

Om afgrødernes vandforbrug og vandforsyning.

Af docent, dr. H. C. Aslyng,
Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

I tidsskriftets 4. hæfte 1950 har afdelingsgeolog, mag. scient. Th. Sorgenfrei skrevet om grundvandsreserven. Dersom summen af fordampningen, afstrømningen og det menneskelige forbrug af vand er af samme størrelse som nedbøren, så vil grundvandstanden forblive uændret.

Her skal specielt omtales den del af nedbøren, som fordamper. Fordampningen finder sted dels direkte fra jord eller vand og dels gennem planterne. Hvor jorden er dækket med vegetation, er fordampningen fra planterne langt større end direkte fra jorden. Til afgrødernes vandforbrug vil vi her regne den samlede vandfordampning fra jord og planter i vækstperioden.

Afgrødernes vandforbrug er meget stort og må dækkes ved optagelse af vand fra jorden ved hjælp af planterødderne. Samtidig med at grønne planter optager (assimilerer) kuldioxyd fra atmosfæren gennem små åbninger (spalteåbninger), fordamper vandet gennem disse åbninger. Er der ikke vand nok, lukkes spalteåbningerne, men så ophører også stofproduktionen og høstudbyttet begrænses — vi taler om tørkeskade.

Den vandmængde, der medgår til opbygning af plantevæv, er meget lille sammenlignet med den mængde, der fordamper. Næsten hele den vandmængde, afgrøderne optager, fordamper igen. Planterne optager næringssalte, som er opløst i vandet, men optagelse af næringssalte og vand er iøvrigt ellers uafhængige af hinanden. Det store vandforbrug er altså ikke direkte nødvendigt for planternes ernæring, men en uundgåelig følge af den måde, hvorpå kuldioxyd, som er så vigtigt for stofproduktionen, optages.

Hvor stor er da den vandmængde, der kræves for at opnå en god afgrøde? De afgrøder, der i almindelighed i landbruget er mest udsatte for vandmangel, er kløver-græs og vårsæd. Vi kan regne med, at der fordamper en vandmængde svarende til omkring 300 mm nedbør for at producere en god hø- eller kornafgrøde. Den egentlige vækstperiode er imidlertid kort — kun 3—4 måneder af forsommeren, og i den tid er nedbøren her i landet i reglen under eller højst 200 mm.

I løbet af efteråret og vinteren bliver jorderne mættet med vand, og en del af denne vandmængde kan i den følgende sommer eller vækstperiode udnyttes af afgrøderne og derved supplere nedbøren.

Om den vandmængde, jorden kan afgive, plus nedbøren i vækstperioden kan dække afgrødernes vandforbrug, afhænger af forskellige forhold. Nedbøren er ikke lige stor hvert år, og den vandmængde, jorden af vinternedbøren stiller til rådighed, varierer med jordens beskaffenhed — dens indhold af ler og humus og dens struktur m. v., og sidst men ikke mindst afhænger det af, hvor tykt et jordlag, der udnyttes. Det betyder, at det afhænger af, hvor dybt planterødderne trænger ned i jorden og udnytter jordfugtigheden. Disse forhold vil blive yderligere omtalt senere i artiklen.

Vi har desværre erfaret, at en tør sommer giver et høstudbytte betydeligt under, hvad vi nu anser for at være nogenlunde middeludbytte. Følgende lille oversigt over høstudbyttet nogle af de seneste år kan illustrere dette.

Danmarks høstudbytte i millioner afgrødeenheder.

1934—38	115,8	1943	122,4
1939	119,7	1944	118,5
1940	115,2	1945	122,2
1941	100,7	1946	125,9
1942	111,8	1947	98,1

Selv i krigsårene, da der ikke kunne gødes efter ønske, var der, bortset fra 1941, et godt høstudbytte, takket være »gode« somre. 1941 og 1947 var tørre og høstudbyttet betydeligt lavere end i de øvrige år. Vandforsyningen har en meget bety-

delig indflydelse på høstudbyttets størrelse, og svingningerne skyldes især variation i nedbøren i vækstperioden.

Det må endvidere stærkt fremhæves, at selv i »normale« eller gode år er der jorder eller afgrøder, som ikke giver det høstudbytte, de kunne, dersom der var vand nok til rådighed.

