

Forelesninger
ved Norges Landbrukshøgskole

Bengt Rognerud

VATNING OG VATNINGSANLEGG

Teknisk del

November 1964

*Markvanding - Svend Christensen 1961
(A/prising av vandingmateriel)*

I N N H O L D

T e k n i s k d e l

	Side
<u>I VATN TIL VATNINGSANLEGG .</u>	1
1. Retten til vatnet	1
2. Vatnets forekomst	1
a. Innsjø eller tjern	1
b. Elver og bekker	2
c. Grunnvatn	2
3. Vatnets kvalitet	3
a. Ferskvatn	3
b. Kloakkvatn	3
c. Brakkvatn	4
 <u>II VATNINGSMETODER .</u>	 5
1. Overrisling	5
Overrislingsanlegg i Norge	7
2. Undervatning	9
3. Regnvatning	10
 <u>III UTSTYR TIL VATNINGSANLEGG .</u>	 11
1. Pumper	12
a. Sentrifugalpumpa	12
b. Stempelpumpa	16
c. Vassringpumpa	17
2. Pumpemotorer	18
3. Rør til fast anlegg	19
a. Støpejernsrør	19
b. Stålrør	20
c. Asbestsementrør	21
d. Plastrør	23
e. Galvaniserte smijernsrør	24
4. Valg av rør til fast anlegg	25
5. Hydranter	25

II

	Side
6. Rør til flyttbart anlegg	27
a. Galvaniserte stålblikkrør	27
b. Aluminiumsrør	28
c. Plastrør	29
7. Spredere	30
a. Sirkelspredere	30
b. Linjespredere	44

IV TRYKKTAP I ANLEGGET .

1. Trykktap i hoved- og fordelingsledninger	45
2. Trykktap i en spredelerledning med mange små spredere	47

V PLANLEGGING AV VATNINGSANLEGG .

1. Antall mm/time	56
2. Antall mm/vatning	56
3. Antall timer pr. oppstilling av sprederen	57
4. Antall oppstillinger pr. døgn	57
5. Døgn mellom hver vatning. Vatningsintervall	58
6. Antall vatningsdøgn pr. intervall	58
7. Anleggets kapasitet i m ³ /time eller l/min.	58
8. Valg av spredere	59
9. Lengde og dimensjon på hovedledning	60
10. Lengde og dimensjon på spredelerledning	61
11. Pumper	61
12. Motorer	62
Anlegg med naturlig trykk	63
Planlegging av større fellesanlegg	64

VI BRUK OG VEDLIKEHOLD AV ANLEGGET .

VII VATNING MOT FROST .

VIII SPREDNING AV GJØDSEL VIA VATNINGSANLEGG .

1. Gylle	69
2. Tvag	70
3. Kunstgjødse	71

I VATN TIL VATNINGSANLEGG

=====

Behovet for vatn varierer fra sted til sted avhengig av klima, jordbunnsforhold og produksjon. Som et grovt middeltall kan en regne med 30 mm eller 30 m³/da ved hver vatning og det vil da som eksempel gå med 3000 m³ til vatning av 100 da en gang. Når en så bestemmer seg for antall vatningsdøgn pr. intervall og for hvor mange timer en skal vatne pr. døgn, kan en regne ut hvor mye vatn anlegget må levere, regnet i m³/time eller l/min.

Når en kjenner det totale forbruket og forbruket pr. tidsenhet, har en et godt grunnlag for å vurdere den vasskilden en skal ta vatn fra enten dette er et tjern, en elv eller en bekk.

1. Retten til vatnet.

Dette spørsmålet må være klarlagt før en går i gang med byggingen av anlegget. Lov om vassdragene av 15. mars 1940 er et nyttig oppslagsverk for den som steller med vatn i sjøer, elver og bekker. En skal her bare refferere to paragrafer:

§ 14. 1. En hver grunneier i et vassdrag har rett til å utta også gjennom fast ledning det vatn som trengs til husholdning, gårdsbruk, jordvatning og teknisk bruk på eiendommen, selv om det volder skade at vatnet tas bort fra vassdraget. Det samme gjelder det vatn som trengs på annen eiendom som tilhører ham og som grenser til og brukes under ett med den eiendom som ligger ved vassdraget. Fører ledningen mer vatn enn det forbrukes, må det som blir til overs få avløp til vassdraget, så nær inntaket at ingen som har rett til vatnet lider skade ved at det er borte fra vassdraget.

§ 15. 1. Hvis det ikke er nok vatn til det i § 14 nevnte behov for vassforsyning, har hver grunneier like rett etter sitt behov. Dog går behovet til husholdning og gårdsbruk foran annet behov for vatn, og husholdning foran gårdsbruk.

En viser ellers til §§ 16 og 19.

2. Vatnets forekomst.

a. Innsjø eller tjern.

En innsjø eller et stort tjern er vasskilder som vanligvis byr på få problemer for planleggeren. En må sikre seg at vassretten er i orden. Dessuten må en vite

minste vasstand i den perioden en regner med å bruke anlegget og likeså høyeste vasstand så en kan plassere pumpa i riktig høyde. Pumpa bør alltid stå så nær vatnet som mulig uten å bli oversvømt ved høy vasstand. I enkelte av våre innsjøer er vasstandsvariasjonen så stor at det ikke lar seg gjøre å få brukbar sugehøgde hvis pumpa stilles over høyeste vasstand. Pumpa må da enten monteres i et tett pumpehus (kjeller) som ligger lågere enn høyeste vasstand, eller den må flyttes etter som vasstanden varierer.

b. Elver og bekker.

Det er mange anlegg som må nøye seg med å få vatn fra mindre elver og bekker. Det er ønskelig å ha observasjoner av vassføringa over flere år og spesielt tørkeår, men en må i de fleste tilfelle bare stole på hva folk kan fortelle. I siste tilfelle bør en undersøke nedslagsfeltets størrelse for å ha kontroll med de opplysningene en får. Er det så at minste sommervassføring er tilfredsstillende, treng en bare lage til et inntak for sugeledningen. Blir vassføringa mindre enn det en til en hver tid tar ut gjennom vatningsanlegget, må en bygge dam for å magasinere opp vatn.

Størrelsen på dammen må bestemmes ut fra behovet for vatn og vassføringa i bekken. Magasinet pluss det som ev. renner til i den kritiske perioden må være tilstrekkelig til å dekke behovet.

I de fleste tilfelle blir det tale om å bygge jorddam. Har en imidlertid materiale som gir dårlig tetting eller det er fjell i profilet, kan det bli tale om å støype en dam med god forankring i fjellet. I en dam skal det legges inn et godt dimensjonert botnavløp for tømming av magasinet og det skal også være et overløp. Særlig viktig er dette for jorddammer som må ha et overløp som kan ha maksimal vassføring på vedkommende sted. En jorddam ødelegges meget snart når vatnet renner over damkrona og det kan oppstå store ødeleggelse og erstatningsansvar. En viser til tiende kapittel i Lov om vassdragene av 15. mars 1940. (§§ 108 og 114). En viser ellers til Dambygging.

c. Grunnvatn.

Kostnadene ved bygging av vatningsanlegg er sterk avhengig av avstanden mellom vasskilden og det arealet som skal vatnes. Spørsmålet om å nytte grunnvatn i vatningsanlegg melder seg derfor når en ikke har overflatevatn i nærheten.

Mulighetene for å skaffe nok grunnvatn til vatningsanlegget avhenger av grunnforholdene, om det er løsavleiringer eller fjell og i tilfelle hva slags fjell. Boring i fjell gir som regel temmelig begrensede vassmengder pr. tidsenhet,

mens rørbrønner i løsavleiringer (grus og sand) mange steder har kapasitet nok til større vatningsanlegg.

Grunnvatnet har som regel lågere temperatur enn overflatevatn og mange er derfor redde for å bruke det til vatning. Til vanlige jordbruksvekster er det neppe noen risiko med å bruke grunnvatn. Det viser seg at temperaturen stiger noe under spredningen av vatnet, og varmeledningsevnen og likeså varmekapasiteten i jorda stiger med økt vassinnhold. På vatnede felter har en imidlertid noe lågere temperatur enn på ikke vatnede felter. Dette skyldes tildels økt fordampning etter vatning og dermed binding av mer varme.

3. Vatnets kvalitet.

a. Ferskvatn.

Her i landet er vi i den heldige situasjon at vi ennå har rent vatn i mange vassdrag. Innholdet av salter i dette vatnet er ikke så stort at det har noen nevneverdig virkning på plantene.

Det er imidlertid grunn til å være oppmerksom på ev. forurensninger av ulike slag. Avløpsvatn fra lutingsanlegg og industrianlegg kan være skadelig og en bør derfor alltid vurdere vasskilden før en godkjenner den for et vatningsanlegg.

b. Kloakkvatn.

Forbedringen av vassforsyningen og utbygging av kloakksystemene fører til økte mengder kloakkvatn. Innholdet av næringsstoffer varierer innen svært vide grenser. Dette skyldes til dels at mengden av avløpsvatn og at fortyningen varierer med tida.

I de seinere åra er kloakkvatnet viet stadig større oppmerksomhet da forurensningene medfører betydelige skader. Lovgivningen i mange andre land er på dette felt betydelig strengere enn hos oss. I Danmark, til eks., er det mange bedrifter som ikke får lov å slippe ut forurenset vatn når vasstanden i reseipienten er under et visst lavmål. Vatnet må da enten renses før det slippes ut eller det blir spredd via vatningsanlegg så en får en rensing av vatnet i jordprofilen.

I Sverige (ved Lund) startet en for vel 20 år siden forsøk med bruk av kloakkvatn i vatningsanlegg. Analysene viste her følgende innhold av næringsstoffer.

Dato	N mg/l	P ₂ O ₅ mg/l	K ₂ O mg/l
3. juni	56,9	6,7	30,7
23. juni	36,9	5,8	25,0
15. juli	46,2	8,0	23,2
26. juli	47,2	9,5	27,0
Middel	46,8	7,5	26,5

Innhold av 46,8 mg/liter av N betyr at det tilføres 4,68 kg N pr. da når en vatner med 100 mm.

Avløpsvatnet fra potetmjølfabrikkene er ofte svært næringsrikt. Potetmjølfabrikken Toftlund i Danmark sprer avløpsvatnet ut på et areal på 800 da i tida oktober-desember. Vatning med 100 mm tilfører her jorda en gjødselmengde som tilsvarer ca. 200 kg kalksalpeter, 65 kg superfosfat og 130 kg kali (33 %) pr. dekar.

Dette er vatn som spres ut utenom vekstperioden og en må regne med at en del av næringsstoffene vaskes ut igjen. Likevel viser det seg at en får for sterk gjødselvirkning for de fleste vekstene og at det er nødvendig å fordele vatnet over større arealer.

Vatn fra større lutingsanlegg.

Disse anleggene medfører en betydelig forurensing av vassdragene og kan i enkelte tilfelle gjøre vatnet ubrukbart for vatning. Den største delen av lutinga foregår imidlertid i vinterhalvåret, men der en bruker lutet halm som tilskuddsfôr på beite, bør en være oppmerksom på den forurensningen som svartluten medfører.

Luten i lutingsanlegget har en konsentrasjon på 15 g NaOH/liter. Etter luting av 100 kg tørr halm slippes det ut 16,8 kg tørrstoff med skyllevatnet. Av dette er ca. 2,8 kg Na, 0,12 kg bundet N og 9 kg organisk tørrstoff. Problemet med avløpsvatn fra lutingsanlegget er undersøkt av Norsk institutt for vannforskning og en viser interesserte til denne undersøkelsen.

c. Brakkvatn.

Spørsmålet om å bruke brakkvatn til vatning har meldt seg på enkelte plasser, bl.a. i Sogn og Vestfold. Innholdet av salt varierer mye fra sted til sted og det forandrer seg også med tida.

I sjøvatn vil saltinnholdet ligge rundt 3 % og det betyr at en tilfører 600 kg salt pr. da når en vatner med 20 mm. Sjøl med 1 % salt i vatnet tilfører en 200 kg salt på målet og de fleste kulturene tar skade av dette. Dessuten vil en i jord med finpartikler få en forandring av strukturen.

Bruken av saltvatn er undersøkt i mange land. I Sverige brukte en vatn med 0,5 % salt og sammensetningen var 0,39 % NaCl, 0,05 % MgCl₂, 0,03 % MgSO₄, 0,02 % CaSO₄ og 0,01 % KCl. Disse saltmengdene førte til en forandring av jordas saltinnhold og det var bare enkelte vekster som tålte denne saltmengden.

Ved Inst. for kulturteknikk har en forsøk i gang som tar sikte på å finne ut under hvilke forhold det kan være forsvarlig å bruke brakkvatn til vatning. Det er avsluttet et forsøk i Vestfold der det ble brukt vatn med ca. 2,5 % NaCl. Jorda var en sandjord og det ble dyrket gulrot på feltet. Innholdet av Na og Cl økte betydelig etter vatning med sjøvatn, men begge stoffene ble lett vasket ut gjen. En fikk imidlertid en varig senkning av Ca - innholdet i jorda.

I tørkeåret 1959 fikk en halv avling der en brukte sjøvatn i forhold til uvatnet og kvaliteten på røttene var også langt dårligere enn der en ikke hadde vatnet.

II VATNINGSMETODER

=====

1. Overrisling.

Dette er en form for vatning som har svært stor utbredelse og som krever lite teknisk utstyr. Det fins mange variasjoner eller tilpasninger av denne vatningsmåten, men vi skal her bare ta med "Borderirrigation" og "Furrowirrigation" og den mer spesielle metoden som er brukt i Norge fra gammel tid.

Border irrigation utføres best når jorda er planert så en har jevnt fall fra en kanal og utover feltet. Vatnet ledes fra kanalen langs den øvre kanten og brer seg som en film nedover hele feltet. Bredden på hver teig avhenger av fallet, bare noen meter bred ved sterkt fall og opp til 25-30 m bred ved moderat fall. Denne måten å vatne på passer godt for vekster som breisås eller som sås med liten avstand mellom radene.

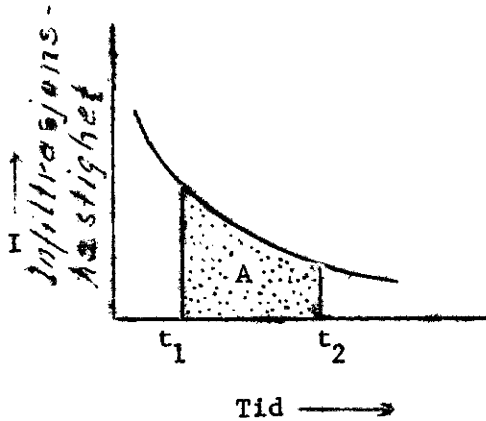
Lengden på feltet som vatnes bør avpasses etter infiltrasjonshastigheten i vedkommende jordart. Der en har lett gjennomtrengelig jord, kan ikke feltet være så langt som når en har noe tettere jord. På stiv jord er metoden mindre

godt skikket.

Infiltrasjonshastigheten (I) er bestemt av en rekke faktorer som tekstur, struktur, vassinnhold, innhold av organisk stoff, porøsitet, og temperatur. I er høy i tørr jord og etter hvert avtar den til den innstiller seg på et temmelig konstant nivå.

$$I = K \cdot T^n$$

I en logaritmisk skala blir kurva en rett linje og n angir helingen på den rette linja. Når $T = 1$, er $K = I$.



$$A = \int_{t_1}^{t_2} I \cdot dt = K \int_{t_1}^{t_2} T^n \cdot dt = \dots$$

$$\frac{K}{n+1} [T^{n+1}]_{t_1}^{t_2} = \frac{K}{n+1} [T_2^{n+1} - T_1^{n+1}]$$

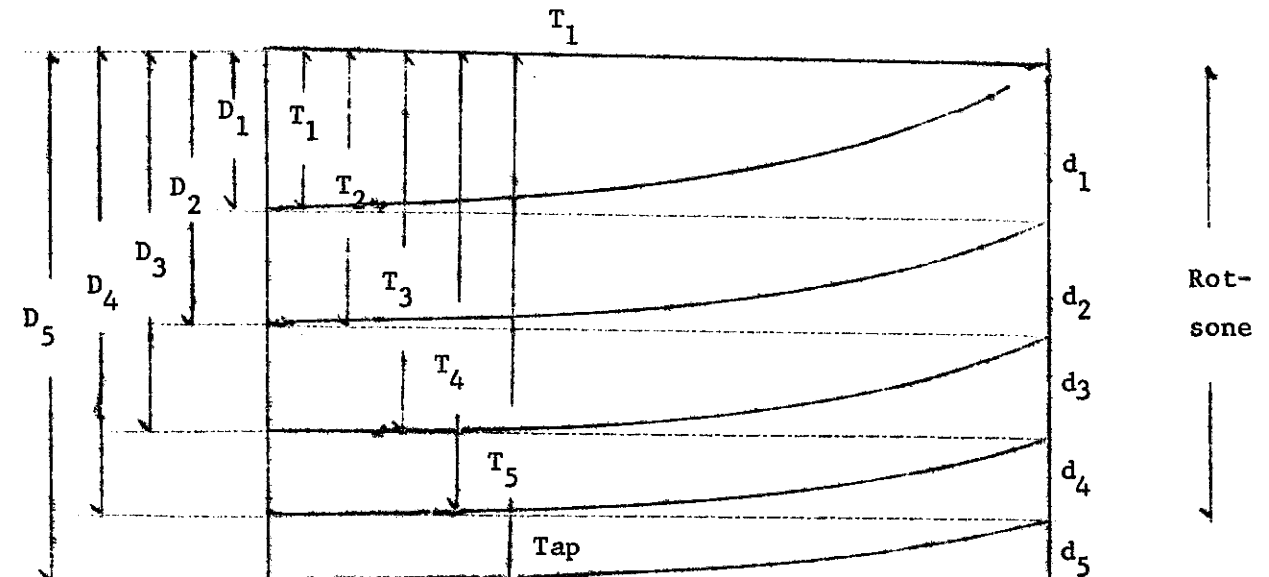
$$A = \frac{K}{n+1} [T^{n+1}]$$

A er her totalt infiltrasjon i tida T.

$$I \text{ gj.sn.} = \frac{A}{T} = \frac{K}{n+1} \frac{T^{n+1}}{T} = \frac{K \cdot T^n}{n+1} = \frac{I}{n+1}$$

Djupet på vatnet som infiltreres: d

$$d = \frac{K}{60(n+1)} \cdot T^{n+1} \quad (T \text{ i minutter})$$



Setter en her at $n = \div \frac{1}{2}$ får en at $d = \frac{K \cdot T^{\frac{1}{2}}}{30}$

D_2 vil være vatnet i løpet av et nytt tidsintervall, T og $T_1 = T_2 \div T_1 = T_3 \div T_2 = T_4 \div T_3 = T_5 \div T_4$

$$D_1 = \frac{K}{30} (T_1)^{\frac{1}{2}}$$

$$D_2 = \frac{K}{30} (T_2)^{\frac{1}{2}} = \frac{K}{30} \cdot (2T_1)^{\frac{1}{2}}$$

$$D_3 = \frac{K}{30} (T_3)^{\frac{1}{2}} = \frac{K}{30} \cdot (3T_1)^{\frac{1}{2}}$$

og videre er da:

$$D_2 = \sqrt{2} D_1$$

$$D_3 = \sqrt{3} D_1$$

$$D_4 = \sqrt{4} D_1$$

$$D_5 = \sqrt{5} D_1$$

Setter vi T_1 lik 2 timer og vi f.eks. bruker 8 timer til for å vatne, kan en regne ut hvor mye vatn som trenger ned under rotsjiktet og som anses for tapt.

Vatn tilført: $(D_5 + D_4) \frac{1}{2}$ og vatn tapt er: $(D_5 \div D_4) \frac{1}{2}$

$$\text{Tap: } \frac{\sqrt{5} D_1 \div 2 D_1}{\sqrt{5} D_1 + 2 D_1} = \frac{2,236 \div 2}{4,236} = 0,056 \quad \underline{\underline{\text{eller } 5,6 \text{ \%}}}$$

Det er her forutsatt homogent profil.

En regner det for ideell vatningstid når en bruker 4 ganger så lang tid på å gjennomvatne rotsjiktet som det tar for vatnet å renne fra kanalen til den nedre kanten av feltet. Lengden på feltet bestemmes av dette forholdet.

Fårvatning (furrow irrigation) brukes i radkulturer og kan tilpasses på felter som ikke er planert. Fårene følger stort sett kotene, men har svakt fall. Vatnet ledes fra kanalen med små heverter så en får mest mulig samme vassføring i alle fårene. Til å begynne med bruker en 2 heverter så en så snart som mulig får vatn fram til nedre ende av fåra. Siden bruker en bare én hevertslange så en stadig har vatn i hele fåra uten at det renner noe særlig ut i nedre enden. Infiltrasjonen går senere i fårer enn der hele arealet overrisles.

Overrislingsanlegg i Norge.

Disse anleggene har vært i bruk i århundrer og teknikken var etter forholdene svært godt utviklet. Vatnet ble tatt fra elver og bekker eller det ble bygd kanaler (vassveger) fra fjellet og fram til bygda. Fram over dyrket mark ble vatnet ledet i uthulte trestokker, trør. Flere slike i en rekke ble kalt for trolag. Det fantes flere størrelser av trør, stortrør, vasstrør og åkertrør.

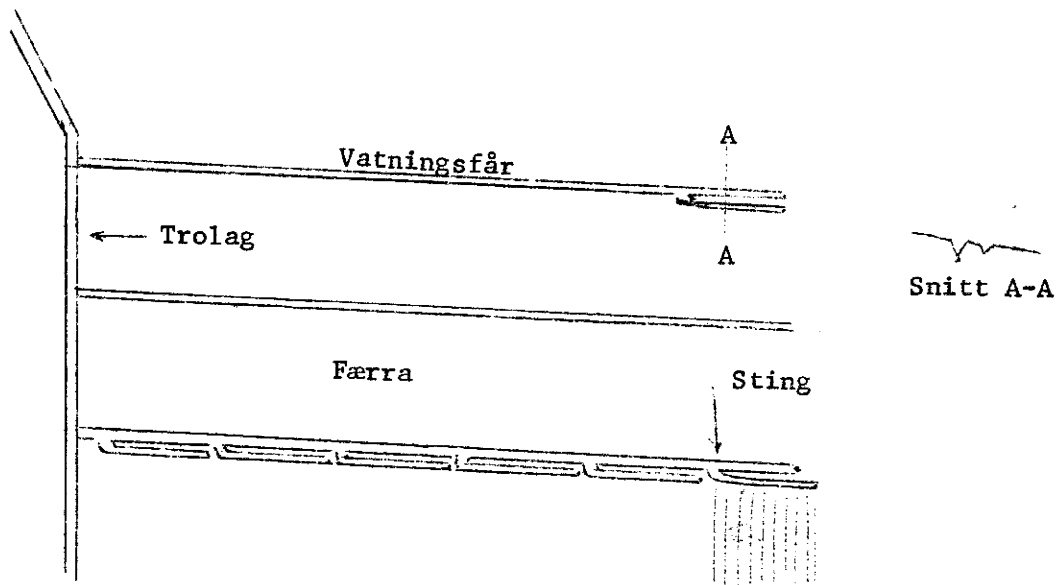
Stortrø ble brukt i de større vassvegene mens vasstrø som regel førte ett "vatningsvatn" for engvatning. Åkertrø ble brukt på åkeren og førte den minste vassmengden. Dimensjonen på en åkertrø kunne være 2½" - 3".



Tverrsnittet i de uthulte stokkene skulle være sirkelformet så det ble liten motstand for vatnet. Materialet var furu med rett vekst og lite kvist.

Tidligere statskonsulent K.K. Sortdal har gitt en utførlig beskrivelse av den gamle vatningsteknikken i en publikasjon: Om vatningen i Nord-Gudbrandsdal.

Trolagene som fører vatnet inn på vatningsfeltet legges med fallet så langt nedover at vatnet kan skaffes avløp når det ikke brukes. Avstanden mellom trolagene varierte med terrenget og jordarten. Ut fra trolaget ble det kjørt opp fårer med svakt fall så vatnet kunne ledes utover uten å grave. Avstanden mellom fårene var 4 - 8 meter. Fårene ble kjørt opp etter at åkeren var en tverrhånd høg. Vatningen begynte lengst ute i den nederste fåra. Det ble tatt ut et sting i fåra ved hjelp av en "skjelt-reko" eller en stingarspade og vatnet ble ledet over i en mindre renne hvorfra det rant utover åkeren. Skjeltreko, en smal trespade med uthult blad, ble også brukt til å skvette vatnet utover når det var for bratt til at en kunne la det renne utover. Under slike forhold ble vatninga svært arbeidskrevende.



Ved første gangs vatning ble åkeren tråkket etter hvert som en ledet vatnet utover. Åkeren ble da helt svart og tilsynelatende var denne tråkkinga en brutal behandling. Hensikten skulle være å få jevn vatning, bedre utvikling av rota og likeså en bedre busking.

