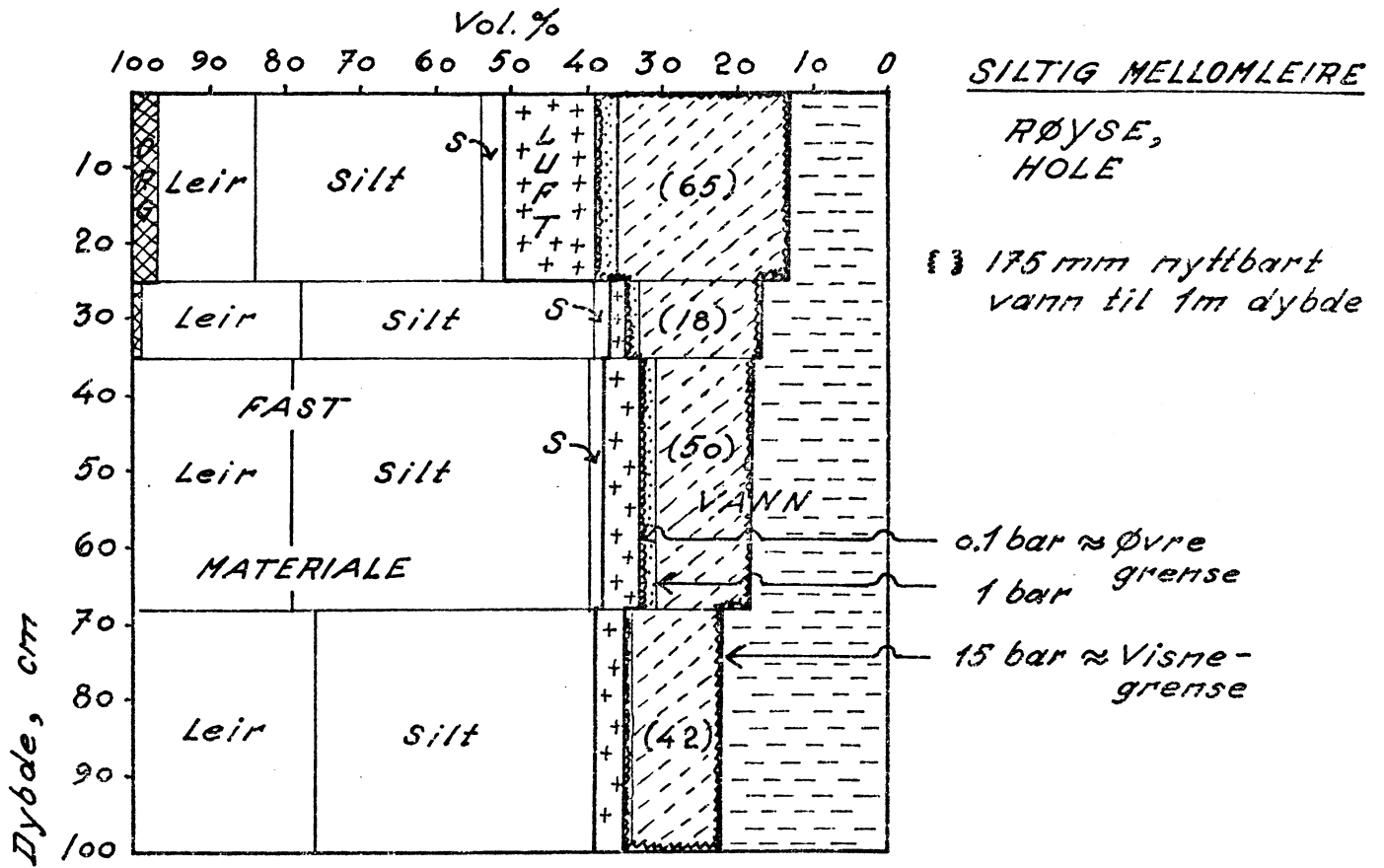


Fig. 2. VOLUMDIAGRAMMER for SAND over LEIRE

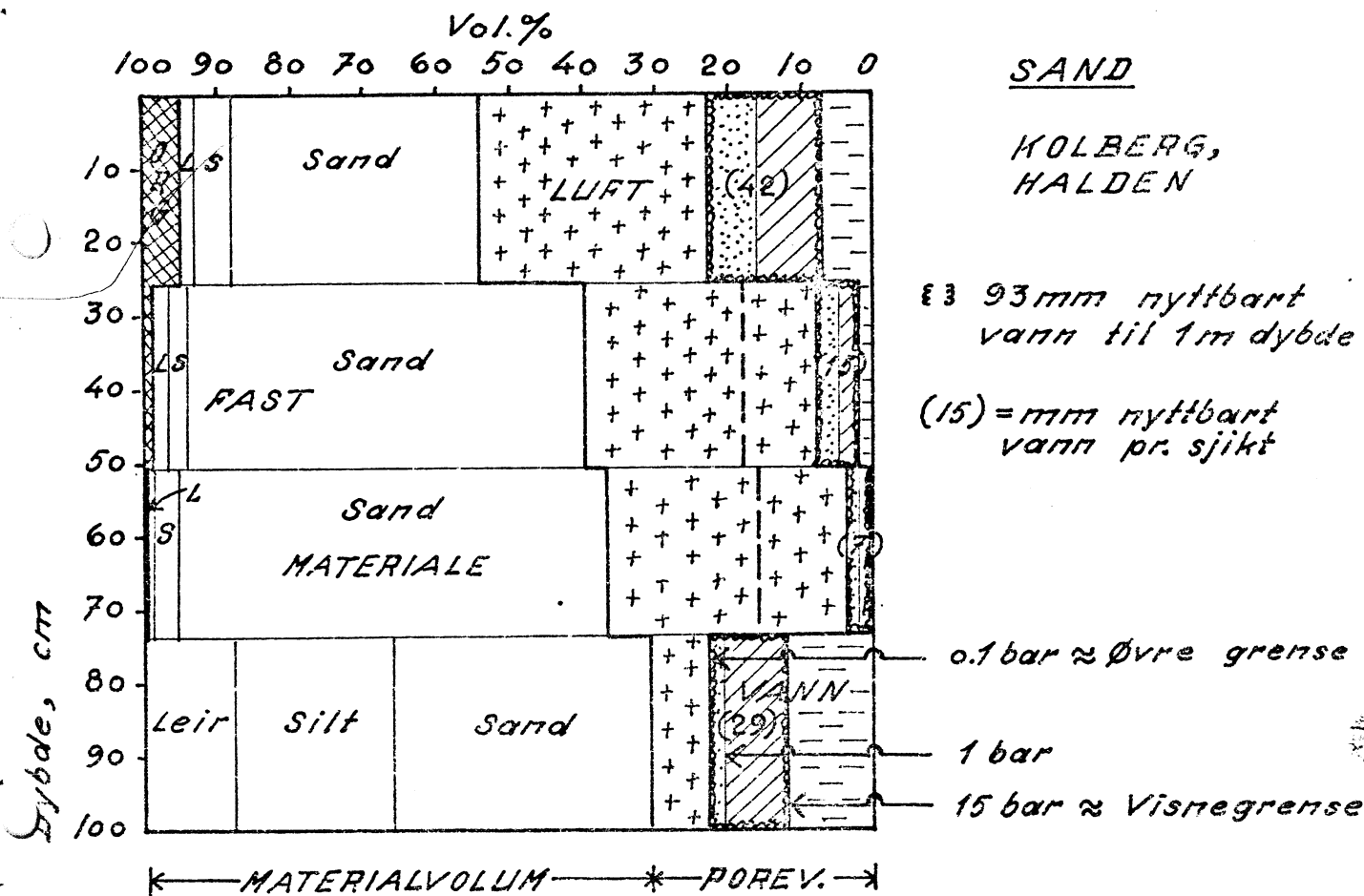
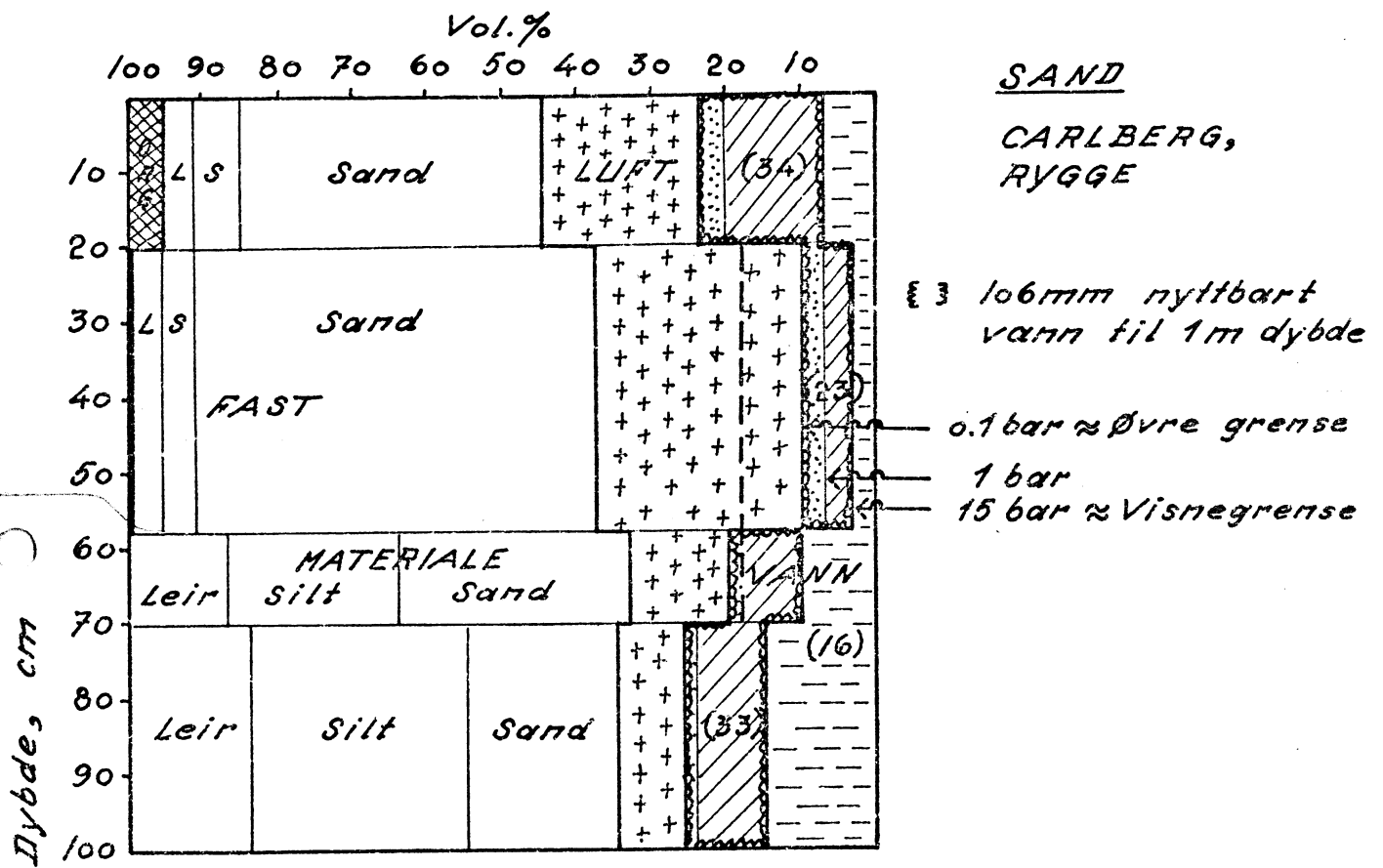


Fig.3. VOLUMDIAGRAMMER for LAGDELT JORD på ROMERIKE

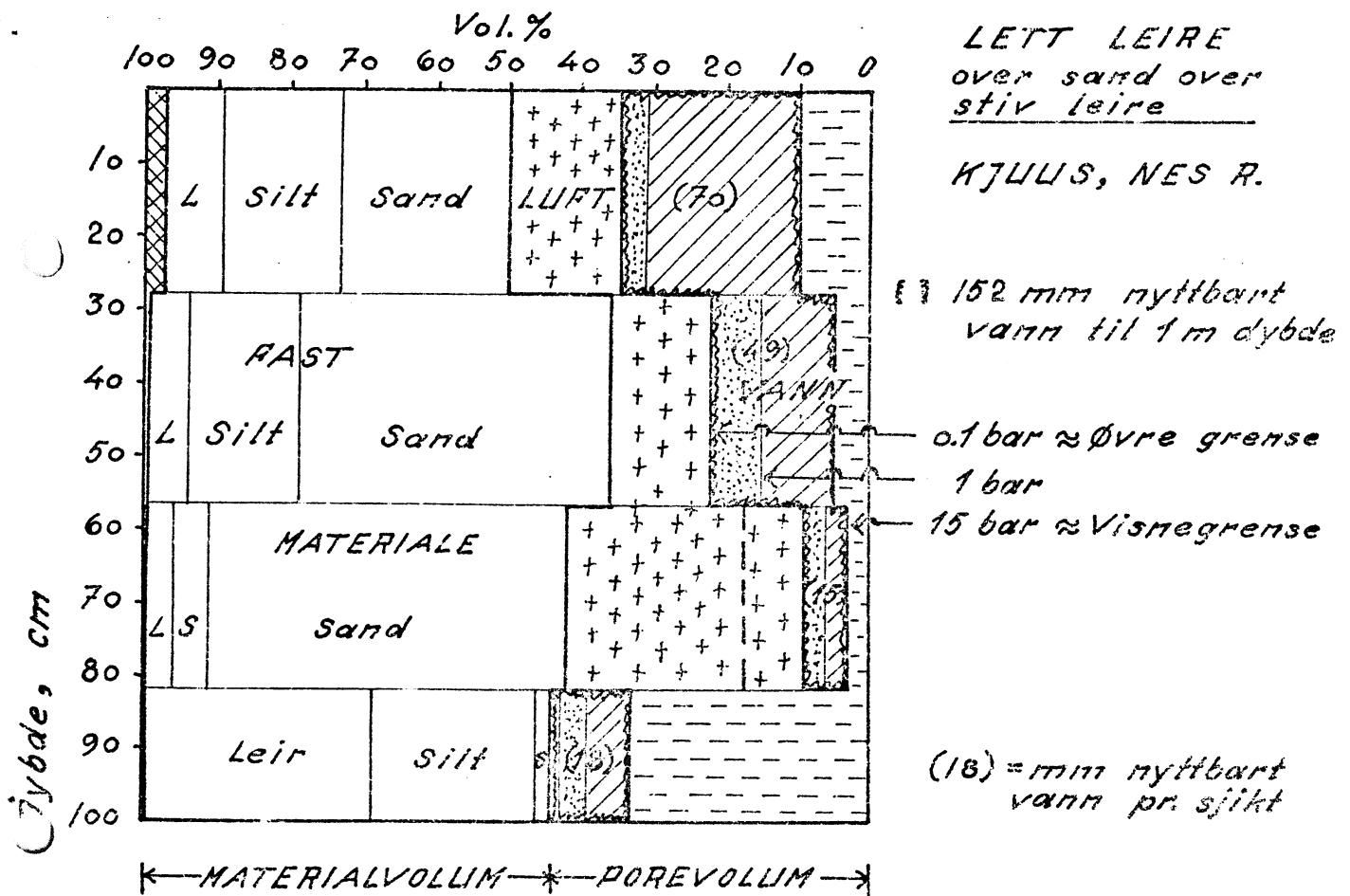
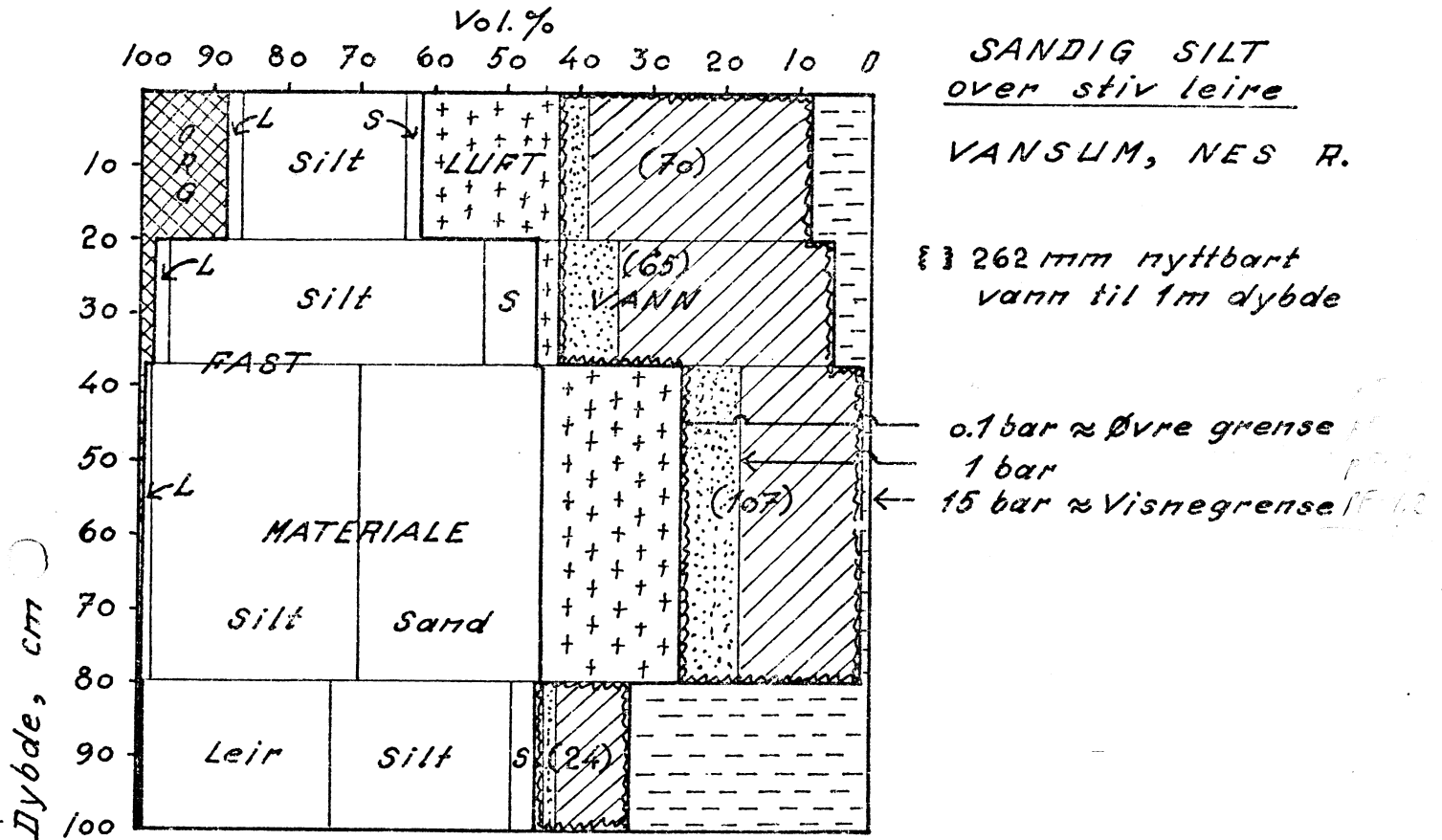
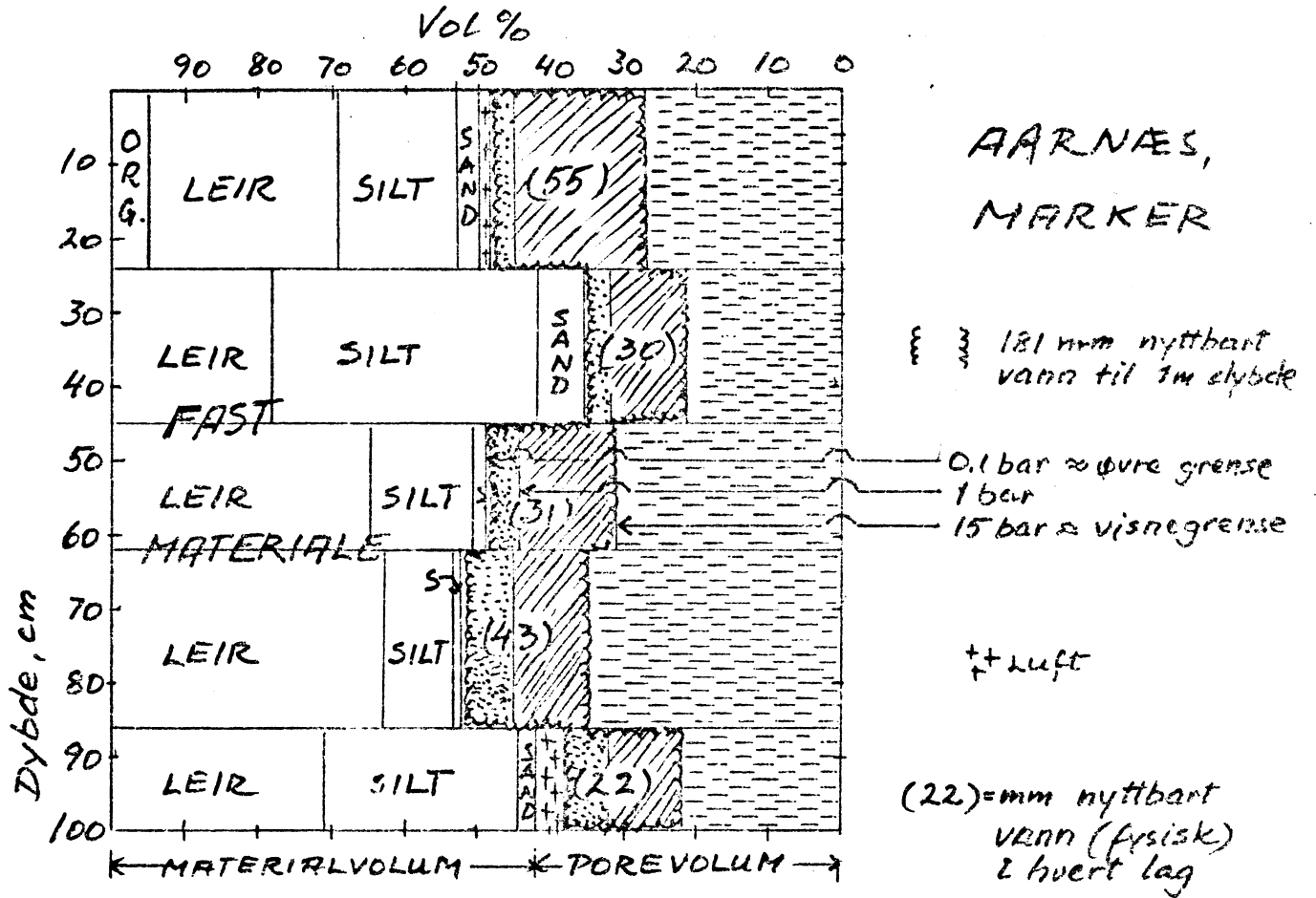


FIG. 4. VOLUMDIAGRAM FOR STIV LEIRE



PORES AND SOLIDS IN A LOAM SOIL AT ÅS, NDRWAY.

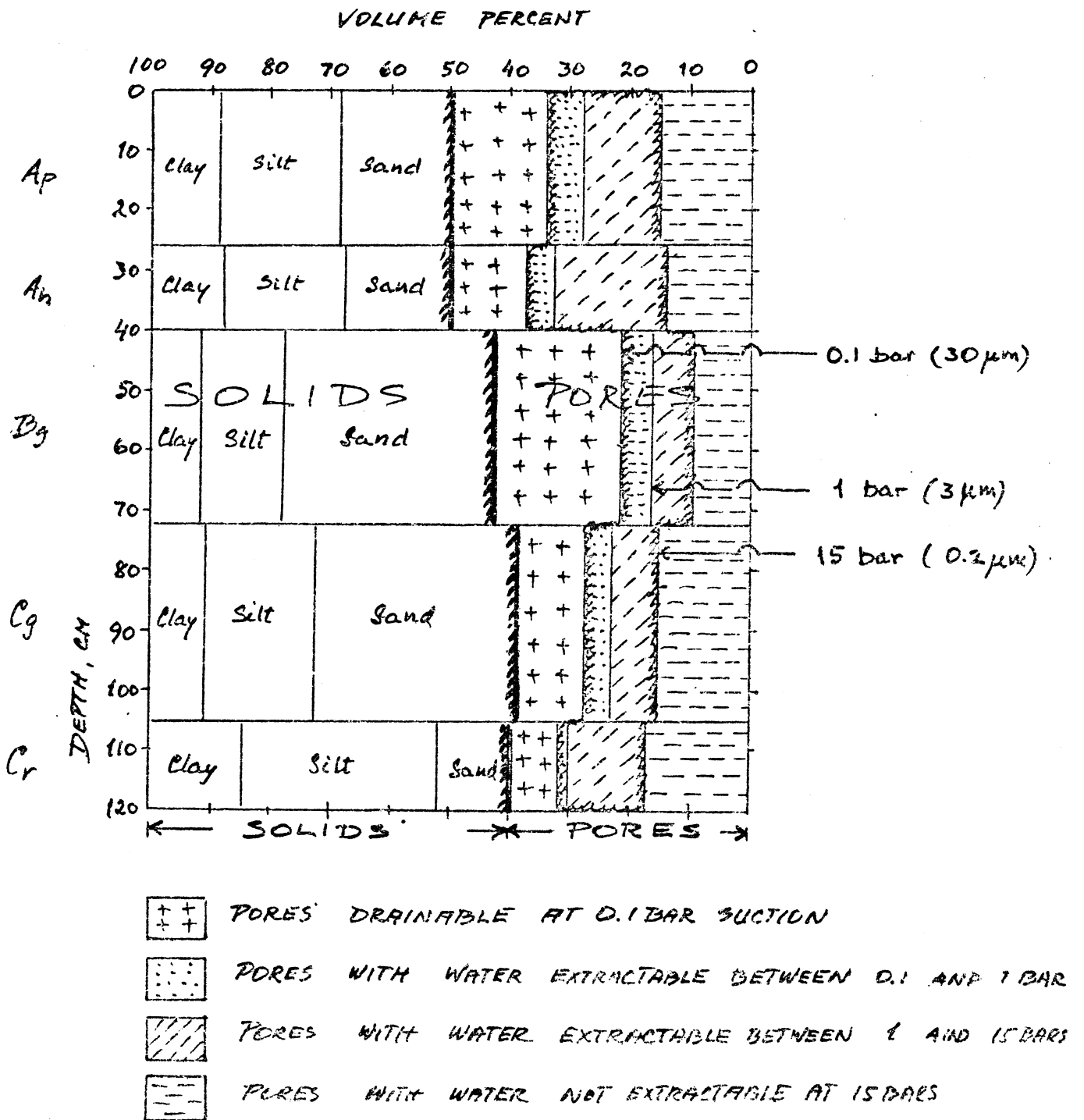
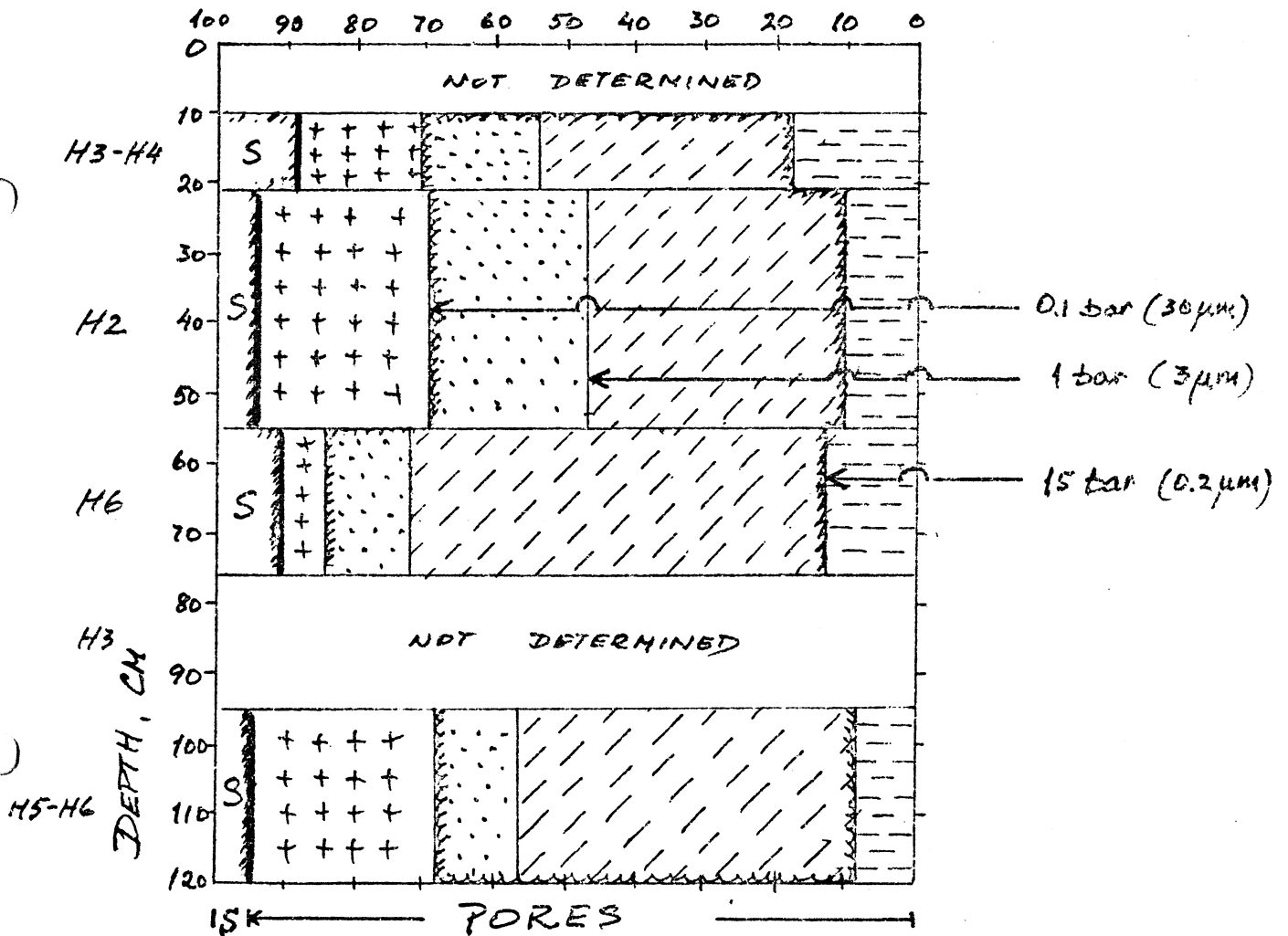