Nedbørens størrelse kan vi ikke ændre. Vi kan supplere den ved kunstig vanding, men det er dyrt, og det er ret begrænsede vandmængder, der står til rådighed. Kunstig vanding skal ikke omtales. Tidsskriftet vil senere bringe en artikel derom. Vi skal se på enkelte andre foranstaltninger, som muligvis kan gøre høstudbyttet mindre afhængigt af sommernedbøren. Der er 3 hovedretningslinier, nemlig:

- 1) Bedre udnyttelse af jorden som reservoir for efterårs- og vinternedbøren.
- 2) Begrænsning af vandfordampningen.
- 3) Valg af afgrøder.

Bedre udnyttelse af jorden som reservoir for efterårs- og vinternedbøren.

De forskellige jorder holder ikke lige godt mod tørke. Vi siger, de gode lerjorder er dyrkningssikre, hvorimod dyrkningen af tørre sandjorder er mere usikker.

Desværre kan vi i landbruget kun i meget begrænset omfang ændre jordens sammensætning, bonitet eller dyrkningsværdi. Jordens finkornethed eller dens lerindhold er af stor betydning, men lader sig ikke ændre. Indholdet af humus er ligeledes af betydning. Der er dyrkede sandjorder med et forholdsvis stort humusindhold og som uden dette ikke med fordel kunne dyrkes.

Ved anvendelse og nedpløjning af staldgødning, planter og planterester kan jordens humusindhold øges, men der kræves store mængder for at opnå selv en beskednen forøgelse. Ved Studsgaard forsøgsstation undersøges for tiden virkningen af anvendelse af store mængder organisk materiale. Måske en selv ringe forøgelse af jordens humusindhold kan forbedre afgrødernes vandforsyning.

Jordens struktur og/eller lejring betyder en del for dens vandholdende evne og afgrødernes vandforsyning. Struk-

turen er afhængig af jordens indhold af ler og humus, af dens kalktilstand og af bearbejdningen og dyrkningen i det hele taget. Hvor meget strukturen betyder for afgrødernes vandforsyning, ved vi kun meget lidt om. Vi må håbe, at det bliver taget op til undersøgelse i forbindelse med jordbearbejdning, kalkning, gødskning og afgrødevalg m. v.

Endelig vil jeg gerne under første punkt vedrørende en bedre udnyttelse af jorden som vandreservoir fremhæve, at dersom dybden, hvortil planterødderne udvikles og gennemvæver jorden, kan øges, vil det sandsynligvis i længden være det fordelagtigste middel mod tørkeskade og betyde mere end strukturens indflydelse.

En høj grundvandstand kan give en rigelig vandforsyning, forudsat at den også, eller endnu bedre, netop er høj i de kritiske perioder, hvor tørkeskade indtræder. Her i Danmark kan vi i almindelighed ikke opretholde en høj grundvandstand i sommertiden, når det kniber med afgrødernes vandforsyning. At have en høj grundvandstand største delen af året, men ikke når der er mest brug for det, er uheldigt. Planterødderne vil da kun være udviklet i de øverste jordlag over det almindelige grundvandstands niveau, og modstanden mod tørke vil være ringe.

Den vandstigning, der kan finde sted i jorden, foregår meget langsomt og i ringe omfang, når jorden er delvis udtørret. Den betyder for planternes vandforsyning kun meget lidt og langt mindre end tidligere antaget, dersom grundvandet og rødderne ikke er i nærheden af hinanden. Det er planterødderne, som må komme (vokse) til vandet i jorden og ikke omvendt.

Som eksempel og uden en detaljeret omtale kan vi regne med, at en sandjord af vinterfugtigheden kan afgive 1 mm vand til afgrøderne for hver cm jorddybde — og en god lerjord henimod det dobbelte. Herpå beror i det væsentligste forskellen i dyrkningsværdien. Dersom nedbøren i vækstperioden er 200 mm og afgrøden skal bruge 300 mm vand for at nå fuld udvikling, må rødderne fra sandjorden udnytte den tilgængelige del af jordfugtigheden til en dybde af 1 meter.