Vassmengdene varierte med jordarten, fallet, vassinnholdet i jorda og plantenes størrelse. Minst vatn kunne en bruke på leirjord og i bratte bakker. Målinger fra Klones viser at vassmengdene varierte mellom 1,5 og 3 sl. I ugunstige tilfelle måtte en ned i 0,5 sl. Ved senere vatninger kunne vassmengdene økes noe da overflata var fastere og rotsystemet bedre utviklet.

Arbeidsmengden varierte bl.a. med hvor mye vatn en kunne nytte i et vatningsvatn. På leirjord og i bratt lende kunne en mann ikke vatne over 3/4 da i løpet av 10 timer. På lettere jord der en kunne bruke større vassmengder, kunne en klare det dobbelte arealet eller bort i mot 2 da i løpet av 10 timer. Ved seinere vatninger da en brukte noe mer vatn, kunne en på samme tida rekke over større arealer enn de som er nevnt her.

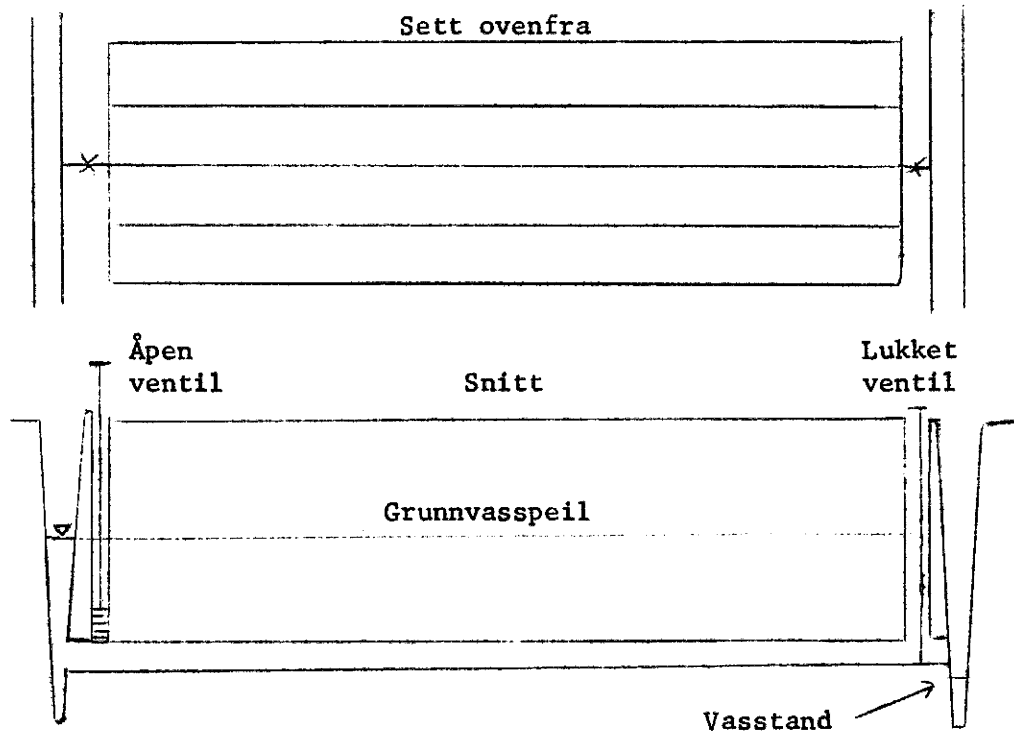
Vatning av eng foregikk stort sett på samme måten, men en kunne bruke større vassmengder. Vanligvis brukte en 3 - 4 sl, og det er målt inntil 7 sl. i ett vatningsvatn.

Denne vatningsteknikken som er nevnt her, er brukt i svært lang tid her i landet. Så sent som i 1939 var det 1300 slike anlegg i bruk og i 1949 var det 400 anlegg. I dag er det sjelden en ser slike anlegg da en er gått over til anlegg med spredere som har et mer økonomisk vassforbruk og langt mindre arbeidsforbruk pr. arealenhet.

2. Undervatning.

Undervatning er lite brukt da det forutsetter ganske spesielle jordbruksforhold og topografiske forhold. Det fins flere ulike metoder men den vanligste er grunnvatnoppdemming. En slik metode brukes i enkelte poldere i Holland der en på den ene siden av eiendommen har en kanal med høg vasstand og på den andre siden en kanal med låg vasstand. Ved hjelp av et rørsystem (teglrør) med ventiler mellom disse to kanalene kan en innstille det grunnvatndjup som er det optimale for den veksten en dyrker. Se fig.

Undergrunnen må være tett så en ikke mister nevneverdig vatn i form av sigevatn. Dessuten bør overflata være plan slik at en får god effekt av vatninga over det hele. Metoden har ingen interesse her i landet.



3. Regnvatning.

Dette er den mest rasjonelle form for vatning som kan tilpasses under svært ulike forhold. Vatnet fordeles i trykkledningen og spres ut ved hjelp av forskjellige typer av spredere. Metoden kom i bruk rundt århundreskiftet og de første spredere hadde høy regnintensitet og vatnet temmelig store arealer.

Regnvatning var ment som et kunstig regn, men det viste seg at spredere hadde en regnintensitet som overgikk det verste skybrudd. Utviklingen har derfor stort sett gått i retning av mindre spredere og mindre regnintensitet.

Det er også notert som et pluss for regnvatning at en får god utnyttelse av vatnet, at temperaturen stiger under spredningen og at en får god lufting av vatnet. Metoden blir brukt i stadig større utstrekning rundt om i verden og det er praktisk talt den eneste metoden som nå er i bruk her i landet.

III UTSTYR TIL VATNINGSANLEGG

Under våre forhold er det bare regnvatning som har spesiell interesse og i det følgende er det derfor bare utstyr til anlegg med spredere som blir omtalt.

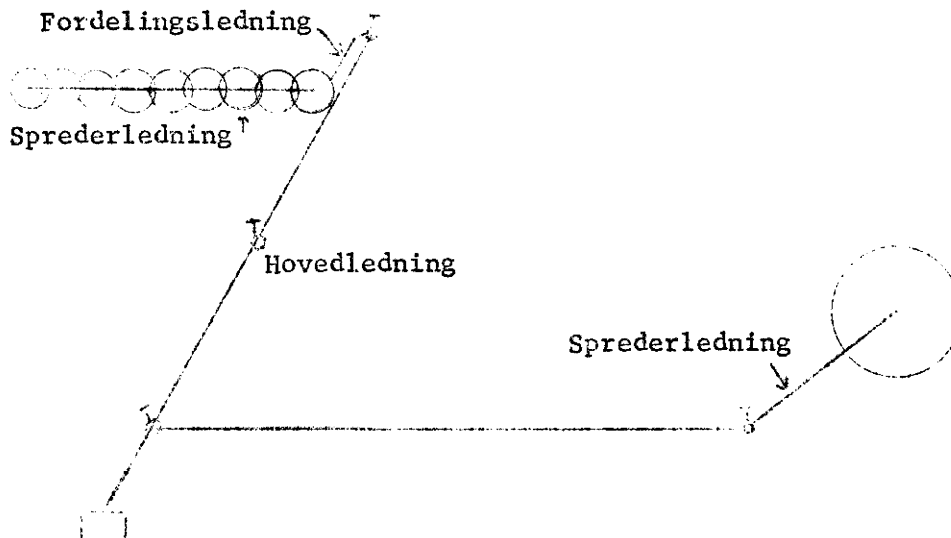
Det er naturlig å skille mellom pumpeanlegg og anlegg med naturlig trykk da oppbyggingen og dimensjoneringen blir noe forskjellig. Et anlegg med pumpe består av følgende hoveddeler:

1. Pumpe, sluseventil, manometer, tilbakeslagsventil
2. Motor, motorvern Bryter
3. Sugeledning med botventil
4. Trykkledning med hydranter
5. Spredere

I et anlegg med naturlig trykk har en:

1. Inntak
2. Trykkledning med hydranter
3. Spredere

Ledningene i et vatningsanlegg har flere benevnelser som det kan være vanskelig å gi en klar definisjon på. Det tales om faste og flyttbare hovedledninger, fordelingsledninger, sideledninger og sprederledninger. Hovedledningen er stammen i anlegget mens fordelingsledninger og sideledninger ofte har en mindre dimensjon og legges ut til enkelte felter som ikke nåes fra hovedledningen. Hovedledningen kan også ha to eller flere greiner. Sprederledningen forsyner spredere når de flyttes rundt på det stykket som vatnes. Benevnelserne er som allerede nevnt ikke entydige, men det er greit å ha en viss gruppering av ledningene under omtalen av anlegget.



1. Pumper.

- a. Sentrifugalpumpa
- b. Stempelpumpa
- c. Vassringpumpa

a. Sentrifugalpumpa.

Dette er den pumpetypen som blir mest brukt i vatningsanlegg. Den har en enkel oppbygning, har få bevegelige deler, arbeider med samme turtall som elektromotoren og den kan arbeide i et lukket rørsystem. Det er en ulempe at pumpe ikke er sjølsugende.

Sentrifugalpumpa skiller seg på flere måter ut fra andre pumpetyper. Dette framgår også av pumpekararakteristikken som angir forholdet mellom den manometriske løftehøgda og væskemengda gjennom pumpe.

Manometrisk løftehøgde omfatter vakumetrisk sugeshøgde og manometrisk trykkehøgde og er den totale høgda, H , som pumpe dimensjoneres for. En kan ved beregning av H i et vatningsanlegg sette

$$H = h_s + h_t + h_f + h_v$$

h_s = geometrisk høgdeforskjell mellom vassnivået i magasinet og pumpeakslingen.

h_t = geometrisk høgdeforskjell mellom pumpeaksling og dyseåpningen på sprederen.

h_f = summen av trykktapene i forskjellige deler av anlegget.

h_v = nødvendig overtrykk i sprederen.

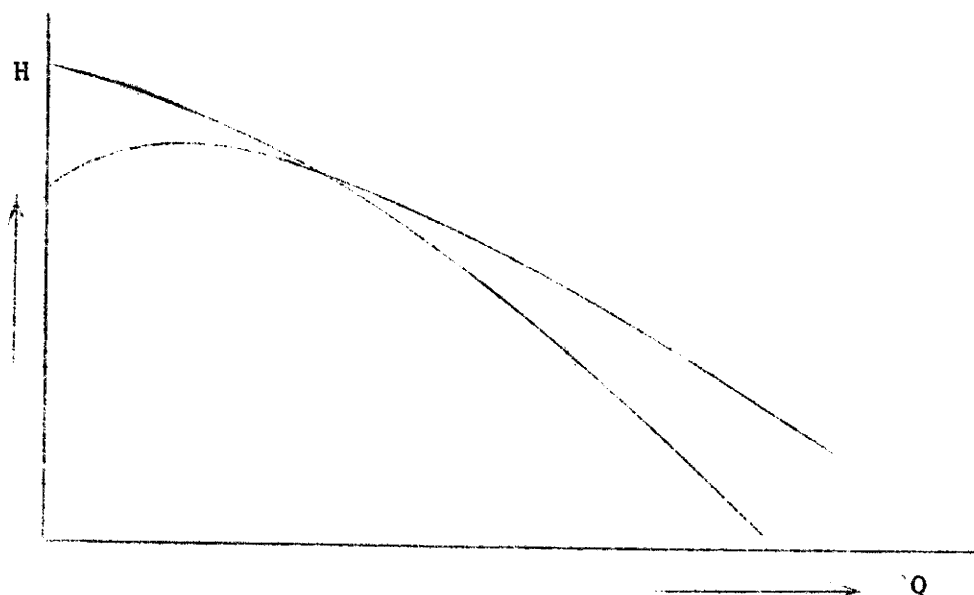
Løftehøgda H angis i meter og vassmengda Q i m^3/t , liter/min. eller liter/sek. (sl).

Pumpekarakteristikken varierer fra pumpe til pumpe. Den kan være ganske bratt så en får liten forandring av Q når H varierer eller mer flat så en får stor forandring av vassmengden ved en liten forandring av trykket.

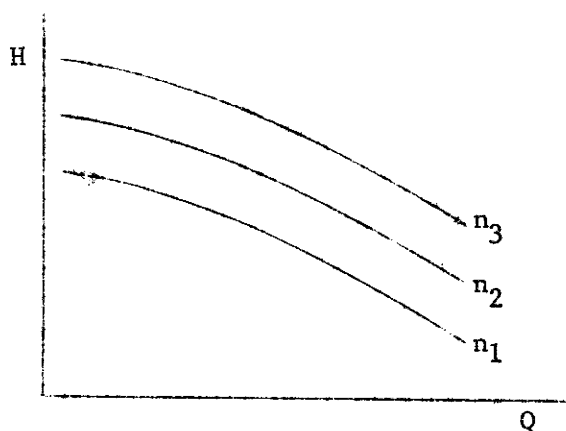
Når en stenger igjen sluseventilen på trykksida av pumpe, øker trykket en del, og som regel er trykkøkningen 25-30 % av det optimale trykket pumpe gir. Det er derfor ingen fare å stenge sluseventilen og la pumpe arbeide i et lukket system. Effektbehovet er da 30-40 % av det maksimale effektbehovet. Energien som føres over til pumpe gjennom løpehjulet, omdannes til varme og øker temperaturen på vatnet i pumpe. Hvis pumpe går i lengere tid mot stengt ventil, slik en kan ha det når en stenger hydranten for å flytte sprederen, kan vatnet i pumpe bli så

varmt at det når kokepunktet. Dette medfører en ekstra trykkøkning og kan være skadelig. Ved lengre opphold i spredningen av vatnet må en la det strømme noe vatn gjennom pumpe så temperaturen ikke blir for høy.

Når en reduserer vassføringen gjennom pumpe ved f.eks. å skru igjen sluseventilen på trykksida, øker trykket hos enkelte pumper til vassføringen er null. Hos andre pumper kan en få maksimalt trykk før ventilen er helt stengt og altså noe mindre trykk igjen ved helt stengt ventil.



Når en velger ut pumpe for et vatningsanlegg, er det nødvendig å studere pumpekarakteristikken så en vet hvordan pumpe vil passe når en flytter sprederen rundt på eiendommen. Særlig omhyggelig må en være når det er store høgdeforskjeller innenfor det området som skal vatnes.



Omdreiningshastigheten på pumpe (n) er som regel 1450 eller 2900 omdr./min.

Det leveres også pumper med andre hastigheter, men disse blir sjelden brukt i vatningsanlegg. Når hastigheten på pumpe øker, forskyves karakteristikken og en har følgende formler som viser hvordan Q , H og N (effektbehovet) varierer med n .

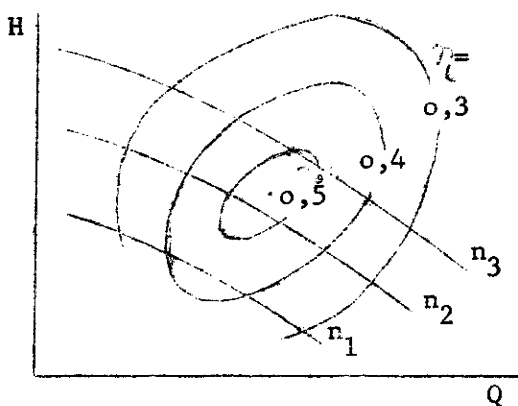
$$Q_2 : Q_1 = n_2 : n_1 \quad Q_2 = \frac{n_2}{n_1} \cdot Q$$
$$H_2 : H_1 = n_2^2 : n_1^2 \quad H_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \cdot H$$
$$N_2 : N_1 = n_2^3 : n_1^3 \quad N_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \cdot N$$

Q varierer proporsjonalt med omdreiningstallet, H med annen potens og N med tredje potens av omdr.tallet.

Sentrifugalpumpene bygges med ett eller flere løpehjul. Skal en ha høgt trykk ved forholdsvis små vassmengder, må en bruke flere løpehjul i serie, mens en for store vassmengder og høgt trykk kan velge pumper med større diameter på løpehjulet. I blandt kan det være nødvendig å redusere den vassmengden en skal ha. Mange pumper kan derfor leveres med forskjellig diameter på løpehjulet.

En pumpe som er direkte koblet til en elektrisk motor, vil som regel gå med riktig hastighet, men når pumpa er koblet til en forbrenningsmotor, må en kontrollere at hastigheten ikke er for stor.

Virkningsgraden, η , hos en pumpe er summen av den tekniske og den hydrauliske virkningsgraden. En del av den energien som tilføres pumpa går med til å overvinne friksjon i lagre og strømningsstap i vatnet. Små pumper har dårligst virkningsgrad, 40 - 50 %, mens større pumper klarer å omsette 70 - 80 % av energien i effektivt arbeide.



Virkningsgraden hos en og samme pumpe er ikke konstant. Den varierer både med Q og med n. En har maksimal virkningsgrad ved en bestemt vassmengde og en bestemt hastighet. Forandres hastigheten, vil virkningsgraden avta og det samme gjelder for vassmengden. Pumpas optimale arbeidsområde er der en har høgest virkningsgrad. Pumpa bør derfor

kjøres med det omdreiningstallet den er beregnet for og for høgt omdreiningstall er dessuten svært ugunstig med hensyn på effektbehovet.

Effektbehovet hos sentrifugalpumpa øker med økende Q og ved minkende H. Ved høgttrykk har en altså mindre effektbehov enn ved lågt trykk og det er grunnen til at en skal stenge sluseventilen når en starter pumpa. Effektbehovet, regnet

i hestekrefter, finner en ved hjelp av følgende formel:

$$N = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta}$$

Her er N = effektbehov i hk

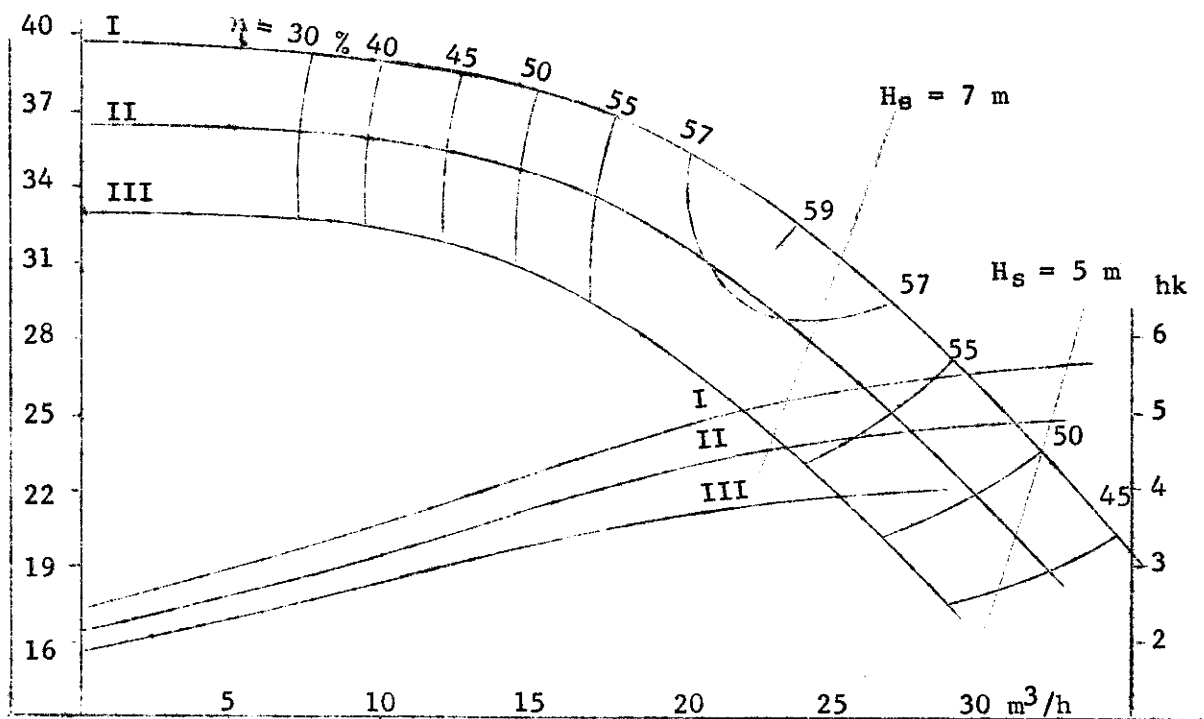
Q = vassmengde i l/sek.

H = manometrisk oppfordringshøgd i m

75 = antall kgm i en hestekraft

η = virkningsgraden

Sentrifugalpumpe 2900 omdr./min.



Eks. I diagrammet er det tegnet inn pumpekaraktistikk, virkningsgradskurve og effektbehov pr. løpehjul i pumpa. En kan også regne ut effektbehovet for 3 ulike belastninger og får:

Q	H	η	N
8,3	27,0	0,55	5,5
6,8	32,5	0,59	5,0
4,2	38,0	0,50	4,2

I praksis vil dette si at en får størst effektbehov når en vatner nær pumpe-stasjonen og minst effektbehov når en vatner høgt oppe på eiendommen og har lang ledning innkoblet. Dimensjonerer en motoren for den største høgda, kan den bli overbelastet når en vatner nærmere pumpe-stasjonen.

Sluseventilen på trykksida brukes ikke bare når en starter anlegget, men den brukes også til å regulere trykket i anlegget. Vanligvis plusser en på 20 % på motorstørrelsen ved dimensjoneringen av anlegget, men i ugunstige tilfelle (låg spenning, slitt pumpe) kan en likevel få overbelastning av motoren. Som en ser i diagrammet, så er ikke økningen i effektbehovet særlig stor ut over det behovet en har ved pumpas optimale arbeidsområde, men i anlegg med til dels store trykkvariasjoner må en være nøye med valg av både pumpe og motor.

Sentrifugalpumpa er ikke sjølsugende og en må derfor ha botnventil på sugeledningen, så en får fylt både pumpe og sugeledningen med vatn før en starter pumpe. Små luftmengder i sugeledningen kan føre til at pumpe slipper vatnet.

Det finnes såkalte sjølsugende sentrifugalpumper i handelen og det er pumper som har en vassringpumpe montert i serie med sentrifugalpumpa.

Grus og sand sliter på sentrifugalpumpa så virkningsgraden etter hvert blir dårligere. Halmstrå og lignende har lett for å sette seg fast i de fine åpningene i løpehjulet og derved redusere virkningsgraden. En pumpe som ikke holder mål i henhold til karakteristikken, bør derfor gjøres ren og om nødvendig utstyres med nytt løpehjul.

I et vatningsanlegg blir det ofte tale om å regulere trykket. Dette kan en gjøre med sluseventilen på trykksida av pumpe eller i hydranten når en har en pumpe som går med konstant hastighet. Bruker en forbrenningsmotor, kan en redusere trykket og effektbehovet ved å minke omdreiningstallet. Dette er den mest økonomiske måten å redusere trykket på, men den er ikke så enkel å gjennomføre med en elektromotor.

Sugehøgda for en sentrifugalpumpe varierer noe med vassmengden. For en og samme pumpe kan en tillate større sugehøgde når den arbeider med liten vassmengde. Sentrifugalpumpa skal alltid plasseres slik at en får minst mulig vakumetrisk sugehøgde.

b. Stempelpumpe.

Det fins mange ulike typer av stempelpumper, enkeltvirkende, dobbeltvirkende og differensialpumper. Det er imidlertid et felles trekk at virkningsgraden er god og at pumpene er saktegående, vanligvis 50-150 omdr./min. Den kan derfor ikke kobles direkte til en elektromotor. Virkningsgraden er oftest omkring 0,7, men godt bygde pumper kan ha en virkningsgrad på 0,9 eller enda bedre.

Stempelpumpe er sjølsugende, lufttrykket presser vatnet opp i sugeledningen

når lufta pumpes ut. Det er ikke bare den statiske sugeshøgde som atmosfæretrykket skal rekke til for. Det skal også overvinne trykktapet i ventil på sugesida og i sugeledningen og gi vatnet en aksellerasjon. I praksis er derfor sugeshøgda mindre enn 10 m (1 atm.).

Sjøl om det ofte ordnes med en luftkjel både på sugesida og på trykksida bør vatnet ha mindre hastighet her enn i sentrifugalpumpa. Ved stempelpumpa bør hastigheten ikke være over 1 m/sek i sugeledningen og 1,5 m/sek i trykkledningen.

Stempelpumpa er ikke videre godt skikket i vatningsanlegg, men den brukes i enkelte mindre anlegg der en har hydrofortank. Spesielt i gartnerier kan det være behov for å ha trykkvatn til enhver tid så en kan vaske av redskaper o.l. eller vatne mindre arealer i veksthus eller benker. Anlegget bygges da som et vanlig hydroforanlegg.

c. Vassringpumpa.

Virkningsmåten forutsettes kjent. Pumpa har låg virkningsgrad, 15-30 %. Den er sjølsugende og kan løfte vatnet 9 m når den er i god stand, men i praksis bør en ikke regne vakumetrisk sugeshøgde over 7 m. Trykket er dårlig og en kan normalt ikke regne over 25 m pr. løpehjul. Pumpa er ømfintlig for sand og andre forurensninger.

