

H. Harildstad

Forelesninger

om

VATNING OG VATNINGSANLEGG

I

JORDBRUKET

ved

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

av

dosent Erling Harildstad

1950

JAN VÅGE

Forelesninger

om

VATNING OG VATNINGSANLEGG

I

JORDBRUKET

ved

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

av

dosent Erling Harildstad

1950

Utgitt av Studentutvalget ved Norges Landbrukshøgskole, Vollebakk.

Skrivemaskinstua
Oslo i feb. 1951

I N N H O L D

	Side
I. Innledning	1
II. Vatningens utbredelse	2
1. Litt historikk	2
2. Vatningens stilling i de nordiske land	4
III. Vårt lands nedbørsforhold	8
IV. Kriterier på gunstigste nedbørsforhold som grunnlag for bedømmelse av vatningsbehovet og vatningens berettigelse	11
V. Vatningstida	16
VI. Vassmengden pr. vatning	19
VII. Vassforsyning	21
VIII. Noen resultater fra norske, svenske og danske vatningsforsøk	24
IX. Vatningsmetoder	33
A. Rislingsvatning	34
B. Regnvatning	36
X. Vatningsanleggets elementer	37
1. Drivkraften, driftsmotoren	37
2. Pumper	41
3. Anleggets utforming	46
4. Rør og rørskjøter, koplinger	47
5. Hydranter	51
6. Sugeledning, vassinntak	52
7. Trykkledningen	55
8. Spreaderen og dens bruk	55
9. Spreaderens oppstilling, avstanden mellom hydrantene	61
10. Flytting av spreaderen, anleggets drift	65
XI. Planlegging av vatningsanlegg	67
XII. Dimensjonering av anlegget	69
XIII. Kostnadsoverslag	78
XIV. Regler for statsbidrag	80

I. INNLEDNING.

Formålet med enhver vassregulering i dyrket jord er å skaffe best mulige voksevilkår for kulturplantene. Med ordet vassregulering i denne forbindelse vil kanskje de fleste tenke på bortledning av vatn, grøfting. Men så sent som sommeren 1947 fikk de fleste jordbrukere i det sørlige og østlige Norge erfare at tilførsel av vatn på kunstig måte, altså vatning, kunne være meget ønskelig. Det er dog sjelden at vi har så utpregede tørkesommer, slik at vatning generelt er helt nødvendig; men i enkelte strøk i landet må det vatnes så å si årvisst.

Om det er grøfting eller vatning, eller begge deler som er nødvendig, beror i første rekke på klimaet. I humide trakter, hvor fordunstningen er liten i forhold til nedbøren, synker en del av vatnet ned i jorda og danner grunnvatn. Ved hjelp av grøfter må dette holdes på et for kulturplantene gunstig nivå. I aride trakter, hvor fordunstningen kanskje er større enn nedbøren, trengs det særlig vatning. Men dette forhindrer ikke at både grøfting og vatning kan være nødvendig på samme sted. Grøftenes oppgave er først og fremst å kunne lede bort vatnet raskt under snøsmelting og teledøsning og lengre regnvårsperioder. Om sommeren er det som regel liten eller ingen avrenning fra grøftesystemene. Selv om klimaet kan betegnes som humid i alminnelighet, er det ikke sjelden at fordunstningen er så stor og nedbøren så liten på visse tider av sommeren, at klimaet får arid karakter. Da blir vatning nødvendig for å oppnå maksimal avkastning med hensyn til de øvrige vekstfaktorene, f.eks. gjødsling.

Betrakter en jorda som helhet, ville en nok finne at vatning forekommer oftere enn grøfting. Således kunne en si at vatning spiller en større rolle for menneskenes matforsyning enn grøfting. Men i den tempererte og kalde sone vil nok grøfting være den overveiende vassregulering i dyrket jord.

II. VATNINGENS UTBREDELSE.

1. Litt historikk.

Fra historien er kjent at den høytstående jordkultur i det gamle Egypten skyldes den årlige oversvømmelse av Nilen. Uten dette ville landet ha vært tørt og ufruktbart, fordi nedbøren der vanlig er for snau til mer krevende vegetasjon. Disse oversvømmelser var riktignok naturens eget verk, men likevel vatning i stor skala. Det ble også god gjødsling idet vatnet førte med seg næringsrikt slam, som ble liggende igjen. I eldre tid ble det ikke gjort noe for å øke oversvømmelsenes effekt her, f.eks. ved å bygge kanaler som ledet og fordelte vatnet over større områder. Men i den senere tid er i Nilen bygd store reguleringsdammer. Den største er dammen ved Assuan, som rommer 2,5 mill. m³ vatn. Området nedenfor vatnes, og en tar 2-3 avlinger om året.

I det gamle Babylonia, der Eufkrat og Tigris under vårflommen laget oversvømmelser, ble vatnet ledet utover gjennom et rikt forgrenet kanalsystem. I forbindelse med dette laget en demninger, som fikk vatnet utover ellers ikke oversvømmet mark. Senere forfalt kanalsystemene, og jord som i fortiden var i høy kultur, er i våre dager mer eller mindre ufruktbar.

I Kina har vatning vært drevet fra gammelt av i stor utstrekning. Gjennom gravde vatningskanaler ble vatnet ledet utover.

I visse deler av India, spesielt innen Ganges- og Indus-flodområdene, er kunstig vatning meget utbredt. Vatningskanalene i disse områder er av de fremste i sitt slag. De er samtidig også viktige trafikkarer. Men da flodene til sine tider fører meget oppslemmet materiale, er det et problem å hindre at kanaler og dammer slemmes igjen.

I den nye verden har også vatning vært drevet fra gammelt. Fra omkring 1850 til våre dager er i U.S.A. et areal av ca. 80 000 km² gjort fruktbart gjennom vatning. De indre og sørligere deler av U.S.A. er de mest nedbørfattige, og vatningen spiller derfor størst rolle her. I Nevada, Utah og Arizona blir i gjennomsnitt ca. 75 % av det totale åkerarealet vatnet.

I Peru er det også vatning. De mest verdifulle jordbruksprodukter kommer fra vatnet mark. Mange av de vatningsanlegg som brukes her i våre dager, var til allerede under inkaveldets tid. Lenger sør, i deler av Chile og Argentina, er det betydelig kunstig vatning.

I Sör-Afrika og Australia er nedbøren låg, særlig i de vestre deler. Her er det omfattende vatning av åkerjord. I Australia tas vatnet flere steder fra s.k. artesiske brønner.

I Europa, særlig i sørligere deler, har det vært vatning helt fra oldtiden av. Dette gjelder f.eks. den spanske middelhavskysten, hvor det er sommertørt klima. Likeså Lombardiet som er et av de viktigste vatningsströk i Europa. Visse floddaler på Balkan kunne også nevnes. I denne forbindelse kan vi også nevne Sveits, hvor vatningssystemet på grunn av naturforholdene delvis fikk et eget preg. Vatnet ble i trerenner ledet til dalene fra fjelltraktene, fra fjellbekker ved isbreene.

I størsteparten av de nevnte vatningsströk ble vatning utført på den måten at vatnet ble ledet utover og fordelt gjennom kanaler eller renner. Fra disse lot en vatnet risle over marken i et tynt sjikt. Metoden kalles over-risling, og brukes også i våre dager. Men i den senere tid er en annen metode blitt utviklet. Prinsippet her er at vatnet ved stort trykk presses ut i luften gjennom en liten åpning, for å falle ned som regn. Metoden kan derfor også kalles regnvatning. I Tyskland har denne metoden vært brukt de siste 30 årene, likeså f.eks. i Holland. Uten å ta for hardt i kan vi også nevne vårt eget land, hvor Tor Prestgard fra Heidal var en av de første som konstruerte et brukbart apparat.

For å belyse vatningens omfang skal angis noen tall for vatnet areal i de ulike verdensdeler.

	Vatnet areal i km ²
Asia	570 000
Nord-Amerika	105 000
Europa	60 000
Afrika	42 000
Sör-Amerika	27 000
Australia	5 000

Etter dette er vatnet areal i alt ca. 810 000 km² åkerjord - eller ca. 100 ganger så mye som Norges dyrkede areal. En må vel trygt kunne si at vatning i våre dager er av stor betydning for jordbruksproduksjonen.

2. Vatningens stilling i de nordiske land.

2.1. Danmark.

Den eldste form for vatning bestod i naturlig oversvømmelse av lågtliggende arealer. Men virkningen har mange steder vært av stor betydning for jordbunnens beskaffenhet og avlingens størrelse og kvalitet. Ulempen er dog at en kan få oversvømmelse til ubeleilig tid. Dette har en søkt å råde bot på ved å bygge sommerdemninger mot vassdragene.

Hvor den naturlige vatning ikke strekker til, har en flere steder bygd demning i vassdragene for å få en mer kontrollert oversvømmelse av engene, eller oppstuing av vatnet for å heve grunnvasstanden. Her er det særlig engvatning det er tale om i disse tilfelle.

En videre utvikling er bygging av vatningsanlegg, hvor en ved hjelp av demning i hovedløpet fører vatnet inn i kanal som med lite fall går ovenfor og langsmed vatningsarealet.

De aller fleste vatningsanlegg i Danmark er laget under ledelse av Hedeselskabet (stiftet 1866). Hedeselskabet har prosjektert 102 vatningsanlegg av ovenfor nevnte type (1947). De omfatter 6867 hektar jord med i alt 400 km kanal. Over halvdel av disse anlegg ble anlagt i Selskabets første 10 år.

For bruk i marsktrakter er senere prosjektert 9 anlegg beregnet på mekanisk drivkraft. Av disse i alt 111 anlegg er bare 12 anlagt etter 1900. Ikke alle anlegg er i drift lenger. Men interessen samler seg nå mer om mekanisk drevne anlegg for vatning av forskjellige vekster, særlig på lettere jord. Ennå er det vesentlig bare gartneriene som bruker og som gjennom mange år har hatt slike vatningsanlegg. Planene for framtidig vatning i Danmark omfatter ikke bare plantenes forsyning med vatn, men en vil også undersøke muligheten for å kunne benytte kloakkvatn. En mener da å oppnå at kloakkvatnet filtreres ved å sige gjennom jord- og sandlag, samtidig som de oppløste og oppslemmede stoffer kommer til nytte.

2.2. Finland.

I Finland er vatning heller ikke av helt ny dato. Helt siden 1909 har det vært utført ulike vatningsforsøk. Men finnene regner 1938 som begynnelsesåret for systematiske vatningsforsøk. Forsøkene har hittil vist at klöverhøy, poteter og rotvekster er de mest rentable vekster for vatning her. Forsøk med regnvatning har bl.a. vist at totalnedbøren i mai-juni økte klöveravlingen med 31 kg pr. hektar pr. mm natur- og kunstig regn.

Disse forsök drives nå mest ved fire av statens gårder. For forsöksøyemed er det anskaffet moderne vatningsaggregat av Perrot- eller Lanninger-type. Gjennom disse anlegg spres også urin, som har gitt godt utslag på beite. Men både før og etter urin-vatninga har en brukt alminnelig vatning. Derved skulle kvelstoff-tapet minskes, slik som påvist ved forsök av Virri.

2.3. Sverige.

Klimaforholdene i Sverige er overveiende å betegne som humide; men på forsommeren kan det flere steder ha karakteren av arid klima. Dette er vanlig bl.a. på östkysten, samt Öland og Gotland.

Vatning i det svenske jordbruk har visstnok ikke vært vanlig noe sted lenger tilbake i tiden. I enkelte strök kunne det finnes spredte anlegg for vatning av eng, overrislingsanlegg. Først i de senere år er saken blitt aktuell. Den vatningsform som nå foretrekkes, er regnvatning, i jordbruket særlig med sirkelspredere. En stor del av de vatningsanlegg som nå er i gang, ble anlagt i törkeårene 1940 og 1941. Antall vatningsanlegg ble i 1947 anslått til ca. 400 stk. Hittil har vatning i det egentlige jordbruk mest vært begrenset til beite. Men ved siden av disse anleggene er det oppført mange anlegg for vatning av feltmessig dyrkede grønnsaker og i gartnerier.

På enkelte steder har en søkt å løse vatningsspørsmålet ved oppdemning av grunnvatn. Dette blir jo betraktelig billigere enn regnvatning, men det fordrer at jorda er ganske gjennomtrengelig og stort sett plan innen området.

Da vatningsvirksomheten var relativt liten før 1940, har forsöksvirksomheten heller ikke vært så omfattende før den tid. Men vi kan nevne at det i årene 1922-26 utførtes forsök på Målhammars gård utenfor Enköping. Videre en serie vatningsforsök ved Experimentalfeltet 1923-27.

Fra våren 1941 ble vatningsforsök satt i gang av Lantbrukshögskolans institution för agronomisk hydroteknik, både ved Lantbrukshögskolan og i distriktene.

Forsökene omfatter også bruk av vatn fra Östersjön med ca. 0,5 % saltinnhold.

2.4. Norge.

I vårt land er nedbøren svært ujevnt fordelt. I kysttraktene er den som regel høy; enkelte steder i Bergens-traktene normalt vel 3000 mm årlig. De øvre bygder i Gudbrandsdalen, Otta-dalføret, har normalt 270-300 mm årsnedbør. Mest i samme klasse kommer også de nordligste jordbruksdistrikter, nemlig distriktene ved Målselv, Alta og Tana. Dessuten må vi nevne de indre bygder i Sogn, Luster, Lærdal, Aurland o.fl. En mellomstilling inntar jordbruksdistriktene på Östlandet med 5-600 mm, og Trøndelag med 750-1000 mm.

I de øvre bygder av Gudbrandsdalen og de indre bygder av Sogn har vatning av åker og eng vært drevet fra eldgammel tid. Historiske data synes å vise at vatningsteknikken i disse strök for 300-400 år siden måtte stå på et etter datidens forhold höyt nivå. Ifölge Sortdal finnes det spor etter vassveier som har begynt langt inne på fjellet, i tjern som nå er gjengrodd, eller ved snö- og isbreer som ikke lenger eksisterer.

Den gamle vatningsmåten i disse strök, overrisling eller rislingsvatning, var meget arbeidskrevende og fordret stor övelse. Ved første gangs vatning kunne 1 mann vatne 1-1,5 dekar på 10 timers dag. Var åkeren bratt og vatnet hadde vanskelig for å synke ned, måtte en kanskje bruke skvetting ved siden av. Da greidde en ikke 1 dekar om dagen heller. Men under gunstigere forhold og ved senere vatninger av eng kunne en nok greie mer enn 1,5 dekar om dagen.

Den gamle metoden medførte også stort vassforbruk. Selv en övd vatner hadde lett for å bruke mer enn strengt nödvendig for å få rotblöyte. Men ellers, hva terrengforholdene angår, var nok metoden naturlig nok. I disse gamle vatningsströkene blir vatning i våre dager mer og mer mekanisert. Regnvatning med sirkelspredere tas i bruk. Mange steder har en naturlig trykk, ellers bruker en elektrisk drevne pumper.

Alt för forrige verdenskrig ble det konstruert et par dreiestrålespredere i vatningsdistriktene her; men særlig utover i 1930-årene ble det større fart i mekaniseringsarbeidet. Således er det konstruert flere norske spredere, som etter våre forhold må sies å stå fullt på høyde med de utenlandske, f.eks. tyske. Men oppgaven er fremdeles å få satt i gang og å stimulere innenlandsk, fabrikkmessig produksjon av spredere, lettvinde, sikre og billige koplinger, rörbend, hydranter, hensiktsmessige slusekraner m.m.

Utenom de typiske vatningsströk er vatningsanlegg i en eller annen form spredt over hele landet, i alle fylker. Dette kan jordbruks-tellinga for 1939 vise. Helt nord i Finnmark var således 26 anlegg i drift. Nedenfor vises et sammendrag for de fylker som hadde mer enn 70 vatningsanlegg i 1939 (e. Sortdal).

Tabell 1. Antall vatningsanlegg og vatnet areal m.v. 1939.

Fylke	Antall anlegg i alt	Av anleggene var:				Vatnet areal, dekar:		
		Nat. trykk	Rislingsanlegg	Pumpe	Ikke oppgitt	Hagebruk	Åker og eng	I alt
Oppland	1155	205	853	39	58	560	27072	27632
Sogn og Fjordane	532	156	328	20	28	1110	11525	12636
Akershus	235	117	1	108	9	1284	1202	2486
Buskerud	169	52	2	73	42	946	3940	4886
Hedmark	137	32	11	63	31	540	3383	3923
Östfold	62	22	3	31	6	210	499	709
Aust-Agder	48	15	2	13	18	134	128	262
Møre og Romsdal	92	34	17	6	35	91	268	359
Hordaland	165	70	59	13	23	557	1839	2396
Vestfold	97	26	1	46	24	462	661	1123
Vest-Agder	73	30	2	15	26	152	122	274
Rikets bygder	3103	843	1302	490	468	6311	51440	57751

De gamle vatningsbygder i Oppland og Sogn og Fjordane hadde så sent som i 1939 mange rislingsanlegg i bruk. Ellers er det f.eks. mange pumpeanlegg i Akershus fylke. Her er det for övrig også litt mer hagebruks- enn jordbruksareal som blir vatnet. Det samme gjelder for Agderfylkene.

Det er ellers ikke noe overraskende å finne vatningsanlegg spredt over mest hele landet beregnet for vatning i gartnerier, av blomsterkulturer, grønnsaker, jordbær, frukttrær og bærbusker. Disse kulturer krever og betaler for relativt stor investering. Vatning vil bidra til å gi større, årsikker og kvalitativt bedre avling.

Men også vanlig jordbruksareal, fortrinnsvis eng og kulturbeite, vatnes i strök med relativt høy, normal årsnedbör. Dette viser at det ikke egentlig er nedbörens absolute størrelse som er avgjørende, men dens fordeling i veksttida har selvsagt stor betydning. Det er en alminnelig

erfaring, iallfall over Östlandet, at forsommertörken kan være slem - og også ganske årvisst. Her blir det tale om suppleringsvatning. At jordbrukerne også i tida framover vil fortsette med dette, kan vi se av en sammenstilling, (utført av Sortdal, 1947) over planlagte vatningsanlegg etter 1939.