Fig. 6
 PORES AND SOLIDS IN A PEAT SOIL AT ÅS,
 NORWAY

VOLUME PERCENT



S SOLIDS, MAINLY ORGANIC MATERIALS



PORES DRAINABLE AT 0.1 BAR SUCTION



PORES WITH WATER EXTRACTABLE FROM 0.1-1 BAR



PORES WITH WATER EXTRACTABLE FROM 1-15 BARS

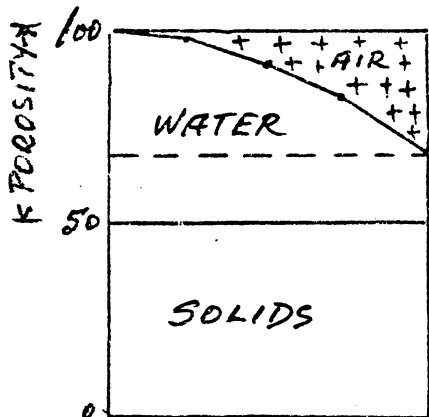


PORES WITH WATER NOT EXTRACTABLE AT 15 BARS

Fig 7

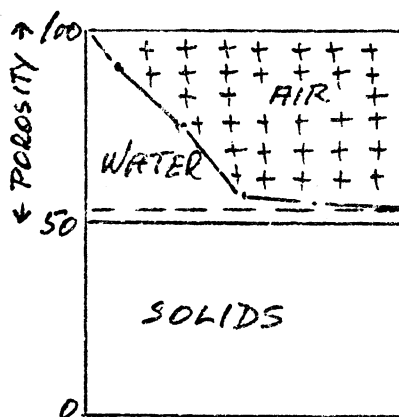
THE POROSITY AND PORE SYSTEM OF FIVE SOILS

CLAY



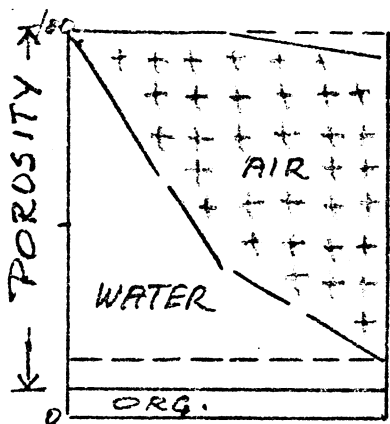
300 30 3 0.3 μm
0.01 0.1 1 10 bars

SAND



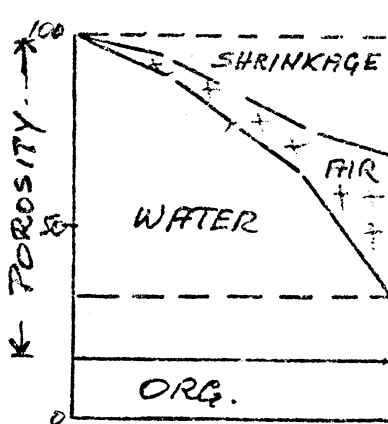
300 30 3 0.3 μm
0.01 0.1 1 10 bars

SPHAGNUM PEAT



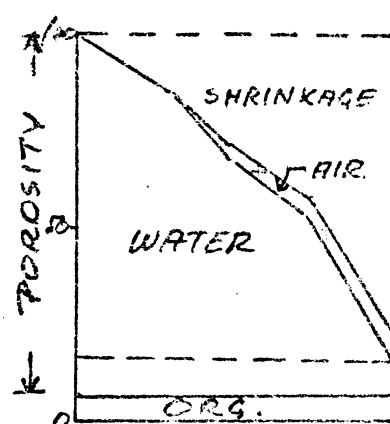
300 30 3 0.3 μm
0.01 0.1 1 10 bars

DECOMPOSED PEAT



300 30 3 0.3 μm
0.01 0.1 1 10 bars

PUDDLED DEC. PEAT



300 30 3 0.3 μm
0.01 0.1 1 10 bars

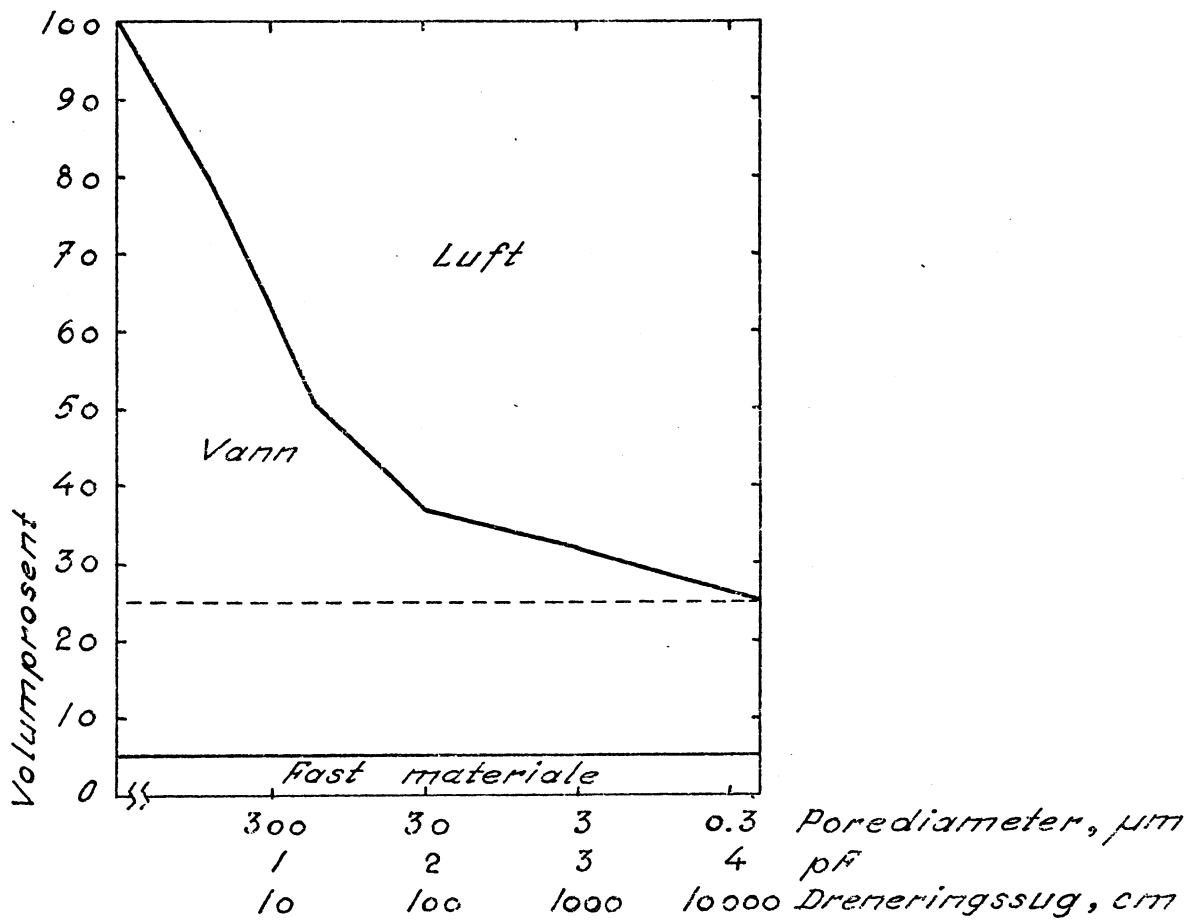


Fig. 3 Uttøringskurve for råhumus fra Ås.

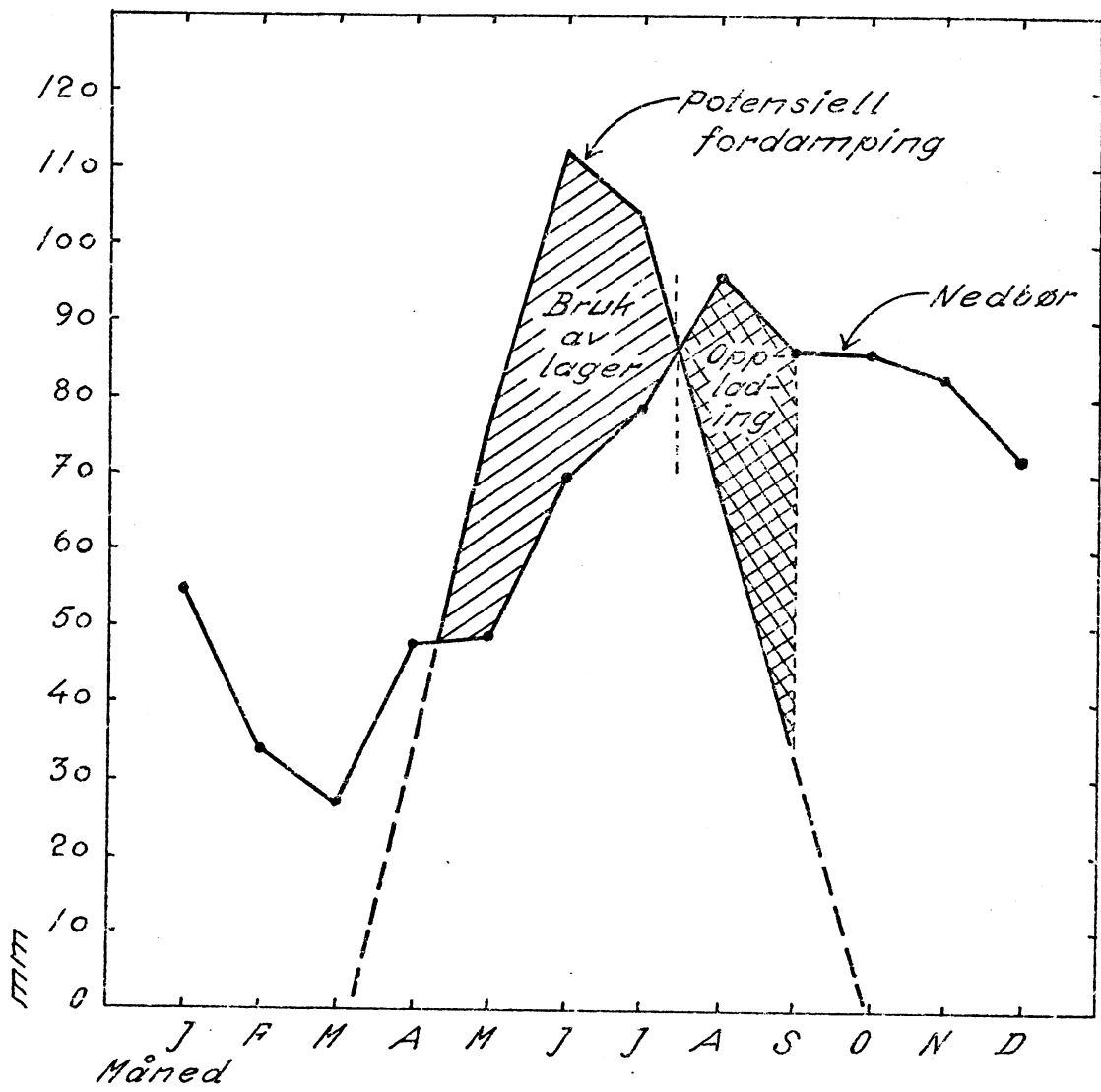
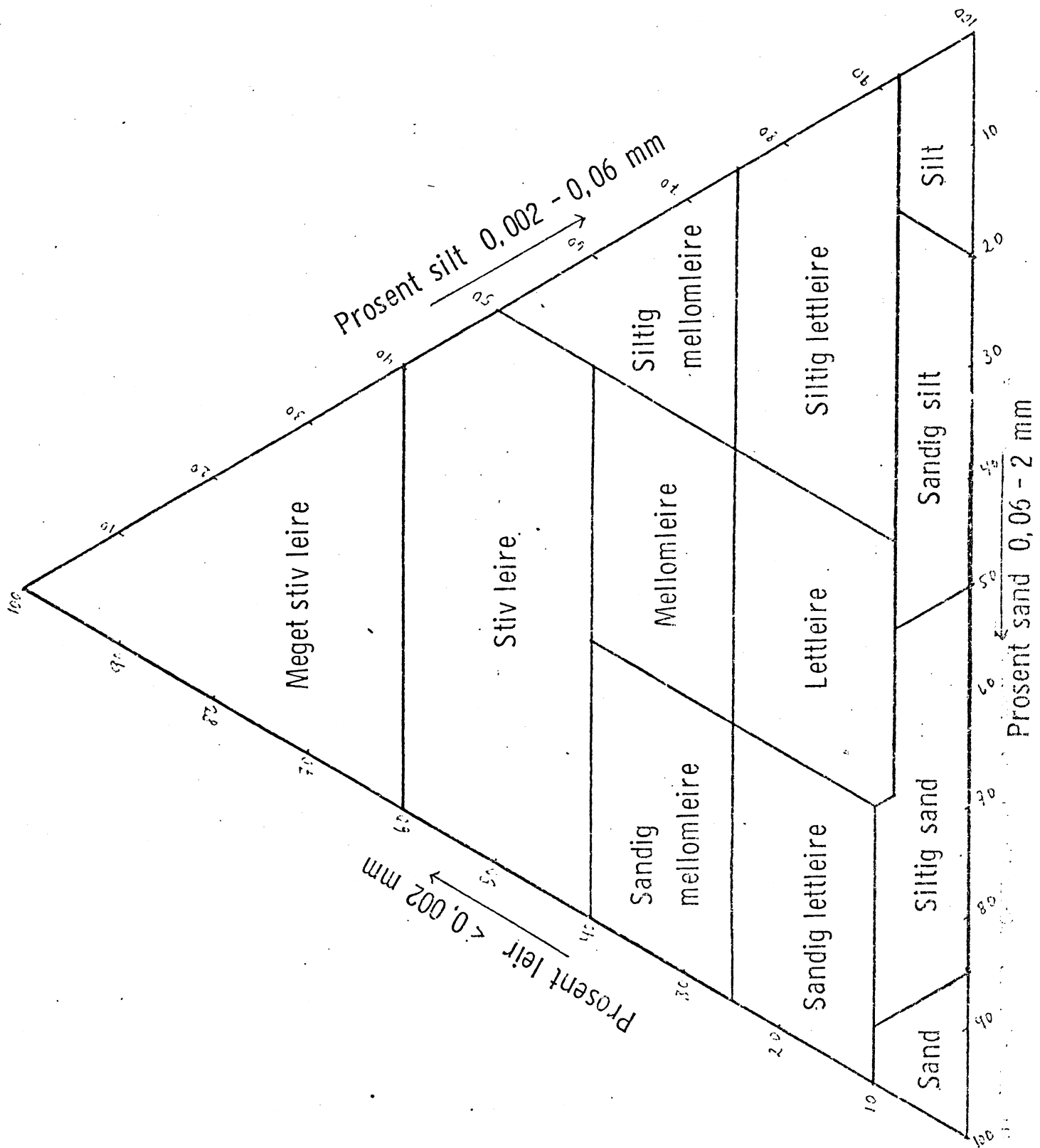


Fig. 9 Nedbør og potensiell fordamping i Ås.



ULIKE INNDELINGSSYSTEMER FOR KORNFRAKSJONER I JORD

Atterberg 1905 ¹⁾	Ler	Lättler		Mo		Sand		Grus		Klappar	
		Mjuna	Vesa	Finmo	Grofmø	Dyne	Grofsand	Fin-grus	Grof-grus	Små-kl.	Grof-kl.
International Society ²⁾ of Soil Science	Clay	Silt		Fine sand		Coarse sand		Gravel		Stones	
Norge for jordsmonn ³⁾ (etter Atterberg)	Leir	Fin grov-leir	Grov grov-leir	Fin fin-sand	Grov fin-sand	Fin grov-sand	Grov grov-sand	Grus		Stein	Blokk
Norge for jordsmonn ⁴⁾	Leir	Fin silt	Mid-dels silt	Grov silt	Fin sand	Mid-dels sand	Grov sand	Grus		Stein	Blokk
Norge for geoteknikk ⁵⁾	Leir	Fin-silt	Mel-lom-silt	Grov-silt	Fin-sand	Mel-lom-sand	Grov-sand	Fin-grus	Mel-lom-grus	Grov-grus	Stein
Sverige for jordsmonn ¹⁾ (Jordartskommittén, 1953)	Ler	Fin-mjåla	Grov-mjåla	Fin-mø	Grov-mø	Mel-lan-sand	Grov-sand	Fin-grus	Grov-grus	Sten	
Sverige for geoteknikk ¹⁾ (forslag)	Ler	Fin-silt	Mel-lan-silt	Grov-silt	Fin-sand	Mel-lan-sand	Grov-sand	Fin-grus	Mel-lan-grus	Grov-grus	Sten
Danmark for jordsmonn ⁷⁾	Ler	Silt		Finsand		Grovsand		Grus		Sten	
Danmark for teknisk ⁸⁾ geologi	Ler	Fin-silt	Mel-lom-silt	Grov-silt	Fin-sand	Mel-lom-sand	Grov-sand	Grus			
Tyskland for jordsmonn ⁹⁾	Ton	Fein-schluff	Mittel-schluff	Grob-schluff	Fein-sand	Mittel-sand	Grob-sand	Fein-kies	Mittel-kies	Grob-kies	Ge-ll
England og Wales for ¹⁰⁾ jordsmonn	Clay	Fine silt	Medium silt	Coarse silt	Fine sand	Medium sand	Coarse sand	Very small stones	Small stones	Medium stones	Large stones
US Department of ¹¹⁾ Agriculture	Clay	Silt			Very fine sand	Fine sand	Med-ium sand	Coar-se sand	Gravel		Cobb-les
Belgia for jordsmonn ¹²⁾	Clay	Silt			Fine sand	Med. sand	Coarse sand				
Nederland for jordsmonn ¹³⁾	Lutum	Silt			Uit. fijn zand	Z.M. f. zand	Mat. grof zand	Zeer grof zand			
Sovjet for jordsmonn ¹⁴⁾	Clay	Silt			Fine sand	Medium sand	Coarse sand				
Wentworth ⁶⁾ (modifisert)	Clay	Silt			Sand			Pebbles		Cobb-les	
Norge for Kvarter- ⁶⁾ geologi	Leir	Silt			Sand			Grus		Stein	
Kornstørrelse i mm											

- 1) Hansbo & Karlsen, 1974
- 2) Black, 1960
- 3) Låg, 1954
- 4) Institutt for jordbunnsforskning, 1971
- 5) Rørvik, 1971
- 6) Haldorsen, 1975
- 7) Tovborg-Jensen, 1963
- 8) Landbruksministeriet, sekretariat for jordbunnsklassifisering, 1976
- 9) Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde, 1971
- 10) Hodgson, 1974
- 11) Soil Survey Staff, 1951
- 12) Ameryckx, 1971
- 13) de Bakker & Schelling, 1966
- 14) Verschinin et al, 1956

Tidlig jordarbeiding og såing til korn

Erfaringer fra årene 1970-75 på Sørøstlandet

Av

Arnor Njøs

Institutt for jordkultur

Vårklimaet

Det normale vårklimaet på Sørøstlandet er preget av en kald, fuktig start og fra midten av april en gradvis opptørking. Juni er den tørreste måneden. Tallene nedenfor viser potensiell fordamping og vannbalanse i Ås. Potensiell fordamping kan settes = vannbehov.

Tabell 1. Vannbehov og vannbalanse i Ås, e. Haldal 1976.

Måned	Vannbehov	Vannbalanse, mm.
Mai	76	- 24
Juni	112	- 38
Juli	104	- 20
Sum	292	- 82

April har normalt et lite overskudd på nedbør først i måneden, men underskudd mot slutten av måneden. August har nedbøroverskudd.

I tilfelle vekstene har dyp rotutvikling og vokser i en jord med stort nyttbart vannlager, skulle de egentlig greie seg gjennom denne forsommertørken. Men selv om leirjordene kan ha et fysisk nyttbart vannforråd på 200 mm i den øverste meteren og silt (= kvabb)-jordene enda mer, vil det ofte være slik at rotutviklingen ikke er tett nok og dyp nok til å få tak i det fysisk nyttbare vannlaget. Det biologisk nyttbare vannlaget er også avhengig av tidspunktet i sesongen. Det er mye lettere for et rotsystem å dekke et underskudd på 1 mm pr. dag, slik som tidlig på våren enn et underskudd på 3-4 mm pr. dag, det en kan vente omkring St.Hans. I 1975 var det to dager i slutten av juni med et vannbehov på 6-7 mm pr. dag.

Trass i store variasjoner i temperatur og nedbør fra år til år er det likevel én ting som er den samme, nemlig selve strålingsrytmen. Det er like mye innstråling i april som i august, og toppen nås ved sommarsollhverv, mens toppen i lufttemperatur kommer i juli eller som i 1975 i august.

I korndyrkingen er det stadig snakk om å få nye sorter som skal gi større avlinger. Men erfaringene fra de siste 10 åra har vel nettopp vist at ingen enkeltfaktor betyr mer enn å få sådd tidlig. Sterkere busking, kortere strå, mindre legde, gir muligheter for å utnytte større N-mengder ved tidlig såing (Lyngstad). Det er vel faktisk slik at de buskingsskuddene som ikke setter korn er med på å mate de aksene som når full utvikling.

Siden det nå er ganske mange forsøk som viser strukturskader av pakking med maskiner i våt jord, vil dette med tidlig såing by på vanskeligheter. Her må en da stille seg sjøl spørsmålet:

Tåles det jordarbeiding i fuktigere jord tidlig på våren enn sent på våren?

Dette spørsmålet gjelder særlig leirjordene, hvor det erfaringsvis er størst fare for strukturskader og tilsynelatende mye å oppnå ved tidlig såing.

Institutt for jordkultur har hatt et fastliggende forsøk siden 1970 på middels moldholdig, sandig, skjør leirjord. I disse årene har det blitt prøvd å utføre første såing så tidlig som overhodet mulig, det vil si like etter at telen er gått. De andre såtidene har fulgt med litt ulike mellomrom. En har forsøkt å få med én såtid som representerer tidligste tidspunkt for skikkelig smuldring på tørr jord, og to såtider, derav én ganske sent, med noe våtere jord. I enkelte år har en vært nødt til å vanne for å få fuktigheten i jorda opp på et senere tidspunkt.

Figurene 1 og 2 viser avlingsresultatene i dette forsøket. Som en ser er det bare i ett år, 1970 at første såing har gitt mindre avling enn tida for gunstigste jordarbeiding. I 1970 var det bare 6 mm nedbør i mai, og dette førte da til vanskelige spiringsforhold der strukturen var grov. Tabell 2. viser hvordan avlingsresultatene har variert med såtid og jordfuktighet ved såing direkte på pløgsle og etter to harvinger.

Tabell 2. Avlinger etter ulike behandlinger ved forsøk med tidligst mulig såing.

Såtid	År	Antall høstinger	Vanninnhold 0-5 cm, %	Korn, kg pr. dekar	
				0 harving	2 harvinger
24/4	1970	1	35	270	150
1/4-15/4	1971-75	5	25-33	440	560
15/4-30/4	1971-75	7	20-29	420	480
1/5-15/5	-70, -72, -73, -75	4	24-31	380	450
15/5-30/5	-70, -71, -72, -74	5	23-32	300	310
Etter 30/5	-71, -74	2	26-31	110	190

Som vi ser har det vært minst jordfuktighet i perioden 15/4-30/4 i disse forsøkene. Men likevel er avlingene høyere for perioden 1/4-15/4. Ved samme jordfuktighet én måned etter denne perioden er avlingene betraktelig redusert, og ved samme jordfuktighet etter 30/5 er det en drastisk reduksjon. Årsaken til den store avlingsnedgangen ved 2 harvinger i forhold til å så direkte på pløgsle ved såing 24/4 1970 skyldes at jorda var for våt ved den behandlingen og at hele mai måned ga bare 6 mm nedbør slik at jorda hardnet til og det ble svært vanskelige spirings- og buskingsforhold.

For å sammenligne virkningen på klumpmengden av jordarbeiding ved første såing med jordarbeiding i smuldringstørr jord, kan vi se på årene 1970 og 1973 (se tabell 3).

Tabell 3. Virkning på klumpmengde av jordarbeiding ved tidligste såing og ved tidligste smuldringstørr jord.

	Dato	Vanninnhold %	Klumper > 6 mm, %	
			0 harvinger	2 harvinger
Tidligst såing	24/4 1970	35	36	49
Tidligst smuldring	5/5 1970	24	31	30
Tidligst såing	5/4 1973	32	34	33
Tidligst smuldring	27/4 1973	24	33	29

Jordfuktigheten var altså så stor i 1970 at tidligste såing resulterte i en betydelig økning av klumpmengden ved harving.

Ikke bare avlingene, men også kvaliteten har gått betydelig ned ved utsatt såing. Her kan året 1974 brukes som et godt eksempel, se tabell 4.

Tabell 4. Hektolitervekt og 1000-kornvekt for havre i forsøk med tidligst mulig såing år 1974.

Sådato	Jordfuktighet, %	Middelavling, kg/økar	Hl-vekt, kg	1000-kornvekt, g
1/4	26,9	558	60	39
16/4	21,3	548	56	39
22/5	22,8	490	54	36
7/6	25,5	242	51	34

I 1974 var det overraskende høg avling ved så sen såing som 22/5. Ellers kan vi nevne at avlingene i dette forsøket er høstet mellom hjulsporene for å holde pakkefaktoren unna. I praksis kan pakkingen imidlertid ikke unngås, og de spredte forsøkene tar også inn denne virkningen. Resultatene av de spredte forsøkene på Sørøstlandet i 1970 er tidligere nevnt i Norsk Landbruk (Njøs, 1971). Den ekstremt tørre mai-måned i 1970 førte til relativt små avlinger ved de tidligste såtidene.

Spredte forsøk med tidlig jordarbeiding og såing 1971-74.

I figur 3 er vist resultatene av forsøkene med tidlig jordarbeiding og såing på Sørøstlandet i årene 1971-74.

Figuren viser en ganske sterk tendens til mindre avling ved utsatt såing. Det er her stor variasjon i tidligste sådato på grunn av ulikheter i geografiske forhold. I ett tilfelle var det mindre avling ved tidligste såtid enn ved neste såtid. Det gjaldt et felt på leirjord. På disse feltene var det forøvrig lagt vekt på å få stigende jordarbeidingsintensitet med utsatt såtid for å holde kveka unna. En gruppering av feltene etter såtid er vist i tabell 5.

Tabell 5. Gruppering av de spredte feltene etter sådato og avling.

Sådato	Antall høstinger	Kg korn pr. dekar
Før 20/4	5	490
20/4 - 30/4	7	430
30/4 - 10/5	5	410
10/5 - 20/5	4	380
20/5 - 30/5	5	290
Etter 30/5	2	270

Det var både kveite, bygg og havre og ulike sorter, men vanskelig å se noen ulikheter i reaksjon på såtid. Det var gjennomgående en tendens til mindre legde og høgere tørrstoffinnhold i kornet ved tidligere såing.

Virkningen av pakking.

Selv om det i de spredte forsøkene var større avling ved tidligste såing enn ved senere såtider, kan en ikke se bort fra strukturskader ved arbeidning av våt jord. I tabell 6 er vist noen avlingstall for jordarbeiding av en middels

stiv leirjord ved normal opptørking og ved arbeiding før opptørking.

Tabell 6. Avlinger i forsøk med jordarbeiding før og etter opptørking.

Behandling	Korn kg/dekar Middel, 3 år
Arbeiding før opptørking	390
" etter "	460

I dette forsøket har en forsøkt å holde tidspunktene for de to arbeidingene så nær hverandre som mulig, og de er sådd samtidig. Men det leddet som har vært arbeidd i våt tilstand har da blitt liggende en tid før såing. Midlere såtid for de tre årene var 30. april. Minst mulig jordarbeiding må være regelen ved tidlig såing før jorda er smuldringstørr. Videre må en i alle fall vente til jorda bærer maskinene, og det er nok en fordel å kjøre med så lågt marktrykk som mulig, det vil si store hjul eller tvillinghjul på tunge traktorer.

Kan en så oppå jorda?

I årene 1970-73 hadde Institutt for jordkultur igang et forsøk med såing på overflaten og i 4 cm dybde ved ulike såtider. Dette var et ramme-forsøk, og avlingene kan derfor ikke direkte sammenlignes med vanlige feltforhold. Jorda ble arbeidd med rive før såing. Resultatene er gitt i tabell 7.