Effektbehovet er størst når pumpa arbeider mot stengt ventil og det avtar når vassmengden øker. Hos sentrifugalpumpa er det motsatt sjøl om karakteristikken og virkningsgradskurva i prinsippet er ganske like hos begge pumpene.

Vassringpumpa brukes ikke i vatningsanlegg uten i forbindelse med en sentrifugalpumpa. Vassringpumpa er da bygd inn som et trinn i sentrifugalpumpa og gjør den sjølsugende.

Sammenligning av pumpetypene:

	P u m p e t y p e		
	Sentrifugalpumpe	Vassringpumpe	Stempelpumpe
Sjølsugende	nei	ja	ja
Virkningsgrad Ved økende trykk:	50 - 70 %	15 - 30 %	70 - 90 %
Effektbehov, hk	avtar	øker	øker
Kapasitet, l/min. Ved stengt ventil:	- " -	avtar	konstant
Effektbehov	- " -	øker	øker i forhold til trykket.
Trykkøkning	0 - 30 %	150 - 200 %	anlegget sprenges

2. Pumpemotorer.

De fleste pumpeanleggene drives i dag med elektromotorer som er direkte koblet til sentrifugalpumpa. Pumpene er bygd for den hastighet motoren har, nemlig 1450 og 2900 omdr./min. Det fins dentrifugalpumper med andre hastigheter, men disse er ikke brukt i vatningsanlegg her i landet.

Fordelene ved elektromotoren er at den ikke krever tilsyn, den er driftssikker, enkel å betjene og kan fjernstyres. Pumpe og motor er montert på felles fundament og danner en enkel og driftssikker enhet.

Pumpa tåler liten motstand på sugesida og må derfor monteres nær vasskilden. Elektrisk kraft må føres fram til pumpestasjonen, og dette kan bli en vesentlig kostnad hvis en ikke har en tilstrekkelig godt dimensjonert transformator eller kraftledning i nærheten. Hvor stor avstand en kan tillate fra transformator til motor varierer med motorstørrelsen, men det bør ikke bli mer enn 300 - 500 m. Ved større anlegg må en ofte bygge transformator ved pumpestasjonen.

Når transformatoren ikke står nær motoren, må en ha ledning med rikelig tverrsnitt fram til motoren. Likevel kan driftsspenningen bli for låg når det er stor belastning på nettet. Låg spenning virker som en overbelastning av motoren, den går varm. Det behøver altså ikke være feil dimensjonering av pumpe og motor om motoren går varm. Ved varmgang i motoren bør en derfor undersøke om spenningen er 220 volt som forutsatt ved dimensjoneringen.

Elektromotoren er rimelig i drift sammenlignet med forbrenningsmotoren. Elektrisk kraft kan likevel bli kostbar der en får lang tilførselsledning. For å illustrere dette nevner en priser (1963) på linje og transformator.

Linjebygging (20 000 volt) 20 - 25.000 kr./km.

For mindre prosjekter der selskapene sjøl bygger linja, kan en komme noe lågere, 7 - 8.000 kr. for 500 m.

Transformator - 20 000 til 220 volt, 50 kW, kr. 3.500 - 4.000. Arrangemang ved transformator kr. 4.000 - 5.000. Linje på 500 m med en 50 kW transformator vil derfor koste kr. 17. - 18.000.

En motor skal alltid sikres med en motorvern Bryter som hindrer at motoren brenner opp. Bryteren må også slå ut ved 0-spenning så motoren ikke kobles inn når strømmen settes på igjen etter utkobling.

Elektromotoren kan fjernstyres når en har en automatisk stjerne-trekantvender.

Dette forutsetter at en har en sjølsugende sentrifugalpumpe eller at en på annen måte har sikret seg at pumpa "tar vatnet". Som en regel må en si at anlegget bør startes manuelt, men en kan spare noe tid ved å ha en tidsbryter som kobler ut anlegget om kvelden eller natta.

Prisen på elektrisk kraft varierer mye, men ligger de fleste tilfelle mellom 3-8 øre pr. kilovatttime (kWt).

Faller det for dyrt å føre fram elektrisk kraft, kan det bli tale om å bruke en forbrenningsmotor til pumpa. Det samme gjelder der en har jorda på flere plasser og hvor det faller naturlig å flytte pumpestasjonen.

I de fleste tilfelle monterer en pumpa på traktoren. Den festes da enten på hydraulikken (trepunkt) eller den monteres på hjul og henges etter traktoren. Det må sies å være en fordel å ha pumpa fast montert på hydraulikken. Kraftuttaket har for liten hastighet for pumpa og det er derfor en tannhjulutveksling i pumpa som gir den riktig hastighet.

Det finnes utstyr i dag som bryter tenninga på traktoren når pumpa slipper vatnet og går tørr eller når oljetrykket på traktoren blir borte. En kan derfor få et anlegg som er godt sikret, men forbrenningsmotoren krever mye tilsyn og det er en vesentlig ulempe at en binder traktoren så en ikke får nyttet den til annet arbeid. Det er derfor bare under spesielle forhold at det blir tale om å bruke traktoren i vatningsanlegget.

3. Rør til fast anlegg.

Den faste delen av ledningsnettets er vanligvis nedgravd og det er også en betingelse for at en kan bruke rørtyper hvor skjotene ikke kan oppta strekk som opptrer når det settes trykk på ledningen. I det følgende er det gitt en oversikt over de rørtypene det kan komme på tale å bruke i fast anlegg.

a. Støpejernsrør.

Rørene framstilles av grått støpejern og leveres i dimensjonene 80 - 600 mm. I vatningsanlegg blir de ikke brukt i dimensjoner mindre enn 4".

Støpejernet er sprøtt og rørene har derfor tjukk vegg. Rørene er sentrifugert, de er derfor tette i godset og materialet er dessuten svart korrosjonsbestandig. Rørene er dyppet i en asfaltmasse som beskytter både innvendig og utvendig og rørene får derfor meget lang levetid når de transporteres og legges forskriftsmessig. Rørene leveres vanligvis i lengder på 4-6 m.

Internasjonal standard for støpejernsrør.

Rør-klasse	Diam. mm	Tillatt driftstrykk kg/cm ²	Prøvetrykk i verk kg/cm ²	Prøvetrykk i grøft kg/cm ²
LA	80-600	10	20	15
A	80-600	12,5	25	18,75
B	80-600	16	30	25

Godstjukkelsen øker fra klasse LA til B mens den utvendige diameteren er den samme i ulike klasser.

Når en har ekstra store trykk i anlegget, kan det komme på tale å bruke duktile støpejernsrør (seigjern). Disse er like korrosjonsbestandige som vanlige støpejernsrør, men betydelig seigere. Rørene leveres i flere klasser og klassene 70 og 80 tåler henholdsvis 70 og 80 kg/cm².

b. Stålrør.

Stålet er seigere og hardere enn støpejernet og stålrørene er derfor tynnere og lettere. Stålrør er mer utsatt for korrosjon og de blir derfor viklet med glassfiber (tidligere jute) og dyppet i en asfaltmasse som beskytter både innvendig og utvendig. Til slutt blir rørene kalket for at de ikke skal ta opp så mye varme når de ligger i sola.

Stålrør leveres etter en tysk standard.

Trykk-klasse	Driftstrykk kg/cm ²	Prøvetrykk i verk kg/cm ²	Prøvetrykk i grøft kg/cm ²
10	10	16	15
16	16	25	21
25	25	40	30
40	40	60	50

De glassfiberomviklede stålrørene leveres her i landet i dimensjonen 3" og større. Den mest solgte typen i dag er kl.40 og den har en godstjukkelse på 3,25 mm. Rørene leveres vanligvis i lengder på opp til 9,5 m.

Meterprisen for 80 mm stålrør og 3" galv.smijernsrør er nå (1964) praktisk talt den samme og det er derfor andre forhold enn prisen som avgjør hvilken type en bør velge.

Skjøter for støpejernsrør og stålrør.

Blyskjøt ble tidligere brukt mye til disse rørtypene, men den har vanskelig for å holde tett hvis det er bevegelse i skjøten. Ved sterke trykkslag kan blyet også presses ut av muffa.

Skrumuffe brukes i dag til begge rørtyper. Rørene har da muffe med innvendige gjenger og en får tetning ved at en gummiring presses inn mellom spissenden og muffa ved hjelp av en klemring som skrues inn i muffa. Skjøten tillater en avbøyning på ca. 3° . Holdbarheten avhenger i første rekke av gummiringen.

Boltmuffe er i prinsippet mye lik en skrumuffe, men muffa har ikke gjenger. Gummiringen og klemringen presses her inn ved hjelp av bolter. Denne skjøten tillater noe større avbøyning enn skrumuffeskjøten. Brukes for større dimensjoner av støpejernsrør.

Tytonskjøten er en ny, enkel skjøt som blir mye brukt. Innvendig i muffa er det et profil for en spesiell gummipakning som tetter når spissenden stikkes inn i muffa. Gummiringen er spesiallaget så den har en fast del som griper godt i muffa og en bløtere del som gir god tetning. En må være renslig ved montering av skjøten.

Sigurdmuffe er brukt til stålrør. Gummipakningen settes ytterst på spissenden og den ruller inn i muffa når skjøten presses sammen. Det er stoppering på spissenden som hindrer at gummiringen blåses ut av trykket.

Stålrørene leveres også med sveisemuffe eller også rett avkappet så de sveies sammen. Denne skjøten er enkel og en kan regulere vinkelen mellom rørene. Svakheten med sveisingen er imidlertid at en har lett for å ødelegge isolasjonen så en får korrosjon. Utvendig bør en stryke på asfaltmasse, men innvendig er det umulig å komme til på mindre dimensjoner. Sveiseskjøten blir derfor et svakt punkt på røret.

På spissenden kan en bruke såkalte bevegelige koblinger som det fins mange slag av. Gibaultkoblingen er mye brukt i skjøter mellom asbestsementrør og støpejernsrørdelen eller ved reparasjon av asbestsementrør, og den omtales derfor under disse.

c. Asbestsementrør (Eternittrør).

Denne rørtypen er svært mye brukt etter krigen, men eternittrørene har vært i produksjon i ca. 50 år. Rørene er bygget opp av asbest og sement i passende blanding og asbestfibrene virker som en armering. Røret bygges opp på en roterende valse og massen legges på i to eller flere lag. Rørveggen blir komprimert og er

derfor tett. Rørene er glatte og har betydelig mindre trykktap enn metallrørene.

Det selges rør av forskjellig fabrikat her i landet, men for tida ser det ut til at det selges mest danske rør. Disse rørene leveres i 5 trykk-klasser, men det er bare kl. 20 og 25 som selges her. Prøvetrykket er henholdsvis 200 og 250 m. I følge den internasjonale standardiseringsorganisasjonen, ISO, skal driftstrykket være halvparten av prøvetrykket. Har en et driftstrykk på f.eks. 110 m, må en bruke rør av kl. 25.

Fra prøvetrykk til trykk ved brudd er det en viss margin. For rør med 100 mm diameter er sikkerheten 2,0, mens rør med en diameter mellom 125 og 200 mm har en sikkerhet på 1,75.

Eternittrørene er svært skjøre og må derfor håndteres med største forsiktighet. Brudd etter at ledningen er tatt i bruk skyldes som regel uforsiktig håndtering under transport eller legging i grøft. Rørene yter liten motstand mot bøyingspåkjenninger og en kan derfor ikke rå til at det brukes mindre dimensjon enn 100 mm. Dessuten går 125 mm over til å bli en ukurant dimensjon og bør derfor unngås. Dette gjelder også metallrør.

Skjøter for eternittrør.

Eternittrørene leveres med avdreide, glatte ender med konstant utvendig diameter. Skjøtingen utføres med løse muffe. På de danske rørene brukes en skyvemuffe mens det f.eks. på engelske rør brukes en spesiell skrumuffe.

Den danske skyvemuffa har tre spor innvendig og det plasseres en gummiring i hvert spor. Den midterste ringen har til oppgave å sentrere muffa over skjøten, mens det er ringene i hver ende som gjør skjøten tett. For dimensjonene 100-200 mm nyttes en muffe som tillater noe større avbøyning enn for de større dimensjonene (fleximuffe).

Skjøting av 100 mm rør utføres ved hjelp av et spett og en bordbit. For større dimensjoner bør en helst ha spesialutstyr. En tar først den løse muffa og legger inn sentreringsringen og de to tetteringene (forskjellig merking av ringene). Tetteringene strykes så med sinkhvitt og muffa presses inn på rørenden. Som smøremiddel kan en også bruke glyserin og talkum, men ikke olje eller fett. Bordbiten legges på tvers av muffa og med spettet presser en muffa på plass. Neste rør presses så inn i muffa og skjøten er ferdig. En må være rensling så en ikke får jord eller sand i skjøten under monteringen.

Ved forgreininger, hydranter, ventiler og bend bruker en støpejernsdeler av ulike

slag. Støpejernsdelene har samme utvendige diameter som eternittrørene og skjøten mellom støpejerns- og eternittdelene utføres med såkalte bevegelige koblinger. Det er flere typer av disse. Eksempelvis nevner en Gibaultkoblingen som består av en flat ring, to gummipakninger og to ringer med boltehull. Når koblinga skrues sammen, presses gummiringene mot den flate ringen og røret så det blir tett. Bevegelig kobling brukes også ved reparasjon når en setter inn et nytt rør.

Like etter krigen ble det levert eternittrør med fast muffe for blyskjøt, men denne skjøten passer svært dårlig for eternittrør.

d. Plastrør.

Plastrør har vært i bruk i mange år og etter hvert har en fått en jevnere og bedre kvalitet. Rørene er laget av polyetylen (PEL) og polyvinylklorid (PVC). Det er hittil PEL-rør med låg spesifikk vekt som er mest brukt i vassforsyningsanlegg og de er lett kjennelige på den svarte fargen. Kvaliteten har vært svært varierende og ved overbelastning utvider røret seg mer og mer samtidig som det da blir svakere og etter en tid får en brudd. Når rørene utsettes for høge trykk eller store temperaturvariasjoner, kan de i verste fall trekkes ut av koblingene. En bør derfor ikke strekke røret helt ut når en legger det ned i grøfta.

I 1960 ble det gitt ut en midlertidig norsk standard for polyetylenrør med låg spesifikk vekt, NS 920 M. Her blir det redegjort for kravene til diameter, godstjukkelse og trykk. Nominelle trykk for standardiserte PEL-rør er 6 kg/cm^2 og 10 kg/cm^2 og diameteren som angis, er den utvendige diameteren.

Rør i den høyeste trykk-klassen har tjukkere vegg og derfor mindre innvendig diameter enn et rør med samme dimensjon i den lågeste klassa.

Fabrikatene av plastrør leverer i dag PEL-rør i henhold til NS 920 M. Disse rørene merkes fortløpende eller minst for hver 5 m, og merkingen gir opplysninger om rørmateriale, nominelt trykk (NT) røret er dimensjonert for og fabrikantens navn eller merke. Merkingen ser slik ut:

PEL NT 6 fabrikat

Det kan også brukes farge til merkingen, NT 6 har da rød farge, mens NT 10 har blå farge.

Nedenfor er vist eksempler på dimensjoner av PEL-rør. Det finnes imidlertid både større og mindre dimensjoner.

Nominell diameter	Utvendig diameter, mm			Godstjukkelse, mm					
				NT 6 kg/cm ²			NT 10 kg/cm ²		
	Basis-verdi	Till. avvik		Basis-verdi	Till. avvik		Basis-verdi	Till. avvik	
Øvre		Nedre	Øvre		Nedre	Øvre		Nedre	
25	25	1,0	0	2,3	0,4	0	3,6	0,6	0
32	32	1,2	0	3,0	0,5	0	4,6	0,7	0
40	40	1,4	0	3,7	0,6	0	5,8	0,8	0
50	50	1,7	0	4,6	0,7	0	7,2	0,9	0
63	63	2,1	0	5,8	0,8	0	9,0	1,1	0
75	75	2,4	0	6,9	0,9	0	10,8	1,3	0
90	90	2,9	0	8,2	1,0	0	12,9	1,5	0
110	110	3,5	0	10,0	1,2	0	15,8	1,8	0
125	125	4,0	0	11,4	1,3	0	17,9	2,0	0

PVC-rør leveres i trykk-klassene NT 6, NT 10 og NT 16. En viser her til NS 925 M.

Skjøter for plastrør.

Det brukes flere typer av koblinger til plastrør. Ved skjøting av de vanlige rørtypene blir det frarådd å bruke gjngesnitt og vanlige gjengede rørdeler da de svekker røret. Der en har mindre trykk, kan en bruke slangekobling, men røret må da holdes en tid i varmt vatn så det former seg etter koblinga.

En må ellers anbefale at det brukes spesialfittings og det er også en betingelse for at rørene skal kunne tåle det de er garantert for etter norsk standard. Spesialkoblingene for plastrør er dyre og har en kort avstand mellom koblingene, blir det en vesentlig økning av prisen pr. m ledning. For større dimensjoner (4" og 6") av plastrør brukes ulike typer av bevegelige koblinger.

Når en bruker plastrør, må en passe på at en får en kvalitet som tåler det trykket en har i anlegget. Der en har trykk over 60 meter, må en bruke rør i klassen NT 10 og for høyere trykk kan en i det hele tatt ikke rå til at det brukes plastrør.

e. Galvaniserte smijernsrør.

Dette er en rørtipe som har vært brukt i lang tid og som fremdeles har stor anvendelse. Rørene leveres i lengder på 6 m, og de er gjenget i begge ender og har vanlig gjngemuffe. Rørene er prøvd for et trykk på 70 kg/cm² og er fullgode for bruk i vatningsanlegg. De mest aktuelle dimensjoner er 2", 2½" og 3".

Galvaniserte smijernsrør har en ru innvendig overflate. Med tida har det lett for å bli et rustbelegg som reduserer den innvendige diameteren og gir et større trykktap. En bør ta hensyn til dette ved dimensjoneringen av anlegget.

4. Valg av rør til fast anlegg.

De 5 rørtypene som er beregnet på faste anlegg, har svært forskjellige egenskaper og brukbarhet. Det må være de rent tekniske karvene som er bestemmende for valg av rørtyper, men er det flere typer som kan brukes, er det de totale kostnadene som blir avgjørende.

I dag blir galvaniserte smijernsrør mest brukt i dimensjonen 3" og mindre. Plast-rør blir også bruke en del der en har moderate trykk, men koblingene faller dyre og NT 10-rør blir dyrere enn galvaniserte smijernsrør. Trykktapet er mindre, men det må være holdbarheten og prisen som avgjør hva en skal velge.

Eternittrør er svært billige sammenlignet med andre rørtyper og blir derfor mye brukt. Rørene er glatte og en får lite trykktap. Rørene må legges frostfritt der en har telehiving, og en må være svært omhyggelig under transport og legging av rørene. En kan imidlertid tåle ekstra kostnader med legging av rørene da de er billige i innkjøp.

Før en bestemmer seg for rørtype, må en innhente tilbud for å få klarlagt bl.a. priser, leveringstid og fraktkostnader. En må også undersøke hva ev. koblingsdeler og montering koster for ulike typer av rør og en må regne med gravekostnadene. Listepriene alene er til liten hjelp når en skal avgjøre hvilke rør en skal bruke.

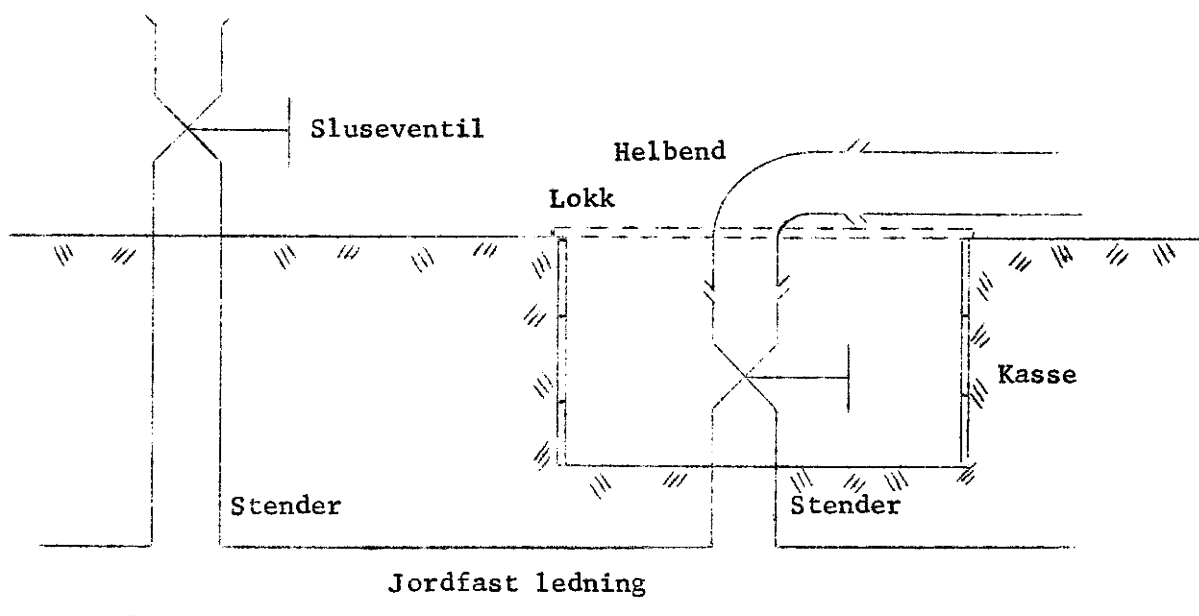
5. Hydranter.

På det faste ledningsnett må det monteres hydranter hvor en kan koble til fordelingsledninger eller sprederledninger. En kan også ha hydranter på flyttbar hovedledning eller fordelingsledning, og de består da bare av et T-rør med sluseventil.

På det faste anlegget skal en plassere hydrantene mest mulig hensiktsmessig med tanke på sprederledningene, men hydrantene bør helst ikke stå i vegen for kjøring på jordet. Må hydranten plasseres ute i åkeren, bør den monteres i en kasse eller et rør nede i bakken. Da kan en kjøre over, men det blir likevel ikke så lett å arbeide jorda like rundt hydrantene. Der hydranten står ute av vegen for vanlig kjøring, kan den stå fritt over bakken.

Hovedledningen har vanligvis større dimensjon enn fordelings- og sprederledningene og en bør da bruke samme dimensjon i hydranten som i den ledningen som skal kobles til. Har en 4" hovedledning og f.eks. 89 mm fordelingsledning, bør hydranten være 3". På den måten sparer en inn på koblingsdeler og sluseventil uten at det får noen særlig betydning for trykktapet.

Stenderen i hydranten kan kobles til hovedledningen ved hjelp av et anboringsklammer eller et T-stykke. Anboringsklammer nyttes for små uttak mens en for større hydranter må ha koblingsdeler. I stenderen vil det som regel svare seg å bruke galv. smijern da disse rørene er gjenget og har rimelige koblingsdeler. På toppen av stenderen setter en på en sluseventil og tilslutt en hurtigkoblingsdel med samme dimensjon som fordelingsledningen. Bruker en hurtigkoblingsrør med dimensjon 50 mm, 70 mm eller 89 mm, er de tilsvarende dimensjonene 2", 2½" og 3" for galv. smijern stender og sluseventil.



Hydranter som monteres i bakken kan settes i en kasse av bord eller i et betongrør. Det er ikke nødvendig å ha røret helt ned på hovedledningen hvis en ikke har tappeplugg på samme sted. Hydranten monteres så høgt at en kommer i passe høyde ut på terrenget med fordelingsledningen når en setter et helbend på toppen av hydranten. Øvre del av hydranten må i hvertrall komme så lågt at den ikke tar opp i lokket når det legges over. Det bør settes opp et merke ved hydranten så den er lett å finne igjen.

6. Rør til flyttbare anlegg.

I flyttbare anlegg nytter en hurtigkoblingsrør som er lette å transportere og som kan kobles sammen med et par håndgrep. Det kan bli tale om følgende rørtyper:

- a. Galvaniserte stålblikkrør
- b. Aluminiumsrør
- c. Plastrør (PEL og PVC)

a. Galvaniserte stålblikkrør.

De vanlige rørene som brukes her i landet er sveiset sammen av båndstål og har derfor en langsgående sveiseskjøt. Når sveiseskjøten er i orden, er den like sterk som rørveggen. Det leveres også heltrukne stålrør og disse har noe tjukkere gods og er følgelig tyngre.

Sveisingen av rørene foregår kontinuerlig og etter kappingen sveies det på hurtigkoblinger. Byggelengden er 6 m. Når røret er ferdig, blir det varmgalvanisert ved dypping i bad. Rørene blir da godt beskyttet mot korrosjon både innvendig og utvendig. Driftstrykket for denne rørtypen er oppgitt å ligge mellom 150 og 200 m (15-20 kg/cm²).

Dimensjonsangivelsen for stålblikkrørene er mm og det er den utvendige diameteren som brukes ved angivelse av rørdimensjonen. Koblingsdeler som er forsynt med rørgjenger, har dimensjonen i gjengeenden angitt i tommer. Det er derfor en kurant sak å gå over fra galv.smijersnrør til hurtigkoblingsrør. Vanlige metall sluseventiler kan også lett monteres inn i rørstrengen.