Tabell 2.

Fylke	Antall anlegg	Anleggstype		Vatnet areal i dekar			
		Nat. trykk	Pumpe	Beite	Hagebruk	Åker og eng	I alt
Oppland	373	250	123	x	245	17687	17932
Sogn og Fjordane	74	52	22	1097	1234	8929	11260
Akershus	20	2	18	710	165	332	1207
Buskerud	86	16	70	x	x	x	4668
Hedmark	15	x	x	x	x	x	x
Östfold	18	4	14	1800	360	x	x
Vestfold	30	3	27	634	726	2216	3576
Aust-Agder	19	1	18	20	200	197	417
Møre og Romsdal	18	12	5	x	95	171	266
Hordaland	9	8	1	x	218	335	553

x) Oppgave mangler

De øvrige fylker hadde mindre enn 10 planlagte anlegg hver.

III. VÅRT LANDS NEDBÖRSFORHOLD.

Fra "Nedböriakttagelser i Norge", tilleggshefte til årgang XXXVIII, 1927, henter vi følgende tall for normalnedbör:

Tabell 3.

Stasjon	Vassdrag	Høyde over havet i m	Normale nedbørshøyder						Mai-august i % av årsnedbør	Middel- temp. mai-sept.
			Mai	Juni	Juli	August	Mai- aug.	Året		
Fredrikshald	Tista	5	50	45	73	93	261	715	36	
Örje (Östfold)			54	49	83	105	291	747	39	
Trysil	Klara	362	56	73	95	110	334	718	46	
Engerdal	"	538	43	60	77	87	267	528	51	
Elverum	Glomma	188	56	60	89	103	308	663	46	
Övre Rendal	"	293	32	48	65	73	218	446	49	
Tynset	"	490	25	40	58	60	183	349	52	9.3
Eidsvoll verk	Vorma og	180	55	49	88	100	292	742	31	
Hamar	Lågen	138	44	50	73	85	252	521	48	12.1
Lillehammer	"	189	50	48	75	95	268	602	44	12.0
Heidal I	"	448	25	35	55	60	175	326	54	
Austinn	"	424	13	20	33	42	108	273	40	
Ulstad (Lom)			12	21	38	45	116	269	43	
Oslo I		23	45	52	76	92	265	645	41	
Ås		97	53	50	83	105	291	755	39	12.9
Nordre Land	Drømmens- vassdraget	155	50	48	73	92	263	602	44	
Vang i Valdres	"	484	37	43	72	83	235	505	46	10.3
Nes (Hallingdal)	"	163	32	46	65	75	218	437	50	11.8
Löveid	Skiens- vassdraget	29	55	52	78	122	307	796	39	
Fyrisdal I	Arendals- vassdraget	297	70	69	102	146	387	1088	35	
Fyrisdal II	"	273	60	59	88	123	330	891	37	
Eg (Kristiansand)	Otra	22	66	55	96	132	349	1253	28	13.4
Flekkefjord	Kvina	4	86	54	122	164	426	1722	25	13.9
Tysse	Tysse lven	58	138	145	159	205	647	2355	28	
Kvitingen	"	315	165	150	187	275	777	3120	25	
Bergen I		20	120	104	145	199	568	2145	26	
Voss	Vosse lven	56	59	56	77	113	305	1269	24	12.3
Lerdal	Lerdal selv	2	24	30	43	48	145	460	31	13.2
Ljösne	"	107	20	25	36	44	125	388	32	
Opdal	Driva	630	23	44	72	73	212	482	44	
Orkdal	Orkla	17	34	48	57	78	217	711	30	
Trondheim		34	39	43	58	76	216	790	27	11.2
Selbu	Nea	242	49	72	95	97	313	799	39	10.6
Hegra	Stjördal selv	18	67	78	108	123	376	1121	34	
Levanger		4	42	50	68	80	240	726	33	
Skjakerfossen	Verdal selv	125	76	91	123	138	428	1235	35	10.9
Steinkjer		5	38	43	61	78	220	740	30	11.5
Snåsa		142	48	76	102	116	342	1020	34	
Ilamsos		12	64	65	73	105	308	1182	26	
Mosjøen		5	82	78	94	108	363	1493	24	
Bodø		17	69	67	61	52	249	867	29	9.8
Harstad		45	42	38	46	55	181	713	25	
Moen	Målselv	11	30	39	54	54	177	606	29	
Inset	"	324	16	19	26	30	91	280	32	
Tromsø		38	49	54	58	71	232	1035	22	8.0
Kautokeino		303	19	35	54	47	155	318	49	
Tana	Tanaelv	30	24	36	42	43	145	412	35	7.7
Karasjok		128	24	42	62	54	182	364	50	
Sydvaranger		18	20	36	63	50	169	373	45	7.9

Hvordan nedbøren kan variere i 5-års perioder, ser vi av noen eksempler fra innlandsstrøkene:

Tabell 4. Femårs-midler.

Fem-års perioder	Elverum	Övre Rendal	Folldal	Tynset	Hamar	Grue	Ringebu	Sel	Dovre	Lesja
1896-1900	596	491	318	345	539	497	459	355	394	312
1901-1905	556	361	264	282	452	407	390	291	390	278
1906-1910	741	441	343	318	569	426	513	381	420	332
1911-1915	678	447	317	335	483	417	470	326	367	302
1916-1920	709	475	343	353	515	422	520	347	381	329
1921-1925	700	462	353	439	518	462	523	344	454	365

Som en ser er det rikelig nedbør etter kysten, men mindre i innlandstraktene. Minst får fjellbygdene bak de store fjellkjeder, bak Jotunheimen f.eks., hvor Lom og Skjåk har ca. 270 mm, Vågå ca. 300 mm. Dette tørre belte strekker seg også nordover til Lesja, Dovre, Hjerkinm og Opdal; videre østover til nordre Österdalen, Folldal og Tynset, hvor nedbøren er ca. 350 mm. Mjöstraktene har ca. 500-600 mm, Randsfjordtraktene og Hallingdal noe lignende eller litt mindre.

Östfold og delvis Trøndelag har 700-800 mm; men særlig i Nord-Trøndelag er det ikke sjelden 900-1000 mm. Det samme kan nok også sies om Vestfold.

De ytre kyststrøkene har stort sett over 1000 mm; men de indre bygder ved Sognefjorden og likeså lengst nordpå har sparsom nedbør, 300-400 mm.

Når en på grunnlag av meteorologiske observasjoner skal bedømme om nedbøren på et sted er tilstrekkelig eller ikke, sett fra jordbrukssynspunkt, er imidlertid den årlige, gjennomsnittlige nedbør et mindre godt mål. Nedbøren kan jo falle til tider da det er liten eller ingen vekst. For så vidt skulle nedbøren i veksttida være et bedre mål. Under våre forhold blir dette nedbør i mai, juni, juli og august. For sene vekster, som f.eks. rotvekster, kan vel bra nedbør i september også bety noe. Men plantenes vassbehov faller stort sett sammen med de mest intense vekstfaser. Tidspunktet for disse er ikke det samme for alle våre jordbruks- og hagevekster. Derfor blir det nedbørens fordeling i veksttida som framfor alt blir avgjørende. Hvilken fordeling som på hvert sted er gunstigst,

kan det ikke settes opp generelle normer for. Dette må jo bero bl.a. på jordarten og driftsformen (plantelagene).

Den prosentiske fordeling viser at på Östlandet faller 45-50 % av årsnedbøren i veksttida, på Vestlandet og i Trøndelag 27-35 %. Av dette kan en ikke slutte at fordelinga generelt er heldigere på Östlandet enn på Vestlandet og i Trøndelag. Der hvor årsnedbøren f.eks. er 1200 mm, må det vel delvis ansees som en fordel at bare 28-30 % faller i veksttida.

Når en bedømmer nedbørstallene, bør en også ta noe hensyn til stedets temperatur i veksttida. En og samme nedbør i Mjöstrakten og på Tynset, hvor middeltemperatur i mai-septbr. er henholdsvis 12,1° og 9,3°, må jo bety relativt rikeligere vassforsyning for plantene på siste sted. Dette på grunn av at fordunstningen avtar jo lågere temperaturen er.

Av dette framgår at en får et bedre mål om nedbøren i hver vekst-måned, eller kanskje helst i kortere tid, sammenlignes med den for de forskjellige kulturvekster gunstigste nedbør i samme periode.

IV. KRITERIER PÅ GUNSTIGSTE NEDBÖRSFORHOLD SOM GRUNNLAG FOR BEDÖMMELSE AV VATNINGSBEHOVET OG VATNINGENS BERETTIGELSE.

Som kjent trenger plantene en viss mengde vatn pr. kg produsert tørrstoff. Denne vassmengde påvirkes av bl.a. de samme faktorer som fordampningen fra plantebestanden pr. arealenhet. Det er derfor vanskelig, også bare tilnærmet, å kunne bestemme optimale vassmengder for de forskjellige kulturplanter, eller å angi generelle verdier, fordi vassbehovet i så høy grad vil bero på lokale forhold. På grunn av værets variasjon alene kan en vanskelig for en og samme trakt og for samme vekst oppgi noe bestemt vassforbruk pr. kg produsert tørrstoff (Westermann, 1936).

Likevel er det av interesse og også mulig å få fram visse holdpunkter, som kan være brukbare i praksis. En relativt enkel metode er det å la år med gode avlinger være kriterium på de gunstigste værforhold, bl.a. nedbør. Ut fra dette og stedets normalnedbør kan en så få et grovt mål på gjennomsnittlig nedbørunderskudd i bestemt tid. Skal en på dette grunnlag kunne få et begrep om de vassmengder som bør tilføres, må en også vite litt om effekten av vatning i forhold til regn. Undersøkelser over dette hos oss foreligger ikke. Men tysk undersøkelse (Brouwer, 1930) antyder at 20 mm ved vatning ikke skulle ha større effekt enn 3-4 mm som regn, dvs. vatning-

ens effekt er bare 15-20 % av regnets. Det er ikke anført noe om hvilke forhold resultatet er framkommet under, og kan derfor heller ikke uten videre overføres hit.

Svenske undersøkelser fra de siste år (Hallgren, 1946) går ut på at en for svenske forhold foreløpig kan regne med at effekten av regnvatning kan settes til 40-50 % av regnets effekt. Forsøksavlinga var høy, og vatning ble bare utført om dagen, ikke i sterk vind, men ofte i sterkt solskinn. På grunn av den direkte fordunstning er det å vente at effekten av vatning blir større når en vatner om aftenen og natta enn om dagen i solskinn. Ved russiske forsøk (1935) fikk en samme avling av hvete etter 160 mm ved vatning om dagen som etter 100 mm vatning om aftenen.

Med hensyn til ønskelig nedbør i veksttida har f.eks. tyske forskere søkt å sette opp normer for såkalte "ideale" nedbørsmengder. De absolute tall kan ikke overføres til våre forhold, men prinsippene kan muligens være av interesse, likeså forskjellige relative forhold.

Freckmann stiller opp følgende "ideale" nedbørsmengder (1930)

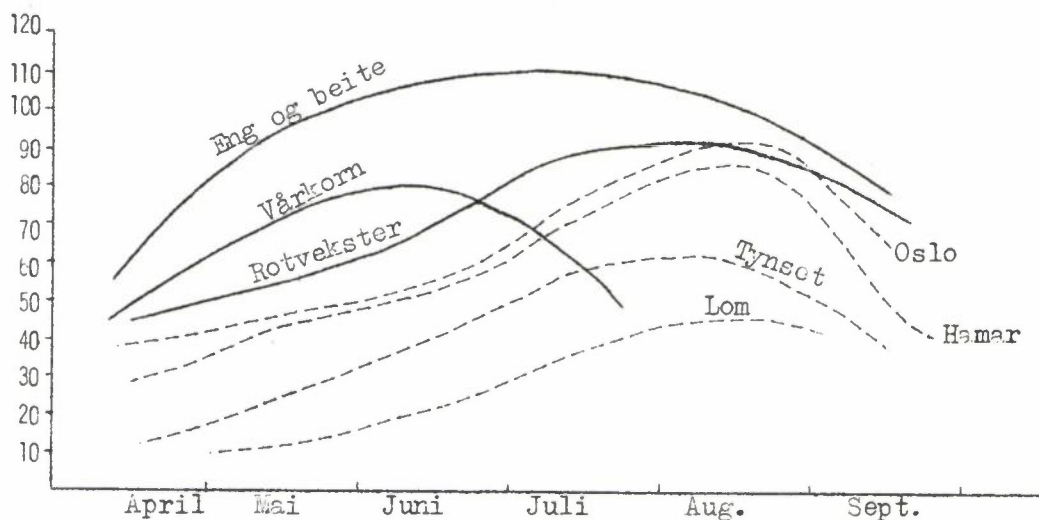
i mm:

Tabell 5.

	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Höstrug	40	70	70	40-50	-	-
Hösthvete	40	70	80	60	-	-
Vårrug	50	80	80	60	-	-
Vårhvete	50	80	80-90	70	-	-
Bygg	50	70-80	70	50	-	-
Havre	50	70	70-80	60	-	-
Lupiner	40-50	70	70	60	-	-
Poteter (halvsene)	40	60	70	80-90	80-90	60
Beter	50	50	70	80-90	90	70
Klöver	60	90-120	90-100	100-120	80-90	-
Eng	60	90-120	90-100	100-120	80-90	-
Beite	60	90-100	90-100	90-120	90-120	70-80

Tallene bekrefter den vanlige erfaring at kløver, eng og beite vil ha relativt stor nedbør.

Med en viss reservasjon når det gjelder den absolute størrelse av idealnedbøren, samt det absolute tidspunkt i veksttida for den, kan vi i et grafisk bilde sammenligne med normalnedbøren for noen norske strøk.



Generelt kan en si at over Östlandet er det vanlig et nedbørunderskudd på forsommeren. Av erfaring vet vi at den kritiske tid ofte er siste del av mai og første halvpart av juni. Dette gjelder særlig for eng, beite og rotvekster. Men for beitet kniper det også ofte i siste halvdel av juli og begynnelsen av august. Dette siste gjelder også for gjenveksten på enga.

Hva rotvekster og poteter angår, så har de lengre vegetasjonstid og kan ofte få nytte av den relativt gode nedbør på ettersommeren.

For grønnsaksdyrking er forsummertørken ofte meget sjenerende; mange vil også være helt avhengig av vatning.

Når en skal bedømme om forsommernedbøren på et sted er tilstrekkelig eller ikke for et eller annet vekstslag, må en også ta hensyn til lokale faktorer; i første rekke topografi og jordart.

Fra jevn og plan mark blir avrenningen på overflaten mindre under sterk nedbør enn fra sterkt kupert terreng. I første tilfelle vil mer vatn synke ned og magasineres i en og samme jordart. Men dertil kommer at i kupert terreng er det ofte lett gjennomtrengelig jord, som sand- og grusjord i haugene, og her vil vatnet synke så dypt at det ikke senere kan komme plantene til gode. Den lett gjennomtrengelige sandjord, som har mindre evne til å holde på vatnet enn leirjord, vil lettest bli for tørr. Her vil derfor vegetasjonen tidlig bli avhengig av nedbøren. Men også i sandjord kan grunnvatnet stå så høyt at plantene får tilført vatn ved kapillær ledning. Betydningen av den kapillære ledning ser for övrig ut til å ha vært overdrevet. Etter nyere oppfatning er det bare vatnet i rotsonen og nærmest under den som synes å komme vegetasjonen til nytte. Til grunn for denne oppfatning ligger det syn at det er planterøttene som oppsøker vatnet

og ikke omvendt. Vasshastigheten i de kapillære jordporer er for liten til at plantenes behov kan tilfredsstilles, når vatnet må ledes lengre strekning. Det kreves iallfall ganske homogen jord og meget god kapillær ledningsevne om vatn på større dyp skal få praktisk betydning.

I strøk med forsommertørke er det vanlig erfaring at sandjord i første rekke trenger vatning.

Som eksempel på andre kriterier for vatningsbehov kan nevnes:

Krüger (1918) anså nedbøren for utilstrekkelig om den var mindre enn følgende:

April	Mai	Juni	Juli	August	April-August
40	60	70	60	50	280 mm

Som uttrykk for vatningsbehovet ble angitt antall av disse måneder som i løpet av 20 år hadde hatt mindre nedbør.

Zunker (1925) angir følgende:

April	Mai	Juni	Juli	August	September	April-September
50	60	60	60	60	50	340 mm

Det antall av disse måneder som i løpet av 10 år har hatt mindre nedbør, kan vi kalle underskuddstallet. Vatning ansåes ønskelig og økonomisk mulig når underskuddstallet var:

på lett jord	> 20
" middels tung jord	> 25
" tung jord	> 30

I motsetning til foregående tar Schildknecht (1932) også hensyn til luftfuktigheten.

Metoden krever kjennskap til månedens nedbør og metningsdefisitt i tida april-september for størst mulig antall år, som så reduseres til 10-års perioder. Er en måneds middeltemperatur 18° C, så er mettet vassdampstrykk ved denne temperatur 15,5 mm. Er den relative fuktighet i middel målt til 60 %, trykk 9,3 mm, så blir metningsdefisitt = 40 % eller vassdampstrykk 6,2 mm. Kvotienten $\frac{\text{nedbør}}{\text{metningsdefisitt}}$ betegnes med N/S.

Disse kvotientverdier inndeles i grupper: < 5, < 10, < 15, < 20 og < 25. Antall måneder fra 10-års-perioden i hver gruppe kalles fuktighetstallet, og resultatet kan grafisk framstilles ved fuktighetskurver.

