

1971

Institutt for jordkultur, Norges landbrukshøgskole
Særtrykk nr. 113

Aggregatstørrelsen i såbedet i forhold til markvannet.
(Aggregate size in the seed bed in relation to soil water.)

Av

Arnor Njøs

Foredrag under nordisk symposium om markvann,
Hurdal, 20.-23. april 1971.

Den norske komité for Den internasjonale hydrologiske dekadé,
Rapport nr. 2 - Oslo 1971, s. 34-49.

Førsteamanuensis Arnor Njøs (Institutt for jordkultur, 1432 Vollebekk, Norge):

AGGREGATSTØRRELSEFORDELINGEN I SÅBEDET I FORHOLD TIL MARKVANNET

(Aggregate size distribution in the seed bed in relation to soil water)

Sammendrag

Forsøk i veksthus og i felt med ulike aggregatstørrelser i såbedet ga forholdsvis entydige resultater:

1. Enkeltfraksjoner av aggregater av størrelse fra mer enn 20 mm til mindre enn 0,6 mm hadde noenlunde samme porevolum. Porestørrelsefordelingen viste avtakende innhold av store porer med økende finhet av aggregatene.
2. Blandinger av aggregatene hadde langt mindre porevolum og mindre av grove porer enn enkeltfraksjonene. Tettest jord og minst grove porer var det ved et blandingsforhold på 50 prosent aggregater større enn 6 mm og 50 prosent mindre enn 6 mm.
3. Vekstforsøk viste tidligst spiring og utvikling av bygg i såbed med aggregater av størrelse 6 mm til 0,6 mm. I et faktorielt forsøk med vanntilgang, nitrogen gjødsling og aggregatblandinger var det en forsinkende virkning på spiring og aksskyting av rikelig vanntilgang ved liten N-gjødsling, mens forholdet var omvendt ved stor N-gjødsling. Rikelig vanntilgang forsinket også utviklingen for aggregatblandinger med lite volum av grove porer.
4. Forbruket av vann pr. produsert tørrstoffenheter viste seg å være langt mindre ved stor, enn ved liten N-gjødsling. Ved liten N-gjødsling var vannforbruket størst ved rikelig vanntilgang. Ved stor N-gjødsling var vannforbruket størst ved liten vanntilgang.
5. Feltforsøk viste at vannpotensialet var mindre negativt (mindre vannsug) i åkerjord som var sloddet (jamnet og smuldret) enn i jord som lå i pløgsle. Jord under et dekk-lag med 3 cm tykkelse av aggregater med størrelse 6-0,6 mm tørket langsommere ut enn jord med dekk-lag av større aggregater eller mindre aggregater. Tidlig i sesongen gikk uttørkingen raskest under de største aggregatene. Senere i sesongen ble forskjellen mellom aggregatstørrelser mindre, på grunn av en langsom forandring av overflatedekket som følge av perioder med fukting og opptørking.

Innledning

Meldingen omfatter forsøk i veksthus og på friland med formål å undersøke virkningen av ulike aggregatstørrelsefordelinger på vannholdningen. En del av dette materialet er behandlet i et fortrykk til NJF's kongress i København 1967 (5). Med aggregat menes en samling enkeltpartikler, som har evne til å tåle en standardisert mekanisk behandling uten å bryte sammen.

Materiale og metoder

Karforsøk i veksthus med ulik aggregatstørrelsefordeling, vanntilgang og nitrogengjødsling.

Jorda var tatt ut i matjordlaget ved NLH's gårdsbruk i Ås. Glødetapet var 9,6 prosent, innholdet av leir 33 prosent, innholdet av silt 38 prosent og av sand 29 prosent. Med silt menes partikler i størrelsesområdet 0,002 mm til 0,06 mm. Jorda var gravd opp, lufttørket og siktet med et elektrisk sikte-apparat i bestemte aggregatstørrelser (9). Emaljerte plastkar ble fylt med 5 kg jord. Vannet ble tilført med slange som var perforert og som lå under jorda i karet. Det ble brukt 3 kar pr. forsøksledd. Karkapasitet ble målt etter at vannet hadde fått stige opp i jorda fra de perforerte slangene. Det viste seg at denne karkapasiteten tilsvarte ganske nær pF 1,3 ved uttørking fra full metning. Forsøkskarene var 20 cm høye, og en midlere pF-verdi burde være noe lavere enn pF 1,3. Dette skyldes at jorda i karene ble vannet opp fra bunnen, mens pF-kurven ble bestemt ved uttørking fra metning. Det ble sådd 20 korn av Vardebygg pr. forsøkskar. Tid for spiring og aksskyting ble notert. Vannforbruk, avlingsstørrelse og avlingskomponenter ble bestemt.