Dimensjoner og vekt på hurtigkoblingsrør er vist for to fabrikat:

Perrot.

Rørdiameter utv. mm	50	70	89	108	133	159
- " - innv. "	48	68	87	105	130	155
Rørlengde 6 m kg/rør		11,6	16,1	21,8	29,0	48,0
Støttefot		1,92	1,94	2,6	3,8	4,5

Bauer.

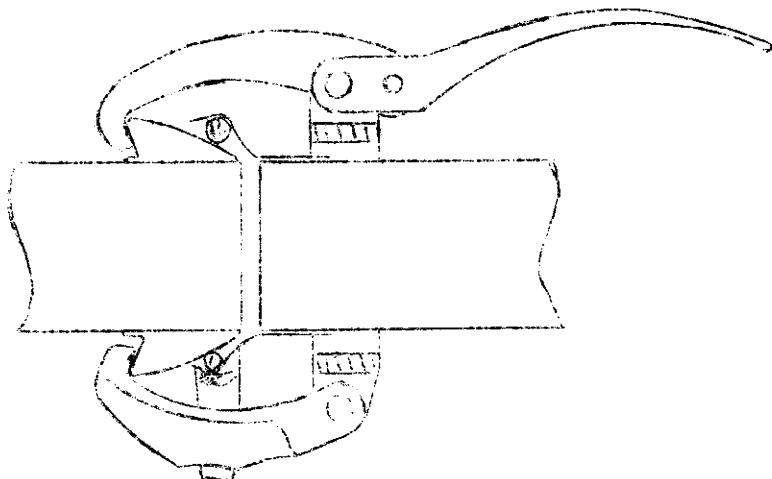
Utv. diam. mm	Godstjukkelse mm	Vekt av 6 m rør, kg	Vekt av rør med kobling, kg/m	Arbeidstrykk atmosfærer
50	1,5	7,3	1,22	20
70	1,5	10,5	1,75	20
89	2,0	15,0	2,50	20
108	2,0	22,0	3,67	20
133	2,0	30,0	5,00	20
159	2,0	46,0	7,67	20

Til stålblekkør finnes det et rikt utvalg av koblingsdeler og en viser her til firmaenes kataloger.

Det viser seg at stålblekkørene har lang levetid når de behandles pent. Sår i galvaniseringen bør påstrykes rusthindrende stoffer og før lagring skal gummipakningene tas ut, og behandles med talkum.

Koblinger for stålblekkør.

Koblingene på de rørene som selges her i landet, er i prinsippet de samme sjøl om de ulike fabrikantene har noe forskjellig utforming.



I mufteenden på røret ligger det en rund gummipakning. Spissenden presses inn i muffa ved hjelp av en klemme og gummiringen gir tetning mellom rørendene.

Koblingen er tett både for trykk og for sug og disse rørene kan derfor med fordel også brukes i sugeledningen.

Koblingen gir mulighet for avbøyning mellom to rør ($15-30^{\circ}$) men rørene må legges i stilling før de presses sammen.

b. Aluminiumsrør.

Dette er den typen lettere rør som først ble tatt i bruk i flyttbare vatningsanlegg. Sjøl om det i dag selges lite aluminiumsrør, er det betydelige mengder av $1\frac{1}{2}$ " og 2" rør i bruk. Godstjukkelsen og vekta varierer noe, men rørene er betydelig lettere enn stålblekkørene. Følgende tabell over danske aluminiumsrør

viser dette.

DVI-rør.

Diameter utv. mm	60	76	89	102
- " -innv. mm	56	72	85	98
Vekt pr. 6 m rør med kobling og støttefot, kg	8	10	11,5	13

En har ikke tilsvarende data for norske rør, men det kan opplyses at det er solgt norske rør med diameter på opp til 4". I dag ligger prisen på aluminiumsrør betydelig over prisen på stålblikkrør og det er den vesentligste årsaken til at det nå selges lite aluminiumsrør.

Koblinger til aluminiumsrør.

Klokoblingen er mest brukt på aluminiumsrør. Koblingen har tre haker som griper i hverandre, men den tillater ingen avbøyning mellom rørene og er derfor altfor stiv. Koblingen kan valeses på aluminiumsrørene, men den leveres også med rørgjenger eller slangestuss. Hakene er det svakeste punktet på koblinga og de har lett for å bli slått av under transport eller når en forsøker å presse rørene til siden. Nye klokoblinger koster kr. 15,- - 20,- pr. par eller kr. 3,- - 3,50 pr. m rør.

BG-koblingen som er av sveitrisk fabrikat, blir en del brukt på aluminiumsrør. Den ene halvpart av koblingen består av en kule og en låsering, mens den andre halvparten er skålformet og har en flat gummipakning. Koblingen tillater stor avbøyning mellom rørene. BG-koblingen er enkel å montere på aluminiumsrørene.

Det er ofte spørsmål om å bytte ut de stive klokoblingene på aluminiumsrørene, men det faller dyrt sjøl med en så enkel kobling som BG-koblingen. En må i dag (1964) regne kr. 20,- - 25,- pr. kobling til 1½" og kr. 30,- - 35,- pr. kobling til 2" rør. Dette utgjør ca. kr. 5,50 pr. m for 2" rør.

Gjerdekoblingen er en norsk kobling for aluminiumsrør. Det er en enkel og solid kobling som har vært brukt på en del av de norske aluminiumsrørene.

c. Plastrør.

Plastrør blir i dag brukt en del i flyttbare anlegg. Den vesentligste årsaken til dette er at rørene faller rimelige i innkjøp. Skal rørene kappes opp i rimelige lengder, må de forsynes med rasjonelle hurtigkoblinger og det betyr en vesentlig økning av meterprisen på rørene. Enkelte plasser kan det være hensiktsmessig å bruke plastrør i store lengder, men de er da tunge å flytte.

Plastrør kommer sikkert til å bli brukt i større utstrekning enn nå, men en skal være oppmerksom på rørenes begrensning. Det selges mange kvaliteter av plastrør og en må ikke bruke rørkvaliteter som ikke tåler det trykket en har i anlegget. Dessuten skal en undersøke hva rørene vil koste når koblingene er tatt med. Prisen på rør uten koblinger kan bli temmelig missvisende.

PVC-rør med hurtigkobling i samme materiale er nå på markedet, men de er ikke i handelen her i landet ennå.

7. Spredere.

Det finnes en rekke ulike typer av spredere som kan deles i to grupper, sirkel-spredere og linjespredere. Sirkelsprederne deles igjen i store og små spredere

a. Sirkelspredere.

En del trekk er felles for alle disse sprederne. De har strålerør med dyse, strålebryter i en eller annen form og en drivmekanisme som kan ha sektorinnstilling. Sprederens oppgave er med minst mulig tap av energi å spre vatnet så jevnt som mulig ut over størst mulig flate når sprederen stilles opp og flyttes etter et bestemt mønster.

Kastevidda blir størst når strålerøret danner en vinkel på 30-35° med horisontalplanet slik en har det hos alle store og de fleste små sprederne. Hos små spredere kan denne vinkelen i enkelte tilfelle være langt mindre, f.eks. 12 eller 6 grader. Det hevdes at en lav-vinklet spreder er mindre påvirket av vind og de er dessuten mer hensiktsmessige når en f.eks. ønsker å vatne under tre-kronene i en frukthage. Kastevidda hos lav-vinklede spredere er mindre enn hos vanlige spredere, men i en frukthage kan en aldri regne med stor kastevidde på spredere som ikke vatner over trekronene.

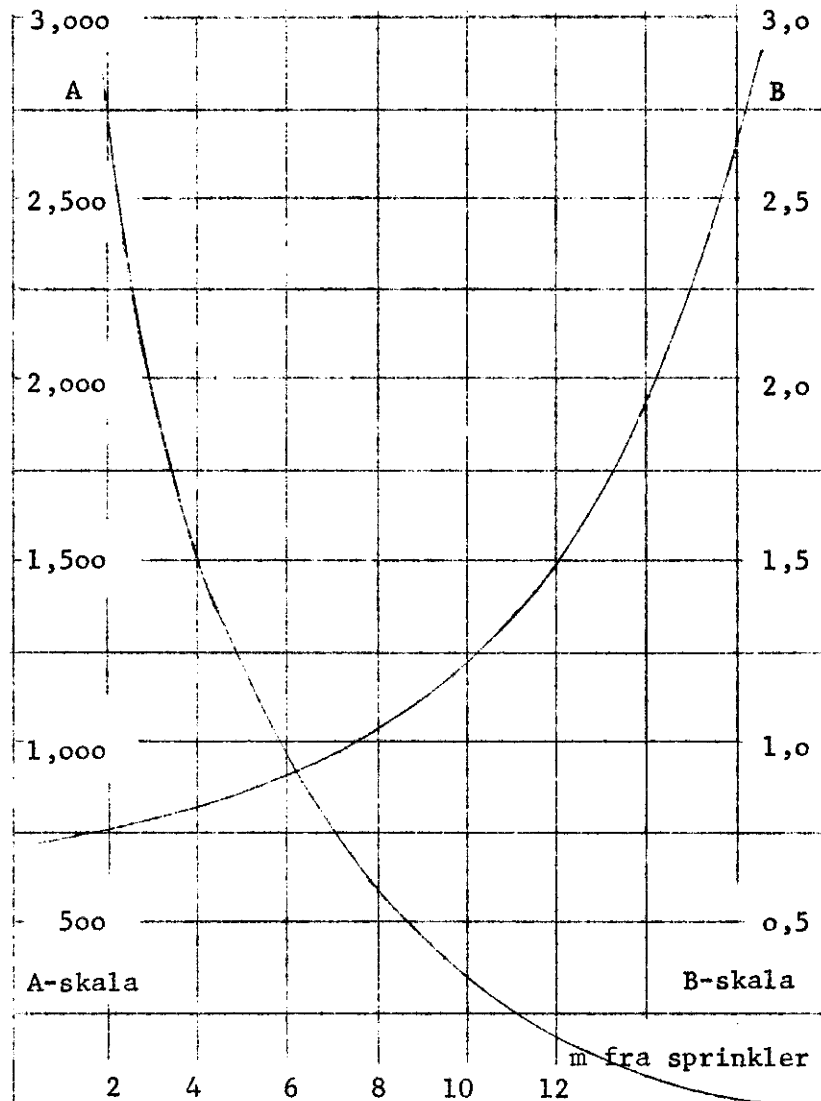
God lengde på strålerøret gir også større kastevidde og dermed større effektivt vatnet flate for hver oppstilling av sprederen. Turbulent strømming gjør sprederen mindre effektiv og det bygges derfor ofte inn en likeretter i strålerøret.

Likeretteren kan bestå av flere mindre rør, det kan være plater som står rett ut fra veggen i strålerøret eller det kan være to plater som danner et kors i strålerøret. Det er helst de noe større sprederne som er forsynt med likerettere. Forurensninger i vatnet kan henge seg på likeretteren og redusere kastevidden og en bør derfor undersøke formen på likeretteren der en har urent vatn.

Dysa har mindre åpning enn strålerøret og vatnet får her en stor hastighet i det det forlater sprederen. Formen på dyse har betydning for stråledannelsen.

Antall dråper pr.
100 cm² pr. time.

Gjennomsnittlig dråpe-
diameter i mm.



Turbulens i dysa gjør at stråla raskere rives opp og en større del av vatnet faller nærmere sprederen. Trykket har også stor innvirkning på stråla og det er forholdet mellom trykk og dysestørrelse som er avgjørende for dråpestørrelsen, og for såvidt også for fordelingen av vatnet. Et svakt trykk kan gi en stråle som er praktisk talt sammenhengende til den når bakken, mens høgt trykk gir forstøvning av vatnet. Spredere som skal ha stor kastevidde må ha relativt stor dyse og høgt trykk. Det er de store dråpene som på grunn av sin tyngde faller lengst ut mot periferien. Med bare små dråper oppnår en ikke stor kastevidde.

Ved bygging av spredere skal en ivareta to motstridende interesser, spredere skal ha størst mulig kastevidde med en bestemt dyse og et bestemt trykk samtidig som en også skal ha vatn nær sprederen.

Enkelte spredere er utstyrt med to motsatt stilte dyser. Hensikten med dette kan være å øke vassmengden eller å få en bedre fordeling av vatnet. Det kan også være et moment at sprederen blir mer stabil, noe som er av betydning f.eks. ved slangevatning.

Det ser imidlertid ut til at det i de fleste tilfelle er liten fordel med to dyser da vassforbruket pr. spreder og regnintensiteten helst blir for stor. I tilfelle det brukes to dyser, bør det være stor forskjell på størrelsen.

Hos store sprederer har en i blandt også en liten dyse som driver et turbinhjul og dreier sprederen rundt samtidig som den vatnet området nærmest sprederen.

For å oppnå en jevn fordeling av vatnet nyttes det ofte strålebrytere som river opp stråla. Strålebryteren kan være fast montert så den griper inn i stråla hele tida eller den arbeider periodisk så en i ett øyeblikk har hel stråle og full kastevidde og i neste øyeblikk har brutt stråle. De fleste sprederne som brukes i dag, har drivmekanismen utformet slik at den samtidig virker som strålebryter.

Vassføring og omtrentlig kastevidde for forskjellig dyseåpning og forskjellig arbeidstrykk.

Dyse- åpning i mm	Arbeids- trykk i m	Vass- føring i l/sek.	Kastevidde i m (vatningsradius)		Jamt vatnet flate	
			Til de ytterste dråper	Jamt vatnet flate	Areal i m ²	Nedbør i mm/time
6	15	0,50	13,5	11,3	400	4,1
	20	0,56	13,5	11,3	400	4,5
	25	0,61	14,0	11,7	430	4,6
	30	0,68	14,0	11,7	430	5,1
	35	0,73	14,5	12,1	460	5,1
	40	0,82	14,5	12,1	460	5,7
8	20	1,22	21,0	17,5	960	4,1
	30	1,44	23,0	19,0	1130	4,1
	40	1,61	23,0	19,0	1130	4,6
	50	1,85	23,0	19,0	1130	5,3
10	20	1,68	20,5	16,0	800	6,8
	30	2,03	24,0	20,0	1250	5,2
	40	2,38	24,0	20,0	1250	6,2
	50	2,63	24,0	20,0	1250	6,8
12	20	2,41	20,0	16,5	850	9,2
	30	2,88	24,0	20,0	1250	7,5
	40	3,26	26,0	21,5	1450	7,2
	50	3,93	27,0	22,5	1590	8,0
	60	4,02	28,0	23,5	1730	7,5
14	30	3,26	26,0	21,5	1450	7,3
	40	3,67	32,0	26,5	2200	5,4
	50	4,50	37,0	30,5	2920	5,0
	60	5,00	38,0	32,0	3220	5,0
16	30	4,72	32,5	27,1	2310	6,6
	40	5,28	36,0	30,0	2830	6,0
	50	6,39	38,0	31,7	3160	6,6
	60	6,83	39,0	32,5	3320	6,7
18	30	5,85	35,0	29,2	2680	7,1
	40	6,80	36,0	30,4	2900	7,6
	50	7,65	38,0	32,2	3260	7,6
	60	8,35	39,0	33,0	3420	7,9

Tabellen er utarbeidd på grunnlag av målinger utført på Kloner. Det er brukt riktig utbora dyse og en spreder med kastevinkel 35°. For dyseåpninger 16 og 18 mm er tallene delvis henta fra utenlandske kilder.

Ved utrekninga av "Nedbør mm/time" er total vassmengde redusert med 10 % til utligning av fordunstingstap, ujamnt nedslag m.v. Etter K.K. Sortdal.

Drivmekanismen er utformet på mange måter. På enkelte større spredere driver hovedstråla eller stråla fra en liten ekstra dyse et turbinhjul. Denne bevegelsen overføres så ved hjelp av et eksenter på en tannkrans og får strålerøret til å dreie rundt med en passende hastighet. På andre spredere danner dysa en vinkel med akse i strålerøret så en får et reaksjonstrykk som driver strålerøret rundt. Samtidig er det en bremsemekanisme som regulerer omløpstida. Et tredje system som blir brukt til å drive sprederen rundt, er et sett skovler som roterer i horisontalplanet over sprederen og som drives rundt av stråla. Skovlene kan stilles mer og mindre på skrå og omløpstida forandres med hastigheten på skovlene.

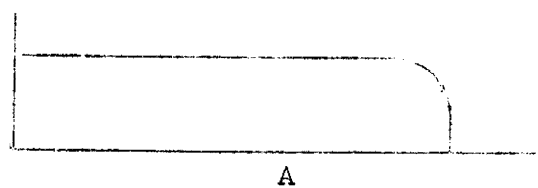
På små spredere er det en svingarm som pendler fram og tilbake i horisontal eller vertikal planet og som får strålerøret til å dreie noen grader hver gang den slår an mot strålerøret. Det er vass-stråla som tvinger svingarmen ut til siden, mens det er en fjær som presser armen tilbake mot sprederen. Stråla brytes hver gang armen slår inn i stråla.

En liten spreder som kaster vatnet 15 m, vatner en sektor med bredde på ca. 50-75 cm i en bestemt stilling. For å få vatnet noenlunde jevnt fordelt over sirkelflata for hver omdreining av sprederen, bør svingarmen slå 125-200 slag pr. omdreining. Sprederne bør ikke rotere fortere enn at en får vatnet hele sirkelflata for hver omdreining.

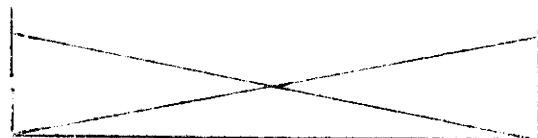
Det er mange forhold som virker på spreders omløpstid så som svingarmens konstruksjon, fjæra som driver svingarmen og vasstrykket i sprederen. Er trykket svakt, dreier svingarmen bare et kort stykke ut til siden og slaget blir svakt. En får mange korte slag, stråla brytes ofte og en får mer vatn nær sprederen. Når svingarmen dreier lagt ut til siden, bryter den stråla med lengere mellomrom og en får mer vatn i den ytre delen av sirkelen. En skal ikke justere fjæra på svingarmen uten å kontrollere resultatet da virkningen kan bli helt forskjellig fra det som er tilsiktet.

Til å begynne med la en an på å få fordelt vatnet så jevnt som mulig ut over sirkelflata, A, men sprederen skal flyttes og det er fordelingen av vatnet ved flere oppstillinger av sprederen som må være avgjørende.

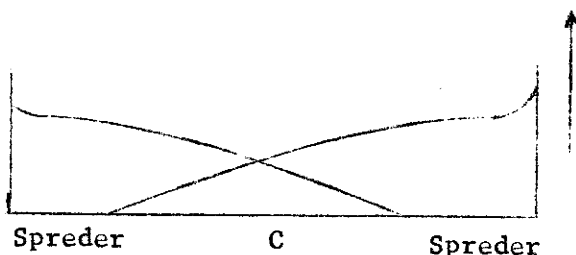
Når sprederen stilles opp med en avstand lik den effektive kastevidda, vil fordelingskurver som vist i B være ønskelig. Dette oppstillingsmønstrer er mye brukt i U.S.A., men det fordrer et stort antall spredere og fordelingen blir ikke så god i firkantforband.



A

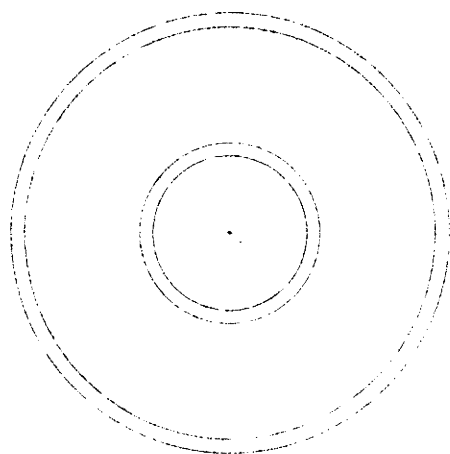


B



mm vatning

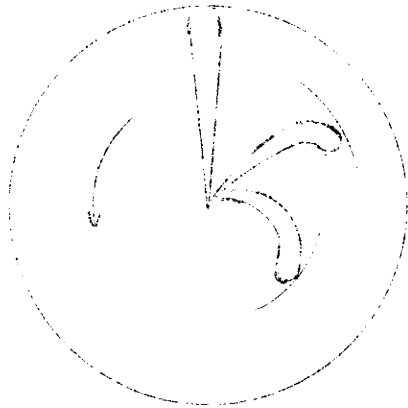
I praksis er det vanskelig å bedømme fordelingen av vatnet rundt sprederen. Et belte som er 1 m bredt og ligger 15 m fra sprederen er $94,2 \text{ m}^2$ mens et til-



svarende belte i 5 m's avstand fra sprederen er på $31,4 \text{ m}^2$. Det må derfor falle mye mer vatn i den ytre delen av sirkelen. Når en justerer fordelingen av vatnet, må en kontrollere resultatet ved å sette opp nedbørmålere på sirkelflata og måle hvordan fordelingen er fra sprederen og utover.

Regnintensiteten, antall mm pr. time, for en bestemt spreder blir regnet ut etter vassforbruket (l/time) dividert med vatnet flate (m^2). Den regnintensiteten en har i et sektorutsnitt i det øyeblikk stråla passerer er betydelig større og den øker når omdreiningshastigheten avtar. I de fleste tilfelle ønsker en liten regnintensitet og sprederen må derfor ikke gå for sakte. Hvis sprederen på den annen side roterer raskt, bøyer stråla av og kastevidda avtar. Det gjelder derfor å finne et optimalt område og for små spredere regner en at dette ligger ved 30-150 sek. pr. omdreining. Store spredere med større kastevidde bør ha noe lengre omløpstid enn små spredere.

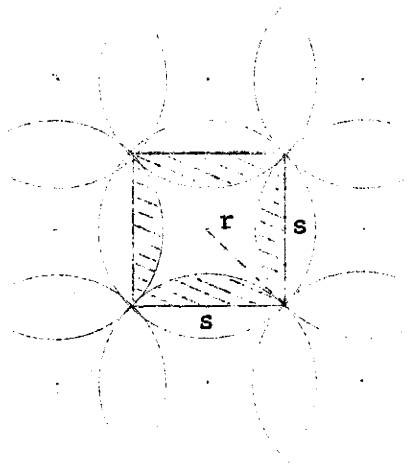
Sprederne kan stilles opp etter forskjellige mønstre, men en bør så langt det er praktisk gjennomførlig velge et mønster som gir minst mulig overlapping og



dermed størst mulig effektivt vatnet flate for hver oppstilling av sprederen. En trenger da færre oppstillinger for å dekke et bestemt areal og det blir mindre arbeid med anlegget.

Anlegg med mange små sprederer på en sprederledning kan ha større eller mindre avstand mellom sprederne på sprederledningen uten at dette betyr noe nevneverdig for arbeidet med anlegget. Stor overlapping vil imidlertid i dette tilfelle øke anleggskostnadene da det krever flere sprederer og dette er også noe en helst vil unngå.

Firkantforband kaller en det oppstillingsmønsteret en har når sprederens eller sprederens oppstillingspunkter danner hjørnene i rettvinklede firkanter.



Kaller en radien i sirkelen for r og sida i den effektivt vatnede flata for s , får en:

Sirkelflata: πr^2

Kvadratet: s^2

Nå har en at $r^2 + r^2 = s^2$ og at

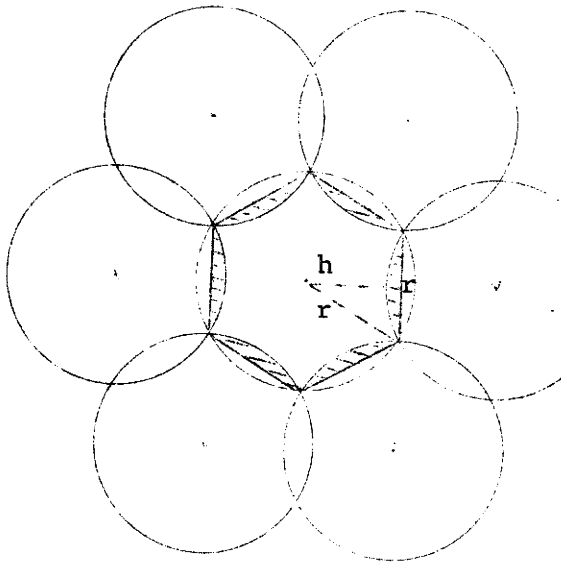
$$s^2 = 2 r^2 \text{ eller } s = \underline{\underline{\sqrt{2} \cdot r}}$$

Forskjell mellom sirkel og kvadrat er $\pi r^2 - 2 r^2$ og regner en dette i % av kvadratet får en:

$$\frac{\pi r^2 - 2 r^2}{2 r^2} \cdot 100 = \underline{\underline{57}}$$

Firkantforband gir i dette tilfelle en overlapping på 57 %.

Trekantforband har en når oppstillingspunktene for sprederne danner trekkanter. Kaller en radien i den effektivt vatnede sirkelflata for r , blir også siden i den innskrevne sekskanten r .