For Sverige har Franck (1928) foreslått følgende nedbørmengder som normgivende for Stockholmstrakten:

Mai	Juni	Juli	August	Mai-August
70	85	70	55	280 mm

Disse verdier synes høye i begynnelsen av vegetasjonstida og er derfor blitt korrigert. Med utgangspunkt i kvotienten $\frac{\text{nedbør}}{\text{metningsdeficit}}$ = k har en satt $k_{\min} = 17,5$, og har fått følgende verdier:

Mai	Juni	Juli	August	Mai-August
45	65	70	50	230 mm

Et annet begrep, "torrhetsvärde", er foreslått av Nilsson (1941). Dette beregnes av N/S kvotientens størrelse og betegner den samlede virkning av de tørre månedene. Den høyest mulige tørrhetsverdi (ingen nedbør i mai-august) blir: 4 måneder x 17,5 = 70. Er derimot N/S for hver måned større enn 17,5, blir tørrhetsverdien = 0.

For øvrig vises til litteraturen om dette.

I Sverige legger en for tiden neppe særlig vekt på disse normene. Det er forsøk i gang som skal klarlegge relasjonen mellom avling og vatningsintensitet. Fra tysk hold (Brouwer 1930) advares det også mot slike metoder til å bestemme vatningsbehovet. Det kunne føre til at vatninga ble innskrenket. Etter erfaringene der er regnvatning nødvendig hvor en kan skaffe vatn.

De nevnte metoder og betraktninger tar bare sikte på de klimatiske forutsetninger. Men vatningens økonomi må jo i realiteten bli det avgjørende. Generelt kan en si at det ikke er nok å få en avlingsøkning, men det skal også lønne seg å få fram denne økning. Avlingsøkningen ved forskjellige vassmengder og vekster kan forsøk gi opplysning om, men det økonomiske utbytte vil bero på de aktuelle priser. Ved kalkulasjon må en da gå ut fra visse rimelige priser og stille det beregnede økonomiske utbytte i relasjon til den beregnede, gjennomsnittlige årlige kostnad for anlegget. Men spørsmålet om vatningens økonomi er i alminnelighet ikke så enkelt å behandle. Mange jordbrukere er tilbøyelige til å betrakte vatninga som en "forsikringspremie", en utgift for å klare forholdene i ekstremt tørre år. Et slikt tørrår (1947) vil for mange gi et betydelig økonomisk tilbakeslag. I normale år kan anlegget stå ubrukt, men en har likevel de faste utgifter som følger med det (rente, amortisasjon).

Videre kan det tenkes at et vatningsanlegg gjør det mulig å dyrke mer intensive vekster (eks. jordbær) som har lettere for å betale kostnadene. Et vatningsanlegg på en meget tørr gård, f.eks. i Mjöstraktene,

vil sannsynligvis kunne øke gårdens verdi noe mer enn anleggets kostnad tilsier.

Disse sistnevnte momenter er det meget vanskelig å trekke inn i en kalkulasjon.

Det er spørsmål om vi, når det gjelder Östlandet, kan si at vatning er økonomisk forsvarlig overalt hvor en kan skaffe vatn med rimelig kostnad. Ennå har vi for få forsøk til å kunne besvare spørsmålet om vatningens lønnsomhet. Særlig trengs det forsøk i strök hvor det kan være tvil om lønnsomheten.

For hagebruket er det mange steder innlysende at regulering av vassfaktoren må til, både for kvantitetens og kvalitetens skyld.

I de beste jordbruksdistrikter vil vatning foreløpig bety mest for rasjonell eng- og beitekultur. På mange östlandsgårder er høyavlinga, selv ved relativt sterk drift, bare halvparten av hva den bör være. Etter som fôringa må baseres på mest mulig hjemmeavlet og konsentrert fôr, blir vatning som driftsfaktor vanskeligere å komme forbi. Det er alminnelig erfaring, f.eks. i Mjöstraktene, at store og gode fôravlinger får en bare i år med rikelig nedbör, uten forsummertörke. Uten å kunne supplere nedbören med vatning, kan en her ikke regne med årvisse, gode fôravlinger.

Vatning i jordbruk og hagebruk bör en ikke se på som et isolert tiltak, men i sammenheng med de övrige vekstfaktorer. Med tanke på at jordbruket stadig skal framover, er det således av større interesse å undersøke vatningens effekt i kombinasjon med gjödsling enn vatningens effekt under ellers konstante betingelser. Vatning er et såpass kostbart hjelpemiddel at næringsfaktoren bör være nær optimum for at vatninga skal komme til sin rett.

V. VATNINGSTIDA.

Det er vanskelig å sette opp generelle regler for når en helst bör vatne til de forskjellige kulturvekster. En må i det hele rette seg etter været, dvs. ikke bare etter nedbören, men også bl.a. etter temperaturen. Videre må en holde öye med jordas - særlig matjordas - fuktighetsforhold og plantenes utseende. I alminnelighet vil det være for lenge å vente med vatning til plantene viser törkesymptomer. For den enkelte jordbruker blir det derfor av stor betydning at han kjenner gårdens jord.

Likevel bør en være merksam på at vasskravet for de fleste vekster ikke er like stort gjennom hele vegetasjonstida. Det gis kritiske perioder da plantene er mer avhengig av nedbør enn i noen annen tid av vekstperioden. Dette stadium i utviklingen, som krever mest vatn, faller vanlig sammen med plantenes største stoffproduksjon. Stadiets tidspunkt på sommeren bestemmes særlig av planteslaget, men ellers kunne vi nevne de samme faktorer som virker på plantenes vekst, utvikling og modning: Temperatur, jordart, gjødsling, såtid m.fl.

Höstrug og hösthvete blir det sjelden tale om å vatne hos oss. Det er ellers viktig at rugen har det tørt under blomstringa p.gr.a. bestøvningen. Hösthveten trenger bra fuktighet en tid för skyting.

Om vårkornartene kan en generelt si at den kritiske tid er omkring skytinga. Forsök har vist (Vidme) at vassforbruket normalt er størst fra 3 uker för og til 1 uke etter skyting. Opptatt vatn på denne tid skal representere ca. 3/4 av hele vassforbruket.

For östlandsförhold faller skytinga vanlig i tida fra 1. til 15. juli. Buskingsstadiet faller i den nevnte tid för skyting. Det er alminnelig erfaring at rikelig nedbör og relativt låg temperatur i denne tid gir frodig kornåker. Ellers er jevn utvikling i den förste tida av betydning for stråstivheten.

For bygg og hvete gjelder ellers at vatning under selve skytinga har lett for å gi legde.

Rotvekstene har sitt største vasskrav når knollene for alvor tar til å vokse på ettersommeren. Således fant Vik (1914) at 80 mm regn i juni-juli syntes å være tilstrekkelig, mens behovet i august-september var betydelig större. Av erfaring vet vi at jordloppeangrep er verst når våren er törr; likeså at tida like etter tynning kan være et kritisk stadium. Vatning vil da være et godt hjelpemiddel.

Når det gjelder kålrot og betes, vil enkelte foretrekke å så i koldbank eller hageseng for senere utplantning. Men betingelsen for vellykket utplantning er bl.a. enten gode, naturlige fuktighetsförhold eller vatning.

Potetene stiller størst krav til fuktighet fra begynnende blomstring og en måneds tid utover. Vik (1914) fant at potetavlinga ble neverdig redusert bare når nedbören var mindre enn 50 mm i mai-juni og 100-125 mm i juli-august.

Merverdien av en potetavling etter vatning beror særlig på at det blir mer salgbar vare, dvs. mindre antall av för små knoller.

Et forsök (e. Freckmann) viser dette. Det ble utført i 1934, da det var meget tørt til og med juli måned, senere atskillig regn. Den samlede potetavling ble p.gr.a. höstregnet praktisk talt ens:

	Uvatnet	Vatnet
Friske, store knoller	1970 kg/dekar	2930 kg/dekar
Glassaktige og små knoller	1250 " "	350 " "
Avling	<u>3220 kg/dekar</u>	<u>3280 kg/dekar</u>

Over Östlandet er blomstringstida stort sett første halvdel av juli for halvsene og sene potetsorter.

Eng- og beiteplanter har mer jevnt vasskrav gjennom hele vekst-tida. Det er noe avhengig av bruken, idet mer vatn fordamper fra store enn fra små planter.

Forsök har vist at eng kan betale for relativt kraftig gjöds-ling, men betingelsen for helt årsikker og stor avling vil for östlands-forhold være kombinasjon med vatning. Over flatbygdene vil driftsmåten kreve iallfall 2 gangers slått av klöver- og timoteieng. Enten 2 gangers slått for silonedlegging + rimelig håbeiting til slutt, eller 1. avling som tidlig slått høy og 2. slått i silo.

Heldigste vatningstid må bedømmes i hvert enkelt tilfelle. I praksis vil lokale forhold være avgjørende, særlig nedbör og jordart. Inn-til en får innenlandske forsök å bygge på, må en støtte seg til erfaring.

Beite skiller seg ikke vesentlig fra eng. Vekstperiodene blir kortere, men flere. Antallet beror på beliggenheten i landet, bruksmåten o.lign., men 4-5 perioder kan kanskje være vanlig.

Utenlandske forsök synes å tyde på at vatning i første vekstperi-ode gir lite utbytte. Plantene er små, vatnet er kaldt, jorda er også kald og som regel bra fuktig. Ellers vil nedbör og jordart bestemme hvor ofte en senere bör vatne. I tørkeår (1947) er stadig vatning nødvendig; 2-3 ganger i måneden for juni, juli og (kanskje) august.

Grönnsaker som hodekål, blomkål, gulrötter har det störste vass-krav noe ut i veksttida - for sene sorter på ettersommeren. Det er ellers en alminnelig erfaring at vatning på forsommeren er helt nødvendig mange steder på Östlandet.

Jordbær blir vatnet over Östlandet, særlig på opplendt jord. Sterk tørke i tida fra blomstring og utover til hösting vil kunne reduse-re både kvantitet og kvalitet betraktelig.

VI. VASSMENGDEN PR. VATNING.

Det foreligger ikke norske forsök som viser gunstigste vassmengder pr. vatning. Den gamle vatningspraksis gikk ut på å skaffe god rotblöyte. Det samme gjelder også regnvatning. Erfaring tilsier at vassmengden da bör være litt mindre på lett jord enn på tung jord, litt mindre til åker enn til eng og litt mindre til unge, spe planter enn til eldre.

For tyske forhold anbefales til åkervekster 10-15 mm etter arten og utviklingsstadiet, til eng og beite 15-25 mm.

På lett jord vil altfor sterk vatning kunne gi utvasking og tap av vatn. På den annen side vil mindre mengder hver gang, men oftere vatning gi mer arbeid og sterkere direkte fordunstning. Tung jord, leirjord, krever forsiktig vatning idet den lett danner skorpe, slemmes igjen i overflaten. Det er nødvendig å passe på at sprederens dyse står i rett forhold til vasstrykket. For stor dyseåpning og for lite trykk gir store, tunge vassdråper.

Ellers kan det også være nødvendig å smuldre skorpa så snart jorda blir bekvem etter vatning, f.eks. i rotvekståker.

I vanlig praksis anser en ca. 25 mm som svarende til god rotblöyte. Ved dimensjoneringsberegning av nyanlegg regner en således med ca. 25 mm pr. vatning og at vatninga skal kunne gjentas etter 10-12 dagers forløp. Dette må ikke oppfattes som norm, men som brukbart holdepunkt. Er det f.eks. grünsaker på tørr jord, kan det bli nødvendig å vatne i hver uke. Anleggets kapasitet må rettes etter det.

For vatning til frukttrær kan forholdet bli omvendt. Frukttrær har atskillig dypere rotsystem enn de övrige vekster som vatnes. Fra engelsk hold hevdes at på god, dyp jord skulle 3" = ca. 75 mm være hövelig pr. vatning. Dette gir lengre tid mellom hver vatning og ventelig mindre fordunstning. På grunnere, lettere jord skulle 2" = ca. 50 mm være passe. I samme forbindelse hevdes at til jordbar er $\frac{1}{2}$ - 1", dvs. 15-25 mm hövelig mengde pr. vatning. Forsök får vise om dette kan tillempes for norske forhold, f.eks. hvor det er kupert terreng.

Som eksempel på vassmengder, tillempet på en gård ved Mjösa (Helgöya) etter 5 års drift, skal nevnes:

Störste vassmengde brukes til eng og beite: Fra våren 20-30 mm, senere 35-40 mm pr. vatning. Til åker og rotvekster, som vesentlig vatnes bare i sommertida, ansees 25-30 mm pr. vatning som tilstrekkelig.

Videre gjengis en oversikt, utarbeidet av Sortdal, over vassmengde og avling på Klones, 1933-1946.

Tabell 6. Vassmengde og avling på vatningsjord, Klones, 1933-1946.

	Dato for høsting	Vatn som										Tørt høy, kg pr. dekar		
		Nedbør i mm					Vatning i mm				Regn + vatning	1. slått 2. slått	Ialt	
		Mai	Juni	Juli	Aug.	Mai-aug.	1. gang	2. gang	3. gang	Ialt				
1933: 1. slått	27/6						25/5 20	8/6 30			50	285.2	574	847
" 2. "	2/9	5.5	15.6	138.6	40.5	200.2		15/7 35		35	273			
1934: 1. slått	22/6						1/5 30	16/6 30			60	257.0	598	1194
" 2. "	28/8	16.9	14.6	56.3	74.2	162.0	5/7 35			35	596			
1935: 1. slått	4/7						30/5 15	14/6 35	2/7 30		80	285.0	621	966
" 2. slått	5/9	0.0	53.2	42.0	24.9	120.1	17/7 20	1/8 30	21/8 35	85	345			
1936: 1. slått	1/7						4 vatninger				70	287.6	814	1177
" 2. slått	2/9	0.5	41.1	110.2	45.8	197.6				20	363			
1937: 1. slått	30/6						3 vatninger				25	240.7	743	1159
" 2. slått	10/9	66.2	23.9	57.3	23.3	170.7				45	416			
1938: 1. slått	11/7						3 vatninger				25	318.6	825	1063
" 2. slått	19/9	20.1	45.0	99.6	73.9	238.6				55	238			
1939: 1. slått	26/6						4 vatninger				45	257.0	512	1172
" 2. slått	23/8	4.4	50.0	104.0	19.0	177.4				35	660			
1940: 1. slått	2/7						7 vatninger				113	315.1	708	1314
" 2. slått	27/8	11.1	17.2	87.4	41.4	157.1				45	606			
1941: 1. slått	8/7						5 vatninger				86	278.8	474	800
" 2. slått	27/8	5.9	37.9	57.0	67.0	167.8				25	326			
1942: 1. slått	13/7						3 vatninger				47	249.1	618	880
" 2. slått	13/9	28.6	38.8	75.4	39.3	192.1				20	262			
1943: 1. slått	12/7						5 vatninger				65	253.0	661	1166
" 2. slått	11/9	21.6	19.2	36.7	55.5	133.0				55	505			
1944: 1. slått	8/7						5 vatninger				50	318.7	874	1335
" 2. slått	1/9	11.6	72.2	62.6	60.3	206.7				62	461			
1945: 1. slått	4/7						6 vatninger				69	296.1	729	1175
" 2. slått	30/8	44.0	37.4	48.7	25.0	155.1				72	446			
1946: 1. slått	29/6						5 vatninger				72	283.8	639	1202
" 2. slått	2/9	10.0	72.9	25.6	55.3	163.8				48	563			

Som en ser ligger vassmengdene her til eng jevnt over på 20-25-30 mm pr. vatning.

Det er ikke likegyldig hvor fort vatninga foregår. Som karakteristik brukes mm vatn pr. minutt.

Følgende angis som største verdier:

På lett jord	1,25 mm/min.
" middels tung jord	0,75- <u>1,00 mm/min.</u>
" tung jord	0,60 mm/min.

En sirkelspreder må vanlig stå på hvert sted 2-2½ time for å gi 20-25 mm. Om sprederen gir 7,5 mm pr. time, svarer dette til 0,125 mm/min. For samme spreder ved konstant trykk öker regnintensiteten med dyseåpningens størrelse (se senere, f.eks. oppgave over Perrot - A 29).

For sammenligning kan nevnes at for meget sterkt regn som varer kortere tid dreier det seg om 1,0 mm/min. Vanlig jevnt, varig regn gir 0,02-0,03 mm/min.

På grunn av større intensitet vil regnvatning kunne senke jordtemperaturen mer enn naturlig regn. Det har derfor også vært antydning at en bör være forsiktig med vatning för lufttemperaturen er 17-18° C.

VII. VASSFORSYNING (TIL REGNANLEGG).

I en törkesommer er det ikke små vassmengder som trengs. Har en først begynt med vatning, må en også fortsette. Plantene tåler lite törke når de først er vent til rikelig vassforsyning. Både forsök og erfaring har vist dette. Dersom en regner å gi 20 mm pr. vatning, så representerer dette 20 m³ vatn pr. dekar. Muligheten for å kunne skaffe vatn med rimelig kostnad er i mange tilfelle den begrensende faktor. På den annen side gis det nok av eksempler på at disponibelt vatn ikke er utnyttet.

Vatn kan skaffes på flere måter.

1. Grunnvatn--oppkomme.

På grunn av den store vassmengde som trengs, vil oppkomme som regel strekke til bare på mindre bruk. Det er eksempel på at et oppkomme i 1947 skaffet rikelig vatn for vatning av ca. 30 dekar (Veldre, Hedmark).

Spreaderen gikk hele døgnet og brukte ca. 200 l/min. I dette tilfelle var der laget et reservoar på ca. 100 m³.

Det hydrologiske grunnlag bør være observasjoner gjennom en årrekke, særlig om oppkommet er sikkert i kritiske tørrperioder. Kapasiteten bør også undersøkes, f.eks. ved pumpeforsøk eller tømning på annet vis. Selv om tilsiget er bra, må en som regel regne med å måtte ha noe magasin. Dette vil også bidra til at det kalde grunnvatnet blir litt oppvarmet før bruken. Regnvatning i varmt vær gir ytterligere oppvarming. For øvrig synes erfaring å tyde på at i den varme sommertida er grunnvatn av 6-8° C like bra som vatn av 15-20° C.

Innhold av oppløste stoffer er som regel ubetydelig, unntatt Ca i enkelte tilfelle.

