

*G. Westd.
Gunnar Westh 18-42
Høgskolen*

FORELESNINGER

OM

KUNSTIG VATNING

AV

HANS K. NORDBY.

1939.

Oppgaver over litteratur angående kunstig vatning.

1. R K T L - skriftene eller Schriften des Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtschaft. Av denne serie er 4 bind, nemlig nr. 13, 30, 38 og 49 utgitt av "Studiengesellschaft für Feldberechnung" og omhandler kunstig vatning.
2. Der Kulturtechniker utgitt av Deutschen Kulturtechnischen Gesellschaft.
3. Handbuch der Bodenlehre. B. IX.
4. I de alminnelige tidsskrifter og meldinger som Landwirtschaftliche Jahrbücher, Mitteilungen Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft (Mitt. D.L.G.).
5. Karl Ludwig Lanninger: Berechnungstechnik zur Sicherung der Volksernährung. Inneholder en meget fyldig litteraturfortegnelse.

Av amerikansk litteratur skal vi først nevne en serie utgitt av United States Department of Agriculture.

Flere Bulletins i årene 1920-30 er om "irrigation".

Dessuten er flere Bulletins fra Utah Agricultural Experiment Station om kunstig vatning.

Likeledes fra University of California og Nevada og andre.

Av norsk litteratur kan nevnes:

Sortdal: Om vatningen i Nord-Gudbrandsdal. Beretning fra Klones 1926-28.

Dessuten melding nr. 2 og 3 fra Norsk Landbruks teknisk Forening.

nr. 2. M. Langballe: Pumper for vanningsanlegg.

K. Sollid: Omkostninger ved vatningsanlegg.

nr. 3. K. K. Sortdal: Kunstig vatning i jordbruket. (også meld. nr. 13 fra Klones).

En del artikler i "Norsk Landbruk".

I. Litt historikk.

I de tropiske og subtropiske strøk finnes det store områder hvor planter ikke kan vokse og utvikles fordi det er mangel på vann. De typiske ørkenstrøk finnes vesentlig i Asia og Afrika, men de amerikanske prerier og russiske stepper er også til dels fullgode eksempler på strøk hvor det er for lite nedbør, og hvor bare enkelte fordringsløse og tørkeresistente plantearter kan vokse.

Men det finnes også veldige områder på vår jord hvor det bor mennesker som lever av å dyrke planter, hvor den naturlige nedbør er alt for liten for at plantene kan nå fram til full utvikling. Her tilføres da vann på kunstig vis. Disse strøk finnes da først og fremst i Kina, Indien, landene om Eufratt og Egypten, og i den senere tid også Amerika.

Hvor langt tilbake i tiden den kunstige vatning har vært drevet vet man selvfølgelig ikke, men nettopp at den er nødvendig i de land som har den eldste kultur og historie tyder på at den er eldgammel, ja muligens like gammel som selve plantedyrkingen.

I det sydlige Europa har også vatninga vært i bruk fra gammel tid. Således var allerede i oldtiden vatninga i bruk i Italia, Spania, Syd-Frankrike og Sveitz.

I Etrurien, et landskap nord for Rom, nådde åker- og hagedyrkinga allerede lang tid før Kristi fødsel til høy utvikling, og i en noe sydligere provins, Campanien, kunne de på samme tid, takket være vatninga, ta 3-4 avlinger pr. år, og grønnsaker og andre kravfulle planter ble dyrket i ikke liten utstrekning.

Overalt i det sydlige Europa hvor vatninga var gjennomført nådde befolkningen kulturelt sett meget høyt og de levde i stor velstand; men ettersom fiendtlige stammer ødela til- løpene eller velleynet og dovenskap bevirket at vanntilløpere ikke ble vedlikeholdt, forfalt kulturen, og folket sank ned i armød. Og det finnes strøk hvor åkerdyrkinga ennå den dag i dag står tilbake for åkerdyrkinga i oldtiden fordi en mangler tilstrekkelig vann til vatning av kulturvekstene.

Hvor den kunstige vatning er begynt er til liten nytte å komme inn på her og også uten betydning. Utviklingen av vatningsteknikken ble forskjellig på de ulike steder hvor den ble utviklet og var bestemt av terrengforholdene og en del andre forhold som var egne for stedet og av betydning for vatningas utførelse.

I slettelandet ble som oftest vatninga utført ved oppdemming av elver og kanaler med den følge at disse gikk over sine bredder og oversvømmet store arealer, f.eks. i Egypten.

I mer kupert terreng ~~derimot~~ måtte en jo nødvendigvis ty til andre metoder.

I Sveitz f.eks. ble vannet ført i trerrenner fra fjellbakkene like oppe ved isbreene og ned i dalene hvor det ble fordelt utover jordene. Her kan en i fjellene finne rester etter mer eller mindre råtne trerrenner som fra dalene fører helt inn til breene. Time etter time kan en følge disse ledninger som går over steile hang og dype avgrunner avbrutt av den ene demming etter den andre. Denne vatningsmåte, som tildels er i bruk ennå, ligner da meget den som er utviklet i våre fjell- og fjordbygder, men det er derfor ikke nødvendig at den ene er en kopi av den andre.

Vatninga i sin eldste form er ren åkervatning. Engdyrkingaanvendt i aride og semiaride strøk, og slik holdt den seg helt ned til vår tid. I Amerika har interessen for vatninga vært meget stor helt fra før århundreskiftet. Først og fremst gjaldt dette selvfølgelig tørre strøk med årlig underskudd på nedbør, men også i humide strøk ble vatninga innført særlig omkring de større byer, for å forebygge tap av avling som følge av uheldig fordeling av nedbøren.

Også i Europa tiltok interessen for vatninga som middel til å hjelpe plantene over perioder hvor det hersker vannmangel, men teknikken var dårlig og lite anvendelig under de ulike naturforhold, og det ble først etter verdenskrigen at vatninga i Europa fikk noen særlig fart. Da forstod en at dette var en uhyre viktig faktor for landenes selvforsyning. Og nå ble det for alvor tatt fatt på å forbedre vatningsteknikken. Det ble Tyskland som gikk i spissen og som nå er den ledende nasjon på det vatningstekniske område. Med utviklingen av den moderne teknikk (künstliche Beregnung, Spray Irrigation) er en ikke lenger avhengig av de ulike forhold fra sted til sted, men vatninga kan brukes overalt. Hvor vatninga nå blir å innføre vil avhenge av økonomiske beregninger.

Også i vårt land fins det tørre strøk hvor vatning er nødvendig, og hvor den har vært brukt i uminnelige tider. Således har vi i Ottadalføret og en del av de indre fjordbygder på Vestlandet (Luster, Lærdal, Aurland osv.) en høyt utviklet vatningsteknikk, som antagelig i disse strøk av landet er like gammel som selve korndyrkinga. Hvor denne teknikk stammer fra, vet vi med sikkerhet ikke. I sin utforming ligner den meget på de gamle metoder som ble brukt i de sveitziske dal- og fjellbygder, men om den har noen tilknytning til disse ved å være ført nordover er ikke godt å si.

Hvor gammel vatninga er i disse strøk av vårt land, kan nok ingen med sikkerhet si, men sikkert er det iallfall at kunsten er gammel. Allerede i 1598 var det i Skjåk en retts-
tvist mellom 2 bønder om en vannvei, og historieskriverne som f.eks. Peder Clausøn o.a. omtaler vatninga på en slik måte at en får inntrykk av at allerede for 300-400 år siden var vatningskunsten og den tekniske utførelse av meget høy standard. Dette viser at allerede på den tid var vatninga antageligvis et gammelt og velkjent kulturmiddel i visse strøk av vårt land. Sortdal forteller da også om gamle vannveier som har sitt utspring langt inne i fjella, og at det er funnet spor etter vannveier som har sitt utspring i tjern som nå er gjengrodd eller breer som ikke lenger eksisterer. På grunnlag av disse og en rekke andre lignende beretninger og beskrivelser trekker Sortdal så den slutningen " ... at metoden å tilføre vann på kunstig vis til kulturplantene strekker seg tilbake til korndyrkingens barndom på disse kanter."

Inntil omkring midten av forrige århundre var visstnok interessen for vatning liten utenom de typiske vatningsstrøk, men fra omkring 1850 begynner en periodevis iallfall å interessere seg for kunstig vatning også i andre deler av landet. Dette er da selvfølgelig først og fremst engvatning.

I 1848 skrev således P.O.Boysen en artikkel "Om engvanding", statsagronom Aahlstrøm anla flere engvatningsverk i 50-årene og i slutten av samme decennium ble det ansatt et par vatningsmestre. Interessen holdt seg imidlertid ikke svært lenge og med unntagelse av noen mindre tilløp lå den nede til i begynnelsen av vårt eget århundre da landbruksdirektør Tandberg var interessert i saken. Han fikk i 1907 satt i gang noen forsøk, men disse ble av liten betydning. Nå er det igjen kolossal interesse for vatninga og år om annet bygges det en rekke vatningsverk. Skeptikerne trekker nok på skuldrene og sier at dette som før er en bølge som legger sig om noen år. Men her tror jeg iallfall at de tar feil, idet det er stor forskjell på de tidligere interessebølger og den interesse vi nå har. Interessen er ikke lenger bygget på en stemning, men på et savn eller et behov.

Tidligere var driften meget ekstensiv og vatninga ble da etter mønster fra sydligere land oftest anbefalt utført om høsten eller som en gjødslingsvatning. De regnet vatninga som et universalmiddel som ikke bare skulle kunne erstatte gjødslinga, men også jordbearbeidinga. En kunne vatne seg til avling. At dette måtte gå galt sier seg selv.

Anderledes stiller det seg nå. Med det større bruk av kunstgjødsel og den bedre jordbearbeiding er driften blitt langt mer intensiv enn tidligere, men samtidig er også utgiftene

ne i høy grad økt. Utgifter til lønninger, skatter og avgifter øker jevnt og sikkert og for å klare disse må bøndene stadig søke å avtvinge jorda større avlinger. Hittil er dette gjort ved bedre jordbearbeiding og mer bruk av kunstgjødsel, men de driftigste er allerede nå nådd lønnsomhetsgrensen for bedret jordkultur og ytterligere anstrengelser i denne retning vil ikke være formålstjenlig. Kommet over i en slik intensiv drift er det bare naturlig at en ikke lenger kan finne seg i de store tap som påføres landbruket som følge av tørkeperioder. Det er derfor helt rimelig at en søker å skaffe plantene vann nok til utnyttelse av de øvrige vekstfaktorer. Og når vatningen bygger på dette grunnlag går den nok en sikker fremtid i møte. Folk som har fått skaffet seg et godt vatningsverk, vil ikke gi slipp på det, og nye vil stadig komme til. Vatninga vil således uavhengig av de mindre svingninger i været vinne større og større innpass og om noen år bli en alminnelig faktor over store deler av vårt land. Det eneste som kan skaffe vatninga i miskreditt og forårsake en stagnasjonsperiode må i tilfelle være mangelfull veiledning og for liten kontroll med bygningen av vatningsverkene, slik at disse blir bygget av dårlig, uhensiktsmessig materiell som vil forårsake en rekke ergrelser og skuffelser under bruken. Men dette får en håpe snart blir rettet på, og at landet også på dette område får folk som kan veilede bøndene og føre kontroll med anleggene.

II. Vatningas utbredelse.

Det er allerede nevnt at vatninga fra gammel tid av vesentlig var utbredt i tropiske og subtropiske land. Foruten at nedbøren i store strøk innen disse områder er svært liten er fordunstningen og transpirasjonen p.g.a. den sterke varme meget stor, og plantene vil derfor bruke relativt store mengder vann til å bygge opp sin kropp. Ettersom vi fjerner oss fra ekvator, blir med den avtagende temperatur fordunstningen og transpirasjonen mindre, og under ellers like forhold vil forbruket av vann pr. enhet produsert plantemasse avta. Det samme gjelder også, om enn i mindre grad, ettersom høyden over havet tiltar.

Ettersom en kommer lenger fra ekvator skulle således vannbehovet avta og behovet for vatning bli mindre, og på grunnlag av disse betraktninger delte Zörner den nordlige halvkule inn i 3 soner:

I 90-55° n, bredde.

Vatning bare unntagelsesvis nødvendig og da vesentlig

til særlig vannkrevende vekster.

II 55-40° n. bredde.

Sone med supplerende vatning, hvor planteveksten klarer seg uten, men hvor en får stort utslag for vatning.

III 40° n. bredde til ekvator.

Vatning nødvendig så å si overalt. !

For denne teori mener han å finne støtte i den naturlige vegetasjon.

At dette i store trekk kan være tilnærmet riktig, kan vel neppe diskuteres, særlig hvis en forutsetter ideell fordeling av nedbøren. Som grunnlag for å bestemme hvor vatninga er berettiget eller ikke, er det helt uholdbart. Her er det nemlig innen sone I og II fordelingen som spiller hovedrollen. Dette viser da også tydelig det forhold at vi i vestland innen sone I har typiske vatningsstrøk. Zörner tar også også forbehold m.h.t. fordelingen og sier at hvor denne er uheldig kan vatning bli nødvendig i alle soner.

Hvor stort areal som vatnes på jorden er vanskelig å si, men at det ikke er lite, viser følgende tall hentet fra S. Fortier's bok "Use of Water in Irrigation." (1926).

1. Kina antageligvis	>200 mill. dekar.				
2. India	ca. 170 "	"	"		
3. U.S.A.	" 80 "	"	"		
4. Russland	" 30-40 "	"	"		
5. Egypt	" 35 "	"	"	alt dyrket jord.	
6. Japan	" 30 "	"	"	ca. ½ av det dyrk. areal	
7. Frankrike	" 25 "	"	"	1/4 - " -	
8. Italia	" 16 "	"	"	1/6 - " -	
9. Spania	" 15 "	"	"	1/4 - " -	

Fortier's tall er her omregnet til dekar og avrundet. Hertil kommer store arealer i Afrika, landene omkring Eufratt, Stillehavssøyene, Syd-Amerika, Kanada, Australia og Europa. Således kan eksempelvis nevnes at i 1934 ble det i Stat Victoria i Australia vatnet 503394 Ha eller ca. 5 mill. dekar og 200 000 dekar var under nybygging. Nybyggingen har overalt vært meget stor i den senere tid, så når jeg antar at det samlede vatnede areal på jorda ikke er langt fra 1000 mill. dekar, skulle ikke dette være meget galt. Dette er mer enn 100 ganger Norges dyrkede areal.

Disse tall ser fantastisk store ut, men er på langt nær så store som de burde være. Enda ligger store ørkenstrekninger ferdig til å skaffe menneskeheten kolossale mengder med mat og råstoffer, øde fordi de mangler vann. Og selv i Europa er det store strekninger som trenger til vatning.

For Tysklands vedkommende anga Freckmann i 1930 at 61 mill. dekar eng og beite trenger vatning, mens bare 3,9 mill. dekar blir vatnet.

Hvor stort areal som vatnes i vårt land har jeg ikke tall til å angi nøyaktig. Det er imidlertid planlagt 550-600 vatningsverk av forskjellig størrelse med et samlet vatnet areal av antageligvis omkring 20 000 dekar. Disse fordeler seg således:

Oppland	ca. 160	vatningsverk
Sogn og Fjordane	" 125	- " -
Buskerud	" 100	- " -
Akershus	" 100	- " -
De øvrige til- sammen	" 100	- " -

III. Plantenes forhold til vann.

For bedre å kunne forstå hvilke faktorer en må ta hensyn til ved bedømmelse av behovet for vatning og vatningens virkning, skal vi først se litt på plantenes forhold til vann og vannets opptreden i jorda.

Av alle de mange kjemiske forbindelser som trenges for å bygge opp de levende organismer, og som skal til for at disse kan utvikles, kan en iallfall si om vannet at dette er det alminneligste og inntar den største plass. Således inneholder treaktige plantedeler ca. 50 % vann

saftige urter	<u>70-80 %</u>	"	og
vannplanter og enkelte frukter	<u>95-98 %</u>	"	

Det er derfor en livsbetingelse for alle levende organismer at de har høve til å oppta så meget vann som de trenger for å bygge opp sin kropp. For dyrene som enten lever i vann eller har stor bevegelsesfrihet er det s.r. enkelt å skaffe seg vann nok.

For våre kulturplanter derimot som vokser på land og har meget begrenset bevegelsesfrihet slik at de er henvist til det vann som finnes på voksestedet, kan det nok ofte bli vanskelig.

Tenker vi på de store variasjoner som finnes på vår jord med hensyn til nedbør og fuktighetsforhold i jorda, kan vi lett forstå at de ulike plantearter kan trenge å være høyst forskjelligartede med hensyn til kravet til vann, likeledes som en og samme planteart har stort behov for en betydelig tilpasningsevne på dette område.

For våre kulturplanter er selvfølgelig forholdene noe mindre variable idet disse jo s.r. dyrkes under mer ensartede forhold, men også for disse er det behov for stor til-

pasning og elastisitet.

Som allerede nevnt er vanninnholdet i plantene meget stort. I alle celler finnes større eller mindre vakuoler fylt med en væske som alt vesentlig består av vann, alle cellevegger er gjennomtrengt av vann og selv protoplasmaet hvortil livsfunksjonene i første rekke er bundet inneholder ca. 75 % vann. For nydannelse av cellevev er det derfor nødvendig at plantene kan oppta en viss mengde vann til dannelsen av protoplasmaet o.l.

Men selv om nok plantene på denne måte kan trenge en god del vann, er det en kjennsgjerning at dette bare er en brøkdel av plantenes virkelige vannkrav. Vannet må således også ha andre funksjoner enn å innta sin plass som bestanddel av plantemassen.

Ved luftutvekslingen som stadig foregår mellom plantene og deres omgivelser, taper de en stor mengde vann. Inter-cellulærlufta som kommer i intim forbindelse med de vannfylte celler og cellevegger, blir på det nærmeste mettet med vandedamp. Ved luftutvekslingen, transpirasjonen, blir denne luft ombyttet med luft som inneholder langt mindre vann. Derved tapes selvfølgelig vann, og jo mindre fuktighet den atmosfæriske luft inneholder dess større blir vanntapet. Dette vanntap som alt vesentlig skjer fra bladene, må erstattes ved at nytt vann som røttene tar fra jorda, strømmer til. Det blir altså en stadig strøm av vann fra røttene gjennom stengelen til bladene. Og denne vannstrømmen er ikke nødvendig bare for å erstatte det vann som tapes ved transpirasjonen. Fra denne henter plantene de anorganiske forbindelser som er nødvendig for å bygge opp sin kropp. Det blir derfor ikke bare størrelsen av transpirasjonen, transpirasjonsintensiteten, som blir avgjørende for mengden av vann som skal opptas. Innholdet av næringsstoffer i dette vann, næringsstoffkonsentrasjonen, vil spille en minst like stor rolle, idet plantene må oppta så meget vann at de får dekket behovet for næringsstoffer til oppbygning av plantemassen.

IV. Vannets opptreden i jorda.

Om dette spørsmål kan det skrives mengdevis med sider og bøker, men det skal her behandles i korte trekk.

Vannet i jorda opptrer og fastholdes på forskjellig måte, og i den moderne litteratur oppdeles vannet på grunnlag herav i en rekke forskjellige grupper. (Disse er nevnt i Ødeliens grøftelære hvortil henvises). For lettvinthets skyld skal vi her dele det i bare 2 store grupper, nemlig:

1. Kapillært vann som utfyller de mindre hulrom i jorda og

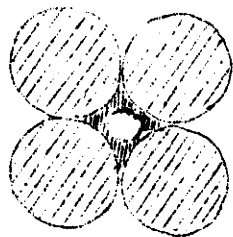
holdes oppe ved hjelp av kapillærkraften.

2. Adsorpsjonsvann som fastholdes på jordpartiklernes overflate. Til dette regnes da også det vann som opptas av de kolloide partikler og bevirker at disse sveller ut.

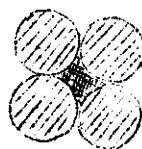
Av disse to typer er det bare kapillærvannet som spiller noen direkte rolle for plantenes vannforsyning. Adsorpsjons- og kolloidvannet er så sterkt bundet til jordpartiklene at bare en ganske liten del kan nyttiggjøres av plantene.

Grunnvannet spiller jo også en viss rolle ved sin forbindelse med kapillærvannet, og ved at dette herved kan erstatte helt eller delvis det vann som opptas av plantene.

For mengden av kap.vann i jorda spiller hulrommene eller porevolumet en avgjørende rolle. I grovkornet jord hvor hulrommene er meget store klarer ikke kapillærkrefter å holde disse fylt med vann. De fylles med luft og det blir bare noe vann tilbake i vinklene hvor partiklene støter inn til hverandre.



I mer finkornet jord derimot hvor porene er forholdsvis små, vil hele hulrommet være fylt med vann. Med avtagende partikkelstørrelse tiltar kapillariteten og likeledes vannkapasiteten. Det samme er også tilfelle med den kapillære stige høyde. Den



kapillære stige hastighet og vanntransport avtar derimot raskt med avtagende kornstørrelse og hulromsstørrelse. Dette kommer av at motstanden mot bevegelse blir meget større ettersom rørens diameter avtar. Således angir Bäckmann at motstanden mot bevegelse er omvendt proporsjonal med 3. potens av skikttykkelsen.

I meget finkornet jord vil også den del av adsorpsjonsvannet som opptas av de kolloide partikler spille en ikke uvesentlig rolle. Når partiklene sveller opp vil hulrommene avta hvorved den kapillære vanntransport ytterligere avtar. Og det hjelper lite om jorda har stor vannkapasitet og kapillaritet når hastigheten er så liten at den kapillære vanntransport praktisk talt opphører. I sin rendyrkede form gjelder dette bare når jorda har enkeltkornstruktur.

Når en ved jordbearbeiding o.l. bestreber seg for at jorda skal få gryn- eller dobbeltkornstruktur er årsaken at derved oppstår for kultúrplantene günstigere vannforhold i jorda. Grynstrukturen blir en blanding av såvel fine som grove partikler og hulrommene blir både store og små. Mellom

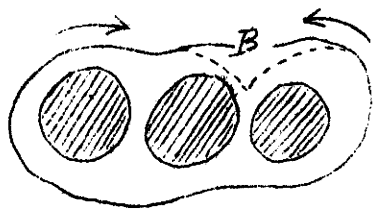
de fine jordpartikler som slutes sammen til et agregat blir hulrommene små og vannkapasiteten stor, mens hulrommene mellom agregaten blir noe større. Grynstrukturen har de fordeler som knytter seg til enkeltkornstrukturen såvel i fin- som grovkornet jord, men ikke deres mangler. Her forenes høy vannkapasitet og god gjennomlufting, samtidig som den har tilstrekkelig stighøyde og kapillær vanntransport.

V, Plantenes vannopptagelse.

Vannopptagelsen foregår gjennom røttene, og da i første rekke gjennom de fineste og ytterste rotdele, rot-hårene. Og jo mer forgrenet en rot er jo større er overflaten og dess lettere foregår vannopptagelsen. Derved gjennomveves jorda bedre, og det opptredende vann utnyttes mer fullstendig. Ved siden av dette spiller den kraft plantene har for å oppta vannet fra jorda en betydelig rolle. Jo større sugekraft røttene har dess mer fullstendig og lettere opptas selvfølgelig jordvannet.

Men plantenes vannopptagelse er ikke ordnet ved et stort rotsystem og en relativt stor sugekraft selv om dette selvfølgelig hjelper. Vannopptagelsen er nemlig ikke bare et statisk, men i enda høyere grad et dynamisk problem. Jo mer vann transpireres, dess større blir kravet og dess mer vann må jorda kunne stille til disposisjon for plantene.

Ved røttenes vannopptagelse mister de omgivende jordpartikler vann. Derved forstyrres den kapillære likevekt og nytt vann må tilføres fra jordpartikler som ligger lenger borte fra røttene. Tenker vi oss noen jordpartikler som er omgitt med et forholdsvis tynt skikt kapillærvann og at så røttene fjerner en del som på skissen er vist ved den punkterte linje og merket B, så vil den kapillære likevekt



forstyrres og vann vil strømme til. Skikttykkelsen avtar også utover og det inntreer en ny likevekt. Fortsetter opptagelsen må også vannstrømmen i jorda til de nærmestliggende partikler fortsette. Men ettersom skikttykkelsen avtar tiltar motstanden som nevnt tidligere, tilførselen foregår langsommere og den kapillære vanntransport blir mindre. Derved vil det før eller senere komme til et stadium hvor tapet ved transpirasjonen blir større enn den for røttene disponible vannmengde, vannskiktene rives over, og visning vil inntre på en tid da jorda utenom ennå inneholder rikelig med vann.

den som nevnt tidligere, tilførselen foregår langsommere og den kapillære vanntransport blir mindre. Derved vil det før eller senere komme til et stadium hvor tapet ved transpirasjonen blir større enn den for røttene disponible vannmengde, vannskiktene rives over, og visning vil inntre på en tid da jorda utenom ennå inneholder rikelig med vann.