En får her:

$$h^2 = r^2 \div \left(\frac{r}{2}\right)^2 = r^2 \div \frac{r^2}{4} = \frac{3}{4} r^2$$

$$h = \frac{r}{2} \sqrt{3}$$

Sekskantens areal:

$$6 \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{r}{2} \sqrt{3} = \frac{3}{2} r^2 \cdot \sqrt{3}$$

$$\frac{\pi \cdot r^2 \div \frac{3}{2} r^2 \cdot \sqrt{3}}{\frac{3}{2} \cdot r^2 \sqrt{3}} \cdot 100 =$$

$$\frac{2\pi \div 3\sqrt{3}}{3 \cdot \sqrt{3}} \cdot 100 = \underline{21}$$

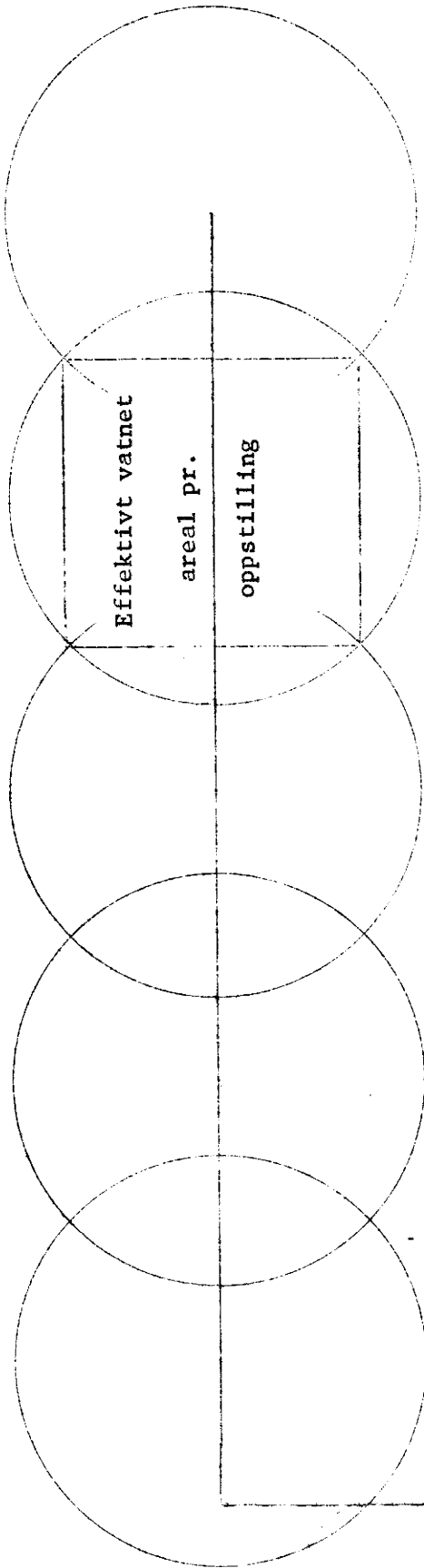
Etter dette skulle trekantforband gi en overlapping på 21 %. I praksis vil det bli større overlapping både med firkantforband (\square) og med trekantforband (\triangle). Dette viser at trekantforband gir best fordeling av vatnet for de oppstillingsmønstre som det er vanlig å bruke her i landet.

Store sprederer - små sprederer.

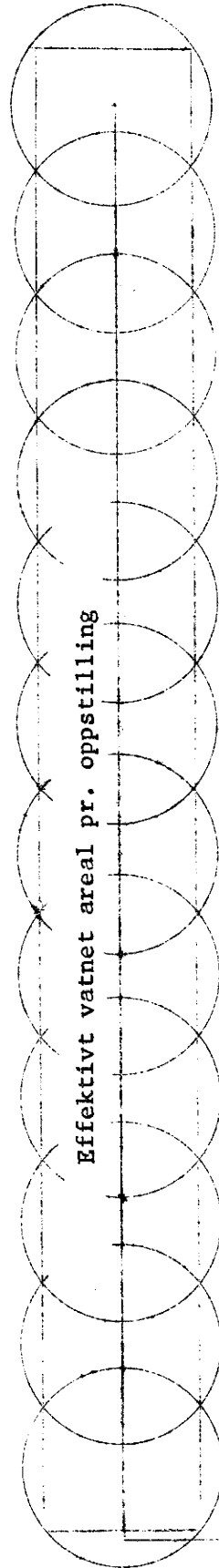
Størrelsen på sprederne som brukes i dag, varierer mye og det er ikke noe skarpt skille mellom det en kaller for store og små sprederer. Når vi taler om store sprederer mener vi imidlertid sprederer med en dyse på 8 mm eller større. De største sprederne som brukes her i landet har dyser på 20-22 mm. Kastevidden og regnintensiteten blir vesentlig større enn hos små sprederer og arbeidsrytmen og bruken av anlegget blir derfor også forskjellig fra anlegg med små sprederer.

De små sprederne har vanligvis dyser på 4-7 mm og en regnintensitet som ligger mellom 3 og 6 mm/time. Sprederne vatner et areal på 0,4-0,7 da for hver oppstilling og det må derfor brukes mange små sprederer samtidig for å få like stor kapasitet på anlegget som en har med f.eks. en eller to store sprederer.

En av fordelene med de små sprederne er at de gir et finere regn. Dette har særlig betydning på tyngre jordarter der en risikerer skorpedannelse etter et kraftig regnvær. En jord med mye finpartikler har dessuten lett for å bli tett så den ikke tar til seg så mye vatn pr. tidsenhet og vatning med en stor spreder kan da føre til avrenning på overflata.



Eks: Dyse 16 mm, Trykk 40 m, Regnhøgde 11 mm/time. (1 spredere).



Eks: Dyse 5 mm, Trykk 35 m, Regnhøgde 4 mm/time. (12 spredere).

Låg regnintensitet betinger lengre vatningstid for hver oppstilling. Små sprederer kan med fordel flyttes tre ganger i døgnet når en skal vatne med ca. 30 mm. En regnintensitet på 4 mm/time gir 30 mm i løpet av $7\frac{1}{2}$ time.

Vatning om natta har mange fordeler. En har lite tap av vatn, bedre sprenning på motoren og som regel stillere vær enn om dagen. Med små sprederer kan en gjennomføre nattvatning uten særlig overtidsarbeide og det må betegnes som en vesentlig fordel.

Vasstapet under sjølve spredningen av vatnet kan bli stort på varme og tørre dager. Vasstapet blir størst der en har stor overflate under spredningen og små sprederer har derfor større tap av vatn enn store sprederer. Om natta er det ubetydelig tap av vatn og en har de beste forhold for vatning på den tid. En av grunnene til at en ikke anbefaler sprederer med svært låg regnintensitet (mindre enn 3-4 mm/time), er at en får uforholdsmessig stort tap av vatn under vatning i varmt og tørt vær.

Oppstilling og flytting.

De store sprederne stilles som regel opp på spesielle stativer, men de kan også monteres på sprederledningen. Kastevidda blir om lag den samme i begge tilfelle, men det er lettere å få stilt opp sprederne i bakker når en har stillbare stativer.

Oppstillingsmønstrer for store sprederer bør være trekantforband. Dette gir minst overlapping og en får færre oppstillinger og mindre arbeid med flytting av anlegget. En må være omhyggelig ved valg av oppstillingspunkter og til å begynne med bør en måle ut hvor sprederen skal stå. Det er ikke så sjelden en ser at det står igjen trekantner som har fått for lite vatn, fordi sprederen har vært flyttet for langt. Avstanden mellom oppstillingspunktene er avhengig bl.a. av dysestørrelsen og trykket og de data som oppgis av fabrikanten, må bare betraktes som rettleidende. Er det f.eks. vind når en vatner, må en ta hensyn til det når en flytter sprederen.

Eks. på kapasiteten hos en stor spreders.

(Perrot P 46 BZ).

Dyse mm	Arbeids- trykk m	Kaste- vidde m	Vass- forbruk m ³ /time	Avstand mellom		Vatnet areal m ²		Vatning mm/time	
				□	△	□	△	□	△
12	35	28,0	10,13	30/36	36/42	1080	1512	9,40	6,71
	40	29,2	10,83	36/36	42/42	1296	1764	8,36	6,13
	45	29,6	11,49	36/36	42/42	1296	1764	8,87	6,51
	50	30,4	12,11	36/36	42/42	1296	1764	9,36	6,87
14	35	30,0	13,87	36/36	42/42	1296	1764	10,74	7,87
	40	31,2	14,82	36/42	42/48	1512	2016	9,80	7,36
	45	32,2	15,72	36/42	42/48	1512	2016	10,40	7,81
	50	32,8	16,58	42/42	42/48	1764	2016	9,38	8,22
16	35	32,2	18,11	36/42	42/48	1512	2016	11,97	9,00
	40	33,6	19,38	42/42	48/48	1764	2304	10,98	8,40
	45	34,6	20,56	42/42	48/48	1764	2304	11,65	8,91
	50	35,5	21,66	42/48	48/54	2016	2592	10,75	8,36
18	35	34,3	23,05	42/42	48/48	1764	2304	13,05	10,00
	40	35,5	24,64	42/48	48/54	2016	2592	12,25	9,52
	45	36,7	26,12	42/48	48/54	2016	2592	12,95	10,05
	50	37,6	27,53	42/48	54/54	2016	2916	13,65	9,45
20	35	35,8	29,00	42/48	48/54	2016	2592	14,40	11,20
	40	37,4	31,20	42/48	54/54	2016	2916	15,50	10,70
	45	38,5	32,80	48/48	54/54	2304	2916	14,22	11,25
	50	39,6	34,60	48/48	54/60	2304	3240	15,00	10,68
22	35	37,5	34,45	42/48	54/54	2016	2916	17,12	11,83
	40	38,9	37,50	48/48	54/54	2304	2916	16,27	12,88
	45	40,3	39,05	48/54	54/60	2592	3240	15,06	12,05
	50	41,4	41,10	48/54	60/60	2592	3600	15,85	11,42

Eks. på kapasiteten hos en liten spreder
(Perrot LKA 30).

Dyse mm	Arbeids- trykk m	Kaste- vidde m	Vass- forbruk m ³ /time	Avstand mellom spreaderne m.		Vatnet areal m ²		Vatning mm/time	
				□	△	□	△	□	△
4,5	20	13,7	1,07	12/18	18/18	216	324	4,96	3,30
	25	14,8	1,20	18/18	18/24	324	432	3,71	2,78
	30	15,7	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	35	16,4	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	40	17,0	1,52	18/24	24/24	432	576	3,52	2,64
5,0	20	13,8	1,33	12/18	18/18	216	324	6,16	4,11
	25	15,0	1,48	18/18	18/24	324	432	4,57	3,43
	30	16,0	1,63	18/18	18/24	324	432	5,04	3,77
	35	16,7	1,76	18/24	24/24	432	576	4,08	3,05
	40	17,3	1,88	18/24	24/24	432	576	4,35	3,26
5,5	20	14,4	1,62	18/18	18/24	324	432	5,00	3,75
	25	15,6	1,82	18/18	18/24	324	432	5,62	4,22
	30	16,6	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	35	17,3	2,14	18/24	24/24	432	576	4,95	3,71
	40	17,8	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	20	15,6	1,94	18/18	18/24	324	432	5,98	4,48
	25	16,8	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	30	17,6	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	35	17,9	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	40	18,1	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	20	17,3	2,64	18/24	24/24	432	576	6,11	4,58
	25	18,5	2,96	24/24	24/30	576	720	5,13	4,12
	30	19,4	3,22	24/24	24/30	576	720	5,58	4,48
	35	20,0	3,48	24/24	24/30	576	720	6,04	4,84
	40	20,6	3,73	24/24	30/30	576	900	6,48	4,14

Anlegg med små sprederer krever som allerede nevnt et stort antall sprederer. Disse stilles opp i serier og antallet i hver serie er i første rekke avhengig av lengden på feltet som vatnes. Sprederne monteres fast på sprederledningen med et anboringsklammer og ved hver spreder skal det være en støt-tefot på røret. Mellom anboringsklammeret og sprederen kan det settes inn et 1" rør på 15-20 cm så en får sprederen i passende høyde over bakken. Sprederen behøver ikke stå helt over den veksten som vatnes, det er nok at stråla så vidt går klar av bladverket.

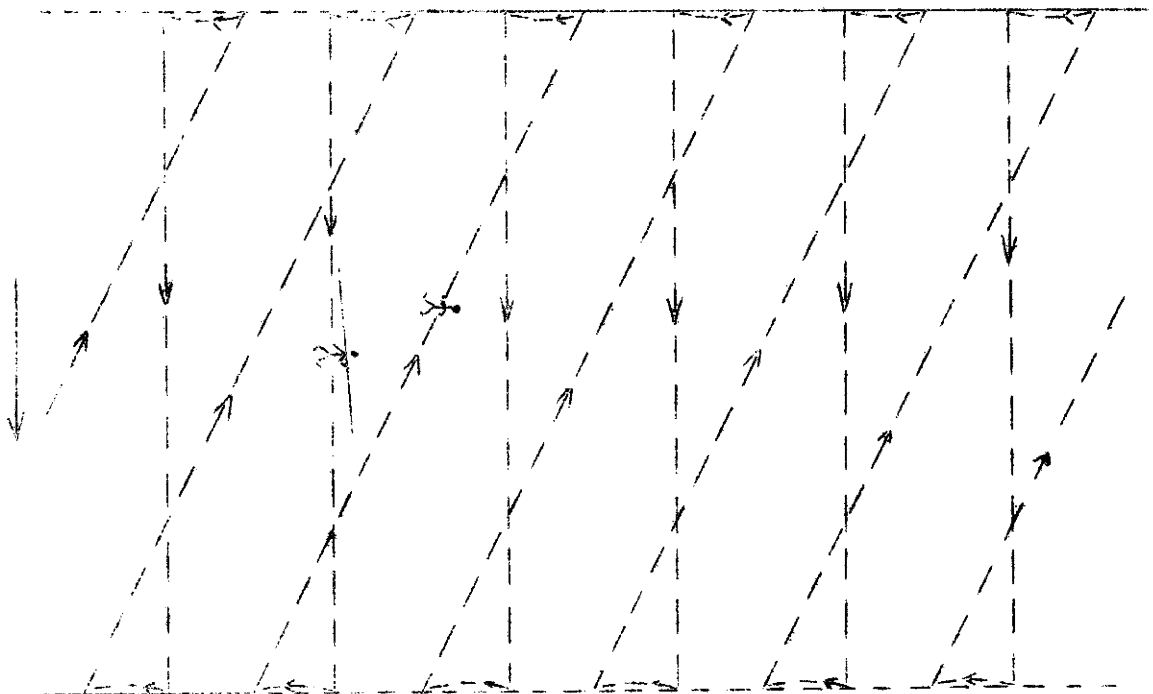
Avstanden mellom sprederne vil også her variere med dysestørrelsen og trykket. Dessuten er avstanden tilpasset lengden på hurtigkoblingsrørene (6 m). Vanlige avstander mellom sprederne og sprederledningene er henholdsvis 18 og 18 m, 18 og 24 m eller 24 og 24 m.

Trekantforband kompliserer flyttingen av sprederne og det brukes derfor svært ofte firkantforband. Med et oppstillingsmønster på 18 x 24 m bør en som regel ha den korteste avstanden mellom sprederne og den lengste mellom sprederledningene. Dette gir mindre arbeide med flytting av anlegget. I enkelte tilfelle kan det imidlertid bli nødvendig å øke avstanden mellom sprederne og ta kortere flytt av sprederledningen for å rekke over et ekstra langt felt.

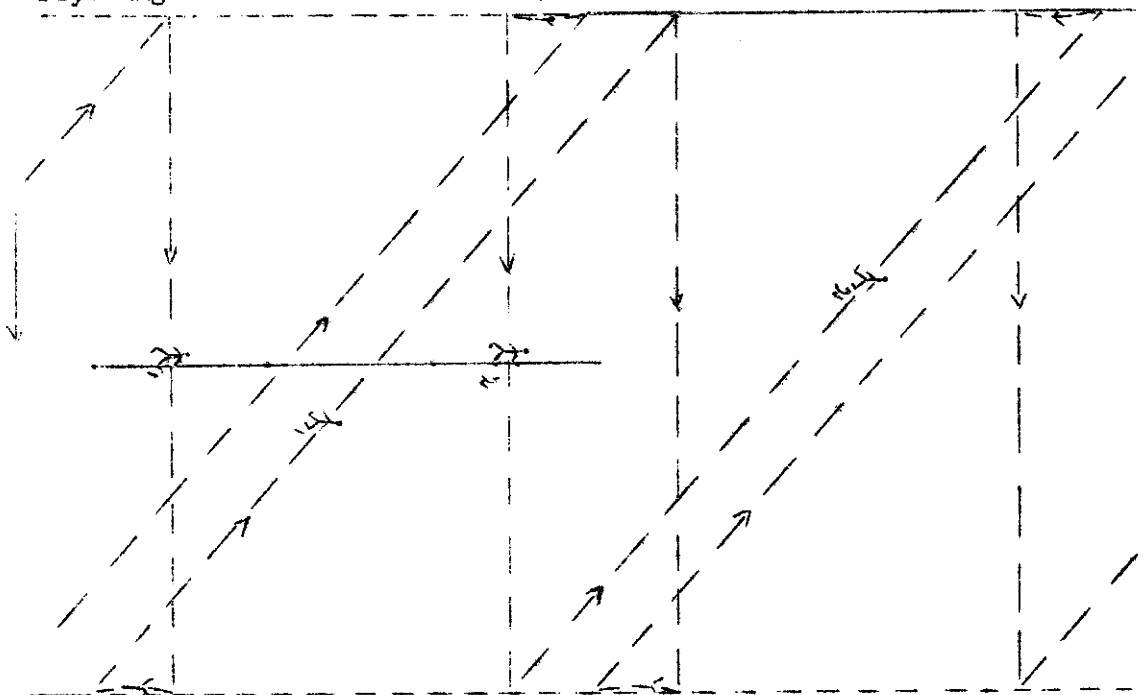
Anlegg med små sprederer er under de fleste forhold mindre arbeidskrevende enn anlegg med store sprederer. Dette skyldes for en stor del at en slipper å ta så mange turer ut til vatningsanlegget og en får en mer systematisk og forsåvidt enklere flytting av rørene.

En ledningsstreng kan flyttes på mange måter og arbeidsforbruket kan variere en god del. Som et eksempel kan en nevne en ledning på 17 rør (102 m) som skal flyttes 24 m til siden. Hvis én mann flytter ett og ett rør vil han måtte tilbakelegge en strekning på 1065 m. Er det to som flytter ledningen ved å ta ett og ett rør, tilbakelegger de tilsammen 1225 m, men bærer de tre sammenkoblede rør mellom seg, tilbakelegger de i alt bare 865 m.

Flytting av ett og ett rør.

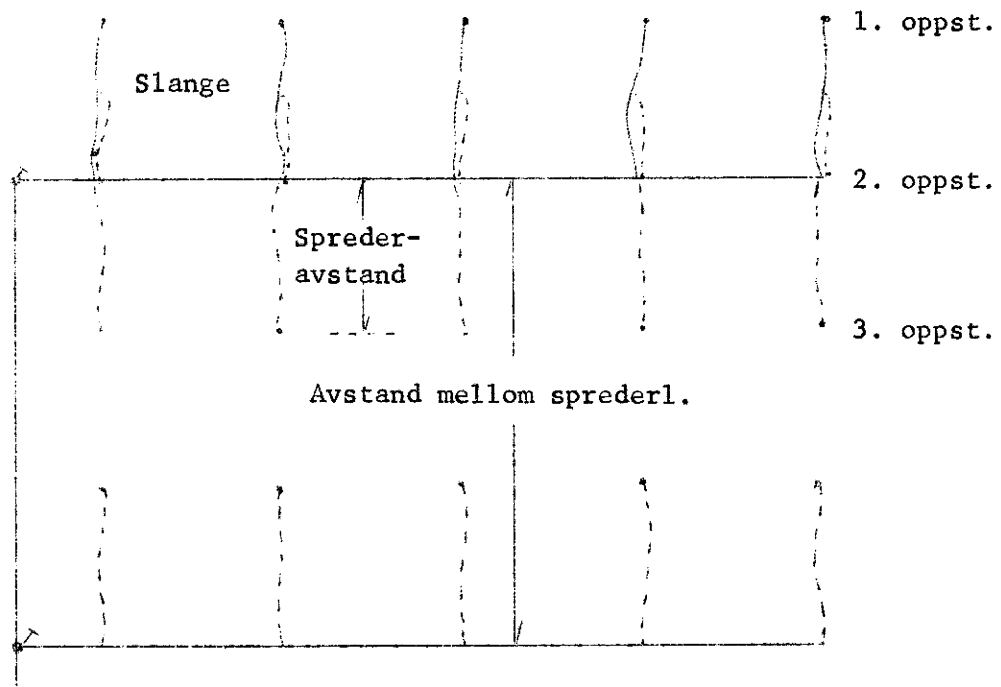


Flytting av tre sammenkoblede rør.



Etter hvert er det kommet en rekke nye system som går ut på å forenkle oppstillinger og flyttinger av sprederne. En taler gjerne om rekkevatning når en bruker mange små sprederer som er montert i serie på en lengere sprederledning. Enkelte ganger kobles det inn en $\frac{1}{2}$ " - 1" slange mellom anboringsklammeret på sprederledningen og sprederen og en taler da om slangevatning. Lengden på slangen kan variere fra 10-12 m oppover til 25-30 m.

Hensikten med et slikt system skal være at en kan velge et friere oppstillingsmønster for sprederen og at en får lettere arbeide med flytting av anlegget. Når sprederledningen er lagt ut, kan en få en 3-4 oppstillinger av sprederen før det er nødvendig å flytte sprederledningen. Arbeidet med flytting av



sprederne er lett og en kan ta traktor med tilhenger til hjelp når en flytter rørene.

Det kan være vanskelig å få sprederne til å stå når jorda blir oppbløtt, men det går bra når sprederen er montert på en pigg som trækkes ned i bakken. Det er ellers utviklet mange patenter i forbindelse med denne typen av vatningsanlegg og en del er allerede tatt i bruk i praksis.

b. Linjesprederer.

Linjesprederne representerer en form for rekkevatning uten at de derfor blir brukt til vanlig vatning på friland. Utformingen er forskjellig og en kan ha rør som er perforert eller det kan være rør som har dyser (firkantdyser) i en avstand av 6 - 12 m. Rørene ligger stille på bakken og en vatner en bredde på ca 10 m for hver oppstilling. Regnintensiteten er som regel svært høy for

denne typen av spredere.

Den egentlige linjesprederen har et dyserør som er forsynt med små dyser i en avstand av ca. 50 cm. Røret ligger på et stativ og dreier fram og tilbake så en får vatnet 6-8 m til hver side. Dysen har vanligvis en boring på ca. 1 mm og diameteren på dyserøret må avpasses etter den totale lengden. Røret svinges fram og tilbake av en pulsator som drives av vasstrykket.

Linjesprederen har den fordelen at den vatner en rektangulær flate, og fordelingen av vatnet er bra når sprederen arbeider med riktig hastighet og trykk. Sprederen er brukt en del i gartnerier og planteskoler, men den kan ikke anbefales på større felter da flyttingen av sprederen er arbeidskrevende.

IV TRYKKTAP I ANLEGGET

a. Trykktap i hoved- og fordelingsledninger.

I begrepet manometrisk oppfordringshøgde inngår trykktap i anlegget. Grunnlaget for forståelsen og beregningen av trykktapet er gitt i hydrodynamikken og skal ikke omtales her. En skal bare repetere de vesentligste punktene.

En enkel formel for beregning av trykktapet er Langs formel:

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

h_f er trykktapet i en rett ledning, λ er rørfriksjonskoeffisienten, l er rørlengden i m, d er innvendig rørdiameter i m, v er hastigheten i m sek⁺¹ og g er tyngdens akselerasjon, 9,81 m sek⁺².

Rørfriksjonskoeffisienten kan beregnes etter en formel:

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

α er en koeffisient som bestemmes av rørets innvendige overflate. For svært glatte rør kan α være 0,012. For galvaniserte stålrør med mer ru overflate, settes α til 0,02.

Vassmengden gjennom en rørledning, Q , er lik arealet av lysåpningen ganger vasshastigheten:

$$Q = F \cdot v$$

Tverrsnittet er konstant og en økning av Q betyr en økning av v. Av Langs formel ser en et trykktapet øker med kvadratet av hastigheten og at en derfor meget raskt kommer opp i store trykktap når vassmengden og dermed hastigheten øker.

Hvor store hastigheter en kan tillate vil variere med forholdene på stedet og utformingen av anlegget. Som en regel kan en si at hastigheten ikke bør overstige 2 m sek^{-1} og slett ikke $2,5 \text{ m sek}^{-1}$. Det er også en nedre økonomisk grense som med samme forbehold kan settes til ca. 1 m sek^{-1} for vanlige store dimensjoner. For mindre dimensjoner må en ned på lågere hastigheter.