Tabell 1. Forsøksplan i karforsøk

A, B = Aggregat- størrelsefordeling	Prosent av fraksjon				
	>20 mm	20-6 mm	6-2 mm	2-0,6 mm	<0,6 mm
A ₀	50,0	50,0			
A ₁	37,5	37,5	8,3	8,3	8,3
A ₂	25,0	25,0	16,7	16,7	16,7
A ₃	12,5	12,5	25,0	25,0	25,0
A ₄			33,3	33,3	33,3
B ₀ -B ₄	B ₀ =100	B ₁ =100	B ₂ =100	B ₃ =100	B ₄ =100

V	Vanntilgang
V_0	Vannet til karkapasitet når vann-suget = 1 bar
V_1	" " " " " = 15 "

N	Nitrogengjødsling med $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{ aq}$
N_0	6 kg N pr. 200 000 liter jord (6 g pr. m^2)
N_1	24 " N " 200 000 " " (24 g pr. m^2)

Målinger i såbed på friland.

I 1966 ble det utført fuktighetsmålinger ved hjelp av tensiometer på jord som var sloddet og jord som lå i pløgsle. Den mekaniske sammensetningen av jorda var som i karforsøket, mens glødetapet var litt mindre.

I 1968 ble det utført målinger av jordfuktighet ved hjelp av tensiometer i jord som var dekket av et 3 cm lag av ulike aggregatstørrelser. Denne jorda var litt mer sandholdig og litt mindre leirholdig enn jorda i karforsøket.

Resultater og diskusjon

Karforsøk i veksthus med ulik aggregatstørrelsefordeling, vanntilgang og nitrogengjødsling.

I tabell 2 er gitt N-innholdet i aggregater fra en del jorder. Dette ble undersøkt for å finne om det skulle være noen forskjell mellom aggregatstørrelser. I så fall kunne det påvirke planteveksten.

Tabell 2. Innhold av total-N (prosent) i aggregater av ulik størrelse i 5 leirjorder.

Sted		>20 mm	20-6 mm	6-2 mm	2-0,6 mm	<0,6 mm
Tune	Østfold	0,36	0,37	0,37	0,37	0,36
Hobøl	"	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30
Rakkestad	"	0,27	0,25	0,27	0,29	0,28
Våle i Vestfold		0,29	0,27	0,27	0,29	0,30
Ås i Akershus		0,27	0,27	0,29	0,27	0,24
Middel		0,30	0,29	0,30	0,30	0,30

Forskjellene var meget små. Det er tenkelig at de aggregatene en får sortert ut ved den nevnte tørrsiktingen, ikke er bygd opp ved biologiske prosesser, men er et resultat av fysiske virkninger som f.eks. frysing - opptining, fukting - tørking, jordarbeiding.

I tabell 3 er vist volum av porer, vann og luft for ulike forsøksledd.

Tabell 3. Volum av porer, vann og luft for ulike aggregatfordelinger

Ledd	Porer	Volumprosent				
		Vann ved pF			Luft ved pF	
		1,3	3,0 (V_0)	4,2 (V_1)	1,3	
A ₀	60	40	25	13	20	
A ₁	55	45	30	14	10	
A ₂	52	45	32	15	7	
A ₃	53	45	33	15	8	
A ₄	57	47	33	15	10	
B ₀	> 20 mm	71	38	21	11	33
B ₁	20-6 mm	70	39	21	12	31
B ₂	6-2 mm	70	42	21	12	28
B ₃	2-0,6 mm	70	49	23	12	21
B ₄	< 0,6 mm	69	53	34	13	16

Der det var renfraksjoner, var porevolumet omtrent uavhengig av aggregatstørrelsen, mens porestørrelsefordelingen var sterkt avhengig av aggregatstørrelsen. Jorda var ikke pakket før måling. Det er vesentlig de grovere porene som er påvirket av aggregatstørrelsen, noe som er tydelig for volumprosent luft ved pF 1,3. Men en kan observere at for de to fraksjoner med minst aggregatstørrelse (B₃ og B₄) har aggregatstørrelsen virket betydelig på porestørrelsefordelingen så langt som til pF 3. Porestørrelsen svarer her til ca. 3 μm ($3 \cdot 10^{-6}$ m). Dette kan beregnes ut fra en velkjent ligning

$$h = \frac{2 T \cos V}{\rho g r}$$

hvor h = stighøyde for en væske i kapillærrør (L)

T = overflatespenning vann-luft (MT^{-2})

- ρ = tetthet for væske (ML^{-3})
 g = tyngdeakselerasjon (LT^{-2})
 r = radius i kapillærrør (L)
 v = kontaktvinkel fast fase - væske

Det er forutsatt av $v = 0$ og at tettheten for vann er 1 g cm^{-3} .

For blandingene A_0 - A_4 er porevolumet langt mindre enn for renfraksjonene, og porestørrelsesfordelingen er forskjøvet mot mindre porer, bortsett fra den groveste blandingen. De fire blandingene A_1 - A_4 viser ikke stor forskjell når det gjelder porevolum og porestørrelsesfordelingen. A_2 har minste luftvolum. Her er det 50 prosent aggregater større enn 6 mm og 50 prosent mindre enn 6 mm.

Avlingsresultatene er gitt i tabell 4. Det var signifikante samspill både for AVN ($P < 0,001$), AV ($P < 0,01$) og VN ($P < 0,001$). I tabellen er tatt med bare tre størrelsesfordelinger for at den skal bli mere oversiktlig.

Tabell 4. Samspill mellom forsøksfaktorene for g bygg-lo pr. forsøkskar.