En rekke forskere har konstatert ved hvilket vanninnhold visning inntreer hos de forskjellige jordtyper. Denne

verdi er da blitt kalt visningskoeffisienten. Noen almen interesse eller praktisk betydning for bestemmelse av når det er for lite vann til plantenes utvikling har denne koeffisient ikke. Visning inntreffer ved forskjellig vanninnhold for de ulike planter, og likeledes vil den inntreffe ved høyere vanninnhold i jorda jo større transpirasjonsintensiteten er. Jordas struktur og rotsystemets utbredelse spiller også en ikke ubetydelig rolle, likeledes som planteveksten vil lide sterkt av tørke lenge før vanninnholdet når ned til denne grense.

VI. Plantenes vannforbruk.

Av det foregående forstår vi at det må være balanse tilstede mellom det vann plantene tar opp, og det som tapes. Balansen er gunstig når

$$\frac{\text{opptatt vann}}{\text{avgitt vann}} = 1$$

og ugunstig hvis brøken blir < 1 .

Plantene har selvfølgelig også på dette område en viss tilpasningsevne. I kortere tid kan de tilsynelatende klare seg, bra selv om balansen er ugunstig, men skjer dette i lengere tid vil veksten lide sterkt. Og inntreffer dette i en tid da vekstintensiteten er stor kan selv en forstyrrelse i kortere tid virke sterkt nedsettende på produksjonen av plantemasse. For våre kulturplanter vil således vannmangel i den tid av vekstperioden da veksten er stor, virke meget uheldig på avlingsresultatet.

Over plantenes vannforbruk eller vannbehov som det oftest feilaktig er kalt, er det utført en rekke forsøk og fremkommet en rekke tall. Om disse tall er å si at de ingenlunde kan angi det faktiske vannbehov, men bare vannforbruket og hvor nøye dette følger behovet vil nok være forskjellig for de ulike forsøk.

Av de forskere som i første rekke bør nevnes når det gjelder undersøkelser over plantenes vannbehov er v. Seelhorst. Han sammenfatter sine resultater i følgende punkter:

1. Den vannmengde som står til plantenes disposisjon har stor innflytelse på tørrstoffets sammensetning. Dette kommer av den ulike oppløselighet de forskjellige stoffer har.

2. Forbruket av vann er ikke avhengig bare av plantearten og den disponible vannmengde, men også av konsentrasjonen av oppløste næringsstoffer.

3. Den vannmengde som i de enkelte vegetasjonsstadier står til plantenes disposisjon har uhyre stor betydning for

dannelsen av plantenes enkelte deler, røtter, stengel, blad, osv.

Herav fremgår tydelig at man ikke direkte kan bruke plantenes forbruk av vann som mål for tørrstoffproduksjonen. Tiden tillater ikke her å komme nøyere inn på dette, men kan bare nevne at faktorer som jordas kulturtilstand, beliggenheten og værforholdene spiller en som oftest avgjørende rolle for vannforbrukets størrelse. Disse faktorerers innflytelse skal jeg vise ved å gjengi en del tall for vannforbruket etter forskjellige forskere og funnet under ulike forhold.

Maximov angir således etter Shantz og Piemeisel:

Hvete (T. vulgare)	455-550 g	vann/g tørrst.
Bygg (T. vulgare)	506	- " -
Havre (A. sativa)	529-604	- " -
Vårrug (S. cereale)	634	- " -
Sukkerbeter (Beta vulgaris)	377 g	vann/g tørrst.
Poteter (S. tuberosum)	499-650 g	- " -
Neper (B. Rapa)	614	- " -
Kålrot (B. Napers)	714	- " -
Erter (P. sativum)	747	- " -
Raukløver (T. pratense)	759	- " -
Luserne (M. sativa)	Grimm 835-920 g	vann/g tørrst.
Brumus inermis	977	- " -

Følgende tall angis etter Mitscherlich:

Grasarter	699-471 g/g tørrst.
Kornarter	520-411 - " -
Kløver	514-403 - " -
Rotvekster	314-298 - " -

Som en ser er det nokså stor forskjell på Shantz og Mitscherlich's tall. Dette skyldes selvfølgelig de ulike forhold forsøkt er utført under, og da først og fremst de klimatiske. Maximov gjengir en del tall etter Briggs og Shantz som viser temperaturens innflytelse på vannforbruket.

Planter dyrket i	kaldt hus 10-13°C	varmt hus ca. 27°C
Hvete	385	826
Bygg	298	758
Vårrug	423	875
Havre	403	760
Luserne (Grimm)	429	906

Som en ser er vannforbruket for våre alminnelige kulturplanter langt mindre ved 13°C enn ved 27°C. For planter fra varmt klima som f.eks. ris o.l. var det omvendte forhold tilfelle.

Maximov gjengir også en del tall etter Briggs og Shantz som viser luftfuktighetens innflytelse:

	<u>Fuktig-</u>	<u>tørr luft</u>
Hvete	826	1052
Bygg	758	1037
Vårrug	875	1100
Havre	760	1043
Luserne (Grimm)	906	1378

Maximov viser også forskjellen mellom ulike forsøksstasjoner i Russland (etter Tulaikov).

	I	II	III	IV	V
Hvete	469	464	349	346	237
Havre	523	478	414	391	292
Bygg	508	337	374	-	302

Vi ser at det veksler ganske sterkt etter beliggenheten. For V angis at den har fuktig klima, mens f.eks. II har tørt klima.

Den innflytelse jordas kultūrtilstand og gjødsling har på vannforbruket viser Maximov ved følgende tall fra et forsøk med mais etter Montgomery og Kiesselbach:

	Vannforbruk i g vann/g tørrst.	
	ugjødslet	gjødslet
Jord i meget dårlig hevd	550 \pm 16	350 \pm 8
" " middels god "	479 \pm 11	341 \pm 4
" " meget god "	392 \pm 6	347 \pm 6

Tallene viser tydelig at vannforbruket pr. enhet produsert tørrstoffmasse avtar sterkt med tiltagende hevd og at det er mindre hvor jorda er gjødslet. Dette er også i full overensstemmelse med v.Seelhorst, og gir oss beskjed om at godt gjødslet jord og jord i god hevd er mer tørkesterk enn jord som er i dårlig hevd.

Fra vårt land har Vidme funnet at det relative vannforbruk hos havre minker med økt tilgang på næringsstoffer så lenge avlinga øker for gjødslingen. Ved et forsøk med havre sommeren 1938 fant undertegnede at forbruket inklusiv fordunstningen fra jordoverflaten i karene var 327,4 g når karenes vannkapasitet ble holdt ved 30 % og 371,1 g vann/g tørrstoff når vannkapasiteten var 80 %. Altså som rimelig kan være noe større forbruk (transpirasjon + fordunstning) pr. g tørrstoff når vanninnholdet i forsøksjorda var høyt. (Vidmes og egne forsøk enda ikke publisert).

Forsøksresultater og erfaringer viser at vannforbruket

er høyst forskjellig for de ulike vekstfaser innen veksttiden, Det viser seg således at i den tiden vekstintensiteten og tørrstoffproduksjonen er størst, er også vannforbruket størst. I løpet av en måneds tid omkring skytingen forbruker således kornartene omtrent 3/4 av alt sitt forbrukte vann. Vidmes forsøk viser da også at vannforbruket normalt er størst 3 uker før og 1 uke etter skyting hvilket stemmer godt overens med utenlandske resultater, og at forbruket i denne tid er ca. 75 % av hele det totale forbruk.

Et noe lignende resultat kom jeg også til i mitt forsøk nå siste sommer.

Som for havren er det også for de øvrige kornarter, og også grasartene har sitt absolutt største vannforbruk og vannbehov under skytingen. For andre plantearter faller det største vannforbruk til andre tider. Poteter har således sitt største vekst under blomstringa og rotvekstene utover høsten og samtidig også sitt største vannforbruk til omtrent samme tid.

Som tidligere nevnt kan nok behovet for vann avvike noe fra forbruket, men i det store og hele kan man dog regne med at hvis forbruket er stort har også plantene stort behov for vann selv om det kanskje ikke direkte kan sammenlignes. Og til de tider da forbruket er størst kan en også regne med at behovet er størst og at skaden blir stor om plantene til disse tider har en ugunstig vannbalanse.

VII. Vatningas formål og virkning.

Formålet med kunstig vatning er i første rekke å regulere plantenes vannforsyning således at veksten ikke nedsettes som følge av vannmangel i kortere eller lengere perioder av veksttiden. Og dette er i vårt land uten sammenligning hovedformålet med vatninga. I andre land som f.eks. Tyskland kan den ha til formål å tilføre jorda næringsstoffer, gjødslingsvatning. Til vatninga brukes da kloakkvann fra større byer, ekserser- og flyveplasser og visse fabrikanlegg, og vatningsverke er i gang året rundt. Denne form for vatning brukes ikke hos oss, og når det ikke spesielt er sagt ser jeg senere i dette arbeid helt bort fra denne.

Når formålet er å supplere den naturlige nedbør ved tilførsel av vann, kalles den tilskuddsvatning. Denne kan da ha til formål å øke vanntilførselen og derved også avlinga hvor nedbøren er særlig liten, eller hvor denne er større, å hjelpe plantene over tørre perioder.

Foruten den direkte virkning som vatninga herved får kan den også indirekte virke heldig ved:

1. Tilførsel av næringsstoffer.
2. Fornyelse av jordlufta.
3. Ødeleggelse av ütøy.
4. Oppvarming av jorda og forlengelse av veksttiden.

1. Tilførsel av plantenæringsstoffer.

For å fastslå hvor store mengder N. det tilføres jorda med nedbøren pr. år har utenlandske forskere utført en rekke undersøkelser. Som et sammendrag av disse kan en si at i gjennomsnitt tilføres det pr. år og dekar ca. 1 kg N. Mengden varierer selvfølgelig sterkt. Størst er den i nærheten av større byer og over store åpne vidder med dyrket mark.

De undersøkelser som er utført i Trøndelag av Braadlie har gitt atskillig mindre verdier enn de nevnte. Han fant

i villakvarteret i Trondheim	0,204 kg N/dekar og år			
på Voll i Strinda i middel for				
2 år	0,142	-	"	-
på Holtålen (10-11 mil inn i				
landet)	0,084	-	"	-

Dette viser at i Trøndelaget og antageligvis også i vårt land for øvrig er det ubetydelige mengder som tilføres jorda med nedbøren. Dette støttes også av undersøkelser av Foldøy på Sem. En del går også tapt i den tid jorda ligger tilfrosset.

Næringsinnholdet i vannet spiller selvfølgelig en rolle selv om dette ved tilskuddsvatninga hvor det brukes forholdsvis små vannmengder, neppe kan spille noen stor rolle under alminnelige forhold. At næringsinnholdet kan variere sterkt etter opprinnelsesmaterialet og p.g.a. forurensninger vil følgende eksempler vise:

Tab. 1. Innholdet av næringsstoffer i endel svenske elver angitt i mg/l
(Etter Hoffmann-Bang).

	Byske- elv	Klara- elv	Klara- elv	Ljus- nan- elv	Indals- elv	Fyris- elv	Fyris- elv
	13/7	10/4	23/10	28/6	30/6	28/4	20/10
Inndampningsrest	26,66	34,7	28,5	33,0	35,7	223,3	221,6
Glødetap	13,0	9,0	7,84	7,9	6,3	76,7	58,0
Si O ₂	1,53	3,6	5,07	3,46	1,97	10,10	10,7
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,40	0,63	1,97	0,40	1,57	4,5	3,23
CaO	3,27	5,76	4,33	6,13	8,63	64,85	67,76
Mg O	0,22	0,24	0,22	0,10	0,22	4,75	6,07
K ₂ O	2,2		1,2	1,78	2,01	4,8	3,6
Na ₂ O	2,7	6,95 ^{x)}	3,0	3,08	5,21	6,63	7,75
Cl	0,96	1,4	0,59	1,14	1,3	5,31	5,6
SO ₃	0,68	1,34	1,68	0,96	2,06	34,50	56,3
Mn ₃	-	-	spor	spor	-	spor	0,1
F ₂ O ₅	-	-	0,1	spor	-	spor	0,2
P ₂ O ₅	-	-	-	-	spor	-	-

x) Beregnet som Na₂O.

Nedslagsfeltet for de 3 førstnevnte elver består overveiende av grunnfjellsbergarter, for Indalselven dels av Jämtlands-silur med kalkrike jordskikter og dels av krystallinske skifre og derav dannede morener, mens Fyriselvens nedslagsdistrikt derimot ligger under den marine grense og består av kalkrike kvartære avleiringer. Vi ser da også at Fyriselvens vann er mange ganger så næringsrikt som fra de øvrige elver.

Tab. 2. Elvene i Trøndelag.

Braadlie fant følgende tall i gj.sn. for de undersøkte elver:

	Orklå	Gaula	Nid- elven	Stjør- dals- elven	Ver- dals- elven	Stein- kjær- elven	Namsø
Inndampningsrest	55,70	56,64	31,98	39,23	63,48	48,47	45,87
Glødetap	20,18	10,77	13,83	18,24	21,17	21,90	18,28
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,009	0,012	0,006	0,01	0,01
K ₂ O	0,89	1,23	0,47	0,54	1,03	0,45	0,45
CaO	12,36	10,71	5,83	7,54	10,14	7,05	7,31
NO ₃ -N	0,065	0,064	0,053	0,073	0,055	0,066	0,04
Amm.-N	0,021	0,034	0,023	0,030	0,028	0,026	0,01
N org. bundet	0,587	0,608	0,535	0,705	0,586	0,524	0,65
N total	0,673	0,706	0,611	0,808	0,669	0,616	0,722
So ₄	6,13	6,77	3,34	3,46	4,48	4,09	3,88
Cl.	2,17	5,49	1,17	2,36	2,42	5,00	3,8

Tallene i tab. 2 etter Braadlie er tatt med for å vise næringsinnholdet i vannet i noen norske elver.

Elver som renner gjennom byer og tettbebyggede strøk, forbi fabrikker o.l., får etterhvert et innholdsrikt og næringsrikt vann. Analyser av vann fra Akerselva tatt i nærheten av havnen ga følgende tall:

Inndampningsrest	639 mg/l
Glødetap	245 "
Klor	165 "
N	17,8 "
Fri NH ₃	23,2 "

Sammenlignes disse tall med tallene i tabell 2, vil en se en påtagelig forskjell. Vannet i Akerselva inneholder 10-20 ganger så stor inndampningsrest og over 20 ganger så meget N som elvene i Trøndelag, men samtidig er også klorinnholdet 30-140 ganger så stort.

Som tabell 3 viser er også drenvann fra dyrket mark meget næringsrikt og vil egne seg utmerket til vatning.

Tab.3. Undersøkelser av drenvann på Statens forsøksgård på Voll, Strinda og Myrselskapets forsøksgård på Mære.
(Etter Braadlie).

	Voll		Mære
	1932-33 mg/l	1928-29 mg/l	1928-29 mg/l
Inndampningsrest	302,80	222,66	678,23
Org. stoffer	78,20	70,14	210,05
K ₂ O	7,17	4,43	7,75
Na ₂ O	26,47	-	-
CaO	73,50	53,83	36,83
MgO	18,60	-	-
Fe ₂ O ₃	2,05	-	-
Al ₂ O ₃	0,030	-	-
P ₂ O ₅	0,008	0,033	0,010
Klorider (Cl)	17,07	12,61	215,94
Sulfater (SO ₄)	57,82	31,94	59,76
SiO ₂	5,41	-	-
Ammoniakk-N	0,046	1,622	0,180
Nitrat-N	1,492	0,038	0,024
Org.bundet N	1,255	1,330	2,537
Total-N	2,793	2,990	2,741

Ved noen enkle beregninger skal vi på grunnlag av de refererte tall. angi hvilke mengder det år om annet tilføres

jorda med va tningsvannet under forutsetning av at det gis
100 m.m.

Vann fra:

	Orkla	Akerselva	Drøhvaan Voll 1932-33
Gram N/dekar	67,3	1780	279,3
Kg kalksalp. (15,5 %)/dekar	0,43	11,48	1,80
Gram K ₂ O/dekar	89	-	717
Kg kaligjødsel (40 %)/ "	0,22	-	1,79
Gram P ₂ O ₅ /dekar	1,13	-	0,82
Kg.superfosfat (17 %)/ "	0,006	-	0,005

Som en ser er næringstilførselen ikke særlig stor om det brukes alminnelig vann, mens iallfall den tilførte N-mengde kan bli ganske anseelig om det brukes vann av lignende art som ved Akerselvas utløp. Under alle omstendigheter må en være oppmerksom på at det på denne måte bare tilføres rent ubetydelige mengder fosforsyre, så denne må tilsettes på annen måte.

2. Fornyelse av jordlufta.

Ved at jorda tilføres friskt surstoffritt vann vil det skje en utveksling så vannet avgir surstoff og opptar kullsyre, svovelsyre o.a. forbindelser.

At dette virkelig er tilfelle bevises av følgende tall etter König:

	Kullsyre	Svovelsyre
Det tilførte vann	121 mg/l	58,5 mg/l
og det brukte " "	272,9 -	127,7 -

eller dobbelt så meget som før det ble tilført jorda.

Særlig rikt på surstoff er vann som nylig har passert fosser og stryk og opptatt luft.

På samme måte virker spredningen ved hjelp av vannspredere. Ved fallet gjennom lufta vil de små vanddråper oppta rikelig med luft og således berikes på surstoff. I følge undersøkelser av Oesten med vann av 11°C tiltar surstoffinnholdet således ved fall gjennom lufta:

Fallhøyde i cm	Innhold av surstoff Cm ³ /l	Større innhold av surstoff Cm ³ /l
0	2,25	-
10	3,10	0,85
25	3,50	1,25
50	4,01	1,76
100	6,80	4,55
200	7,38	5,13

Den skrekk en tidligere oftest hadde for tilførsel av

dødt vann behøver en ikke å ta hensyn til når vannet fordeles ved spredere.

3. Ødeleggelse av utøy.

Overalt i eldre bøker og avhandlinger treffer en på vatningas heldige virkninger ved å ødelegge utøy og utvaske skadelige stoffer. Siden regnvatningas innførelse spiller vel neppe dette noen rolle. Det skal ikke gis så store mengder at det skjer noen utvasking, og for bekjempelse av grasmark, markmus o.l. duger det neppe. Det påstås imidlertid at vatninga skal være meget effektiv under jordloppeangrep; ikke for å utrydde loppa, men for å hjelpe plantene iveri og kanskje dempe litt på selve angrepets intensitet.

4. Oppvarming av jorda og forlengelse av veksttiden.

Ved å bruke oppvarmet vann kan en sette spiringa i gang noe tidligere om våren. Dette kan ha betydning for visse fordringsfulle hagevekster, mens det for alm. jordbruksvekster ikke vil bli rentabelt. Ved vatning om høsten, kan en kanskje forlenge veksttiden noe ved at plantene på denne måte hjelpes over en kortere frostperiode.

Utenom våren og høsten spiller temperaturen i vannet en mindre rolle. Tyskerne mener endog at i sommertiden hvor temperaturen i jorda er høy nok, kan en selv til grønnsaker o.l. vatne med vann å $6-8^{\circ}\text{C}$ med like stort hell som med vann å $15-20^{\circ}\text{C}$.

VIII. Behovet for vatning.

Når det gjelder å bestemme om det er behov for vatning eller ikke, har det vært foreslått og prøvd en rekke forskjellige metoder, men alle har større eller mindre mangler. Ut fra de refererte tall over plantenes vannforbruk skulle en tro at dette bare var en enkel beregning, men følgende eksempel viser at så ikke er tilfelle.

Regner vi i overensstemmelse med Mitscherlich at de vanlige grasartene trenger ca. 600 kg vann for produksjon av 1 kg tørrstoff, vil følgende antall tonn pr. dekar bli nødvendig.

For en avling på:

300 kg tørrstoff brukes	180 tonn	vann/dekar
500 " " "	300 "	- " -
800 " " "	480 "	- " -
1000 " " "	600 "	- " -

Regnes dette om, vil tonn/dekar svare til mm nedbør. For å produsere en høyavling på 500 kg tørrstoff pr. dekar kreves en for plantene tilgjengelig vannmengde som svarer

til en nedbør på 300 mm, fløttinga av engs ferskåm normalt i skjøten av juni og juli og største delen av grasavlinga produseres i juni. Skal en etter foranstående beregning kunne oppnå en avling på omtrent 600 kg høy, må det enten være rikelig med vann i jorda eller falle en nedbør i juni på bortimot 300 mm.

Når vi vet at en slik avling slett ikke er uoppnåelig på steder hvor nedbøren i juni er 50-60 mm kan vi lett forstå at disse tall ikke kan legges direkte til grunn for beregningen av vatningsbehovet. Dette har antageligvis mange årsaker, men et par av de viktigste er sikkert at de tall en finner i forsøkene hvor jorda holdes jevnt fuktig og temperaturen kanskje også jevnt høy, blir større enn hva plantene bruker under naturlige forhold, likesom det alltid og særlig på forsommeren vil være en del råme i jorda som kan nyttes av plantene.

Et spørsmål av uhyre stor viktighet når det gjelder å komme til klarhet over behovet for kunstig vatning, er å skaffe seg kjennskap til de viktigste forhold og faktorer som er bestemmende for dette. Og da må i første rekke nevnes varforholdene, og særlig nedbørsforholdene på stedet.

Tidligere brukte en da også den årlige nedbørmengde for å bestemme vatningsbehovet. Dette kan selvfølgelig holde stikk men det blir da bare under den forutsetning at enten den årlige nedbør er ekstremt liten (200-400 mm i året) eller ekstremt stor. I det midlere og alminneligste område (400-1000 mm årlig) kan en neppe si noe om behovet for vatning på grunnlag av den årlige nedbørmengde. Det blir her fordelingen av nedbøren som spiller hovedrollen.

Ettersom en erkjente at den årlige nedbørmengde ikke kunne legges til grunn for bedømmelsen av vannbehovet gikk en over til å regne med nedbøren i veksttiden. Hos oss regner en da med nedbøren i tiden mai-august, i sydligere land derimot april-sept. Dette er selvfølgelig et skritt i den riktige retning, men tilfredsstillende er heller ikke dette unntagen i ekstreme tilfelle. Det blir igjen fordelingen av nedbøren innen veksttiden som spiller den største rolle. Veksttiden strekker seg jo over 4-6 måneder og nedbørssummen i denne tid kan være rikelig selv om det en måneds tid når det kniper som mest kan være fullstendig tørke.

For et meget stort område har en i Amerika ved forsøk bestemt hvilke vannmengder må tilføres for å oppnå det best mulige resultat. En har med andre ord funnet "ideal-mengdene" som bør tilføres ved vatning.

Schildknecht har prøvd sammenhengen mellom disse "ideal-mengder" og såvel årsnedbøren som nedbøren i veksttiden. Han har da funnet at det ingen korrelasjon er mellom "ideal-

mengdene" og middels årsnedbør, mens derimot spredningen er uhyre stor. Og resultatet ble for såvidt ikke synderlig bedre når han anvendte nedbørsmengden i veksttiden.

Skal en benytte seg av nedbørsobservasjoner og på grunnlag av disse søke å angi vatningsbehovet må en iallfall bruke meget korte perioder.

Med støtte i den erfaring at en for en viss mengde nedbør vanligvis oppnår en viss avling, angir Wohlmann en s.k. "ideal-nedbør":

	Høstsæd	Bygg	Havre	Rotv.	Eng	Beite
April	40	30	40	40	60	60
Mai	70	60	70	30	75	70
Juni	60	50	70	50	60	70
Juli	70	60	80	80	75	90
Aug.	40	30	40	65	60	90
Sept.	40	50	50	35	40	70
Oktober	60	60	60	40	60	70
Året	600	520	630	600	670	770

Å angi idealnedbøren på grunnlag av erfaringer og beregninger er selvfølgelig helt umulig da det er en mengde forhold som alltid vil gripe forstyrrende inn.

Wohlmanns angivelser er imidlertid en forbedring i et han anvender månedsnedbøren som grunnlag. Selvfølgelig kan og her fordelingen gripe forstyrrende inn, men faren er langt mindre enn for de lengere perioder som tidligere er nevnt. Han har da også forsøkt å ta hensyn til de forskjellige plantearters ulike vannkrav og likeledes til at dette er forskjellig i de ulike faser innen veksttiden. Selv om dette selvfølgelig ikke kan gi tilfredsstillende resultater under alle forhold vil det dog være et stort fremskritt for bedømmelsen av behovet for kunstig vatning.