Hva rettslige forhold angår sier Lov om vassdragene, 1940, § 11: Brønngraving eller annet arbeid på egen grunn, som kan forutsettes å ville volde skade ved å hindre eller minske vasstilgangen til eller bortlede vatn fra arnen manns brønn (oppkomme) eller dam som brukes til vassforsyning, må ikke finne sted uten særlig adkomst eller hjemmel i lov. Se ellers også § 10.

2. Vatn fra sjö, elv eller tjern.

Lov om vassdrag, 2. kap., § 14,1 sier: Enhver 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.

For øvrig se § 15,1, § 16, § 17 og § 19.

3. Vatn fra bekker.

Er det bekk med sikker og stor nok sommervassføring, trengs det ingen demning, men bare et sted med litt dypere vatn, hvor en eventuelt kan plasere sugeledningen. Vassføringa bør helst være målt i en tørr periode, slik at det er minste sommervassføring en har greie på.

Ellers kan det være nødvendig å bygge demning, f.eks. av jord eller betong (se dambygging).

Dammen kan plaseres over selve bekkefare, om terrenget er slik, og en får tilstrekkelig magasin på denne måten. I betongdam må en sørge for botnavlöp, f.eks. stöpejernsrör med slusekran, som dimensjoneres etter å kunne ta midlere vassföring ved rimelig demmehöyde. Slusekranen holdes åpen når vatning og demning er unödvendig. Det kan også bli aktuelt å rense dammen for slam. Videre må betongdammen ha flomavlöp.

Bruker en jorddam, kan det være enklest og best å legge avlöpsrennen ved siden av dammen, men den kan også mures eller stöpes gjennom dammen. I alle tilfelle må det innrettes slik at hele vassföringa kan ledes forbi dammen uten å ödelegge den ved utgraving.

Terrenget kan ellers være slik at det er större og bedre magasin-plass ved siden av bekken og at vatnet uten vanskelighet kan ledes dit.

Magasinstörrelsen vil i hvert tilfelle bero på störrelsen av sommervassföring i forhold til vassforbruket. Det kan også bli tale om å magasinere vårvatn for vatning, f.eks. i juni, juli og august. Dette beror på om terrenget betinger billig demning og om botnen er relativt tett. Under ugunstigste nedbörforhold bör magasinet da romme største, sannsynlige forbruk ved vatning i perioden, samt tillegg for tap ved lekkasje og fordunstning.

Vatn fra norske vassdrag er som regel meget rent, særlig gjelder dette fjellvatn. Derfor regner vi ikke med tilförsel av næringsstoffer i mengder som har praktisk betydning, unntatt vatn av kvalitet som ved Akerselvas utlöp.

Det brüne myrvatn er i denne henseende også mest verdilöst.

Lov om vassdrag, 1. kap., § 10,4 sier: Hvis en dam eller lignende mindre vass-samling strekker seg over flere eiendommer, må ingen eier rå over den til skade for noen annen eier.

4. Bruk av kloakkvatn.

Dette har vært lite diskutert hos oss, men spørsmålet har vært og er aktuelt bl.a. i Danmark og Sverige. I 1941 ble det i Sverige satt forsök i gang over spørsmålet. Avlingsökningen etter denne vatning blir å betrakte som både vatnings- og gjödslingseffekt.

Kloakkvatnet passerer först rensingsverket og blir avslemmet og kanskje noe bakteriologisk påvirket. Dets innhold av plantenæringsstoffer vil veksle mye etter kloakksystemet (f.eks. tillöp av regnvatn) og de be-drifter som det meste kommer fra. Dette viser bl.a. analyser av kloakkvatnet i det svenske forsöket ved Lund:

Datum for prøvetaking	N mg/liter	P ₂ O ₅ mg/liter	K ₂ O mg/liter
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
Middeltall	46,8	7,5	26,5

Som en ser kan det være betydelige mengder kvelstoff, og også bra med kalium. Derimot er det lite fosfor. Tilskudd av fosforgjødsel kan derfor være nødvendig.

En må også være merksam på at avfallsvatn f.eks. fra garverier, gassverk, cellulosefabrikker og lignende kan inneholde skadelige stoffer.

Videre blir det spørsmål om smittefare for dyr og mennesker ved vatning med kloakkvatn.

5. Bruk av saltvatn.

Dette er lite aktuelt hos oss. Av erfaring og forsøk i Sverige framgår at saltvatn, med ca. 0,5 % salt, og gitt som regnvatning på den grønne bladmasse, kan skade visse kulturplanter, mens andre går fri. Men det har også vist seg at virkningen på denne måten ikke er den samme alle steder. Vekster som skades av saltvatn på et sted, kan bli uskadd på et annet sted. Årsaken er foreløpig ukjent.

Det er også spørsmål om selve jorda skades. Ved 20 mm vatning blir det jo ca. 100 kg salt pr. dekar. For leirjordas vedkommende kan det tenkes uheldige virkninger på strukturen.

VIII. NOEN RESULTATER FRA NORSKE, SVENSKE OG

DANSKE VATNINGSFORSÖK.

Når en planlegger og beregner vatningsanlegg, bør en også kunne sette opp en holdbar kalkyle over vatningens økonomi. Grunlaget må her bli den avlingsøkning som en gjennomsnittlig kan regne med å få. Avlingsøkningen i ekstreme tørrår er relativt lett å vurdere, men den vekt en kan legge på dette, vil bero på årenes frekvens.

I vårt land er vatningsforsök, med offentliggjorte resultater, hittil vesentlig utfört i nordre Gudbrandsdalen. Resultatene gjelder derfor særlig for disse strökene, men de har også interesse utover dette. I årene för siste krig ble noen forsök utfört over Östlandet, men resultatene er ikke offentliggjort ennå (1950).

I tillegg til tidligere refererte resultater fra Klones gjengis videre forsök med vatning til poteter, eng og bygg samme sted, tabell 7. Her er vatning også praktisert i seterregionen, 900-940 m o.h. Avlingens størrelse framgår av tabell 9.

Tabell 7. Forsök med vatning til poteter, eng og bygg, Klones, Vågå. Avling i kg pr. dekar.

	Nedbör mai- august mm	Poteter		Eng					Bygg		
		Knoller	Törr- stoff	1. slått		2. slått		Tört höy, ialt	Kjerne	Halm	Vatning + nedbör
				Rätt gras	Tört höy	Rätt gras	Tört höy				
1922	Vatnet 297								206	536	297
	Uvatnet 277								226	499	
1923	Vatnet 143	3242	572						235	470	165
	Uvatnet 107	2894	491						170	246	
1924	Vatnet 298			6430	1286				276	464	274
	Uvatnet 254			5090	1273				276	409	
1925	Vatnet 210			2435	609	741	148	757	293	427	175
	Uvatnet 120			674	223	260	55	278	175	282	
1926	Vatnet 294			3725	968	1031	207	1175			
	Uvatnet 274			2363	780	657	144	924			

Tabell 8. Avling på Klonesseteren, Vågå.

	Höy på kunsteng Kg pr. dekar	Tört grönnför Kg pr. dekar
1930	476	715
1931	581	343
1932	534	618
1933	445	593
1934	469	509
1935	635	753
1936	799	976
1937	686	900
Gjennomsnitt	578	676

Tallene i tabell 8 sier ikke noe om relasjonen mellom vatnet og uvatnet, men de viser iallfall at gjennomsnittsavlinga ligger like høyt eller høyere enn på mange gårder, f.eks. i Mjöstraktene, uten vatning.

Den gjennomsnittlige avlingsøkning iflg. tabell 7 blir:

For bygg : 41 kg kjerne pr. dekar, eller 19 %
 " poteter: 348 " knoller pr. dekar, eller 12 %
 " høy : 248 " tørt høy pr. dekar, eller 30 %

Resultater fra vatningsforsök i Sverige.

Tabell 9. Sammenstilling av vatningsforsök ved Målhammar i Västmanlands län, 1922-1926.

Vekst	År	Uvatnet, avling i kg/dekar	Vatning 1 gang. Avlingsøkning i		Vatning 2 ganger, Avlingsøkning i	
			kg/dekar	%	kg/dekar	%
Bygg, kjerne	1922-23, 1926	232,0	72,5	31	33,0 ¹⁾	11
Havre, "	1924, 1926	243,0	8,0	3	- 15,0	- 6
Blandkorn, "	1922, 1925	258,0	36,0	14	47,0 ¹⁾	19
Grönnför, "	1922-1923	1834,0	620,5	34	115,0 ¹⁾	5
Kålrot og betar	1922-1926	4526	690	15	-	-
" " "	1924-1926	4133	690	17	1527	37

1) Bare ett års forsök.

Ved hver vatning ble gitt som regel 30 mm. Rotvekstene har gitt bra utslag. I 1925, da det var sterk forsommertörke, ga rotvekstene etter 2 gangers vatning en avlingsøkning på 63 %. Også grönnför og bygg ga bra resultat. Havre derimot har ikke gitt nevneverdig avlingsøkning.

Forsöket bör nærmest betraktes som et forberedende eksperiment for åkervatning i Sverige.

Tabell 10. Resultat av kombinert gjødslings- og vatningsforsøk på beite ved Målhammar, 1923- 1926.

Forsøksledd	Uvatnet		Vatnet 1 gang			Vatnet 2 ganger		
	Avling, kg høy pr. dekar	Avlingsøkning i % ved gjødsling	Avling, kg høy pr. dekar	Avlingsøkning i % ved		Avling kg høy pr. dekar	Avlingsøkning i % ved	
				Vatning	Gjødsl.		Vatning	Gjødsl.
Ugjødslet	477	-	538	13	-	-	-	-
Ugjødsl. middel av 1924 og 1926	650	-	723	11	-	745	15	-
Gjødsl.: 30,0 kg super + 20 kg kali	493	3	580	18	8	-	-	-
Samme gjødsl., middel 1924-26	700	8	790	13	9	818	17	10
Gjødsl. = foregående + 20 kg chilesalp.	565	19	675	20	26	-	-	-
Samme gjødsl. middel 1924-26	705	8	823	17	14	898	27	20

Tabell 10 viser et kombinert gjødslings- og vatningsforsøk på beite. Avlinga er høstet som høy.

Skal en dømme etter den sterke stigning i forbruk av kunstgjødsel de siste årene, må det bli kombinasjon av gjødsling og vatning som i framtida har størst interesse; enten vanlig gjødsling eller stigende gjødselmengder.

Av tabell 10 framgår at i dette tilfelle har vatningens effekt økt ved samtidig gjødsling og omvendt. Dette betyr at det foreligger positiv samspilleffekt mellom disse to faktorene. Størrelsen av denne kommer fram når vi sammenligner avlingsøkningen etter samtidig gjødsling og vatning med summen av avlingsøkningene etter gjødsling og vatning hver for seg. Eksempel: Finn samspilleffekten mellom gjødsling og vatning når vi regner med 3-sidig gjødsling og 2 gangers vatning (ca. 30 mm hver gang).

Avling, med vatning	745 kg pr. dekar	} uten gjødsel
" uten "	<u>650 " " "</u>	
Avlingsøkning, vatn. alene	<u>95 kg pr. dekar</u>	
Avling, med gjødsling	705 kg pr. dekar	} uten vatning
" uten "	<u>650 " " "</u>	
Avlingsøkning, gjødsl. alene	<u>55 kg pr. dekar</u>	

Avling, med gjödsl. og vatning	898 kg pr. dekar
" uten " " "	<u>650 " " "</u>
Avl.økning, gjödsl. og vatning samtidig	<u>248 kg pr. dekar</u>

Samspilleffekt 248 -- (95 + 55) = 98 kg pr. dekar, eller ca. 15 % av ugjødset og uvatnet ledd.

For 3-sidig gjødsling og 1 gangs vatning blir samspilleffekten 45 kg pr. dekar, eller ca. 7 % av ugjødset og uvatnet ledd.

Forsøkene ved Målhammar var vanlige markforsök.

Ved Experimentalfeltet ble brukt betongsisterner med 0,8 x 0,8 m kvare flate.

Tabell 11. Resultat av vatningsforsök ved Experimentalfeltet, 1923-1927.

Vekst	År	Avlingsökning i % ved vatning tilsvarende		
		30 mm	60 mm	90 mm
Erter som grönnfôr	1923-26	6	14	24
Havre	1923-26	5	11	21
Hollandsk raigras	1923-24	18	34	44
Poteter, Harbinger	1926-27	15	41	50

Som en ser har samtlige forsöksvekster her gitt avlingsökning også etter de største vassmengdene; men på den annen side er det vanskeligere å overføre og å tillempe disse resultater på forholdene i marken.

I 1941 ble anlagt et vatningsforsök på beite ved Lantbrukshögskolan, Ultuna.

Matjorda karakteriseres som noe "mullhaltig sandblandad mellanlera". På grunnlag av jordpröver og kjemisk bestemmelse av næringsstoffene anså en jordas fosfat- og kalitilstand som meget tilfredsstillende. Som gjødsling over hele feltet ble første året gitt 10 kg kalksalpeter pr. dekar om våren og samme mengde 23. juli.

Tabell 12. Resultat av vatningsforsök ved
Lantbrukshögskolan, 1941.

Forsöksledd	Regn + vatning mm	Høy %	Kg høy/dekar	Avlingsökning i %
a) Uvatnet	101 ^{x)}	36,1	145	-
b) 30 mm regn + vatning i 14 dager	193	27,7	281	94
c) 45 mm regn + vatning i 14 dager	253	24,7	337	132
d) 60 mm regn + vatning i 14 dager	323	24,1	370	155

x) Nedbör i tida 15. mai - 6. august.

Samtlige avlingsdifferanser er helt sikre.

Våren 1942 ble forsøket utvidet til kombinert vatnings- og gjøds-
lingsforsök. Som grunnkjødsling ble gitt 20 kg superfosfat, 10 kg kalk-
kvelstoff og 10 kg kalksalpeter pr. dekar. Vatning utførtes 3 ganger pr. må-
ned slik at nedbör + vatning ga 20, 30 og 40 mm pr. 10 dager til leddene b,
c og d. Forsöksgjødslinga var 0, 20, 40 og 60 kg 15,5 % kalksalpeter pr.
dekar.

Tabell 13. Resultat av vatningsforsøket ved
Lantbrukshögskolan, 1942.

Blokk	Forsöksledd				Kg høy pr. de- kar	Avlings- ökning i %
	a	b	c			
I. Grunnkjødsling	37,85	33,02	30,59	38,20	577	-
II. Som I + 20 kg kalksalp.	36,52	41,15	41,08	41,22	661	15
III. Som I + 40 kg kalksalp.	43,51	41,51	41,90	41,03	694	20
IV. Som I + 60 kg kalksalp.	44,40	46,52	49,10	44,39	762	32
Kg høy pr. dekar	671,0	670,0	672,0	681,0		
Avlingsökning i %		-	-	2		
Vatning i mm		0	31	78		
Regn + vatning i mm, 16. mai - 14. august	219	219	250	297		

Etter utslaget for vatning å dømme skulle nedbören dette året i
tida 16. mai-14. august ha vært tilstrekkelig. Fordeling av nedbören var
følgende:

16. - 31. mai 68 mm
 juni 48 "
 juli 77 "
 2. - 14. aug. 26 "

Av utslagene for gjødsling er bare den siste differansen statistisk sikker. En kan også finne positiv samspilleffekt mellom gjødsling og vatning.

I 1943 ble forsøket gjennomført etter samme plan som forrige år.

Tabell 14. Resultat fra vatningsforsøket ved Lantbrukshøgskolan, 1943.

Blokk	Forsøksledd				Kg høy pr. dekar	Avlingsøkning i %
	a	b	c	d		
I. Grunnjødsling	18,40	20,80	26,27	39,38	433	-
II. Som I + 20 kg kalksalp.	24,41	31,04	37,16	38,66	542	25
III. Som I + 40 kg kalksalp.	30,33	37,67	40,92	43,96	632	46
IV. Som I + 60 kg kalksalp.	34,45	40,43	49,12	50,95	723	67
Kg høy pr. dekar	445	603	634	715		
Avlingsøkning i %	-	36	42	61		
Vatning i mm		123	213	303		
Regn + vatning, mm i tida 1. mai - 22. september	217	340	430	520		

Nedbørens fordeling var:

mai 20 mm
 juni 12 "
 juli 25 "
 aug. 128 "
 1.-22. sept. 32 "

Utslagene for både vatning og gjødsling er sikre. Samspilleffekten er 34 kg pr. dekar.

I gjennomsnitt for årene 1942-46 har avlingsøkningen for vatning til leddene b, c og d vært henholdsvis 12, 28 og 42 %.

Gjennomsnittlig avlingsøkning for kvelstoffgjødsling har i samme tid vært 17, 32 og 46 % for henholdsvis II, III og IV.

Våren 1943 ble et vatningsforsök på beite anlagt på Kölby gård, 17 km vest for Kalmar. Jordarten ble betegnet som "måttligt mullhaltig moblandad sand", dvs. en relativt lett gjennomtrengelig jord. Første året ble forsøket utført som rent vatningsforsök. Det er senere kombinert med gjødsling.

Gjødsling 1943 var: 20 kg superfosfat og 10 kg 40 % kaligjødsel pr. dekar, og overgjødsling med gjødselvatn hösten för.

Tabell 15. Resultat av vatningsforsök ved Kölby, 1943.

Forsöksledd	Regn + vatning	Kg höy/dekar	Avlingsökning i %
a) Uvatnet	148 ^{x)}	445	-
b) 20 mm regn + vatning pr. 10 dager	267	563	27
c) 30 mm regn + vatning pr. 10 dager	367	613	38
d) 40 mm regn + vatning pr. 10 dager	472	671	51
e) 50 mm regn + vatning pr. 10 dager	572	755	70

x) Nedbör i tida 26. april - 5. september.

Nedbörens fordeling var fölgende:

26. april - 26. mai : 17 mm
27. mai - 25. juni : 20 "
26. juni - 29. juli : 28 "
30. juli - 19. aug. : 51 "
20. aug. - 5. sept. : 32 "

Sterkeste vatning, ledd e, ble således 424 mm, eller gjennomsnittlig ca. 36 mm pr. 10 dager.