Ledd	V_0	V_1	V_0	V_1	
$A_0 N_0$	11	12	A_0	24	22
N_1	37	31	A_2	17	24
			A_4	31	32
$A_2 N_0$	9	14			
N_1	25	35			
			V_0	V_1	
$A_4 N_0$	17	25	N_0	11	17
N_1	45	39	N_1	38	34

} Middell for alle A

AV-samspillet viser at den tetteste strukturen (A_2) har gitt størst avling ved minst vanntilgang (V_1 -uttørking til pF 4,2 før vanning) mens den mest åpne strukturen (A_0) har gitt størst avling ved størst vanntilgang (V_0 -uttørking til pF 3 før vanning). Et luftvolum på 7 prosent ved karkapasitet er så lite at det

kan by på vanskeligheter for luftvekslingen (2). Hvis en forutsetter lineær sammenheng mellom diffusjonskoeffisienten for O_2 i jord og luftvolumet i jorda (6) vil utvekslingen av luft skje like fort ved stort og lite luftvolum. Men forbruket av O_2 er avhengig av konkurranse mellom flere organismer. Mange aerobe mikroorganismer formerer seg raskt og forbruker mye O_2 ved rikelig tilgang på lett omsettbart organisk materiale og ved høg temperatur. Hvis forbruket tilsvarer full ventilasjon for et luftvolum på 10 volumprosent pr. tidsenhet, vil et luftvolum på f.eks. 7 volumprosent (A_2 - pF 1,3) være for lite til å sikre tilstrekkelig luftveksling for røttene. Den tiden plantene må arbeide ved redusert oksygentilgang er sannsynligvis av betydning for veksten. Hvis jorda tørker ut til et lågt vanninnhold (f.eks. tilsvarende pF 4,2) vil det bli relativt lange perioder med rikelig oksygentilgang selv der hvor strukturen er tett. Det er antagelig vanskelig å sette sikre grenser for minimalt og optimalt luftvolum i jorda, da tilgangen på organisk materiale og jordtemperaturen, samt kulturplantenes N-forsyning kan være minst like viktige faktorer. Hele spørsmålet må sees som en balanse mellom forbruk og tilførsel.

Aggregatblanding A_4 ga størst avling ved rikelig vanntilgang når det samtidig var stor N-gjødsling, men størst avling ved minst vanntilgang når det var liten N-gjødsling. Dette kan igjen ha sammenheng med O_2 -tilgangen til røttene. Ved stor N-gjødsling kan det bli mer intens vekst, slik at fordampingen av vann kan bli litt høyere på grunn av større bladarealindeks. Denne virkningen vil være størst på et tidlig stadium i veksten. Når det var fullt bestand i alle forsøkskar, var det ikke noen vesentlig forskjell i vannforbruket. En mer effektiv fordampning på et tidlig stadium kan redusere legden av perioder med lite luftvolum i jorda. Ellers er det selvfølgelig en mulighet for nitratrespirasjon i kritiske perioder for luftvekslingen.

Litteraturstudier innen området vanntilgang og avling viser gjennomgående størst avling ved rikelig vanntilgang (8). De forsøk som er gjort med svært rikelig vanntilgang, har gjennomgående bygd på metoder hvor et grunnvannsnivå holdes i en bestemt høyde. Når det gjelder forskjellig uttørkingsgrad fant Reichman og Grunes (7) ikke i noe tilfelle større vekst ved sterk enn ved svak uttørking. Friis Nielsen (1) har diskutert samspillet mellom vanntilgang og nitrogen utførlig.

I et forsøk kan en aldri være sikker på at en har fått avdekket mer enn en del av et problemkompleks. Det er mulig at en ville ha oppnådd mer informasjon med andre valg av forsøksfaktorer og størrelser av forsøksfaktorene. I dette materialet kan det tenkes at det leddet som hadde tettest struktur også ville ha gitt størst avling ved mest rikelig vanntilgang hvis bare nitrogentilgangen hadde blitt økt enda lenger.

Vannforbruket for hele vekstsesongen er beregnet ved å summere alle tilføringer av vann. Vannforbruket pr. g produsert avling viste store variasjoner med forsøksbehandling. For aggregatstørrelser økte det mot større tetthet. Det betyr at det økte med stigende blanding av grovt og fint materiale. Videre var det et tydelig samspill mellom vanntilgang og N-gjødsling som vist i tabell 5.

Tabell 5. Vannforbruk i g pr. g produsert bygg-lo.

Vanntilgang	N-gjødsling		Middel
	N_0 -6 g N/m ²	N_1 -24 g N/m ²	
V_0 Uttørking til 1 bar	690	280	480
V_1 " " 15 "	570	350	460
Middel	630	320	470

Ved liten N-gjødsling har vannforbruket pr. g tørrstoff vært større ved rikelig enn ved liten vanntilgang, mens det er omvendt ved stor N-gjødsling. Nytteeffekten av vannet har altså ved liten N-gjødsling vært størst ved liten vanntilgang og ved stor N-gjødsling størst ved rikelig vanntilgang. Men vi ser også hvor mye mer nytteeffekten av vannet er avhengig av N-gjødslingen enn av vanntilgangen innen dette materialet. Når det gjelder aggregatfordeling, var nytteeffekten størst for den groveste (A_0) og fineste (A_4) fordeling og minst for største sammenblanding (A_2).