Sker det kun til 75 cm dybde, begrænses udbyttet på grund af vandmangel. De 25 mm vand mere eller mindre kan have stor indflydelse på høstudbyttets størrelse. 25 mm regn i en tør sommertid gør underværker — og så fordamper en del af regnen endog direkte — især hvis den falder som flere og små byger, hvorimod 25 mm vand fra undergrunden udnyttes mere effektivt. På lerjorden stiller forholdene sig gunstigere. Dersom nedbøren og behovet for vand er som før nævnt, kræves kun en mindre roddybde for at få vand nok.

Spørgsmålet er da, om det er praktisk muligt og økonomisk fordelagtigt at øge roddybden, og hvorledes det kan gøres. Det ved vi ikke meget om, men det burde undersøges.

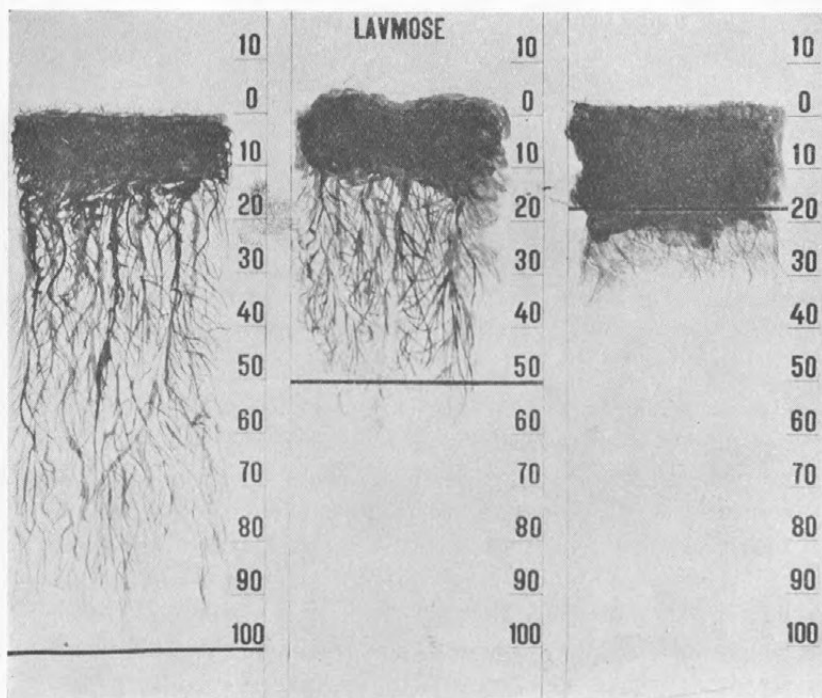


Fig. 1. Den fremhævede, vandrette linie angiver grundvandstandens dybde. Tallene er cm. Roddybden er øget i samme grad, som grundvandet er sænket. Med en roddybde på 1 m vil planternes vandforsyning være nogenlunde sikret, selv om grundvandstanden sænkes yderligere.

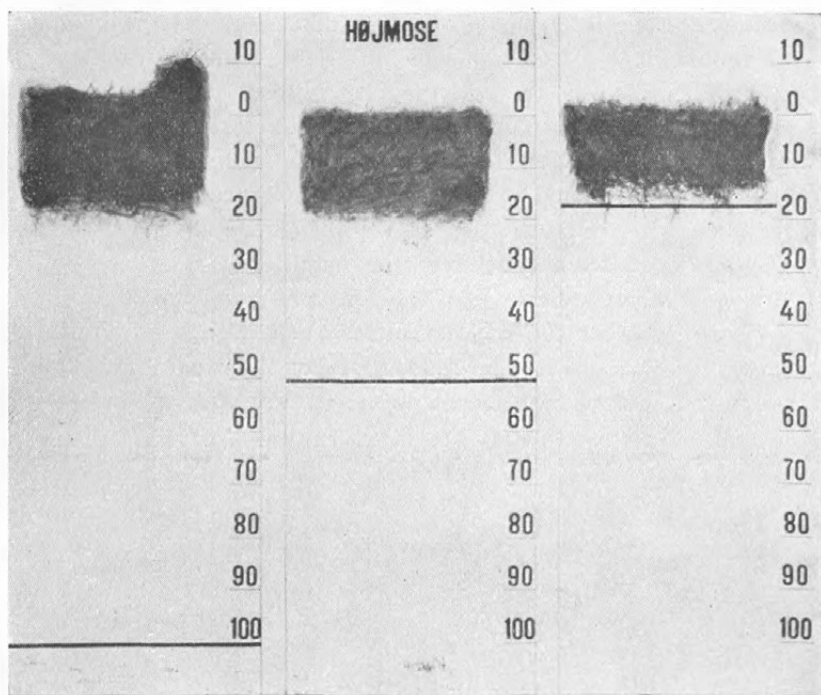


Fig. 2. Som fig. 1, men her er planterødderne på grund af plantegifte eller for lav reaktion i undergrunden ikke trængt dybere ned efter afvandingen.