For flere typer av rørledninger er trykkfallet regnet ut etter Kutter og Ganguillet's formel:

$$v = \frac{50 \cdot d}{2m + \sqrt{d}} \cdot \sqrt{t}$$

v = hastighet i m/sek.

t = spesif. trykktap i m/m rør.

m = rørkoeffesient.

I vanlige støpejernsrør og galvaniserte smijernsrør har en ganske ru overflate og m settes her lik 0,25. I de samme rørene er det vanlig å regne 2 mm reduksjon av diameteren for framtidig rustbelegg.

I glattere rør har m en mindre verdi og for plastrør er det vanlig å sette $m = 0,15$. Den samme verdien skulle også kunne brukes for sementasbestrør, men for disse to rørtypene er det ingen grunn til å regne noen reduksjon av diameteren.

Ved henvendelse til fabrikanten kan en som regel få trykktapstabeller for rørene, men det er grunn til å undersøke hvilken formel og hvilken koeffesient det er regnet med i hvert enkelt tilfelle.

En ser alt for ofte at rørledningene er underdimensjonert i eldre anlegg. Da anlegget ble bygt, valgte en en snau dimensjon og etter hvert har en fått et rustbelegg som reduserer lysåpningen i rørene. Dette har relativt sett størst virkning i mindre rørdimensjoner der et rustbelegg på f.eks. 1 mm gir en tydelig økning i trykktapet. Rustbelegg er en faktor det må tas hensyn til når en dimensjonerer anlegg med metallrør.

Foruten trykktapet i den rette ledningen har en trykktap i botnventil, bend, skjøter og ventiler. En kan i følge hydromeknikken beregne dette trykktapet ved å bruke en faktor for vedkommende del og multiplisere med hastighets-
høgda.

Det forekommer også at en angir hvor mange meter rett ledning f.eks. en botnventil tilsvarer med hensyn på trykktapet. Dette gir en enklere trykktapsberegning.

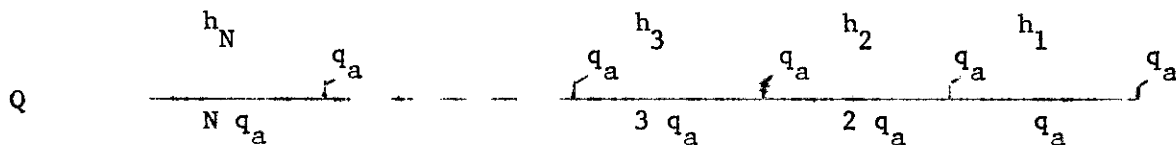
Ved dimensjonering av et vatningsanlegg er det mange usikre og varierende faktorer. Lengden på innkoblet ledning, geometrisk høyde og vassmengden varierer etter som en flytter sprederne rundt om på eiendommen. Det er derfor ingen grunn til å regne trykktapet med overdreven nøyaktighet.

Når en har beregnet trykktapet i en rett ledning, setter en i praksis trykktapet i bend, skjøter, ventiler o.l. til 10 % av det trykktapet en har i den rette ledningen.

Trykktapet i en sprederledning med mange små spredere.

I anlegg med mange små spredere kobler en vanligvis sprederne til sprederledningen med en inbyrdes avstand på 12, 18 eller 24 m. Antall spredere varierer mye og i større anlegg kan en ha over 20 spredere på en sprederledning.

Størrelsen av trykktapet i en sprederledning med mange spredere kan beregnes på følgende måte.



$$q_a = \frac{Q}{N},$$

N = antall spredere
 L = lengden av sprederledningen
 s = avstand mellom spredere

Trykktapet i følge Lang's formel:

$$h_f = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{v^2}{2g},$$

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{\frac{\pi d^2}{4}} = K_1 \cdot \frac{Q}{d^2}$$

Da er:

$$h_f = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{K \cdot \frac{Q^2}{d^4}}{2g} = K_2 \frac{L}{d} \cdot \frac{Q^2}{d^4},$$

$$h_1 = K_2 \cdot \frac{s \cdot (q_a)^2}{d^5}$$

$$h_2 = K_2 \cdot \frac{s \cdot (2 q_a)^2}{d^5}$$

$$h_N = K_2 \cdot \frac{s \cdot (N \cdot q_a)^2}{d^5} = \frac{(K_2 \cdot s \cdot q_a^2) \cdot N^2}{d^5}$$

Trykktapet i hele ledningen: H_f

$$H_f = \sum (h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_N)$$

$$= \frac{K_2 \cdot s \cdot q_a^2}{d^5} \sum (1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + N^2)$$

Setter en så:

$$\frac{L}{N} = s, \quad \frac{Q}{N} = q_a \quad \text{og} \quad \sum N^2 = (1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + N^2)$$

får en:

$$H_f = \frac{K_2}{d^5} \cdot \frac{L}{N} \cdot \frac{Q^2}{N^2} \cdot \sum N^2 = \frac{\sum N^2}{N^3} \cdot \left[\frac{K_2 \cdot L \cdot Q^2}{d^5} \right]$$

På generell form har en

$$H_f = \frac{\sum N^m}{N^{m+1}} \cdot \left(\frac{K \cdot L \cdot Q^m}{d^{2m+1}} \right)$$

I denne formelen er det som står i parentes, trykktapet i den rette ledningen ved full vassføring. Trykktapet i en ledning med én eller flere spredere er derfor lik trykktapet i den rette ledningen multiplisert med en faktor:

$$F = \frac{\sum N^m}{N^{m+1}} \quad . \quad \text{Her bruker vi } m = 2 \text{ og får følgende verdier for } F.$$

Antall spredere (N)	F	Antall spredere (N)	F
1	1,0	16	0,365
2	0,625	17	0,363
3	0,518	18	0,361
4	0,469	19	0,360
5	0,440	20	0,359
6	0,421	22	0,357
7	0,408	24	0,355
8	0,398	26	0,353
9	0,391	28	0,351
10	0,385	30	0,350
11	0,380	35	0,347
12	0,376	40	0,345
13	0,373	50	0,343
14	0,370	100	0,338
15	0,367	00	0,333

Eks. Beregn trykktapet i en 350 m lang hovedledning og en sprednerledning med 10 spredere. Hver spredner tar 30 l/min. og avstanden mellom sprednerne er 18 m. En forutsetter samme vassføring i alle sprednerne og setter sprednerledningens totale lengde til $(9 \times 18) + 12 = 174$ m.

Vassføringa blir her 300 l/min. = 5 l/sek. En prøver med en 3" ledning, innvendig diameter 76 mm.

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{5 \cdot 4}{\pi \cdot (0,76)^2} = \frac{20}{3,14 \cdot 0,5776} = 11,03 \text{ dm/sek.} = \underline{1,10 \text{ m/sek.}}$$

Trykktapet i hovedledningen blir da når vi beregner λ :

$$\lambda = \alpha + \frac{0,0018}{\sqrt{v \cdot d}} = 0,02 + \frac{0,0018}{\sqrt{1,1 \cdot 0,076}} = 0,02 + \frac{0,0018}{0,2891} =$$

$$0,02 + 0,0062 = \underline{0,0262}$$

$$h_f = 0,0262 \cdot \frac{350}{0,076} \cdot \frac{1,1^2}{19,62} = 0,0262 \cdot 4605,2 \cdot 0,06167 = \underline{7,4 \text{ m}}$$

Trykktapet i sprednerledningen blir når en bruker 70/67 mm rør:

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{5 \cdot 4}{\pi \cdot 0,067^2} = \frac{20}{3,14 \cdot 0,4489} = 14,19 \text{ dm/sek.} = 1,42 \text{ m/sek.}$$

$$\lambda = \alpha + \frac{0,0018}{\sqrt{v \cdot d}} = 0,02 + \frac{0,0018}{\sqrt{1,42 \cdot 0,067}} = 0,02 + \frac{0,0018}{0,30844} =$$

$$0,02 + 0,0058 = \underline{0,0258}$$

$$h_f = 0,0258 \cdot \frac{174}{0,067} \cdot \frac{1,42^2}{19,62} = 0,0258 \cdot 2597,0 \cdot 0,1028 = \underline{6,9 \text{ m}}$$

Bruker en 50/47 mm rør, blir hastigheten 2,9 m/sek, $\lambda = 0,0249$ og $h_f = 39,5$ m. Med en faktor $F = 0,385$ blir trykktapet vel 15 meter og det er for mye. En må derfor stå fast ved 70/67 mm rør.

Trykktapet i sprednerledningen blir $\overset{6,9}{6,4} \cdot 0,385 = 2,5 \text{ m}$

- " - i hovedledningen $7,4 \text{ m}$

- " - i bend, skjøter, ventiler (ca. 10 %) $\underline{1,1 \text{ m}}$

$$\underline{11,0 \text{ m}}$$

Trykktapet i anlegget blir $\overset{11,2}{11} \text{ m}$.

Det er arbeidssomt å beregne trykktapet i alle ledningene i et anlegg. Trykktapstabeller er utarbeidet for å forenkle planleggingsarbeidet, men en må være kritisk når en bruker trykktapstabeller. En må vite om tabellene passer for de rørene en skal bruke og om det er tatt hensyn til rustbelegg for metallrørene.

Det er også satt opp trykktapsdiagrammer for enkelte rørtypen som f.eks. stålblikkrør og eternittør. Diagrammene viser trykktapet for enhver vassmengde i det aktuelle området.

Trykktapstabell for støpejernsrør og galv. stålrør.

Kutter og Ganguillet: $V = \frac{50 \cdot d}{2m + \sqrt{d}} \sqrt{t}$ (m = 0,25).

Q = vassmengde i l/min. V = hastighet i m/sek. t = spesifikt trykktap i m/l m rør

I diameterne er medregnet 2 mm reduksjon for rustbelegg.

Trykk- linjens fall	t	Innvendig diameter									
		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"		2"	
		V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
1: 1,0	1,0000	1,35	18	1,76	44	2,23	95	2,61	159		
1: 1,25	0,8000	1,21	16	1,58	39	1,99	85	2,33	142		
1: 1,5	0,6667	1,10	15	1,44	36	1,82	77	2,13	130	2,77	314
1: 2,0	0,5000	0,95	13	1,25	31	1,57	67	1,85	113	2,40	272
1: 2,5	0,4000	0,85	12	1,12	28	1,41	60	1,65	101	2,15	243
1: 3,3	0,3030	0,74	10	0,97	25	1,23	52	1,44	88	1,87	211
1: 5,0	0,2000	0,60	8	0,79	20	1,00	42	1,17	71	1,52	172
1: 7,5	0,1333	0,49	7	0,64	16	0,81	35	0,95	58	1,24	140
1: 10	0,1000			0,56	14	0,70	30	0,83	50	1,07	127
1: 15	0,0667			0,46	11	0,58	24	0,67	41	0,88	99
1: 20	0,0500			0,39	10	0,50	21	0,58	36	0,76	86
1: 25	0,0400			0,35	9	0,45	19	0,52	32	0,68	77
1: 30	0,0333					0,41	17	0,48	29	0,62	70
1: 35	0,0285					0,38	16	0,44	27	0,57	65
1: 40	0,0250					0,35	15	0,41	25	0,54	61
1: 45	0,0222							0,39	24	0,51	57
1: 50	0,0200							0,37	23	0,48	54
1: 60	0,0167									0,44	50
1: 70	0,0143									0,41	46
1: 80	0,0125									0,38	43
1: 90	0,0111									0,36	40
1: 100	0,0100									0,34	38

Trykk- linjens fall	t	Innvendig diameter									
		2 1/2"		3"		4"		5"		6"	
		V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
1: 2,0	0,5000	2,93	530								
1: 2,5	0,4000	2,62	474								
1: 3,3	0,3030	2,28	413	2,64	681						
1: 5,0	0,2000	1,85	335	2,14	553	2,74	1291				
1: 7,5	0,1333	1,51	274	1,75	452	2,24	1054	2,66	1925		
1: 10	0,1000	1,31	237	1,52	391	1,94	913	2,30	1667	2,67	2834
1: 15	0,0667	1,07	194	1,24	319	1,58	745	1,88	1361	2,18	2314
1: 20	0,0500	0,93	168	1,07	276	1,37	645	1,63	1179	1,89	2004
1: 25	0,0400	0,83	150	0,96	247	1,23	572	1,46	1054	1,69	1792
1: 30	0,0333	0,76	137	0,87	226	1,12	527	1,33	962	1,54	1635
1: 35	0,0285	0,70	127	0,81	209	1,03	487	1,23	890	1,43	1513
1: 40	0,0250	0,65	119	0,76	196	0,97	456	1,15	833	1,34	1417
1: 45	0,0222	0,61	111	0,71	184	0,91	430	1,08	785	1,26	1335
1: 50	0,0200	0,58	106	0,68	175	0,87	408	1,03	745	1,20	1267
1: 60	0,0167	0,53	97	0,62	160	0,79	372	0,94	680	1,09	1157
1: 70	0,0143	0,49	90	0,57	148	0,73	345	0,87	630	1,01	1072
1: 80	0,0125	0,46	84	0,54	138	0,69	323	0,81	589	0,95	1002
1: 90	0,0111	0,44	79	0,51	130	0,65	304	0,77	555	0,89	944
1: 100	0,0100	0,41	75	0,48	124	0,61	289	0,73	527	0,85	896

Trykktapstabell beregnet etter Kutter og Ganguiellets formel med $m = 0,25$.

v = hastighet i m/sek.

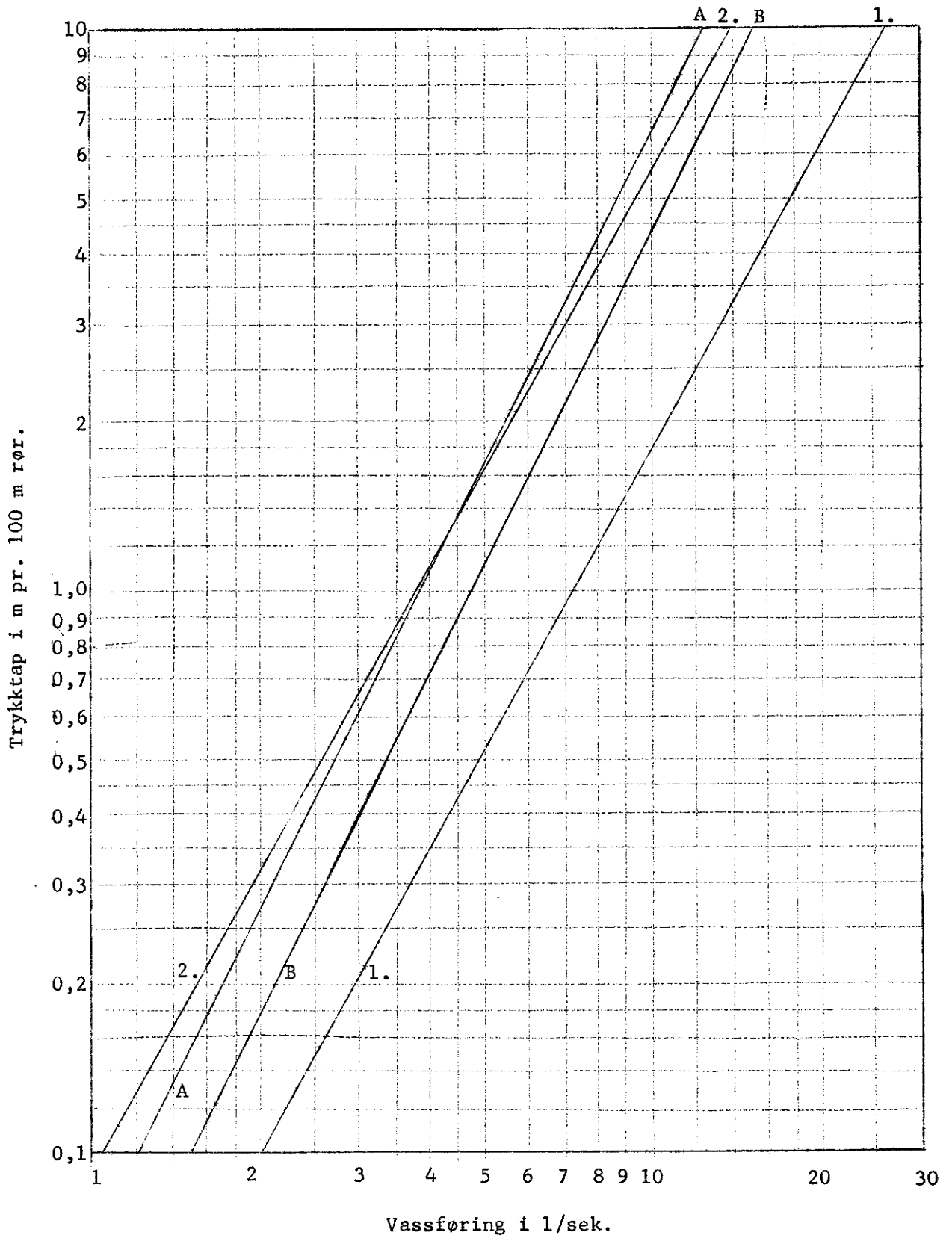
Q = vassmengde i l/sek.

Fall			Diameter					
			40 mm		50 mm		65 mm	
			v	Q	v	Q	v	Q
1: 10	0,10000		0,90	1,1	1,09	2,1	1,33	4,6
1: 15	0,06667		0,74	0,9	0,89	1,8	1,11	3,7
1: 20	0,05000		0,64	0,8	0,77	1,5	0,97	3,3
1: 25	0,04000		0,57	0,7	0,69	1,4	0,87	2,9
1: 30	0,03333		0,52	0,7	0,63	1,2	0,79	2,7
1: 35	0,02857		0,48	0,6	0,59	1,1	0,73	2,5
1: 40	0,02500		0,45	0,6	0,55	1,0	0,68	2,3
1: 45	0,02222		0,43	0,5	0,52	1,0	0,64	2,2
1: 50	0,02000		0,40	0,5	0,49	0,9	0,61	2,1
1: 60	0,01667		0,37	0,5	0,45	0,9	0,56	1,9
1: 70	0,01429		0,34	0,4	0,41	0,8	0,52	1,8
1: 80	0,01250		0,32	0,4	0,39	0,8	0,48	1,7
1: 90	0,01111		0,30	0,4	0,37	0,7	0,45	1,6
1: 100	0,01000		0,29	0,4	0,35	0,7	0,43	1,5
1: 125	0,00800		0,26	0,3	0,31	0,6	0,39	1,3
1: 150	0,00667		0,23	0,3	0,28	0,6	0,35	1,2
1: 175	0,00571		0,21	0,3	0,26	0,5	0,33	1,1
1: 200	0,00500		0,20	0,3	0,24	0,5	0,31	1,0
1: 225	0,00444		0,19	0,2	0,23	0,5	0,29	1,0
1: 250	0,00400		0,18	0,2	0,22	0,4	0,27	0,9
1: 275	0,00364		0,17	0,2	0,21	0,4	0,26	0,9
1: 300	0,00333		0,17	0,2	0,20	0,4	0,25	0,9
1: 325	0,00308		0,16	0,2	0,19	0,4	0,24	0,8
1: 350	0,00286		0,15	0,2	0,19	0,4	0,24	0,8
1: 375	0,00267		0,15	0,2	0,18	0,4	0,23	0,8
1: 400	0,00250		0,14	0,2	0,17	0,3	0,22	0,8
1: 425	0,00235		0,14	0,2	0,17	0,3	0,21	0,8
1: 450	0,00222		0,13	0,2	0,16	0,3	0,21	0,7
1: 475	0,00210		0,13	0,2	0,16	0,3	0,20	0,7
1: 500	0,00200		0,13	0,2	0,15	0,3	0,20	0,7
1: 550	0,00182		0,12	0,2	0,15	0,3	0,19	0,7
1: 600	0,00167		0,12	0,1	0,14	0,3	0,18	0,6
1: 650	0,00154		0,11	0,1	0,14	0,3	0,17	0,6
1: 700	0,00143		0,11	0,1	0,13	0,3	0,16	0,6
1: 750	0,00133		0,10	0,1	0,13	0,2	0,16	0,5
1: 800	0,00125		-	-	0,12	0,2	0,15	0,5
1: 850	0,00117		-	-	0,12	0,2	0,15	0,5
1: 900	0,00111		-	-	0,11	0,2	0,14	0,5
1: 950	0,00105		-	-	0,11	0,2	0,14	0,5
1: 1000	0,00100		-	-	0,11	0,2	0,14	0,5
1: 1200	0,00083		-	-	-	-	0,13	0,4
1: 1500	0,00066		-	-	-	-	0,11	0,4
1: 2000	0,00050		-	-	-	-	-	-
Om-	$m = 0,35$		0,78		0,78		0,79	
regnings-	$m = 0,15$		1,40		1,38		1,36	
faktor for	Bazin:		1,17		1,16		1,15	
	Sonne:		1,49		1,44		1,40	

Fortsettelse av tabell på foregående side.