Virkingen av aggregatstørrelsen på tid for spiring og aksskyting ble undersøkt ved å notere dato for et visst antall synlige spirer eller aks. I tabell 6 er vist relativ dato for spiring og aksskyting, samt vannforbruk pr. g produsert bygg-lo ved N_0 (6 g N pr. m²) og V_1 (uttørking til pF 4,2 tilsvarende 15 bar).

Det var ikke nok jordmateriale til å få et faktorielt forsøk med alle V- og N-kombinasjoner før de rene fraksjonene.

Tabell 6. Tid for spiring og aksskyting, samt vannforbruk i karforsøk med rene aggregatfraksjoner.

Ledd		Relativ dato		Vannforbruk
		Spiring	Skyting	g vann pr. g produsert bygg-lo
B ₀	> 20 mm	+4	+11	1100
B ₁	20-6 mm	+1	+ 6	750
B ₂	6-2 mm	0	0	510
B ₃	2-0,6 mm	0	+ 1	460
B ₄	< 0,6 mm	+9	+19	310

Det karakteristiske for de rene fraksjonene var den tidlige og jamne spiring og utvikling for fraksjonene 6-2 og 2-0,6 mm. De grove fraksjonene var betydelig forsinket, men dette gjaldt enda mer for den aller fineste fraksjonen (B₄), som modnet svært sent og hvor halvparten av kornene ikke spirte i det hele tatt. De spirene som kom opp i B₄ var gule og utrivelige omtrent som om de led av oksygenmangel. Ser vi på tabell 3, er luftvolumet ved karkapasitet her større enn for A₁-A₄, og dette kan derfor ikke alene være forklaringen. Ved vanning til karkapasitet før anlegget av forsøket tok det svært lang tid før det ble likevekt i B₄. En kan tolke disse fenomenene slik at i det fineste materialet vil det være et utall små vannfilmer som tvinger aggregatene sammen ved hjelp av overflatespenningen i vannfilmene. Det blir få fri passasjer for diffusjon i gassfasen og selv om det er et stort samlet luftvolum i jorda, er det isolert fra lufta utenfor.

Antall korn pr. aks økte med finheten av såbedet. I forsøket med blandinger var det samme tendens ved minst N-gjødsling, men ikke noen entydig tendens ved største N-gjødsling. For vanntilgang og nitrogen var det signifikant samspill som vist i tabell 7.

Tabell 7. Virkningen av vanntilgang og N-gjødsling på antall byggkorn pr. aks.

Vanntilgang	N-gjødsling pr. m ²	
	6 g N	24 g N
Uttørking til 1 bar (pF 3)	13	32
" " 15 " (pF 4,2)	18	32

Resultatet tyder på at N-tilgangen er en viktig faktor for antall korn pr. aks, samtidig som sterkere uttørking har ført til flere korn pr. aks ved liten N-gjødsling. At antall korn pr. aks økte med avtakende størrelse av aggregatene kan henge sammen med N-virkningen, nemlig at røttene muligens kommer lettere til nitrogen som er i jorda når det er mange små aggregater, enn når røttene må trenge inn i større aggregater.

Tiden fram til aksskyting viste seg å være avhengig av både vanning og nitrogen i den faktorielle delen av karforsøket, som vist i tabell 8.

Tabell 8. Samspill mellom aggregatstørrelsefordeling, vanntilgang og N-tilgang. Relativ dato for aksskyting (+ = forsinkelse)

Aggregatfordeling	V ₀	V ₁	N ₀	N ₁
A ₀ 100 % > 6 mm	0	+3	+2	0
A ₂ 50 % > 6 mm, 50 % < 6 mm	+11	+4	+9	+4
A ₄ 100 % < 6 mm	+2	+1	+2	+1
V ₀ Uttørking til 1 bar (pF = 3)			+6	0
V ₁ " " 15 " (pF = 4,2)			+2	+1

Det viste seg at større N-tilgang økte tidligheten i utvikling, og mest der det var tett struktur eller rikelig vanntilgang. Rikelig vanntilgang økte tidligheten i utvikling der det var åpen (=grov) struktur, men sinket utviklingen der det var tett struktur (størst sammenblanding av store og små aggregater).

Målinger i felt.