Hvor jorden er vandlidende, foretages afvanding. Om dens intensitet og udførelse kan der diskuteres. Man kan ikke altid regne med, at sænkning af grundvandstanden straks resulterer i, at planterødderne trænger dybere ned. I den tidligere vandmættede jord kan der være plantegifte, for lav reaktion og andre uheldige forhold, som ikke umiddelbart bedres. Afvanding kan derfor i første omgang på visse jorder nedsætte udbyttet. Måske en gradvis sænkning af grundvandstanden i så fald med fordel kunne praktiseres. Se fig. 1 og 2, der er gengivet efter H. Osvald.

Med ønsket om en dyb rodudvikling følger ikke nødvendigvis et ønske eller krav om dyb afvanding. En middeldyb eller kraftig afvanding kan i forbindelse med faldende grund-

vandstand i sommertiden antagelig give mulighed for en dyb rodudvikling, når afgrøderne kan få en god og tidlig start i foråret.

Hvor grundvandstanden er dybtliggende, vil en yderligere sænkning af denne, f. eks. ved pumpning, næppe have indflydelse på afgrødernes udvikling — mere alvorligt er det, at brøndene udtørres.

Løsning, udluftning, kalkning og gødskning af undergrunden kan også påvirke rodudviklingen i dybden. Det er faktorer, som vi ved forsøg må have i erindring og undersøge betydningen af.

Man kan også tænke sig, at planteforædlerne lægger mere vægt på øget tørkeresistens og tillige undersøger, om en sådan er ensbetydende med en dybere og evt. mere intens rodudvikling hos planterne.

Begrænsning af vandfordampningen.

Vi skal derefter se på, om vandforbruget kan nedsættes og på de faktorer, hvoraf det er afhængigt.

Det er ikke så helt let at måle og bestemme, hvor stort et vandforbrug en enkelt afgrøde, der vokser i marken, har. Man kan måle den nedbør, der falder i vækstperioden, og ved prøveudtagning af jorden med passende mellemrum fra foråret og gennem hele vækstperioden kan man bestemme, hvor meget vand jorden har afgivet. Prøveudtagningen må foretages i forskellig dybde og så dybt, som rødderne udvikles. Det er et stort og vanskeligt arbejde — især på stenet jord — og mulighederne for, at der fra eller til de pågældende jordlag er sket en vandstrømning eller -bevægelse, kan medføre en ikke ubetydelig usikkerhed.

Som eksempel på en sådan undersøgelse er fig. 3 indføjet. Den øverste linie i det mørke felt angiver i foråret den samlede vandmængde i jorden til en dybde af 110 cm. Dertil er lagt nedbøren i vækstperioden, så linien stiger. Det mørke felt angiver den vandmængde, som fastholdes så stærkt i jorden, at planterne ikke kan udnytte den. Den nederste linie af det mørke bælte angiver da den samlede vandmængde,

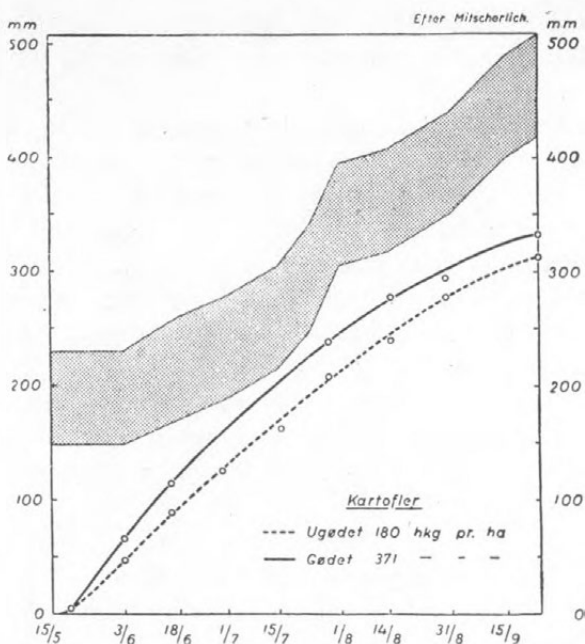


Fig. 3.

der indtil de anførte datoer har været til rådighed for kartoflerne. Endelig angiver de to jævnt forløbende kurver den vandmængde, stærkt gødede og ugødede kartofler har forbrugt.