Senere har også Freckmann angitt idealnedbøren i mm pr. måned:

	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Havre	50	70	70-80	60	-	-
Bygg	50	70-80	70	50	-	-
Poteter	40	60	70	80-90	80-90	60
Eng	60	90-120	90-100	100-120	80-90	
Beite	60	90-100	90-120	90-120	90-120	70-80

Freckmanns tall ligger høyere enn Wohlmanns, særlig til eng og beite.

Krüger foreslo at en skulle undersøke nedbørsmengden for vekstmånedene i løpet av minst 20 år og så angi hvor ofte det forekom tørre måneder.

Som tørre måneder anga han de som hadde mindre nedbør enn:

for april	40 mm
" mai	60 "
" juni	70 "
" juli	60 "
" august	50 "

Dette endret han senere til 40 mm for april og mai og 50 mm for juni-september.

Dette problem er senere tatt opp av Zunker. Han har forhøyet grensene noe som rimelig kan være, men ellers er det ingen vesensforskjell fra Krügers beregningsmåte.

Grensene satte han til:

50 mm	for april
60 "	" mai-august og
50 "	" september.

Han beregnet så antallet av tørre måneder i løpet av 10 år og kaller en jord vatningstrengende når

for lett jord	mer enn	20	måneder
" middels	" " "	25	" og
" tung	" " "	30	"

av de 60 måneder ialt, kan betegnes som tørre. På grunnlag av disse beregninger har Wossow og andre stillet opp kart over hyppigheten av tørre måneder innen forskjellige områder av Tyskland.

Disse beregninger må nødvendigvis bli meget svevende idet de nevnte grenser for tørre og ikke tørre måneder såvel som for antallet av tørre måneder for å gi vatningstrang iall ^{errskjønnsmessig valgt.} fall alt vesentlig/valgt. At disse grenseverdier må veksle etter temperatur, luftfuktighet, vindforhold o.l. er jo innlysende og således må bli forskjellig fra sted til sted og år til år. En stor mangel ved denne beregning er også at det bortsett fra den lille forskjell i grenseverdiene legges like stor vekt på alle måneder innen veksttiden. Dette kan en lett forstå må være galt. Vi kan tenke oss to forskjellige steder med samme tørkehypighetstall, la meg si 30. I begge tilfelle er etter beregningen vatning lønnsom. På ~~det~~ ene sted er tallet fremkommet slik:

5	mai	måneder	er	tørre
10	juni	"	"	"
10	juli	"	"	"
5	aug.	"	"	"

} lønnsomt!

På det andre stedet:

10	april	måneder	"	"
5	mai	"	"	"
5	aug.	"	"	"
10	sept.	"	"	"

Dette er selvfølgelig en eksepsjonell fordeling, men viser til fulle hvilken svakhet nevnte beregningsmåte har. Begge tilfelle viser like stor vatningstrang og rentabilitet etter beregning, men ovenstående enkle analyse viser at tilfelle 1 med samtlige juni og juli måneder som tørre for de fleste vekster må være langt mere vatningstrengd og gi langt større rentabilitet for vatning enn eksempel 2 hvor det er vår- og høstmånedene som er tørre.

Schildknecht har angrepet at det ikke tas hensyn til den ulike fordunstning på de forskjellige steder. Ved beregninger har han funnet at de nevnte "bestevannmengder" i U.S.A. stiger med stigende temperatur og fordunstning, og at Zunkers beregningsmåte gir dårlige resultater. Han lager seg derfor sin egen metode hvor fordunstningen er tatt i betraktning.

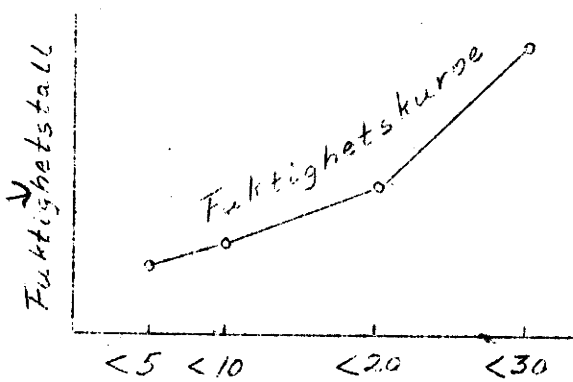
Han beregner den etter Meyer såkalte N-S kvotient.

$$\underline{N-S} = \frac{\text{Nedbør i mm}}{\text{metningsunderskuddet}}$$

Metningsunderskuddet (Sättigungsdefizit) angir forskjellen mellom den mengde fuktighet lufta kan inneholde og det den inneholder ved den forhåndenværende temperatur, uttrykt i mm kvikksølv.

For en lengst mulig periode tar han månedsnedbøren for vegetasjonsmånedene april-september. Disse blir dividert med de tilsvarende metningsunderskudd for månedene. Derved fremkommer en rekke N-S-kvotienter. Deres størrelse og hyppighet gir opplysninger om fuktighetsforholdene. Disse deles så inn i grupper eller det lages en del grenseverdier av ulik størrelse < 5, < 10, < 20 < 30. Nå beregnes hvor ofte disse grenseverdier blir underskredet i løpet av 10 år. Disse summer betegnes som "fuktighetstall". Settes disse inn i et koordinat-system og forbindes med en linje fremkommer "fuktighetskurven".

Antall underskudd i 10 år



Denne blir så lagt til grunn for fuktighetsforholdene og vatningstrangen på stedet. Derpå blir disse kurver sammenlignet med kurver fra steder hvor en på forhånd kjenner vatningstrangen. Her tas da hensyn til jorda og plantearten.

Denne metode er mer omstendelig enn de forannevnte, og kanskje noe bedre, men også denne er selvfølgelig beheftet med feil. Også her tas like hensyn til alle vekstmåneder; det sammenlignes med kurver fremkommet under andre forhold (vindforholdene er ikke tatt hensyn til ved beregning av met-

ningsunderskuddet), likesom selve beregningsmåten også kan diskuteres.

Alle disse beregningsmåter kan være mer eller mindre gode, men tilfredsstillende blir de selvfølgelig aldri, da de alltid må bli beheftet med en del feil.

Den beste måte for å bestemme vatningstrangen er markforsøk, men dette er også den mest arbeidsomme og kostbare, og heller ikke denne er uten feil.

Skal de fremkomne resultater få generell gyldighet må de iallfall utføres i stort antall og gjennom lengere tid. Dette har en som nevnt gjort i U.S.A., og i den senere tid også i Tyskland. Og på grunnlag av forsøk anbefaler nå tyske eksperter at en ikke lenger skal ta hensyn til sådanne beregninger som tidligere nevnt. Og de anbefaler å vatne overalt hvor vann kan skaffes noenlunde rimelig, og hvor fuktighetsforholdene i jorda på forhånd ikke er tilfredsstillende.

Så enkelt er det nok ikke når det gjelder å bestemme vatningstrangen i vårt land. Her er det store svingninger i nedbørsforholdene og fordelingen av denne fra sted til sted likeledes som også jordbunnsforholdene varierer sterkt.

De tyske og andre utenlandske forsøk kan være bra nok, men direkte å overføre disse til våre forhold må vi være meget forsiktige med. Resultatene er fremkommet under andre forhold enn de som hersker i vårt land og selv om nedbørsforholdene ser ut til å ligne våre egne må vi ikke glemme at temperatur, luftfuktighet, vindforhold, jordbunnsforhold, driftforhold o.l. kan spille en avgjørende rolle for resultatet. Når alt kommer til alt er det ikke spørsmålet om plantene trenger vann, men om det gir så meget større avling ved vatning at det er lønnsomt å bygge vatningsverk som blir det avgjørende, og dette må en aldri tape av syne.

Jeg skal allikevel angi den omtrentlige middelnedbør for de forskjellige landsdeler med angivelse av hvor mange prosent som tilnærmet faller i veksttiden.

1. Østlandets flatbygder:
600-800 mm i året. (Vestfold litt mer).
Derav 35-40 % i mai-aug.
2. Mjøstraktene:
500-600 mm i året hvorav 40-50 % i mai-aug.
3. Et område i det centrale Norge:
250-400 mm med 40-50 % i mai-aug.
4. Langs Sørlandskysten:
800-1200 mm, med ca. 30 % i mai-aug.

Stasjon	Normale nedbørshøgder						Mai- aug. % av året
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Mai- aug.	Året	
Ørje (Østfold)	54	49	83	105	291	747	39
Eidsberg	48	49	76	92	265	659	40
Ås	53	50	83	105	291	755	39
Skogly (N.Odal)	54	53	85	105	297	719	41
Åsnes Finnskog	49	54	84	92	279	582	47
Ullensaker	57	56	82	107	302	757	40
Hamar	44	50	73	85	252	521	48
Elverum	56	60	89	103	308	663	46
Rena	56	58	87	104	305	702	43
Tynset	25	40	58	60	183	349	52
Dombås	26	34	57	60	177	389	46
Ulstad (Lom)	12	21	38	45	116	269	43
Lesja	17	29	51	53	150	324	46
Heidal	25	35	55	60	175	326	54
Lillehammer	50	48	75	95	268	602	45
Kapp	45	50	71	106	272	565	48
Skinnerviken (Eina)	51	57	79	102	289	660	44
Vestre Slidre	42	53	81	89	265	554	48
Nordre Land	50	48	73	92	263	602	44
Røykenviken	38	42	64	76	220	454	48
Nes (Hallingdal)	32	46	65	75	218	437	49
Ulefoss	60	64	90	142	356	906	39
Bolkesjø	58	57	85	116	316	703	45
Ramnes (Vestfold)	57	51	93	117	318	900	35
Tvedestrand	70	58	99	139	366	1122	33
Eg (Kristiansand S)	66	55	96	132	349	1253	28
Varhaug	64	50	84	139	337	1222	28
Bergen	105	89	125	174	493	1865	26
Kvitingen	165	150	187	275	777	3120	25
Voss	59	56	77	113	305	1269	24
Lærdal	24	30	43	48	145	460	32
Alesund	60	47	80	110	297	1243	24
Vestnes	62	56	83	103	304	1235	25
Trondheim	39	43	58	76	216	790	27
Støren	37	57	79	101	274	794	35
Opdal	23	44	72	73	212	482	44
Levanger	42	50	68	80	240	726	33
Steinkjær	38	43	61	78	220	740	30
Brønnøy	64	62	76	86	288	1019	28
Bødø	69	67	61	52	249	867	32
Tromsø	49	54	58	71	232	1035	22
Alta	16	27	47	43	133	308	43
Karasjok	24	42	62	54	182	364	50

5. Vestkysten (ytre rand):
1000-2000 mm med ca. 25 % i mai-aug.
6. Vestlandets indre fjordbygder:
Helt ned i 250-400 mm med ca. 40 % i mai-aug.
7. Trøndelag:
700-1100 mm med 30-35 % i mai-aug.
8. Nordland (kysten):
800-1300 mm med 25-30 % i mai-aug.
(atskillig mindre inne i landet).

Når det gjelder å bestemme vatningsbehovet for de forskjellige strøk i vårt land, har vi ikke mange holdepunkter. Som tidligere nevnt kan årsnedbøren eller nedbøren i veksttiden ikke legges til grunn for vatningsbehovet.

Under rent ekstreme forhold kan vi nok på grunnlag av nedbørsiakttagelsene bestemme vatningstrangen (punkt 3 og 4), men utenom dette kan en, bortsett fra Vestlandskysten, intet bestemt si. Med noenlunde midlere nedbør såvel i løpet av året som i veksttiden, er det s.r. ikke mengden av nedbør det kommer an på, men fordelingen. Det blir de kortere og lengere perioder med lite eller ingen nedbør som blir avgjørende for vatningsbehovet.

Som tidligere nevnt har plantene faser innen veksttiden hvor vekstintensiteten eller tørrstoffproduksjonen er stor. Vannforbruket er som regel også stort til samme tid, og behovet for vatning blir selvsagt også større i visse perioder enn når forbruket av vann er lite. Disse tider kan vi da med henblikk på plantenes vannforsyning kalle deres "kritiske tider". Når disse kritiske tider inntreffer vil avhenge av forskjellige årsaker hvorav de viktigste er:

1. Planteslaget.
2. Såtiden.
3. Været.

Jord, gjødsling o.l. spiller også en viss rolle, men er av atskillig mindre betydning unntagen i rent ekstreme tilfelle.

1. Planteslaget.

Hos de forskjellige planteslag faller den største vekstintensitet til ulike tider av sommeren, og da vannforbruket følger vekstkurven nokså nøye vil også den største vatningstrang falle til forskjellige tider innen veksttiden. Således har korn- og grasartene sitt største vannbehov i juni, mens poteter og rotvekster har det i juli-august.

2. Såtiden spiller selvfølgelig en viss rolle idet en forskyvning i denne også vil virke endel forskyvende på når vekstintensiteten og vannforbruket skal være på det høyeste.

3. Været spiller en rolle idet k \bar{u} rven for vannforbruket får et annet forløp i varmt drivende vær enn når været er kjølig.

På samme måte virker også omenn i mindre grad en ekstre^m varm eller kald jord. Særlig sterk eller liten busking kan også virke forstyrrende på kurvens forløp.

For å skaffe rede på til hvilke vekster nedbøren (og temperaturren) under normale forhold har stor innflytelse på avlinga ("Kritiske faktorer"), og til hvilken tid (eller tider) virkningen er størst ("Kritiske tider"), er det i Tyskland utført en rekke agrarmeteorologiske undersøkelser angående de forskjellige kulturplanter. Disse undersøkelser har da gitt verdifulle råd ikke bare med hensyn til nedbørens størrelse, men også dens fordeling. På denne måte kom en også under vær med at det i mange tilfelle ikke var mengden av vann som blir tilført som er avgjørende for resultatet, men til hvilke tider på sommeren vatninga blir utført. Senere er det da også utført en rekke forsøk med kunstig vatning som bekrefter dette. Tiden for vatninga er som oftest den avgjørende, og det er ingen sjeldenhet at en oppnår bedre eller iallfall minst like godt resultat for en enkelt eller et par vatninger i rett tid, som for en mengde vatninger i løpet av helt veksttiden. Dette er da særlig tilfelle for kornartene, poteter og rotvekster, mens derimot grasartene er noe mindre nøyeregnende.

For at vi iallfall skal få et lite kjennskap til det ulike krav til vatning som våre viktigste jordbruksvekster har, skal jeg behandle disse hver for seg. De agrarmeteorologiske data som refereres er når intet annet blir sagt etter Brouwers undersøkelser.

Høstrug. Den kritiske tid er blomstringstiden og den kritiske faktor nedbøren, idet den vil ha så lite nedbør som mulig de første 10 dager under blomstringen.

For øvrig blir s.r. de beste avlinger oppnådd i tørre år, og den er lite takknemlig for vatning. Forsøkene viser nok i hvert fall delvis meravling for vatning under skytinga, men s.r. er økningen liten og i forholdsvis mange tilfelle når ingen økning i avlinga ved vatning.

Høsthvete er i mange henseender meget lik rügen. Den setter imidlertid pris på forholdsvis stor nedbør en tid før skytinga. Det foreligger få vatningsforsøk til høsthvete, men i et etter Martiny fikk han for en gangs vatning med 22,5 mm en meravling

på 158,3 kg korn og 423,2 kg halm pr. dekar. Vatning utført en tid før skyting ser ut til å gi meget godt resultater.

Vårhveten vil ha lite nedbør i blomstringstiden. I tiden før skytingen derimot er den takknemlig for forholdsvis meget nedbør og forsøkene har vist at vatning i denne tid til omtrent alle sorter og nesten uten unntagelse har gitt gode resultater. Vatning under selve skytinga derimot er ikke så bra da det lett medfører legde og nedsatt næringsopptagelse. Det er derfor å anbefale at vatninga utføres med største forsiktighet.

Som eksempel på vatning til hvete skal jeg nevne en forsøksserie utført ved Institut für Kulturtechnik der Landwirtschaftlichen Hochschule, Berlin, sommeren 1927 etter følgende plan:

	mai	juni	juli
a - uvatnet			
b - vatnet med	10 mm	20 mm	- mm
c - " "	40 "	20 "	10 "

Nedbøren var stor, nemlig i mai 61,4 mm, juni 90 mm og juli 93,4 mm. Som tabell 4 viser var allikevel utbyttet for vatninga gjennomgående meget godt. Også Gerlach og Gron beretter om forholdsvis stor meravling for vatning med 40 mm. i år med rikelig nedbør.

Tab. 4.

Sort	Ledd	Avling kg/dekar		Meravling kg/dekar i forhold til uvatnet	
				b	c
Dippes Bordeaux	a	370,1	-	-	
	b	454,5	+ 84,4		
	c	458,5			+ 88,4
R. Bethges S.W.	a	338,8			
	b	410,8	+ 72,0		
	c	428,1	+ 89,3		
Mahndorfer Bordeaux	a	332,2			
	b	392,9	+ 60,7		
	c	378,6			+ 44,6
Heines Kolben	a	317,1			
	b	371,5	+ 54,4		
	c	378,1			+ 61,0
Bensings aller tidligste	a	379,0			
	b	424,1	+ 45,1		
	c	434,5			+ 54,5
Strubes rød Schlanstetter	a	359,4			
	b	390,2	+ 30,8		
	c	427,3			+ 67,9
Janetzki's tidlige S. W.	a	344,7			
	b	367,9	+ 23,2		
	c	357,4			+ 6,7

Havre: De agrarmeteorologiske undersøkelser viser at havre i første rekke setter pris på lav temperatur de første tre uker etter spiringa. På lett jord er den dessuten takknemlig for stor nedbør. Under skytinga krever den stor jordfuktighet og relativt stor nedbør. Den viktigste tid er den første og høy temperatur og liten jordfuktighet vil lett nedsette avlinga sterkt. Vatning i denne tid skulle derfor virke meget gunstig idet det såvel nedsetter temperaturen i jorda som sørger for rikelig fuktighet.

Havren har tjent som forsøksvekst i en rekke vatningsforsøk og som regel med godt resultat.

I eldre forsøk ble det som regel gitt for store vannmengder, men resultatet var allikevel noenlunde tilfredsstillende. Som det fremgår av tab. 5 gir en vatning med 20 mm like godt resultat som flere ganger vatning (Krueger 1912). Og tab. 6 viser at en gangs vatning med 10-15 mm ca. 14 dager etter spiring gjennomgående har gitt de beste resultater.

Tab. 5.

Forsøksleder og år	Jordart	Vatnings-tid	Til-ført vann-mengde mm	Avling pr.dekar uvatnet kg	Meravling i forhold til uvatnet kg	
Krueger 1907	Sand	Hele vege-tasjons-tiden	-	158,3		
			12x10	199,6	+ 41,3	
			13x5	240,2	+ 81,9	
			12x20	257,0	+ 98,7	
			23x10	238,0	+ 79,7	
- " - 1909	Sand m/grovk.un-dergrunn	"	-	152,9		
			10x10	238,5	+ 85,6	
			14x10	306,5	+153,6	
- " - 1912	Sand		-	296		
			Juni	1x20	347	+ 51
			Mai+juni	2x25	341	+ 45
			Mai-juli	4x25	355	+ 59
Gerlach og Gropp 1915	Sandhol- holdig leirjord		-	178		
			80 mm	266	+ 88	

Tab. 6. Nyere vatningsforsøk fra Inst.f.Kult.d.Landw.Hochsch.Berlin.

År	Jordart	Tiden for vatninga	Vann- mengde mm	Kornavlinga Mer en.	
				Uvat- net kg/dek.	Vat- net kg/dek.
1931	Leirholdig sand- jord.	14 dager etter spiring	-	299,6	
		skyting	1x15	320,4	+ 29,8
		14 dager ett.spir.og skyt.	1x15	331,2	+ 31,6
		Hver 5.dag fra 15/5	2x15	345,0	+ 45,4
		" 5 " " 1/6	8x15	358,8	+ 59,2
		I begynn.av juli	5x15	314,9	+ 15,3
		I juli	1x15	297,5	÷ 2,1
			2x15	286,0	÷ 15,0
1931	Finkornet sand.	-		243,4	
		14 dager ett.spir.	1x10	337,7	+ 94,0
		18 " " "	1x10	299,9	+ 50,0
		27 " " "	1x15	318,7	+ 75,0
		14 og 18 dager ett.spir.	2x10	343,3	+ 91,0
		18 " 27 " " "	1x10 og 1x15	291,2	+ 47,0
		14, 18 og 27 " " "	2x10 og 1x15	304,1	+ 60,7
1932	Leirholdig sand.	-		224,7	
		14 dager ett.spir.	1x15	330,8	+ 106,1
		- - - skyt.	1x15	277,8	+ 53,1
		- - - -	2x20	269,7	+ 45,0
		14 - - spir.og under skytinga	1x15 og 2x20	304,7	+ 80,0
	Fin sand.	14 dager ett.spir.	1x15	288,0	
		- - - skyt.	1x15	322,2	+ 34,2
		- - - -	1x15	303,4	+ 15,0
		14 - - spir.og begynn.skyting	2x15	311,8	+ 23,8

Nedbøren på forsøksfeltene tab. 6 var følgende i mm:

År	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	dag.ett.spir.
1931	3,5	12,9	56,8	54,5	53,7	0,0	49,3	55,9	4,6	
1932	14,5	20,2	0,2	62,4	5,6	17,0	3,9	7,8	40,4	

På grunnlag av tyske forsøk anbefaler Brouwer å vatne havren med høyst 15 mm like etter spiring. Større mengder er ikke bra til planter som er så lite utviklet. Vatning omkring skyting må utføres med største forsiktighet da den lett forårsaker legde og kan gjøre mer skade enn gagn.

Av vatningsforsøk fra vårt eget land har vi få, og

til havre kjenner jeg ikke flere enn et par som er utført av forfatteren sommeren 1938, og enda ikke offentliggjort. Jeg skal derfor ikke referere tall, men bare nevne at det overalt er meravling for vatninga. Det ene forsøk som ble utført i cylindrer nedgravd i jorda ga ikke særlig stor meravling, 5-11 % lo, og 15-17 % korn, mens markforsøket ga betydelig større meravling, nemlig 16-20 % for lo og 18-25 % for korn.

Med hensyn til vatningstiden viser resultatene stort sett det samme som de i tabell 6 refererte tall. Vann av 10 og 20° C har gitt resultater som er omtrent like.

Bygget oppfører seg omtrent som havre og skiller seg ikke særlig fra denne. Vatning i tiden 10-30 dager etter spiring har gitt gode resultater, mens vatning under skytinga s.r. medfører legde og blir resultatløst. Senere vatning kan også virke skadelig. Forsøk av Gerlach og Gropp (1913-16) og Canz (1920-21) har gitt meget gode resultater, mens derimot forsøk med forskjellige sorter av Deubel og Heitz i det regnfulle år 1927 ga meget varierende og usikre resultater. Forsøk ved Dahlem i 1932 (Brouwer 1932) har gitt best resultater for vatning i tiden 10-30 dager etter spiring. Det anbefales ikke å bruke større mengde enn 15 mm og å utføre vatninga forsiktig.

Tab. 7.

År	Jordart	Gjødsling	Avling i		Meravling		Vatnings-
			kg pr.	dekar	i forhold	til uvatn.	og tid.
			uvatn.	vatn.	kg/dekar		
Etter forsøk av Gerlach og Gropp.							
1913	Sterkt leirholdig sandjord	ugjødslet	340	402	+ 62	26,5	mm
		gjødslet	380	455	+ 75	26,5	"
1914	- " -	ugjødslet	202	243	+ 41	20	"
		gjødslet	291	330	+ 39	20	"
1916	- " -	ugjødslet	235	253	+ 18	10	"
		gjødslet	276	280	+ 4	10	"
Etter forsøk av Canz.							
1920	Leirholdig sand		301	403	+ 102	1x30	"
1921			150	180	+ 30	1x30	"

I vårt land har Bortdal utført noen forsøk med bygg i Nord-Gudbrandsdal.

Tab. 8. Forsøk med vatning til bygg på Klones og Sandbu i Vågå samt Graffer i Lom.

		Nedbør	kg avling pr. dekar					
			Klones		Sandbu		Graffer	
	Klones mai-august mm		Kjerne	Halm	Kjerne	Halm	Kjerne	Halm
1922	Vatnet	297	206 ¹⁾	536				
	Uvatnet	277	226	499				
1923	Vatnet	165	235	470				
	Uvatnet	107	170	246				
1924	Vatnet	274	276	464			371 ²⁾	540
	Uvatnet	254	276	409			258	391
1925	Vatnet	175	293	427	284	348	407	519
	Uvatnet	120	175	282	206	138	306	400
1926	Vatnet	289			311 ³⁾	290		
	Uvatnet	274			253.	247		

1) Litt skadd av mus før treskinga. 2) Gj.sn. av 2 felter. 3) Vatnetfor

Som tabell 8 viser er resultatene stort sett gode, men det er jo også bare hva en måtte vente seg. Når det på Klones ikke er utslag for vatning i 1924 kommer dette muligens av at vatninga først ble utført i juli og at dette var for sent.