Våren 1966 ble det utført målinger av vannpotensialet ^{x)} der høstpløyd jord var sloddet eller lå i pløgsle. Det var ingen plantevekst i dette forsøket. Resultatene er vist i fig. 1. Målingene var utført i to dybder, 5 cm og 20 cm, og er oppført i figuren som vann-sug, målt i mbar. I begge dybder viste det seg meget stor virkning av jordbehandlingen. Jorda tørket langt raskere ut ved å ligge i pløgsle enn der den var jamnet og hadde et tynt lag med fint materiale på topp. Ved start av målingene kom det i alt 37 mm nedbør, fordelt med henholdsvis 26-10-1 mm den 23.-24.-25.mai. Uttørkingen startet derfor først den 25. mai. Den 5. og 6. juni kom det henholdsvis 8 og 4 mm nedbør, og ny tørkeperiode startet 7. juni. I tiden 25. mai til 4. juni var maksimumstemperaturene mellom 15°C og 20°C. I tiden fra og med 6. juni var den over 20°C. I første tørkeperiode kan en regne at sloddet og usloddet jord "holdt følge" 2-3 dager i 5 cm dybde og 3-4 dager i 20 cm dybde. Under slike forhold kan en ikke regne med noen egentlig likevekt, fordi vannpotensialet over bakken er av størrelsesordenen -100 til -1000 bar mens det i de aktuelle dybder har vært av størrelsesordenen 0 til -1 bar. Når de to kurvene for samme dybde skiller lag, er det tegn på at vanntransporten oppover i jorda fortsetter som kapillærtransport helt til grenseflaten jord-atmosfære der jorda ligger i pløgsle, mens det er kapillær transport bare opp til løslaget, der det er sloddet. I den siste tørkeperioden har uttørkingen vært mer intens, og sambandet med topplaget er brutt raskt hvor det var sloddet.

Hvis en skal dra slutninger som angår jordarbeiding og trafikk, må en ta hensyn til tidspunktet om våren:

Hvis en ønsker å så tidlig om våren, er for stort vanninnhold en begrensning både for bæreevne og for smuldring av leirjord (4). Da er det nødvendig å la åkeren ligge i pløgsle lengst mulig. Hvis værforholdene har hindret tidlig såing og det setter inn med varmt, tørt vær omkring 1. juni, kan spireråmen bli en begrensende faktor. Da kan det være nødvendig å slodde, fordi jorda kan bli liggende noen dager før en rekker å så hele arealet.

x) med tensiometer

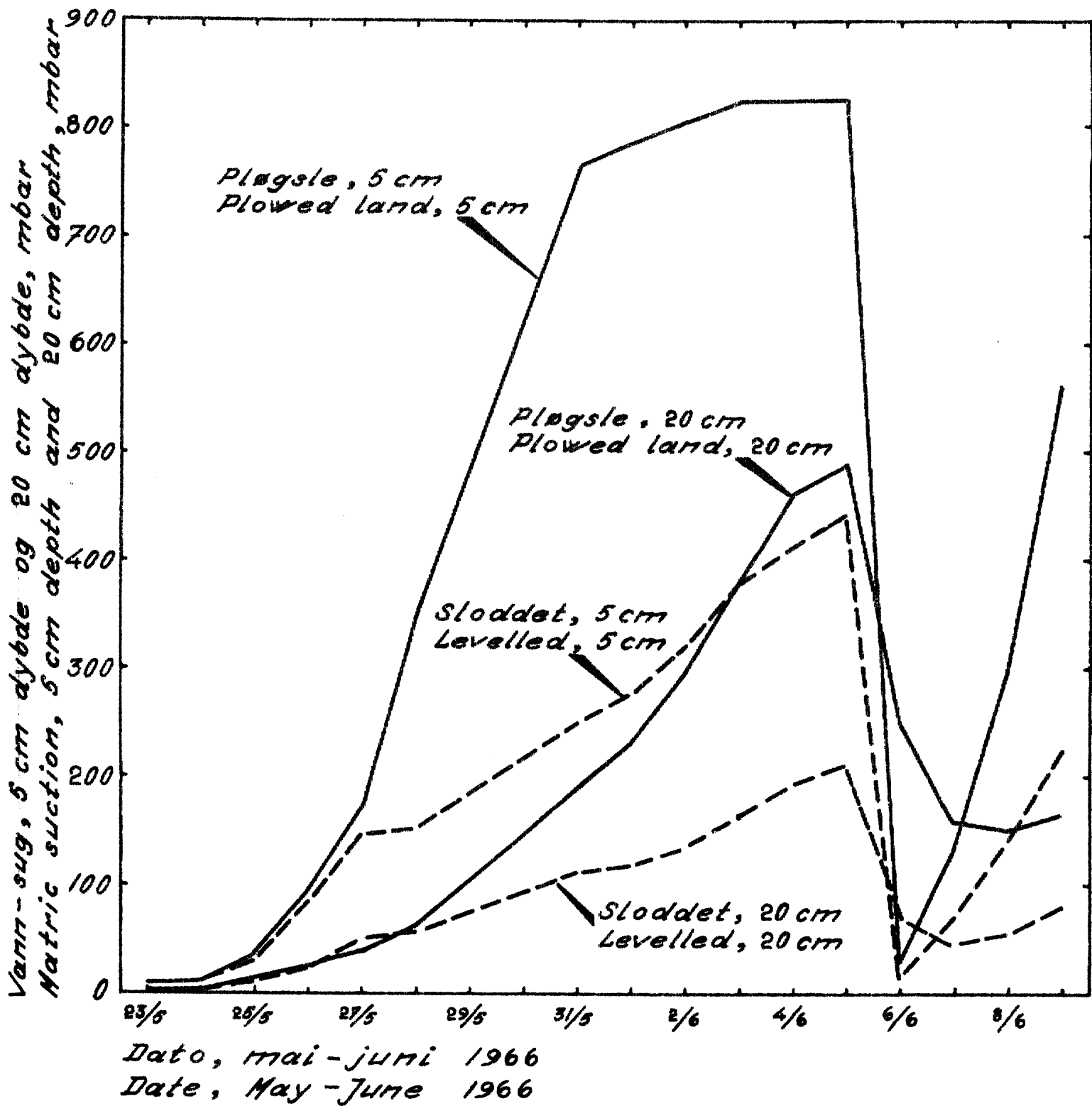


Fig. 1. Uttyrking av leirjord med og uten slodding.