Vi ser, at kurverne i midten af juli er nær det mørke felt, hvilket betyder, at jorden på det tidspunkt har været næsten udtørret for vand, som kunne udnyttes af kartoflerne.

Udbyttet af knolde var 180 og 371 hkg pr. ha for henholdsvis ugødet og gødet, og alligevel er der ikke stor forskel i den forbrugte vandmængde, som her ialt beløb sig til henholdsvis 313 og 332 mm.

Det er vigtigt at erindre dette. Intensiv dyrkning af jorden medfører praktisk taget ikke, at afgrødernes vandforbrug stiger. Det er tværtimod ikke ualmindeligt, at den stærkt gødede og kraftige afgrøde klarer sig bedre mod tørke end den lille og svagt gødede afgrøde. Muligvis fordi den kraftige af-

grøde har udviklet rødderne tidligere og til større dybde i jorden end den svagt gødede afgrøde.

Der foreligger en del forsøgsresultater, som viser, at vandfordampningen ikke er bestemt af afgrødens størrelse. Som yderligere eksempel kan anføres nogle resultater fra lysimeterforsøg på Rothamsted, hvor vandfordampningen og udbyttet ved dyrkning af græs blev målt i tiden april-august 1946. Resultaterne var:

Forsøgsled	Grundvand-stand cm	Vand- fordampning mm	Tørstof- udbytte hkg/ha
a	90	258	35,8
b	60	278	36,4
c	60	250	89,1

I forsøgsled c var afgrøden stor som følge af rigelig gødskning.

På Rothamsted Experimental Station i England arbejdes med nye metoder til måling af afgrødernes vandforbrug og undersøger de faktorer, hvoraf det er afhængigt. Man har her målt fordampningen fra græsbevokset (kort græs) jord og sammenlignet den med fordampningen fra en fri vandoverflade i en tilsvarende græsbevoksning, som var tilstrækkelig forsynet med vand, så der var maksimal fordampning fra græsset omkring vandbeholderen.

Fordampningen fra græsbevokset jord, hvor afgrøderne ikke led af vandmangel, var i gennemsnit for året omkring 75 pct. af fordampningen fra den frie vandoverflade. Relativt mere om sommeren end om vinteren. Man fandt og regner nu med, at fordampningen fra vandoverfladen multipliceret med 0,6 om vinteren, 0,7 i foråret og efteråret og 0,8 om sommeren (maj—august incl.) giver fordampningen fra den grønne græsmark.

At faktoren varierer noget med årstiden skyldes især, at spalteåbningerne på planterne gennemsnitligt er åbne flere timer pr. dag om sommeren end om vinteren.

Man er nu interesseret i at få undersøgt, om det samme relative forhold for fordampning også gælder under andre forhold og andre steder i verden. På forhånd tror man, at det

så nogenlunde vil være tilfældet, og man regner også med, at det gælder for forskellige afgrøder, så længe afgrøden er grøn og udvikles vegetativt og ikke lider af vandmangel samt nogenlunde dækker jorden.

Dernæst er undersøgt, hvoraf fordampningen fra den frie vandoverflade afhænger. Man er derved nået frem til 4 faktorer som værende af afgørende betydning, nemlig:

- 1) Antal timer ialt med klart solskin,
- 2) Den totale vindmængde,
- 3) Den gennemsnitlige lufttemperatur og
- 4) Det gennemsnitlige dugpunkts temperatur.

Når disse størrelser kendes for en given periode, kan man beregne fordampningen fra fri vandoverflade, og ved hjælp af en af de oven for nævnte faktorer alt efter årstiden kan det reduceres til at give den maksimale fordampning fra en grøn afgrøde.

En grøn og ikke vandmanglende afgrødes vandforbrug er altså praktisk taget udelukkende bestemt af vejrliget og kun i meget ringe grad af dens størrelse og udviklingstrin.