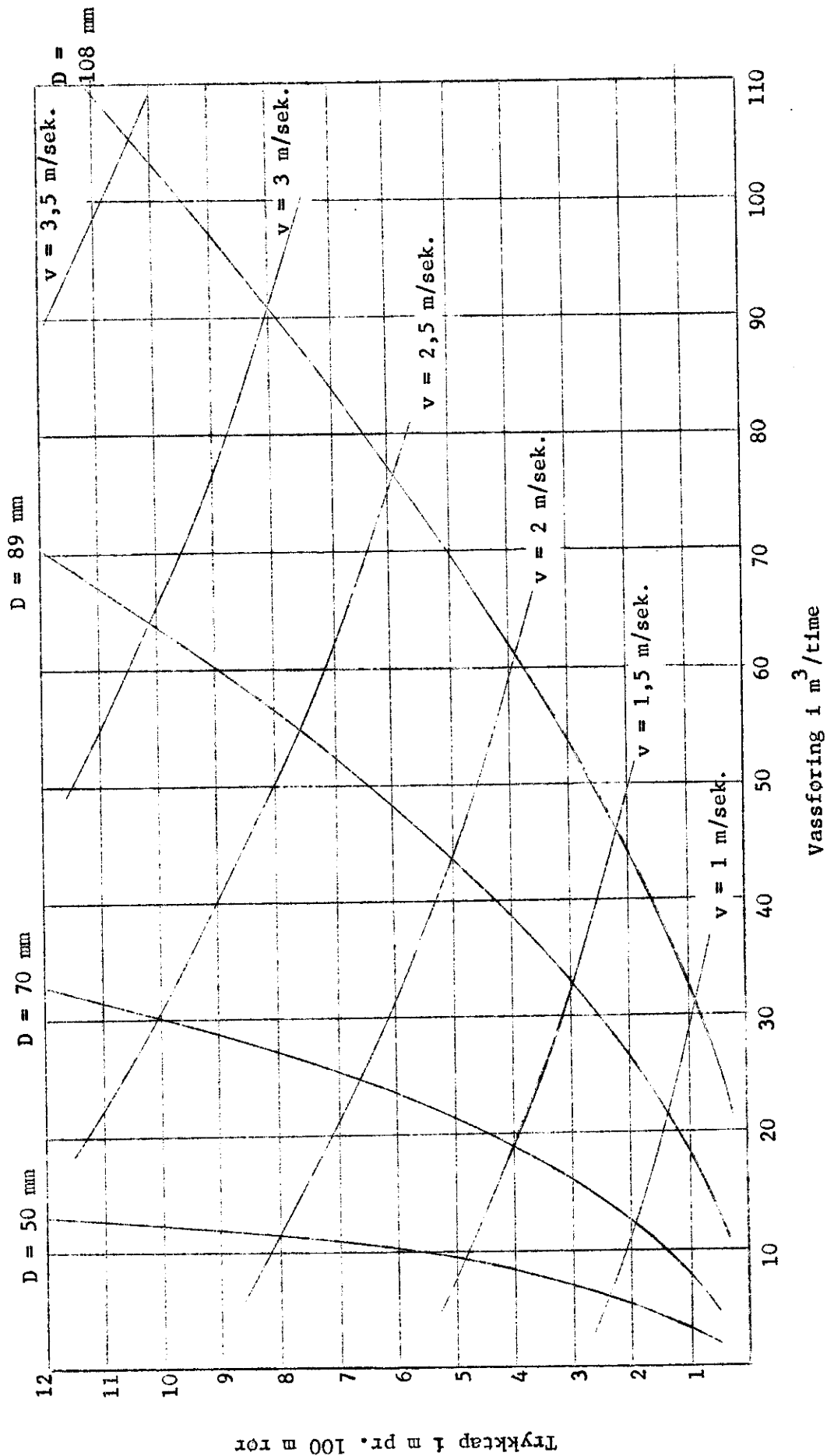
Fall		Diameter							
		80 mm		100 mm		125 mm		150 mm	
		v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
1: 10	0,10000	1,61	8,1	1,94	15,2	2,31	28,4	2,68	47,3
1: 15	0,06667	1,32	6,6	1,58	12,4	1,89	23,2	2,19	38,6
1: 20	0,05000	1,14	5,7	1,37	10,8	1,64	20,1	1,89	33,4
1: 25	0,04000	1,02	5,1	1,22	9,6	1,46	18,0	1,69	29,9
1: 30	0,03333	0,93	4,7	1,12	8,8	1,34	16,4	1,55	27,3
1: 35	0,02857	0,86	4,3	1,03	8,1	1,24	15,2	1,43	25,2
1: 40	0,02500	0,81	4,1	0,97	7,6	1,16	14,2	1,34	23,6
1: 45	0,02222	0,76	3,8	0,91	7,2	1,09	13,4	1,26	22,3
1: 50	0,02000	0,72	3,6	0,87	6,8	1,04	12,7	1,20	21,1
1: 60	0,01667	0,66	3,3	0,79	6,2	0,95	11,6	1,09	19,3
1: 70	0,01429	0,61	3,1	0,73	5,8	0,88	10,7	1,1	17,9
1: 80	0,01250	0,57	2,9	0,68	5,4	0,82	10,0	0,95	16,7
1: 90	0,01111	0,54	2,7	0,65	5,1	0,77	9,5	0,89	15,8
1: 100	0,01000	0,51	2,6	0,61	4,8	0,73	9,0	0,85	14,9
1: 125	0,00800	0,46	2,3	0,55	4,3	0,65	8,0	0,76	13,4
1: 150	0,00667	0,42	2,1	0,50	3,9	0,60	7,3	0,69	12,2
1: 175	0,00571	0,39	1,9	0,46	3,6	0,55	6,8	0,64	11,3
1: 200	0,00500	0,36	1,8	0,43	3,4	0,52	6,4	0,60	10,6
1: 225	0,00444	0,34	1,7	0,41	3,2	0,49	6,0	0,56	10,0
1: 250	0,00400	0,32	1,6	0,39	3,0	0,46	5,7	0,54	9,5
1: 275	0,00364	0,31	1,5	0,37	2,9	0,44	5,4	0,51	9,0
1: 300	0,00333	0,30	1,5	0,35	2,8	0,42	5,2	0,49	8,6
1: 325	0,00308	0,28	1,4	0,34	2,7	0,41	5,0	0,47	8,3
1: 350	0,00286	0,27	1,4	0,33	2,6	0,39	4,8	0,45	8,0
1: 375	0,00267	0,26	1,3	0,32	2,5	0,38	4,6	0,44	7,7
1: 400	0,00250	0,26	1,3	0,31	2,4	0,37	4,5	0,42	7,5
1: 425	0,00235	0,25	1,2	0,30	2,3	0,36	4,4	0,41	7,3
1: 450	0,00222	0,24	1,2	0,29	2,3	0,35	4,3	0,40	7,0
1: 475	0,00210	0,23	1,2	0,28	2,2	0,34	4,1	0,39	6,9
1: 500	0,00200	0,23	1,1	0,27	2,2	0,33	4,0	0,38	6,7
1: 550	0,00182	0,22	1,1	0,26	2,1	0,31	3,8	0,36	6,4
1: 600	0,00167	0,21	1,0	0,25	2,0	0,30	3,7	0,35	6,1
1: 650	0,00154	0,20	1,0	0,24	1,9	0,29	3,5	0,34	5,8
1: 700	0,00143	0,19	1,0	0,23	1,8	0,28	3,4	0,32	5,6
1: 750	0,00133	0,19	0,9	0,22	1,8	0,27	3,3	0,31	5,5
1: 800	0,00125	0,18	0,9	0,22	1,7	0,26	3,2	0,30	5,3
1: 850	0,00117	0,18	0,9	0,21	1,7	0,25	3,1	0,29	5,1
1: 900	0,00111	0,17	0,9	0,20	1,6	0,24	3,0	0,28	5,0
1: 950	0,00105	0,17	0,8	0,20	1,6	0,24	2,9	0,27	4,9
1: 1000	0,00100	0,16	0,8	0,19	1,5	0,23	2,8	0,27	4,7
1: 1200	0,00083	0,15	0,7	0,18	1,4	0,21	2,6	0,24	4,3
1: 1500	0,00066	0,13	0,7	0,16	1,2	0,19	2,3	0,22	3,9
1: 2000	0,00050	0,11	0,6	0,14	1,1	0,16	2,0	0,18	3,3
Om-	m = 0,35	0,80		0,80		0,81		0,82	
regnings-	m = 0,15	1,34		1,32		1,31		1,29	
faktor	Bazin:	1,13		1,12		1,10		1,09	
for	Sonne:	1,36		1,31		1,27		1,23	

Trykktap i støpejernsrør og Everite asbest sementrør.



- A: 100 mm støpejernsrør $m = 0,35$
- B: 100 " støpejernsrør $m = 0,25$
- 1: 100 " Everite asbest sementrør klasse C
- 2: 75 " Everite asbest sementrør klasse C.

Trykktap i hurtigkoblingsrør
Stålblikkør



Trykktap i m pr. 100 m rør

Vassføring i m³/time

V PLANLEGGING AV VATNINGSANLEGG

=====

Det er mange faktorer som er med å bestemmer lønnsomheten av et vatningsanlegg. Grunnlaget for et økonomisk og lettbrukt anlegg legges allerede på planleggingsstadiet og det er derfor planleggerens plikt å tenke nøye over alle de momentene som virker inn på utformingen av anlegget. Planutkastet skal legges fram for brukeren og alle detaljene diskuteres før en legger fram den endelige planen med plankart og beskrivelse av anlegget.

Ved planlegging av større anlegg må en ha et kart i målestokken 1 : 2000 eller 1 : 1000. For mindre eiendommer kan en skisse være god nok, men for større anlegg må en ha mulighet for å vurdere alternative løsninger på skrivebordet og da er det nødvendig å ha kart med nøyaktig målestokk. Kart laget av flyfoto er fine å arbeide med da de har mange detaljer.

De nødvendige data for planleggingen innhentes under en befaring på eiendommen og det gjelder da å notere seg alle de forhold som har betydning for utformingen av anlegget. Ikke minst bør en merke seg eierens innstilling til fast eller flyttbart anlegg og store eller små spredere. Hvis det er så at eierens ønskemål ikke er i samsvar med det som en mener forholdene tilsier, bør en legge fram alternative løsninger. En har da grunnlag for å diskutere saken før det tas en endelig avgjørelse.

Sjølve utformingen av anlegget, om det skal være fast eller flyttbart, valg av spredertype, plassering av ledningsnett o.l., bestemmes av en rekke faktorer. Det er sikkert nok at et vatningsanlegg i de mest utpregede vatningsdistriktene vi har, vil og bør få en annen utforming enn i mer nedbørrike områder der det kan gå år uten at anlegget blir brukt i det hele tatt. Arbeidet med vatninga er større enn folk ofte regner med, og et anlegg som brukes ofte bør derfor være bedre utbygd sjøl om det betyr økte anleggskostnader. Et anlegg som brukes mer sjelden, kan baseres på en traktorpumpe uten at det medfører altfor store ulemper. Anlegget kan bygges med mindre faste ledninger så en kommer ned med anleggskostnadene, men en må da være villig til å ta et større arbeidsforbruk den gangen anlegget brukes.

Driftsplanen må også drøftes med eieren før planleggingsarbeidet tar til. I svært mange tilfelle er det riktig å legge om drifta etter at en får vatningsanlegg på gården. Spesialkulturer kan få inn virkning på plasseringen av ledningsnett og valget av spredere. Som mer drastiske tiltak nevner en flytting og utretting av skiftegrensener for at en kan få en mer rasjonell form

på skiftene. En ser stadig eksempler på at små forandringer kan føre til vesentlige besparelser i arbeidet med vatningsanlegget.

Sjølve planleggingen av vatningsanlegget kan settes opp i følgende 12 punkter:

1. Antall mm/time.

Hvilken regnintensitet en kan tillate, er i første rekke bestemt av jordarten og plantedekket. For høy regnintensitet kan ødelegge strukturen i jorda og en kan få avrenning på overflata. Aggregatene i en jord med mye finpartikler har lett for å brytes ned når de blir helt oppbløtt og samtidig utsettes for slag av vassdråper. Finpartiklene vaskes ned i forsenkninger og gjør overflata tettere så jorda ikke tar til seg vatnet så raskt. Resultatet kan bli avrenning og hard skorpe når jorda tørker opp.

Et tett plantedekke kan beskytte jorda mot et kraftig regn, men en risikerer likevel avrenning. En må derfor vurdere brukbarheten av store og små spredere og finne ut om jordarten setter noen begrensning ved valg av spredere.

2. Antall mm/vatning.

Vatningsanlegget skal bygges med så stor kapasitet at det kan tilføre nok vatn i en tørkeperiode. Forsåvidt kan en forutsette at det skal tilføres like mye vatn som det forbrukes (potensiell evapotranspirasjon). En del vatn vil gå tapt under spredningen og derfor bør en regne noe mer, og setter en i det sydlige Norge forbruket til ca. 5 mm/døgn, skulle en få tilstrekkelig kapasitet på anlegget. Dette vil si at en må kunne tilføre det interesserte areal ca. 30 mm pr. uke.

Plantenes forbruk av vatn er i første rekke avhengig av klimaet og tallet må derfor justeres etter dette

En skjematisk regel kan imidlertid ikke brukes uten en viss tilpasning og det gjelder også i dette tilfelle. Det er ikke sikkert at jorda i rotsjiktet kan ta opp å holde denne vassmengden nyttbar for plantene. Sandjord, f.eks., har liten vasskapasitet og har en dessuten planter med grunt rotsystem, må en gi tjue eller kanskje bare 15 mm. Her må en studere jordas vasskapasitet for nyttbart vatn og retensjonkurva (pF-kurva) så en vet hvor mye vatn det er plass for pr. dm djup på det tidspunktet det er aktuelt å vatne. Tidspunktet for vatninga skal en ikke drøfte i denne forbindelse.

Djupet av rotsjiktet spiller også en vesentlig rolle. En kan bare nevne luserne eller f.eks. frukttrær som under gunstige forhold har relativt djupe

røtter. Til slike vekster kan en gi til dels store vassmengder uten at en får utvasking av næringsstoffer, men samtidig kan en vente lenger mellom hver vatning. Har en mellomkulturer, kan disse stille andre krav og betinge vatning noe oftere. En må i det hele tatt vurdere den produksjonen som drives og tilpasse vatningsanlegget til de spesielle forholdene en har.

3. Antall timer pr. oppstilling av sprederen.

Dette spørsmålet er besvart i og med at en har tatt stilling til spørsmålene i de to foregående punktene. Hvis jordarten er slik at en står fritt med hensyn til regnintensiteten, står en også fritt med å velge sprederer. Har en i pkt. 1 måttet velge en liten regnintensitet, f.eks. 4 mm/time, må sprederen stå $7\frac{1}{2}$ time for å gi 30 mm. Skal en gi 30 mm med en intensitet på 10 mm/time, må oppstillingstida bli 3 timer.

4. Antall oppstillinger pr. døgn.

For små sprederer vil det i de fleste tilfelle bli tale om 2 eller 3 oppstillinger i døgnet. Når oppstillingstida er 7 - $7\frac{1}{2}$ time, vil det passe bra med 3 oppstillinger. Anlegget flyttes f.eks. tidlig om morgenen, om ettermiddagen og tredje gang sent om kvelden. Når det ikke er behov for å utnytte hele den kapasiteten anlegget har, kan en bruke to oppstillinger i døgnet og en står da friere med flyttinga av anlegget. Alt flyttearbeidet kan da konsentreres innenfor et tidsrom av ca. 8 timer og en kan f.eks. vatne om natta og om formiddagen. Den andre flyttinga foretas før arbeidstidas slutt og anlegget står til passende tid på kvelden da en starter opp igjen og lar det gå til neste morgen.

Enkelte vil ha bare to oppstillinger i døgnet, men en vatning på 30 mm krever da svært låg regnintensitet, og en må regne med forholdsvis stort tap av vatn om dagen.

Med store sprederer vil antall oppstillinger i døgnet være avhengig av sprederens regnintensitet og dessuten av hvor lang tid en er villig til å arbeide med vatningsanlegget i døgnet. Skal sprederen flyttes f.eks. hver 3. time, kan det bli tale om 3-5 oppstillinger i døgnet. En må regne noe tid til flytting mellom hver oppstilling og den totale tida anlegget er i gang kan komme opp i henholdsvis ca. 10 og ca. 17 timer. Jo færre oppstillinger en har, desto større kapasitet må anlegget ha og det betyr en vesentlig økning av anleggskostnadene å skjære ned på vatningstida. Nå er det ofte slik at en ikke behøver å vatne hele arealet hver gang. En kan da innrette seg så en får rimelig vatningstid i middels tørre år mens en tar lange dager når tørken slår til for fullt.

I riktig tørre distikter vil en nok regne noe kortere vatningstid i døgnet, færre oppstillinger, enn der en ikke kommer til å bruke anlegget så mye.

5. Døgn mellom hver vatning. Vatningsintervall.

Det er også planleggerens oppgave å ta stilling til hvor lang tid det kan gå mellom hver gang en må vatne på hvert skifte. Dette vil i første rekke være bestemt av vasskapasiteten i jorda (rotsona) og av vatnets binding i vedkommende jord (retensionkurva eller pF-kurva). Dessuten må en ta hensyn til den produksjonen som skal drives og da spesielt plantenes rotsystemer. På lett jord og med planter som har grunne rotsystemer, må en vatne ofte mens en kan vente både 10 og 14 dager når en har vekster med djupe rotsystemer.

Det er ikke alltid så lett å fastsette vatningsintervallet. En må imidlertid vurdere forholdene på hvert enkelt sted så en har et holdbart grunnlag for den løsning en anbefaler.

6. Antall vatningsdøgn pr. intervall.

Etter at en har kommet fram til hvor lang tid det kan gå mellom hver gang en skal vatne i en vedvarende tørkeperiode, må en ta stilling til om en skal bruke hele den tida for å vatne hele arealet. Skal en f.eks. vatne hver 6. eller 8. dag, kan det neppe være riktig å regne med å bruke 6 eller 8 døgn for å vatne hele eiendommen. Driver en med leid hjelp, kan en vel snart regne bare fem dagers uke og det er da spørsmål om en ikke også må regne med å vatne bare fem døgn pr. uke.

Folk flest vil ha søndagen fri og det kan også være de som må disponere én eller flere dager utenom gården. I de fleste tilfelle er det derfor ikke riktig å regne med vatning hver dag i et vatningsintervall.

7. Anleggets kapasitet i m³/time eller l/min.

En har nå tilstrekkelig grunnlag for å beregne den kapasiteten som anlegget bør ha. Er arealet f.eks. 60 da og en har bestemt at det skal vatnes med 30 mm i løpet av 6 døgn á 12 timer, må kapasiteten være:

$$\frac{60 \cdot 30}{6 \cdot 12} \text{ m}^3/\text{t} = 25 \text{ m}^3/\text{t} \text{ eller ca. } 420 \text{ l/min.}$$

Kan en i stedet regne med en vatningstid på 21 timer i døgnet, klarer en seg eksempelvis med noe mindre kapasitet:

$$\frac{60 \cdot 30}{6 \cdot 21} \text{ m}^3/\text{t} = 14,3 \text{ m}^3/\text{t} \text{ eller ca. } 240 \text{ l/min.}$$

Kapasiteten som er beregnet her gir utgangspunktet for å velge sprederne. Når

en har bestemt hvilke sprederer det er som skal brukes, korrigerer en kapasiteten etter det vassforbruket som sprederne har.

8. Valg av sprederer.

En har tidligere omtalt noen forhold som virker inn på valget av sprederer og en skal her bare drøfte hvordan valget av sprederer virker inn på dimensjoneringen av anlegget.

Vurderingen i de foregående punktene har ført fram til den kapasitet det er ønskelig at anlegget skal ha. Oppgaven er så å finne sprederer som passer for anlegget og en må da ta for seg de data som foreligger om ulike sprederer.

Når det gjelder store sprederer, vil en snart kunne se hvor mange det er nødvendig å bruke. Opplysninger om vatnet areal for ulike firkant- eller trekantoppstillinger og regnintensitet viser snart om sprederen tilfredsstillende de kravene som er satt. Ofte blir det nødvendig å korrigere de tallene en gikk ut fra, og den endelige kapasiteten på anlegget bestemmes av den eller de sprederne en velger.

For små sprederer er planleggingsarbeidet mer omstendlig. Her går en også ut fra den beregnede kapasiteten på anlegget og finner ut hvor mange sprederer av en viss størrelse det er nødvendig å bruke. Så tar en for seg kartet over eiendommen og undersøker om det er mulig å gjennomføre en rasjonell vatning med så mange sprederer.

Ofte vil en finne at lengden på skiftene er slik at en burde ha noen flere sprederer for å kunne vatne hele lengden for hver oppstilling. Andre ganger kan det være urasjonelt å bruke så mange sprederer som en gikk ut fra og antallet må reduseres. I begge tilfelle må en undersøke hvordan dette virker inn på vatningstida og om det er nødvendig med et annet opplegg.

Planleggingen av et anlegg med små sprederer er mer omstendlig enn for store sprederer da en må prøve anlegget over hele eiendommen. Det er derfor det også blir sagt at anlegg med små sprederer må "skreddersys" mens et anlegg med store sprederer kan være konfeksjonsvare.

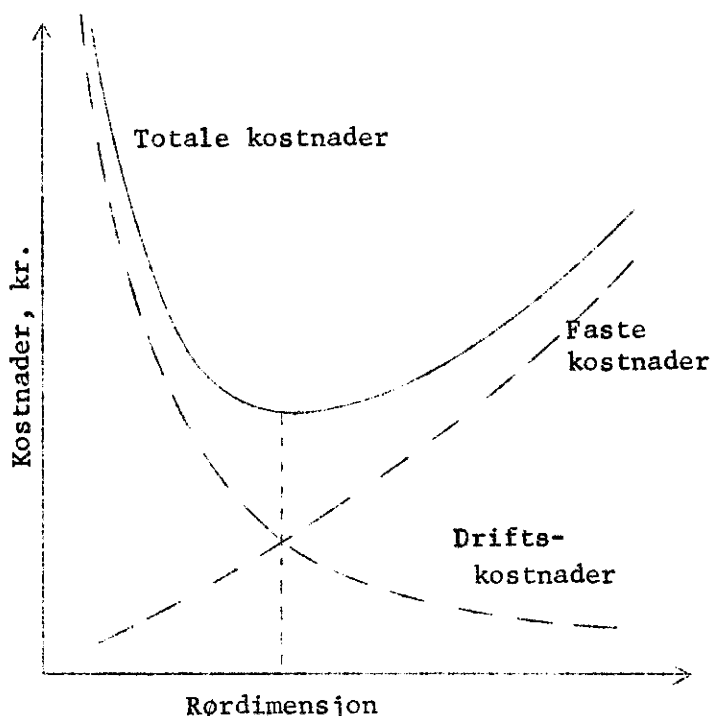
Eiendommens utforming virker sterkt inn på valget av sprederer. Når skiftene er svært uregelmessige så en må forandre antall sprederer så å si for hver oppstilling, må en ofte velge store sprederer for å få en rasjonell flytting.

9. Lengde og dimensjon på hovedledning.

Plassering, lengde og dimensjon bestemmes ut fra spesielle forhold på gården og dessuten av forholdet mellom anleggskostnader og driftskostnader.

Hovedledningen bør legges fram til felter som er spesielt tørkesvake slik at en får lite arbeide med bruken av anlegget der. Ellers bør ledningen plasseres så en kan klare seg med stort sett samme lengde flyttbar ledning ut fra hydrantene rundt om på eiendommen. For anlegg med små spredere er det ønskelig å ha hovedledningen mest mulig på tvers av kotene og spredelerledningene parallelt med kotene eller med svakt fall så en får jevnest mulig trykk i hele spredelerledningen.

I hovedledningen vil en alltid få trykkforskjeller på grunn av ulik høyde og på grunn av trykktap. Terrenget stiger i de fleste tilfelle fra pumpestasjonen, og trykket avtar da utover i ledningsnett. Det er ikke mulig å sette en norm for hvor stort trykktap en kan tillate utover i ledningsnett, da det vil variere med bl.a. terrengforholdene og lengden på hovedledningen. På en flat eiendom kan en som regel tillate større trykktap i anlegget enn på en bratt eiendom.



Større trykktap betyr økte driftskostnader, mens grovre rør fører til høyere faste kostnader. Det er om å gjøre å tilpasse seg der summen av de faste kostnadene og driftskostnadene blir minst.

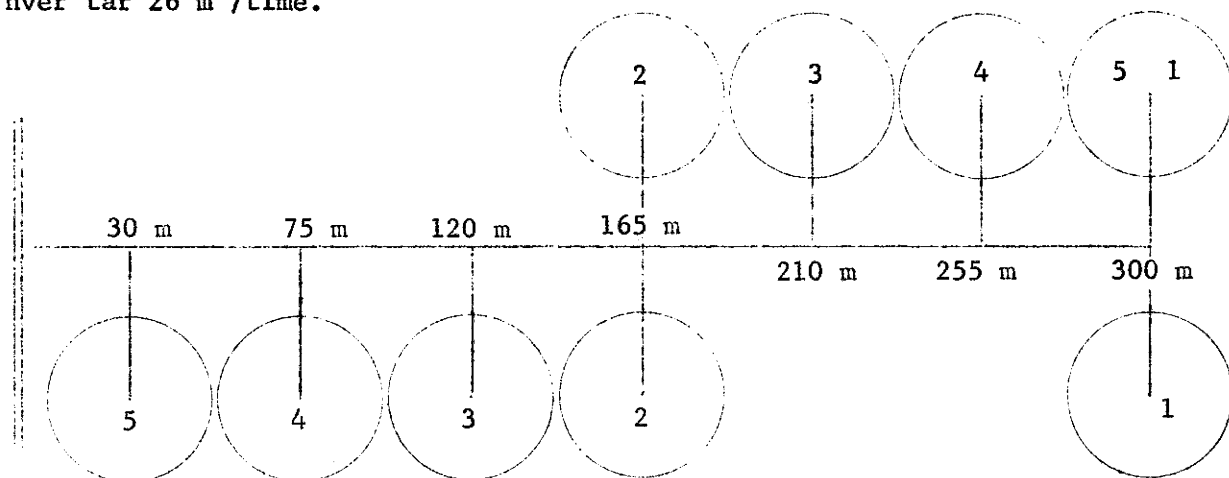
Når en dimensjonerer hovedledningen i et større anlegg, bør en samtidig se på hvilken pumpe det kan komme på tale å bruke. Vassmengden avtar når trykket øker og der en får store trykkforskjeller, skal en undersøke hvordan vassføringen

blir når sprederen flyttes utover på anlegget. Regner en samme vassføring hele vegen, får en uøkonomisk dimensjonering. Det er først og fremst på eiendommer med stor høydeforskjell og der en har lang hovedledning at en må studere pumpekarakteristikken ved dimensjonering av anlegget.

10. Lengde og dimensjon på spredederledning.

Til spredederledning brukes som regel hurtigkoblingsrør av stålblikk. Vekten av disse er angitt tidligere og en merket seg da at det helst ikke bør brukes større dimensjon enn 70 mm i ledninger som flyttes mye.

Har en anlegg med to eller flere spredere, betyr det mye for dimensjoneringen hvordan sprederen stilles opp. I planen skal det derfor redegjøres for hvordan en har forutsatt at sprederne skal flyttes. Som eksempel kan en se på hvordan trykktapet varierer i en 300 m lang 89 mm ledning som forsyner to spredere som hver tar $26 \text{ m}^3/\text{time}$.



Oppstilling:	1	2	3	4	5
Trykktap, m:	19,8	10,9	9,6	8,4	7,1

Anlegg med små spredere har spredere oppstilt langs hele spredederledningen, og trykktapet har da innvirkning på fordelingen av vatnet langs ledningen. Har en stort trykktap, vil arbeidstrykket bli vesentlig mindre i den ytre enden av ledningen hvis ikke ledningen ligger med så stort fall at det oppveier trykktapet.

Trykktapet i en ledning med mange små spredere bør ikke være større enn 15-20 % av arbeidstrykket på sprederne. En bør unngå å bruke dimensjoner større enn 70 mm i spredederledningen til anlegg med små spredere.

Det er ønskelig å ha spredederledningen på tvers av framherskende vindretning, men det er som regel andre forhold som teller mer ved utformingen av anlegget.

11. Pumper.

Pumpa velges så stor at den kan skaffe nok vatn under de trykkforholdene en får i anlegget. En må prøve forskjellige alternativer for oppstilling av sprederne og se hvor stort trykktapet blir i hvert tilfelle. Dessuten varierer

høgda mellom pumpa og sprederne så en i mange anlegg får forskjellig krav til trykket for hver oppstilling av sprederne.

Hvilket trykk skal så pumpa gi ? Velges en pumpe som arbeider med størst virkningsgrad ved maksimalt trykkbehov i anlegget, vil den arbeide med lågere virkningsgrad største delen av den tida anlegget er i bruk. En kan også regulere trykket med sluseventilen, men det betyr tapt energi.