Drying sequence of a clay loam with and without spring levelling.

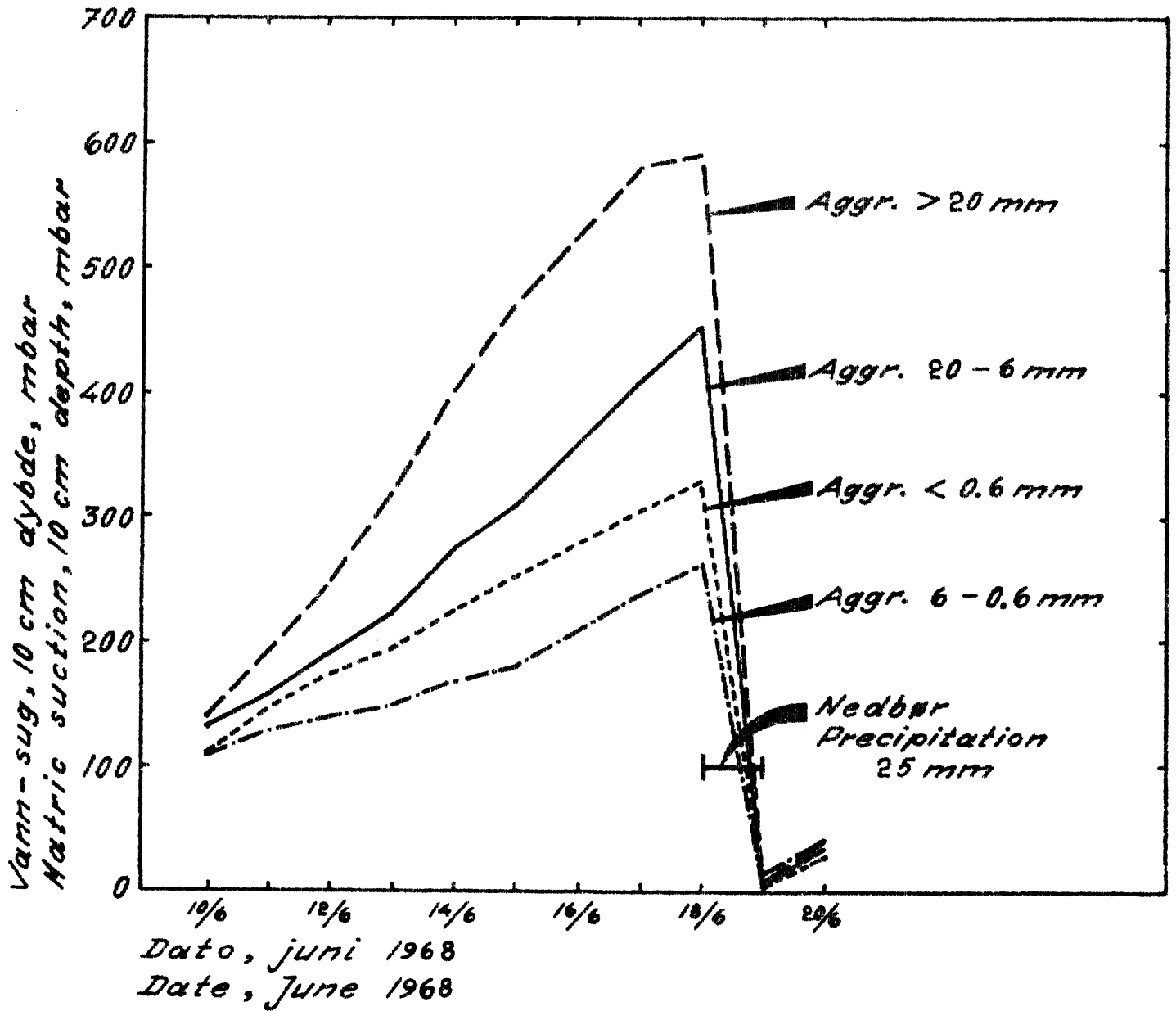


Fig. 2. Uttørking av leirford med 3 cm dekk-lag av aggregater. Juni 1968.

Drying sequence of a clay loam, covered by an aggregate layer, 3 cm in thickness. June 1968.