Når korn har et stort vandforbrug i skridningstiden, så er det ikke fordi det skrider, men fordi vejrliget på den årstid er gunstigt for vandfordampning.

Det britiske meteorologiske kontor eller institut foretager nu beregninger over den maksimale vandfordampning, og resultaterne kan fås af konsulenter, forsøgsstationer og interesserede i det hele taget. Det har navnlig interesse i foråret og sommertiden. Kender man nedbøren, kan det da ses, hvor meget vandfordampningen evt. har oversteget nedbøren, og man får udtryk for, i hvor høj grad jorden er udtørret. Alt efter jordens dyrkningsværdi — eller den vandmængde, den kan afgive af vinterfugtigheden til afgrøderne — kan en »overskridning« tolereres, før der må regnes med tørkeskade eller evt. foretages kunstig vanding.

Vanskeligheden ligger i, at vi ikke kender vore jorder godt nok, og at vi heller ikke ved, til hvor stor dybde planterne udnytter vandet i jorden. Undersøgelser af typiske tilfælde

i så henseende kan forhåbentligt gennemføres i nærmeste fremtid.

De fleste, der har med jorddyrkning at gøre, har erfaring for, hvad læ kan betyde for afgrødernes udvikling. Med læhegn kan vindmængden, der stryger hen over arealet, reduceres. Temperaturen og den relative luftfugtighed påvirkes også. På vindudsatte arealer er læhegn af stor betydning og kan være en nødvendig og vigtig foranstaltning til undgåelse af sandflugt. Læhegn optager imidlertid også en del af arealet, så det dyrkede areal reduceres. De kan også medføre ulemper for markarbejdets udførelse. Der er således adskillige forhold at tage i betragtning. Der udføres for tiden undersøgelser over lævirkning.

Skal man kort resumere betydningen af jordbearbejdningen i foråret og i vækstperioden, må det blive, at der ved enhver bearbejdning er risiko for tab af vand ved en forøget vandfordampning direkte fra jorden, og jo dybere og kraftigere bearbejdningen er, desto større er risikoen.

Tænker man sig en ubevokset jord henligge i foråret uden jordbehandling, vil det øverste lag udtørre, men derefter vil fordampningen foregå langsommere og efterhånden kun i ringe omfang. Harver man jorden overfladisk, vil det øverste lag også udtørre, og fordampningen vil derefter gradvis aftage. Hvilken af de to fremgangsmåder, der giver det mindste tab af vand, vil jeg gerne lade være ubesvaret.

I praksis skal jorden gøres i stand til såning, men det må ske lempeligt og overfladisk og resultere i et tyndt, løst overfladelag, hvis vandindhold under alle omstændigheder går tabt.

Ved jordbearbejdning i voksende afgrøder som kartofler og rodfrugter, kan man ikke forbedre vandhusholdningen. Formålet er i hovedsagen ukrudtsbekæmpelse.

Valg af afgrøder.

De forskellige afgrøder er ikke lige udsatte for at lide af tørke. Det er nævnt, at tidlige afgrøder som hø og vårsæd er særlig udsatte. En afgrøde som lucerne er mindre eller kun

lidt udsat for at lide af vandmangel, når først den er »slået an«. Det skyldes dens dybtgående rødder.

Vintersæden er ikke så udsat for at lide tørkeskade som vårsæden — antagelig fordi vandfordampningen direkte fra jorden eller udtørringen af denne i forårstiden er mindre end ved vårsædsdyrkning.