Tabell 7. Kornavling og kornprosent i forsøk med sådybdene 0 cm og 4 cm og ulike såtider i ramme-forsøk på sandig, skjør leire, NLM 1970-73.

Sådybde	Midlere såtid	Kg korn pr. dekar	Kornprosent
0 cm	27/4	490	47
"	13/5	350	40 x)
"	2/6	290	42
4 cm	27/4	790	50
"	13/5	730	49
"	2/6	380	46

x) Det lave tallet skyldes ekstremt lav kornprosent ved midtre såtid i 1970.

Som en ser, er det langt mindre avlinger ved overflatesåing enn vanlig nedmylding. Avlingene har også holdt seg bedre oppe ved seinere såing når ned-

myldingen er bra - forøvrig en gammel erfaring! I tre av årene var legdeprosenten liten, men i 1972 var det 108 mm nedbør i juni og en veldig økning i legdeprosenten med utsatt såtid, se figur 4.

Virkninæen på rotgraset er også et moment som en bør ta med i vurderingen ved såtids- og jordarbeidingsspørsmålet.

Siden forsøket med tidligst mulig såing ved NLH har ligget på samme sted i 6 år, får en et visst inntrykk av de langsiktige virkningene på kvekemengden ved å ta for seg siste høstear 1975, se tabell 8.

Tabell 8. Virkning på kveke i langvarig forsøk med tidligst mulig såing, NLH, kfr. fig. 1 og 2.

Såtid 1975	Vanninnhold jord, %	Prosent kveke	
		0 harvinger	2 harvinger
3/4	30	6	6
16/4	29	10	5
25/4	22	11	5
2/5	31	23	9

Sett på bakgrunn av tallene i tabellen kommer det fram en gammel sannhet, at kveka kan konkurreres bort når en greier å ta store avlinger av kulturplantene. Det er ganske tydelig at kveka har kommet der hvor det har vært minst konkurranse. Vi bør slutte med å gi kveka skylda for små avlinger og heller finne ut hvordan vi kan la kornet gjøre jobben med å kverke kveka. — Det ser ut til å være mer nødvendig med grundig jordarbeiding ved svært sen såtid.

Næringsopptaket ved utsatt såing/jordarbeiding.

I mai og juni er det normalt en større strøa av vann oppover i jorda enn nedover. Dette kan, hvis veksten kommer sent i gang føre til at gjødsla blir liggende i forholdsvis tørr jord. I tabell 9. er gitt noen tall for elektrisk ledningsevne i samme forsøk som i tabell 8.

Tabell 9. Elektrisk ledningsevne i forsøk med tidligst mulig såing, NLH 1975, Prøveuttak 15/7 1975.

Jorddybde	Såtid	Ledningsevne	
		mS/cm	
0- 5 cm	3/4	0,58	
"	2/5	1,30	
5-10 cm	3/4	0,45	
"	2/5	0,22	
10-15 cm	3/4	0,18	
"	31/5	0,16	

Først i 10-15 cm er forskjellene jæmnet ut. Det er ganske tydelig at gjødsla ikke i samme grad er tatt opp ved den senere såtida. Under så tørre forhold som 1975 kunne det kanskje også ha vært tilfelle ved radnylding av gjødsel, selv om det ikke er særlig sannsynlig.

Rotutvikling og såtid.

Det er ganske klart at en av de største fordelene ved tidlig såing av korn er å få rotutviklingen i gang mens jorda ennå er fuktig og for leirjordas vedkommende ennå myk. I et forsøk med N x såtid (Lyngstød, 1973) ble det i 1967 gravd opp røtter. Mengdene av grove røtter, som er mest nøyaktig bestemt, er gitt i tabell 10.

Tabell 10. Mengde av grove røtter, kg pr. dekar, målt som organisk materiale, i et forsøk med N x såtid. Torredsbygg. Middels stiv leire NLH.

Jorddybde	Såtid	Kg N pr. dekar			
		2,3	4,7	7,0	9,3
0 - 20 cm	26/4	40	60	110	180
	29/5	30	50	80	30
20 - 60 cm	26/4	15	15	30	10
	29/5	10	15	25	5

Tendensen er at rotmengden i topplaget er langt større ved tidlig enn ved sein såing og at rotmengden har økt til største N-mengde ved tidlig såing, men bare til nest-største ved sein såing. I laget under er det mye mindre av grove røtter, men også der er tendensen noe av den samme, i 20-60 cm har

hverken tidlig eller sein såing gitt noen stor rotmengde ved største N-mengde. Beklageligvis er det vanskelig å få et godt mål for mengden av fine røtter.

Sluttmerknader.

Det er ved en del forsøksresultater søkt å vise at jordarbeiding og såing ved fuktighet som er større enn vanninnholdet ved smuldring kan gi en avlingsgevinst av korn ved svært tidlig såing. Dette kan forklares på flere måter. Uttørkingen er alltid langsom tidlig på våren. Ofte kommer det regn flere ganger etter såing, noe som bidrar til full spiring, fullt opptak av næringsstoffer og tett busking. Den herdingsprosessen som leire er utsatt for ved uttørking vil være verst for planteveksten hvis såingen og jordarbeidingen kommer foran en lang, varm og tørr periode. Hvis såtida utsettes for kveka og andre flerårige ugras muligheter for å nytte tida til fotosyntese og næringsopptak og de blir derfor vanskeligere å motarbeide.

Ved svært tidlig såing må en likevel passe på at jorda har tilstrekkelig bære- evne for maskinene. Antall arbeidsganger må reduseres til et minimum slik at minst mulig av arealet blir tilpakket.

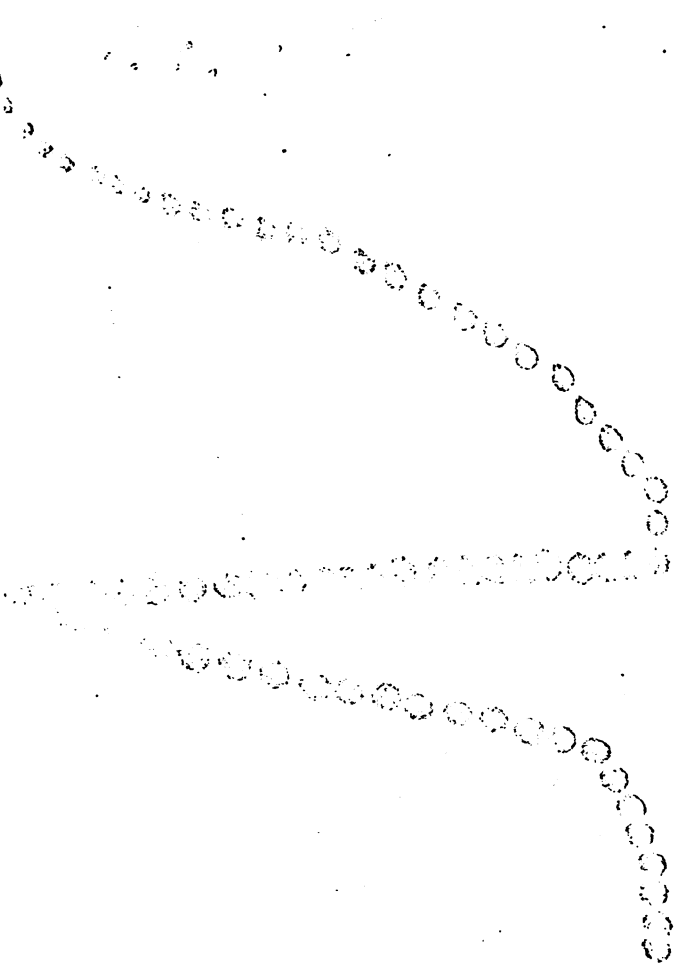
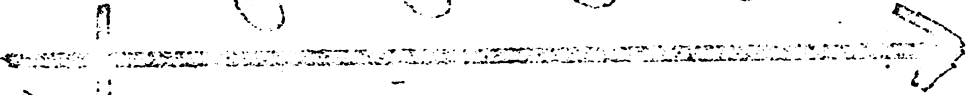
I enkelte år kan det slå feil med tidlig såing, nemlig hvis den lange, tørre perioden kommer svært tidlig. Det hendte i 1970, og for enkelte i 1975. De siste årene har ellers vært uvanlig gunstige med hensyn til tidlig våronn.

Det hver enkelt kan gjøre for å komme tidlig igang om våren er å sørge for at alt utstyr er i orden og alle varer er på plass i god tid, at jorda er godt grøftet, og at overflatevann har avløp. Det siste bør vies noe større oppmerksomhet, ved f.eks. slakke renner i terrenget mot samlekummer, renner som er lagt slik at de ikke forstyrrer det årlige jordarbeid.

For de områdene hvor det er vanskelig å komme til på de helt tidlige tidspunktene er det nok av betydning å velge sorter som er tidlige nok til å kunne høstes mens været er brukbart. En slags hovedmålsetting på Sørøstlandet må være at kornet skal være i hus i august og ikke seinere enn 10. september. Etter den tida minner sannsynligheten for brukbart høstevær, jorda mettes opp og det blir vanskelig å rekke stubbarbeiding.

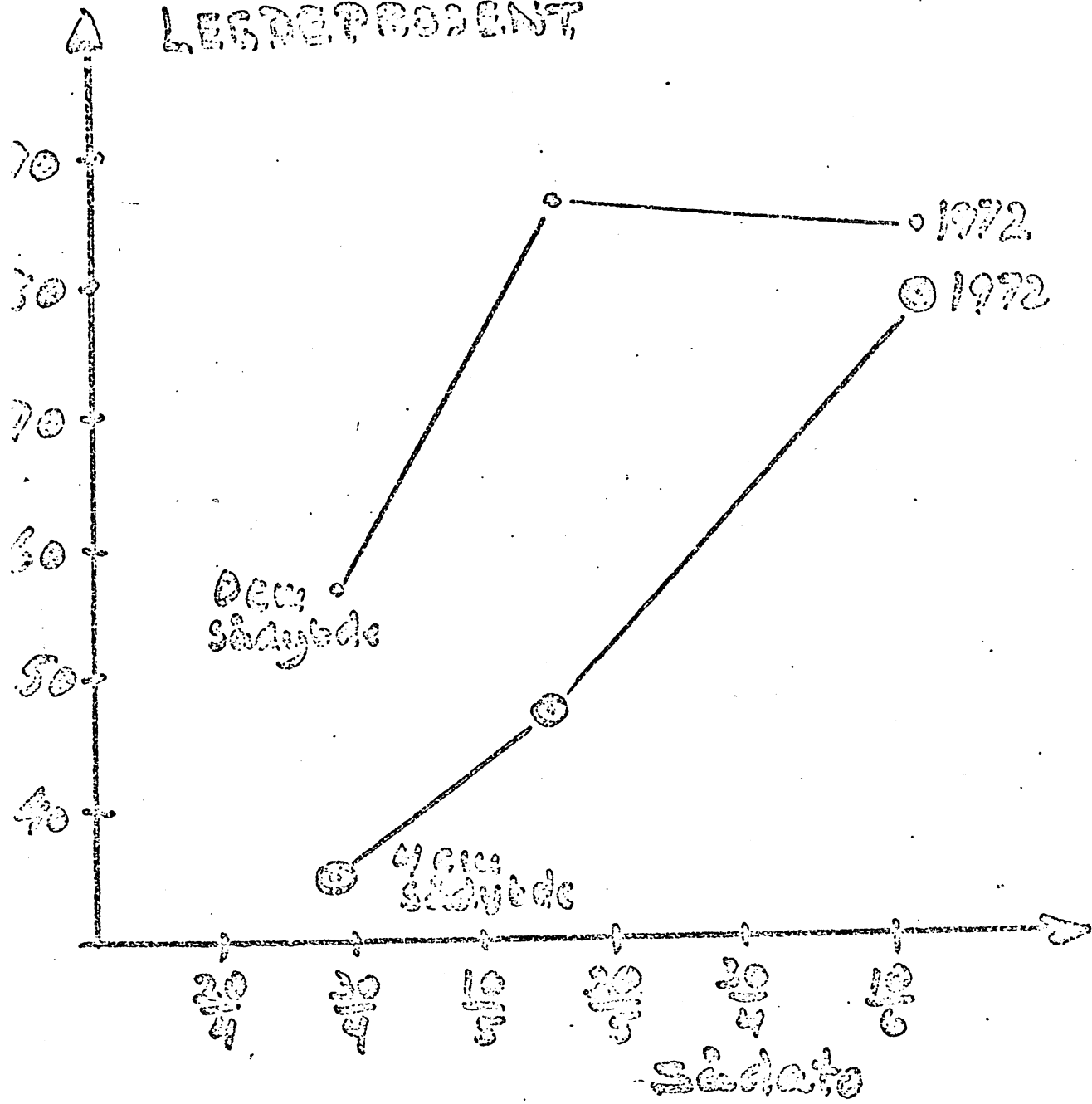
Manufacturing, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914
1.5000 approx.

800
1000
1200
1400



Some time ago
1910
1911
1912
1913
1914

LERDEPROSENT

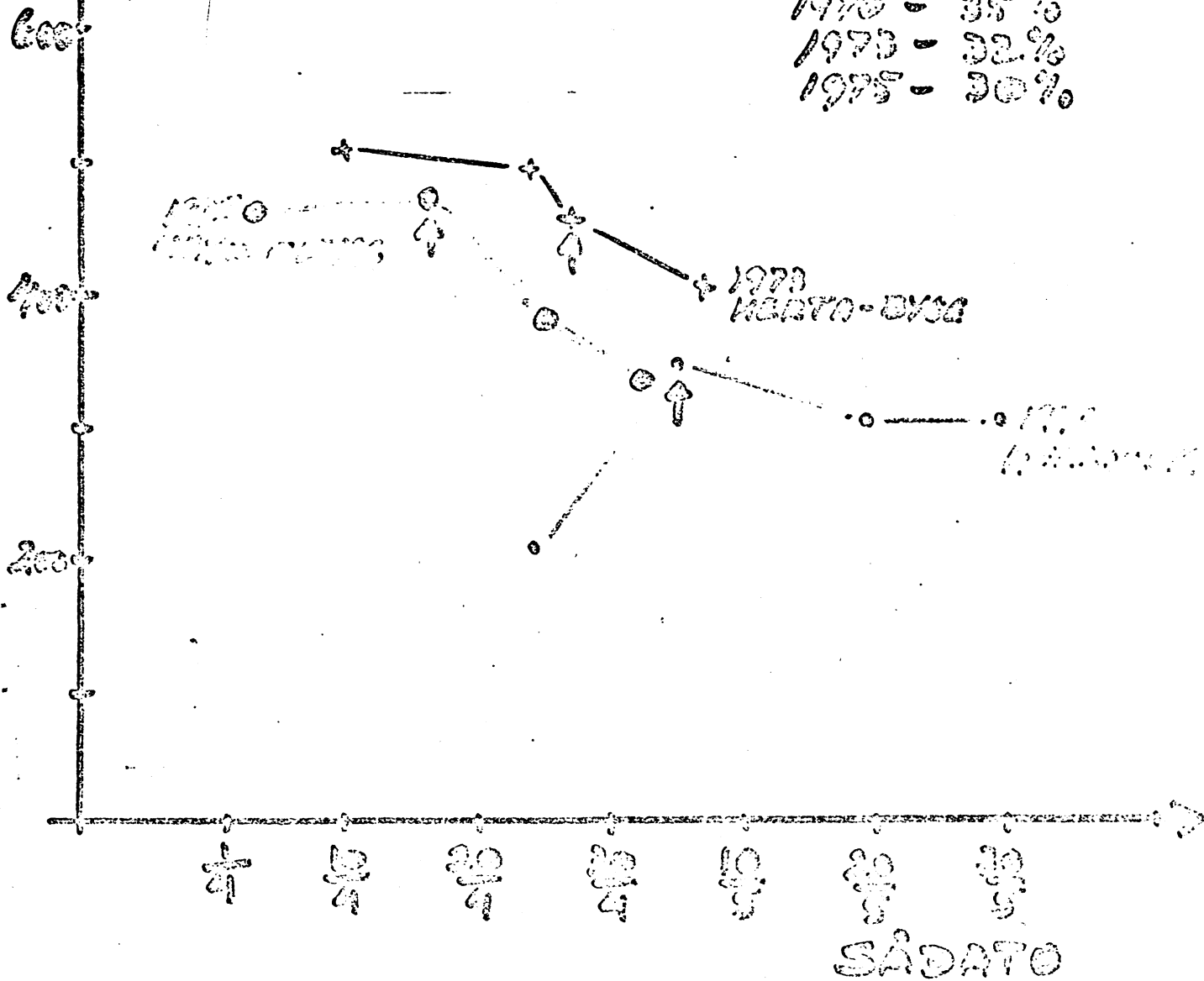


LERDEPROSENT I RANNEFORGÅR
 MED SÅDTERNE OG SÅTIDER

KORNAVLING, 1872 DEISE

Vanninnh., jord, 1. Sætid

1970 - 35%
 1973 - 32%
 1975 - 30%



DYGGVAUINGUR I FOSKUR

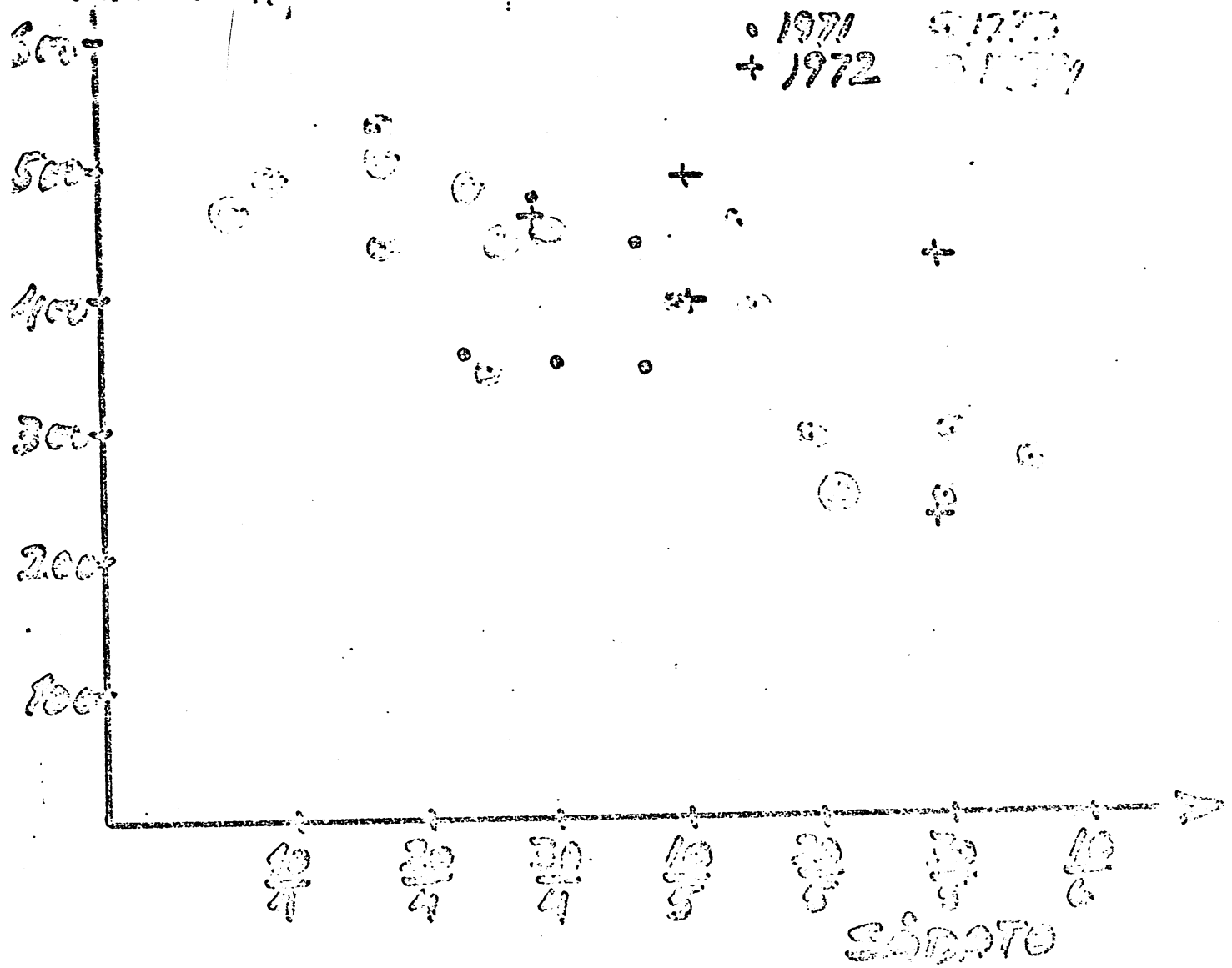
MEÐ TILHÆFT MULLIÐ SÁMÚG.

SEYRER LAGIÐ, ÁS

FILGIR VORR FÖRSTU GATU FÖR SMÍÐINGU

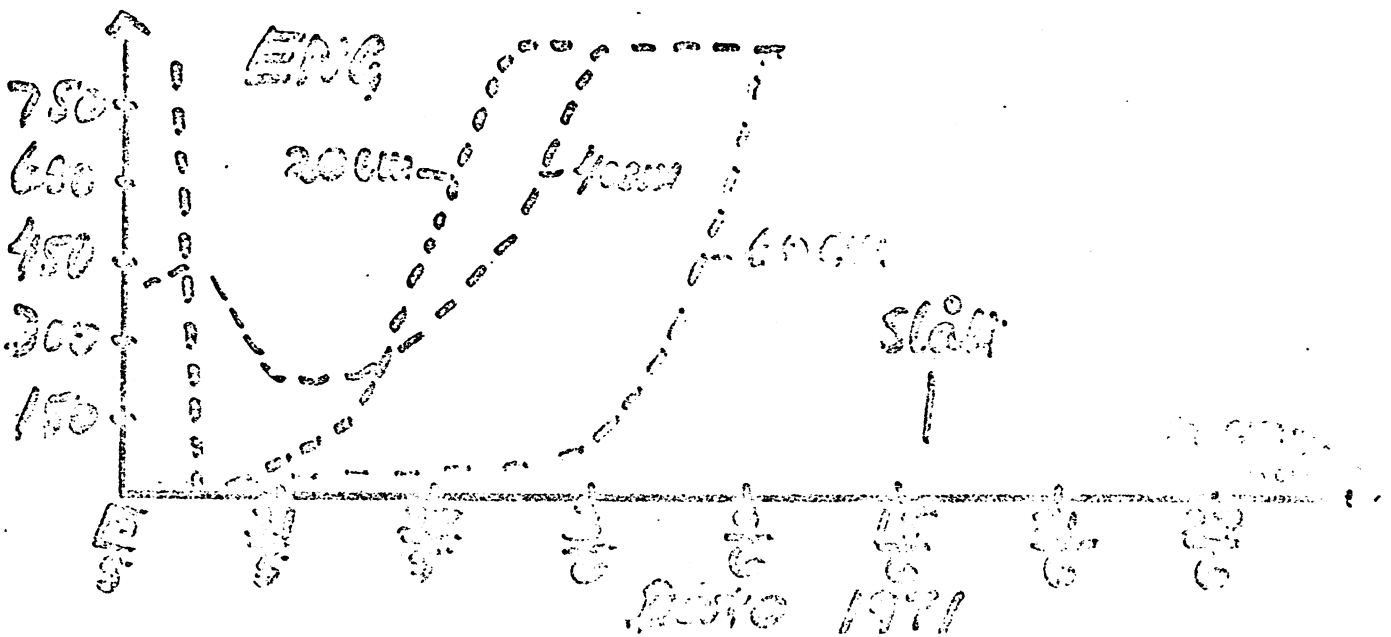
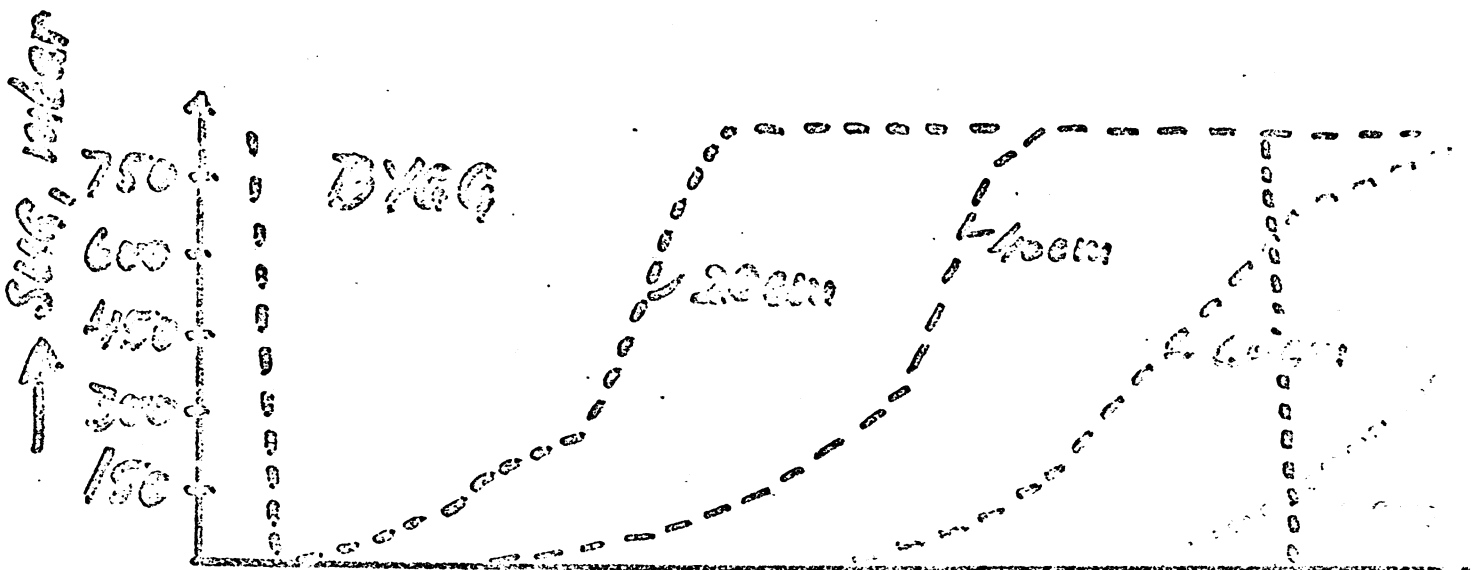
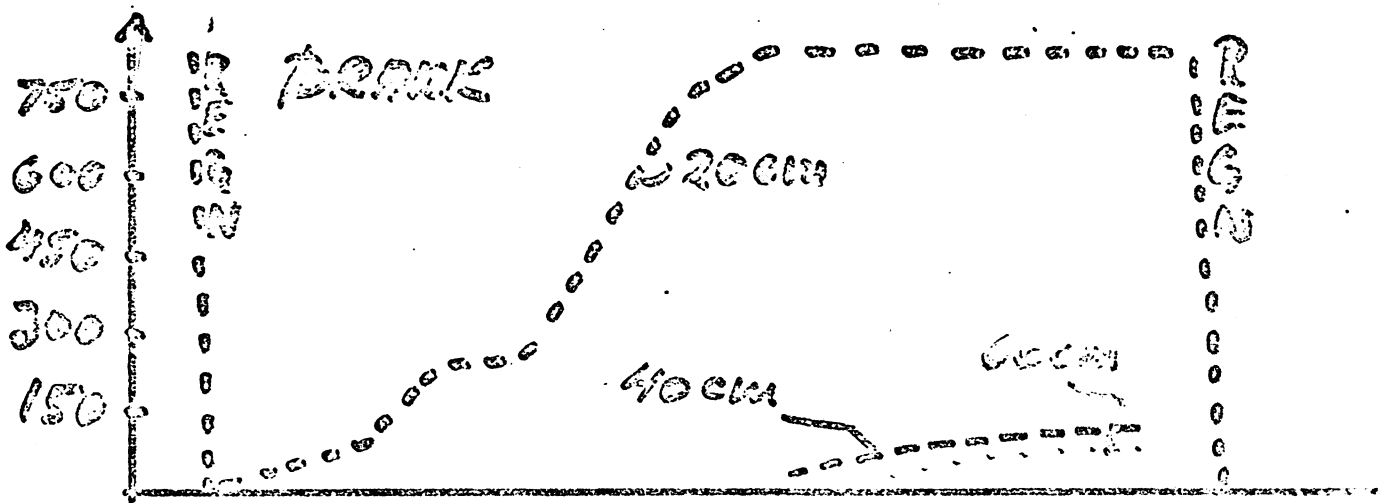
Eftirlitning 12.4.75 í Tullg. C

A. PUNKT, OG KERNEN TR. DELAR



KERNANVINGER. I SPREDTE FASER
 MED TIDLIG JORDARBEIDING OG SÅING.
 SKROSTLANDET 1971-75.
 NI FASER PÅ LENTUREN - TO PÅ SANDSØEN

UTVÆRDIING VED ULNE MARKBEVIS

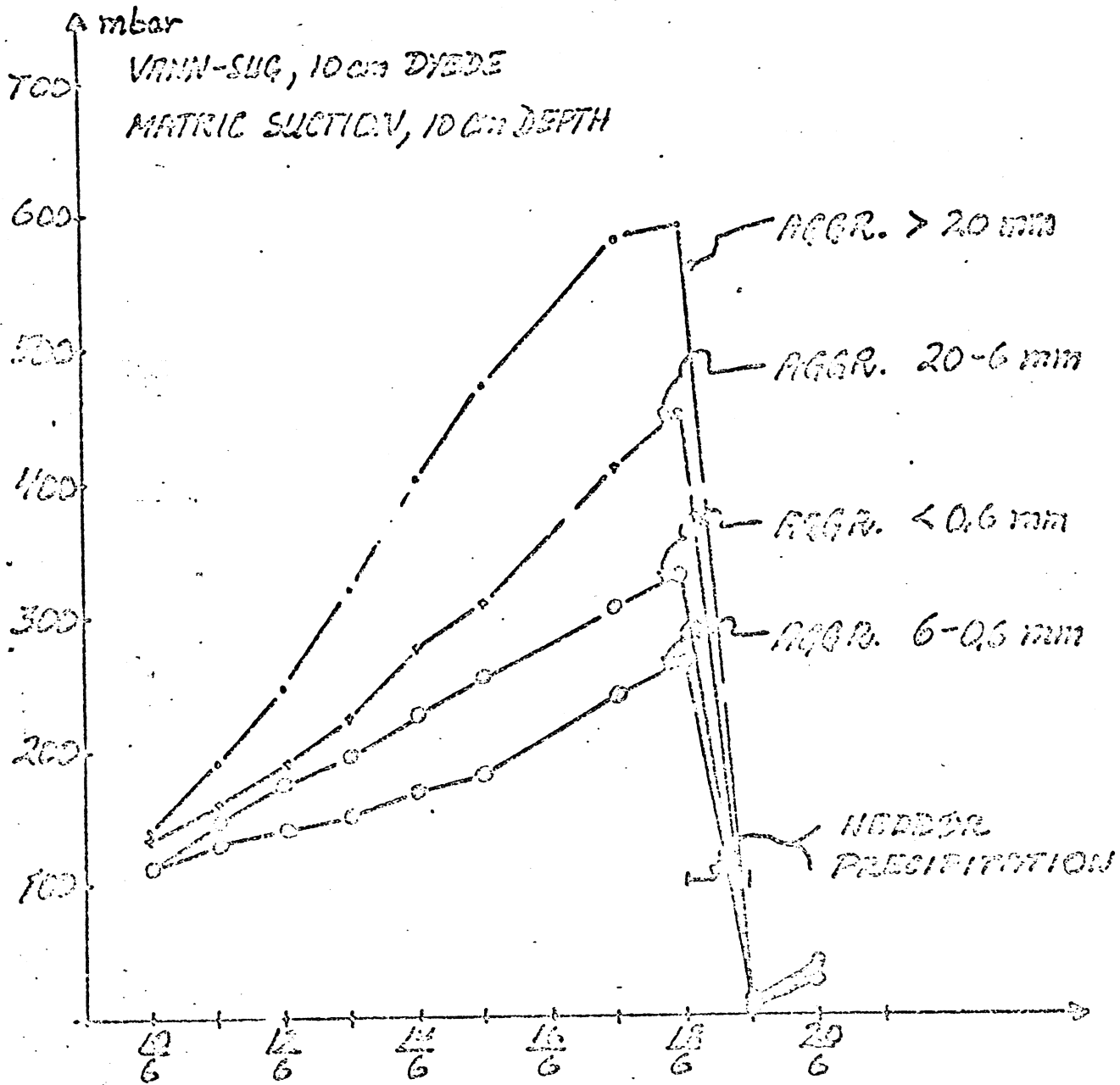


Figur 2.