I 1968 ble det utført en del målinger i feltforsøk med ulik aggregatstørrelse på åkerjord uten plantevekst. Fig. 2 viser målinger av vann-sug i en periode i juni.^{x)} Topplaget var 3 cm tykt. Det er tydelig at dette topplaget har redusert vann-sug mest der hvor aggregatstørrelsen var 6-0,6 mm, altså samme aggregatstørrelse som viste seg mest gunstig i karforsøket (Ledd B2 og B3). Når aggregatene blir mindre igjen, ser det ut til at tapet av vann ved fordamping har økt, og dermed vann-sug. De store aggregatene har gitt størst vann-sug i slutten av perioden. De forskjellige mekanismene for vanntransport gjennom grenseflaten jord-atmosfære er gjennomgått av Heinonen (3). Det synes trolig at kapillær-transport har vært av betydning for de minste aggregatene, og at en massetransport av luft inklusive vanndamp i gassfasen har vært viktigst for de største aggregatene, mens diffusjonen i gassfasen har dominert for aggregater av størrelse 6-0,6 mm. Det viste seg at dekk-laget med aggregater mindre enn 0,6 mm hadde en tendens til å få fortetninger i overflaten etter regn, og at det videre dannet seg tørkesprekker ved opptørking. Dette henger sammen med at vannfilmene rundt partiklene får et ganske stort kontaktareal når aggregatstørrelsen blir liten. Siden overflatespenningen også kan betraktes som overflateenergi pr. arealenhet, vil den totale "samentrekkende" energien øke med kontaktarealet. Det er samme fenomen en kan observere ved å sette til vann i et kar med finfordelt leirjord. Ved et visst vanninnhold trekker leirmaterialet seg inn fra veggene. Dette skjer ved et vanninnhold som samtidig svarer til både en viss krumning av vannfilmene og et stort kontaktareal.

Fig. 3 viser resultater fra samme forsøk senere på sommeren. Da var det også med en overflate uten 3 cm aggregatdekke - en noenlunde fast overflate av åpen jord som var harvet om våren, tromlet og deretter hadde ligget urørt. Der var vann-sug mot slutten av tørkeperioden adskillig større enn for leddene med dekke. Forskjellen mellom ulike aggregatstørrelser var langt mindre enn i juni p.g.a. mellomliggende regnvær. Aggregatene av størrelse mellom 6 og 0,6 mm viste fremdeles minst vann-sug, mens de minste aggregatene nå hadde vann-sug på høyde med 20-6 mm-fraksjonen, som på dette tidspunkt hadde høyest vann-sug blant dekkbehandlingene. Alt i alt var forskjellene altså betraktelig mindre enn i juni.

^{x)} Målinger utført med tensiometer.