Alt i alt kan en sikkert gå ut fra at om vatning til kornartene i gjennomsnitt for alle år skal gi lønnsomt utbytte, må den utføres meget planmessig og med største forsiktighet for store deler av vårt land. For strøk med liten eller middels nedbør, og i år med tørre forsommere, kan en nok vente seg godt utbytte av vatninga.

Rotvekstene har lengere veksttid og annet vekstforløp enn kornartene. Den største tørrstoffproduksjon foregår utover ettersommeren og i sammenheng hermed får også rotvekstene sitt største vannforbruk og vannbehov atskillig senere i veksttiden enn kornartene. Bortsett fra at det påstås at vatninga like etter spiring til kålrot og nepe skal være bra som middel mot sterke jordloppeangrep for å hjelpe plantene over en farlig periode, skal tidlig vatning ikke være heldig.

Et forsøk til forbeder (etter Brouwer) ga følgende resultat:

Vatning med mm						Meravling (+) eller mindre avling (-) i forhold til uvatnet i kg pr. dekar.	
14/5	27/6	12/7	13/8	20/8	27/8	Røtter	Blader
15	15	20	20			÷ 61,8	÷ 417,7
	15	20	20	20		+ 560,2	÷ 229,0
		20	20	20	20	+ 890,8	÷ 177,8

Som en ser har vatning fra midten av juli gitt best resultat, og vatning i midten av juni har endog virket uheldig. Vatninga har overalt nedsatt utviklingen av bladene og jo tidligere vatninga er begynt dess større er nedsettelsen.

Et forsøk til sukkerbeter etter nøyaktig samme plan som for forbeter ga følgende resultat i kg pr. dekar:

b	+	72,4	kg røtter	÷ 629	kg blad	i forhold til uvatnet.
c	+	418,2	"	÷ 117,3	"	" - " - " -
d	+	608,2	"	+ 710,7	"	" - " - " -

Et forsøk til gulrøtter etter lignende plan ga omtrent samme resultat:

b	vatnet med 70 mm	4 ganger	fra midten av juni	+	240,3	kg/dekar
c	"	"	75 " 4 " slutten " "	+	327,0	- " -
d	"	"	60 " 3 " midten " juli	+	1917,3	- " -

På grunnlag av de agrarmeteorologiske undersøkelser er en kommet til at vatning til rotvekster måtte være gunstigst utover ettersommeren, og dette er bekreftet gjennom forsøk. Selv med en meget tørr juni måned har en s.r. ingenting igjen for vatning før i slutten av måneden eller helst bør en vente til midten av juli. Lignende forsøk har jeg ikke kunnet finne for kålrot og nepe, men at forholdet er noenlunde det samme må en ha lov til å tro.

Et par forsøk på Søve til mainepe og forbeter, henholdsvis 1937 og 1938, har vært uten resultat.

Potetene stiller ikke særlig krav til nedbøren før blomstringa, men fra begynnelsen av denne en måneds tid utover mens knolldannelsen og næringsopptagelsen er størst, forlanger de lav jordtemperatur og rikelig med fuktighet. Etter denne tid kan stor nedbør virke skadelig.

Med poteter som forsøksvekst er det i utlandet utført en rekke vatningsforsøk som stort sett har gitt meget gode resultater. Forsøk over til hvilken tid en får de beste resultater for vatning har vist at vatning en eller to ganger under blomstringa gir meget gode resultater. I Tyskland er det utført forsøk med en rekke sorter. Jeg skal her innskrenke meg til bare å referere ett eneste som tydelig illustrerer vatningas innflytelse i blomstrings-

tiden (etter Brouwer).

Tab. 9.

År	Vatningstid	Vann- mengde mm	Avling knoller kg/dekar	Meravling i forh.t. ikke vatn. kg/dekar		
1931	Ikke vatnet		2475			
	Vatnet					
	3	} dager etter blomstringa begynte	20	3112,5	+ 632,5	
	12		20	3100,-	+ 625	
	30		20	2900,-	+ 425	Industri
	3, 12 og 30		60	3400,-	+ 925	
1932	Ikke vatnet		2702,5			
	4 dager	} ett.blomstr. begynte	20	3832,5	+ 1130	Böhms
	4 og 14 dag.		40	3802,5	+ 1100	Ackergerne

Det kunne gjengis en rekke resultater, med såvel store som mindre utslag for vatning.

Det er de par siste år også i vårt land utført en del vatningsforsøk med poteter som forsøksvekst. Et forsøk på Søve (Vatningskomiteen) 1937 og 1938 har vært uten resultat, mens egne forsøk har gitt glimrende resultater.

Et ramneforsøk på Høgskolen 1937 ga således opp til 80-90 % meravling, og et markforsøk på Romerike samme år opp til 300 kg/dekar. Sommeren 1938 hadde jeg et forsøk med 5 forskjellige sorter ved Moelv på Ringsaker. Resultatet var at meravlinga ble noe forskjellig for de ulike sorter og varierte mellom 140 og 470 kg/dekar. Et forsøk av Sortdal på Klones har også gitt bra resultat (tab.10).

Såvel tyske som egne forsøk har vist at meravlinga alt vesentlig fremkommer ved en formering av de store poteter. Vatning gir derved større verdier enn tallene viser, da det blir større prosent salgbare poteter enn når det ikke er vatnet.

På tross av forsøkene på Søve tror jeg en kan si at vatning til poteter utført i rett tid vil gi meget gode resultater over Østlandet, iallfall over de øvre og midtre strøk. Forsøkene tyder også på at stivelsesinnholdet stort sett er bedre etter vatning.

Eng og beite.

Å utgreie spørsmålet om engas og beitenes behov for vann ved agrarmeteorologiske undersøkelser støtte på den vanskelighet at en her hadde en blandet bestand. Såvel enga som kanskje særlig beitet er sammensatt av flere grasarter med forskjellig vannkrav, likeledes som kløverartene har andre krav til nedbøren og fuktigheten enn grasartene.

Etter Mitscherlich har gras- og kløverartene følgende vannkrav for dannelsen av 1 g tørrstoff.

Alopecurus pratensis	699
Festuca "	640
Phleum pratense	639
Phalaris arundinacea	632
Dactylis glomerata	604
Lolium italicum	580
Poa pratensis	570
Festuca arundinacea	560
Lolium perenne	524
Avena elatior	471
Trifolium repens	464
- " - pratense	445
- " - hybridum	435

Eng.

Da de tyske vatningsforsøk ga varierende resultater og de agrarmeteorologiske undersøkelser også ga dårlige resultater som følge av den blandede bestand, ble der i Dølle (etter Brouwer) utført sådanne undersøkelser for grasarter dyrket i ren bestand på dertil anlagte felter. Disse forsøk ga for engplanter høstet to ganger og dyrket på leirholdig sandjord følgende resultater:

1. vekstperiode (før 1. slått):

a. For *Agrostis alba*, *Avena elatior*, *Lolium italicum*, *Phleum pratense* og *Poa serotina* kunne en ikke fastslå noen særlig virkning av nedbør og varme.

b. *Avena flavescens*, *Festuca pratensis* og *Poa pratensis* er takknemlige for rikelig nedbør de siste 3-4 uker før slått, mens *Bromus inermis*, *Festuca rubra* og *Phalaris arundinacea* i samme tidsrum forlanger lav temperatur.

Dactylis glomerata og *Lolium perenne* derimot foretrekker høy temperatur til samme tid.

2. vekstperiode (1. til 2. slått):

I denne periode er s.r. nedbørens innflytelse på veksten utpreget.

Rikelig nedbør forlanger:

a. De første 3-4 uker etter 1. slått *Avena elatior*, *Lolium perenne* og *Poa serotina*.

b. I midlere vekstfase (ca. 20-40 dager etter 1. slått) *Agrostis alba*, *Avena flavescens*, *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Phleum pratense* og *Phalaris arundinacea*.

c. I midlere og siste periode (20 dager etter 1. slått til 2. slått) *Agrostis alba*, *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata* og *Poa pratensis*, den sistnevnte særlig de siste 3 uker

Vannmengde og vatningsresultat ved vatning av høyt på Klones

Regner på

	Vann som						Totalt vatninger	Vatning ialt mm.		I alt nedbør + vatning mm	Kg tørt høy Pr. dekar		
	Nedbør mm					Mai- aug.		1. slått	2. slått		1. sl.	I alt	
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Mai- aug.								2. sl.
1935													
1. slått 4/7	0,0	53,2	42,0	24,9	120,1	6	80		285	621	966		
2. " 5/9								85		345			
1936													
1. slått 1/7	0,5	41,1	110,2	45,8	197,6	4	70		287,6	814	1177		
2. " 2/9								20		363			
1937													
1. slått 20/6	66,2	23,9	57,3	23,3	170,7	3	25		240,7	743	1159		
2. " 10/9								45		416			
1938													
1. slått 11/7	20,1	45,0	99,6	73,9	238,6	3	25		318,6	825	1063		
2. " 19/9								55		238			
1939													
1. slått 26/6	4,4	50,0	104,0	19,0	177,4	4	45		257,4	512	1172		
2. " 28/8								35		660			
1940													
1. slått 2/7	11,1	17,2	87,4	41,4	157,1	7	113		315,1	708	1314		
2. " 27/8								45		606			

før 2. slått.

d. Lav temperatur de første 3 uker etter 1. slått ønsker Lolium perenne, mens Poa pratensis til samme tid vil ha høy temperatur; denne vil derimot ha lav temperatur de 3 siste uker av denne vekstperiode. Agrostis alba, Festuca pratensis og Festuca rubra vil ha lav temperatur omkring midten av vekstperioden.

Videre har en funnet at vatning til Agrostis alba, Avena flavescens, Festuca rubra, Phalaris arundinacea og Poa serotina gir godt resultat når det utføres de siste 3 uker før 1. slått. Det samme er også tilfelle for Dactylis glomerata, Festuca pratensis, Lolium perenne, Phleum pratense og Poa pratensis når bare gjennomsnittstemperaturen er nådd 17-18°C.

Alle grasarter unntagen Lolium italicum gir stort sett utmerket resultat for vatning i andre vekstperioden.

Den tid som er mest hensiktsmessig for vatning er:

Avena elatior og Poa serotina de første 14 dager etter 1. slått.

For Avena elatior, Festuca pratensis, Lolium perenne, Phleum pratense og Phalaris arundinacea ca. 20 dager etter 1. slått, og for Bromus inermis, Dactylis glomerata og Poa pratensis ca. 25-30 dager etter 1. slått.

Vannmengder på 10- 15- 20 mm etter jorda er funnet mest hensiktsmessig.

Også i vårt land er det utført noen engforsøk.

I 1907 ble det således anlagt 5 forsøk, hvorav det det ene på Skøyen i Romedal fortsatte i 5 år og ga en gjennomsnittlig meravling på 288 kg pr. dekar og år.

I Gudbrandsdalen har Sortdal utført noen forsøk med godt resultat (tab. 10, s.36).

Forsøk til eng de to siste år utført av Landbrukshøgskolens vatningskomite og egne forsøk har stort sett gitt meget gode resultater.

Disse resultater fra bare noen få forsøk og for 2 år kan det selvfølgelig ikke legges stor vekt på, men det skal allikevel være grunn til å tro at vatning til eng skulle gi godt utbytte over størstedelen av Østlandet.

Til beiter gjelder omtrent det samme som sagt for eng. De enkelte vekstperioder blir kortere, men til gjengjeld blir det flere, 4-5 i løpet av sommeren. Man får da til stadighet meget unge planter og dette kan selvfølgelig spille en viss rolle for vatninga.

Tab.10. Forsøk med vatning til poteter og eng på Klones.
kg avling pr. dekar.

		Poteter			Eng				Ialt tørt høy	
		Ned- bør	Knol- ler	Tørr- stoff	Ned- bør	1. slått		2.slått		
						Rått gras	Tørt høy	Rått gras		Tørt høy
		mm			mm					
1923	Vatnet	143	3242	572						
	Uvatnet	107	2894	491						
1924	Vatnet				298	6430	1286			
	Uvatnet				254	5090	1273			
1925	Vatnet				210	2435	609	741	148	
	Uvatnet				120	674	223	260	55	
1926	Vatnet				294	3725	968	1031	207	
	Uvatnet				274	2363	780	657	144	

Tyske forsøk viser stort sett at det ikke er virking av vatninga i første beiteperiode. Plantene er for små og temperaturen for lav til å oppnå et gunstig resultat så tidlig om våren.

I andre beiteperioden vil en s.r. få godt utslag for vatning i slutten av perioden.

Tredje beiteperiode faller på det varmeste av sommeren og hver vatning vil s.r. øke avlinga meget.

Foregår vatninga tidlig i perioden vil særlig hvitkløveren nyte godt av det, mens grasartene begunstiges ved senere vatning. Beste resultat får en nok for vatning når det skjer fra begynnelsen til noe over midten av periode

I fjerde beiteperiode er igjen vatningstiden av vesentlig betydning.

Grasartenes vekstenergi er sterkt avtatt og kløver og andre bladplanter inntar en bred plass i beitebestandet. Vatning fra omtrent 14 dager etter 3. beiting har vist seg meget gunstig.

Landbrukshøgskolens vatningskomite har siden 1937 et forsøk med kunstig vatning i gang på Landbrukshøgskolens kulturbeite. Det har begge år gitt gode resultater, og nå siste år var avlinga dobbelt så stor på vatnet som på uvatnet.

Det er også høyst sannsynlig at vatning til kulturbeite vil gi meget gode resultater for store deler av vårt land.

Grønnsaker.

Bladgrønnsaker som kål o.l. setter store krav til fuktighetsforholdene i jorda. Av eksakte undersøkelser over disse veksters tørrstoffproduksjon, næring- og vannopptagelse

er det svært få og lite tilfredsstillende resultater. Er-
faringen viser imidlertid at kål og lignende grønnsaker gir
absolutt størst avlinger i regnrrike år.

Brouwer offentliggjør et forsøk fra Dahlem som jeg skal
referere.

Forsøket ble utført etter følgende plan:

I	vatnet			
II	vatnet	27.juni; 12.juli, 13.og 21.aug.	n.15 mm	pr.gang
III	"	14.og 27.juni, 12.juli, 13.	" 15 "	- " "
IV	"	21.mai,14.og 27. " , 12 "	" 15 "	- " "

Avling og meravling av salgsvare fremgår av tab. 11.

Tab.11.

Ledd	Sort	Tilført vann mm	Avling i kg/dekar		Meravling for vatning i kg/dekar
			Uvatnet	Vatnet	
I	Hvitkål	-	5550		
II	"Amager"	60		6468,5	+ 913,5
III		60		5790	+ 240
IV		60		5730	+ 180
I	Rosenkål	-	3620	-	
II		60		7650	+4030
III	"Manmuth"	60		7310	+3690
IV		60		7210	+3590
I	Rosenkål	-	4030		
II	"Zittauer	60		4660	+ 630
III	Riesen"	60		4320	+ 290
IV		60		4150	+ 110
I	Savoykål	-	3450	-	
II		60		3730	+ 280
III	"Vertus"	60		3190	- 260
IV		60		3300	- 150

Vatning like etter plantinga skulle være unødvendig om
denne foregår så tidlig at det ennå er bra med råne i jord.

I det hele mener Brouwer at vatning før i juli under
normale forhold er ulønnsomt.

I vårt land har vatningskomiteen utført noen forsøk i
Trøndelag med hagevekster som stort sett har gitt store ut-
slag.

Som det fremgår er kjemnskapet til behovet for vatning
i vårt land dårlig, og de resultater som foreligger er fra
få og kortvarige forsøk. Bortsett fra de tørre strøk er det
derfor vanskelig å ha noen bestemt mening om vatninga.

De få resultater vi har og på grunnlag av erfaring

fra steder med vatning er det allikevel grunn til å anta at, vatning til beite, eng, poteter, grønnsaker og muligens også rotvekster vil gi godt utbytte overalt i Hedmark fylke, Opland fylke, over størstedelen av Akershus og Buskerud og delvis også i Vestfold.

For det øvrige av landet vil det i enkelte bygdelag være behov, delvis nokså stort, mens det andre steder, særlig langs kysten skulle være unødvendig og uten hensikt å vatne.

I enkelte tørre år, eller år med tørkeperioder vil utbyttet for vatning til vekster med stor tørrstoffproduksjon i tørketidene selvfølgelig være meget stort.

De faktorer som virker sterkest på behovet for vatning er i første rekke veret, jorda og plantearten, men faktorer som jordas kulturtilstand, gjødslinga, valg av sorter o.l., vil også spille en rolle. På tørkesvak, grovkornet jord kan en i høy grad hjelpe på denne ulempe ved jevn husdyrgjødsling.

Likeledes vil det som tidligere nevnt være av betydning at jorda er i god hevd. Enkelte forskere mener også at rikelig innhold av fosforsyre i jorda skal gjøre at plantene lettere kan tåle tørke. Fosforsyren er tungt oppløselig, og i tørre perioder vil det derfor oftest knipe for plantene med å kunne skaffe seg tilstrekkelig fosforsyre om jorda ikke har overskudd av dette stoff.

For å oppnå gode resultater av vatninga er det først og fremst nødvendig at vannet tilføres i den tid da plantene har stort behov for vann. Som vi har sett av noen av de refererte forsøk, spiller vatningstiden til flere plantearter en avgjørende rolle.

Mengden som tilføres pr. vatning er også av stor betydning. Det må ikke tilføres så meget at en risikerer utvasking, men allikevel så meget at rotsonen blir gjennomfuktet. Den mengde som skal gis må derfor rette seg etter jorda.

Tyskerne anbefaler å gi mindre mengder til grovkornet enn til finkornet jord, likesom det bør gis mindre mengder til åpen åker enn til eng og beite.

Til åkervekster anbefales 10-15 mm etter arten og utviklingen og 15-25 mm for eng og beite.

Planter som er lite utviklet bør gis mindre mengder enn planter i full vekst.

Om de nevnte mengder passer under våre forhold er ikke godt å si, men så meget galt kan det neppe være. Til eng og alminnelige jordtyper når denne er i full vekst, tror jeg

ikke det vil skade om en overskrider den angitte største mengde. En god del av vannet vil fordunste fra plantene og når aldri ned til jorda.

Til unge planter derimot bør en være forsiktig og sensitiv når disse trenger meget varme til sin utvikling. Unge planter er også ømtålige og kan lett skades om vatninga utføres med en spreder som gir store dråper.

Det er også nødvendig å være oppmerksom på at vatninga må utføres forsiktigere til leirjord og jord som lett danner skorpe enn til jord som ikke har denne uheldige egenskap.

For verk med konstant trykk er det derfor nødvendig å ha dyser av forskjellig diameter så en kan skaffe seg en fin dusj når dette er nødvendig.

Ved vatning til åpen åker som har lett for å danne skorpe, vil det være av stor betydning om en har anledning til å kjøre jorda (rotvekster, poteter) i det øyeblikk den tørker. Da vil skorpa s.r. lett smuldre, og det vil ikke inntre den uheldige strukturforhold som følge av vatninga. Foruten at vatninga som nevnt på mange måter kan virke heldig og gavnlig såvel på jorda som planteveksten kan den også i visse tilfelle virke skadelig eller uheldig.

1. Ved å tilføre jorda skadelige stoffer for planteveksten.

2. Ved bruk av kaldt vann kan en bevirke at veksten settes tilbake med den følge at avlinga nedsettes. Denne skade inntreer selvfølgelig først og fremst om en vatner tidlig om våren, og særlig til visse ømtålige hageplanter. Til jordbruksvekster spiller dette en langt mindre rolle, men er temperaturen på forhånd i snaueste laget, kan det nok også til disse virke uheldig, især på kald jord.

3. Ved tilførsel av for store vannmengder pr. gang kan det særlig på grovkornet jord inntre utvasking hvorved tilført næringsstoffer kan gå tapt. Dette vil da i første rekke gå utover N-gjødslen.

4. Ved vatning til åpen åker på leirjord kan strukturforholdene ødelegges ved tilslamning av jorda. Ved tørkingen blir den steinhard og sprekker lett opp.

5. Hardt vann kan også til visse meget ømtålige hagevekster virke skadelig. Når vanddråper som ligger igjen på bladerne fordamper, blir det tilslutt så konsentrert saltoppløsning at blad huden skades p.g.a. forbrenning. På Hortensia virker kaldt vann forandrende på blomsterfargen.

6. Ved kunstig vatning gir en ikke bare kulturplantene, men også ugraset bedre vekstvilkår.

Visse sopparter gis også gunstigere livsbetingelsen
hvorved sykdomsangrepene kan bli sterke. Dette er særlig
av betydning i veksthus med stor luftfuktighet og høy tempe-
ratur.

For å oppnå best mulig resultat av vatninga er det
derfor nødvendig å ha godt kjennskap til de faktorer og
forhold som har innflytelse på denne. Da vatninga ennå er
ny i størstedelen av vårt land og kjennskapet til vatning
s.r. er uhyre dårlig, er det av stor betydning for bøndene
å få kyndig veiledning nettopp i begynnelsen.

Her gjelder det gamle ordspråk " Vel begynt er halvt
fullendt". Iallfall kan en feilaktig begynnelse bli meget
kostbar.



IX. Kort oversikt over de ulike vatningssystemer.

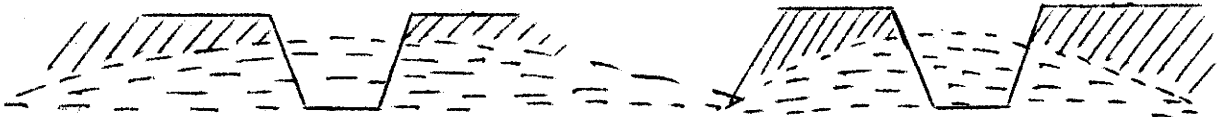
Utformingen av de eldre systemer var i høi grad preget av forholdene på de steder hvor de ble utformet og brukt. De viktigste faktorer var fallforholdene, vannmengden og omkostningene. Da terrengforholdene er sterkt vekslende fra sted til sted, er det som følge herav oppstått flere forskjellige systemer, som så igjen ved modifikasjoner er tilpasset de mindre variasjoner i de stedlige forhold. Ulikhetene er imidlertid ikke større enn at alle de mange varianter kan innordnes under følgende hovedtyper:

1. Demningsvatning.
2. Rislingsvatning.
3. Regnvatning.
4. Undergrunnsvatning.

Demningsvatninga er eldgammel og har vært meget brukt i sydligere land. Etter den ulike måte vatninga har vært utført på, kan den deles opp i følgende grupper:

- a. Oppdemning. *an grøfter*
- b. Inndemning.
- c. Overdemning.
- d. Demmerisling.

a. Oppdemninga kan bare brukes på flat mark. Den består i at vannet i grøfter, kanaler eller bekker demmes opp så grunnvannet blir stående høit innover jordet. På lite gjennomtrengelig jord må oppdemninga skje tidlig om våren før grunnvannet er sunket for dypt, da grunnvannsbuen ellers vil bli for krum.

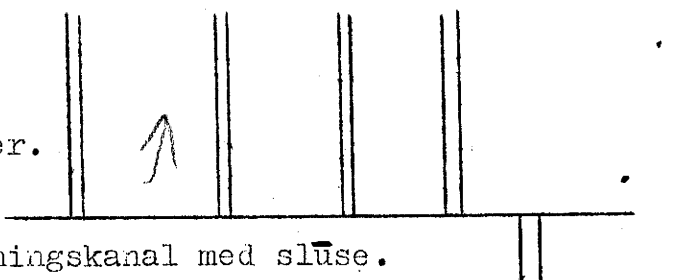


Demmet i rett tid.

Demmet for sent.

b. Inndemning eller furevatning *horisontal grøft* består i at frittstrømmende vann fra en elv, bekk, kanal eller grøft demmes inn i horisontale renner eller grøfter. Rennene legges som et grøftesystem, og vannet står ingen steder over rennekantene. Avstand mellom rennene ca. 10 m. Den må forøvrig rette seg etter jorda. Systemet virker ved at vannet gjennomfukter jorda til begge sider av rennene.

Renner eller grøfter.



Tilledningskanal med sluse.

c. Overdemning består i at vannet ved demning av et vannløp ledes innover jordet hvor det blir stående i et skikt på 15-30 cm.

Den kan utføres på 2 måter:

1. For små vannløp bygges sluser med passende mellomrum og derfra lave jorddammer utover fra vannløpet.

2. For større vannløp blir dette for dyrt. Her lages bare en sluse i øvre ende av feltet. Vannet ledes så i renner langs elvekanten eller hvor det passer best. Ledningen til siden foregår med lededammer med en renne i kronen. Avvatninga utføres ved hjelp av små renner som leder til elva.