A. NJØS,

UTTØKKING AV LEIRJORD MED 3cm DEKKLAG
IY AGGREGATER - JUNI.

DRYING SEQUENCE OF A CLAY SOIL, COVERED BY
AN AGGREGATE LAYER, 3cm IN THICKNESS - JUNE.



DATE, JUNE 1968

DATE, JUNE 1968

Foredrag ved NJF-seminar i Helsinki 19.6. - 21.6. 1972

Fysiske forhold i såbed til korn. Temperatur
og fuktighet under ulike aggregatstørrelser.

Av

Arnor Njøs
Institutt for jordkultur
1432 Ås-NLH, Norge

En rekke fysiske egenskaper kan brukes til å karakterisere et såbed, f.eks. varmekapasitet, temperatur, varmelledningsevne, vannkapasitet, vannpotensial (vannsug), vannledningsevne, skjærfasthet, ujamnet, oksygeninnhold, partialtrykk for oksygen, etc.

I denne artikkelen er behandlet temperatur og fuktighet i jord med et toppdekke av bestemte aggregatstørrelser.

Forsøksmateriale

Ved Institutt for jordkultur har det vært utført en rekke målinger av fuktighet og temperatur på observasjonsruter. Disse har vært plassert på bestemt måte i forhold til et grøftesystem, for å redusere jordvariasjonen. Forsøkene er utført på middels stiv-skjør leirjord (25-30% leir, 4-5% humus). En målestasjon for kontinuerlige registreringer av jordtemperatur var i gang i årene 1967-1969 og noen av disse målingene ble utført parallelt med fuktighetsobservasjonene. Som temperaturfølere ble brukt termoelementer av kopper-konstantan. Til fuktighetsmålingene ble brukt vanlige tensiometre med kvikksølvmanometre og klokkeanometre. Forsøkene har vært lagt opp for å undersøke fysiske egenskaper som har sammenheng med aggregatstørrelsen i leirjord. Det er også utført forsøk med ulike aggregatstørrelser.

I. Jordtemperatur

Tabell 1 viser maksimumstemperaturer i en klarvårsperiode i juni 1968.

Tabell 1. Maximumstemperaturer, °C i 5 cm og 10 cm dybde i leirjord under et 3 cm toppdekke av ulike aggregatstørrelser. Periode 11.6.-16.6., 1968.

Aggregatstørrelse	Dybde	
	5 cm	10 cm
< 0,6 mm	30,0	26,3
2 - 0,6 mm	31,6	26,7
6 - 2 "	29,6	26,3
20 - 6 "	28,3	25,0
> 20 "	27,9	24,2
6 - 0,6	30,8	26,3
Luft 20 cm høyde		38,8
Luft 200 " "		30,4

På denne tida av sommeren er innstrålingen sterk, noe som gir mulighet til å skille ut virkningene av ulike behandlinger. Det går fram av tabellen at et toppdekke av fraksjonen 2-0,6 mm har gitt det høyeste maksimumstemperaturene, både i 5 cm og 10 cm dybde. Fraksjonen mindre enn 0,6 mm og fraksjonen 6-2 mm har gitt de nest høyeste temperaturene, mens de groveste fraksjonene har fungert som en slags varmeskjold. Blandingen 6-0,6 mm har vist omtrent samme max.temperatur som den midlere temperaturen for fraksjonene 6-2 mm og 2-0,6 mm.

Tabell 2. Jordtemperatur, °C, og klokkeslett for maksimum og minimum i leirjord med 3 cm toppdekke av ulike aggregatstørrelser. Periode 11.6.-16.6., 1968 (klarvær).

Aggregatstørrelse	Dybde	Jordtemperatur, °C			Klokkeslett	
		Middel	Max	Min	Max	Min
< 0,6 mm	5cm	21,9	29,1	14,8	14,20	0450
6 - 0,6 mm	"	22,7	29,9	15,5	14,10	0500
20 - 6 "	"	20,9	27,2	14,7	14,20	0400
< 0,6 mm	10cm	21,1	25,0	16,7	17,30	0600
6 - 0,6 mm	"	21,4	25,2	17,2	17,40	0630
20 - 6 "	"	20,1	23,6	16,1	14,10	0600
F (aggregatstørrelse)		652,6 ^x	625,6 ^x	144,9 ^x	3,7	8,5 ^x
F (dybde)		10426,7 ^x	9726,9 ^x	1985,3 ^x	1285,2 ^x	2806,6 ^x
F (samspill)		2,0	34,1 ^x	87,3 ^x	0,7	1,6

Max og min er midlere maksimum og minimum.

I tabell 2 er vist middel-, max-, og min-temperaturene i 5 cm og 10 cm dybde, samt klokkeslett for max- og min-temperaturene. Både max- og min-temperaturene er høyere for 6-0,6 mm aggregater, enn for de som er mindre og større. De lågste temperaturene er målt under de groveste aggregatene. Klokkeslett for max- og min-temperaturene er henholdsvis ca. 1415 og 0450 i 5 cm dybde og 1730 og 0600 i 10 cm dybde.

I tabell 3 er vist resultater for det samme forsøket fra en senere periode.

Tabell 3. Jordtemperatur, °C, og klokkeslett for maksimum og minimum i leirjord med 3 cm toppdekke av ulike aggregatstørrelser. Periode 28.6.-3.7., 1968 (klarvær)

Aggregat- størrelse	Dybde	Jordtemperatur, °C			Klokkeslett	
		Middel	Max	Min	Max	Min
< 0,6 mm	5cm	19,6	25,6	14,6	15,00	0450
6 - 0,6 mm	"	20,9	27,3	15,5	14,50	0500
20 - 6 "	"	19,9	25,8	14,9	14,50	0520
< 0,6 mm	10cm	18,9	21,9	15,9	17,40	0620
6 - 0,6 mm	"	19,6	22,7	16,7	17,50	0640
20 - 6 "	"	19,1	22,3	16,1	17,20	0640
F (aggregatstørrelse)		17,0 ^x	28,8 ^x	25,5	0,4	1,1
F (dybde)		203,3 ^x	1129,6 ^x	119,7 ^x	554,0 ^x	177,1 ^x
F (samspill)		0,1	0,9	1,2	0,7	0,3

Max og Min er midlere maksimum og minimum i perioden.

Forskjellen mellom de to fine fraksjonene er nå blitt større, mens forskjellen mellom den grove og midlere er omtrent som tidligere. Dette tyder på at toppdekket med de fineste aggregatene ikke har i behold alle de små aggregatene, men at en del av dem har begynt å klumpe seg sammen til en mer massiv struktur. Dette ble også observert i feltet.

I tabell 4 er vist måleresultater som gjelder gråværdager. Mens forskjellene mellom max- og min-temperaturene var henholdsvis ca. 14°C og 8°C for 5 cm og 10 cm dybde i en solperiode (tabell 2), var forskjellene i gråværsperioden ca. 5°C og 3°C for de samme dybdene. Tidspunktet for max-temperatur var en time senere enn i den varmeste solperioden (11.6.-16.6.).

Tabell 4. Jordtemperatur, °C, og klokkeslett for maksimum og minimum i leirjord med 3 cm toppdekke av ulike aggregatstørrelser. Middell for 5 gråværsdager i tiden 23.6.-24.7., 1968.

Aggregatstørrelse	Dybde	Jordtemperatur, °C			Klokkeslett	
		Middel	Max	Min	Max	Min
< 0,6 mm	5cm	14,7	17,7	12,3	15,40	0440
6 - 0,6 mm	"	15,0	18,0	12,5	15,40	0450
20 - 6 "	"	14,5	17,1	12,2	15,40	0430
< 0,6 mm	10cm	15,2	17,0	13,6	16,40	0600
6 - 0,6 mm	"	15,5	17,1	13,9	16,30	0610
20 - 6 "	"	15,0	16,7	13,5	16,10	0610
F (aggregatstørrelse)		78,4 ^x	11,4 ^x	103,6 ^x	0,3	0,1
F (dybde)		11,6 ^x	88,2 ^x	281,3 ^x	25,3 ^x	57,1 ^x
F (sønspill)		0,1	0,8	0,7	0,1	0,1

Max og Min er midlere maksimum og minimum

I figur 1 er vist et døgnforløp av jordtemperaturen i et profil over og under en bar jordoverflate i juni 1970. (Se Njøs, 1971b). I overflaten var max-temperaturen ca. 50°C; mens min-temperaturen om natten var ca. 11°C. Jordtemperaturen i 2 cm dybde svingte fra 40°C til 10°C. Dette viser at sent sådd korn kan bli utsatt for store temperaturekstremer mens tidlig sådd korn vil ha dekket jordoverflaten på et så sent tidspunkt. Maksimum for temperaturen i jordoverflaten inntreffer ca. kl 1200. De høye max-temperaturene har et par interessante sidevirkninger. Grenseflatespenningen vann-luft avtar med stigende temperatur, noe som fører til at kapillærpotensialet får en mindre negativ verdi. Det vil derfor bygges opp en drivende kraft som resulterer i en kapillær massetransport av vann fra varmt til kaldt. Det osmotiske potensialet blir mer negativt ved stigende temperatur. En stigning i jordtemperaturen fra 10°C - 40°C gir ca. 10% økning i tallverdien for det osmotiske potensialet. Samtidig skjer det som nevnt en transport av vann vekk fra den varme sonen, noe som fører til større konsentrasjon av jordløsningen og altså større arbeid for plantene til å ta opp vannet. Damptransporten av vann vil også gå fra varmt til kaldt, mens det stigende osmotiske potensialet igjen vil trekke vann mot den varme sonen.

II. Jordfuktighet

I de samme forsøkene ble det utført observasjoner over vannpotensialet ved hjelp av tensiometre. Interessen for å studere virkningen på jordfuktigheten av ulike slags toppdekke var vakt gjennom studier av opptrøking av høstpløyd jord om våren.

(Njøs, 1967a). Det viste seg at i varme perioder (tørkeperioder) gikk opptørkingen langt raskere når jorda lå i pløgsle enn når den var sloddet. Se fig. 2. Hvis det ikke er et finsmuldret overflatelag fortsetter uttørkingen så lenge det er vanntilførsel fra dypere lag. Derimot stopper den raske uttørkingen etter noen dager hvor det er et finsmuldret overflatelag. I figur 2 kan dette observeres både for 5 cm dybde og 20 cm dybde.

I fig. 3 er vist uttørkingsforløpet for en leirjord under et 3 cm topplag av ulike aggregatstørrelser. (Se Njøs 1971a). Forløpet av kurven for 6-0,6 mm aggregater viser et slags platå ved et sug på ca. 100 mbar (feltkapasitet!) mens kurven for de største aggregatene ligner kurven for pløgsle i fig. 1. Aggregatstørrelsen 20-6 mm og <0,6 mm er mellomliggende i sin virkning på uttørkingen.

I fig. 4 er vist måleresultater fra en langt senere periode samme sommer. Her har uttørkingskurvene nærmet seg mot hverandre, men aggregatstørrelsen 6-0,6 mm holder fremdeles mest på fuktigheten. I figuren er også lagt inn en kurve for jord uten topplag av en bestemt aggregatstørrelse (harvet og tromlet jord). Det er tydelig at der går uttørkingen adskillig raskere enn for noen av de andre.

III. Andre egenskaper i såbed av ulike aggregatstørrelser

Tabell 5 viser en del parametre målt i et karforsøk med ulike aggregatstørrelser (Njøs 1967b).

Tabell 5. Volumforhold i leirjord med ulik aggregatstørrelse, relativ spiredato og rest av opprinnelige aggregater etter ett år (karforsøk).

Aggregatstørrelse	Volumprosent		Relativ Spiredato, bygg	Prosent aggr. 20 mm etter 1 år
	Luft pF 1,3	Porer		
> 20 mm	33	71	+4	40
20 - 6 mm	31	70	+1	7
6 - 2 "	28	70	0	10
2 - 0,6 mm	21	70	0	12
< 0,6 "	16	69	+9	40
50% > 6 mm, 50% < 6 mm	7	52	+6	32

+ betyr forsinkelse

Tabellen viser aggregatstørrelsens betydning for porestørrelse. Ved dreneringslikevekt ved 20 cm høyde (pF 1,3) avtar luftvolumet med avtakende aggregatstørrelse, mens porevolumet er omtrent konstant. En sammenblanding av store og små aggregater hadde nesten 20 prosent mindre porevolum, og et luftvolum ved pF 1,3 på bare

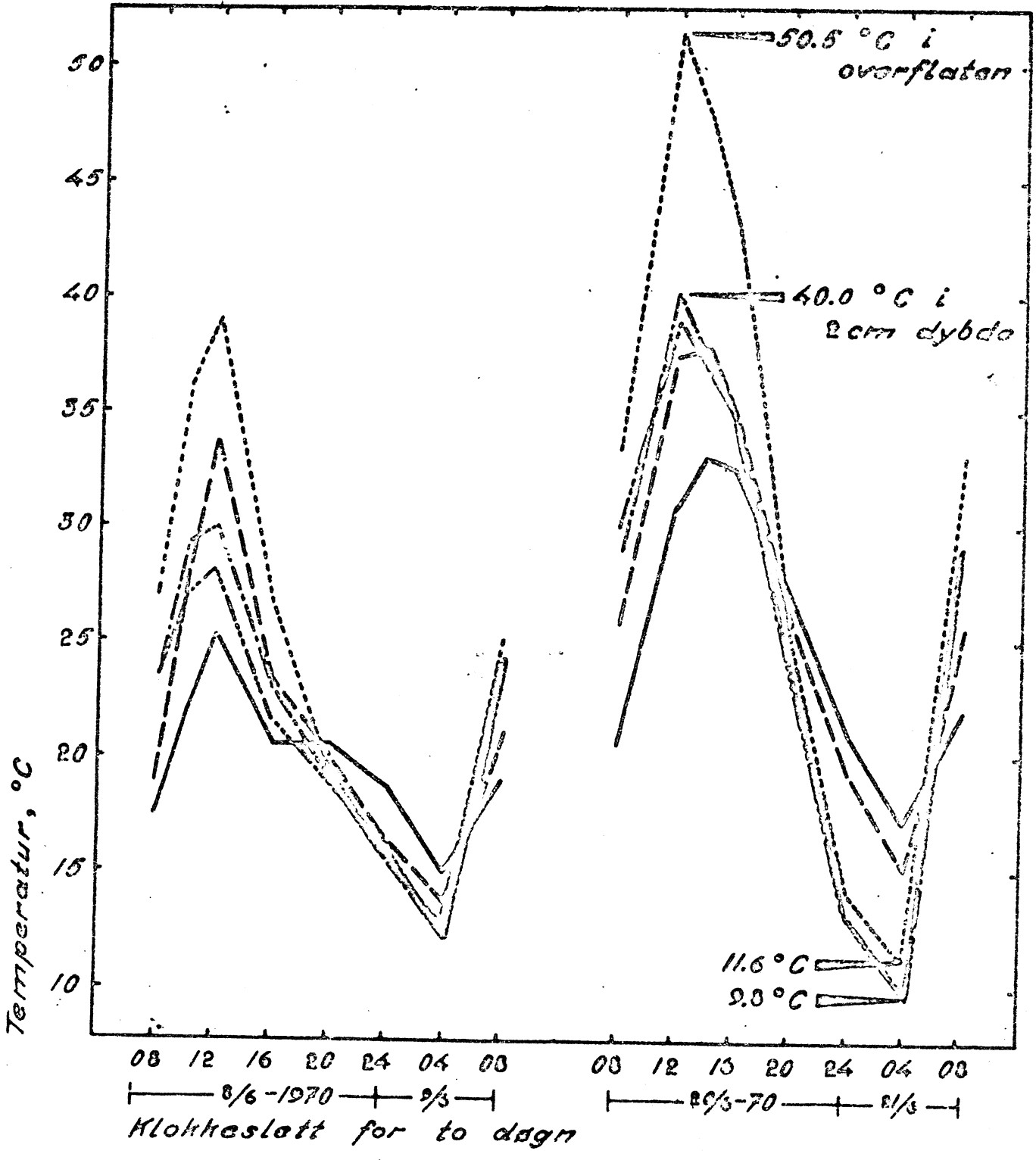
halvparten av det for aggregater mindre enn 0,6 mm. Spiringen var omtrent samtidig for aggregater i området 20 mm til 0,6 mm, mens de største og minste aggregatene ga forsinket spiring. Det viste seg imidlertid at utviklingen fram til aksskyting tok lengre tid for aggregater 20-6 mm enn for 6-2 mm og 2-0,6 mm. Et år etter anlegg hvor jorda hadde vært utsatt for en rekke opptørkinger og fuktinger samt frost, viste det seg at de minste aggregatene hadde klumpet seg ganske sterkt, mens dette ikke var tilfelle for de tre midtre aggregatstørrelsene. Denne observasjonen stemmer godt med mange observasjoner over skorpedannelse etter sterke regnvær om forsommeren.

Litteratur:

- Njøs, A. 1967a. Slodding - Virkninger på fysiske forhold i jorda. Norsk landbruk 5/1967, 14-15, 37
- Njøs, A. 1967b. Aggregatstørrelsen i såbedet i forhold til jordarbeiding og plantevekst. Foredrag NJF-kongress København 1967. Fortrykk. Seksjon VIII, 9-18.
- Njøs, A. 1971a. Aggregate size distribution in the seed bed in relation to soil water. Markvann. Nordisk symposium for markvann Hurdal, 20-23 april 1971. Den norske komite for Den internasjonale hydrologiske dekadé. Rapport nr. 2 - Oslo 1971
- Njøs, A. 1971b. Tidlig jordarbeiding og såing ved korndyrking. Noen forsøksresultater fra 1970. Norsk landbruk 8/1971, 24-26.

Fig. 1
A. Njøs

TEMPERATURPROFIL I ÅPEN ÅKER MED
STOR INNSTRÅLING.



- Temperatur, luft 5 cm høyde
- - - " " " 2 cm " "
- " " " på jordoverflaten
- - - " " " jord 2 cm dybde
- " " " " 5 cm " "

Figur 2.

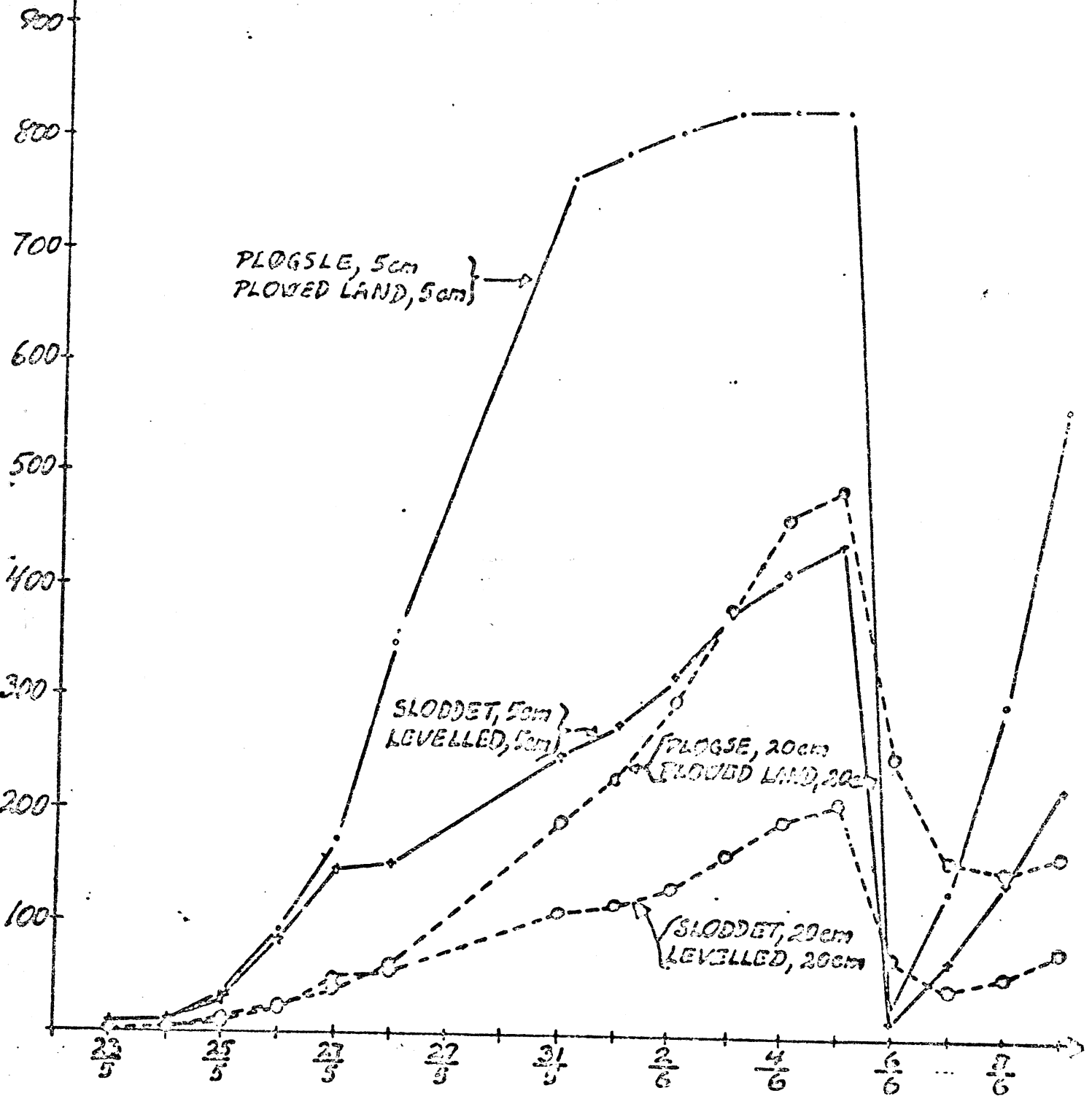
A. NYØS

UTTØRNING AV LEIRJORD OM VÅREN

DRYING OF A CLAY SOIL IN SPRING

mbar

VANN-SUG, 5cm DYBDE OG 20cm DYBDE
MOTRIC SUCTION, 5cm DEPTH AND 20cm DEPTH



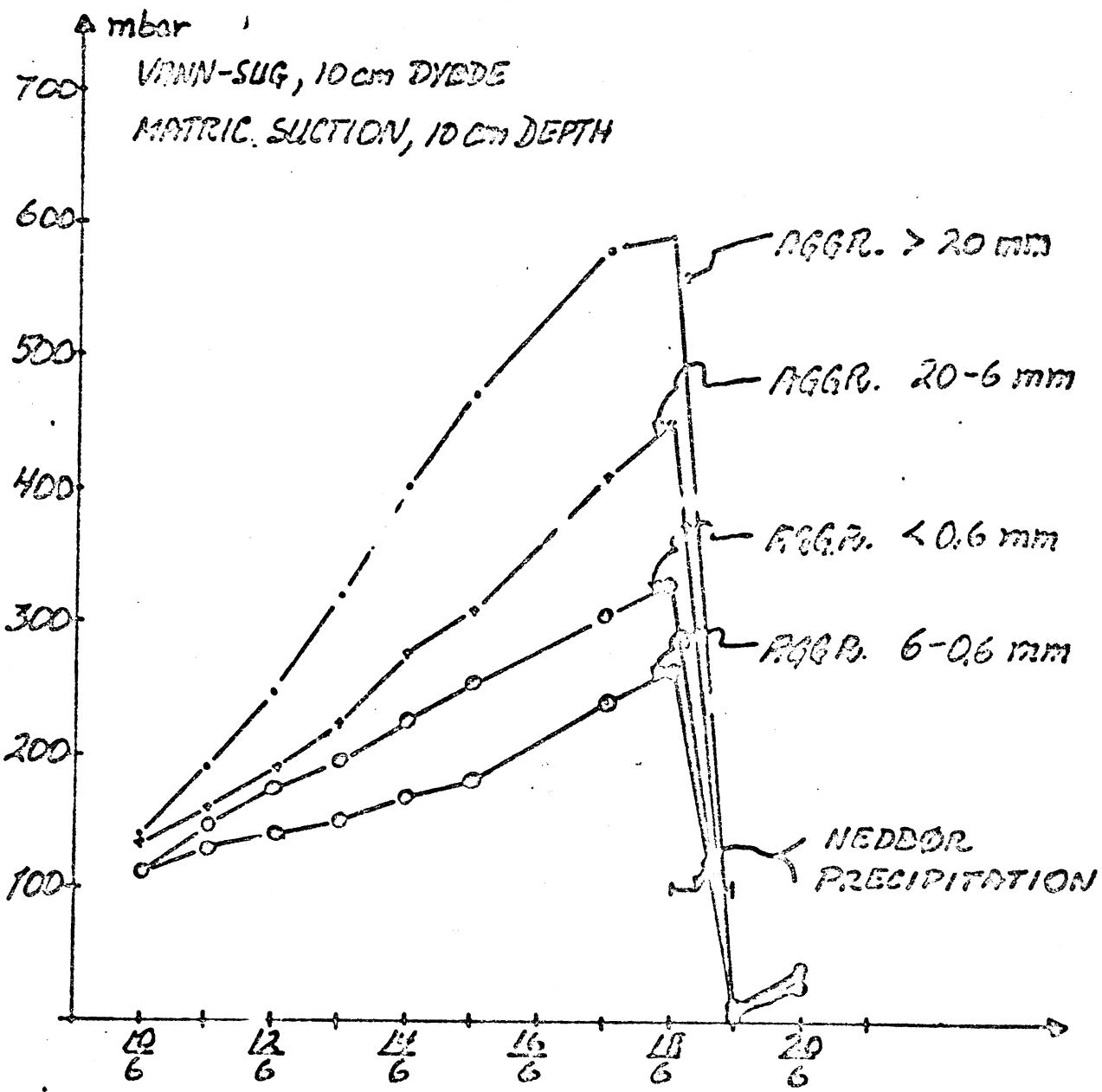
DATE, MAY-JUNE 1966
DATE. MAY-JUNE 1966

Figur 3.

A. NJØS

LATTORPING AV LEIRJORD MED 3cm DEKKLÅG
AV AGGREGATER - JUNI.

TESTING SEQUENCE OF A CLAY SOIL, COVERED BY
AN AGGREGATE LAYER, 3cm IN THICKNESS - JUNE.