Det hevdes at en slik vatningsintensitet antakelig overstiger den som det fra ökonomisk synspunkt kan være mulig å dimensjonere vatningsanlegg i jordbruket etter. På den andre siden er det imidlertid tydelig at en med de tilförte vassmengder ikke har nådd det produksjonstekniske optimum.

Hva höyets kjemiske sammensetning angår har det gått fram av försökene at med ökende vatning

- 1) har høyprosenten gått ned,
- 2) har høyets innhold av råfett og råprotein minket noe,
- 3) har mineralinnholdet vist ganske sterk og entydig økende tendens,
- 4) har økt N-gjødsling gitt noe økning av høyets innhold av råprotein, mens derimot innhold av mineralstoffer har vist minkende tendens.

De danske resultater fra forsøk med regnvatning er også fåtallige. Det er vesentlig bare fra hagebruksforsøksstasjonen ved Blangsted.

Tabell 16. Resultat av vatningsforsøk ved Blangsted 1920-26.

Forsøksvekst	År	Vatning i mm		Vatnet avling i kg pr. 2 100 m	Avlingsøkning ved vatning i kg pr. 100 m ²		Avlingsøkning i %	
		Liten vassmengde	Stor vassmengde		Liten vassmengde	Stor vassmengde	Liten vassmengde	Stor vassmengde
Jordbær	1920-24	57.7	87.1	66.8	15.8	16.1	24	24
Hvitkål	1919-21	74.2	99.4	369.5	36.0	52.2	10	14
"	1925-26	66.3	120.2	406.6	34.0	27.0	8	7
Furre	1923-26	79.5	111.1	213.5	39.6	36.1	19	17
Poteter, tidlige	1921-24	57.0	81.7	117.0	35.0	37.6	30	32
Poteter, sene	1921-24	57.0	81.7	177.2	29.7	34.5	17	20
Erter, frø	1920-24	53.1	75.5	15.5	3.2	3.1	21	20
Bygg, kjerne	1920-24	46.3	68.8	39.1	1.6	1.6	5	4
Havre, "	1920-24	46.3	68.8	26.6	1.4	2.1	5	9
Blomkål	1922-24	50.6	75.2	84.4	21.1	25.3	25	30

Dette er en del av resultatene. "Liten vassmengde" er bestemt slik at total nedbør (regn + vatning) i hver 10 døgnperiode, i tida mai-juli skulle overstige middelnedbøren med 20 %. "Stor vassmengde" er bestemt på samme måten, men denne skulle overstige middelnedbøren med 50 %.

Det framgår at kjøkkenvekstene gir gode utslag for vatning; av jordbruksvekstene er det potene som har reagert mest.

Av nyere vatningsanlegg er det anlagt et på forsøksstasjonen ved Store Jyndeved i Sønder-Jylland (lett sandjord). Resultat fra forsøk med vatning foreligger for 1946. Nedbøren ble karakterisert som forholdsvis rikelig det meste av sommeren.

Tabell 17. Resultat fra vatningsforsök ved
Store Jynde vad, Sönder-Jylland, 1946.

	Avling, kg pr. dekar							
	Bygg		Havre		Klöver		Poteter	
	Kjerne	Halm	Kjerne	Halm	Fersk masse	Törrstoff	Knoller	Törrstoff
Uvatnet	224	433	271	412	2850 ^{x)}	660	2420	500
Vatnet	228	484	282	513	5680 ^{x)}	897	3050	676
Avlingsökning	4	51	11	101	2830	237	630	176
Avlingsökning i %	1,8	11,8	4,1	24,5	99,3	36,0	26,1	35,2

x) 2 höstinger

Av denne oversikt framgår at foreløpig er det for få vatningsforsök utfört i de nevnte land til at en kan trekke sikre slutninger om vatningens økonomi. De må betraktes som en orientering om de avlingsökninger en kan vente å få under ganske bestemte forhold.

For vårt lands vedkommende er spørsmålet relativt godt belyst for nordre Gudbrandsdalen, men ellers trengs det mange og allsidige forsök spredt over distriktene.

IX. VATNINGSMETODER.

For vårt land er det vesentlig to metoder som har betydning, nemlig:

Rislingsvatning og
Regnvatning.

I utlandet har det vært og er praktisert forskjellige former av demningsvatning. Dessuten også mer og mindre kunstige anlegg for rislingsvatning. Om dette vises til litteraturen.

Også i vårt land kan nok demningsvatning praktiseres i begrenset omfang, men betingelsene for godt resultat må være gunstige terreng-, jordarts- og vassforsyningsforhold. Det kan særlig bli tale om oppdemning av

vatnet i åpne avløpsgrøfter, bl.a. fordi metoden er meget billig. Spørsmålet om oppdemning av grunnvatnet i grøftesystemene er undersøkt bl.a. i Sverige (Flodkvist) i midten av 1920-årene. Konklusjonen var at metoden hadde liten praktisk betydning, selv om en så bort fra at terrengforholdene ofte gjorde den umulig. Her kan for øvrig nevnes at en i Sverige (1947) har begynt å prøve en metode som i prinsippet er den samme. Den går ut på at vatnet pumpes eller på annen måte (hevert) ledes til øvre delen av dreneringssystemet. I dette er det så med passe avstand satt inn demningsbrønner.

A. Rislingsvatning.

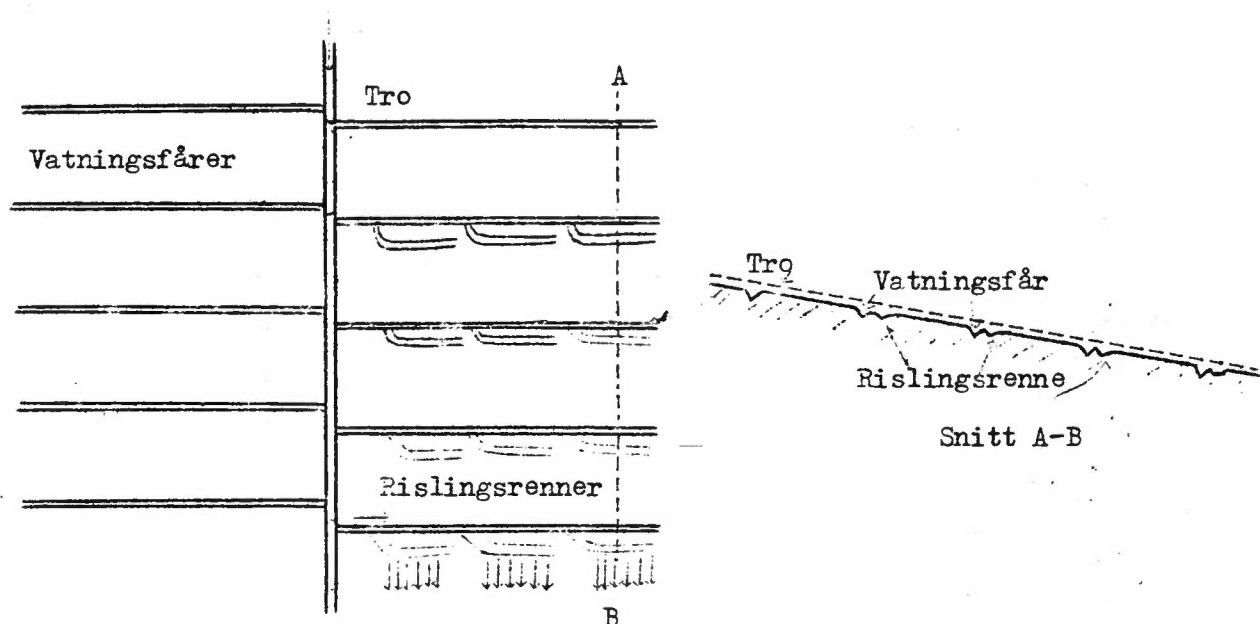
Dette er den gamle vatningsmetoden i Norge, men den er også brukt i våre dager. Jordbrukstellinga for 1939 viser at av daværende anlegg var ca. 42 % rislingsanlegg.

Metodens store utbredelse i vatningsstrøkene har sin årsak i gunstig, naturlig helling på vatningsjorda og at vatnet kan ledes inn på de høyeste partier av den. Nevnes kan også de relativt beskjedne krav til teknisk utstyr, til kapital.

Vatnet ble ofte hentet langt inne på fjellet og måtte ledes over veger og gjel i U-formede renner, laget av uthulede tømmerstokker, såkalte "trør". I slike trør blir vatnet også nå ofte ledet inn på vatningsarealet.

Utformingen av et rislingsanlegg er i prinsippet følgende:

Vatnet ledes inn på vatningsarealet i trør. Her legges troen med fallet, og ut fra troen drilles opp vatningsfårer med passe avstand, 3-5 m (opptil 10 m). Disse vatningsfårene legges omtrent langsmed nivåkurvene, helst med 5-6 % fall. På nersiden, like ved og langsmed vatningsfårene graves kortere rislingsrenner som har avtakende dybde mot ytre enden.



Når vatnet skal ledes over i ei vatningsfår, stenges troa med grastorv eller lignende. Ved første gangs vatning begynner en nederst og ytterst i fåra. Med et særskilt redskap (skjeltreko eller stingarspade) tas ut et "sting" i nedre ende av vatningsfåra, og jorda legges som demning i fåra. Derved renner vatnet over i rislingsrenna, som graves samtidig, renner over nedre kanten av denne og sildrer utover et passe bredt stykke av jordteigen mellom 2 vatningsfårer (færran). På lett sandjord tråkkes åkeren samtidig, liksom en med skjeltreko kan hjelpe til med fordeling av vatnet, litt planering eller skvetting.

Første gangs vatning blir i hovedsaken også å sette i stand anlegget for senere vatninger.

Engvatning er enklere å utføre. Vatnet demmes opp i vassfåra på et sted, eller på flere steder med passe mellomrom, og sildrer over kanten av den. En kan også skjære hakk i kanten slik at vatnet fordeles gjennom disse. Ved engvatning kan en bruke større avstand mellom vatningsfårene, og en mann kan passe flere vatninger samtidig.

Det er en ulempe ved denne vatningsmetoden at vatningsfårene tar mye plass og at de hindrer bruk av moderne høsteredskaper. Men en annen ulempe, som i våre dager er særlig framtrædende, er det store behovet for menneskelig arbeidskraft. Tendensen er derfor her som ellers at en går over til bruk av mer teknisk utstyr.

B. Regnvatning.

Prinsippet ved regnvatning er at vatnet under stort trykk presses ut i luften gjennom en relativt trang åpning, munnstykke eller dyse. Hensikten med det store trykket er dels at vatnet skal slynges langt nok, men særlig å gi vatnet så stor hastighet at strålen pulveriseres av luftmotstanden. Det ideelle for de moderne sirkelspredere er således å få skilt ut et fint regn langs hele strålen, å få fordelt vatnet jevnt og smått slik at det mest mulig ligner fint, naturlig regn.

Ved en slik finfordeling vil en også oppnå, liksom tilfelle er med regn, å få vatnet litt oppvarmet av den varmere luft. Dessuten har en ved forsøk kunnet konstatere at vatnet i betydelig grad også tilføres surstoff fra luften.

Den tekniske utvikling i den senere tid har gjort at det teknisk sett er mulig å vatne på de fleste steder, uavhengig av markens topografiske beskaffenhet og til en viss grad også uavhengig av vatningsjordens høyde i forhold til vassmagasinet.

Det kan også nevnes at ingen annen vatningsmetode gir så god utnyttning av vatnet som regnvatning, forutsatt at en ikke gir så lite hver gang at en relativt stor del for dunster direkte, eller så mye at en får nevneverdig synkevatt i grovkornet jord.

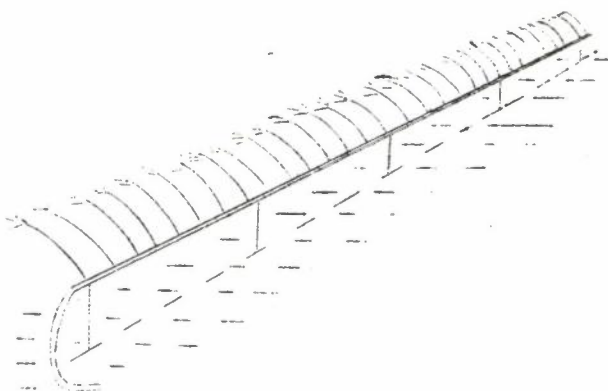
Den tekniske utforming av et vatningsanlegg vil delvis bero på hvordan trykket kan skaffes. På mange steder i vårt land er det mulighet for naturlig trykk. I andre tilfelle må trykket skaffes ved hjelp av pumpe. Da vil det tekniske utstyr i prinsippet bestå av tre hoveddeler:

- Pumpe med kraftkilde.
- Trykkledning.
- Spreader (en eller flere).

Regnvatning har vært og blir også enda, særlig i utlandet, praktisert på to måter, nemlig:

- 1) Ved såkalte linjespredere, hvor vatnet presses ut gjennom hull (med munnstykker) i jernrør som legges litt opp fra jorden og parallelt med den.
- 2) Ved roterende spreadere, sirkelspredere.

Linjesprederne har liten betydning hos oss. De brukes litt til vatning i hager og parker. For oversiktens skyld skal de bare kort nevnes.



De første konstruksjoner av mekaniske sprederaggregater var utformet som linjespredere. Røret med hull og munnstykker ble først laget av støpejern, men ved mer moderne anlegg brukes lettere rør, forsynt med hurtigkoplinger. Munnstykkene var slik konstruert at for hvert av dem ble en sirkel- eller kvadratisk flate vatnet.

Røret lå fast på stativet.

En senere type av linjespredere har rør som kan vris fram og tilbake om sin lengdeakse. Ved hjelp av et særskilt apparat blir vridningen utført av vasstrykket. I dette tilfelle er munnstykkene meget finkalibret, diameter ca. 1 mm, og avstanden mellom dem 50-60 cm.

Med linjespreder vatnes en 10-15 m bred teig.

Sirkelsprederen har størst betydning som sprederapparat i jordbruksvatning. I det følgende behandles derfor bare anlegg med sirkelspreder.

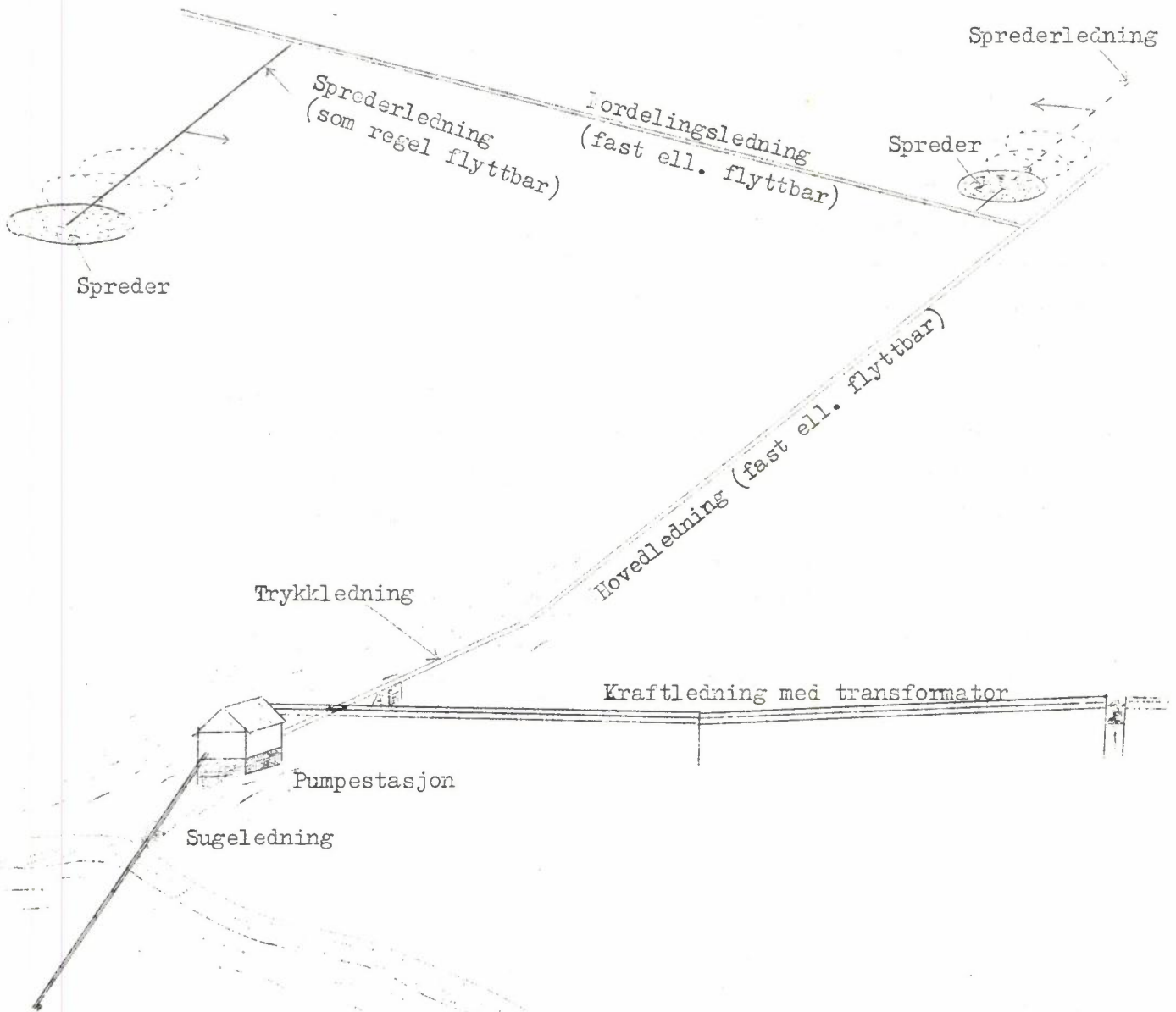
X. VATNINGSANLEGGETS ELEMENTER.

1. Drivkraften, driftsmotoren.

I de fleste tilfelle over flatbygdene har en ikke så høytliggende vassmagasin at en får naturlig trykk på vatnet. Da blir pumpe og driftsmotor et nødvendig tillegg til vatningsanleggene. De viktigste krav til en slik driftsmotor er at den må være helt driftssikker uten å kreve nevneverdig tilsyn, samt at driftskostnaden blir lågest mulig.