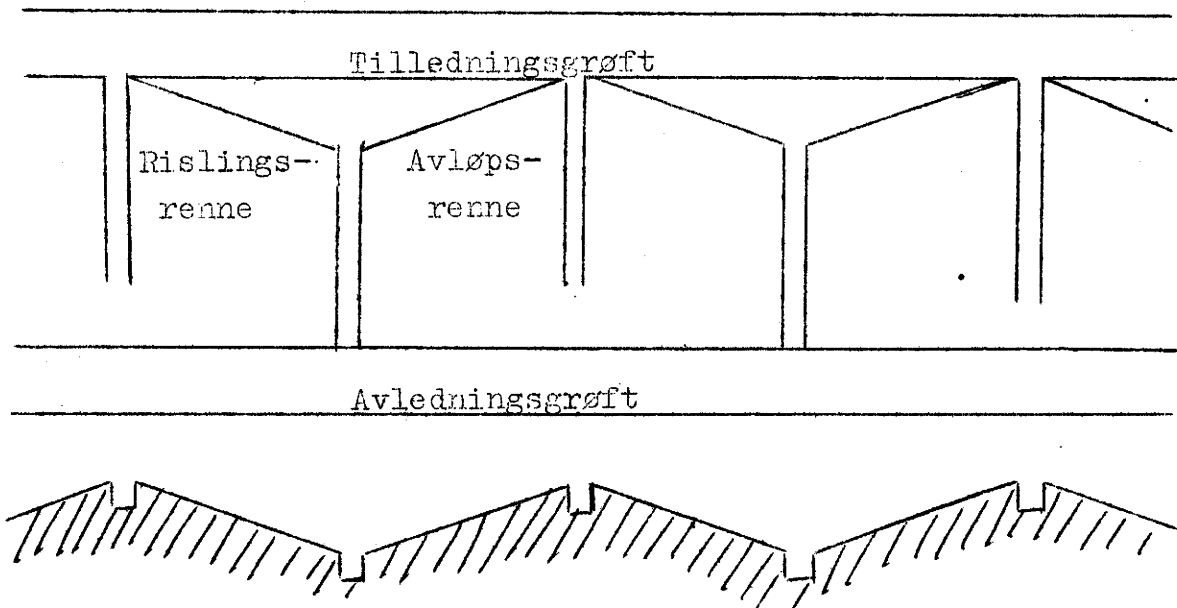


d. Demmerisling er en mellomform mellom overdemning og risling, og brukes ved noe større fall. Vannet renner i tynne lag over jorddammene fra den ene avdeling til den andre. Denne vatningsmåte er enkel og billig. Disse systemer som passer i flatt regelmessig terreng, har aldri hatt eller har noen større betydning i vårt land.

Rislingsvatning (Overrisling) brukes når fallet er noe større (1:50). Vannet fordeles utover jordet ved hjelp av noen lunde horisontale renner, idet det renner som et tynt lag over rennekantene og nedover jordet. Etter utformingen deles den vanligvis i 2 grupper:

a. Rygganlegg med vatning til begge sider for rennene.

Kunstige rygganlegg har ikke vært brukt i vårt land. Jorda legges opp i rygger, og sidene planeres jevnt og fint så vannfordelingen blir god.



Ved naturlige rygganlegg legges vatningsrennene etter små naturlige rygger og vatnet ledes nedover sidene. I ujevnt terreng må det da oftest legges inn sting og blinnrenner av hensyn til fordelingen.

b. Henganlegg.

Naturlige henganlegg er den mest alminnelige type hos oss. Av hensyn til synkevannet regnes det med et fall på minst 2‰.

Et fullstendig henganlegg består av følgende grøfter og renner:

1. Tilledningsgrøfta legges etter forholdsvis lite fall.
2. Transportrennene som får vann fra tilledningsgrøfta, legges utover sterkeste fall, og leder vannet til vatningsrennene.
3. Vatningsrennene lages nesten horisontalt til den ene eller begge sider av transportrennene. Deres nedre kant gjøres jevn. Over denne skal vannet risle. Avstanden mellom rennene kan gjøres opptil 7 m og lengden inntil 16 m. En transportrenne med tilsvarende vatningsrenner kalles et heng. Antallet av vatningsrenner i et heng avhenger av vannmengden og terrengforholdene.
4. Blinnrenner legges i ujevnt terreng inn mellom vatningsrennene for å få vannet bedre fordelt. De står ikke i forbindelse med transportrennene.
5. Avledningsrenner må brukes for å skaffe vekk det brukte vannet hvor dette ikke har direkte naturlig avløp. De legges da like ovenfor vatningsrennene (den øverste unntatt).
6. Avledningsgrøfta ligger etter sterkeste fall. Den samler opp vannet fra avledningsrennene og fører det videre til:
7. Avløpsgrøfta.

I de naturlige heng fordeles vatningsrennene etter terrenget, og systemet kan bli meget uregelmessig.

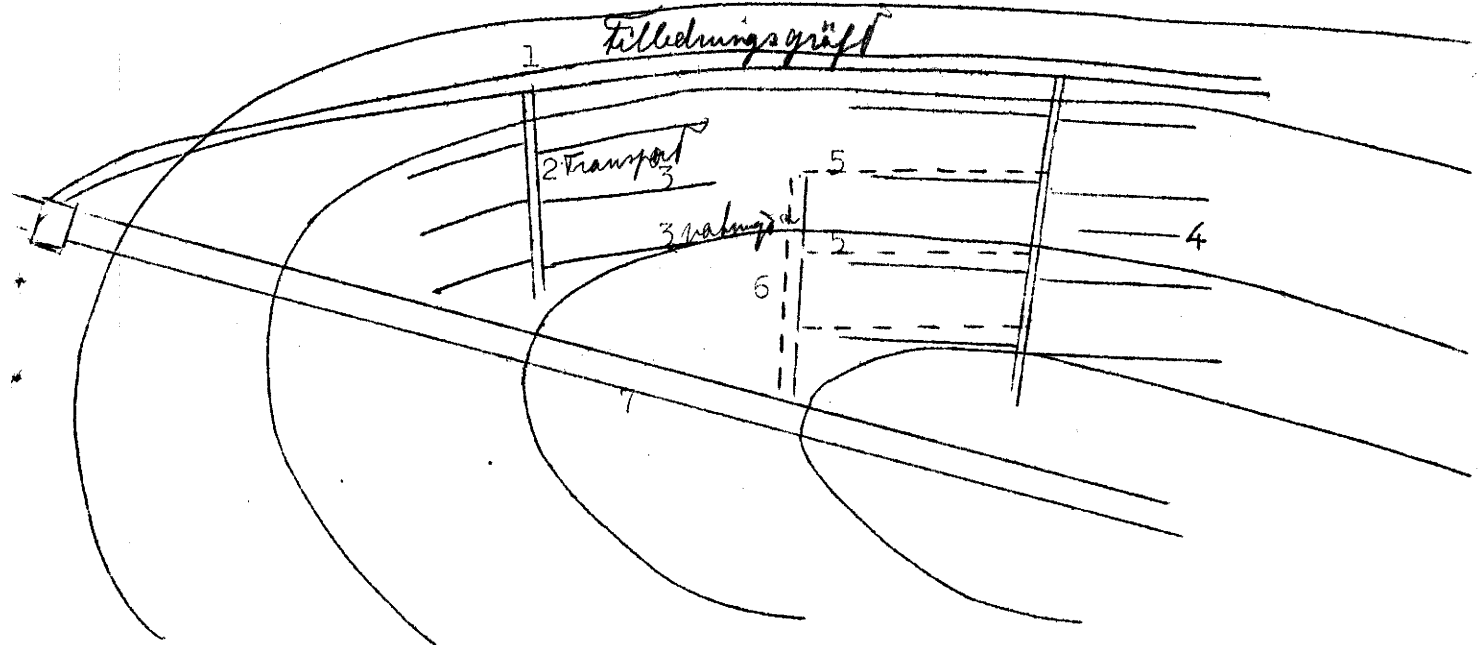
Ved kunstige henganlegg planeres det så fallet blir jevnt. En klarer seg da med få vatningsrenner. Planeringen blir dyr og har dessuten den ulempe at matjorden skrapes vekk fra kuler og hauger og samles i forsenkningene.

Rislingsvatninga har i en noe modifisert form vært meget brukt i de tørre strøk av vårt land, overrisling. Den er også enda delvis i bruk i våre fjell og fjordbygder.

Regnvatninga.

Denne består i at vann under trykk presses ut gjennom en i forhold til rørene innsnevret åpning, dysen. Srålene forstøves og faller til jorden som regndråper. Dette er den alminneligste vatningsmåte i Mellom- og Nord-Europa, og i vårt land er den snart enerådende også i de gamle vatningsstrøk. Da det er denne måte som alt overveiende har og får noen betydning for vatninga i vårt land skal vi se næriere på denne i et senere avsnitt.

Skisse over rislingsanlegg.



1. Tilledningsgrøft
2. Transportrenner
3. Vatningsrenner
4. Blinnrenner
5. Avledningsrenner
6. Avledningsgrøft
7. Avløpsgrøft

Avledningsrenner

Vatningsrenner

Undergrunnsvatninga.

Denne vatningsform skiller seg fra regnvatninga ved at vannet tilføies røttene direkte. Den ble i sin opprinnelige form, drenvatninga, tatt i bruk for omtrent 75 år siden. De mest kjente av de eldre drenvatningssystemer er Petersens og Krauses.

Drenvatninga var igrunnen en kombinasjon av et vatnings-system og dreneringssystem. Ledningene bestod av alminnelige drensrør og virket i perioder med stor nedbør og jordfuktighet som drenledninger. I tørre perioder derimot ble det ført vann inn i ledningene. Da dette stod under trykk sprutet det ut gjennom fugene mellom rørene og fuktet jorden omkring. Metoden er enkel og høres ideell ut, men også denne hadde sine ulemper. Ved at vannet ble presset ut gjennom fugene på ledningen, ble jorden omkring opp-slemmet, og dette bevirket at ledningene etter kort tid ble fulle av jord og vanntransporten stoppet. Denne vatningsform fikk derfor ingen særlig praktisk betydning.

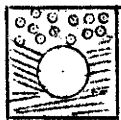
I de siste 10-15 år har igjen undergrunnsvatningsnett hatt vind i seila, og flere nye systemer er prøvd. De viktigste systemer er laget av russeren Korneff, italieneren Rossi, franskmennene Bordas og Mathieu, det tyske firma Kluskhuhn og tyskeren Janert

Alle disse systemer har som felles trekk at fordelingsledningene er bygget av et porøst materiale, sement eller leire. Et annet typisk trekk for disse systemer har vært at de er blitt meget dyre. Denne ulempe mener Janert at han nå har overvunnet, og at problemet er løst på en tilfredsstillende måte.

Korneff laget et lukket rørsystem som han satte i forbindelse med en vannbeholder hvor vannspeilet stod noe lavere enn nivået i rørsystemet. Lufte ble pumpe ut og vannet strømmet inn i rørene. Disse var porøse og nå skulle jordas kapillærkrefter klare resten. Vannet utskilte imidlertid gasser, luft o.l., som brøt vannstrengen, og skulle systemet virke tilfredsstillende måtte en med korte mellomrum suge vann inn i ledningene.

Bordas og Mathieu's system lignet foregående, men vannet i beholderen stod noe høyere enn i ledningen. Istedenfor undertrykk som i foregående, fikk vi her et svakt overtrykk. Rørmateriellets porøsitet og overtrykket ble avpasset etter jordbunnsforholdene, og ser en bort fra anleggskostningene har systemet virket bra.

Kluskhuhn arbeidet på samme vis som Bordas og Mathieu, men laget spesialrør som var porøse bare på oversiden.



Rørledningene i de nevnte systemer må legges med små mellomrum så de ble alt for dyre i det praktiske jordbruk. Anleggsgiftene for Kluskhuhns system opgis til Rm 1,50 pr. løpende meter. Når ledningene skal legges med ca. 2 meters mellomrum vil utgiftene bare til rørene bli ca. Rm 750 pr. dekar. Dertil kommer graving og legging etc. De anbefales derfor også vesentlig i intensivt hagebruk og særlig i drivhus.

Janert har først og fremst lagt vekt på å redusere anleggskostningene, og dette er også lyktes i betraktelig grad.

Han har konstruert en maskin som ved hjelp av en torpedo graver grøften (mullvarpgrøfting), og etter denne torpedoen støpes rørene ferdig i jorda. Maskinen er bygget som en beltetraktor, med beholdere for sement, vann og vann som blandes og ledes ned bak torpedoen. Maskinen bygges av Allgemeine Transportanlagen Gesellschaft m.b.H. Maschinenfabrik, Leipzig (ATG) og kalles "ATG-Rohrpflug." Den koster fullt montert og ferdig Rm 28000. Den er således ikke allemanns eie, men fabrikkens håpet på salg til landbruksforeninger, bygdelag o.l.

Rørene lages av en sur sement, og av hensyn til porøsiteten som bør være forskjellig etter jorda, av sand av noenlunde ens kornstørrelse.

Ledningene legges med svak, jevn helling i 40-50 centimeters dybde. Det tilledes vann i øverste ende. Dette må ingen steder stå under trykk og rørene skal ikke være fulle!! Vannet fukter da ledningen i hele dens lengde, og ved hjelp av kapillærkrefte-
ne fuktes jorda omkring. Det lille overskudd av vann som muligens kan bli, renner vekk i nedre ende av røret.

Forsøk har vist at vannet fukter jorda jevnt bare 1,0-1,5 m til begge sider for rørene. Ledningene må således legges med 2-3 meters mellomrum. Avstanden kan være størst på jord med god kapillær ledningsevne, og liten hvor denne er dårlig. Det vil i middel si at det må legges 400 m rør pr. dekar. For legning av rørene fullt ferdig forlanger fabrikk 12 Pfennig og koster altså bare Rm 48 pr. dekar. Systemet kan brukes både til vatning og drenering.

Fordelene ved undergrunnsvatninga skulle være at vannet blir direkte tilført rotsonen. Derved går ingenting bort ved for-
dunstning direkte fra jordoverflaten og plantenes overflate. Den skulle derfor virke vannsparende. De uheldige følger av regnavatninga ved tilslemning av jorda og ødeleggelse av strukturen unngås, og når den utføres riktig så et lite lag øverst forblir tørt hindres spiring av frøgras. Et meget benyttet argument for undergrunnsvatning i veksthus er at den gir tørrere luft med mindre sykdomsangrep på tomater o.l. planter. Dette er imidlertid prøvd ved forsøk, men med negativt resultat og er bare en antagelse.

Et forhold som hos oss antageligvis ville være uheldig er at vannet ved undergrunnsvatninga ikke blir opvarmet slik som ved spredningen. Dette ville nok være uheldig til visse vekster hvor vannet er kaldt. Et annet forhold som gjør at undergrunnsvatning i større målestokk ikke kan brukes hos oss er frosten. Telen vil brette rørene og ødelegge systemet. Våre små sammenhengende flater og uregelmessige terreng vil også i høy grad vanskeliggjøre bruken av Janerts system. Undergrunnsvatninga vil derfor sansynligvis ikke få noen særlig betydning for vårt land.

X. Norske vatningsmåter.

Den opprinnelige vatningsform var vistnok at vann ble ledet inn i kulper på åkeren og derfra med en treskovel skvettet utover. Samtidig ble åkeren tråkket. Tråkkinga var av stor betydning på lett jord idet den derved ble mer sammenpakket og ga bedre feste for røttene. Metoden som var meget arbeidsom, er alt vesentlig forlengst forlatt.

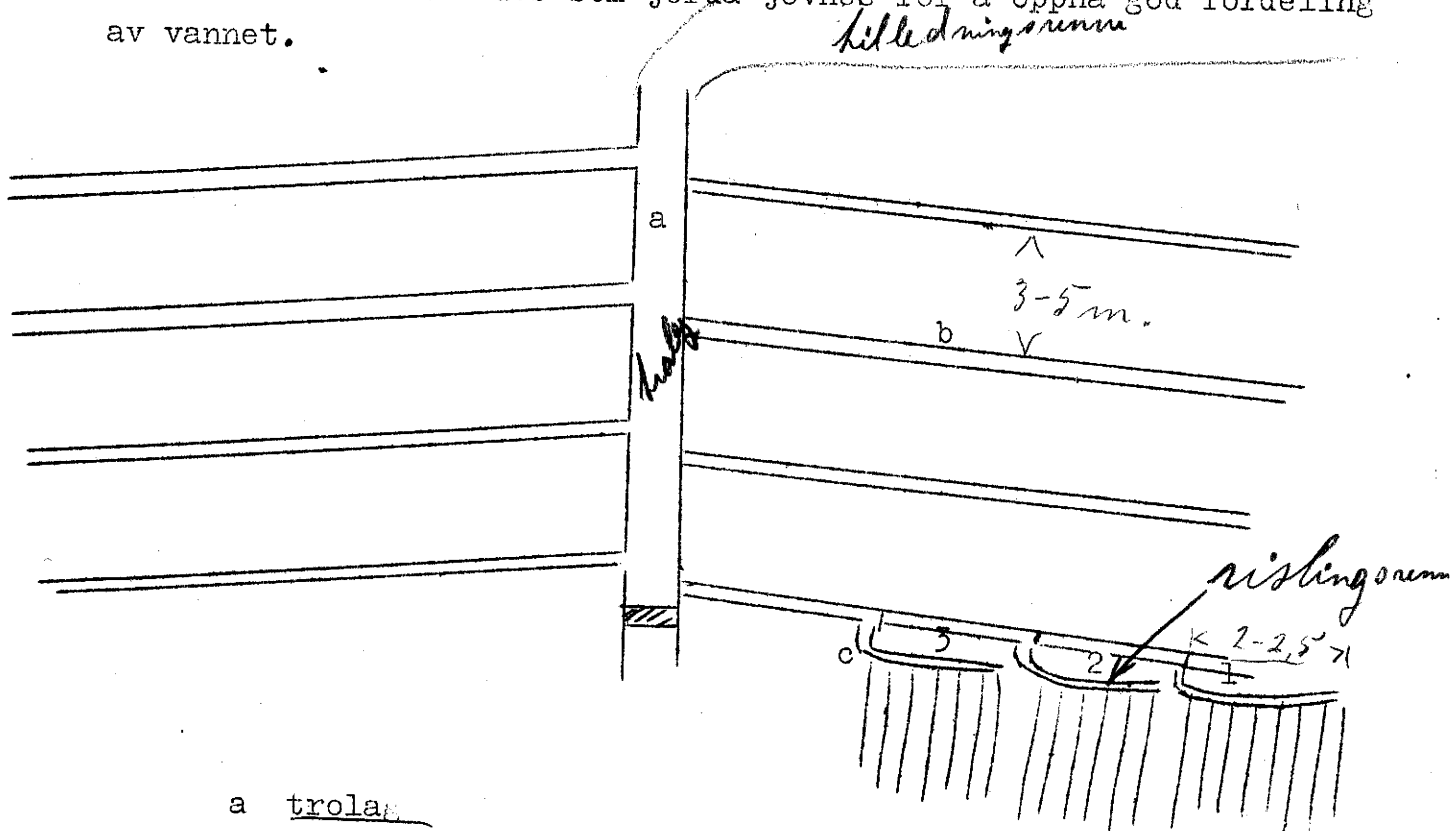
Den alminnelige form for vatning har i lange tider vært overrislingen. Vannet ledes fra tilledningsrenna etter sterkeste fall i uthulede tømmerstokker, trær, og ledning kalles et trolag. Før trolaget legges utover åkeren, kjøres vatningsrennene opp med ard eller graves opp med grev. Disse skal ha et fall på 1:15-1:20.

Avstanden mellom disse er vanligvis 3-5 m.

Første gangs vatning begynner lengst borte fra trolaget i den nederste vatningsrenne. Ved hjelp av en grastorv i troa ledes vannet inn i vatningsrenna. Når vannet er kommet langt nok utover, lages et sting i rennas nedre kant. Stinget lages således at renna stenges og vannet strømmer inn i en liten renne som samtidig graves, rislingsrenna (se skissen). Denne lages 2,0-2,5 m lang og skal være omtrent horisontal, så vannet kan risle jevnt over nedre kant. Derfor avtar også dybden utover etter som vannmengden minker. Herfra styres vannet etter sterkeste fall nedover åkeren. Under styringen må det sørges for at fordelingen blir så jevn som mulig. Vannmengden avpasses etter hvad en klarer å styre, Dette avhenger av terrenget og jordarten.

Når første smale teig er ferdigvatnet, går en opptil vatningsrenna, lager et nytt sting ca. 2-2,5 m nærmere trolaget og styrer vannet fra rislingsrenna nedover teigen. Slik fortsetter en til det hele er vatnet.

Første vatninga er i mangt og meget en istandsettelse av selve anlegget. Rislingsrennene som lages blir liggende gjennom hele sommeren likeledes som jorda jevnes for å oppnå god fordeling av vannet.



- a trolag
- b vatningsrenne
- c rislingsrenne fra sting.

1, 2 og 3 viser i den orden det vatnes første gang.

Ved senere vatninger foregår arbeidet i omvendt orden av foran nevnte. Vatninga begynner da øverst og innerst ved trolaget.

Furevatning har vært en del brukt til poteter. Drillene lages omtrent horisontale, og når vannet ledes inn i furene blir det stående og fukte jorda omkring.

XI.

Regnvatninga.

Les godt.

Vannet ledes fra reservoiret til jorden og fordeles videre til de forskjellige steder hvor sprederapparatet skal plasseres, ved hjelp av rørledninger. Da fordelingen her foregår ved spredning, må vannet i ledningene stå under trykk. Dette fremkommer enten ved vannets egen tyngde som følge av hødeforskjell mellom vannreservoaret og forbruksstedet, naturlig trykk, eller ved hjelp av en kraftmaskin, kunstig trykk.

Det samlede system kalles vatningsverk eller vatningsanlegg. Det kan deles i 3 hoveddele:

1. Drivkraften som enten er naturlig trykk eller et pumpeagregat bestående av motor og pumpe.

2. Rørledningene med forgreninger og hydranter.

3. Sprederapparatene.

1. Det naturlige trykk er det enkleste og blir billig fordi drivkraften er gratis.

Motorer og pumper blir behandlet i et spesielt kontra-trykk av Langballe. Jeg skal derfor ikke komme nærmere inn på disse, men bare nevne noen forskjellige typer og de viktigste fordeler og mangler disse har.

Av pumper er det 2 hovedtyper:

a. Centrifugalpumper.

b. Stempelpumper.

Centrifugalpumpa har iallfall for de mindre typer liten virkningsgrad, men bortsett fra dette har den mange fordeler framfor stempelpumpa. Av disse kan fremheves:

Den kan kobles direkte til en hurtiggående motor. Derved unngås det ustabilitetsmoment som følger med rentrekk eller annen indirekte overføring. Den tåler variasjoner i omdreiningstallet, innstiller seg automatisk for optimal arbeidsydelse i varierende terreng, er forholdsvis ømfintlig for smuss i vannet og kan arbeide uten skadelig trykkstigning i et sluttet røرنett. Den er billig i innkjøp og stabil i drift så den krever relativt lite tilsyn, og egner seg godt for vatningsverk.

Stempelpumpa har stor virkningsgrad som særlig for mindre pumper (<100 l. pr. min.) er langt større enn for centrifugalpumpa. Den egner seg for små vatningsverk hvor det gjelder å utnytte et på forhånd givet strømabonnement.

Bortsett herfra er stempelpumpa stor og tung, relativt komplisert og dyr i innkjøp. Da den ikke kan arbeide i et sluttet røرنett bør den påmonteres en fjernsjalter. Denne vil ytterligere komplisere og kan heller ikke betegnes som absolut sikker. Stempelpumpa er ømfintlig for forutrensninger i vannet og på

grunn av pakninger i forbindelse med de beveglige deler krever den bra ettersyn. Som følge av den langsomme gang vil den oftest ha forholdsvis lang levetid, men til gjengjeld liten tilpasnings-
evne. Dette medfører forholdsvis store utgifter til ettersyn og også delvis til vedlikehold. Det blir derfor centrifugalpumpa som i de fleste tilfelle blir å foretrekke.

Av motortyper for drift av pumpa kan nevnes:

- a. Elektromotor.
- b. Dieselmotor.
- c. Traktor og jordfreser.
- d. Bensin- og petroleumsmotor.

Av disse er elektromotoren s.r. å foretrekke og bør brukes overalt hvor den elektriske energi ikke er for dyr eller spesielle forhold bevirker at en av de andre typer er mer hensiktsmessig. Den er billig i innkjøp, meget driftssikker og krever lite tilsyn og vedlikehold.

Dieselmotoren kan bli å bruke hvor det mangler elektrisk energi eller denne er alt for kostbar. Den er dyr i innkjøp, men forholdsvis driftssikker og billig i drift.

Bensin- og petroleumsmotoren av den vanlige typen vil bli dyr i bruk og ustabil i drift. Denne er derfor ikke å anbefale uten i rent spesielle tilfelle.