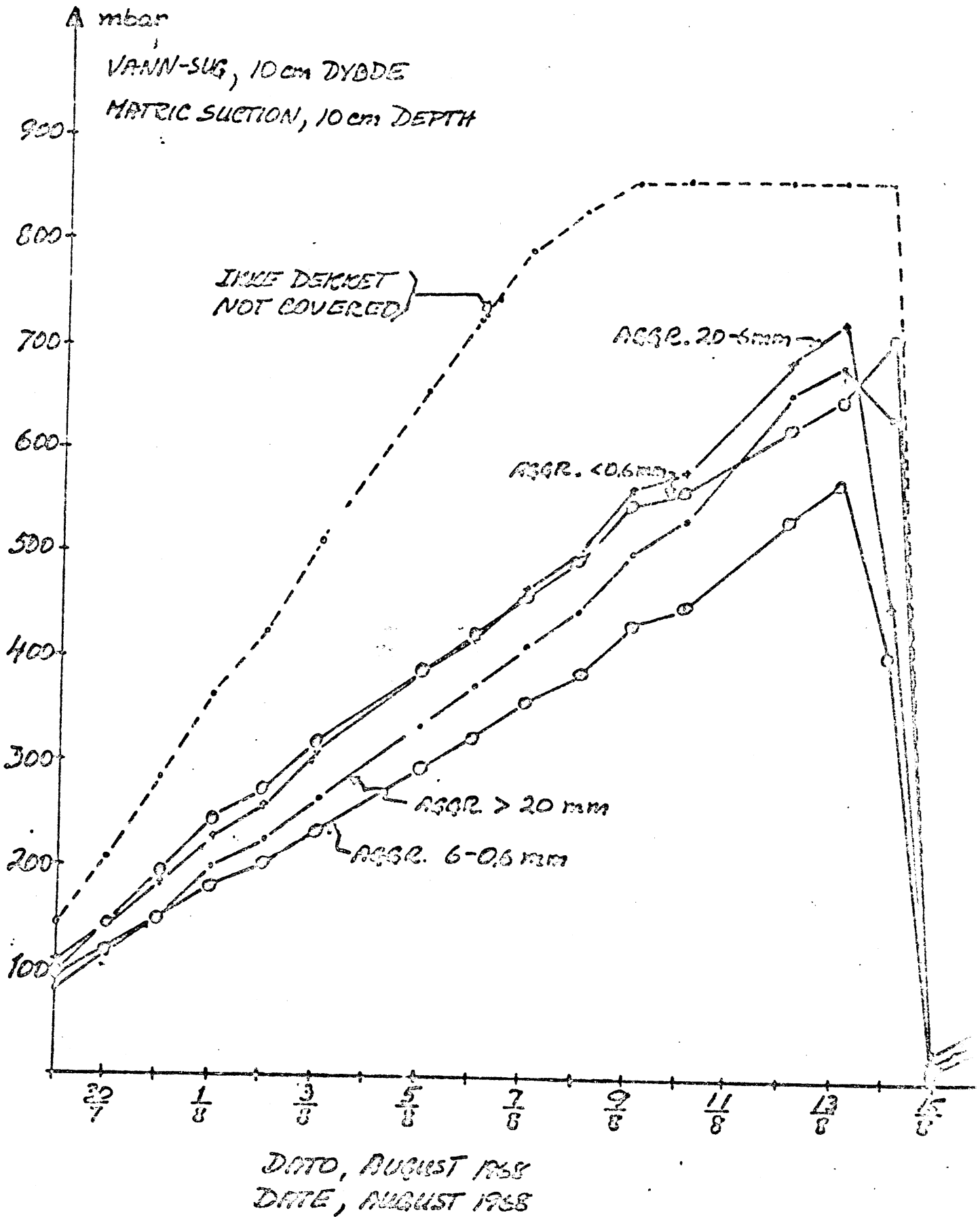
DATO, JUNI 1968
DATE, JUNE 1968

Figur 4.

F. N. ØS

UTTØRNING AV LEIRTORD MED 3cm DEKKLAG
AV AGGREGATER. - AUGUST.

DRYING SEQUENCE OF A CLAY SOIL, COVERED BY
AN AGGREGATE LAYER, 3cm IN THICKNESS - AUGUST.



Arnor Njøs

Institutt for jordkultur, NLH

Plogfri jordarbeiding

Noen norske og utenlandske resultater.

Plogen er symbolet på den vesterlandske jordbrukskultur. Ordet ploglag brukes som navn på den øverste delen av dyrket mark, matjordlaget. Plogen har gjennomgått en lang utvikling fra gravekjepp eller hakke til ard-treplog-stålplog. Det er to trekk ved plogens arbeidsmåte som skiller den fra mange andre jordarbeidingsredskaper:

- 1) Økning av jordas porevolum uten finsmuldring
- 2) Vending av en forholdsvis sammenhengende jordstrimmel, ei plogvelte

I det allsidige vekstømløpet med eng var plogen et uunnværlig redskap. Hvordan skulle en ellers få drept grassvorden og unngå halvblending med eng i første åkerår? Kjemiske midler mot grassvoll har ikke vært aktuelle før de siste ti-år. I 1977 er det store jordbruksområder hvor det praktiseres et ensidig åkerømløp. I disse områdene er plogens oppgave for ombryting av voll falt bort.

I andre land og andre verdensdeler har det vært områder med nesten rent åkerbruk også i tidligere tider. Det har vært diskutert - og prøvd i praksis - andre arbeidsmåter enn pløying. I Frankrike ble kultivator brukt istedet for plog av en mann ved navn Jean under første verdenskrig. Metoden vakte interesse også i Tyskland (Mangel på trekraft!) Under 2. verdenskrig skrev Faulkner (1943) en bok med tittel Plowman's folly (Pløyerens dårskap) der han hevdet det var galskap å begrave det øvre jordlaget hvert år. I de tørre områdene i USA ble det prøvd ut en arbeidsmetode der en prøvde å beholde planterestene på eller nær overflaten ("matte-dyrking") ved hjelp av kultivator. I Midt-Vesten viste det seg imidlertid at maisavlingene gikk ned og at ugrasmengden økte ved grunnarbeiding. (Se Kuipers, 1970). Den såkalte minimalarbeidingen startet i USA i slutten av 1940-årene med ordtaket: "God jordstruktur lages ikke, men kan ødelegges av bensin!" Her lå det en antydning om at mye bruk av traktoren ikke er det samme som nyttig bruk. Pakking med traktor og andre maskiner ble snart erkjent som en av de uheldige sider ved mekaniseringen.

Er jordarbeiding nødvendig?

Gras og andre flerårige vekster vokser uten årlig jordarbeiding. Korn og andre åkervekster trenger derimot hjelp i starten - men hvor mye? Vi kan neppe gi svar på hvor mye jordarbeiding som er nødvendig, men vi kan si at moderne plantevernmidler, tidligere såing, tilstrekkelig gjødsling har gitt oss større valg-

muligheter. Det er i hvert fall helt klart at minst mulig jordarbeiding er en fordel, både fra jordstruktur- og kostnadssynspunkt. Den nederlandske forskeren van Ouwerkerk (1976) har stilt opp følgende jordarbeidingsystemer:

System	Pakking	Løsning
Løskultur	-	+
Tradisjonell jordarbeiding	+	+
Rasjonell jordarbeiding	-	-
Null-arbeiding	+	-

I løskultursystemet, som en bare kan oppnå i senger eller i driller, er det ingen pakking der plantene skal stå. Ved den tradisjonelle jordarbeidinga, f.eks. til korn, er det mye pakking og mye løsning av jorda. Ved null-arbeiding praktiseres direkte såing. Det foregår betydelig pakking, men ingen løsning. Ved bruk av såkalt rasjonell jordarbeiding prøver en å unngå både løsning og pakking. I praksis bruker en imidlertid plog til poteter og rotvekster og f.eks. kultivator i kornårene.

Kahnt (1976) bruker begrepene mekanisk, kjemisk, biologisk jordarbeiding. Den kjemiske jordarbeidinga består i bruk av plantevernmidler, kalk og gjødsel.

Disse tilførslene øker konkurransevnen for åkervekster. Den biologiske jordarbeidinga utføres av røtter, smådyr og andre levende organismer i jorda.

Kahnt deler den mekaniske jordarbeidingen i utføringsformer:

Tradisjonell jordarbeiding - Årlig pløying

Minimalarbeiding.

1. Forenklet jordarbeiding - Årlig pløying + redskapskombinasjoner
2. Direktesåing - Ingen pløying

Han sier videre at det er mange felles virkninger av jordarbeiding og vekstfølge (omløp):

Arbeid	Jordarbeiding	Vekstfølge
Jamning	+	-
Rensing (gjøre jorda svart)	+	-
Smuldring	+	+
Løsning	+	+
Fortetting, pakking	+	-
Mobilisering (f.eks. N, C)	+	+
Optimalisering (f.eks. O ₂ , H ₂ O, temperatur)	+	+
Opphenting (f.eks. stein, leire)	+	-
Blanding (f.eks. halm, husdyrgjødsel)	+	-
Undertrykking (ugras, sykdommer)	+	+

I samband med jamning bør en nevne at det kan oppnås det motsatte resultat (profilering, f.eks. ved oppdrilling). Hvis en tar med at det må brukes maskiner til andre vekster enn korn, er det klart at det kan oppstå pakking/fortetting også under overskriften vekstfølge.

Det organiske materialet.

Det normale er at C- og N-innholdet er størst i udyrket jord og avtar ved årlig jordarbeiding. Det er eksempler på at oppdyrking og årlig jordarbeiding har redusert humusinnholdet til det halve i løpet av en treårsperiode (Kononova, 1966 om nydyrket og vannet serosemjord i Syd-Sovjet).

Tid etter oppdyrking	% C	% Nedbrutt
Udyrket	0,78	
Bomull, 1. år etter dyrking	0,60	23
" 2. " " "	0,48	38
" 3. " " "	0,38	50

Derimot nevner hun at i chernozem-jord ("svartjord") ble bare 8 prosent av humusmengden nedbrutt i løpet av en 10-årig åkerperiode og 16 prosent nedbrutt etter 28 års åkerbruk. Denne jorda lå i et tørt område. For podsollignende jord nevner hun en nedgang på 43 prosent av humusmengden etter 13 års brakk uten gjødsling og 9 prosent nedgang etter 13 års brakk med husdyrgjødsel. I Norge har Uhlen (1967) funnet 3,40 prosent C i rent åkeromløp mot 3,58 % C i et åker-eng omløp med 2/3 eng - 14 år etter start av et forsøk som var lagt på tidligere dyrket jord. Det er altså en tæring på humus- og N-reserver under åkerbruk. En reduksjon av den årlige jordarbeidinga vil redusere omsetningen og spesielt vil grunnere jordarbeiding føre til en opphoping av organisk materiale i det øverste jordlaget. Etter 0-arbeiding har det vist

seg at oppsamlingen av N er noe mindre enn av C, noe som betyr at C/N-forholdet har økt i det øvre jordlaget. Cannell & Ellis (1976) viste at nitratinnholdet i jorda var mindre etter direkte såing enn etter pløying og at det var tegn som tydet på denitrifikasjon under våte forhold der det ikke var pløyd.

I jord med lite humusinnhold, f.eks. planert leirjord må det være direkte feil å pløye dypt hvert år. En redusert og grunn jordarbeiding kan med tida bygge opp humusinnholdet i topplaget. Dette vil øke infiltrasjonsevnen til jorda og dermed redusere faren for erosjon og skorpedanning.

Fordelingen av næringsstoffer.

Fosfor og kalium har vist en tydelig tendens til oppsamling i de øverste få cm av matjordlaget ved nullarbeiding. Derimot er det påvist mindre Ca og Mg i topplaget etter nullarbeiding.

Samspill jordarbeiding x nitrogengjødsling.

I utenlandske forsøk har det vist seg at avlingsøkningen for stigende nitrogenmengder fortsetter lenger for redusert jordarbeiding enn for jordarbeiding med plog (Kahnt 1976). Dette kan antagelig forklares ut fra C/N-forholdet, som nevnt tidligere. Det er også en erfaring at optimal jordarbeidingsdybde avtar med stigende N-gjødsling. Dette kan forklare hvorfor det tidligere var vanlig å oppnå ganske stor avlingsøkning for dyp pløying f.eks. på Balkan. N-gjødslingen lå der på et lågt nivå.

Forutsetninger for redusert jordarbeiding.

De tekniske forutsetningene for plogfri eller redusert jordarbeiding er at ~~trekk~~ maskiner og redskaper er tilpasset arbeidsmåten. Før såing direkte i uarbeidd jord må det brukes spesielle skålmaskiner, eller kombimaskiner med fresekniver som arbeider en smal stripe for sålabbene. Det kan også brukes en kombinert fresersåmaskin, hvor hele såbredden freses. Disse maskinene er tunge og krever store traktorer med sterk hydraulikk. For vanlig redusert jordarbeiding er tunge skålharver eller kultivatorer skikkelig redskap. Kultivatorene bør ha betydelig frigang både i høyde og side for ikke å tettes til av halm (70 cm avstand mellom tinder - 25 cm mellom tindedrag - 75 cm mellom ramme og tindespiss iflg. Køller, 1976).

De kjemiske forutsetningene for redusert jordarbeiding er at det brukes optimale mengder av N-gjødsel og at det fins virksomme ugrasmidler.

De biologiske forutsetninger dreier seg om vekster, vekstskifte, ugras og mengde av planterester. Det er svært vanskelig å unnvære ploegen til poteter og rotvekster, mens det er lettere å greie seg med andre redskaper til korn. En rasjonell arbeidning kan tilpasses et omløp med pløying det året det er poteter eller rotvekster, f.eks. hvert 4. år. Det har vist seg omtrent umulig å unngå formering av enkelte rotugras ved null-arbeiding, og det kan være vanskelig nok å mestre ugraset ved redusert jordarbeiding. På den annen side vil en unngå å bringe opp uspirt, gammelt ugrasfrø, noe som skjer ved årlig pløying. Halmmengdene fra siste høsting kan være en alvorlig hindring for såing der det praktiseres null-arbeiding. Problemet er tilstede også ved redusert jordarbeiding. Det kreves en grundig kutting og spredning av halmen før arbeidning.

Forsøksresultater med plogfri jordarbeiding i Norge.

Ved Institutt for jordkultur er det utført en rekke forsøk der pløying + harving er sammenlignet med fresing. I 1957 ble det utført et forsøk med forskjellige ombrytingsmåter for voll:

Tabell 1. Relative avlinger av korn etter ulike arbeidsmåter for ombryting av voll. 1957.

Arbeidsmåte	Relativ avling
Høstpløying + harving om våren	100
Vårpløying + " "	89
Fresing høst og vår	92
2 ganger fresing om våren	64

Det var svært mislykket med vårfresing på grunn av at det ble en blandingsbestand av korn og gras.

I en forsøksserie 1959-63 med tilsvarende forsøksplan i rent kornomløp ble det også minst avling etter vårfresing. Se tabell 2.

Tabell 2. Avlinger av vårkorn og prosent flerårige ugras (vesentlig kveke) etter ulik jordarbeiding. 16 høstinger.

Behandling	Relativ kornavling	Prosent ugras
Høstpløying + 2 harvinger om våren	100	14
Vårpløying + " "	94	21
Fresing høst og vår	93	10
2 ganger fresing om våren	86	22

De fleste forsøkene ble utført på leirjord.

Tabell 2 viser at det var minst avling etter fresing om våren. Såbedet ble svært løst og tørket ut. Det er trolig at fresing høst og vår ville gitt større avling hvis fresingen om våren hadde vært grunnere. (Det ble frest til 15-20 cm dybde hver gang).

I et forsøk på Romerike på siltig sand ble det forsøkt å ta inn et ledd med bare harving. Resultatene for fire år med korn og to år med poteter er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Avlinger, kg pr dekar, tørrstoffprosent i korn og legdeprosent i korn i et flerårig forsøk på Romerike 1964-1970.

Behandling	Kg pr dekar		Prosent tørrstoff korn	Prosent legde korn
	Poteter	Korn		
Høstpløying	2640	360	82,3	45
" + 1 harving like etter pløying	- 100	+ 2	- 0,1	- 7
Vårpløying	+ 250	+ 1	+ 0,1	- 2
" + " " " "	- 10	- 5	+ 0,9	- 7
Ikke pløyd, men harvet om våren	- 250	- 10	+ 1,2	-11

Det var tydelig at potetavlingene ble redusert ved å utelate pløying, mens kornavlingene holdt seg oppe. I korn var tørrstoffprosenten størst og legdeprosenten minst der det ikke var pløyd. Rotugraset ble ikke noe problem i dette forsøket på grunn av vekstskifte og fordi det var så ugrasrent ved start. I poteter har vårpløying gitt størst avling, noe som ofte er vanlig på denne jorda. En janneharving like etter pløying har redusert potetavlingen.

Høsten 1975 ble det anlagt noen forsøk med plogfri jordarbeiding på Sørøstlandet. Resultatene for 1976 er gitt i tabell 4.

Tabell 4. Kornavlinger 1976 i fire forsøk med pløying x stubbharving på Østlandet.

Behandling	Kg korn pr dekar	
	3 felter leirjord	1 felt siltjord
Ikke pløyd	278	362
" + stubbharving	- 13	- 20
Høstpløyd	- 11	- 42
" + "	- 11	- 27
Vårpløyd	- 19	+ 25
" + "	- 35	+ 2

Det går fram av tabellen at det var størst avling etter vårpløying på silt-jord, mens det var minst avling etter vårpløying på leirjord. Plofri jordarbeiding sto ellers fullt på høyde med de pløyde rutene på leirjorda.

Disse feltene vil bli mer interessante når de har ligget noen år.

Vi tar også med noen danske forsøksresultater etter Olsen (1976). I de danske forsøkene besto den reduserte jordarbeidinga i å utelate høstpløying og erstatte vårharving med fresing. Sum mannsarbeidstimer var 5,7 timer/ha for tradisjonell jordarbeiding, og 3,0-3,6 timer/ha for redusert jordarbeiding. Det er ikke lett å vurdere resultatene fra forsøket fordi det ble sådd sennep som grønn gjødsel ved redusert jordarbeiding, men ikke ved tradisjonell jordarbeiding. Avlingsresultatene er gitt nedenfor.

År	Kg korn pr dekar	
	Tradisjonell jordarbeiding	Redusert jordarbeiding
1973	460	440
1974	450	480
1975	380	440
1976	250	320
Middel	385	420

Det er særlig i de to tørkeårene 1975 og 1976 at den reduserte jordarbeidinga har vist seg brukbar.

Ellers kan det nevnes fra en rekke undersøkelser i England og Mellom-Europa at minimalarbeiding eller redusert jordarbeiding ser ut til å være en sikrere arbeidsmåte enn ren 0-arbeiding. Det har også blitt lagt merke til at bæreevnen for jorda er større etter null-arbeiding enn etter pløying, og at det blir svært mye av meitemarkganger under det porøse topp-sjiktet der det ikke er pløyd. Dette gjelder både null-arbeiding og annen plofri, grunn jordarbeiding. Dessuten er det observert negative virkninger av null-arbeiding på dårlig drenert mineraljord. På myr har det vært en fordel med minst mulig arbeiding.

Praktiske konsekvenser.

Plofri jordarbeiding omfatter både null-arbeiding med direkte såing og redusert jordarbeiding eller minimalarbeiding. I Norge er det for tidlig å si om null-arbeiding kan få noen betydning. Derimot ser det ut til at redusert jordarbeiding kan ha noe for seg i rene kornomløp. I omløp med korn og poteter kan en pløye i

Plantedyrkingsmøte Brummunddal

26. - 27. januar 1978.

DJUPARBEIDINGSFORSØK

PÅ ØSTLANDET.

OVERSIKT OVER NOEN FORSØKSRESULTATER

1959 - 77.

AV

ARNOR NJØS

INSTITUTT FOR JORDKULTUR

AS - NLH, Januar 1978

Plantedyrkingsmøte, Brumunddal 26.-27. januar 1978

FØRSTEAMANUENSIS ARNOR NJØS
INSTITUTT FOR JORDKULTUR.

DJUPARBEIDINGSFORSØK PÅ ØSTLANDET.
OVERSIKT OVER NOEN FORSØKSRESULTATER.
1959 - 77.

Med djuparbeiding mener vi arbeiding av jorda til større dybde enn det som er normalt. I korndyrkingsområdene på Østlandet, hvor ploegen fortsatt er hovedredskapet i den årlige jordarbeidinga, er normal pløyedybde 7-10 tommer eller 18-28 cm. Den vanligste dybden er sannsynligvis rundt 20-22 cm.

Formålet med djuparbeiding.

Det kan være ulike formål med djuparbeiding. I tidligere tider var dreneringen vanskelig på tett jord. Teigpløying, grubbing og torpedopløying kunne da være ledd i en vannregulering. I de vestlige delene av Irland, hvor det er et fuktig-mildt klima, er det vanskelig å unngå overbelastning av beiter på leirjord. Tråkkskader fører til at plantedekket blir skadet eller ødelagt. Reduksjon av dyretallet pr. arealenhet, overflateforming og forskjellige typer av djuparbeiding kan da være midler til å gi en større grad av tørrlegging. I disse områdene er det forsøkt med grusspalter ned til en halvmeters dybde og med avstander på 1,5-2m mellom spaltene.

I tørre områder er formålet for djuparbeiding å øke det tilgjengelige vannlagret for plantene. Tykke lag av grovt materiale under matjordlaget virker som sperresjikt for rotutvikling og kapillær strømming oppover. Også tette, eller harde lag kan være sperresjikt. Mengden av plantenyttbart vann er begrenset av hvor mye som er fysisk (energimessig) nyttbart og rotsystemets evne til å få tak i dette fysisk nyttbare vannet.

Rotsystemets evne til å utnytte vannlaget er begrenset både av rottybden og rottettheten.

Den vannmengden rotsystemet kan ta opp, kan vi kalle biologisk nyttbar vannmengde.

Vi tenker oss et jordprofil av oppbygning som nedenfor:

Lag	Dybde cm	Jordart	Fysisk nyttbar vannmengde	Biologisk nyttbar vannmengde
1	0 - 20	Moldrik fin sand	40 mm	40 mm
2	20 - 60	Grov sand	12 mm	-
3	60 - 100	Mellomleire	70 mm	-
Sum			122 mm	40 mm

Den fysiske nyttbare vannmengden er målt i trykk-kammer og er forskjellen mellom vanninnholdet ved 0,1 bar og 15 bar utdrivingstrykk.

I dette profilet er den biologiske nyttbare vannmengden bare ca. 40 mm, som ikke dekker mer enn et par ukers forbruk i mai-juni. En djuparbeiding burde her ha karakter av jordblanding, d.v.s. blanding av lag 2 og 3, mens lag 1 burde beholdes så langt det er teknisk mulig. Lagring av vann i ulike profiltyper er diskutert av NJØS (1977).

Organisk jord har liten fasthet og dermed liten bæreevne for dyr og maskiner. Innblanding av mineralmateriale for å øke fastheten er mulig der dybden til mineraljorda ikke er for stor. Slik blanding kan utføres med gravemaskin, stor plog, eller spesiell jordblandemaskin, f.eks. tilsvarende den som er utviklet av H.AAMODT (1976).

Organisk jord er vanligvis kald. Den har stort varmelager på grunn av stort vannlager. Organisk jord har liten temperaturledningsevne. Temperaturledningsevne (D) er forholdet mellom varmeledningsevne (K) og varmekapasitet på volumbasis (C), altså $D=K/C$. Det øvre laget i torvjord har lett for å tørke ut, og varmeledningsevnen blir den begrensende faktor for oppvarming. De dypere lagene er nær metning, og dermed er varmekapasiteten svært stor og begrensende for oppvarming.

Innblanding av mineraljord i torv vil føre til mindre varmekapasitet og større varmeledningsevne, derfor en økt temperaturledningsevne. Dette gir igjen raskere oppvarming om våren og mindre fare for frost i veksttida. I vintertida kan mineralinnblanding minke risikoen for frostheving.

Djuparbeidingsforsøk i perioden 1959 - 1977.

I perioden 1959-1977 er det utført en rekke djuparbeidingsforsøk på Østlandet.

A. FORSØK MED DJUPARBEIDING TIL

CA. 35 CM DYBDE. (Institutt for Jordkultur)

Under tørkesommeren 1959 ble det mange steder observert mye frodigere vekst over grøftene enn mellom dem. Dette førte til interesse for djuparbeiding. Høsten 1959 og de nærmeste årene ble det startet noen forsøk med nybrottsplog (ca. 18 tommer = 45 cm bredde) med og uten grubber. Vi skal i det følgende gjennomgå noen resultater fra disse forsøkene:

1. Kvakestad, Askim. Stiv leire.

For vurdering av fysiske jordegenskaper, se fig. 1, nedre del. Avlingsresultater er gitt i tabell 1.

Tabell 1. Avlinger, kg og føreheter pr dekar, i forsøk i Askim.

Behandling	Bygg 1960	Før	Bygg 1962	Bygg 1963	Før-
		marg kål 1961			enheter 1960-63
A. Pløyedybde ca. 18-20 cm	369	960	341	319	440
B. " " 35 cm	361	960	322	300	428
C. A+grubbing til ca. 35 cm	380	960	317	300	432
LSD 5%, sign. for F-verdi	44	41	29	18	

Förmargkål er oppgitt som kg tørrstoff pr dekar, mens kornavlingene er beregnet ut fra 15% vanninnhold.

I 1963 var det signifikant avlingsnedgang for djuparbeiding i forhold til normal pløyedybde. I middel for de fire årene var det ikke signifikant virkning av djuparbeiding. Heller ikke var det signifikante utslag for jordforbedringsmidler som var tilført ved anlegg, eller for samspill. Djuparbeiding var utført bare i 1959.

2. Løken, Røyse i Hole. Siltig mellomleire.

For vurdering av de fysiske jordegenskapene, se fig 1, øvre del. Med hensyn til navnet på jordarten, se NJØS og SVEISTRUP, (1977). Avlingsresultatene i dette forsøket er gitt i tabell 2.

Tabell 2. Avlinger, kg og føreheter pr dekar, for forsøk i Hole (15% vann i korn, 10% vann i raps)

Behandling	Før-					enheter
	Bygg 1963	Bygg 1964	Raps 1965	Bygg 1966	Havre 1967	
A. Pløyedybde, ca. 18-20 cm	400	308	170	213	303	291
B. " ca. 35 cm	401	374	169	191	278	295
C. A+grubbing til ca. 35 cm	419	348	180	198	326	307
LSD 5%, sign. for F-verdi	24	38 ^{xx}	33	35	24 ^{xx}	

Djuparbeiding var utført i 1962 og 1963. Etter den andre djuparbeiding var det signifikant avlingsøkning for djuppløying i 1964. Men det var signifikant avlingsnedgang for djuppløying i 1967. I middel for de fem årene var det ingen signifikante utslag for djuparbeiding.

I dette forsøket ble det som andre faktor brukt N-gjødsel. Det var signifikante meravlinger for stigende N-mengder i 1963, 1965, 1966 og 1967 og signifikant avlingsnedgang for stigende N-mengder i 1964. Det var 50 prosent legde ved 6,2 kg N og 93 prosent legde ved 9,3 kg N i 1964. Legdetallene for A-B-C var 61-39-55 prosent, noe som kan tyde på at avlingsutslagene i 1964 hadde sammenheng med legdeprosenten. Det var ingen signifikante samspill i forsøket.

De to forsøkene på leirjord har altså ikke gitt noen tydelig positiv virkning på djuparbeiding. Det negative avlingsutslaget for djuparbeiding i Askim i 1963 synes å tyde på at under våte forhold (stor nedbør sommeren 1963) kan det være uheldig at den naturlige strukturen i leirjorda er forstyrret.

3. Fossum, Nes, Romerike. Siltig sand.

Det foreligger ikke noen profilundersøkelse på dette forsøksstedet, men stedet er bare noen hundre meter fra et djuparbeidingsforsøk hos Sverre Kjuus. Se fig. 3, nedre del for sammenlignbare forhold i lagene under matjordlaget. Selve matjordlaget er mindre leirholdig på Fossum. Avlingsresultatene for forsøket er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Avlinger, kg pr dekar, i forsøk på Romerike (15% vann i korn)

Behandling	Bygg		Havre		Poteter	Før
	1962	1963	1964	1965	1966	enheter 1962-66
A. Vanlig pløyedybde, ca. 18-20 cm	226	309	323	324	2630	337
B. Pløyedybde ca. 35 cm	245	298	330	299	2660	337
C. A+grubbing til ca.35 cm	231	302	304	328	2510	328
LSD 5%	33	31	42	62	160	

Det var ikke signifikante utslag for djuparbeiding i noen retning. Legdeprosenten var gjennomgående høg, i middel for de fire kornårene var den 63-45-53 for A-B-C.

Ser vi på alle tre forsøk under ett og samtidig på fig. 1 og 3 synes det å være klart at det er forholdsvis mye nyttbart vann i jordprofilene i de lagene som er berørt av djuparbeidingen. Det har heller ikke vært noen rotsperresjikt som kunne endres ved arbeiding til 35 cm dybde. Under slike forhold kan en derfor ikke vente positiv virkning av arbeiding til ca. 35 cm dybde.

B. FORSØK MED DJUPARBEIDING TIL

DYBDER OVER 35 CM

(Institutt for jordkultur og
Landbruksteknisk institutt)

Institutt for jordkultur og Landbruksteknisk institutt ved Hans Aamodt har hatt en rekke forsøksfelter med djuparbeiding til større dybder. Disse feltene kan grupperes etter jordtype i fire grupper:

1. Siltjord i Lesja og på Romerike.
2. Grunn myr i Solør og på Romerike.
3. Leirjord.
4. Sand over leire langs raet i Østfold.