Dersom spørsmålet valg av motortype kan løses på flere måter, vil elektromotoren i de aller fleste tilfelle være overlegen. Den tilfredsstillter ovennevnte krav. Dessuten er den hurtiggående, liksom sentrifugal- og vassringspumper. Derfor er direkte kopling vanligste formen for kraftoverføring. Dette gir mer stabilt pumpeaggregat, som krever mindre

X. Vatningsanleggets elementer.



tilsyn, enn når særskilte transmisjoner (rem, kjede) er nødvendig. En sparer også det effekttap disse transmisjoner medfører. Men elektromotoren kan eventuelt nyttes til drift av andre maskiner. Da blir remtrekk nødvendig. Bruker en stempelpumpe, kan en heller ikke ha direkte kopling, idet stempelpumpen er mer langsomtgående.

Motor og pumpe må som regel plasseres i nærheten av vassinntaket. Det blir derfor nødvendig å føre kraftledningene dit! Særlig aktuelt blir spørsmålet om det er transformator i nærheten og om denne rekker til for den fakte belastning. Selve kraftledningene må også dimensjoneres etter behovet for å få rimelig spenningsstap i hvert enkelt tilfelle. Det blir jo stor forskjell på energitilførselen om motoren i det ene tilfelle er på 10 hK, i det andre på 50 hK.

Erfaring viser at det kan gå bra om avstanden fra motor til transformator er ca. 500 m, men det tør være sikrest om en kan få denne avstanden mindre. Det kan være nødvendig å føre høyspentlinje fram til pumpestasjonen med egen transformator. Ved anlegg med aggregater på 30-50 hK må en antakelig regne med dette.

For låg driftsspenning har lett for å gi forstyrrelser, idet den arter seg som overbelastning på motoren, dvs. motoren går varm. Således kan en vel dimensjonert motor gå varm om dagen, mens den holder seg bra om natten ved kontinuerlig drift.

Dersom motoren er noe snau dimensjonert, blir den mer ømtålig for låg spenning. Erfaring viser at det kan gå bra mens den er ny; men etter 5-6 års bruk og slitasje av pumpe, har motoren lettere for å gå varm. Dette må komme av at pumpas virkningsgrad p.gr.a. slitasjen er nedsatt og at effektbehovet derved er blitt større.

For å hindre at motoren brenner opp ved varmgang, bør den alltid ha beskyttelsesbryter. Denne kopler ut når strömstyrken går over den tillatelige grense. Motoren bør videre være dryppvassbeskyttet. Da er det ikke strengt nødvendig med særskilt pumpehus, men bare en tett kasse. Når pumpe og motor er montert helt stasjonært, må aggregatet stå så høyt at vatnet aldri når opp til det. Således er ofte brukt en ganske høy betongfot som fundament. Et enkelt overbygg er her på sin plass.

Når elektrisk kraft ikke kan skaffes, eller den elektriske installasjon blir for dyr, kan det bli tale om å nytte forbrenningsmotor, bensin-, petroleum- eller dieselmotor. Vanlig blir det spørsmål om traktor-drift. Mange steder vil traktoren være disponibel fra sist i mai og utover i den viktigste vatningstida. Denne kombinasjon gir lang årlig brukstid og lågere kostnad pr. time. Men en må være merksam på om det er riktig forhold mellom pumpas effektbehov og traktorens styrke.

Pumpe kan monteres direkte på traktoren, eller den kan settes på en vogn og drives fra traktorens remskive.

I tvilsomme tilfelle kan det være nødvendig å kalkulere hva som stiller seg økonomisk best, enten elektrisk drift eller traktordrift. En slik beregning kan i prinsippet utføres på følgende måte. De angitte tallverdier må korrigeres etter tid og sted.

Vi antar at gården har nyanskaffet traktor på en 30 hK til kr. 12000. Pumpas effektbehov er beregnet til 25 hK. Videre antas at traktoren ved bare jordbrukskjøring brukes 500 timer årlig. Tilsvarende amortiseringstid settes til 15 år; restverdi av traktoren kr. 1000. Rentene regnes konstant og etter 3 % p.a. av halve kjøpesummen. Årlige utgifter til assurance og garasje settes til kr. 210.

Amortisasjon	kr. 740,-
Renter	" 180,-
Assuranse m.v.	" <u>210,-</u>
Årlige utgifter	<u>kr. 1130,-</u>

Om traktoren forutsettes brukt 700 timer årlig i vatningsanlegget, blir årlig brukstid $500 + 700 = 1200$ timer. Amortiseringstid 8 år, uten restverdi.

Amortisasjon	kr. 1500,-
Renter	" 180,-
Assuranse m.v.	" <u>210,-</u>
Årlige utgifter.....	<u>kr. 1890,-</u>

Når gården i alle tilfelle må ha traktor, og når den uten ulempe for andre arbeider kan brukes i vatningsanlegget, skulle det være forsvarlig at dette bare belastes merutgiftene ved den kombinerte drift. Dette blir $1890 - 1130 =$ kr. 760 pr. år, eller kr. 1,09 pr. time. Hertil kommer utgifter til vedlikehold, anslagsvis kr. 0,70 pr. time. Maskinkostnad i alt: $1,09 + 0,70 =$ kr. 1,79 pr. time.

Brensel: 0,32 kg petroleum pr. hestekrafttime. Ved gjennomsnittlig effektforbruk av 25 hK blir det: $0,32 \cdot 25 = 8$ kg eller $8 : 0,82 = 9,8$ l pr. time. Etter 27 öre pr. l blir det kr. 2,65 pr. time.

Smøreolje: 0,3 kg pr. time à kr. 2,50 blir kr. 0,75 pr. time.

Samlet kostnad pr. time blir:

Maskin	kr. 1,80
Brensel	" 2,65
Smöring	" <u>0,75</u>
	<u>kr. 5,20</u>

Dette svarer til $520 : 25 = 20,8$ öre pr. hestekrafttime, eller $520 : 18,4 = 28,2$ öre pr. kilowatt-time.

Videre bör en ved sammenligning ta hensyn til at traktoren krever mer tilsyn og gir større kostnad med montering og nødvendige transmisjoner.

Dersom en har gitt prisen på elektromotor, uten pumpe, samt kostnaden med elektrisk installasjon, kan en beregne hvor mye en kan betale pr. kWh sammenlignet med traktordrift. Eller spørsmålet kan være, når strømprisen er gitt, å beregne hvor stor kostnaden med elektromotor og elektrisk installasjon kan tåles uten at dette blir dyrere enn traktor.

I nevnte eksempel vil traktordrift koste $5,20.700 = \text{kr. } 3640$. Dersom strømprisen er 10 öre/kWh, blir det for 25 hK motor $18,4.10 = 184$ öre pr. time, eller $1,84.700 = \text{kr. } 1288$ for sesongen. Til amortisasjon, forrentning, vedlikehold m.v. av elektromotor og elektrisk installasjon skulle således kunne brukes $3640 - 1288 = \text{kr. } 2352$, om begge driftsmåter skulle være like dyre.

Ved sammenligning av elektrisk drift og traktordrift tør konklusjonen i de fleste tilfelle bli at kostnaden med elektromotor, elektriske installasjoner og strømleie kan være ganske høy før det blir gunstigere å gå over til traktordrift.

Ved riktig små anlegg, f.eks. i hager og gartnerier, kan det gå an å benytte jordfreseren som driftsmotor. Likeså kan en bygge om eldre bilmotorer for petroleumsdrift.

Dieselmotoren kan benyttes særlig til helt stasjonære anlegg. Den er for tung å transportere, men ellers relativt billig i drift.

2. Pumper.

Pumpenes konstruksjon og virkemåte forutsettes kjent.

2.1. Stempelpumpa

har relativt høy virkningsgrad, 60-80 %, og er selvsugende. Virkningsgraden endrer seg ikke med den manometriske trykkehøyden. Den har imidlertid flere praktiske ulemper som pumpe i vatningsanlegg: Den er langsomtgående, og derfor trenges utvekslingsanordninger om den skal koples til elektromotor eller forbrenningsmotor. Den kan ikke arbeide i lukket rørsystem. Når ventilene stenges, ved flytting av sprederen f.eks.,

stiger trykket så sterkt at rørene kan sprenges. Den er relativt ömfintlig overfor urenheter i vatnet, som f.eks. sand. Videre er den dyr i innkjöp, tung å transportere, og regnes også som mindre driftssikker enn sentrifugalpumpa. Av disse grunner er den lite brukt i vatningsanlegg.

2.2. Vassringspumpe

har liten virkningsgrad, 15-30 %, men den er selvsugende. Pumpehuset fylles med vatn för første starting. Det renner ikke ut igjen om pompa stoppes. Botnventil er derfor ikke nødvendig. Men urent vatn er mindre heldig, idet f.eks. sand sliter sterkt på löpehjulet. Pumpe er ellers bare skikket for befordring av relativt små vassmengder. Den blir for övrig bygd i flere trimn og kan arbeide i lukket rörsystem, men dette kan gi 150-200 % ökning av trykket. Ei vassringspumpe kan konstrueres og bygges sammen med sentrifugalpumpe og anvendes til evakuering av denne. Ei slik sentrifugalpumpe er derfor tilsynelatende selvsugende.

Vassringspumpe er hurtiggående og koples direkte til elektromotor.

2.3. Sentrifugalpumpe

er godt skikket for vatningsanlegg. Den er hurtiggående, og koples direkte til elektromotor eller eksplosjonsmotor, men er ikke selvsugende.

Som för nevnt kan den bygges sammen med vassringspumpe, og hele aggregatet blir derved selvsugende.

Er det vanlig, enkel sentrifugalpumpe, må pumpehus og sugeledning fylles med vatn för starting. Botnventil er således nødvendig. Disse enkelte pumpene er for övrig ömfintlige for lekkasjer på sugeledningen og i pakkboksen på pumpas sugeside. Om bare litt luft kommer inn, vil pompa slippe vatnet. Derfor er det om å gjöre at sugeledningen blir kort og ellers at pompa plaseres så lågt som mulig i forhold til vassnivået i magasinet.

Da sentrifugalpumpe mangler ventiler, er den ikke så ömfintlig for urent vatn, men sand og grus vil alltid være uheldig på grunn av den store slitasjen. Dette gir sterkt nedsatt virkningsgrad med tilsvarende stigning i effektbehovet.

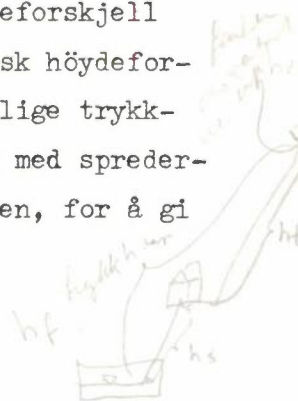
Kapasiteten hos ei sentrifugalpumpe beror dels på pumpehjulets dimensjoner og dels på omlöpstallet, n . Med ökt omlöpstall følger større total manometrisk trykkehöyde. Begrepet total manometrisk trykkehöyde, h ,

ved et vatningsanlegg sammensettes av: h_s = geometrisk høydeforskjell mellom lågeste vassnivå i magasinet og pumpa, h_t = geometrisk høydeforskjell mellom pumpa og sprederens dyseåpning, h_f = forskjellige trykkhøydetap i ledningene, regnet fra og med botnventilen til og med sprederen, h_v = nødvendig overtrykk i sprederens utløpsåpning, dysen, for å gi vatnet hastighet nok.

Altså:

manometrisk trykkehøyde

$$h = h_s + h_t + h_f + h_v$$



h endrer seg med kvadratet av omløpstallet. Det er derfor av stor betydning at pumpa går med slik hastighet som den er konstruert for. Med et annet omløpstall, n_1 , blir:

$$h_1 = h \frac{n_1^2}{n^2}$$

forutsatt at virkningsgraden er den samme, .

Sentrifugalpumper med bare ett løpehjul kalles også lågtrykks-pumper. Det er begrenset hvor mye h kan økes ved større omløpstall og større løpehjul. For store trykkehøyder, opptil flere hundre meter, bygges disse pumpene med flere løpehjul, flertrinns-pumper eller høytrykks-pumper.

Vassmengden Q er direkte proporsjonal med omløpstallet.

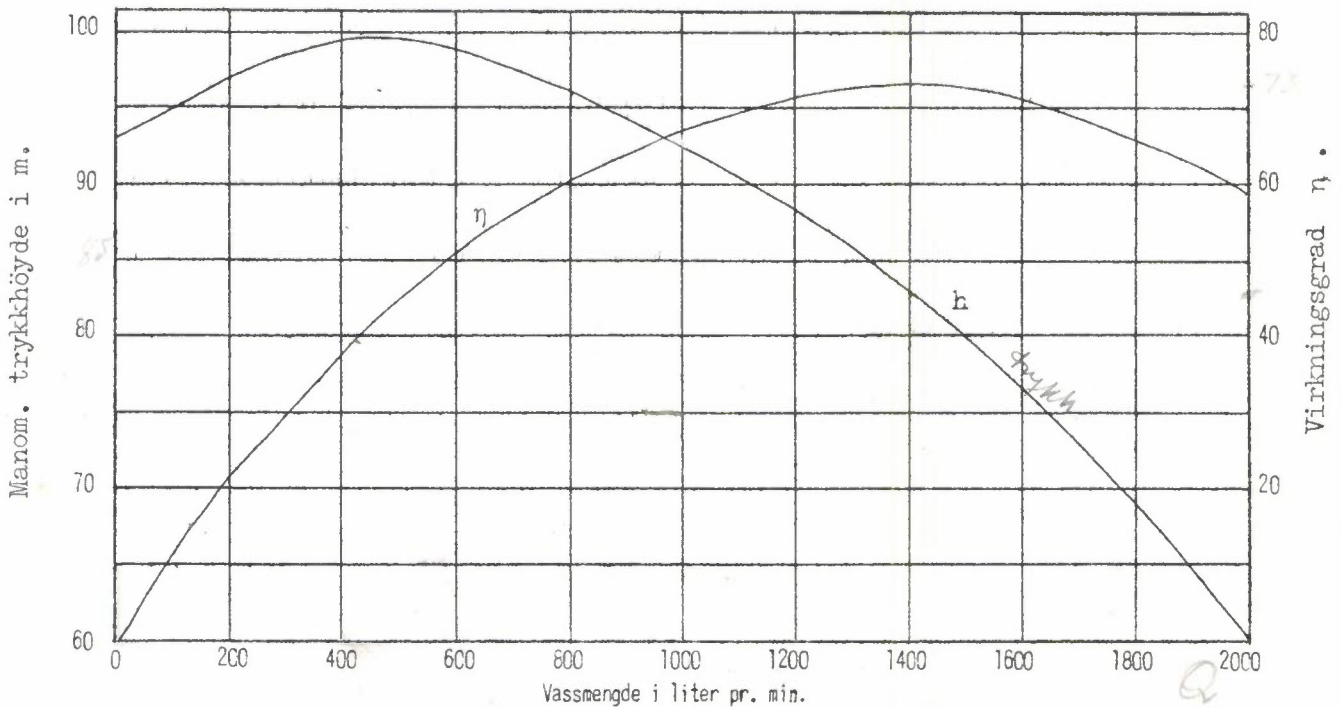
$$Q_1 = Q \frac{n_1}{n}$$

For effektbehovet E får en da følgende relasjon:

$$\frac{E_1}{E} = \frac{Q_1 \cdot h_1}{Q \cdot h} = \frac{n_1^3}{n^3},$$

dvs. effektbehovet varierer med 3. potens av omløpstallet.

Virkningsgraden for sentrifugalpumper i vatningsanlegg kan dreie seg om 40-65 %. Selv for ei ny pumpe er η ikke konstant, men endrer seg med trykkehøyden. Følgende skjematiske framstilling viser relasjonen for ei pumpe med omløpstall $n = 1200$ pr. min.



Ved en viss trykkehøyde for vedkommende pumpe har virkningsgraden η sin høyeste verdi. Den avtar så enten trykkehøyden øker eller minker. Derfor bør ei sentrifugalpumpe mest mulig arbeide ved den av fabrikken angitte totale manometriske trykkehøyden.

For hver pumpe fins et visst forhold mellom trykkehøyde h og befordret vassmengde Q . Som figuren viser, er det ikke noen rettlinjet funksjon, men h avtar litt langsommere med økende Q . Derfor vil produktet $Q \cdot h$ øke med Q .

Ifølge figuren har vedkommende pumpe den høyeste virkningsgrad $\eta = 73\%$ ved $Q = 1400$ l/min. og $h = 83$ m. Det tilsvarende effektbehov: $E = \frac{1400 \cdot 83}{60 \cdot 75 \cdot 0,73} = 35,3$ hK.