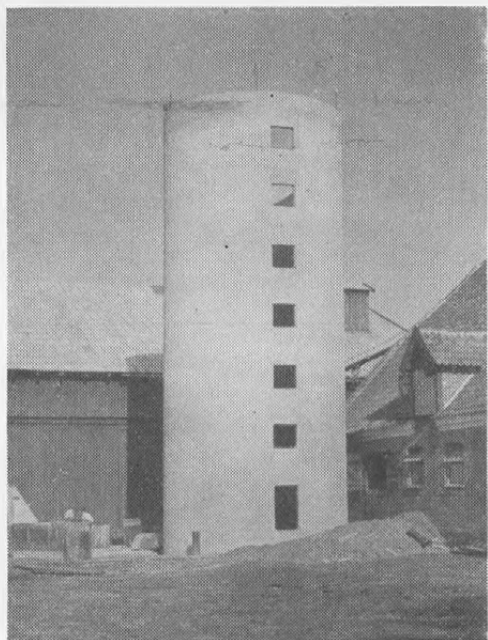
Rodfrugternes samlede vandforbrug er ikke meget større end kornets, men i forsommeren, hvor vejret giver gode betingelser for vandfordampning, dækker afgrøden ikke jorden, og fordampningen er mindre end fra en kornmark. Senere på sommeren, når rodfrugterne vokser og udvikles kraftigt, er betingelserne for vandfordampning ringere og nedbøren tilmed større, så tørkeskade er ikke så sandsynlig. På jorder, der ikke holder godt mod tørke, skal man derfor om muligt især gå ind for sene afgrøder. Den fordel, det indebærer, kommer også frem, når det kan anføres, at rodfrugterne på den tørre og »dyrkningsusikre« jord kan give indtil fire gange så mange foderenheder som korn, hvorimod de på den dyrkningssikre og gode jord »kun« giver dobbelt så mange.

Litteratur.

Mitscherlich, E. A., und *H. Beutelspacher*: »Untersuchungen über den Wasserverbrauch verschiedener Kulturpflanzen und den Wasserhaushalt des natürlich gelagerten Bodens«. *Bodenkunde und Pflanzenernährung*. 1938, 9—10, p. 337—395.

Nyström, E., och *H. Osvald*: »Grundvattenståndets inverkan på slätter-vallar på torjord.« *Svenska Mosskulturforeningens Tidskrift*. 1918, p. 42—114.

Schofield, R. K.: »Soil moisture and evaporation«. *Fourth International Congress of Soil Science Transactions II*. 1950, p. 20—28.



Taarnsilo paa Frijsenborg 5×14 m
Arkitekt Uldall-Ekman

Taarnsiloer

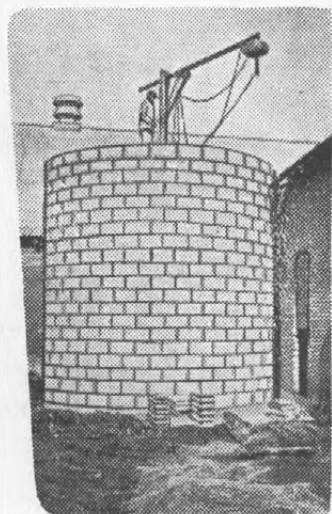
til alle Formaal udføres
i Glideforskalling. - Til-
bud uden Forbindende

**Garanteret fineste
Kvalitet**

**Faxe
Betonvarefabrik**

Svend S. Petersen

Telf. Faxe 276



UNION SILOEN

den helt rigtige for alle danske Landbrug

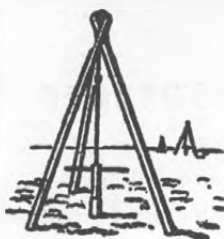
UNION Siloen bygges i alle ønskelige Størrelser. Lad vore Erfaringer komme ogsaa Dem tilgode, hvad enten det drejer sig om Ensilagesiloer, Ajebeholdere eller Kornsiloeer
Forlang Brochure, Vi aflægger gerne Besøg

**A/S Kalksandsten-
& Cementvarefabrikken**

UNION

VOJENS - TLF. 30





A. Christiansen

Bjæverskov . Tlf. 104 . Bedst fra Kl. 18-19

Artesisk Brøndboring

Diameter 3-8"

**Brøndgravning
og Reparation**

Grundlagt 1912

Alle Størrelser Staalborerør haves paa Lager



HAR DE **MUS**

så brug Ratin, der let og effektivt
udrydder hus- og markmus i
løbet af få dage. Ratin til mus
fås i flasker à 2 og 3 kr.

RATIN

*Centralvarme
Smede- og
Bygningsbeslag
Automatiske
Vandværker
Sanitet*

CHR. NIELSEN & SØN

Meistersvej
Næstved
Telefon 807 - 1761



Det populære Par!

„SOLUS“ - Kværnen

- kendt for sin enkle Konstruktion
Økonomi og store Ydeevne

Forlang Brochurer og Oplysninger

„SOLUS“ - Landbrugsvognen

- den mest populære og solide
Landbrugsvogn



H. Sønderby & Co. Maskinfabrik - Tarm - Tlf. 16 og 34