Forsøkene er langvarige. Mange av dem blir fortsatt høstet. Noen er høstet bare et par ganger, andre er stelt for dårlig. Materi let er derfor nokså blandet. Dette er et vanlig problem når slike forsøk skal legges ut på spredte felter. På den annen side har formålet med forsøkene vært å undersøke virkningen av djuparbeidin på bestemte jordtyper.

1. Siltjord i Lesja og på Romerike.

Som eksempel tas her med ett av forsøkene på Lesjaleirene, B.B. Storhaug. Resultatene av dette forsøket er vist i tabell 4.

Tabell 4. Avlinger, kg høy pr. dekar, B.B. Storhaug, Lesja, 1967-1972.
Sandig silt, sterkt lagdelt, typisk flomprofil.

Behandling	1957	1968	1969	1971	1972
A1 Stubberiver + skålharv, ca. 30 cm (1965)	98	510	292	803	46
A2 Skjerpeplog, ca. 60 cm (1965)	520	520	325	721	38
A3 Aamodts plog, ca. 90 cm (1965)	510	510	332	852	31
A4 " " , ca. 120 cm (1965)	620	620	316	570	31
LSD 5%, sign. av F-verdi	131*	111	91	266	10
N1 5,6 kg N i Fullgj.A (5 kg N 1969)		350	115		
N2 5,6 " N i Fullgj.A+3,1 kg N i kalksalp. (10kg N 1969)		530	287		
N3 5,6 " N i Fullgj.A+6,2 kg N i kalksalp. (15kg N 1969)		740	547		
LSD 5%, sign. av F-verdi		190**	75**		
B1 0 kg kalksteinsmjøl pr. dekar 1970				680	51
B2 400 kg " " " "				690	31
B3 800 " " " "				839	21
LSD 5%				760	51

Av dette forsøket kan en dra noen forsiktige slutninger.

- a) De positive avlingsutslagene for djuparbeiding det første året endret seg til negative utslag mot slutten av perioden. I 1971 (6 år etter anlegg av feltet) var avlingsforskjellen mellom djupeste og grunneste arbeiding negativ og omtrent like stor som LSD 5%. I 1972 var det i middel signifikant mindre avling på alle ledd med djuparbeiding i forhold til leddet med grunnest arbeiding.
- b) De to årene med nitrogengjødsling som forsøksfaktor viste at nitrogentilførselen sannsynligvis har vært den avgjørende begrensningen for avlingene.

Sett i sammenheng med to andre felter i Lesja med lignende jordart, men dårligere drenert i naturlig tilstand, synes resultatene å tyde på at djup jordarbeiding ikke har noe for seg. De positive resultatene av djuparbeiding i starten kan skyldes nitrifikasjon av humus som er brakt opp til overflaten fra dypere lag. Under andre forhold kan oksydasjon av slike humuslag føre til svovelsyredanning og sterk pH-senking. På dette feltet har en ikke observert en slik virkning.

2. Grunn myr i Solør og på Romerike.

Som et representativt felt for dette området kan vi bruke Vansum, Nes R. De fysiske jordforholdene kommer ganske klart frem av fig. 3, øvre del. I den øvre meteren er det hele 266 mm fysisk nyttbart vann, altså ingen grunn til å vente positiv virkning av djuparbeiding med hensyn til utvidelse av vannlagret for plantene. Avlingsresultater er gitt i tabell 5.

Tabell 5. Avlinger, kg pr dekar, i forsøk på myr over sandig silt, Vansum, Nes R. Opprinnelig ca. 15-65 cm torv - sandig silt/siltig sand - leire. Dybde til leire: 90-130 cm.

Behandling	Havre·Bygg Bygg			H a v r e			
	1969	1970	1971	1973	1975	1976	1977
A Pløyedybde 30 cm 1967	29	213	199	449	442	566	428
B " 60 " 1967	138	329	283	426	451	552	384
C " 90 " 1967	86	293	290	469	407	558	410
D " 120 " 1967	190	292	299	390	350	475	400
LSD 5%, sign. av F-verdi	86*	107	70*	77	92	104	31

Avlingsmålingene viser litt av samme tendens som forsøket i Lesja. Men i forsøket på Romerike har den positive virkningen av djuparbeiding holdt seg de tre første høsteårene (feltet ble anlagt 1967). I 1973, 1975 og 1976 var det minst avling ved djupest pløying, i 1977 var det små forskjeller mellom ledd, men det var størst tallmessig avling ved grunnarbeiding. I middel for alle høsteårene var avlingene:

Ledd	Korn Kg/dekar
A	332
B	368
C	359
D	342

Det er små forskjeller i middelavlinger, men ledd B, 60 cm pløydybde i 1967, har gitt 36 kg høyere kornavling enn 30 cm pløydybde i 1967.

HESTETUN (1977) fant at infiltrasjonsevnen for vann var redusert og at fastheten var økt ved djuparbeiding. Dette gjaldt også andre forsøksfelter på grunn myr over finkornet mineraljord.

Praktikerne hevder, at de har observert som positive virkninger av djuparbeiding på grunn myr at det er større bæreevne for maskinene, raskere oppvarming om våren og mindre frostfare.

I 1976 og 1977 ble det utført et omfattende uttak av prøver for kjemiske og fysiske analyser for å finne virkninger på organisk materiale, vannhusholdning, jordtetthet og fasthet av djuparbeiding. Analyseresultatene, som ennå ikke er ferdige, vil kunne kaste nytt lys over virkningene av djuparbeiding.

3. Leirjord.

Som eksempel på forsøksresultater fra leirjordsdistriktet er tatt med et felt på Aarnæs i Marker. Planen var noe annerledes enn for Lesja, Romerike, Solør, fordi noe av hensikten var å øke dreneringsintensiteten. Det ble lagt vekt på at pløye- og grubberetningen skulle krysse grøftene i rett vinkel og at rutedelene lå over grøftene. De fysiske egenskapene for jorda går fram av figur 4, som bl.a. viser at mengden av fysisk nyttbart vann er

betydelig større enn på den stive leira i Askim. Men i matjordlaget er det omtrent ikke luft ved øvre grense (0.1 bar), noe som er uvanlig, selv på de stive leirene. I dette tilfelle har det sammenheng med at jorda sveller betydelig ved metning og krymper ved uttørking. Denne leira ligger like ved Øymarksjøen og har muligens en annen avsetningshistorie enn vanlig for de stive leirene.

Behandling.

- A. Normal pløyedybde (ca. 20 cm)
- B. Grubbing 50 cm dybde, avstand ca. 2 m, 1967
Pløying 50 " " , 1969
- C. Grus i gruppespalter, 50 cm dybde, avstand ca. 2 m, 1967
- D. Kalk i grubbespor, 50 cm dybde, avstand ca. 2 m, 1967. Kalkmengde i gruppespor 450 kg kalksteinsmjøl pr. dekar.

I tabell 6 er vist avlingsresultatene for Aarnes.

Tabell 6. Avling av korn, kg pr dekar, i forsøk på Aarnes, Marker. Stiv leire

Behandling	Bygg 1968	Havre 1969	Bygg 1970	Havre 1971	Havre 1972	Bygg 1973	Bygg 1975	Bygg 1976	Bygg 1977
A	445	299	311	332	316	350	413	476	413
B	506	311	258	377	339	355	418	435	440
C	489	325	329	384	302	356	427	454	415
D	492	319	323	407	303	347	415	450	417
LSD 5%	74	50	68	79	49	42	60	73	55

I 1977 var det signifikant høyere kornprosent i ledd B enn de andre leddene. Vi legger merke til at året etter den djupe pløyninga på B (1970) var det betydelig avlingsnedgang for dette forsøksleddet, på grunn av svært grov struktur. I middel for de 9 høstearene er avlingene for djuparbeiding:

Ledd	Kg korn/dekar
A	373
B	382
C	387
D	386

Det er ytterst små forskjeller i løpet av denne lange perioden. Når det gjelder leirjord ser det altså ut til at den er dynamisk nok i seg selv til å sikre en djup rotutvikling. Med hensyn til dreneringsvirkning av djuparbeiding er et adskillig mer interessant spørsmål om grøftedybden bør økes, slik at oppsprekkingen i tørkeperioder kan gå lenger ned enn i dag.

Både disse forsøkene og forsøkene med pløying til ca. 35 cm dybde viser omtrent samme resultat for leirjorder, nemlig små eller ubetydelige utslag for økt arbeidingsdybde. Dette kan sannsynligvis forklares ut fra vannusholdning og næringsopptak. Det er nyttbart vann i alle lag i en leirjord. Hvis røttene kommer ned i dypere lag før jorda herdner om våren, eller hvis åkeren er sådd så tidlig at mye av veksten foregår før vannforbruket blir for stort, vil det nyttbare vannlaget i jorda i mange tilfelle kunne dekke nedbørunderskuddet under forsommertørken. Derimot kan det bli stor avlingsnedgang hvis det ikke er tilstrekkelig fuktighet til fullt næringsopptak under den første del av veksten (spiring/busking i korn). På grunn av sein såing i 1977 kunne det i leirjordsområdet ha blitt store tørkeskader i vårkorn, hvis sommerværet hadde blitt som i 1975 eller 1976. Men i 1977 kom det en periode med kaldt vær og regn først i juni. Dermed var både næringsopptaket og buskingen sikret.

4. Sand over leire langs raet i Østfold

Langs vestsiden av raet i Østfold er det betydelige arealer, muligens rundt 10 000 dekar, som har et forholdsvis grunt rotsperrelag over leire. Møldinnholdet i topplaget er jamnt over stort - etter minst et par tusen år med stor planteproduksjon, ofte i form av lauvskog. Tørkeårene slår sterkt ut i disse områdene, når det dyrkes jordbruksvekster. Også i normale år er det stagnasjon i veksten i forsommertida. Veksten er ofte sterk til et visst punkt, når vannet i det humusrike topplaget er oppbrukt.

Som eksempel på et forsøksfelt innafor denne jordtypen kan vi ta Carlberg i Rygge. De fysiske forholdene er illustrert i fig. 2, øvre del. Tabell 7 viser avlingsresultatene de årene feltet har vært høstet.

Tabell 7. Avlinger, kg pr dekar, i forsøk på Carlberg, Rygge.
Grovt sand over leire. Dybde til leire ca. 60 cm.

Behandling	Bygg	Høstrug	Bygg	Kveite	Middel
	1970	1974	1975	1977	4 år
A. Pløyedybde ca. 23 cm	289	519	193	567	392
B. " 45 cm 1969	348	516	207	635	427
C. " 60 " "	362	573	221	641	449
D. " 75 " "	394	630	261	658	486
LSD 5%, sign. av F-verdi	23 ^{xxx}	27 ^{xxx}	21 ^{xx}	66 ^x	

Dette forsøket viser helt klare positive virkninger av djuparbeiding. Virkningen kan stort sett beskrives slik: a) En klar positiv virkning av pløying til 45 cm dybde i forhold til normal pløyedybde. b) Pløying til 75 cm dybde har gitt større utslag i forhold til 60 cm, enn 60 cm dybde i forhold til 45 cm. Dette henger sammen med at det ved største pløyedybde er hentet opp en del leire for innblanding i det grove materialet, slik at vannlagringsevnen er blitt utvidet. Kornprosenten gikk opp ved djupere arbeiding.

I et forsøk i Rokke ved Halden var det ikke mulig å få tak i noe leire, fordi den lå for dypt. I korn var resultatet at pløying til ca. 40 cm dybde ga større avling enn djupere pløying. For høy var det ingen positive utslag for djuparbeiding, noe som kan ha sammenheng med vekstrytmen for graset. Første-slåtten er allerede utvokst ved den tida tørken setter inn for fullt (ca. midten av juni), og rotsystemet er grunnere for gras enn for korn.

I tabell 8 er gitt avlingsresultater for forsøk på V. Eng, Rokke, Halden.

Tabell 8. Avlinger, kg pr dekar, i forsøk på V. Eng, Rokke, Halden

Behandling	Bygg 1971	Kveite 1976	Førra ^x 1977
Pløyedybde, ca. 23 cm	316	101	509
" " 40 " 1970	364	175	719
" " 55 " "	361	99	563
" " 110 " "	331	101	582
LSD 5% og sign. av F-verdi	63	39 ^{xx}	185

x) 85% tørrstoff

Det viste seg forholdsvis tydelig at 40 cm pløyedybde har gitt en betydelig avlingsøkning og at denne pløyedybden har vært mest gunstig av de, som er prøvd.

De fysiske forholdene i jordprofilen på V. Eng er vist i fig. 2, nedre del (Kolberg, Halden). Av figuren ser en at i det aktuelle profilet var det betydelig leirinnhold fra ca. 75 cm dybde. Men der hvor feltet er høstet, var det ikke blandet inn leire i rotsperrelaget, selv ved største pløyedybde. På én del av feltet var det imidlertid litt bedre vekst ved 110 cm pløyedybde enn ved 55 cm.

På grov jord ser det derfor ut til at en økning av pløyedybden til 40-45 cm dybde er forsvarlig dersom forholdene er slik som på disse to feltene, nemlig at moldinnholdet i topplaget er stort - minst 5-6 prosent. Er det mulig å blande inn underliggende leire i det grove materialet vil dette gi en betydelig økning av det vannlaget som er nyttbart for planteveksten.

Sammendrag.

Djuparbeiding har gitt klart positive avlingsutslag i korn for pløying til 40-45 cm dybde på sandjord der det gamle ploglaget har stort moldinnhold, minst 5-6 prosent. Pløying til større dybde har gitt ytterligere avlingsøkning dersom et underliggende leirelag har blitt blandet inn i sandlaget.

Djuparbeiding på leirjord har ikke gitt noen avlingsøkning. Det har vært noen få tilfelle av negativt avlingsutslag for djup pløying, og noen få tilfelle av positivt avlingsutslag.

Djuparbeiding på grunn myr over silt- eller leirjord har gitt avlingsøkning de første årene, men deretter ingen virkning, eller avlingsnedgang på lengre sikt. Bæreevnen er økt. I visse tilfelle er infiltrasjonsevnen gått ned for innblanding av silt i torv. Etter praktiske erfaringer minker frostfaren ved djup jordblanding på myr.

Litteratur

HESTETUN, N. 1977. Vassleiningsevne og fasthet. Forsøk i blandingsjord av mineralmateriale og torv. Jord og Myr 1(3/1977):54-62.

NJØS, A. 1977. Lagring av vann i noen profiler på Østlandet. Plantedyrkingsmøte Ås-NLH, 17.-18. februar 1977:1-10.

NJØS, A. og T.E. SVEISTRUP 1977. Kornstørrelsesgrupper i mineraljord. Forslag til klassifisering. Jord og Myr 1(2/1977):29-43.

AAMODT, H. 1976. Oversikt over utstyr for nydyrking og aktuelle dyrkingsmetoder. Landbruksteknisk institutt 11/76 Serie C, Nr. 111:1-53.

Fig.1. VOLLINDIAGRAMMER for LEIRJORD

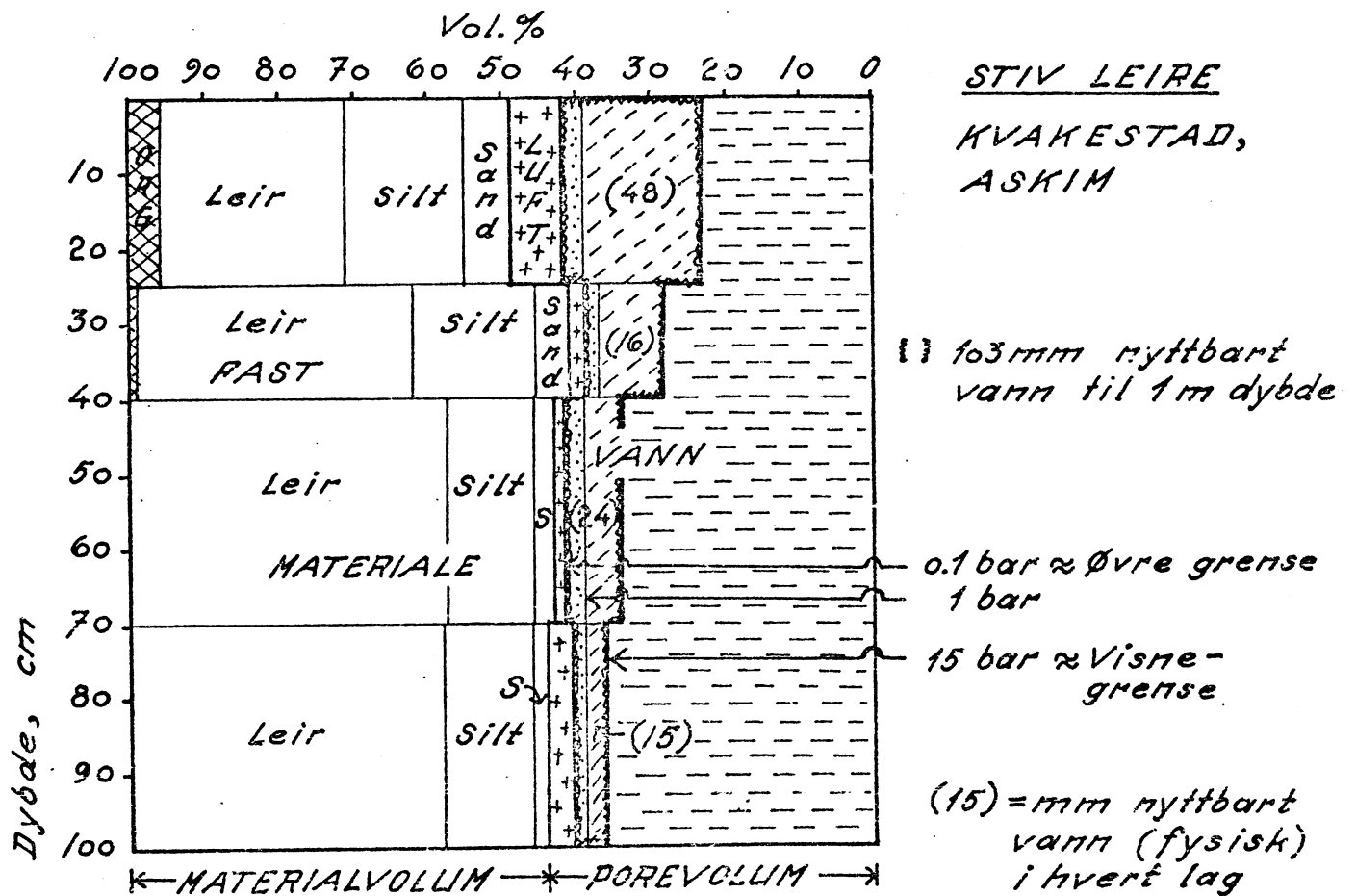
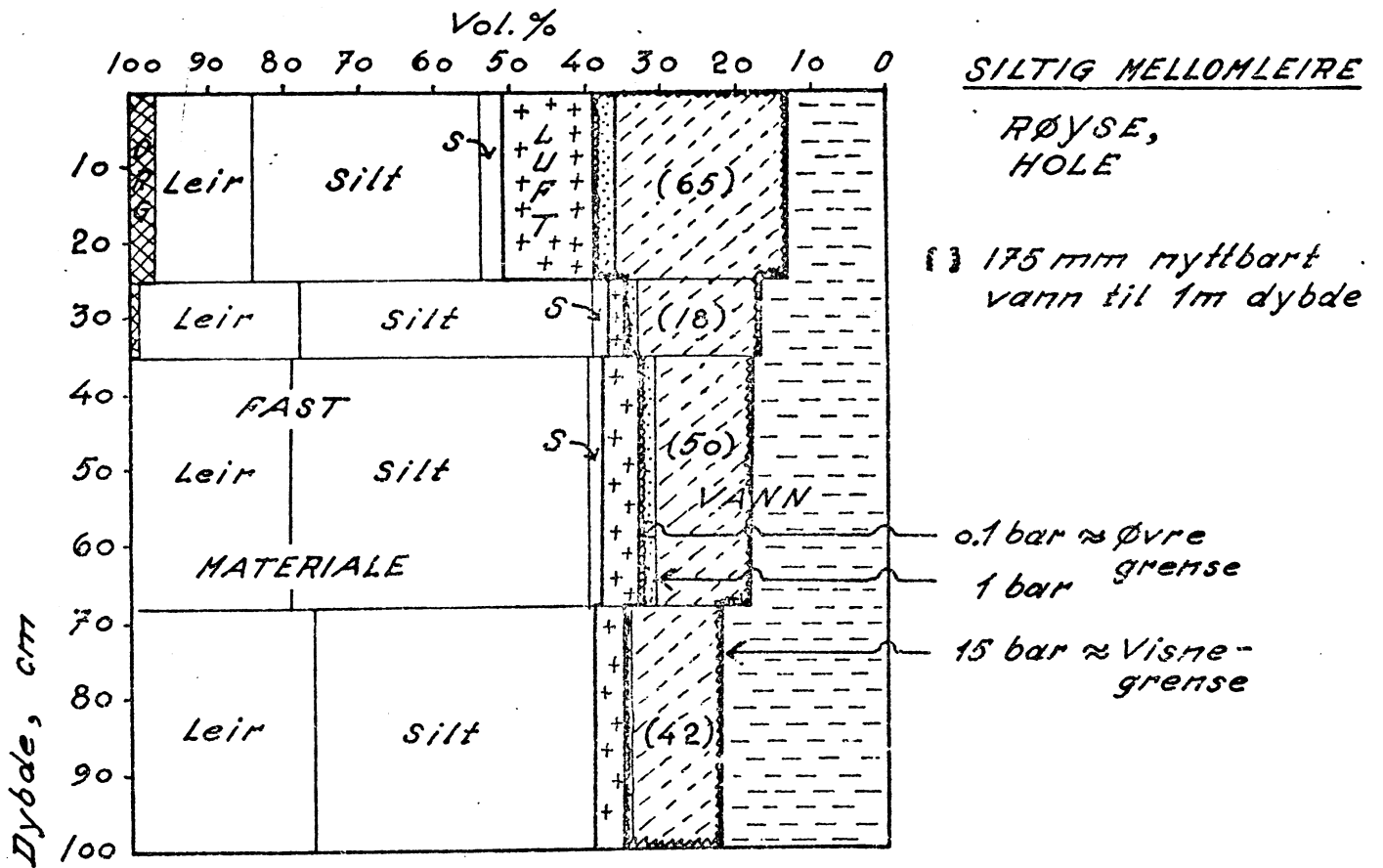


Fig. 2. VOLUMDIAGRAMMER for SAND over LEIRE

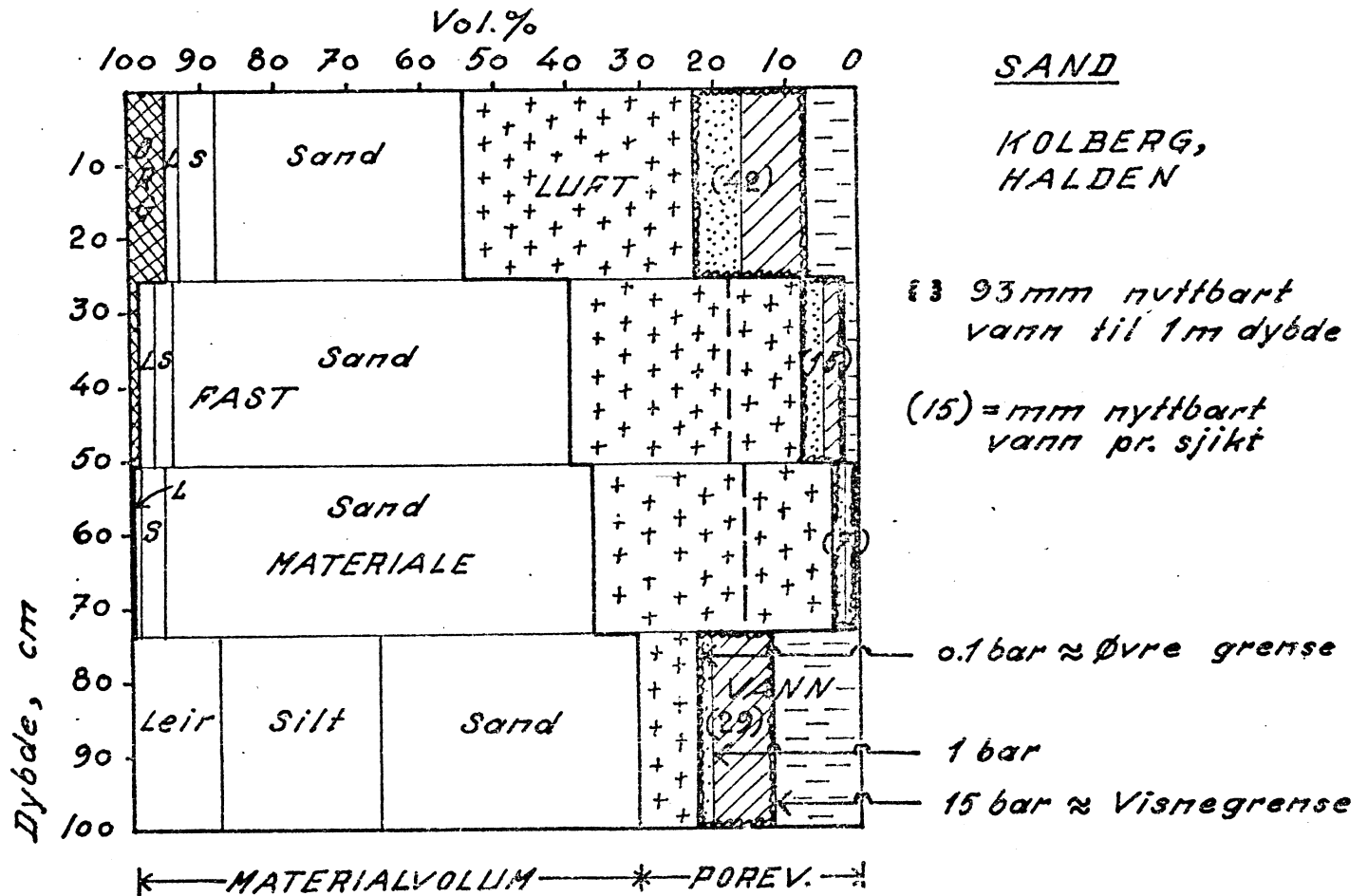
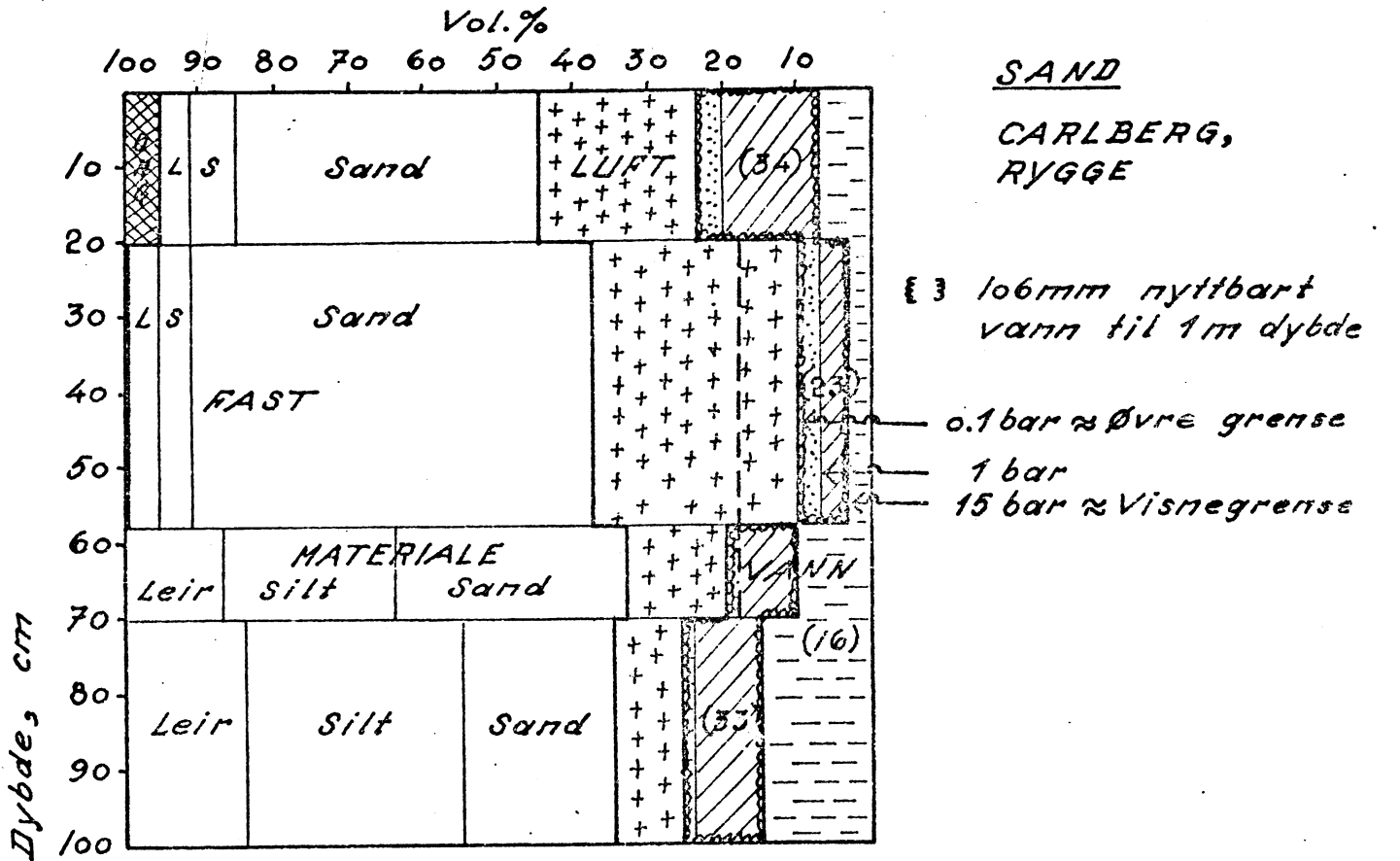