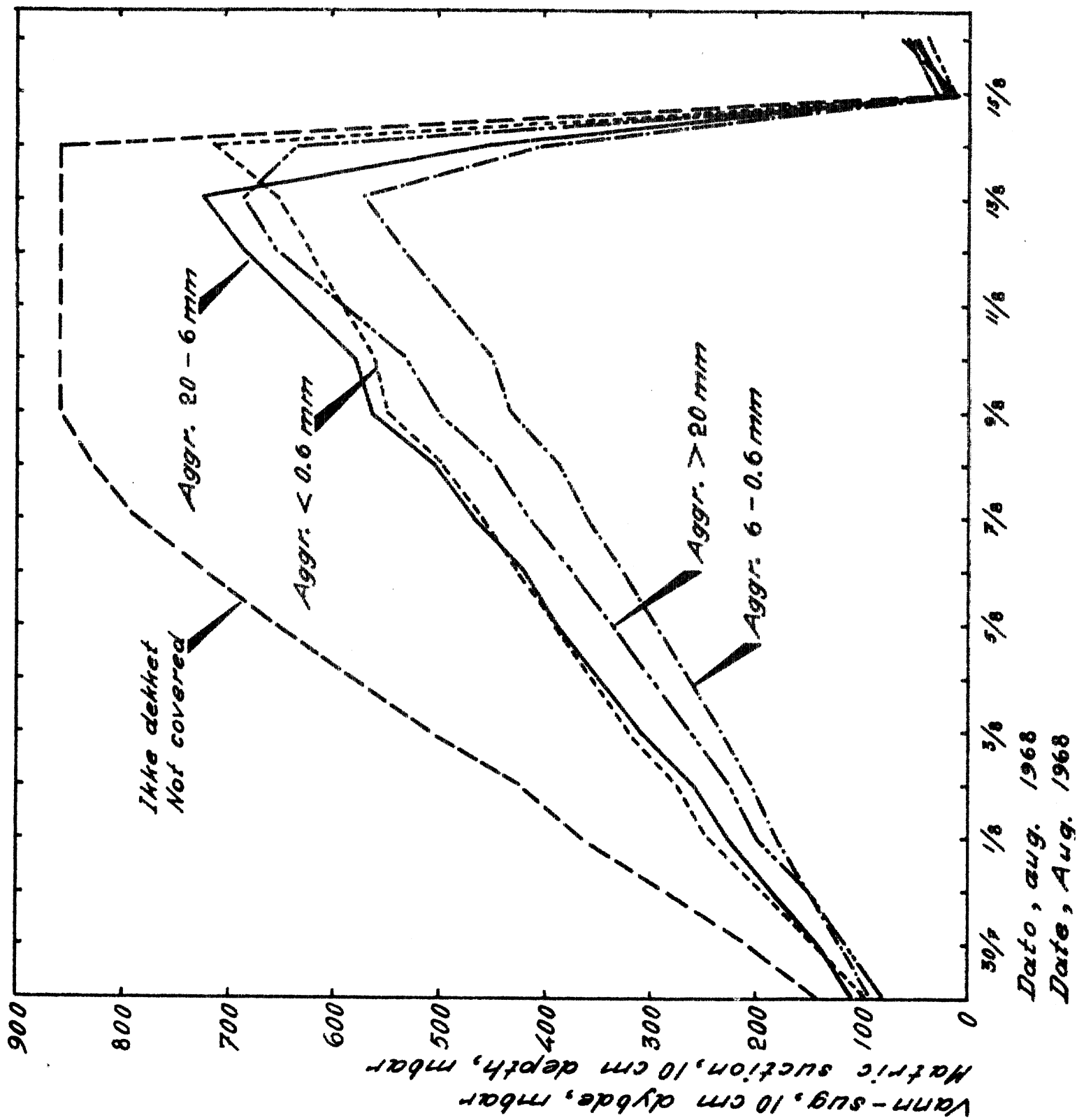


Fig. 3. Uttørking av leirjord med 3 cm dekk-lag av aggregater. August 1968.

Drying sequence of a clay loam, covered by an aggregate layer, 3 cm in thickness. August 1968.

Summary

Experiments with aggregate size distributions in the seed bed of a loam soil gave the following results:

1. Single fractions of aggregates in the size classes >20 mm, 20-6 mm, 6-2 mm, 2-0,6 mm, $< 0,6$ mm had approximately the same porosities. The pore size distributions were quite different, showing a decrease in the volume of coarse pores with increasing fineness of aggregates.
2. Mixtures of the aggregate sizes resulted in a reduction of the porosity and the volume of coarse pores as compared to the pure fractions. A mixture of 50 percent aggregates larger than 6 mm and 50 percent less than 6 mm reduced the total porosity, and the air-filled porosity at pF 1,3 more than other mixtures.
3. Pot experiments with barley plants showed the earliest emergence and development in seed beds with aggregate sizes from 6 to 0,6 mm. Plants grown in soil with a water potential sequence of -0,02 bar to -1 bar were later in development at low Nitrogen application than plants grown in a water potential sequence of -0,02 bar to -15 bars. At high Nitrogen application the relation between plant development and drying sequence was the opposite.
4. The water consumption per unit mass of dry matter production was much lower at high application of Nitrogen than at low application. At low N-application the efficiency of the soil water was lower when water was added after drying to - 1 bar water potential than after drying to -15 bar water potential. At high N-application the efficiency of the soil water was highest at the least severe drying before addition of water.
5. Field experiments with several treatments of the surface layer were conducted to investigate evaporation from a bare loam soil. Spring levelling with a drag reduced the matric suction in 10 cm depth as compared to a soil left in a rough surface condition (Fig. 1). Covering the bare soil with an aggregate mulch, 3 cm in thickness, revealed great differences in soil matric suction in 10 cm depth between treatments. Aggregate sizes from 6-0,6 mm were most effective in keeping the matric suction low (Fig. 2). In late

summer the differences were less pronounced than in early spring, owing to slow deterioration of the aggregates by heavy rains (Fig. 3).

Litteratur

- (1) FRIIS NIELSEN, B. 1963: Plant production, transpiration ratio and nutrient ratios as influenced by interactions between water and nitrogen. Diss. Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, Danmark. Andelsbogtrykkeriet i Odense, 1-162.
- (2) GRADWELL, M.W. 1965: Soil physical conditions of winter and the growth of ryegrass plants. I. Effects of compaction and puddling. N.Z.Jl.agric. Res. 8, 238-261.
- (3) HEINONEN, R. 1963: Markens vattenhushållning och jordbearbetningen. Aktuellt från Lantbrukshögskolan, 69, 1-40.
- (4) NJØS, A. 1963: Om smuldring og vanninnhold i jorda ved arbeidning. Ny Jord 5/1963, 156-164.
- (5) NJØS, A. 1967: Aggregatstørrelsefordeling i såbedet i forhold til jordarbeidning og plantevekst. NJF-Kongress 27.-30. juni 1967, København, Fortrykk av foredrag, Seksjon VIII, 9-18.
- (6) PENMAN, H.A. 1940: Gas and vapour movements in the soil. II. The diffusion of carbon dioxide through porous solids. J.agric. Sci., 30, 570-581.
- (7) REICHMAN, G.A. & GRUNES, D.L. 1966: Effect of water regime and fertilization on barley growth, water use, and N and P uptake. Agron. J. Vol. 58, 513-517.
- (8) RUSSELL, M.B. 1959: Crop responses to excess water. In: Water and its relation to soils and crops. Academic Press, N.Y. Ed. M.B.RUSSELL, 74-77.
- (9) WEST EUROPEAN METHODS OF SOIL STRUCTURE DETERMINATIONS. 1967. Ed. M.de BOODT, State faculty of agricultural sciences, Ghent, Belgia. V, 43.