Om h økes til 96 m, f.eks. ved innkopling av lengre rør, sprederen flyttes til høyere liggende punkter eller ved at trykkledningen stryppes, synker Q til 800 l/min og η til 60%. Effektbehovet blir:

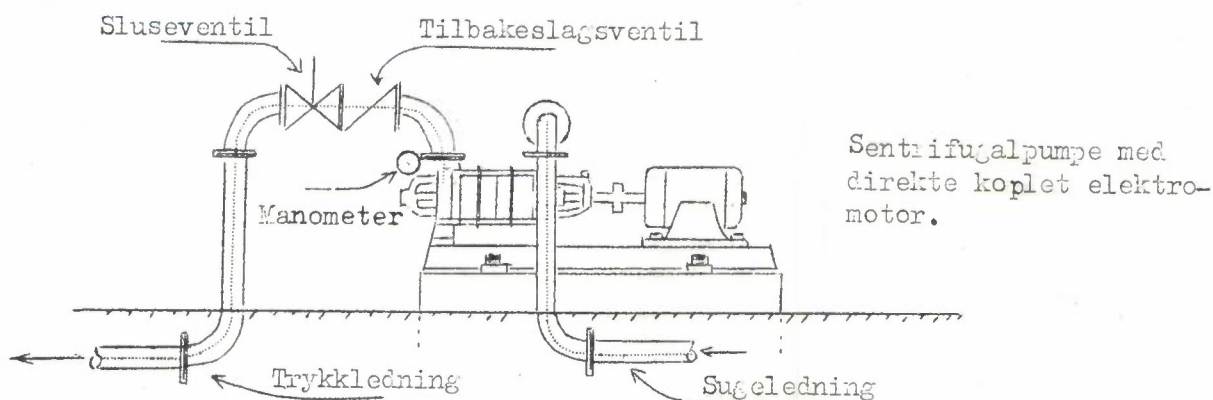
$$E = \frac{800 \cdot 96}{60 \cdot 75 \cdot 0,60} = 28,4 \text{ hK.}$$

Men når h minker til 60 m, f.eks. ved at rørledningen kortes av og sprederen flyttes nedover mot pumpestasjonen, øker Q til 2000 l/min.; virkningsgraden blir den samme = 60%. I dette tilfelle blir effektbehovet:

$$E = \frac{2000 \cdot 60}{60 \cdot 75 \cdot 0,6} = 44,4 \text{ hK.}$$

Det normale effektbehovet er således 35,3 hK, men ökes h f.eks. til 96 m, blir effektbehovet ca. 20 % mindre. Om derimot h avtar til f.eks. 60 m, i dette tilfelle, blir effektbehovet ca. 25 % større enn normalt. Generelt kan en derfor si at effektbehovet öker med avtakende trykkhøyde og ikke omvendt. Dette forhold må få visse konsekvenser for dimensjoneringen av motoren, særlig ved større anlegg og med kupert vatningsjord. Det er en erfaring, som mange har gjort, at elektromotoren har lettere for å gå varm, når sprederen flyttes nærmere pumpe.

NB



Som skissen viser, er det montert både sluseventil og tilbakeslagsventil på trykksiden.

Tilbakeslagsventilen har til oppgave særlig å beskytte pumpe mot høyt hydrostatisk trykk, når den stopper. Dette er tilfelle når det er sterk stigning, f.eks. 70-80 m fra pumpe og oppover i ledningsnett.

Sluseventilen kan ha flere oppgaver. Av vesentlig betydning er det at den brukes under starting. Når pumpe startes, holdes sluseventilen stengt. Derved blir det lettere å starte idet pumpe slipper öyeblikkelig å arbeide mot høyt vasstrykk. Når pumpe er kommet godt i gang, åpnes ventilen litt etter litt. Før pumpe igjen skal stoppes, stenges sluseventilen langsomt. Derved kan en unngå sterk trykkstigning, vass-slag, i rören ved at pumpe stopper momentant.

Videre kan det bli nödvendig å strype trykkledningen litt ved hjelp av sluseventilen. Dette er tilfelle når motoren blir overbelastet, dvs. når den vil gå varm.

Sentrifugalpumpa kan godt arbeide i lukket rørsystem. Dette kan gi 0-30 % trykkstigning i rørene, men det blir betydelig nedgang i effektbehovet. Det er dog ikke heldig å la pumpa gå lenge med stengt trykkledning. Det arbeid som pumpa utfører, omsettes til varme, og vatnet i pumpehuset kan til slutt koke. Når en f.eks. bruker bare en spreder, kan denne flyttes uten at pumpa stoppes. Men det er å anbefale at stengningen ikke gjøres mer fullstendig enn at litt vatn sildrer fram i ledningen. Derved blir det et visst vassbytte i pumpehuset.

3. Anleggets utforming.

Trykkledningene kan graves ned, de kan legges helt oppå bakken eller en del graves ned og resten legges oppå bakken som flyttbare ledninger. Etter dette kan en skjelne mellom tre forskjellige typer av vatningsanlegg.

3.1. Faste anlegg.

Alle trykkledninger er gravd ned. Sprederne har faste oppstillingsplasser, og her forbindes de med ledningene ved hjelp av hydranter, tappesteder. Slike anlegg fins visstnok ikke hos oss.

3.2. Flyttbare anlegg.

I dette tilfelle legges alle trykkledninger oppå bakken. Derved vil anleggskostnaden som regel bli minst mulig. For det første sparer en graving, men dessuten vil en rekke over større vatningsareal med mindre samlet rørlengde, når anlegget kan flyttes. Det er rørkostnaden som tyn-
ger mest.

Slike anlegg kan derfor være hensiktsmessige når vatningsjorda ligger langs ei elv eller annet vatn. Men skal de svare til hensikten, må en velge rør som er lette å håndtere samt raske å sette sammen og å ta fra hverandre. Likevel vil disse anleggene bli relativt arbeidskrevende. Mange vatningsanlegg kan hensiktsmessig bygges som flyttbare de første årene, for siden, når en får bedre oversikt over behovet og mer erfaring i bruken, å legge ned en del permanente ledninger.

3.3. Delvis flyttbare anlegg.

Dette er anlegg hvor bare hovedledningen eller både den og fordelingsledninger er gravd ned. På disse ledninger er det med passe avstand satt hydranter. Til disse koples sprednerledningene, som er flyttbare.

Dette tør være de mest alminnelige vatningsanlegg hos oss. Der- som anlegget også skal skaffe vatn til husholdning, husdyr og brannsløkking, må ledningene legges på frostfritt dyp, ellers er dette ikke nødvendig. Men de må da graves så dypt at de ikke skades av jordbearbeiding eller stauring med jernstang for hesjer. Videre må de forsynes med tappepluggen på steder hvor vatnet blir stående. Vatnet tappes ut om høsten.

Når en skal legge permanente ledninger over beitemark, kan det være praktisk med bare delvis nedgraving. Ledningen får her jevnere fall når den graves ned i haugene, men ligger i dagen over dumpene.

4. Rør og rørskjöter, koplinger.

I norske vatningsanlegg vil en som oftest finne to hovedtyper av rør, nemlig tunge og lette.

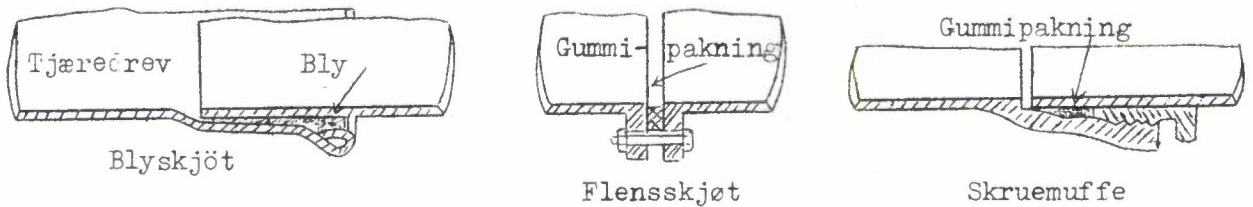
a. Tunge rør brukes bare i hoved- og fordelingsledninger.

a.1. Galvaniserte, sveiste stålrør (galv. smijernsrør) brukes mest for mindre anlegg. De skjötes med gjengede muffen og er lette å legge. Lengden er 5-6 m og diameter opptil 6"; men med større diameter enn 2-2½" blir de oftest for dyre i vatningsanlegg.

a.2. Juteomviklede stålmuffenrør er ganske alminnelig brukt som nedgravd hoved- og fordelingsledning i større vatningsanlegg. De framstilles ved valsing og leveres i lengder opptil 15 m. De største lengder er dog lite praktiske i steinfullt og kupert terreng. Godstykkelsen er 3-8 mm. Rørene er derfor ganske lette, men tåler stort vasstrykk; prøves for opptil 75 atm.

Disse rørene blir ofte omviklet med enkelt eller dobbelt lag jute. Ved asfaltbelegg er de beskyttet mot rust både utvendig og innvendig.

Muffeforbindelsen tettes med tjæredrev og bly, ½ tjæredrev og ½ bly, anslagsvis ca. 4 kg bly pr. skjöt for 6" muffe. Ellers brukes også skruemuffe med gummiring. Stålrør av denne type fåes også med flens.



Ved legging av flensrør må en passe på at flensenes boltehull ikke ligger i samme vertikale plan.

Forbindelsen med skruemuffe er i den senere tid mer brukt, særlig for større ledninger. Den har vist seg å være meget tilfredsstillende.

a.3. Støpejernsrør utføres som mufferrør og flensrør. De skjøtes på samme måte som stålrør. De blir også beskyttet ved asfaltbelegg utvendig og innvendig. Men godstykkelsen er større enn hos stålrør, 8-12 mm. De er derfor tunge og uhåndterlige; brukes også mindre til vatningsanlegg.

a.4. Eternittrør er laget av asbest og sement. Hensikten er bl.a. at asbestfibrene skal virke som armering. Rørene er glatte med holdbar, god vassledningsevne. De lages med diameter 50-150 mm, lengde 3-6 m, og skjøtes gjerne med muffe av samme slag med gummipakning. De er blitt framstilt i flere kvaliteter, men bare beste kvalitet er sterk nok i vatningsanlegg. Avgreninger utføres av støpejern, men rørene kan ellers kappes med sag.

Det er liten erfaring m.h.t. deres holdbarhet; men den som er, synes å tyde på at de er mindre holdbare, relativt usikre. De synes å ha liten böyningsfasthet, slik at de ikke tåler telehevninger i jorda. I et tilfelle (Veldre, Hedmark) var de gravd ned ca. 1,0 m og omgitt med 10-15 cm sagflis. De sprekker langsetter, men særlig tvers over, selv om de er tømt om vinteren.

Om de skal brukes, bør de antakelig enten ligge oppå bakken og godt understøttet, eller nedgravd til telefri dybde. Nedlegging bør videre utføres meget påpasselig, grøftebotnen godt jevnet og helst formet med gravde fordypninger til muffene.

a.5. Trerør. Av disse er det stavrør, "tubusrør", som egner seg best i vatningsanlegg. De lages av tilhøvlende staver med dobbelt not og fjær. Til å oppta vasstrykket brukes utvendig armering av galvanisert ståltråd eller stålklaver. Trådens avstand og grovleik beregnes og rettes etter vasstrykket og rördimensjonen. Rørene har vanlig 2" til 10" lysvidde, lengden 3-10 m, og de tåler opptil 120 m vasstrykk.

For å bedre holdbarheten blir de asfaltimpregnert og etterpå rullet i sagflis. De skjötes ved et muffe-system, og avgrening utföres av stöpte deler.

Stavrörene har god vassledningsevne, og de skades ikke så lett av frost, isdannelse. De bör ikke legges oppå bakken, i sol og vind, men graves ned 80-90 cm slik at de holdes jevnt fuktige. Når de legges i kaldt vær, er asfalten skjör og kan skalle av, om en er lite forsiktig. Muffene kan iallfall lösnes og varmes litt.

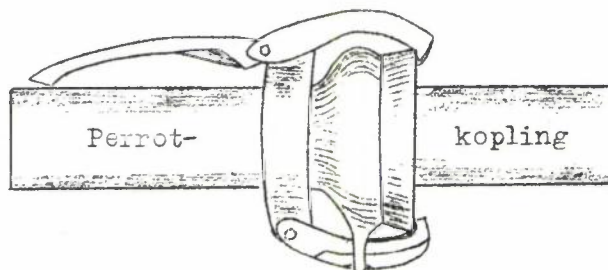
Hvor lenge rörene, trevirket eller armeringen holder seg, vil for övrig bero mye på jordarten. Når de er godt asfalterte, har en eksempel på at de er tilsynelatende like gode etter 14 års forlöp (Sortdal, Klones).

Stokkrör er rör som er boret av furutömmar. Det hevdes at barken helst skal sitte på og at gjeitved tåler mest trykk. Likevel vil disse rörene ikke tåle et hydrostatisk trykk på 70-80 m, som ikke er så sjeldent i vatningsanlegg. En har eksempel på at de sprekker alt ved 15-20 m. Da materialet er lite homogent, kan en ikke generelt si hvor stort trykk stokkrörene tåler, men de egner seg iallfall dårlig i vatningsanlegg.

b. Lette rör. Disse rör er beregnet for flyttbare anlegg og ellers som forbindelsesledning mellom permanente ledninger og spreder. De kalles også hurtigkoplingsrör, idet de helst skal kunne koples sammen med et enkelt håndgrep.

b.1. Sömlöse, glatte stålrör og galvaniserte, sveiste stålblankrör. Vanlig lengde er 6 m. Fra rörfirma leveres de ofte med påsatte hurtigkoplinger. En type er s.k. Perrot-rör.

Per-	Innv. diam. mm	43	55	74	87	105	130	155
rot-	Godstykkelse mm	0,75	1	1	1	1,5	1,5	2
rör	Vekt pr. rör, 6 m	9,4	13,8	17,4	20,6	30,6	43,2	62,4



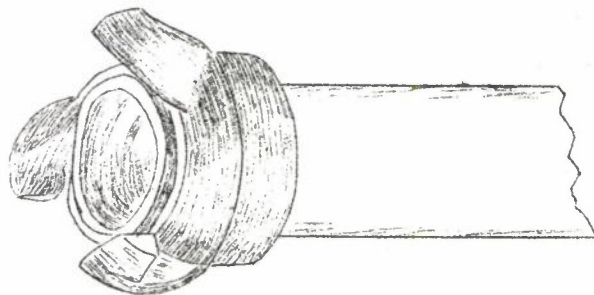
b.2. Aluminiumsrör er de letteste rør en kan bruke i vatningsanlegg. Der- til er de meget glatte, og også holdbare ved forsiktig behandling. De fö- res i lengder på 5-8 m (6 m lengde ansees som passe), diameter 33-70 mm. Godstykkelse og vekt framgår av følgende:

Innvendig diameter	Godstykkelse, mm	Vekt pr. m kg
1½"	1,5	0,5
1¾"	2,0	0,7
2"	2,5	1,0

Disse rørene fabrikeres i Norge. De dimensjoner som hittil bru- kes mest, er 1½" og 2". Som en ser av vekten, kan en mann med letthet bære 25 m samtidig. Sammenlignet med stålblekk-rør er aluminiumsrørene lettere å handtere, raskere å flytte for en mann. Spørsmålet er bare å ha hensikts- messig kopling.

Hos oss ble fra først av brukt gummislange som kopling. Det bru- kes også ennå. Slangene er ca. 30 cm lange og festes til rørendene med skrueklemmer. Dels brukes også en metallring med passe diameter som klem- mer slangen fast mot en smal rilleformet utvidning på rørets ende. Fordel- en ved denne skjöting er særlig at ledningene blir böyelige. Men slangene er ikke varige. Det kan være vanskelig å holde skjöten tett, og dersom de sprekker under bruken, kan vatnet gjøre stor skade både i lös åker og el- lers, når trykket er stort. Dersom slangene er noe svake, må en passe på å skyve rørendene godt sammen. Men ellers må slangene være dimensjonert etter trykket. De bör ha flere, helst 5 innlegg. *Pearl-ikk-rör?*

Klokoplinger er også meget alminnelige. De er raske å kople og for tiden også de billigste av de egentlige hurtigkoplinger. Koplingen består av to deler som vales fast på aluminiumsrørene. Hver del er en



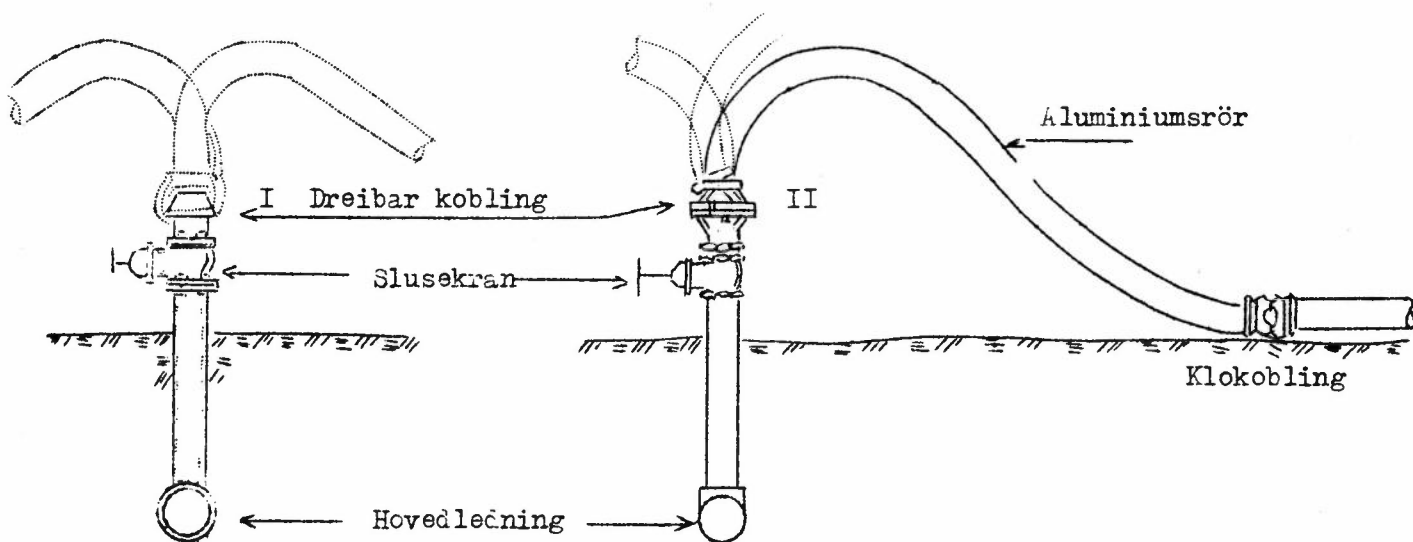
hylse med tre haker. De fåes ellers med innvendige gjenger for å kunne skrues på andre metallrør, eller med utvendige riller for å settes i gummislanger. Tetting besørages av inmlagt gummipakning. Men det viser seg at det ikke er så lett å få dem helt tette. Dette kan særlig være tilfelle når det vatnes i løs åker, hvor litt jord kan komme oppi koplingene; likeså også når f.eks. en hake er slått av. I dette tilfelle er koplingene godt brukbare, derimot ikke om to haker mangler.