Fig.3. VOLLUMDIAGRAMMER for LAGDELT JORD på ROMERIKE

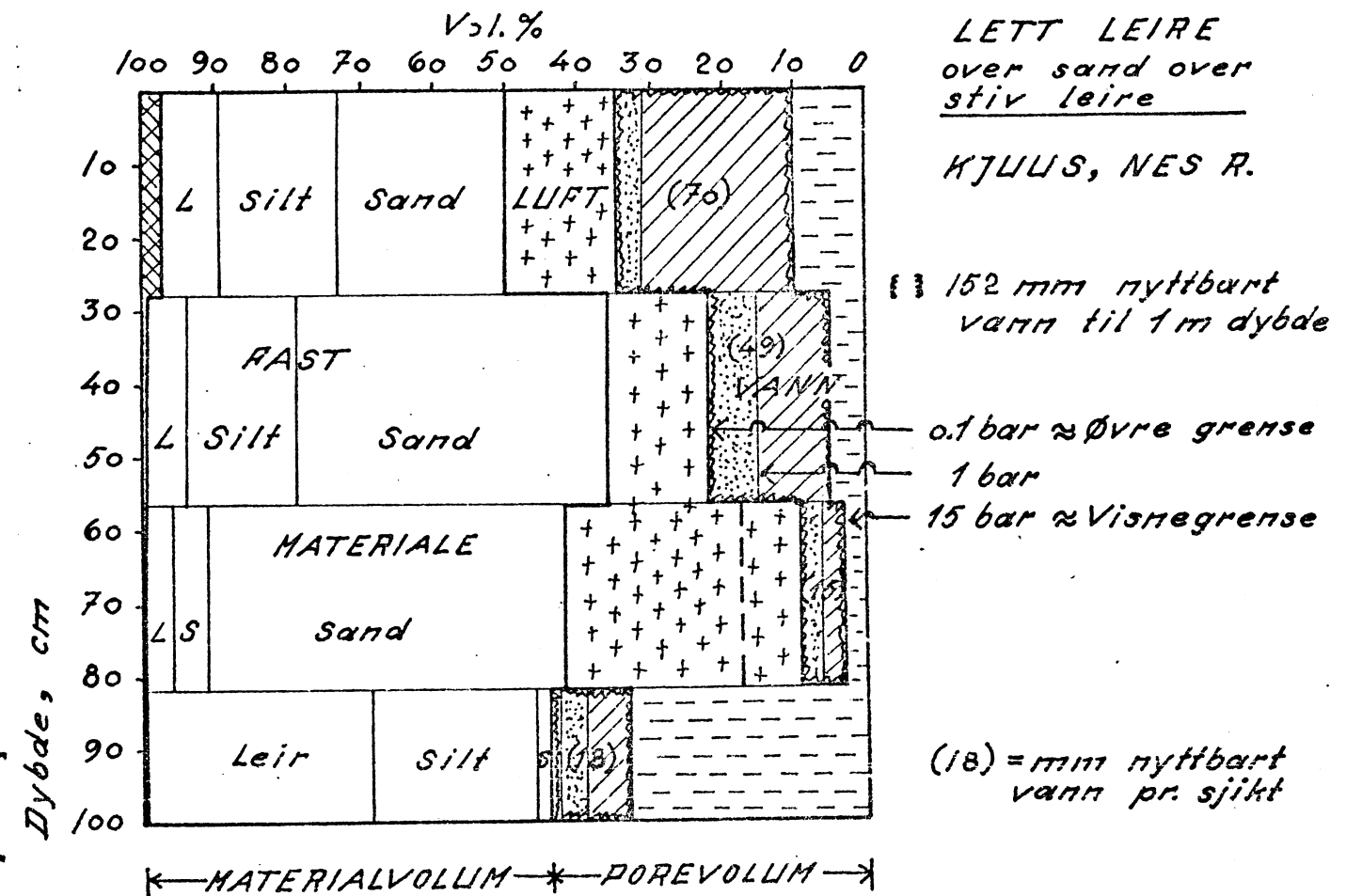
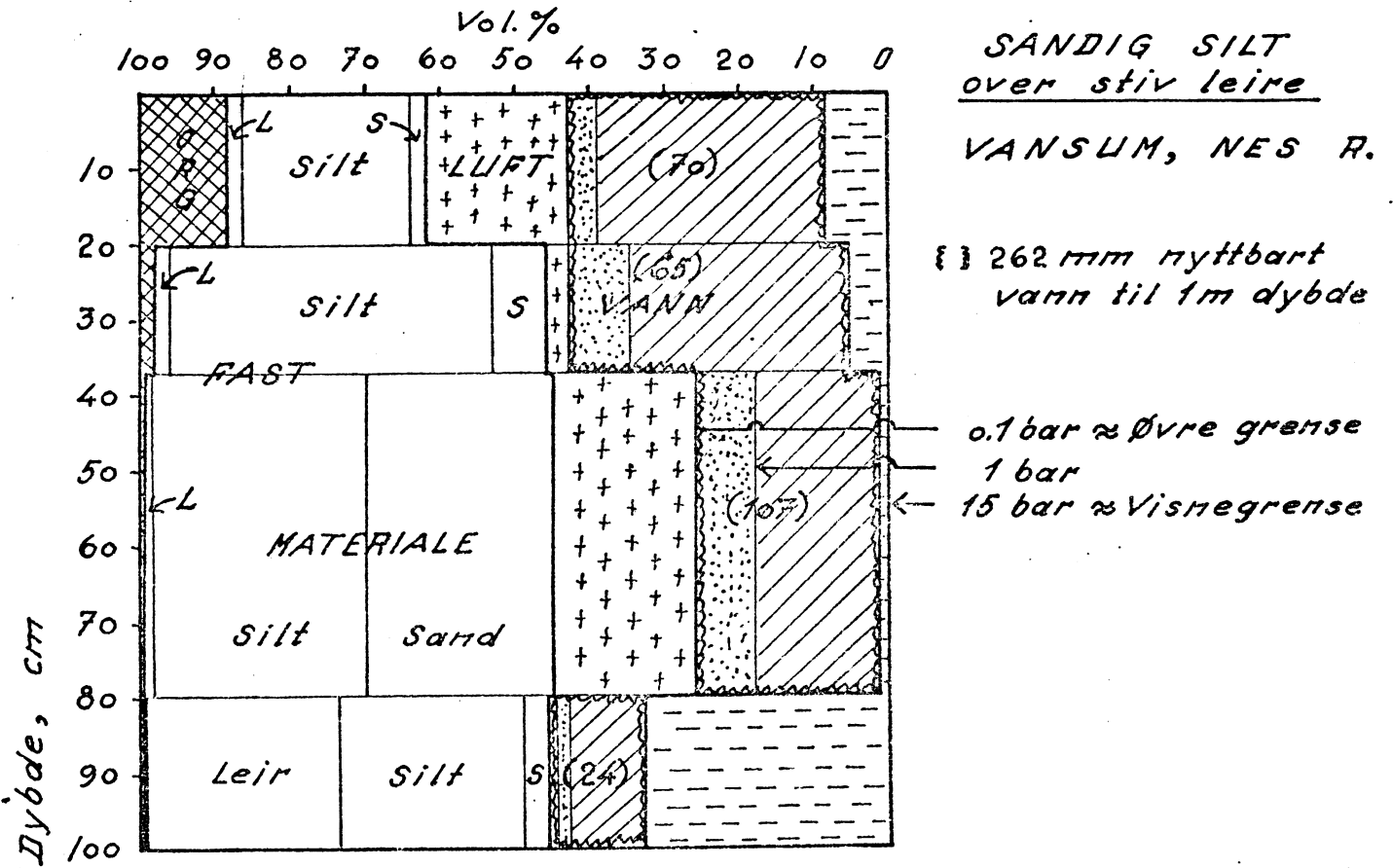
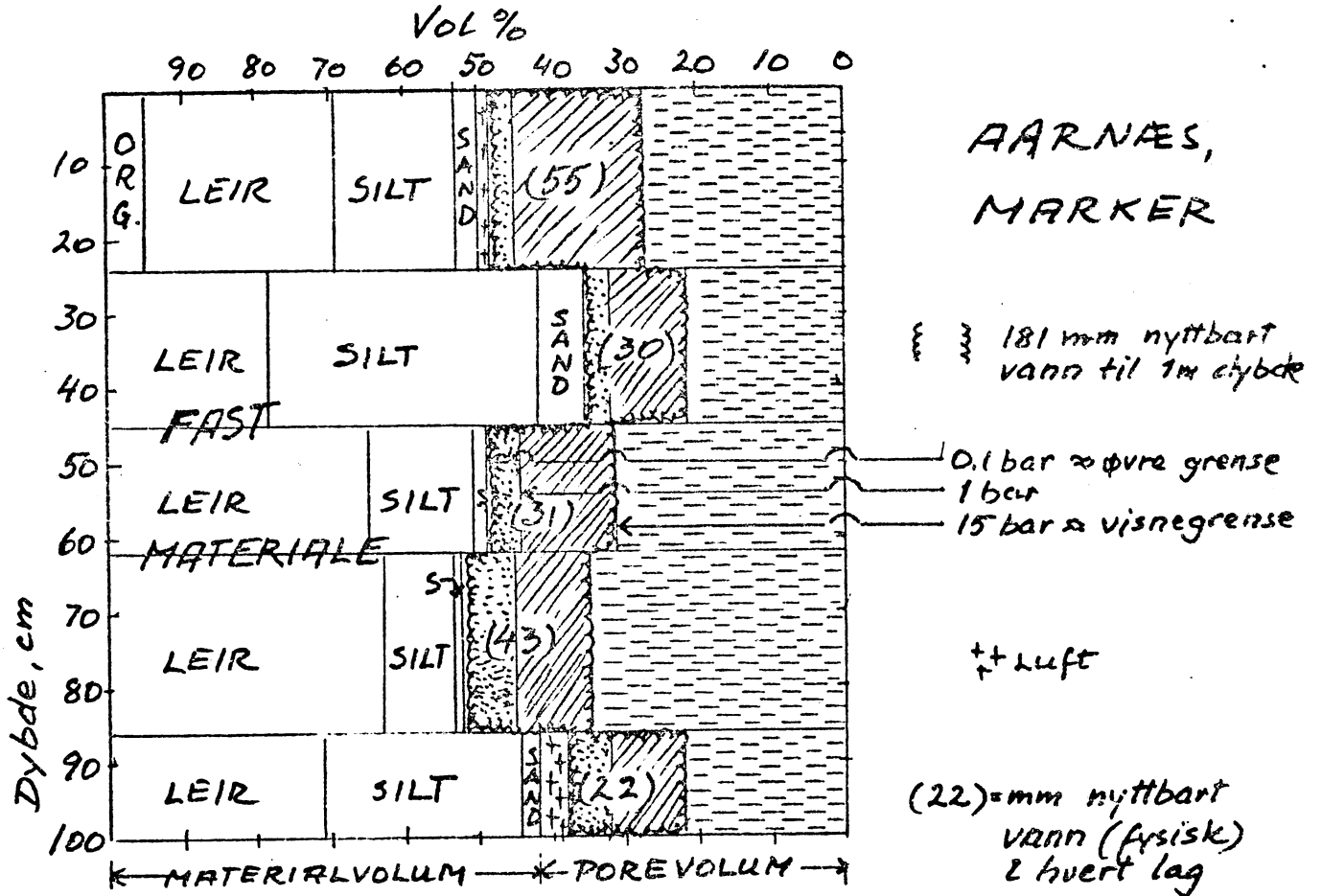


FIG. 4. VOLUMDIAGRAM FOR STIV LEIRE



Vurdering av mineraljord til dyrking
~~Forslag~~ ~~Skisse~~ til ~~frengangsliste~~ for klassifisering

Av

Arnor Njøs

Forutsetninger og målsettinger for nydyrking

I samtaler med fagfolk fra andre land vil utlendingene ofte ryste på hodet når de får høre om nydyrking i Norge. Hvordan kan et land med så begrensede muligheter for jordbruk i det hele tatt tenke på nydyrking? Hvorfor ikke bytte fisk og industrivarer mot korn og kjøtt? Hvorfor ikke bruke oljeinntektene til å kjøpe billig mat? Til det siste er å si at oljeinntektene - om de kommer - i alle fall vil bli kortvarige. Hvis tidsperspektivet er bare én generasjon og målet er størst mulig materielt forbruk, kan det være riktig å selge olje og kjøpe mat. Men hvis tidsrammen er noe lenger, bør investeringene i produksjonsapparatet telle mest.

De politiske målsettingene er mange. Den mest overordnede av alle er sannsynligvis nasjonal handlefrihet. Forutsetningene for en slik frihet er også mange. En av de viktigste er at folket kan være sikre på en rimelig matforsyning. I krisesituasjoner, f.eks. krig, må en regne med langvarig avskjæring av tilførselene fra andre land. Det gjelder både mat- og kraftförimport. Den politiske handlefriheten er derfor sterkt avhengig av vår egen matproduksjonsevne. Ved kortvarig avskjæring, kan desentraliserte matlagre være tilstrekkelig beredskap. Men når det gjelder sju magre år, eller enda mer, da vil vår egen produksjonsevne telle svært mye.

De økonomiske forutsetningene for nydyrking er todelte. Samfunnet ønsker full markedsdekning av billig mat. Den enkelte bonde ønsker en sikker årsinntekt som er minst like stor som andre store grupper i samfunnet. Samfunnet må vurdere alle kostnader og risikomomentet, f.eks. transport av mat og driftsmidler, risiko for forurensinger, virkning på lokalt arbeidsliv, lokal selvforsyning og på landets beredskap. Bonden vurderer nydyrking ut fra sitt produksjonsapparat, tilskottsordninger, priser på produkter og driftsmidler. Han må også vurdere bruksverdien før dyrking mot

bruksverdien etter dyrking. Endelig kan han ønske å levere fra seg gården i bedre stand enn da han tok over. De økonomiske forutsetningene er tidsavhengige.

De tekniske forutsetningene er tidsbestemte i likhet med de økonomiske. Ved slutten av 1970-årene er det selvsagte forutsetninger at driften skal være mest mulig fullmekanisert. Det skal være mulig å bruke en fullstendig maskinpark med traktor og skurtresker i kornproduksjonen og en mekanisert høsting i grasproduksjonen. Risikoen for skader på folk og maskiner som følge av bratt terreng eller stort steinnhold bør være minst mulig. Jordas bæreevne bør være så stor at det er mulig å bruke maskiner uten særlig tidsbegrensing. Arealene bør være sammenhengende, store og ha slik form at det blir minst mulig tomkjøring. Avstanden til driftsbygningen bør også være minst mulig. De fleste tekniske begrensninger vil samtidig være økonomiske begrensninger.

De biologiske og dyrkingsmessige forutsetningene er at hvert areal passer for bestemte vekster og driftsformer. Normalt er vekselbruk den driftsformen som på lang sikt gir minst risiko for nedgang i jordas produksjonsevne, i form av utpining, erosjon og oppsamling av skadelig smitte av sykdommer og skadedyr. Vekstvalget er stort i låglandet på Jæren, Østlandet og i Trøndelag, mens det er lite høgt til fjells og langt mot nord. Fra et biologisk/dyrkingsmessig synspunkt er det riktig å tilpasse vekstvalg, vekstskifte, jordkultur og plantevern til de naturgitte forholdene med sikte på å produsere årsikre, store avlinger med minst mulig kostnad, og med minst mulig risiko for å sette ned jordas produksjonsevne på lang sikt. Det er aktuelt å ta med enda én forutsetning: Minst mulig skade på omgivelsene gjennom forurensing. Det er riktig å stille slik med husdyrgjødsel at den utnyttes som gjødsel og moldstoff og ikke forurenser vassdrag. Ved intensiv husdyrproduksjon basert på fôr produsert utenom heime- eller nærarealene på garden, blir det så store gjødselmengder at det er vanskelig å få med dem.

Fra et biologisk synspunkt er ei jord i låglandet brukbar til svært mange formål. Det er viktig at den er brukbar til vekster som kan nyttes direkte til mat. Jord i fjellet kan stort sett bare brukes

til fôrdyrking. Det samme gjelder for jord i de nordligste områdene. Selv om husdyra bare kan foredle en del av fôret til mat, er denne foredlingen likevel et verdifulle tilskudd til den totale matproduksjonen.

Den situasjonen vi har ved slutten av 1970-åra er at husdyrproduksjonen er sterkt avhengig av importert kraftfôr. Tabell 1 viser utviklingen i kornproduksjon og kraftfôrimport (e. Norges offisielle statistikk 1970 og 1977).

Tabell 1. Kraftfôrimport og kornproduksjon i perioden 1959-1976.
Mengder i 1000 tonn.

Kraftfôr/korn	År		
	1959	1969	1976
Import av karbohydratkraftfôr	294	324	527
Import av proteinkraftfôr	162	244	200
Kraftfôrimport i alt	456	568	727
Norsk produksjon av korn og erter	448	642	848

Tabellen viser at kraftfôrimporten har steget nesten like mye som kornproduksjonen gjennom denne perioden. I 1977 og 1978 har kornavlingene vært større enn i 1976, samtidig som kraftfôrimporten har endret seg lite.

Ernæringsmessige og landbrukspolitiske forutninger

Kostholdet bør være så fullverdig som mulig, og kostholdet bør være tilstrekkelig til å unngå sult og feilernæring også under krisesituasjoner. ~~For et ernæringsmessig utspunkt~~ ^{For å øke selvforsyningsgraden} er det mest *natur*

~~nå~~ å dyrke opp jord i de beste jordbruksområdene hvor vi kan dyrke flest mulig vekster som er direkte nyttbare til mat. Disse områdene kan kalles kornområdene. I Ernæringsmeldingen (Stortingsmelding nr. 32, 1975-76) er konklusjonen noe overraskende, nemlig at det bør dyrkes mest i de såkalte næringssvake distrikter:

"De distriktpolitiske hensyn tilsier at hovedtyngden av netto produksjonsøkning foregår i de næringssvake distrikter. I 1971 var 55 prosent av jordbruksarealet i næringssvake strøk. Det bør tas sikte på at minst 3/4 av netto arealøkning foregår i næringssvake strøk fram til 1990." Om den totale arealutvidelsen heter det:

"En utvidelse av jordbruksarealet fra 9 til 10 millioner dekar, og en økning av fulldyrket areal fra 7.9 til 9.0 millioner dekar vil forutsette at nydyrkingen holdes på et relativt høyt nivå.

Etter en samlet vurdering har regjeringen kommet til at en nydyrking på 80 000 dekar i gjennomsnitt pr år vil være tilstrekkelig i de nærmeste 10-15 år. Hovedtyngden av nydyrking (om lag 3/4) bør foregå i næringsssvake områder. Nydyrkingsarealene i de sentrale områder vil i vesentlig grad være høyproduktiv skog. Av omsyn til den framtidige skogproduksjon vil en søke å begrense nydyrking av slike arealer." Her må det sies at kornområder ikke svarer til sentrale områder og at grovfôrrområder ikke svarer til næringsssvake områder. Næringsssvake områder er bygder som får tilskudd til investeringer i industri, turisme, m.m., mens sentrale områder ikke får slikt tilskudd. Dette fører f.eks. til at gode kornbygder som Ø. Toten og Steinkjer kan høre med til næringsssvake områder. Kornområder er Østfold, Vestfold, Akershus, flatbygdene i Oppland, Hedmark, deler av Rogaland, Aust-Agder, Vest-Agder, Telemark, Buskerud, områdene rundt Trondheimsfjorden, samt deler av Namdalen. Vi kan vel dra ut av det foregående at distriktspolitikken er overordnet ernærings- og landbrukspolitikken. Hvis vi sier det forholdsvis grovt, skal den vesentlige delen av nydyrkingen foregå der det ikke er lønnsom industri eller andre viktige næringsveier uten landbruk. Med andre ord kan det være en fare for at målsettingen bidrar til å svekke jordbruket (enda mer) i de mest produktive områdene, *innskrift: innskrift allerede idag er et stort innslag av deltidjordbruk.*

I Stortingsmelding nr. 14, 1976-77, sies det om målet for jordbruksproduksjonen: "Det er jordbrukets oppgave å dekke vårt eget behov for mjølk og mjølkeprodukter, kjøtt, egg, poteter og grove lagringssterke grønnsakslag. For mindre lagringssterke grønnsaker, frukt og bær er målet å dekke så mye som mulig av behovet. For disse produkter bør produksjonen tilpasses i forhold til forbruket, og det tilstrebes at forbruket er i samsvar med de anbefalinger som er gjort ut fra forsyningsmessige og ernæringsmessige vurderinger i St.Meld. nr. 32 (1975-76) Om norsk ernærings- og matforsyningspolitikk.

Produksjonen av grovfôr økes med sikte på å dekke så mye som mulig av forforbruket i produksjonen av mjølk, storfekjøtt og sauekjøtt. For korn bør det tas sikte på en betydelig økning av produksjonen. En vesentlig del av denne økning bør være matkornproduksjon.

Jordbruksarealet i drift bør innen 1990 komme opp i 10 mill. dekar. Av dette tas det sikte på et kornareal på 3,6 mill. dekar."

Målsettingene for landbrukspolitikken er dermed klare. Fra landbruksfaglig hold er det imidlertid på tide å finne fram til metoder som klassifiserer arealene av dyrkingsjord på en slik måte at det både kan være til hjelp i det generelle planleggingsarbeidet i kommuner og fylker, til hjelp for landbruksetaten i vurdering av dyrkingsjord og til hjelp for selvforsyningsplanleggingen ved at en kan få oversikt over arealer skikket for matkorn og sukkerbete, arealer for førkorn, arealer for grovfôr. Det økonomiske kartverket (EINEVOLL, 1976) har her grovere inndeling. Det er imidlertid godt skikket som grunnlagskart for ~~den nye typen~~ ^{Jordtype} kartlegging. M

Klassifiseringsgrunnlag

Klassifisering vil si å samle i grupper gjenstander, individer eller andre enheter som har en viss innbyrdes likhet. I botanikk og zoologi blir klassifisering bygd på likheter i bygning (biologisk slektskap). Innenfor tekniske fagområder kan klassifisering bygge på likheter i bruks- og formegenskaper. Landbruk omfatter deler av biologi, teknikk og økonomi. En klassifisering av landbruksarealer må ta hensyn til alle tre fagområder. Klassifisering av landbruksarealer etter bruksegenskaper har vært forsøkt i flere land. Av internasjonale inndelinger er Land Capability fra U.S.A. (Soil Survey Manual 1951) godt kjent. Dette systemet bygger på jordtyper fra jordkart (f.eks. i målestokk 1:20 000) Jordtypene blir samlet i klasser som oppfører seg noenlunde likt med hensyn til bruk og har noenlunde samme begrensninger eller er utsatt for samme risiko under bruk. Det er lagt forholdsvis stor vekt på erosjonsrisiko. Hver klasse omfatter jordtyper som er tilstrekkelig ensartet til å 1) produsere samme slag dyrkede vekster eller beiteplanter ved samme dyrkingsteknikk 2) kreve samme jordverntiltak i de samme vekster (eks.: korn, radkulturer) 3) ha sammenlignbar produksjonsevne. Se FAO: Approaches to land classification (1974)

Hvis en bruker lavest klasse for de beste arealene - sett fra formålet med bruken - vil klasse 1 tåle mest intensiv bruk uten forringelse av produksjonsevnen, mens begrensningen øker med økende klassenummer.

Rammebetingelser for klassifisering i bruksklasser innen norsk jordbruk

Ved klassifisering av arealer for jordbruksformål må vi ha en ramme som er betinget av økonomi og teknologi i dagens jordbruk. Videre forutsettes at området brukes til den mest intensive, men likevel årsikre produksjon, som det er skikket for. Dette vil normalt bety at der vilkårene ligger til rette for åkerdyrking, bør vi forutsette åkerdyrking som normal produksjon. Hos oss vil åkerdyrking bli dominert av korndyrking.

Der vilkårene ikke ligger til rette for åkerdyrking, men for gras og annen grovfôrdyrking, kan vi forutsette fôrdyrking som produksjonstype. Der ingen av disse produksjonstypene er mulig, er alternativet utmarksbeiter eller at arealet blir klassifisert som unyttbart til jordbruk. Det kan da brukes til f.eks. fritidsformål, byggegrunn etc.

For korndyrking kan vi ta med disse betingelsene, som svarer til situasjonen i 1978:

1. Arealet må være kjørbart med 4-hjuls traktor samt andre maskiner f.eks. skurtresker. Bæreevnen må være tilstrekkelig til at det ikke oppstår problemer med å bruke maskiner under jordbruksarbeidene. Hellingsforholdene må ikke være så vanskelige at de hindrer rasjonell utnytting av maskiner på grunn av f.eks. stor velterisiko. Slitasje må holdes på et rimelig nivå.
2. Det biologiske potensialet må være så høyt at det er størst mulig valgfrihet for de arter og sorter som er til rådighet i dag. Verdien av området må ikke forringes ved langvarig bruk.
3. Det økonomiske potensialet beregnes på bakgrunn av produksjonsinntekter og produksjonsutgifter. For den enkelte bruker er det naturlig å vurdere økonomien ut fra alle tilskotts- og støtteordninger. En kan imidlertid ikke bruke en slik betraktningssmåte ved klassifisering av arealene. Da kunne det nemlig bli til at et bestemt areal med gitt jord-, terreng- og klimakvalitet ville bli gradert høyere på et lite bruk enn et større bruk. I stedet bør det gis en økonomisk ramme som er bestemt av årlige utgifter ved den produksjon som er aktuell, f.eks. normale utgifter til gjødsling, jordarbeiding, plantevern, høsting, vedlikeholdskalking. Derimot bør ikke spesielle utgifter til vanning,

ekstra jordforbedring osv. tas med. I dyrkingsinvesteringen vil det normalt gå inn grøfting, stein- og blokkfjerning, noe planering og kalking, men ikke djup jordblanding eller tilkjøring av annen jord.

4. Underliggende forutsetninger er at det er tilstrekkelig muligheter for avsetning av produktene, at veisystemet er utbygd og at det ellers er et vanlig servicetilbud.

For Grovfôr dyrking kan vi ta med disse betingelsene:

1. Arealet må være kjørbart med høste- og transportmaskiner, f.eks. traktor med 4-hjulstrek (transporter). Bæreevne og hellingsforhold må ikke føre til unødige kostbar drift eller stor risiko for skader på maskiner og mennesker. Topplaget bør være fritt for stein- og blokker, men en bør ikke forutsette pløying til full dybde ved omlegging av eng.
2. Som for korndyrking, men i tillegg må det tas forbehold om forurensningsfare ved stort husdyrhold på små arealer.
3. Den økonomiske rammen omfatter normale årlige driftsutgifter, stell og høsting. Vanning og ekstra jordforbedring holdes utenom. Transportutgiftene fra produksjonsområdene til driftsbygningene må holdes innenfor rimelige grenser. I dyrkingsinvesteringene tas med grøfting, overflateforming der det er nødvendig, samt så mye stein- og blokkfjerning som er nødvendig for at arealet kan brukes til en mekanisert fôrproduksjon.
4. I den grad det blir aktuelt å dyrke fôr til naturlig og/eller kunstig tørking kan det bli nødvendig å sette spesielle klimatiske grenser med hensyn til naturlige tørkemuligheter for fôret. Foreløpig vil en imidlertid gå ut fra grasdyrking for surfôr.

Inndeling etter kvalitet

Før det er mulig å dele inn etter bruksegenskaper må vi kjenne egenskapene for klima, terreng og jord. Disse egenskapene kan kalles kvalitetsegenskaper. Nedenfor er gjort forsøk på en gruppering:

1. Klimakvalitet

Innstråling

Temperatur i veksttida

Frostfri veksttid og frostrisiko i veksttida.

Vannbalanse (Nedbør - Vannbehov)
 Brukbare dager for jordarbeiding
 Brukbare dager for høsting
 Tørkemuligheter for avling (luftfuktighet - vind)

2. Terrengkvalitet (Landskapskvalitet)

Høyde over havet
 Hellingsretning
 Hellingsgrad
 Hellingslengde
 Ujamnhet
 Sammenheng/Størrelse og form av landskapsenhetene
 Fjellskjær, grusrygger
 Forsumpings- og flomområder
 Adkomstmulighet, ~~og transportavstand~~
 Breddegrad/Kyst/Innland

3. Jordkvalitet

Jorddybde (effektiv dybde for rotutvikling og lagring av vann
 Humustykkelse og -kvalitet
 Kornstørrelse i ulike dybder
 Lagdeling og rotsperre-lag
 Fasthet/Bæreevne
 Struktur
 Konsistens
 Naturlig dreneringsgrad
 Lagringsevne for vann og næringsstoffer
 Næringstilstand og kalkingstilstand
 Grus, stein- og blokkinnhold

I inndeling av klima- og terrengkvalitet bør vi merke oss at lokal-klimaet er sterkt avhengig av terrenget, jfr. de fire første størrel-sene under terrengkvalitet.