Ofte kan det være mest hensiktsmessig å velge et trykk som ligger noe under det en maksimalt har behov for. Særlig gjelder dette på eiendommer med stor høgdeforskjell. Når en stiller opp sprederen eller sprederne på de mest ugunstige stedene, vil trykket bli for dårlig. Skifter en imidlertid inn mindre dyse på sprederen vil vassforbruket avta og trykket som pumpa leverer, vil øke. En må derfor studere pumpekarakteristikken for å se om trykket under de nye forholdene vil øke så en får brukbart arbeidstrykk på sprederen

På eiendommer med stor høgdeforskjell kan det bli tale om å dele arealet i to eller flere avsnitt og regne forskjellig vassmengde og trykk for de ulike avsnittene. Dette får konsekvenser bl.a. for avstanden mellom sprederne og for vatningstida.

En bør nytte pumpe med god virkningsgrad da det kan bety en besparelse over et lengere tidsrom sjøl om anskaffingskostnaden er noe større.

Har en f.eks. et areal på 200 da som skal vatnes 3 ganger med 30 mm i løpet av sommeren, vil det bli et forbruk på 18000 m³. Settes det totale løftehøgda til 100 m og regner 50 % virkningsgrad på pumpa i stedet for 60 %, vil en få et ekstra forbruk på 1634 kWh. Med en pris på 5 øre pr. kWh sparer en kr. 81,70 pr. år med å bruke den beste pumpa.

Det er dårlig økonomi å kjøpe en gammel pumpe med låg virkningsgrad eller en pumpe som er for stor for anlegget og derfor arbeider i et område med låg virkningsgrad.

12. Motorer.

Dimensjoneringen av motoren er grei når an har bestemt seg for pumpe. En må regne med den ugunstigste belastningen en kan få og likevel plusser en på 15-20 % på antall hestekrefter. Ukyndig bruk av anlegget kan gi ekstra stor belastning på motoren.

En må ha rikelig tverrsnitt på ledningsnett mellom transformator og pumpe-stasjon og for større anlegg eller hvor avstanden til transformatoren er over

3-500 m, må en regne med egen transformator. Dårlig spenning virker som overbelastning og i slike tilfelle bør en ha rikelig dimensjonert motor.

Elektrisk motor kontra forbrenningsmotor må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Som regel vil elektrisk motor være å foretrekke da den krever mindre stell og gir et driftsikkert anlegg. Traktorpumper brukes der det faller urimelig dyrt å føre fram elektrisk kraft og hvor det f.eks. bare er behov for vatning år om annet.

Der traktor brukes som drivkraft for vatningsanlegget, er det ofte hensiktsmessig å dimensjonere anlegget større så en får kortere vatningstid. En får da tid til å nytte traktoren til annet arbeide ved siden av vatninga. Når en bruker forbrenningsmotor, skal en være påpasselig så en får riktig hastighet på pumpa. For stor hastighet gir unødig stort effektforbruk.

Pumper som kobles til kraftuttaket på traktoren er utstyrt med gearboks. Dette er et svakt punkt på mange pumper. Traktorpumpene er som regel tilpasset trepunkts hydraulikk, men det fins også pumper som henger etter traktoren.

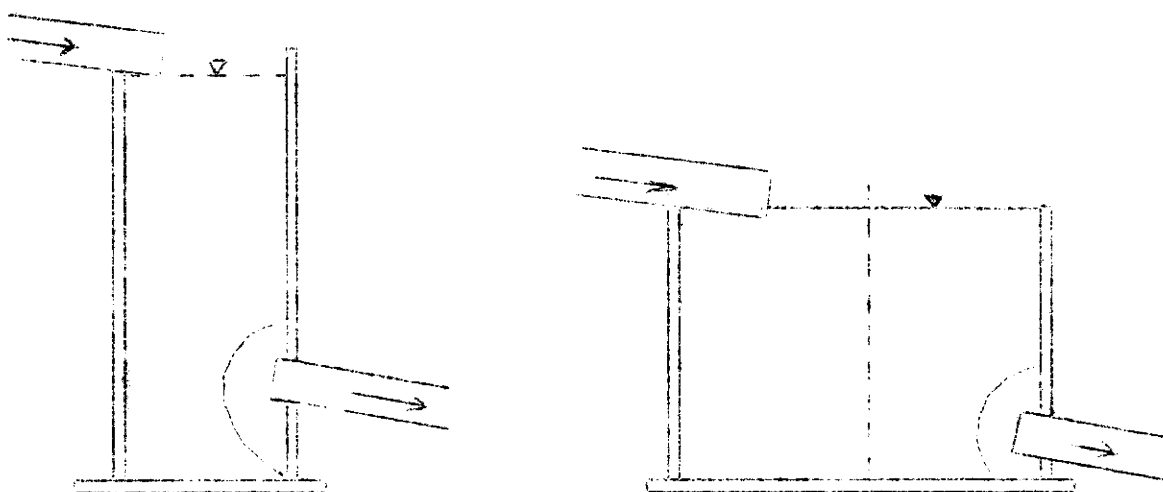
Anlegg med naturlig trykk.

Opgaven blir ofte noe anderledes nå en skal planlegge anlegg med naturlig trykk. I mange tilfelle er høgdeforskjellen mellom det vatnede arealet og inntaket gitt så det blir å disponere dette trykket så hensiktsmessig som mulig. Har en rikelig med trykk, må en velge en rørdimensjon som gir så stort trykktap at en får passende arbeidstrykk på sprederne. Det er uøkonomisk å velge så stor rørdimensjon at en må redusere trykket ved hjelp av en sluseventil.

Området som skal vatnes, kan være ganske flatt og i enkelte tilfelle kan det bli tale om å øke rørdimensjonen innen feltet så en får jevnest mulig arbeidstrykk på sprederne.

Store høgdeforskjeller kan med riktig dimensjonering gi moderate trykk når anlegget brukes (dynamisk) mens det statiske trykket kan bli så stort at det er vanskelig å få sluseventilene i hydrantene tette. Det kan da bli tale om å ha sluseventiler på hovedledningen så en kan stenge av vatnet i de deler av anlegget som ikke er i bruk.

I de fleste tilfelle tas vatnet fra elver og bekker og inntaket må da bygges slik at en ikke får forurensninger inn i ledningen.



Enklest er det å nytte inntakskasser i likhet med de som er vist på tegning. Fra elva eller bekken legges det en trerenne eller et rikelig dimensjonert rør bort i kassa. På toppen eller som skillevegg i kassa, monteres en netting som siler fra de største forurensningene. Dessuten bør det være en finere duk like foran inntaket i rørledningen. Arealet på silanordningen må være så stort at det ikke krever daglig tilsyn. En må dessuten ha god høyde på kassa så en får effektiv utnyttelse av ledningen.

Når inntaket ordnes via en inntakskasse er det meget enkelt å sette på og ta av vatnet. En må bare passe på at tilførslen til kassa er rikelig dimensjonert så det alltid er noe vatn som renner over.

Planlegging av større fellesanlegg.

Sjølve planleggingen av fellesanlegg foregår stort sett etter samme skjema som for enkeltanlegg. I tillegg melder det seg spørsmål vedrørende fordelingen av vatnet, fordelingen av kostnadene og organiseringen av samarbeidet.

Planleggeren må skaffe seg en oversikt over behovet for vatn på de forskjellige brukene. I de fleste tilfellene er det ikke mulig å dimensjonere slik at alle kan vatne samtidig, og det må settes opp en timeplan for vatninga. Hvert bruk får da beskjed om når de kan vatne og hvor lenge de kan vatne i hvert vatningsintervall. Er det mange medlemmer, kan det være hensiktsmessig å danne mindre grupper som hver disponerer ett eller flere sett spredere. Alle gruppene vatner da samtidig og oppgaven blir å fordele vatningsdagene innenfor hver gruppe.

Der en har fellesanlegg for flere eiendommer, vil det som regel være fordel-

aktig å kjøpe inn flyttbare rør og spredere i fellesskap også for å få en god utnyttelse av utstyret.

Behovet for vatning hos medlemmene i et fellesanlegg er forskjellig, og enkelte vil ha anledning til å vatne hele eiendommen, mens andre bare vil vatne en mindre del. Anlegget dimensjoneres for det arealet som er meldt inn og de samme arealene legges til grunn for fordelingen av vatnet og likeså for fordelingen av kostnadene.

Fordelingen av vatnet kan ordnes på flere måter, men det enkleste er å bestemme i hvor lang tid vedkommende kan bruke anlegget. Når en har bestemt dysestørrelsen og trykket på spredene, er også vassforbruket kjent. Samtidig må det være en mann som har fullmakt til å kontrollere at timeplanen for vatninga blir fulgt. Fordelingen kan også skje via vassmålere på hver enkelt eiendom, men dette er vanskelig å få til der en f.eks. har flere hydranter på hovedledningen. Dessuten er det en kostbar løsning.

Anleggskostnadene fordeles på de enkelte medlemmene i forhold til arealet. Dessuten blir det fastsatt en årlig avgift til dekning av de faste kostnadene og en pris f.eks. pr. m³ vatn til dekning av driftskostnadene.

Organisasjonsformen bør velges slik at hvert medlem svarer bare for sin part og slik at det kan foretas avskrivning i gårdens regnskap. Fellesanlegg betyr en vesentlig besparelse både av anleggskostnader og driftskostnader og bør foretrekkes der forholdene ligger til rette for det. I følge reglene for statstilskott til vatningsanlegg kan en nekte tilskott til enkeltanlegg der en med fordel kan bygge fellesanlegg med mindre det ikke er noen rimelig grunn til å unngå fellesanlegg.

VI BRUK OG VEDLIKEHOLD AV ANLEGGET

=====

Betingelsen for å få full nytte av vatningsanlegget er at det brukes og vedlikeholdes på beste måte. Flytting av spredere og rør innen hvert skifte og likeså mellom skiftene er noe en må prøve seg fram med på hver enkelt eiendom.

Flytting av rør over noe lengre avstander bør foregå på traktor. Det er konstruert stativer som festes på sjølve traktoren, men mest vanlig er det å legge rørene på en tilhenger. Mellom hvert lag av rør bør det ligge et mellomlegg. Dette kan være et vanlig bord eller et trestykke med profiler som passer for den rørdimensjonen en har. En bør ha plass til spredene på en egen hylle så de er lette å få tak i når en legger ut rørene igjen.

De fleste pumpene som brukes i vatningsanlegg er ikke sjølsugende og når en setter i gang anlegget, må en passe på at sugeledningen er fylt med vatn. Sjøl et lite luftvolum i sugeledningen kan føre til at pumpa slipper vatnet. Når hovedledningen stiger fra pumpestasjonen, vil en som regel ha rikelig med vatn i trykkledningen til å fylle sugeledningen. En må da ha en lufteventil på pumpa og et omløp ved tilbakeslagsventilen. Det er tilstrekkelig å ha en 1" ledning med kran forbi tilbakeslagsventilen. Anlegg på eiendommer med små høgdeforskjeller trenger en ikke utstyre med tilbakeslagsventil.

Når anlegget startes opp om våren, er ledningen tom og en skal ikke åpne sluseventilen helt før hovedledningen er fylt. På de høyeste punktene på ledningen skal hydrantene stå åpne så lufta kommer ut. En kan ellers få kraftige trykkslag i anlegget. Når ledningsnettet tappes om høsten, må en også passe på å åpne de samme hydrantene så lufta kommer inn i ledningen. Åpner en bare på det lågeste punktet, kan en risikere kraftige trykkslag. Størrelsen av trykkslagene avhenger av den statiske trykkehøgda og av lengden og diameteren på ledningen.

Under omtalen av pumper har en drøftet pumpekarakteristikken hos sentrifugalpumpa. Ved liten motstand i anlegget øker vassmengden gjennom pumpa og likeså effektbehovet. Ved vatning nær pumpestasjonen skal en derfor skru igjen sluseventilen på trykksida av pumpa eller ved hydranten slik at en får passende arbeidstrykk på sprederen og rimelig belastning på motoren. Når en har manometer på pumpa, kan en raskt innstille på det trykket en skal ha i anlegget.

Det er en god regel at anlegget skal startes med stengt ventil. Ventilen åpnes så snart motoren har fullt turtall. Når anlegget stanses, skal en først skru igjen sluseventilen og deretter koble ut motoren. Særlig viktig er dette på

bratte eiendommer hvor en ellers kan få kraftige trykkslag i anlegget.

Den som bruker anlegget skal kontrollere trykket på pumpa, og ved å telle omdreiningene på skiva på måleren kan en raskt regne ut hvor stor belastning det er på anlegget i øyeblikket.

Når anlegget gjøres klar for vinteren, kan en sammenfatte arbeidet i følgende 10 punkter:

1. Tøm ledningene for vatn. La tappekranene stå åpne slik at kondensvatn kommer ut.
2. Åpne ventilen på alle hydrantene og sett en blikkboks over rørenden.
3. Ta inn sugeledningen og rens botnventilen.
4. Legg flyttbare rør og deler under tak, men ikke i rom der det er kunstgjødsel.
5. Ta ut gummipakningene, ha på talkum og legg de i kjelleren.
6. Tøm pumpa for vatn. Den kan med fordel fylles med olje som står vinteren over.
7. Ta inn sprederne og smør de for å få ut gammelt fett av lagrene.
8. Ta ut sikringene til pumpemotoren.
9. Smør over anlegget med rustbeskyttende middel der det er sår i overflatene.
10. Gå over anlegget, reparerer skader og bestill nye deler som må skiftes inn.

På samme måte blir arbeidet om våren:

1. Tøm pumpa for olje og vask etter med bensin.
2. Monter sugeledningen og fyll pumpa og sugeledningen med vatn. Pass på at pakningene er tette.
3. Gjør hovedledningen klar. La de øvre hydrantene stå oppe til lufta er ute av anlegget. Luftputer kan gi trykkslag.
4. Prøv om motor- og pumpeaksel dreier lett rundt.
5. Start opp anlegget og kontroller at trykket er i orden.
6. Undersøk pakkboksene på pumpa. På sugesida må det være helt tett for at pumpa ikke skal ta inn luft og slippe vatnet. På trykksida kan det komme noen dråper vatn. Trekk ikke til hardere enn nødvendig på noen av sidene.
7. Spyl ledningene før du kobler til sprederne.
8. Koble til sprederne og se etter at det ikke er lekkasje på anlegget.

VII VATNING MOT FROST

=====

Vatning mot frost kan utføres på to måter, en indirekte og en direkte metode.

I første tilfelle vatner en før frost inntrer, og helst så lang tid som ett døgn i forvegen. Vatnet øker jordas varmeledningsevne og varmekapasitet og da en som regel har klart vær dagen før en frostnatt, kan jord som er vatnet ta opp og magasinere varme som avgis under frostperioden. Denne vatninga beskytter plantene bare mot et par kuldegrader og den er effektiv bare mot låge vekster. Fordelen med den indirekte metoden er at en kan vatne over et større areal, men det kan være vanskelig å forutsi frost så lenge som et døgn i forvegen.

Med den direkte metoden stiller en opp vatningsanlegget og vatner i den tida temperaturen er under frysepunktet. Ved avkjøling av vatnet til 0° C avgis 1 cal pr. grad, men den største varmemengden frigis i det vatnet fryser. Smeltevarmen utgjør 80 cal/gram og når det stadig fryser vatn, vil temperaturen under det islaget som dannes på plantene ligge mellom 0° og en halv kuldegrad. De vanlige vekstene som dyrkes her i landet tåler denne temperaturen.

Ved frost ned til 3-4 minusgrader er det tilstrekkelig å tilføre 2-3 mm/time. Ved lågere temperaturer må en øke regnintensiteten til 4-5 mm/time. Det må tilføres så mye vatn at islaget hele tida holdes vått og så det stadig kan dannes is. Temperaturen synker raskt hvis islaget blir tørt. Regnintensiteten avhenger som nevnt av temperaturen, men også av vekstens høyde over bakken. Frukttrær f.eks., må vatnes sterkere enn låge vekster som poteter eller jordbær. Et åpent bestand av frukttrær med lite lauvverk trenger høyere regnintensitet enn et tettere bestand med bedre utviklet lauv.

Direkte vatning mot frost kan beskytte plantene mot temperaturer på 8-9 minusgrader. Forutsetningen er imidlertid at vatnet blir jevnt fordelt over hele arealet. Sprederne må dreie rundt i løpet av 1-2 minutter, ved sterkere frost i løpet av 1 minutt. Tar det lengere tid, kan islaget fryse tørt og temperaturen bli så låg at plantene skades. Når temperaturen stiger igjen, skal en vatne til islaget er borte.

Direkte vatning mot frost forutsetter at vatningsanlegget er så stort at det dekker hele det arealet som skal beskyttes med én oppstilling. En må bruke små spredere med en regnintensitet på 2-5 mm/time og det må velges trekantforband som gis størst mulig effektivt vatnet flate pr. oppstilling.

Spredere med 5 mm dyse og 40 m trykk gir i trekantoppstilling, 24 x 24 m, 3,26 mm/time og vatner et areal på 576 m². Vassforbruket er da ca. 1,9 m³/time. Vil en f.eks. beskytte et areal på 8 da, må en bruke 14 spredere og kapasiteten må være ca. 27 m³/time.

Vatning mot frost egner seg best i veksttida da en har korte frostperioder. Om høsten kan frosten vare i lengere tid og trær og planter kan bli så tunge av is at de bryter sammen. For de fleste veksters vedkommende vil en dessuten ha størst utbytte av å beskytte de mot nattefrost tidlig i vekstperioden.

VIII SPREDNING AV GJØDSEL VIA VATNINGSANLEGGET

1. Gylle.

En del av det utstyret som nyttes i vatningsanlegget, kan mange plasser med fordel brukes i et gylleanlegg. Med gylle mener en da en blanding av fast og flytende naturgjødsel som er tilsatt så mye vatn at den lar seg pumpe ut gjennom et ledningsnett.

Gjødsla kan være samlet opp i en tett gjødselkjeller hvor det tilsettes en del vatn utover vinteren så en kan få en blanding ved hjelp av et røreapparat. Om våren tilsetter en så mye vatn at en kan pumpe gjødsla ut gjennom et ledningsnett. I andre tilfelle samles gjødsla i kjelleren om vinteren og blandes med vatn i en egen blandekum utenfor gjødselkjelleren i det den skal spres ut. I siste tilfelle kan vatn skaffes fra vatningsanlegget eller fra vassforsyningsanlegget på gården.

På bratte eiendommer kan en ofte få tilstrekkelig naturlig trykk til spredning av gyllen, men som regel er det behov for en pumpe til anlegget. Mest vanlig er det å bruke spesialbygde 1-trinns sentrifugalpumper som kan gi et trykk på inntil ca. 50 m. I anlegg med behov for større trykk kan en bruke stempel-pumper med 1-3 stempler alt etter hvilken kapasitet det er behov for. Stempel-pumpene faller imidlertid dyre og er ikke brukt her i landet.

Gyllepumpene har en meget robust utførelse og de kan lett åpnes så en får tatt ut trebiter og lign. som setter seg fast i pumpa. Stempel-pumpene har ventiler som bare med et håndgrep kan tas ut og gjøres rene. En må anbefale å pumpe ut gyllen gjennom flyttbar ledning og dimensjonen på denne bør ikke være mindre enn 70 mm. Tar en sjangsen på å pumpe gylle gjennom jordfast ledning, må dimensjonen være minst 4", men en kan likevel få tilstopping i

bend eller også i hydranter som vanligvis har mindre dimensjon.

Rørledninger som nyttes til spredning av gylle, må gjøres godt rene etter bruk. Gjødselester o.l. har lett for å feste seg i rørene og det gir større trykktap samtidig som en risikerer at slike forurensninger løsner og tetter til mindre dyser på spredere i vatningsanlegget. Gjødsla inneholder dessuten aggressive stoffer som lett kan angripe rørene, men holdbarheten på stålblikkrørene er god når de spyles rene både innvendig og utvendig etter bruk.

Det fins flere typer av spredere til gylleanlegg. Den jevneste spredningen oppnår en imidlertid med en spreder som hele tida betjenes av én mann. Denne sprederen består av et 7 m langt rør som i den ene enden er forbundet med sprederledningen ved hjelp av et kuleledd. I den andre enden av røret som kviler på to hjul, sitter en firkantet dyse som også ved hjelp av et kuleledd kan dreies 360° . Den som betjener sprederen kan åpne et spjell i dysa så større partikler kommer ut og han kan gjøre åpningen mindre igjen så en får god kastevidde. For hver oppstilling av sprederen kan en gjødsla over 0,8 - 1,0 da.

Under spredning av gyllen må én mann betjene sprederen mens den andre blander gyllen og har tilsyn med pumpa. Utkjøring og spredning av gjødsel på brattlendte bruk er ofte vanskelig. Gylleanlegg løser således et transportproblem på eiendommen samtidig som det gir en rask og effektiv spredning av naturgjødsla.

Kostnadene til utstyr blir ikke særlig store hvis en forutsetter at en allerede har rørene for vatningsanlegget. Både pumpe og spreder kan med fordel nyttes av flere eiendommer i fellesskap da det blir kort brukstid på hver enkelt eiendom.

2. Tvag.

Der en har tvagkum i forbindelse med gjødselkjelleren, kan en med fordel spre tvaget ut gjennom vatningsanlegget. Tapet av kvelstoff blir lite når tvaget blandes med vatn og dessuten kan en vaske ned gjødsla med rent vatn før en flytter sprederen. Blandingsforholdet tvag-vatn kan variere mellom 1:5 og 1:10 avhengig bl.a. av forholdene under spredningen av tvaget. Problemet vil i de fleste tilfelle være å få tvaget inn i vatningsanlegget på en rimelig måte. Hvis avstanden mellom tvagkummen og pumpestasjonen ikke er for stor, vil den enkleste løsningen være å legge en plastledning ned til

sugesida av pumpa. Tvaget kan da suges inn i anlegget og blandingsforholdet reguleres ved hjelp av en kran ved pumpa.

Går trykkledningen for vatningsanlegget i nærheten av driftsbygningen, kan det bli tale om å pumpe tvaget inn i trykkledningen. En må da bruke ei pumpe som leverer forholdsvis lite tvag men som gir høgt trykk. Tannhjuls-pumpa ser ut til å passe godt i slike anlegg, men den er ømfintlig for forurensninger og en må derfor ha en rikelig dimensjonert synkekum ved inntaket til pumpa.

I enkelte tilfelle kan det bli tale om å ta tvaget inn i trykkledningen ved hjelp av en ejetor, men i de fleste tilfelle er trykkforholdene i anleggene slik at en får dårlig virkning av ejetoren.

Under spredningen må en kontrollere hvor mye tvag det er som blir spredd ut gjennom anlegget. Når en vet hvor stort areal sprederen dekker for hver oppstilling og en samtidig vet arealet av tvagkummen, kan en ved hjelp av en peilestav finne ut når en har fått spredd ut den ønskede mengden med tvag. Det er en fordel å kjøre vatningsanlegget en tid etter at tvaget er stengt av så en får vasket av plantene og samtidig får vasket tvaget ned i jorda.

Spredning av tvag foregår sikrest med store spredere. Har en effektiv silan-ordning foran inntaket i synkekummen, kan en godt nytte små spredere, men en dyse på 4-5 mm har lettere for å tettes til enn f.eks. en dyse på 12 - 14 mm.

3. Kunstgjødsel.

Denne metoden er lite prøvd her i landet, men den kan brukes ved overgjød-sling av vekster som det er arbeidskrevende å gjødsle på annen måte. Noen jevn fordeling av gjødsla blir det ikke da en må regne med temmelig stor variasjon i vassfordelingen over en større flate. Det er ikke så uvanlig at en får dobbelt så mye vatn på én plass som på en annen. Fordelingen av gjødsla vil da bli i samme forhold.

Det kreves lite ekstra utstyr for å spre kunstgjødsel gjennom vatnings-anlegget. Det enkleste er å ha et blandekar ved pumpestasjonen. Fra trykk-ledningen legges en slange bort i karet og en annen slange går fra karet og inn på sugesida av pumpa. Begge slangene utstyres med kraner.

Gjødsla fylles i karet og det tilføres vatn fra trykkledningen. En åpner så for slangen på sugesida og får blandingen inn i anlegget. Innsugningen

må ikke foregå for fort. En har så mye gjødsel i karet som det skal til på det arealet spredern dekker. Innsugningstida må være så lang at sprederen dreier mange ganger rundt under spredningen av gjødsla. Det fins også utstyr for spredning av kunstgjødsel som kan kobles inn i trykkledningen. Dette faller dyrere i anskaffelse men kan ha anvendelse der en har naturlig trykk på vatningsanlegget.

Anvendt litteratur.

Christensen, Svend Aa.: Markvanding. København 1961.

Harildstad, E.: Forelesninger om vatning og vatningsanlegg i jordbruket.
Norges Landbrukshøgskole 1950.

Rognerud, B.: Vatning. Bondens håndbibliotek. Oslo 1964.

Vatning, LOT, småskrift 11/61.

Kommunalteknikk nr. 48. Kurs i Oslo 1961.

Artikler: Norsk Landbruk nr. 13, 1961 og nr. 13 1964.