Traktorer har den fordel at de er lett bevegelige og kan med stort hell brukes hvor det dreier seg om transportable vatningsverk.

Jordfresere har samme fordel, men kan bare bli tale om til små verk. I Tyskland f.eks. er det en del i bruk til gartnerier o.l.

2. Rørledningene deles etter bruken i faste og flyttbare, og alt etter de typer som brukes deles så vatningsverkene inn i 3 grupper:

a. Helbevegelige eller transportable hvor det bare brukes flyttbare ledninger, og pumpeverket flyttes fra sted til sted.

b. Halvbevegelige kalles verk med faste vanninntak og såvel faste som flyttbare ledninger.

c. Faste eller stasjonære kaller en de verk hvor det bare benyttes faste ledninger, med hydrantene således plasert i forhold til hverandre at sprederne herfra kan rekke å gi en jevn vannfordelig over det areal som blir vatnet.

Av disse typer er b den mest alminnelige, mens c såvidt meg bekjent ikke er brukt i vårt land.

De faste ledninger benyttes til å føre vannet fra vannreservoaret fram til jorden, hovedledningen, og senere fordele dette til de enkelte skifter, fordelingsledningene. De kan enten ligge ovenpå jorda eller graves ned. Hvor de føres gjennom hann og utmark og hvor de ikke er utsatt for beskadigelse kan de gjerne legges ovenpå. Føres de derimot over dyrket mark, kan dette bli tale om bare når de kan legges langs gjerder eller grøftekanter. Hvor jorda bearbeides, må den graves ned. De kan da enten graves ned til full dybde, telefritt, eller bare såpass dypt at de ikke beskadiges ved jordbearbeiding, ståring o.l.

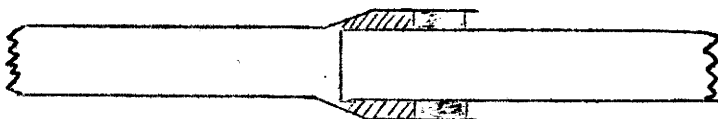
Hvad slags materiell en skal velge i ledningene avhenger av flere ting hvorav de viktigste er innkjøpsprisen og materialets styrke og holdbarhet. En vil selvfølgelig i første rekke undersøke hvad rørene koster pr. meter montert og fullt ferdig, men det er ikke bare dette som teller. En må nøye overveie hvad slags rør er mest hensiktsmessig i hvert enkelt tilfelle, hvilke trykk de tåler, om de har lett for å ruste eller slamme igjen o.s.v.

De mest alminnelige rørtyper til vatningsledninger er:
Galvaniserte smijernsrør.

De leveres i alle størrelser opp til 6". De tåler store trykk, og har sterke og sikre sammenføyninger, gjengede muffen. I enkelte jordtyper rustar de lett, men har ellers ord for å være gode. Prisen er s.r. meget høy især for grove dimensjoner.

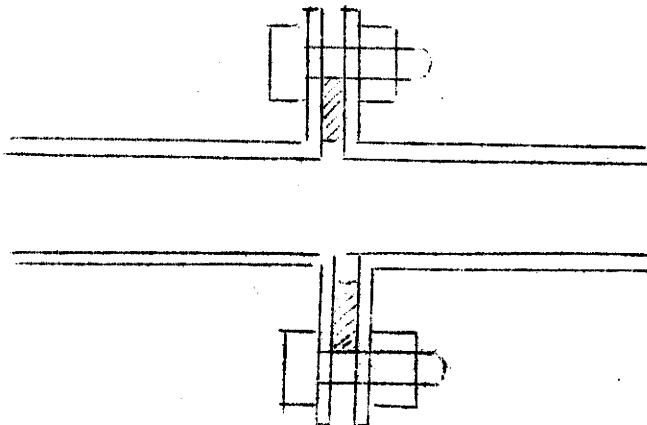
Juteomviklede stålmuffenrør

er også meget alminnelig brukt. Det er helvalsede, sømløse stålrør som er preparert med et beskyttelsesmiddel mot rust. Utvendig er de dessuten viklet med impregnert jute. De fremstilles i forskjellige lengder inntil 14 meter og garanteres for et trykk på 20 atmosfærer. Skjøtene er utført som muffeskjøt ved en utvidelse av rørets ene ende.



Skjøtinga foregår som vist på skissen. Den ende som ikke er utvidet, stikkes inn i utvidelsen på et annet rør. Inn i muffen omkring rørenden stampes først tjæredrev og derpå støpes med bly. Ved de såkalte Sigur-muffen skjer tettingen av skjøten ved en gummipakning. Disse er adskillig lettvintere enn foran nevnte og var meget i bruk i Tyskland.

Stålrørene kan også skjøtes med flensj.



At stålmufferørene leveres i lange lengder er en fordel. Det blir færre skjøter, og derved også færre svakhetpunkter, li-keledes som leggingen foregår hurtigere og blir billigere.

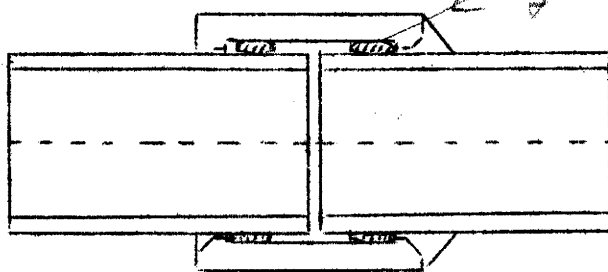
Støpejernsrør ligner meget på foran nevnte. De skjøtes på samme måte, er tunge og uhandterlige og også noe dyrere. De er lite brukt til vatningsledninger.

Eternitrør er en type som i de siste år har vunnet noe utbredelse særlig i land hvor de på grunn av rustninger eller andre årsaker mangler metall. De lages av asbest og sement i 4 meters lengder. Etter utførelsen av veggens tykkelse og deres evne til å tåle trykk, deles de i 3 typer:

a. Lette trykkrør. De blir ikke prøvd for trykk og egner seg derfor ikke til vatningsrør.

b. Normale trykkrør. De blir på byggestedet prøvd med 10 atmosfærer, og det regnes med at de kan brukes for trykk opp til 8 atmosfærer.

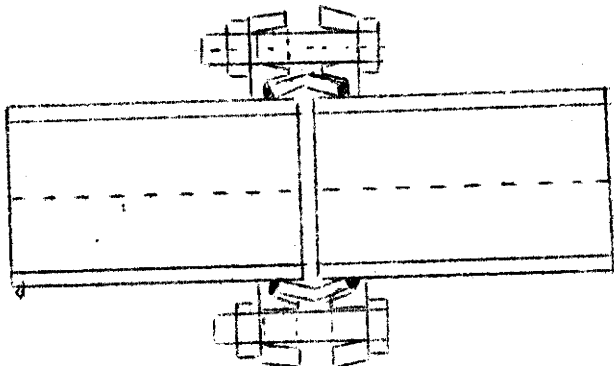
c. Forsterkede trykkrør. Disse blir prøvd med 18 atmosfærer på byggestedet og regnes iallfall å skulle være sikre for opp til 12-15 atmosfærers trykk. Rørene skjøtes vanligvis med en muf-fe av samme stoff, simplex-muffe.



Tettinga foregår ved gummiringer ved trykkets hjelp.

Ved legging av rørene må det utvises den største forsiktighet. Bunn i grøfta må jevnes fint og det må graves ut spesielle fordypninger til muffene. Rundt disse må det stapes med leire eller helst bruke sement som vist på skissen. Om eternitrør skal brukes på sugesiden må det brukes en annen kobling, Gibault-kobling.

Gibault - koblingen brukes også ved formstykker og overgang til andre rørsorter etc.



Å uttale seg om disse rørs anvendelighet og holdbarhet er meget vanskelig. De er for nye i vårt land og våre erfaringer i så måte strekker ikke til. Og selv tyske eksperter mente at noe bestemt kunne de enda ikke si. De måtte foreløpig oppfattes som et bra "Ersatzmittel."

Kullsyren i vannet vil vaske ut endel av kalken i sementen, men når det ytterste skikt er vasket bort vil asbesten virke beskyttende mot videre utvasking. Vedlegging i sur jord, $\text{pH} < 5,5$, vil vel neppe være heldig da slik jord er sementfarlig. Rørene kan beskyttes mot angrep såvel fra ledningsvannet som jordvesken ved å strykes med et preparat, Inertol. Men dette fordyrer dem selvfølgelig meget.

En fordel hos disse rør er at de er meget glatte og yder liten motstand mot vannets bevegelse, likesom de ikke ruster.

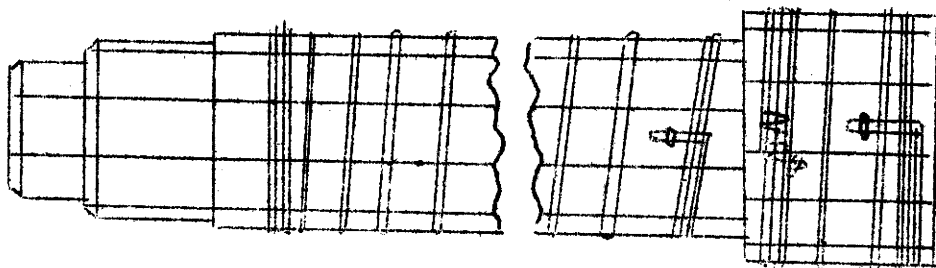
Utenom i rent spesielle tilfelle kan de foreløpig neppe anbefales til bruk om ikke prisen er spesielt lav sammenlignet med stål - og trerør.

Trerør.

Av disse er det 2 typer:

- a. Stavrør.
- b. Stokkrør.

Stavrørene er de som brukes til vatningsledninger. Stavene blir føyet sammen med dobbelt not og fjær og armert med enkelt eller dobbelt galvanisert ståltråd. For å beskytte treet mot råte og ståltråden mot rust blir de preparert med asfaltmasse og rullet i sagflis.



Trerørene må graves ned så de holder seg jevnt fuktige og ikke beskadiges. Holdbarheten vil i høy grad avhenge av jordarten.

Leggingen spiller også en rolle. Om asfalten slås eller skubbes av vil treverket råtne eller ståltråden ruste meget lettere enn om sådanne skrammer unngås.

Sortdal har gravd opp rør som var brukt i 14 år (1936) og disse var tilsynelatende like gode. Da trerørene garanteres for et trykk på inntil 120 m og prisen er meget rimelig, skulle de antageligvis være å foretrekke til faste vatningsledninger som skal graves ned, i allfall i svært mange tilfelle.

2. Stokkrørene fremstilles ved direkte å bores ut i tømmerstokker. Disse rør har vært meget brukt i gamle dager til vannledninger o.l.

Holdbarheten avhenger sterkt av materialet. Fet, malmen fūrū er meget god, men også dyr. De tåler som oftest små trykk og egner seg dårlig til vatningsledninger.

Hvilke rørtyper som blir å velge i hvert enkelt tilfelle avhenger av hvilke dimensjoner som skal brukes, trykket, om ledningen skal graves ned eller ikke, jordtypen, vannet o.s.v.

Alminneligvis kan vi regne med at for ledninger med mindre diameter enn 2" (ca. 50 mm) blir det å bruke galvaniserte smjernrør. For ledninger av større dimensjoner, trerør eller jüteomviklede stålmufferør. Galvaniserte smjernsrør blir da alt for dyre.

De flyttbare ledninger brukes som bindeledd mellom de faste ledninger og sprederapparatene. Til materialet i disse må en foruten å stille krav til at det skal være holdbart også forlange at rørene er lette å handtere og raske å koble og dekkoble.

De typer som er mest alminnelig brukt er:

- a. Aluminiumsrør.
- b. Galvaniserte stålblekkør.

Gummislanger ble tidligere brukt i nokså stor utsteking, men når det arbeides med trykk er disse særlig uholdbare og nå er

en alt vesentlig kommet bort fra disse. Levetiden blir meget liten og de blir derfor i lengden forholdsvis dyre.

I vårt land brukes nå alt overveiende aluminiumsrør, og disse er også de absolut beste. De er lette å håndtere og forholdsvis holdbare. De fremstilles i Norge i forskjellige dimensjoner (1", 1½", 2", og 2½"), og ca. 6 meters lengde.

Når vi i den senere tid er gått over til å bruke en del galvaniserte stålbleikkrør er årsaken at vi mangler gode og hensiktsmessige koblinger for aluminiumsrørene.

Stålbleikkrørene har såvidt jeg vet i seg selv ingen fordele fremfor aluminiumsrørene, men flere svakheter. De viktigste er at de er tyngre å håndtere, må innføres fra utlandet og er antageligvis adskillig mindre holdbare.

Holdbarheten hos disse avhenger jo i første rekke av galvaniseringen, og denne kan iallfall ha meget lett for å sprekke. Disse rør brukes nå i stor utstrekning i Tyskland. Årsaken er da i første rekke mangel på aluminium så aluminiumsrørene blir uforholdsmessig dyre.

Like viktig som det er at rørene er lette og handterlige, minst like viktig er det å ha gode koblinger så en i en handvenning kan montere og demontere ledningen. Slike koblinger går under navn av hurtigkoblinger, og i utlandet har det vært prøvd en mengde forskjellige typer med større og mindre hell. De forskjellige firmaer har sine egne hurtigkoblinger, som med visse mellomrom utbyttes med nye forbedrede typer.

For tiden brukes kulekoblinger og kardangkoblinger som gir ca. 15 % avvinkling, og således har den fordel at ledningen kan følge terrenget.

Perrots kardangkobling er tildelt bronsemedalje av Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft, og ble av tyske eksperter holdt for å være verdens beste.

I vårt land har hittil gummiskjøter vært mest alminnelig brukt. Gummislanger i lengder av ca. 30 cm festes på rørendene ved en klemme. På rørendene bør det da være påvalset en rill som gjør at gummiskjøtene lettere kan holdes på plass. Gummiskjøtene har den fordel at de føyer seg etter terrenget, og ledningen vinkles til alle kanter. Til gjengjeld er disse skjøter vanskelige å få tette, og dessuten har slangene liten levealder særlig hvor trykket er stort.

En type hurtigkoblinger som har vært noe brukt i vårt land, er de såkalte "klokoblinger". De har liten vekt og er forholdsvis billige, men gir uhyre liten avvinkling. Ledningen blir stiv og uhandterlig så de tilfredsstiller ikke de krav en må stille til

moderne hurtigkoblinger,

At vi her hjemme har manglet gode og hendige hurtigkoblinger, har medført at materiellet til de flyttbare ledninger i de senere år mer og mer blir innført fra Mellom - Europa. Og koblingen spiller en så stor rolle for et vatningsverk at vi av denne grunn blir tvunget til å gi avkall på de gode norske aluminiumsrør og innføre tyske, tsjekkiske og sveitziiske stålblikkrør.

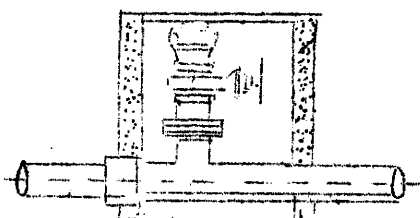
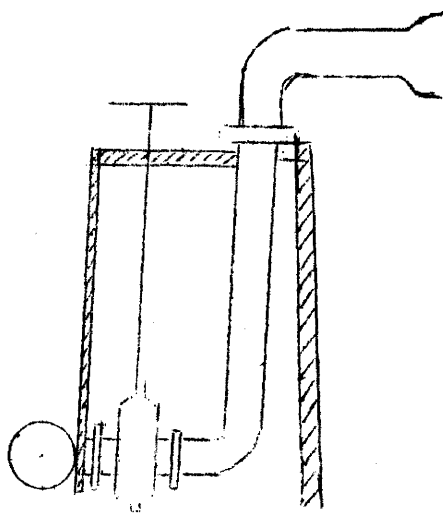
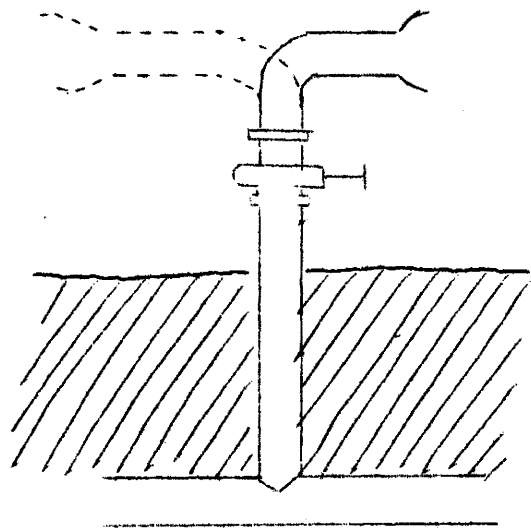
Nå siste vinter har jeg imidlertid søkt å ordne det slik at vi her hjemme også skal forsøke å lage førsteklasses hurtigkoblinger til våre aluminiumsrør.

Hydranter.

Vannuttakene fra de faste ledninger kalles hydranter. I sin absolut enkleste form består de av et rør, en slusekran og en koblingsdel.

Om hydrantene er plasert direkte på ledninger som fører vann hele året må en av hensyn til frosten plasere en slusekran med avtapning nede ved ledningen. For påsetning og avstenging av vannet brukes en nøkkel som fører opp til jordoverflaten.

Overjordiske hydranter er de enkleste og brukes hvor de ikke blir i veien for kjøring o.l.

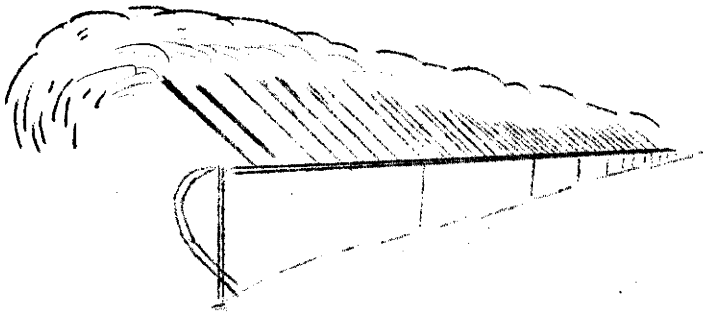


Underjordiske hydranter brukes ute på jordet hvor de overjordiske blir i veien for kjøring o.l.

3. Sprederapparater.

En spreder i sin enkleste form får en ved å sette et munnstykke på en slange. Denne type er meget brukt i småhager. Til vatning av større arealer derimot passer den ikke. Det blir alt for store arbeidsutgifter å ha folk gående og dirigere disse slangene.

En spredertype som tidligere var meget i bruk, og som særlig i hagebruket enda anvendes noe, fordelte vannet i en viss avstand fra rørene ved hjelp av mange smådyser langs etter rørene, teigspredere.

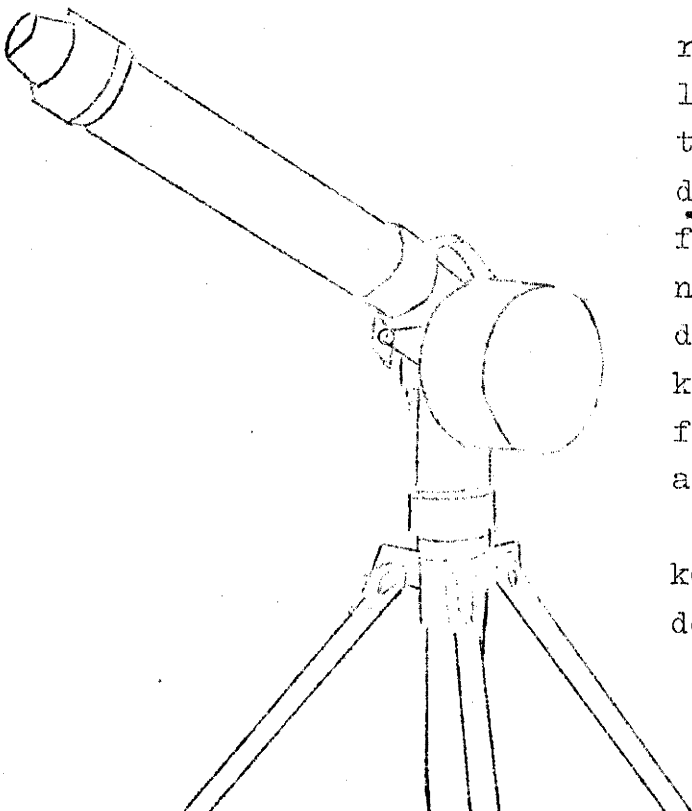


Denne type kunne som på tegningen ha en enkel rad dyser som sprutet til en side eller en dobbelt rad som sprutet til begge sider. Spredere med enkelt rad kunne i den ene ende av ledningen forsynes med et dreieapparat hvorved rør med enkel dyserad vannet til begge sider.

En mer alminnelig spredertype i jordbruket er sirkelsprederen. Den består av en eller to dyser som ved hjelp av vanntrykket dreier rundt. Vannet fordeles over en sirkelflate.

Av sirkelspredere er det en rekke typer og modeller av forskjellig konstruksjon og størrelse. Enkelte vanner ned til mindre enn et halvt dekar pr. oppstilling og har et vannforbruk på omkring 25 l. pr. min. og nødvendig arbeidstrykk på 10 m. Andre derimot kan vanne helt opp til 45 dekar pr. oppstilling og har da et vannforbruk på vel 5000 l. pr. min. med et arbeidstrykk på 120 m.

Mellom disse er det så en rekke mellomformer med midlere spredevidde og vannforbruk.



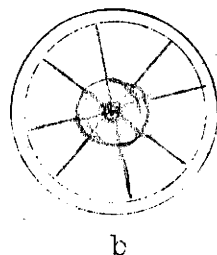
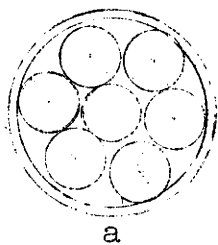
De norske spredertyper som har vært alminnelig hos oss, Prestgard, Gjerde og Blikken & Klepp m. fl., har vatnet en flate på ca. 1 - 2 dekar med et vannforbruk på 200 - 400 l pr. min.

Disse spredere har som regel vært 2 - armet. Derved blir vannforbruket forholdsvis stort pr. tidsenhet, men til gjengjeld er flaten tordigvatnet på kort tid.

Spreaderstørrelsen må variere etter størrelsen av det areal som skal vatnes, vatningsverkets kapasitet, trykkforhold o.l.

Av hensyn til arbeidsutgiftene er det av stor betydning at sprederen med minst mulig vannmengde og trykk kan rekke å vatne størst mulig flate. Derved spares utgifter til flytting. De toarmede spredere som fabrikeres her hjemme, er derfor på grunn av sitt store vannforbruk uønskelige.

For at sprederne skal oppnå størst mulig spredevidde brukes det likeretter i strålerøret for å gi strålen en ensrettet bevegelse idet den forlater dysen. Disse likerettere lages vanligvis på 2 forskjellige måter som vist på tegningen.



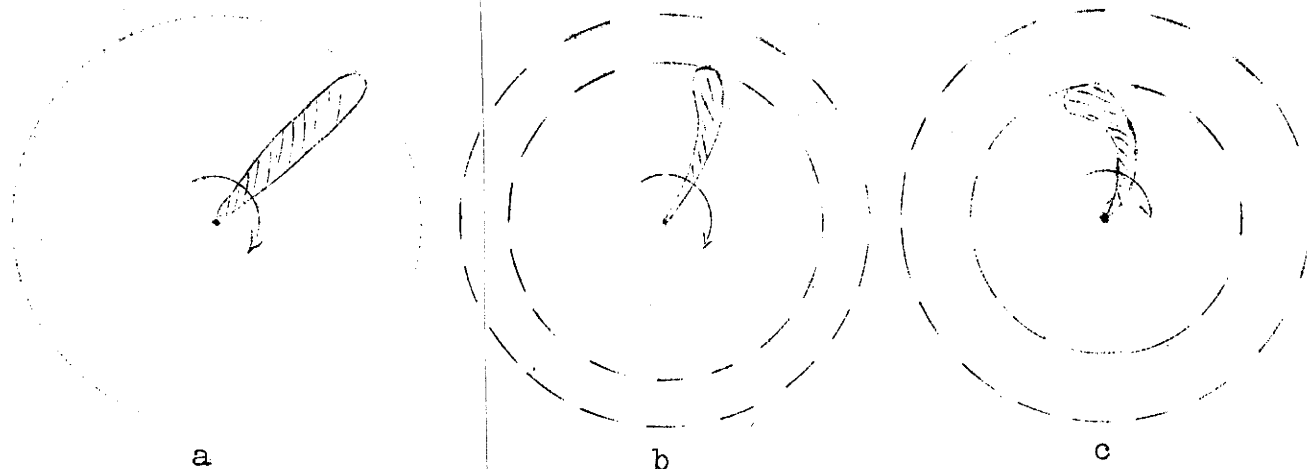
Likeretteren på a består av flere smårør som er innsatt i strålerøret. Det er den alminneligste type i spredere for spredning av renavn. Type b derimot som består av radiale lister, er mest alminnelig når det gjelder vatning med kloakvann.