En kan også bruke begrepet markkvalitet og kan la det omfatte både klima, terreng og jord. (Se FAO: A framework for land evaluation, 1976). Markkvalitet kan nyttes som en bestemt mark-parameter som virker inn på en bestemt bruk av marka, f.eks. vann-lagringsevne for jorda, flomrisiko, adkomstmulighet. Markkvalitet kan også brukes som et samlebegrep, avlingspotensial i jordbruket, eller årlig tilvekst i skogbruket.

Dyrkingsklasser

Ut fra den rammen som er satt opp, kan en lage en gradering av arealene etter kvalitet. Det vil bli en klassifisering som må gå på klima, terreng og jord. I myrklassifisering brukes det 5 klasser (LØDDESØL, 1967 og ~~1977~~ ¹⁹⁷⁷)

- D1 Meget gode dyrkingsmyrer
- D2 Gode dyrkingsmyrer
- D3 Noenlunde gode dyrkingsmyrer
- D4 Mindre gode dyrkingsmyrer
- D5 Dårlige dyrkingsmyrer

Løddesøl hevder at for jordbruksmessig utnyttning kan D3 og bedre anbefales til dyrking. Dette betyr likevel ikke at det er umulig å dyrke D4 og D5.

Vi kan gjennomføre en lignende målsetting for dyrkingsklasser på fastmark. Det er da naturlig å regne at D4 er marginal som dyrkingsjord og D5 ikke^{er} brukbar uten spesielle tiltak ut over rammebetingelsene, f.eks. vanning og tilføring av jordforbedring. Vi kan da sette opp en hovedklassifisering som er generell og uavhengig av hva slags vekst som skal dyrkes:

- D1 Svært god dyrkingsjord = Svært godt skikket til dyrking
- D2 God dyrkingsjord = Godt skikket til dyrking
- D3 Brukbar dyrkingsjord = Skikket til dyrking
- D4 Knappt brukbar dyrkingsjord = Knappt skikket til dyrking
- D5 Ikke brukbar dyrkingsjord, uten bruk av spesielle tiltak
= Ikke skikket til dyrking uten bruk av spesielle tiltak

Det neste steget er å ta med hvilke vekster som kan dyrkes. Vi vil i Norge ha bruk for to hovedklasser, én for korndyrking og én for grovfôr (grasdyrking). Vi kan bruke DK for korndyrkingsarealene og DG for fôrdyrkingsarealene. I en total vurdering må DK rangere foran DG. Vi får da følgende oppstilling:

- DK1 Svært god dyrkingsjord for korn
- DK2 God dyrkingsjord for korn
- DK3 Brukbar dyrkingsjord for korn
- DK4 Knappt brukbar dyrkingsjord for korn
- (DK5) (Ikke brukbar dyrkingsjord for korn uten spesielle tiltak)

- DG1 Svært god dyrkingsjord for grås (grovfôr)
- DG2 God dyrkingsjord for grås (grovfôr)
- DG3 Brukbar dyrkingsjord for grås (grovfôr)
- DG4 Knappt brukbar dyrkingsjord for grås (grovfôr)
- (DG5) (Ikke brukbar dyrkingsjord for grås (grovfôr) uten spesielle tiltak.)

Det er nærmest en innøbygd forutsetning at DK1 er skikket til mat-kornproduksjon og til sukkerbeteproduksjon.

Når det gjelder f.eks. DK4 er det godt mulig at den er likeverdig med DG3. Det vil likevel være riktig å føre opp DK4 først, for å markere at denne jorda kan brukes til korndyrking.

Vurdering av klimakvalitet for dyrkingsklasser

Ved siden av breddegraden er høyden over havet og hellingsforhold av betydning for lokal-klimaet.

Temperaturen (mai-september) synker med ca. $0,6^{\circ}\text{C}$ pr 100 m stigning over havet og veksttidens lengde avtar med 8 dager pr 100 m stigning (STRAND 1961). Ved å bruke høydesoner basert på 150 m koter blir temperaturforskjellen mellom sonene ca. 1 grad. Ser vi på vannbalansen i veksttida, er den mest negativ på Østlandet. I kornområdene på Sørøstlandet er nedbørunderskuddet i veksttida ca. 70-100 mm, ved Trondheimsfjorden 40-50 mm, på Vestlandet mindre, i kystbygdene i N.Norge ubetydelig. Enkelte innlandsbygder i Nord-Norge kan imidlertid ha en svak negativ vannbalanse i deler av veksttida. Vurderer vi brukbare dager for jordarbeiding om våren har det vist seg at det ikke er så stor forskjell mellom Østlandet og Trøndelag. Derimot har det vært svigninger over langtidsperioder på Østlandet (NJØS 1970).

Vannlagret i jorda er i normale år fylt opp omkring midten av september i Trøndelag og på Østlandet, og tidligere på høsten i kystdistriktene.

Ved korndyrking må brukbare dager for høsting/tørking/skurtresking/stubbarbeiding vurderes sammen med risiko for kjøreskader. Hvis en tar hensyn til jordstrukturen på leirjord, kan en grovt si at høst-arbeidene (med mulig unntak for pløying) bør være avsluttet

omkring mindten av september der det skal dyrkes korn. Vurderer en alle disse forholdene sammen med temperaturen i veksttida kan en komme fram til en forenklet høydesoneinndeling ved korndyrking, som vist i tabell 2. Myrområder (sumpmark) bør settes ned en klasse fordi de stort sett er knyttet til låge deler av terrenget og dermed utsatt for sein vår, kald høst og frostfare.

Tabell 2. Eksempler på høydesoneinndeling ved korndyrking (K)

Dyrkings- klasse	Høyde over havet m				
	Østlandet	Trøndelag indre strøk	Nordland S.del	Nordland N.del	Rogaland
DK 1	0 - 150	0 - 50	-	-	0 - 100
DK 2	150 - 300	50 - 200	-	-	100 - 250
DK 3	300 - 450	200 - 350	0 - 50	-	250 - 400
DK 4	450 - 600	350 - 500	50 - 200	0 - 50	?
DK 5	over 600	over 500	over 200	over 50	?

Høyde over	Klasseopprykk sydhelling	Klassenedrykk nordhelling
300 m Østlandet	1	1
100 m Rogaland	1	1
50 m Trøndelag	1	1
50 m Nordland	1	1

For hvetedyrking burde en sannsynligvis stille som krav 0-150 m på Østlandet og 0-50 m i Trøndelag. Se forøvrig STRAND (1964). For sukkerbetedyrking er det mulig at bare de beste delene av DK 1 bør være med, f.eks. 0-75 m på Østlandet og i Rogaland.

I de ytre områdene på Vestlandet og i Trøndelag bør en tillemppe inndelingen ved å ta utgangspunkt i skoggrensen.

Vi vurderer det slik at årsikkerhet og lønnsomhet ved korndyrking under ellers like forhold avtar med stigende klassenummer. Korn- dyrking i klasse 4 må betraktes som helt marginal. Innenfor hver klasse er det en forutsetning at en velger sorter etter veksttidens lengde og ikke prøver å presse veksttida.

Ser vi på grovfôr dyrking er det innlysende at høydesonene må strekke ut mot høgfjellet. Vannbalansen er positiv en større del av vekstsesongen på Vestlandet enn på Østlandet. På Østlandet stagnerer ofte engvekstene etter første slått, hvis det ikke vannes. På Vestlandet er en til gjengjeld utsatt for kjøreskader, særlig på jord med lite bæreevne. Flatbygdene i Rogaland burde egentlig plasseres i en superklasse når det gjelder grovfôr dyrking. I tabell 3 er Vestlandet bare representert ved indre strøk, eksempelvis Voss. I ytre strøk bør en tilpasse høydesonene til skoggrensa. Dette fører til at høydesonene klemmes sammen mot kysten. I tabell 3 er det gått ut fra at gras til silofôr er den viktigste delen av grovfôret.

Tabell 3. Dyrkingsklasseinndeling etter høydesoner ved fôr dyrking

Dyrkings- klasse	Høyde over havet, m				
	Østlandet	Vestlandet indre strøk	Trøndelag indre strøk	Nordland	Troms, Finmark
DG 1	0- 600	0- 500	0-500	0- 50	-
DG 2	600- 900	500- 800	500-650	50-200	0- 50
DG 3	900-1050	800- 950	650-800	200-350	50-200
DG 4	1050-1200	950-1100	800-950	350-500	200-350
DG 5	over 1200	over 1100	over 950	over 500	over 350

Ved høyder over 600 m på Østlandet, 500 m på Vestlandet, 500 m i Trøndelag, 50 m i Nord-Norge, vil helling mot syd føre til 1 klasse opprykk, helling mot nord 1 klassenedrykk. I dalbygdene på Østlandet kan det være aktuelt å gi 1 klassenedrykk for solhelling på grunn av stor risiko for tørke. Det kan også være aktuelt at høydesonen 0-300 m på Østlandet kommer i klasse 2 på grunn av nedbørunderskudd veksttida. Også en del tørre innlandsstrøk i 300-600 m høyde vil gå ned i klasse 2 av samme grunn. Forøvrig er det i tabell 3 lagt vekt på årsikkerhet og det er forutsatt at arealet ikke blir vannet. Se også BAADSHAUG (1977) om avlingsnivå og høydesoner. I søndre del av Nordland kan grensene settes noe høyere enn angitt i tabellen.

Det er bare et nett av lokalklimaobservasjoner som kan gi nok opplysninger for en fullstendig inndeling etter klimakvalitet.

Vurdering av terrengkvalitet for dyrkingsklasser

De viktigste terreng/landskapsegenskapene er hellingsgrad, hellingsretning, kupering, fjellskjær, arealsammenheng, forsumping, flomfare adkomst til arealet ~~og transportavstand til driftbygninger/veg~~

I tabell 4 er gjort et forsøk på inndeling ved korndyrking.

Tabell 4. Dyrkingsklasseinndeling etter landskapsverdier ved korndyrking.

Dyrkings- klasse	Hellings- grad	Høyde- forskjeller	Areal- størrelse	Avstand til driftsbygning	Fast fjell
DK 1	under 6%	Under 2 m	over 20 daa	under 1 km	under 0,
DK 2	6-12%	2- 4 m	5-20 daa	1-2 km	0,1-1%
DK 3	12-18%	4- 8 m	2- 5 daa	2-5 km	1-5%
DK 4	18-25%	8-12 m	1- 2 daa	5-10 km	5-10%
DK 5	over 25%	over 12 m	under 1 daa	over 10 km	over 10%

Denne inndeling vil i første omgang gjelde korndyrking, hvor transportavstanden ikke spiller så stor rolle fordi produktene inneholder lite vann og det brukes vesentlig kunstgjødsel.

SYS (1975) bruker generelt 5 begrensingsklasser, og for hellingsgrad ved dyrking av ettårige åkervekster har han intervallene 0-3%, 3-8%, 8-15%, 15-25%, over 25%.

Ved grøvfôrdyrking er det i dagens situasjon to betydelige problemer:

- a) Mesteparten av transporten er vann, i rått gras, rotvekster eller gjødsel.
- b) Der det er små heime-arealer, øker risikoen for forurensing når mengden av husdyrgjødsel blir for stor på disse arealene. Dette kan skyldes stort kraftfôrbruk, tilkjørt grovfôr fra fjerne arealer og mangel på åpen åker. I tabell 5 er det forsøkt å ta hensyn til disse forholdene.

Tabell 5. Dyrkingsklasseinndeling etter landskapsverdier ved grovfôr dyrking.

Dyrkings- klasse	Hellings- grad	Areal- størrelse	Avstand til driftsbygning	Fast fjell
DG 1	0 - 12%	over 10 daa	under 0,5 km	under 1%
DG 2	12 - 18%	5 - 10 daa	0,5 - 1 km	1 - 5%
DG 3	18 - 25%	1 - 5 daa	1 - 2 km	5 - 10%
DG 4	25 - 33%	0,5 - 1 daa	2 - 5 km	10 - 25%
DG 5	over 33%	under 0,5 daa	over 5 km	over 25%

~~Hvis det brukes spesiell transportteknikk, f.eks. kjøring med traktor og tilhenger til samle plass og deretter lastebil e.l. fram til driftsbygning, vil bare avstanden til samle plass telle for fullt, mens biltransport kan telle f.eks. 1/5.~~

Vurdering av jordkvalitet for dyrkingsklasseinndeling,

Jorda er kanskje den størrelsen som er mest vanskelig å vurdere. Egentlig er det bare et jordtypekart som gir et brukbart uttrykk for summen av alle jordegenskaper.

En jordtype er en tredimensjonal landskapsenhet med ett bestemt variasjonsområde for jordegenskaper i profilet. Den delen av profilet som tillegges størst vekt er lagene fra ca. 25 cm ned til 1 m dybde, eller til fast fjell, eller til andre grenser for rotutvikling. Denne delen ^{av profilet} blir kalt kontrolldelen.

Jordtypebeskrivelsen bygger i første rekke på trekk ved jordprofilet. Det er egenskapene for kontrolldelen i profilet som er avgjørende. De egenskaper som teller mest er lagdeling, kornstørrelsesfordeling, naturlig dreneringsgrad og opphavsmateriale. I tillegg vurderes jordreaksjonen (pH), jordstrukturen og konsistensen. Det tillates en viss variasjon i klima, terreng, jorddybde, stein- og blokkinnhold. Skal en ta med egenskaper i topplaget (de øverste 25 cm) samt en finere inndeling av terreng, jorddybde, stein- og blokkinnhold, og eventuelt erosjon, må en lage undertyper.

Når det gjelder kornstørrelse, kan en henvisne til mulighetene for en gruppering i jordarter av NJØS og SVEISTRUP (1977), ^{hvor det} Dette er ^{et} et forslag som kan utbygges til en jordartsinndeling.

Hvis en dyrkingsklasseinndeling etter de samme prinsipper som er nevnt for klima og terreng skal brukes også for jord, må en gruppere etter viktige egenskaper. Nedenfor er gjort et forsøk på en klassifisering ut fra noen få av disse egenskapene. (Tabell 6) Det er forutsatt korndyrking.

Tabell 6. Dyrkingsklasseinndeling etter jordkvalitet ved korn-
dyrking.

Dyrkings- klasse	Effektiv jorddybde	Innhold av blokker/stein	Jordart	Naturlig dreneringsgrad
DK 1	over 90 cm	under 20 m ³ /daa	1,2	Godt drenert, moder godt drenert, ufull <i>sterklig drenert</i>
DK 2	over 90 cm	20 - 50 m ³ /daa	2,3	Dårlig drenert
DK 3	60 - 90 cm	50 - 200 m ³ /daa	3	" "
DK 4	30 - 60 cm	200 - 300 m ³ /daa	4	Svært dårlig drener
DK 5	under 30 cm	over 300 m ³ /daa	5	Overflødig sterkt drenert

Effektiv jorddybde er dybden av det jordvolumet der det ikke er hindringer, men gunstige forhold for rotutvikling. Grov sand, grus blokker, stein og fast fjell gir 0 i effektiv jorddybde. Innblandet av fin sand, silt, leir eller humus fører til at et slikt jordvolum kan nyttes. Lag i profilet som er minst 20 cm tykt og består av re grov sand eller enda grovere materiale, hindrer rotutvikling for gr og åkervekster. Tette lag som aurhelle, ugjennomtrengelig leire, sterkt omsatt torv virker også som rotsperre. Er det et profil me finmateriale blandet med grus, stein eller blokker må en vurdere in holdet av grovt materiale. Følgende tabell kan gi en viss veiledni

Innhold av grovt materiale ^{x)}	Reduksjon av effektiv jorddybde
under 25%	-
25 - 50%	25%
50 - 75%	50%
75 - 100%	50 - 100%

x) grus, stein, blokker

Et jordprofil med et topplag på 20 cm humusrik sand, 50 cm grov sand (rotsperrelag) og 200 cm leire regnet ovenfra, vil ikke ha mer enn 20 cm effektiv jorddybde. Derimot vil den effektive jorddybden kunne økes til minst 90 cm hvis sandlaget blandes med underliggende leire. Et så kraftig inngrep er ikke forutsatt. En løsnikan da være å bruke to klasseinndelinger hvor den ene klassen forutsetter investeringer for jordblanding.

Ved frukt dyrking er det større krav til effektiv jorddybde enn ved korndyrking. Et forholdsvis stort stein- og blokkinnhold betyr ikke så mye, hvis bare finmaterialet mellom steinene har tilstrekkelig lagringsevne for vann og næringsstoffer.

Mineraljordartene er gruppert på følgende måte. Se NJØS og SVEISTRUP (1977)

1. Lettleire
2. Sandig silt, siltig lettleire, sandig lettleire (sjelden)
3. Mellomleire, siltig mellomleire, stiv leire, svært stiv leire, silt, siltig sand, fin sand.
4. Siltig middels sand, siltig grov sand.
5. Middels og grov sand.

De egenskapene ved jordartene som har telt mest ved inndelingen er vannlagringsevne, næringslagringsevne, brukbarhet for jordarbeiding ^{særlig i vestland} eroderbarhet. Det er neppe tvil om at under vestlandsforhold kan siltig sand rykke opp i dyrkingsklasse 2, mens de stive og svært stive leirene bør rykke ned i klasse 4. Inndelingen i tabell 5 passer derfor best i de områdene hvor korndyrkingen er mest utbredt idag. Det bør her sterkt fremheves at en må bruke noe skjønn ved klassifiseringen, for ofte veksler jordarten nedover i profilet.

Jordarten er det vanskelig å gjøre noe med uten at investeringene blir store. Dreneringsgraden kan endres for dårlig drenert jord, men vanskelig for svært dårlig drenert jord, f.eks. sterkt omdannet torv. ~~Likedan er det omtrent umulig å endre dreneringsgraden for overflødig sterkt drenert jord (grov sand og grus).~~ Effektiv jorddybde kan det være svært kostbart å gjøre noe med, særlig hvis det er fjell eller blokker og stein som danner de nedre lag. Men hvis det ligger sand over leire kan lagene blandes. Innhold av blokker

og stein kan det også gjøres noe med hvis det er betydelige mengder finmateriale mellom steinene og blokkene. I det hele tatt er det spørsmål om hvilke forutsetninger vi skal gå ut fra. Vi har tidligere nevnt at vi forutsetter grøfting, men derimot ikke djupjordblanding eller vanning. Vi forutsetter også en viss steinfjerning. En dårlig drenert jord vil altså kunne få et opprykk ved grøfting, men bør neppe komme høyere enn klasse 2, for når det har gått 20-50 år, må den sannsynligvis grøftes på nytt.

Humusinnholdet er en viktig faktor og må tas inn i vurderinger av jordkvaliteten. De stabile moldstoffene gir høyeste poeng, fordi de er mest varige også ved bruksendringer. Råhumuslag må vurderes etter type og hvor stor mengde av moldstoffer de representerer pr dekar eller hektar. Dette vil ofte bli et skjønsspørsmål. Tykke råhumuslag kan være overgangsformer mot torv. Vanligvis vil slike humustyper forekomme på sumpig mark. Nedenfor er gjort et forsøk på vurdering av humusegenskaper. Klassetillegg fører til at en jordart i klasse 2, 3, 4 eller 5, kan rykke opp en klasse. For klasse 4 og 5 kan det i visse tilfelle bli aktuelt med to klasseopprykk.

Tykkelse av naturlig humuslag	Klassetillegg + for jordart
20 - 30 cm torv/råhumus	+ 1 til + 2
10 - 20 " råhumus	+ 1
under 10 cm "	0
" 5 " mold	0
over 5 " "	+ 1 til + 2

Tillegg på + 2 gis bare for jordarter i gruppe 4 og 5. Det er forutsatt at jorda er vurdert før oppdyrking.

For torvjord vises til den inndeling som brukes av Det norske jord- og myrselskap. Se f.eks. LØDDESØL (1967) og LIE (1977)

Det er mulig å lage en tabell over dyringsklasseinndeling i forhold til jordkvalitet også ved før dyrking, slik som vist i tabell 7.

Tabell 7. Dyrkingsklasseinndeling etter jordkvalitet ved fôrdyrking

Dyrkings- klasse	Effektiv jorddybde	Innhold av blokker/stein	Jordart	Naturlig dreneringsgrad
DG 1	over 90 cm	under 50m ³ /daa	1,2	Godt drenert, moderat godt drenert, ufull- stendig drenert
DG 2	60 - 90 cm	50 - 200m ³ /daa	3	Dårlig drenert
DG 3	30 - 60 cm	over 200m ³ /daa	3,4	Svært dårlig drenert
DG 4	under 30 cm	" 200m ³ /daa	4	Overflødig sterkt drenert
DG 5	under 30 cm	" 200m ³ /daa	5	" "

En har ikke her satt så strenge krav til jordkvaliteten som ved korndyrking, bl.a. fordi grasrøttene ikke går så dypt som kornrøttene, og fordi rotmatten i det øvre laget armerer jorda, slik at bæreevnen er mer uavhengig av dreneringsgraden. Ellers kan det nok settes spørsmålsteget ved flere av de klassegrensene som er brukt, og en håper det vil komme kommentarer til disse grensene.

Produksjonsklasser - Produksjonstyper - Bruksklasser.

Skjemaet nedenfor viser til en tenkt gjennomføring av samordnet inndeling av landbruksarealer. Det er vist eksempel på en finere oppdeling innen jordbruk, hvor korndyrkingsarealer er splittet opp i 4 (5) bruksklasser. Dyrkingsklasse er én slags bruksklasse, skogbonitet en annen.

PRODUKSJONS- KLASSE	PRODUKSJONSTYPE	BRUKSKLASSE
HAGEBRUK	KORNDYR KING	DK 1
		DK 2
		DK 3
		DK 4
		(DK 5)
JORDBRUK	FØRDYR KING	
	UTMARKSBEITE	
SKOGBRUK	Barskog	Bonitet 1
	Lauvskog	" 2
	Edellauvskog	" 3
		" 4
VILTSTELL		
FRITIDSOMRÅDE		
BYGGEGRUNN		

- D står for dyrking til jordbruksformål
- K står for korndyrking

Bruksklassen trenger en nærmere forklaring. Inndelingen i 5 klasser er bygd på at de tre første klassene er brukbare for et bestemt formål (produksjonstype). Den fjerde klassen er marginal. Den femte klassen er ubrukbar, men kan i visse tilfelle dyrkes med store investeringer eller store årlige kostnader. De to første klassene omfatter arealer som er de mest lønnsomme/årsikre/høgtytende for vedkommende produksjonstype.

Vi tar i det følgende utgangspunkt i arealer for korndyrking. Dyrkingsklasse 1 omfatter arealer som er svært god dyrkingsjord og som ikke har noen viktige begrensninger innenfor de rammebetingelser som gjelder. Dyrkingsklasse 2 har moderat grad av enkeltbegrensninger. Begrensninger kan markeres med liten bokstav, f.eks. DK 2h hvor h kan stå for hellingsforhold. Dyrkingsklassen er nedgradert f.eks. på grunn av hellingsgrad mellom 6 og 12 prosent. Dyrkingsklasse 3 omfatter arealer som er brukbare for korndyrking. Det er her flere begrensninger eller sterkere grad av enkeltbegrensninger. Eksempel på bruksklasse: DK 3d. Arealet er brukbart for korndyrking, men nedgradert på grunn av liten jorddybde (effektiv jorddybde 60-90 cm).

Til slutt et forslag til symboler for begrensninger:

<u>Begrensning</u>	<u>Symbol</u>
Jorddybde	d
Blokker/stein	b
Kornstørrelse/jordart	t
Forsumping	v
Hellingsforhold og kupering	h
Arealstørrelse	s
Fjell i dagen	f
Adkomst Avstand til tun	a
Klima	k
Tett lag i profilet	l
Myr	m

Inndeling for fôrdyrking vil bli helt tilsvarende den som er vist for korndyrking. Prinsippene kan være de samme også for hagebruks- og skogbruksformål.

Det som her er lagt fram, må betraktes som en grov skisse hvor det er lagt mer vekt på prinsipper enn detaljer. Tre hovedklasser for hver produksjonstype, samt en fjerde marginal klasse kan synes lite. Den femte klassen er ubrukbar unntatt ved bruk av spesielle tiltak som vanning og tilførsel av bedre jord. Det er for fastmark egentlig bare middels og grov sand på elveslettene som passer i D5, ^{samt områder høgt til fjells} I praksis vil det likevel by på problemer å gå grundigere til verks - i hvert fall i første omgang. I tillegg til de mer skjematiske avgrensningene som er vist i dette notatet, må det brukes skjønn.

Det er behov for plantedyrkingsforsøk og lokalklimatiske undersøkelser for å oppnå en hensiktsmessig og sikker inndeling.

Den naturlige arbeidsgangen ved en bruksklasse-inndeling er å starte med jordtypekartet, kombinert med lokalklimatiske undersøkelser. Jordtypen er en enhet som ikke endrer seg med tiden, men bruksklassen er avhengig av økonomi, teknologi og politisk målsetting. Som eksempel på virkninger av teknologi - økonomi kan vi peke på at i dette opplegget har vi ikke forutsatt vanning der det er negativ vannbalanse i veksttida og heller ikke djup jordarbeiding, eller blanding av lag nedover i profilet.

Det bør pekes på at jordtypen er grunn-enhet også ved inndeling for hagebruk, skogbruk og andre bruksformål.

Endelig må det slås fast at bruksklasseinndelingen passer like godt for kulturjord som for dyrkbar jord, siden det er potensialet som er lagt til grunn, ikke hva arealene brukes til på et gitt tidspunkt

En håper at det vil komme mange synspunkter på grunnlaget for dyrkingsklasseinndelingen, klassegrensene og terminologien som er brukt. Det kan bl.a. være grunn til å diskutere om dyrkingsklasse er et dekkende begrep. Markpotensialklasse og marktype er andre begrep som kan brukes.

Sammendrag

I artikkelen er det skissert et forslag til inndeling av fastmarksarealer etter bruksegenskaper ved kornproduksjon og grovfôrproduksjon. Det er lagt vekt på begrensende kvalitetsegenskaper for klima, terreng og jord. Forslaget bygger på tre klasser som skal være brukbare til vedkommende produksjon, og en fjerde klasse som er marginal. En femte klasse er ubrukbar unntatt i spesielle tilfelle. I det forslaget som er lagt til grunn, er det nyttet en kvalitetsgradering for arealene som kan summeres opp i følgende oversikt:

Bruksklasse	Bruksegenskaper
Dk1, DG1	Svært god dyrkingsjord. Ingen viktige begrensninger
DK2, DG2	God dyrkingsjord. Få begrensninger
DK3, DG3	Brukbar dyrkingsjord. Betydelige begrensninger
DK4, DG4	Knapt brukbar dyrkingsjord. Mange og/eller sterke begrensninger. Ikke årsikker
DK5, DG5	Ikke brukbar dyrkingsjord, uten spesielle tiltak

K betyr korndyrking, G betyr grovfôrdyrking. I forslaget er inndelingen for korndyrking mer gjennomarbeidd enn inndelingen for grovfôrdyrking. Det er ikke foutsatt vanning og tilkjøring av jord eller blanding av jordlag i profilet.

Det er ^gbrunn til å understreke at forslaget til inndeling bygger på tidsbundne forutsetninger, nemlig teknologi og økonomi i 1978.

Litteratur

- BAADSHAUG, O.H. 1977. Utmarksressurser i fôr- og matproduksjon. Jordbruksmessig utnyttning av utmarka ved oppdyrking for planteproduksjon. NLVF-utredning nr. 85. Delrapport II:1-45
- EINEVOLL, O. 1976. Jordklassifikasjonen i økonomisk kartverk, særli med tanke på vurdering av dyrkingsjord. Landskurs i jordbru Troms landbruksskole, Gibostad 27/6-2/7, 1976, 14s.
- FAO 1974. Approaches to land classification. Soils bulletin 22. FAO, Roma.
- FAO 1976. A framework for land evaluation. Soils bulletin 32. FAO, Roma.

- Landbruksdepartementet 1975. Om norsk ernærings- og matforsyningspolitikk, St.melding nr. 32 (1975-76), 184 p.
- Landbruksdepartementet 1976. Om landbrukspolitikken. St.melding nr. 14 (1976-77), 183 p.
- LØDDESØL, Aa. 1967. Viktige holdepunkter ved vurdering av myr- og torvforekomster. Medd. Det norske myrselskap 65(3):53-66
- NJØS, A. 1970. Jord og jordarbeiding. Informasjonsmøte Hurdalsjøer 3.-7. februar 1970. Rådet for jordbruksforsk : 12-16.
- NJØS, A. og T.E. SVEISTRUP, 1977. Kornstørrelsesgrupper i mineraljord. Forslag til inndeling. Jord og Myr 1(2):29-43
- Norges Offisielle Statistikk, 1970. Jordbruksstatistikk 1969. Statistisk Sentralbyrå Oslo, 107 p.
- Norges Offisielle Statistikk, 1977. Jordbruksstatistikk 1976. Statistisk Sentralbyrå Oslo, 139 p.
- STRAND, E. 1964. Dyrkingssoner for jordbruksvekster i Norge. Meldinger Norges landbrukshøgskole 43(9).
- STRAND, L. 1961. Klimaet i Norge. I Skogbruksboka, Vol 1
- SYS, C. 1975. Guidelines for the interpretation of land properties for some general land utilization types. Soils bulletin 29. Land evaluation in Europe. FAO, Roma: 107-118.
- United States Department of Agriculture, 1951. Soil Survey Manual. Soil Survey Staff. U.S.D.A. Handbook No. 18; 503 p.

HE, O. 1977 Dyrking av myrjord. Jord og Myr
1(6): 145 - 164.