2 Dysens form og størrelse spiller også stor rolle. I følge eksperimenter mener en nå at de lange dyser som ble brukt tidligere er forkastelig, og på nye spredere er det da også forholdsvis korte dyser.

Dysens størrelse er av stor betydning for spreders spredevidde og må rette seg etter vannføring og trykk.

Forutsetter vi at vannføring X trykk ($Q \cdot h$) er konstant, vil spredevidden avta såvel når dyseåpningen gjøres større som mindre i forhold til den ideelle dyseåpning. Gjøres åpningen større blir strålen for lite forstøvet, dråpene blir for store og tunge og spredevidden avtar. Gjøres dyseåpningen mindre, blir strålen for meget forstøvet. Dråpene blir for små og lette og resultatet blir det samme, spredevidden avtar.

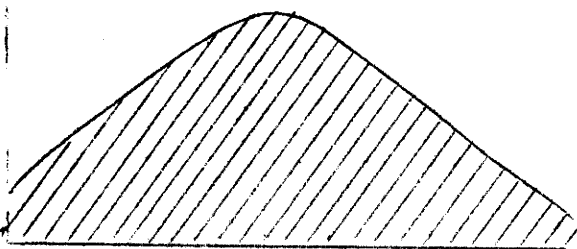
3. Strålerørets omdreiningshastighet spiller også stor rolle for spredevidden.



Ovenstående skisser viser tydelig hvordan strålen bøyer av og spredevidden avtar med tiltagende hastighet. a viser passende sprederhastighet, mens b og c viser tiltagende hastighet i forhold til det riktige. I følge tyske oppgaver skal strålerøret dreie seg rundt 1 gang i løpet av 4 - 6 min.

Noe en må forlange av en spreder for at den skal tilfredsstillende de krav en med rette kan stille til et moderne spredeapparat, er at fordelingen av vannet er god. Den må gi noenlunde like stor vannmengde i alle avstander fra sprederen.

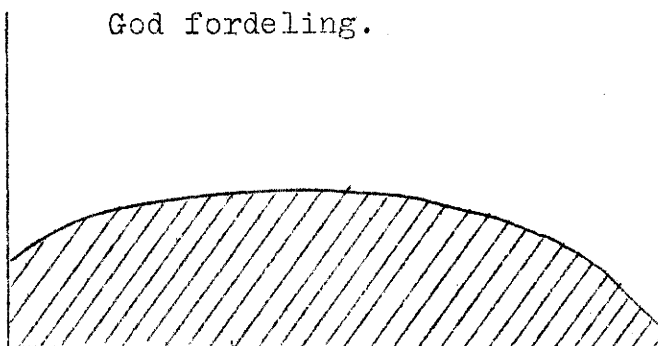
Dårlig fordeling.



Avstand fra sprederen.

God fordeling.

m.m. med bår.



Fordelingen avhenger av mange ulike forhold ved sprederene. Jeg ser selvfølgelig bort fra ytre faktorer som vind o.l. som ødelegger fordelingen selv for den beste spreder.

På de vanlige norske sprederer fremkommer fordelingen ved at strålen vekselvis løper fritt ut og forstyrres. Den periodevise forstyrrelse skjer ved noen skovler som passerer strålen. Disse driver da samtidig sprederen.

På en annen type sprederer som er mest alminnelige i Tyskland fremkommer fordelingen som er sum av 2 vannstråler, idet det foruten hovedstrålen også er en mindre stråle som vanner i nærheten av sprederen. Denne lille stråle driver da også som oftest et lite skovlhjul som driver strålerøret rundt. På enkelte sprederer er det hovedstrålen som driver strålerøret, mens den lille stråle bare sørger for fordelingen.

På den nyeste Perrot-typen drives således strålerøret ved at hoveddysen er eksentrisk boret så strålen brytes noe. Farten derimot reguleres av en pendel. Her har den lille dyse som er regulerbar ved hjelp av en hane, utelukkende til oppgave å sørge for fordelingen av vannet.

I enkelte tilfelle kan det av forskjellige årsaker også for disse spredere være hensiktsmessig å forstyrre strålen. Dette kan da skje ved at en tråd, en spak eller lignende skyves mer eller mindre inn i strålen. Av årsaker til at en ønsker strålen forstyrret kan nevnes, bedre fordeling, bedre forstøvning av dråpene, mindre spredevidde o.s.v.

Enkelte av disse sirkelspredere er utstyrt med et vendeapparat som bevirker at en kan vatne større og mindre sektorer av sirkelen. Dette kan være greit ved vatning i hager o.l., og likeledes kan det være hensiktsmessig til åpen åker så en stadig kan bevege seg på tørr mark og derved unngå at jorda henger ved føtterne. Dette kan for enkelte leirjordtyper være meget generende på rå jord og bevirke unødig meget nedtrækking.

Enkelte er også bygget således at de sprer i firkant. Dette er sjelden påkrevd i det praktiske jordbruk.

Foruten de nevnte sirkelspredere har vi en rekke småspredere av forskjellig konstruksjon (paraplyspredere o.l.), men de er alle beregnet for vatning av små arealer og er uten betydning for vatning av jordbruksvekster.

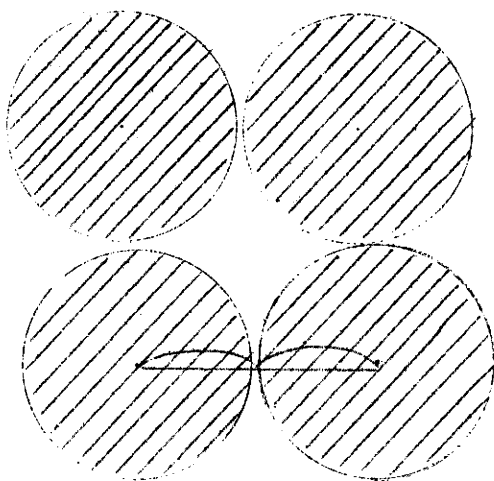
En type spredere som er beregnet på å gi stor spredevidde med små vannmengder er de såkalte regnkanoner eller regnraketter. Når vannmengden er liten blir den samlet opp i en beholder (vindkjel). Når det blir en viss mengde i denne blir overtrykket så stort at det utløses en fjær og vannet spruter ut gjennom strålerøret. Samtidig svinger dette på seg. Denne skulle således være særlig hensiktsmessig når det er for fine ledninger. Når disse spredere er så lite i bruk, er visstnok årsaken at de er ustabile og lite driftsikre.

XII. Vatningas utførelse. *les*

Når en skal vatne er det mange ting å ta hensyn til. Først og fremst må en på grunnlag av planteveksten og jorda bestemme seg for hvor meget vann som bør gis pr. vatning. Er en ikke klar over dette på forhånd får en prøve seg fram. Er det små ømtålige planter må en bruke små dyser eller større trykk for å skaffe fine dråper som ikke kan skade. Det samme gjelder også om en skal vatne jord som har lett for å danne skorpe.

Noe annet som en også bør legge vekt på er at vannfordelingen blir best mulig ikke bare innen hver sirkel, men over hele skiftet. Blir vatninga ujevn, blir også veksten ujevn, og foruten den skade eller tap av avling som dette medfører, er det meget stygt.

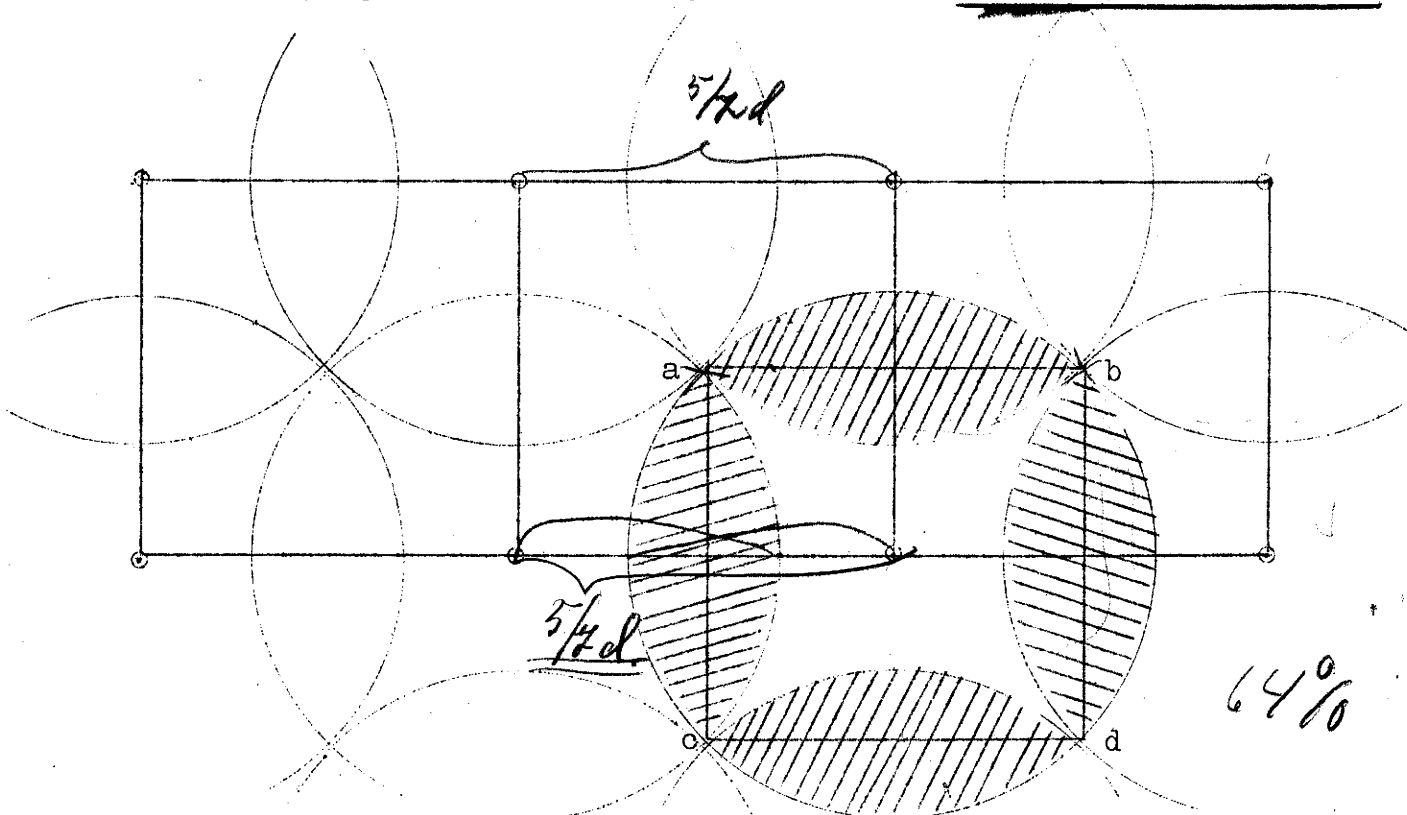
Når det vatnes med sirkelspreder, er det ikke alltid så lett å få god fordeling. Stilles sprederen opp slik at vatnings-sirkelene såvidt berører hverandre, vil en få store luker hvor det ikke blir noe vann. På begge sider av grensene mellom de forskjellige sirkler vil det også bli svært lite vann i forhold til inne på sirkelene (se skissen). For å unngå det stiller en sprederen opp i forbant.



Oppstillingen av sprederene skjer vanligvis i kvadratforbant eller trekantforbant. Ved sådan oppstilling vatner en da noe inn på sirkelene ved siden av. Er flere sprederer i arbeid på samme tid vil samtidig endel av sirkelene vatnes fra 2 eller flere sprederer.

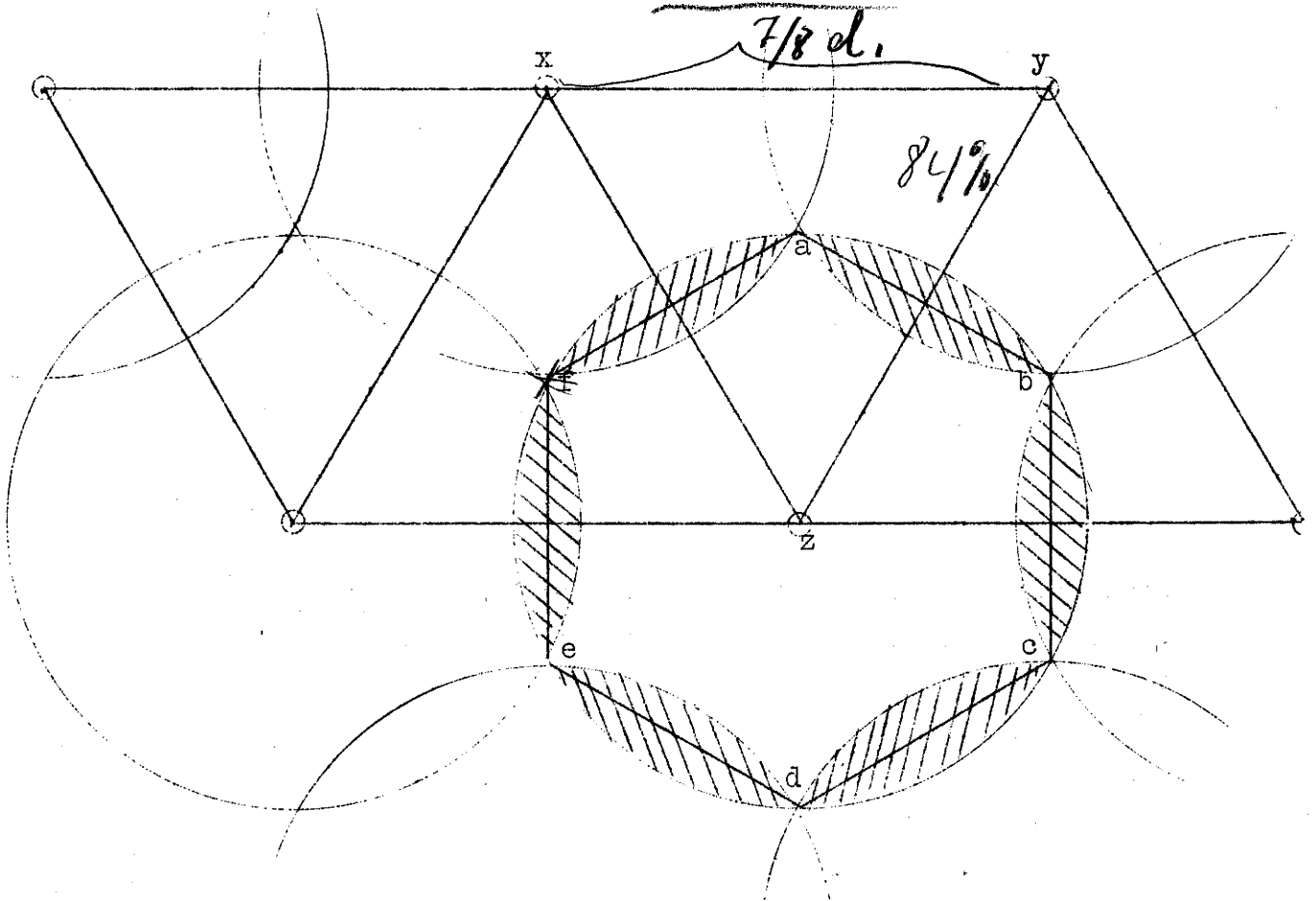
Kvadratforbant. Den mest alminnelige oppstillingsmåte er at 4 sirkelflater berører hverandre i samme punkt (se skissen).

Sprederne stilles da således opp i forhold til hverandre at de danner hjørnet i et kvadrat hvor siden er $5/7$ av sirkelens diameter, og effektiv vatningsflate blir ca. 64% av største flate.



Kvadratforbant, hvor 4 vatningsflater tangerer hverandre. Sprederoppstilling 5:7. a, b, c, d avgrensar effektiv vatningsflate.

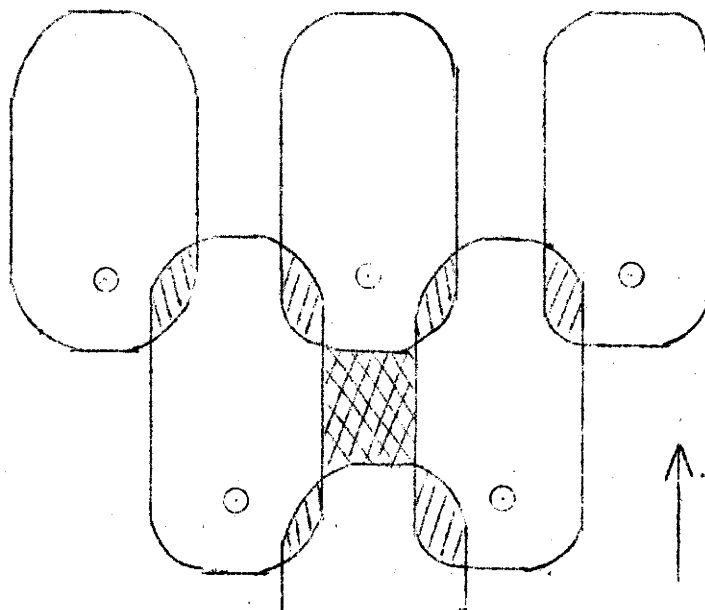
Trekantforbant. Spreaderne stilles vanligvis opp således at 3 sirkler tangerer hverandre i samme punkt (se skissen). Oppstillingspunktene x, y og z danner da hjørnet i en likesidet trekant hvor siden er $7/8$ av sirkelens diameter. Effektiv vatningsflate blir da ca. 84% av største flate eller omtrent 20% større effektivitet enn ved oppstilling i kvadratforbant. Denne oppstillingsmåte er derfor den mest alminnelige.



Trekantforbant hvor 3 sirkler tangerer hverandre. Spreaderoppstilling 7:8. a, b, c, d, e, f avgrensner effektiv vatningsflate. Skraveringen viser dobbeltvatning.

Ved vind vil sirkelflatene forstyrres så de antar en mer oval eller langstrakt form.

Oppstillingen må da bli noe annerledes enn vist foran og må rette seg etter vindretningen og vindstyrken.



Som en ser vil det bli store luker som ikke blir vatnet om det brukes samme sprederoppstilling ved vind som i stille vær. Sprederoppstillingene blir nærmere hverandre loddrett på vindretningen, men kan trekkes noe fra hverandre i vindretningen. I sterk vind bør en helst ikke vatne.

Tidligere har jeg vært inne på at tiden for vatninga spiller stor rolle for utbyttet. I forbindelse hermed bør vi være oppmerksom på at vi aldri til noen vekst må vente med å vatne til tørkeskade viser seg. Da er veksten allerede stagnert og av-
| 13
| 2
avlingstap uunngåelig.

Når vatninga bør utføres har vært adskillig diskutert. Best skulle det være når det er overskyet eller regner litt. Da er fordunstningen liten og plantene innstillet på vanntilførsel.

Vatner vi om dagen i tørt varmt vær, bør vi være oppmerksom på at en forholdsvis stor del går tapt uten å komme plantene til gode. Dette bør vi derfor ta hensyn til så vi gir noe større mengde pr. vatning. Nattvatning i forhold til dagvatning har vært prøvd ved forsøk. Begge dele viste seg å være omtrent like gode.

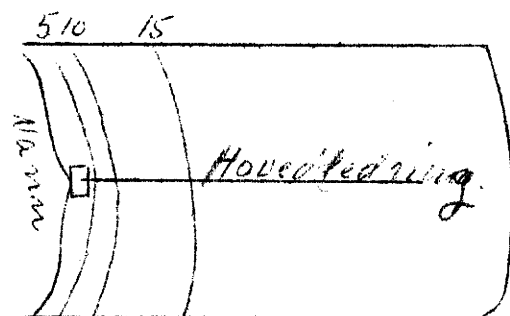
XIII. Planlegging og beregning av vatningsverk.

Når et vatningsverk skal planlegges er det en mengde faktorer som må tas med i beregningene. Å komme inn på alle disse i detalj ville føre for vidt, men jeg skal ta de viktigste.

Først og fremst må en selvfølgelig på kartet og ute i marken ta bestemmelse om hvor vannuttaket (ene) skal være, hvor ledningene skal gå o.s.v. For å få rede på høydeforskjellen må det utføres et enkelt nivellement om ikke dette allerede foreligger. Når nivellementet er ferdig og ledningene målt, kan det egentlige beregningsarbeide begynne.

For bedre å kunne illustrere det hele skal jeg ta et konkret eksempel:

60 dekar kulturbeite skal vatnes i løpet av 10 dager. Vatningsverket kan være i drift 15 t pr. døgn ^{inkludert} flyttinger. Vannet skal ta fra et tjern som ligger 15 m lavere enn beitet. Hovedledningen blir på 240 m og fordelingsledninger



trengs ikke. Det trengs ca. 100 m flyttbar ledning.

Først må vi beregne hvor stor kapasitet vatningsverket skal ha. Til kulturbeite regnes med en vatning på 20 mm pr. gang.

$$20 \text{ mm} = 20 \text{ m}^3 \text{ pr. dekar.}$$

20. 1000

24000

Da det skal vatnes 6 dekar pr. dag og det regnes med 12 t effektiv vatning (3 t pr. døgn går til flyttinger etc.), må verket kunne gi

$$\frac{20 \text{ m}^3 \cdot 6}{12} = 10 \text{ m}^3 \text{ pr. time} \approx 170 \text{ l pr. min.}$$

Når dette er funnet, kan vi gå i gang med å dimisjonere ledningene. Dette gjøres etter følgende formel:

$$Q = 1000 \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v \cdot 60$$

*Vann i sek
vi skal ha minst*

som gir oss vannmengden i l pr. min. (Q) når den innvendige rørdiameter i meter (d) og vannhastigheten m pr. sek. (v) er kjent.

Nå kjenner vi Q, og v kan vi velge som vi synes passer, f. eks. v = 1,2. Løser vi da ligningen for d får vi:

$$d = \sqrt{\frac{170 \cdot 4}{1000 \cdot \pi \cdot 1,2 \cdot 60}} = 0,055 = \underline{55 \text{ mm.}}$$

Den nærmeste dimisjon, 2", er 51 mm, og da ledningen er kort, kan vi nok bruke 2" selv om v blir noe større.

Ved beregning av v etter d = 0,051 får vi:

$$v = \frac{170 \cdot 4}{1000 \cdot \pi \cdot 0,051^2 \cdot 60} = \underline{1,5 \text{ m pr. sek}}$$

som nok er i meste laget. Hadde ledningen vært lang og nivellements høyden stor måtte vi valgt 2½" (64 mm) og v hadde blitt omtrent 0,9 m pr. sek.

Til flyttbare ledninger må også om det tenkes brukt spreder brukes 2" ledning. Går vi ned i 1½" får vi en vannhastighet på omtrent 2,5 m pr. sek med et trykktap på over 20 m pr. 100 m.

Nå kommer så turen til å beregne pūmpas løftehøyde (h). Den totale løftehøyde h er sammensatt av sugeshøyden h_s + trykkehøyden h_t (sugeshøyden + trykkehøyden = nivellementshøyden h_n) + trykktapet eller motstandshøyden i ledningene h_m + arbeidstrykket i dyseåpningen h_d.

$$h = h_n + h_m + h_d.$$

$$h_n = h_s + h_t.$$

h_n er funnet ved nivellementet å være 15 m og i følge oppgaver ser vi at h_d må være 30 m. h_m derimot kjenner vi ikke.

Den kan imidlertid beregnes etter følgende formel:

$$h_m = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

h angis i meter. l er rørledningens lengde i meter. g er tyngdens accellerasjon, 9,82, m pr. sek² og λ er motstandstallet for sirkelformet tverrsnitt.

Den beregnes etter følgende formel:

$$\lambda = \alpha + \frac{0,0018}{v \cdot d}$$

α er en koeffisient som avhenger av rørens glatthet og kan variere mellom 0,012 og 0,04. For jern og stålrør brukes vanligvis 0,02.

Vi får da

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0018}{1,5 \cdot 0,0051} = \underline{0,0265}$$

$$h_m = \frac{0,0265 \cdot 340 \cdot 2,25}{0,51 \cdot 19,64} = \underline{20 \text{ m}}$$

Hertil legges 10% for motstand i bend og skjøter etc. og h_m blir ca. 22 m.

$$h = 15 + 22 + 30 = \underline{67 \text{ m}}$$

Vi trenger altså en pumpe med

$$Q = \text{ca. } \underline{170} \text{ og } h = \text{ca. } \underline{70}$$

Regner vi med at vi bruker en centrifugalpumpe kan kraftforbruket i HK (N) beregnes etter følgende formel:

$$N = \frac{Q \cdot h}{60 \cdot 75 \cdot \eta \cdot \gamma} \quad \text{hvor } \eta$$

er pumpas virkningsgrad, antalligvis omtrent 0,4 og γ er veskens spesifikke vekt, for vann av normal temperatur ≈ 1 .

Kraftforbruket blir altså

$$N = \frac{170 \cdot 70}{60 \cdot 75 \cdot 0,4} = \underline{6,6 \text{ HK.}}$$

1 p. sek.

Av forskjellige årsaker må motoren velges noe større, men det kan en lett finne i hvilken som helst brosjyre over pumper.

Dimisjonering av rør og beregning av motstandshøyden kan meget enkelt gjøres ved å slå opp i en tabell. En sådan fins i Lanningers bok side 62. Lignende tabeller fins også i tekniske handbøker som f. eks. Hütte o. a.

Tabell over vannmengder og friksjonstap i rør.

For angitte rørdiametre og vannhastigheter betegner Q vannmengden i liter pr. min, og h. friksjonstapet i meter for 100 m. rørlengde.

Innv. rørdiam.	Vannhastighet i meter pr. sek.								
	mm.	0,40	0,60	0,80	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
38	Q	27,1	40,7	54,3	67,9	84,8	102	119	136
	h	0,63	1,28	2,15	3,20	4,71	6,66	8,66	11,32
50	Q	47,1	70,7	94,2	118	147	177	206	236
	h	0,48	0,91	1,63	2,43	3,64	5,07	6,73	8,80
64	Q	77,0	115	154	192	241	289	337	385
	h	0,37	0,76	1,27	1,90	2,79	3,96	5,14	6,72
75	Q	106	159	212	265	331	398	464	530
	h	0,32	0,65	1,08	1,62	2,43	3,38	4,48	5,73
100	Q	188	283	377	471	589	707	825	942
	h	0,24	0,49	0,82	1,22	1,82	2,54	3,36	4,30
150	Q	424	636	848	1060	1325	1590	1855	2120
	h	0,16	0,32	0,54	0,81	1,21	1,69	2,24	2,86
200	Q	754	1131	1508	1885	2356	2827	3299	3770
	h	0,12	0,24	0,41	0,61	0,91	1,27	1,68	2,15

I tillegg til det foran nevnte rørmateriell trengs en del hydranter, og armatur.

Da vannmengden i vårt eksempel er forholdsvis liten bør vi velge en spreder med en dyse. Etter prøver på Landbrukshøgskolen sommeren 193 vil 2-armede spredere av den norske typen (Alme-spreder og Blikken og Klepp-spreder) med den her givne vannmengde og 30 meters trykk kunne sprede ca. 16 m i radius eller med andre ord omtrent 0,8 dekar.

En spreder med en dyse (Perrot A 29) klarte med samme vannmengde og trykk omtrent 25 m i radius eller ca. 2 dekar vatnings-sirkel. Med denne kan altså vatnes over dobbelt så stor flate pr. flytting. Omtrent lignende resultat ble oppnådd for en Lanning-er-spreder. At dette har stor betydning for vatninga sier seg jo selv.

XIII. Lønnsomheten for vatning.

Sålenge en drøfter vatningsspørsmålet ut fra et rent plantefysiologisk synspunkt et det hele svært enkelt. I de aller fleste tilfelle vil det bli noe meravling og vatninga vil da så og si over alt være gunstig.

Dette kan selvfølgelig i og for seg være interessant, men det er allikevel ikke nok for plantedyrkeren. Han må også ha rede på hvor stor meravlinga blir, og om det er nok til å dekke de utgifter som er forbundet med vatninga. Men nå blir spørsmålet langt mer komplisert og krever et inngående kjenskap til såvel de faktorer som er av betydning for verdien av meravlinga som for utgiftene ved selve vatninga.

Verdien av meravlinga avhenger av 2 hovedfaktorer nemlig meravlingas størrelse og produktprisen.

Størrelsen av meravlinga avhenger av mange faktorer. De viktigste er:

1. Været i veksttiden.
2. Jordarten og jordas kulturtilstand.
3. Driftsmåten, og da i første rekke hvilke plantearter som dyrkes.

Produktprisen avhenger i første rekke av:

1. Avsetningsmulighetene.
2. De produkter som dyrkes.
3. Prisen på verdensmarkedet.
4. Beskyttelse ved toll o.l.

Å behandle alle disse punkter i detalj hver for seg er hverken nødvendig eller hensiktsmessig. At været og jordarten spiller en stor rolle for størrelsen av meravlinga, har vi vært inne på tidligere. Jo mindre nedbør det er og jo uheldigere denne er fordelt, dess større blir meravlinga. Det samme vil også være tilfelle jo mer tørkesvak jorda er.

Driftsmåten og avsetningsforholdene henger som oftest meget nøye sammen, idet den første er utformet som følge av den andre. På steder hvor det er gode avsetningsmuligheter for grønnsaker, poteter, bær og frukt, vil driften oftest bli basert på disse vekster. Det blir et utpreget handelsjordbruk med intensiv drift. Disse vekster betales oftest med god pris pr. enhet, og vatninga vil i slike tilfelle som regel være meget lønnsom.

Prisen på disse varer er som oftest preget av tilgangen og vil bli sterkt sesongartet likesom den oftest for grønnsaker, bær og frukt vil avhenge av utseendet.

De første tidligpoteter f.eks. betales med 2-3 kr. pr. kg, mens prisen 14 dager - 3 uker senere kan være nede i 10-20 øre.

For blomkål og jordbær f.eks. vil størrelsen, formen og fargen være avgjørende for prisen. For blomkål er det ikke nok at avlinga blir liten i tørkeperioder, men hodene blir små og brune og er da nesten ikke salgbare. Sterk tørke når jordbærplantene blomstrer bevirker at bæranleggene blir små og forkrøblede, og bærene vil aldri bli så fyldige og fine og betinge en slik pris som hvor det var rikelig med fuktighet i jorda. Under slike forhold vil et vatningsverk være unngåelig og betaler seg i løpet av en kort tid.

Hvor driftsforholdene vesentlig betinger korndyrking derimot, blir vatninga adskillig mer tvilsom, og her bør en nok betenke seg vel om det ikke er svært lite nedbør på stedet.

Driver en derimot meget med eng - og beitedyrking, vil det igjen stille seg gunstig med vatning, da dette er vekster med stort vannkrav, som vi kan vente vil gi stor meravling.

Prisen på verdensmarkedet vil nok nå for tiden oftest spille en mindre rolle. For de fleste produkter er den innenlandske produksjon direkte eller inndirekte beskyttet, og dette vil bevirke at prisen på det hjemlige marked blir uømfindtlig for variasjoner på verdensmarkedet. Prisen på det innenlandske marked vil jo allikevel variere noe, og særlig i tørkeår vil den som oftest for de fleste produkter ligge relativt høyt. Dette betinger god pris for den oppnådde meravling.

Driftsintensiteten vil være av stor betydning for lønnsomheten. Riktignok har vi hørt at på jord i dårlig hevd er plantenes vannforbruk større enn på jord i god hevd, men en kan ikke derav slutte at når det bare er vann nok, er det ikke så farlig med det øvrige. Skal vi i lengden få godt utbytte av vatninga, må vi nok regne med å gjødsle noe sterkere enn før, særlig med kvelstoffgjødsel. Våre kombinerte vatnings - og gjødslingsforsøk til eng har de 2 år de har vært i gang, vist at lønnsomheten for vatning tiltar med stigende kvelstoffgjødsling.

Lønnsomheten avhenger ikke bare av verdien av meravlinga, men i like høy grad av utgiftene til vatninga. Det gjelder derfor at disse blir så små som mulig.

Driftsutgiftene består i første rekke av:

1. Utgifter til amortisasjon og vedlikehold.
2. Arbeidsutgifter.
3. Utgifter til drivkraft.
4. Renteutgifter.

Amortisasjonsutgiftene er avhengig av anleggskostningene og behandlingen av vatningsverket.

Anleggskostningene varierer meget for de forskjellige vatningsverk.

Årsakene hertil er mange. Først og fremst kan nevnes vannbeholdrens avstand fra eiendommen, om det skal brukes naturlig eller kunstig trykk, trykkehøyden, eiendommens arondering og størrelse, materialets kostende, nedgraving av rørene o.s.v. Da det i praksis viser seg at anleggskostningene pr. dekar varierer fra 15 - 20 kr. helt opp til 100 kr., er det her umulig å angi noe generellt tall for disse. For større eiendommer kan en imidlertid regne med kr. 30 - 50 og for mindre kr. 40 - 70 pr. dekar som noenlunde brukbare tall.

For at amortisasjons - og vedlikeholdsutgiftene skal bli minst mulig, må en helt fra begynnelsen være oppmerksom på hvilken stor rolle disse utgifter spiller for lønnsomheten. Materialene må velges med omhu og således at de passer i det foreliggende tilfelle. Leggingen må foregå med forsiktighet og de bevegelige ledninger og sprederapparatene må behandles på en ordentlig måte såvel under bruken som når det settes bort for vinteren. Motor og pumpe må passes med smøring og tas inn om høsten for lagring i ordentlig hus. Såvel motor og pumpe som rør og spreder bør om høsten innsettes med fett eller smøres over med gammel sylinderoilje som beskytter mot rust o.l.

Alt etter det materiell som brukes og den behandling det får, vil levetiden for et vatningsverk bli høyst forskjellig. Å angi sikre tall for hvor mange år det vil vare, er derfor umulig. I gjennomsnitt bruker en imidlertid å regne at faste, nedgravde ledninger varer i 20 år (5 % amortisasjon), pumpeagregat og sprederapparater i 15 år (ca. 7% amortisasjon) og de flyttbare ledninger i 10 år (10% amortisasjon). Når det regnes med de nevnte amortisasjonsprosentene, skulle det iallfall i mange tilfelle være såpass rikelig at noe ekstra til vedlikehold ikke skulle være nødvendig å ta med i beregningene. Bliir vatningsmaterialet derimot skjodesløst behandlet, kan nok de nevnte prosentene snart bli alt for små. Således må en alltid sørge for at sugeledningen er forsynt med sil som hindrer fremmedlegemer å komme inn i pumpe. Småsten o.l. kan lett forårsake store skader om det kommer inn i løpehjul.

Når vi skal regne ut amortisasjonsutgiftene må vi ta hensyn til at ca. 1/3 av anleggskostningene til pumpeverk, faste ledninger og elektriske ledninger dekkes ved statsbidrag, og at et anlegg som opprinnelig koster ca. kr. 45.- pr. dekar, således kommer ned i kr. 30.- pr. dekar.

Regner vi at 65% av anleggskostningene skrives fra de faste ledninger etc., 25% fra motor og pumpe etc. og 10% fra de flyttbare ledninger, får vi følgende amortisasjons - og vedlikeholdsutgifter pr. dekar:

$$5 \% \text{ av } 30 \cdot \frac{65}{100} = \text{ca. kr. } 1,00$$

$$7 \text{ " " } 30 \cdot \frac{25}{100} = \text{" " } 0,50$$

$$10 \text{ " " } 30 \cdot \frac{10}{100} = \text{" " } \underline{0,30}$$

I alt kr. 1,80 pr. dekar.

Arbeidsutgiftene avhenger først og fremst av vatningsver-
kets arbeidsbehov og arbeidsprisen. Arbeidsbehovet avhenger av
det i vatningsverket brukte materiell og den måte vi innretter
oss på. Arbeidsbehovet er således i høy grad avhengig av de
flyttbare ledninger og da særlig koblingene samt sprederen. Er
rørene forsynt med koblinger som er hurtige å koble og dekoble,
og flyttingene foregår etter en hensiktsmessig plan, vil dette
være gjort i løpet av meget kort tid. Har vi en spreder som vat-
ner et forholdsvis stort areal fra samme oppstilling, vil vi
spare adskillig arbeide ved de ferre flyttinger i forhold til
en spreder med mindre spredevidde. Spesielt er det nødvendig
å bruke hensiktsmessig materiell hvor vatninga må utføres med
leiet arbeidshjelp.

Regner vi med å bruke en spreder som vatner 2 dekar pr.
oppstilling, at vi vatner 3 ganger i løpet av sommeren, og at
det går med $\frac{1}{2}$ t pr. flytting, vil det medgå $1\frac{1}{2}$ times arbeide
pr. dekar. Settes prisen til kr 0,80 pr. t, blir arbeidsutgif-
tene kr 1,20 pr. dekar.

Hadde vi derimot brukt en spreder som vatnet 4 dekar pr.
oppstilling, ville utgiftene gått adskillig ned. Selv om vi tar
hensyn til at såvel rørene som sprederen hadde vært noe tyngre
enn førstnevnte, ville arbeidsutgiftene iallfall kommet under
kr 1,- pr. dekar.

Ved planleggelsen av verket har en lett for å regne med at
dette kan være i drift største delen av døgnet. Derved kan det
jo spares noe på drivkraften og rørledningene. Dette kan være
fordelaktig hvor vatninga utføres ved egen hjelp. Utføres den
derimot med tariffbetalt hjelp med tillegg for overtidarbeide,
bør en være forsiktig med å kalkulere for snaut. Skal verket i
slike tilfelle brukes utover kvelden, kan arbeidsutgiftene lett
bli store.

Utgiftene til drivkraft vil variere meget. Hvor det
er naturlig trykk vil jo drivkraften være gratis, mens den ellers
kan bli nokså dyr. I de aller fleste tilfelle hvor det brukes
kunstig trykk, vil drivkraften hos oss være elektrisk energi,
og prisen på denne er så varierende som overhodet mulig. Enkelte
steder kan en få sommerstrøm for 1 øre pr. kWh, mens det andre
steder ikke kan oppdrives sommerstrøm. Det må aboneres på års-

strøm til full pris. I det siste tilfelle kan en jo umulig bygge et større vatningsverk for jordbruksvekster med elektrisk drivkraft. Da må en bruke eksplosjonsmotor.

Regner vi med en pris på 4 øre pr. kWh, og at vi med en motor på 7 HK kan vatne 0,5 dekar pr. time, blir når vi regner 3 vatninger pr. sommer, utgiftene til drivkraft ca. kr 1,25 pr. dekar og år.

Renten av nedlagt kapital (anleggskostningene) må selvfølgelig tas med i beregningene og føres som driftsutgift. Renten vil ikke variere bare etter størrelsen av nedlagt kapital pr. dekar, men også etter rentefotens størrelse. Og her har vi da det forhold at renteutgiftene må regnes høyere for lånt kapital enn for egen.

Regner vi som foran kr 30.- i anleggskostninger når bidraget er trukket fra, og for lettvinthets skyld 5% p.a. i alle år, blir renteutgiftene kr 1,50 pr. dekar og år.

For et vatningsverk hvor anleggskostningene ÷ statsbidraget blir kr 30.- pr. dekar, vil driftsutgiftene til vatning pr. dekar og år bli følgende, når det regnes 3 ganger vatning, en arbeidspris på kr 0,80 pr. time og en strømpris på 4 øre pr. kWh:

Amortisasjon og vedlikehold	kr 1,80
Arbeidsutgifter	" 1,20
Utgifter til drivkraft	" 1,25
Renteutgifter	" 1,50
I alt	<u>kr 5,75</u>

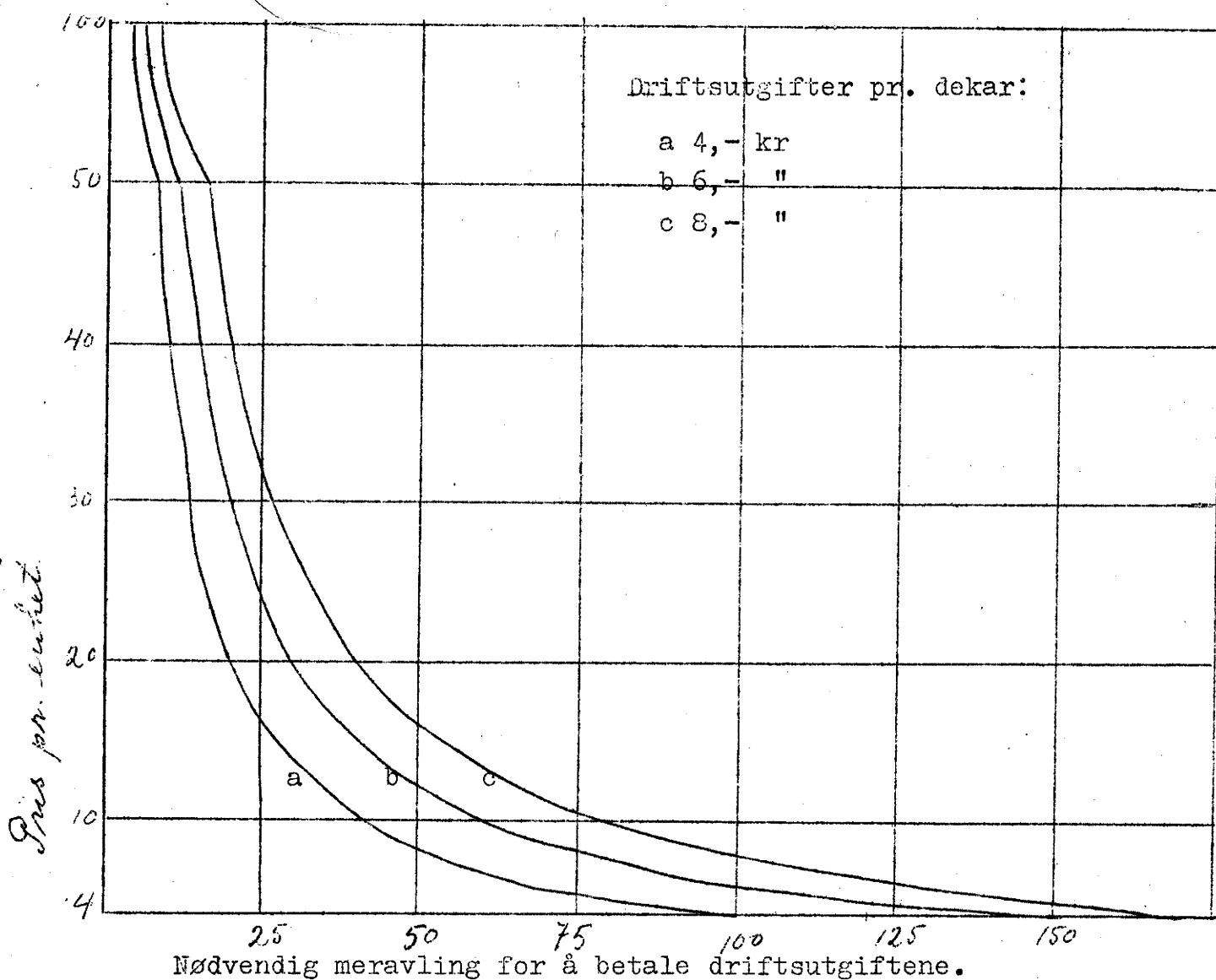
Har en naturlig trykk spares utgiftene til drivkraft og driftsutgiftene pr. dekar og år blir kr 4,50.

Får en derimot ikke statsbidrag vil driftsutgiftene for samme vatningsverk hvor det brukes kunstig trykk, beløpe seg til ca. kr 7,00 - 7,50 pr. dekar og år, og til kr 6,00 - 6,50 hvor det er naturlig trykk.

For å vise hvor stor meravling må til for å dekke driftsutgiftene til vatninga når disse er kr 4, 6 og 8 pr. dekar, er følgende kurver tatt med. (se side 71).

Til slutt er det da naturlig å se litt på hvilken betydning vatninga kan ha såvel privat - som nasjonaløkonomisk.

Ved vatninga vil forproduksjonen øke pr. dekar, og et større areal kan brukes til produksjon av korn, poteter o.a. vekster for direkte salg. Ved de bedre beiter vil kuene kunne gå lengere tid på beite, og en større del av melken kan produseres på godt hjemmeavlet for. Det samme er også tilfelle ved at hæn ikke behøves til beite og i langt større utstrekning enn før kan brukes til A.I.V.-for. .



Et annet forhold som spiller en ikke ubetydelig rolle er at gras og kløver som regel inneholder noe mer protein når engen og beitet blir vatnet. Dette sammen med den større mengde bevirker at det kan spares en god del på innkjøp av dyrt utenlandsk kraftfor uten at melkemengden av den grunn behøver å bli mindre.

Tidligere var det alminnelig over store strøk av landet, når det intrådte tørkeår, å slakte ned en del av besetningen. Dette er ikke så alminnelig nå lenger med den bedre jordkultur og gjødsling, men selv nå hender det at det må brukes uforholdsmessig store mengder kraftfor for å få en besetning som det har kostet adskillige ti-år å ale opp, gjennom en vinter med lite for. Hvor en har vatning vil slike forkriser som følge av tørke ikke eksitere, og en blir ikke avhengig av nedslaktning eller innkjøp av store mengder utenlandsk kraftfor.

For de som driver grønnsakavl kan jo et tørkeår være rent ruinerende, likesom landet blir ^{avhengig} av en stor import av grønnsaker.

Privatøkonomisk vil vatninga således være gunstig ved den større produksjon av korn og andre salgartikler, likesom det kan spares en god del på innkjøp av kraftfor som kan erstattes med hjemmeavlet for. Skulle en et eller annet år ha lite bruk for

vatningsverket, ville det heller ikke være urimelig om en regnet rentetapet som forsikringspremie for den sikring det gir mot forkrise som følge av tørke.

Minst like stor betydning har vatninga nasjonaløkonomisk sett. Ved at et større areal kan brukes til produksjon av korn, grønnsaker og lignende vekster vil landet bli mer selvhjulpen og mindre avhengig av innførsel fra utlandet. Dette vil virke gunstig på vår handelsbalanse og sikre vår egen eksistens.

I de urolige tider som hersker i verden er det av stor betydning at landet blir mest mulig selvhjulpen, og her er vatninga ved siden av nydyrkinga et av våre beste midler. Den større og sikrere produksjon av såvel formidler som korn og grønnsaker vil være av aller største betydning for landet under en eventuell europeisk krise. Det er derfor meget forståelig at våre myndigheter gir tilskudd til bygging av vatningsverk.

Noe som enda mangler og som savnes mer og mer, er faste bevilgninger til forsøk med kunstig vatning. Det trengs forsøk av såvel agronomisk som teknisk art. Forsøk av aller største betydning for vatningas lønnsomhet, og som det derfor er på tide blir satt i gang for fullt alvor. Kyndig veiledning for bøndene mangler også, og som situasjonen er tror jeg at en del av de penger som brukes til bidrag ved bygging av vatningsverk med fordel kunne anvendes såvel til forsøk som til veiledning for bøndene.

1939.

	Antall anlegg i alt	Av anlegga var			Areal som blir vatn		
		Trykk- anlegg	Risle- anlegg	Pumpe- anlegg	Hage	Åker	Eng
Østfold	62	22	3	31	210	7	492
Akershus	235	117	1	108	1284	212	990
Hedmark	137	32	11	63	540	604	2779
Opland	1155	205	853	39	560	10976	16096
Buskerud	169	52	2	73	946	1685	2255
Vestfold	97	26	1	46	462	347	314
Telemark	66	23	4	10	85	12	102
Aust-Agder	48	115	2	13	134	31	97
Vest-Agder	73	30	2	15	152	62	60
Rogaland	49	14	8	16	97	6	161
Hordaland	165	70	59	13	557	231	1608
Sogn og Fjordane	532	156	328	20	1111	2229	9296
Møre og Romsdal	92	34	17	6	91	50	218
Sør-Trøndelag	39	12	2	7	6	-	10
Nord-Trøndelag	33	2	-	5	35	196	173
Nordland	69	13	5	17	29	15	11
Troms	56	11	2	2	5	1	46
Finnmark	26	9	2	6	7	2	66
Rikets bygder	3103	843	1302	490	6311	16666	34774

I n n h o l d.

	Side
I. Litt historikk	2
II. Vatningas utbredelse	5
III. Plantenes forhold til vann	7
IV. Vannets opptreden i jorda	8
V. Plantenes vannopptagelse	10
VI. Plantenes vannforbruk	11
VII. Vatningas formål og virkning	14
1. Tilførsel av næringsstoffer	15
2. Fornyelse av jordlufta	18
3. Ødeleggelse av utøy	19
4. Oppvarming av jorda og forlengelse av veksttiden.	19
VIII. Behovet for vatning	19
Høstrug og høsthvete	26
Vårhvete	27
Havren	28
Bygget	30
Rotvekstene	31
Potetene	32
Eng og beite	33
Grønnsaker	36
IX. Kort oversikt over de ulike vatningssystemer	41
Drenvatning	41
Overrisling	42
Undergrunnsvatning	44
X. Norske vatningsmåter	46
XI. Regnvatninga	48
Pumper og motorer	48
Rørledninger	49
Hydranter	55
Spreaderapparater	56
XII. Vatningas utførelse	59
XIII. Planlegging og beregning av vatningsverk	62
XIII. Lønnsomheten for vatning	63