En vesentlig ulempe ved disse koplingene er det at ledningene blir stive i skjötene og således vanskelige å handtere i steinet og kupert terreng. Delvis kan denne mangel elimineres ved å sette inn et kort stykke gummislange, med påsatte klokopplinger, mellom hvert rør eller mellom rørene på de steder hvor det er særlig nødvendig.

Den tidligere nevnte Perrot-kopling skal tillate opptil 15° avvikling. Dette er utenlandsk patent, likeså f.eks. Lanningers, Phoenix' og Siemens spesialkoplinger. Men vi har også norske koplinger, f.eks. ing. Gjerdes hurtigkopling, "Esco" (E. Sunde & Co.) og flere.

5. Hydranter.

På hovedledninger og fordelingsledninger er det nødvendig å plassere tappesteder, som vanlig kalles hydranter.



Når hovedledningen lages av stålmufferør, er det vanlig å sveise på en vertikal rörstubb av samme slag (I). Er hovedledningen f.eks. 4", brukes 3" vertikalt rør med påsatt slusekran av samme dimensjon. Over slusekranen monteres tilkopplingsdel, helst for dreibar hurtigkopling. Dersom hovedledningen er galvanisert stålrør (galv. smijernsrør), er det enkelt å sette inn et T stykke med 2" rörgjenge som uttak. Her settes så 2" rør av samme slag med slusekran og koplingsdel (II).

Ved overgangen fra hydrant til sprederledning er det heldigst å unngå skarpe bend p.gr.a. trykktapet i disse. Derfor lages det spesielle hurtigkopplings-svanehalssstykker av aluminiums- eller stålblekkør (dimensjon 43-130 mm).

I tilfelle ledningene er av flensør, settes inn T-formede stykker med flens på alle rørender.

Som regel bør hydrantene plasseres slik at de ikke blir i veien for kjøring, f.eks. langs gjerder, veger, grøfter og lignende. I disse tilfelle og likeså som oftest på beite kan de derfor være overjordiske (I og II). Men ellers vil det være en fordel om de ikke rekker over jorda. De må da beskyttes med en kasse av tre eller betong, helst med solid lokk. En kan også sette ned f.eks. 15" sementør med muffen opp og med passende lokk. De overjordiske hydranter bør også beskyttes med en simpel kasse om vinteren.

For flyttbare, lette hovedledninger lages det spesielle avgreningsør med påsatte hurtigkopplingsdeler og slusekran. Disse er lette og raske å kople ut og inn i ledningen, hvor en skal ha avgrening. Det trengs da ikke så mange slike "bevegelige" hydranter.

I tilfelle hovedledningen fører vatn også om vinteren, må en av hensyn til frosten ha slusekran med avtapping i frostfri dybde. Vatnet kan da ikke bli stående i det vertikale rør.

6. Sugeledning, vassinntak.

Som før nevnt bør sugeledningen være så kort som mulig og helt tett. Med begrepet sugehøyde menes den geometriske høydeforskjell mellom lågeste vassnivå og pumpa, også kalt den statiske sugehøyde, + trykktap ved innløpet, i botnventilen, i eventuelle bend samt ved friksjon i den rette ledningsstrekning. I praksis må en påse at den hydrodynamiske sugehøyde ikke overstiger 6-7 m. Rent teoretisk skulle en for övrig redusere sugehøyden noe med stigende høyde over havet.

Jo større den statiske sugehøyde er, desto viktigere blir det å kunne redusere trykktapene. Dette gjøres først og fremst ved rikelig dimensjonert sugeledning. Det hevdes derfor at sugeledningen generelt bør ha litt større tverrsnitt enn trykkledningen fra pumpe. Videre bør botnventilens åpningsareal være ca. dobbelt så stort som sugeledningens. Botnventilen bevirker nemlig det største trykktapet utenom friksjonen. I kritiske tilfelle kan det bli tale om å sløyfe botnventilen, iallfall for vassringspumpas vedkommende.

Botnventilen bør ellers ikke plasseres for nær botnen, særlig hvor det er urolig vatn og løs sandbotn. Når vatnet tas i en sjö hvor det er langgrunt, og vatnet er grumset p.gr.a. bølgeslagene, kan botnventilen f.eks. plasseres i ei tønne som tynges ned og holdes på plass ved hjelp av stein. Eventuelt bør tønna graves ned litt.

I selve ledningen brukes flensrör, helst av stål, galvaniserte stålrör med gjengede muffe, gummi sugeslange (dimensjon 3/8" - 4"), og i flyttbare anlegg helst rör med hurtigkoplinger, f.eks. Perrot-rör eller aluminiumsrör.

Når vatnet tas fra en bekk på ganske plant sted, kan en grave ei renne f.eks. vinkelrett ut fra bekken. I renna støpes vegger og kanskje botn. Tvers over renna legges bjelker på betongveggene og over dem et simpelt bordgolv. Her plasseres pumpeaggregatet. Det trengs da bare et kort, vertikalt sugerör.

Tas vatnet f.eks. i et tjern, hvor omgivelsene har slake skråninger, er det ikke nødvendig å sette pumpeaggregatet like ved vasskanten for å få kort sugeledning. Et stykke unna, hvor grunnen er sikrere, graves og støpes en kum. Den plasseres slik at vatnet kan renne dit i åpen grøft eller gjennom enkel ledning av tre. I den ytre ende av denne ledningen bør en ha sil eller fin varegrind, og helst også stengeanordning foran. Stengslet kan være nåler, bjelker eller luke.

Videre må ledningen dimensjoneres slik at vassføringa selv ved lågeste vass-stand i tjernet, altså ved minste overtrykk, kan bli større enn største forbruk. Derved kan kummen gjøres med rimelig dybde og bare så vid at en får plass til pumpeaggregatet på et bjelkelag med golv over. Dybden må ellers rette seg etter forholdene, bl.a. etter de grenser som sugeledningens lengde setter i dette tilfelle. Men generelt gjelder det at pumpeaggregatet må stå over høyeste vass-stand i tjernet. Når pumpe ikke brukes, kan det bli samme vassnivå i kummen.

Eks. Dimensjoner en rørledning av tre, 20 m lang fra inntaket til pumpehuset. Den ligger horisontalt, og lågeste vasstand i tjernet antas å bli 1,0 m over rørets sentrumslinje. Foran inntaket settes en fin varegrind. Samlet innløpstep antas til $\xi_i = 5,0$. $\lambda = 0,04$.

Videre antas at en skal bruke 2 spredere som hver tar 500 l/min. Samlet vassforbruk ca. 17 l/sek. Ledningens vassføring antas da å måtte være 20 l/sek.

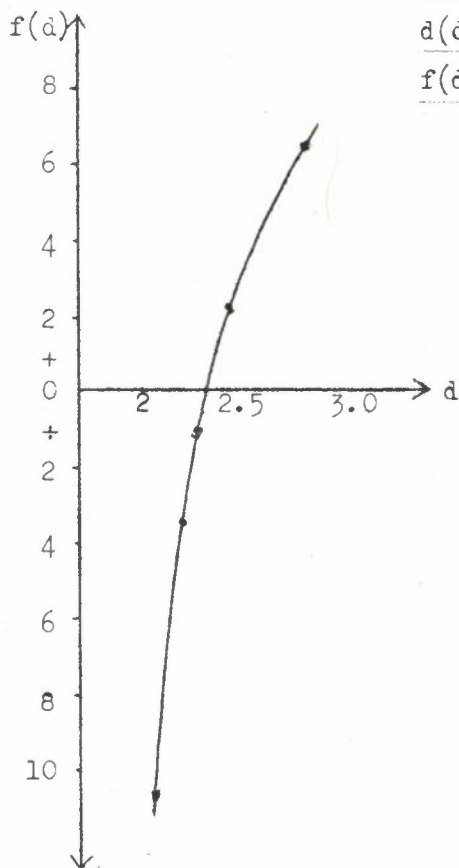
$$H = \frac{v^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + \xi_i \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} (1 + \lambda \frac{l}{d} + 5,0) = \frac{v^2}{2g} (6 + \frac{8}{d})$$

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{20 \cdot 4}{\pi d^2} = \frac{80}{3,14d^2} = \frac{25,48}{d^2} \quad (Q \text{ i liter, lengde i dm})$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{25,48^2}{d^4 \cdot 2g} = \frac{33,09}{d^4}$$

$$10 = \frac{33,09}{d^4} (6 + \frac{8}{d}) \quad \text{eller} \quad 10 - \frac{33,09}{d^4} (6 + \frac{8}{d}) = f(d) = 0$$

Ligningen løses grafisk, idet en setter inn verdier for d og finner $f(d)$.



d(dm)	2	2,2	2,3	2,4	2,5	3
f(d)	- 10,7	- 3,5	- 1,2	+ 0,7	+ 2,2	+ 6,5

$$f(d) = 0 \quad \text{for} \quad d = 2,38 \text{ dm}$$

Settes rørets diameter etter dette til 2,5 dm, blir

$$v = \frac{25,48}{6,25} = 4,07 \text{ dm/sek.}$$

$$c: 0,41 \text{ m/sek.,}$$

hvilket er rimelig hastighet.

Altså: 10" rørledning.

Det framgår av forutsetningene i beregningen at nevnte vassføring får en bare ved fritt utløp i kummen, dvs. uten mottrykk her. Derfor må botnventilen ligge under dette nivå.

Er det vatningsanlegg med naturlig trykk, bør en også her ofre noe arbeid på inntaket. Det er nødvendig å ha sil eller fin varegrind foran innløpet. Likeså bør hele innløpsanordningen kunne tørrlegges for rengjøring, f.eks. av silen. Dette blir mulig når rommet foran kan stenges av ved hjelp av nåler, bjelker eller luke. Videre bør en like ved inntaket plasere en sluseventil på ledningen. Dette for at en raskt skal kunne stenge av vatnet ved rørbrudd nedenfor.

7. Trykkledningene.

Av hensyn til trykktapet bør hovedledningen ha minst 2" lysvidde, selv om anlegget er lite. De største anlegg har ofte 5" hovedledning med 4" og 3" fordelingsledninger.

Som nevnt blir det sjelden tale om å grave ledningene ned til frostfri dybde. Derfor må en sette inn tappepluggen. Men jordarten kan og være slik at det i det hele ikke nytter å grave ledningen ned.

"Saltbitterjorden" i Nord-Gudbrandsdal ødelegger både stål og tre i løpet av kort tid. Alunskiferen og dermed beslektet jordart, svartjorden, tærer også hardt på metallrørene. I slike tilfelle har en bare å legge ledningene oppå bakken. På beite vil ikke dette sjenere nevneverdig; men ellers bør permanente, overjordiske ledninger helst legges langs gjerder, gårdsveger o.lign. I bratt lende, hvor ledningene går utover, kan det være nødvendig å forankre dem enkelte steder i oppstikkende fjellknatter, i stor stein eller i støpte fundamenter. Dette for å hindre at de siger utover. Tunge ledninger vil være særlig utsatt for dette.

8. Sprederen og dens bruk.

Den vanlig brukte spredertype består av et strålerør med munnstykke, dyse, dreiemekanisme, tilknyttingsrør (anslutning) og som oftest stativ. De norske sprederne har ofte tre- eller firebent stativ, men utenlandske sprederne blir oftere montert direkte på trykkledningen, eller på en aksel med to hjul.

Av norske sprederne nevnes, som den eldste, Prestgards-sprederen, videre Gjerde, Blikken & Klepp, Nyrnes, Valle, Roto. Flere fins også. De mest kjente utenlandske er Perrot-, Lanninger-, Hüdig- og Laux-sprederne.

Disse spredere vatner en sirkelformet flate fra hver oppstilling, men flere av dem har også vendeapparat slik at en kan få vatnet en sirkel-sektor med hvilken som helst åpningsvinkel.

Av hvert sprederfabrikat forekommer ofte flere typer med forskjellig kapasitet. Spredereens dimensjon angis gjerne ved grovleiken på tilknyttingsrøret under strålerøret, vanlig hos oss er 1½" og 2".

Noen oppgaver over vanlig brukte spredere vil vise f.eks. vatnet areal pr. oppstilling, vassforbruk m.m.

Gjerdespredere:		nr. 0 3/4"	nr. 1, 1"	nr. 2 5/4"	nr. 3, 1 1/2"	nr. 4, 2"	"B-K"spredere 1 1/2"		
Dyse, mm		4-5-6	6-7-8	8-10	8 og 10	10 og 12			
Trykk i m		12-20	15-30	20-40	30-40	30-50	20-40		
Kasteradius, m									
Vatnet flate, dekar		0.5-0.6	0.5-1.0	0.8-1.5	1.0-1.5	1.0-2.0	ca. 2.0		
Vassforbruk lit/min		20-40	30-60	60-120	10-200	200-400	200-400		
Regnhøyde mm/time			4.8	4.8	6.0	6.0			

Perrot, A-29 2"	Dyse, mm	8	9	10	11	12	13	14	16
	Beste trykk, i m	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40
	Kasteradius, m (ca.)	17	21.5	22.7	23.8	24.8	26.0	26.5	27.5
	Vatnet flate, dekar	0.91	1.45	1.62	1.78	1.94	2.13	2.21	2.36
	Vassforbruk lit/min	60	105	130	155	180	200	240	315
	Regnhøyde mm/time	6.1		8.7		8.2		11.0	14.8
Perrot, B 29 2"	Dyse, mm	16	18	20	22	24	26	26	26
	Beste trykk, m	30	30	35	35	40	40	50	60
	Kasteradius, m (ca)	30	32	34	37.5	41.5	46.5	52.0	56.0
	Vatnet flate, dekar	2.82	3.22	3.62	4.42	5.40	6.80	8.50	9.85
	Vassforbruk lit/min	335	400	525	633	767	925	1040	1125
	Regnhøyde mm/time	6.1	7.5	8.6	8.6	8.5	8.2	7.4	9.6
Perrot, BF 36 2"	Dyse, mm	16	18	20	22	24	26	26	26
	Beste trykk, m	30	30	35	35	40	40	50	60
	Kasteradius, m (ca.)	30	32	34	37.5	41.5	46.5	52	56
	Vatnet flate, dekar	2.82	3.22	3.62	4.42	5.4	6.8	8.5	9.85
	Vassforbruk, lit/min	335	400	525	625	760	925	1000	1100

Roto-spreder, A-3, 1½" og 30-35 m vasstrykk på sprederen.								
Dyse, mm	8	9	10	11	12	13	14	16
Vassforbruk, lit/min. (ca.)	75	100	125	160	180	200	250	325
Vatnet areal, dekar (ca.)	0,9	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,8

Det er også konstruert sprederer med meget stor kapasitet, "Super-Fernstrahl-Regner". Ved et trykk på 120-130 m og med et vassforbruk av ca. 5000 l/min. kan de vatne en sirkelformet flate på ca. 40 dekar. Spreder-radien blir således 110-120 m.

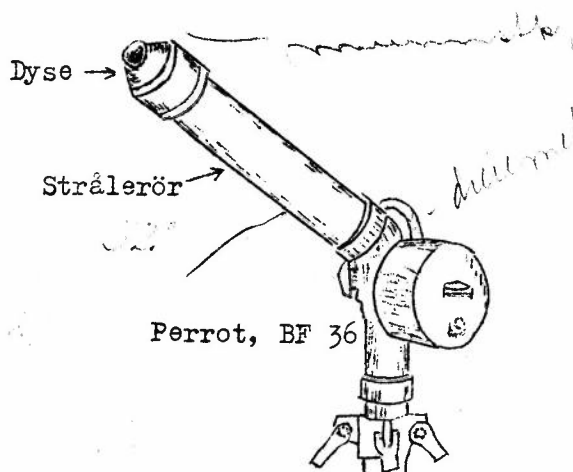
Denne størrelse blir ikke aktuell for våre forhold. For det første blir anlegget meget dyrt, dessuten kreves store, vel arronderte og flate arealer for å kunne nytte dem.

For våre forhold med små åkrer og kupert terreng vil det ofte passe med sprederer som fra hver plass vatner 1-2-2,5 dekar. Over flatbygdene kan også større sprederer nyttes. Således er de nevnte Perrot-sprederer atskillig brukt i Mjöstraktene. Hvor trykket er stort nok, får en vatnet 5-6 dekar pr. oppstilling.

8.1. Strålerøret.

Det lages dels av stål eller aluminium og dels av metall-legeringer som bronse og lettmetall. Ifølge tyske forsøk blir strålen lengst når røret danner 32° vinkel med horisontalen. Strålerøret har derfor lignende stilling på sprederne. Enkelte sprederer har to strålerør, s.k. to-armede sprederer.

For at en spreder skal kunne tilpasses forskjellig arbeidstrykk og vassforbruk, har strålerøret utskiftbar dyse. Sprederoppgavene angir relasjonen mellom riktig dysestørrelse og trykk samt vassforbruk.



Ved hjelp av en mekanisk anordning bringes strålerøret til å rotere om en vertikal akse. Hovedstrålen (Hüdig) eller en liten sidestråle (Lanninger), virker på et lite turbinhjul hvis bevegelse ved hjelp av tannhjul overføres til strålerøret.

Eller dysen kan være så skråstilt at reaksjonstrykket driver

strålerøret. Dette er tilfelle ved større Perrot-spredere. Dette reaksjonstrykket kan også fås ved en liten sidestråle som går vinkelrett ut fra strålerøret (Laux).

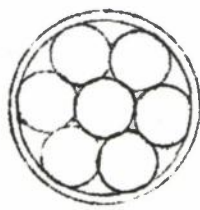
På enkelte norske spredere er det på en vertikal aksel montert to eller tre horisontale, eller også skrått oppover rettede armer med vingener eller skovler ytterst. Armene er så lange at vingene går gjennom hovedstrålen litt utenfor dysen og holdes derved i bevegelse. Samtidig forstyrres strålen noe slik at partiet nærmest sprederen også blir vatnet. Det var en ulempe, særlig ved eldre typer, at sprederen ikke var selvstartende. Strålerøret hadde derfor heller ikke absolutt sikker rotasjon under vatninga.

I forbindelse med dreiemekanismen monteres på enkelte spredertypen en særskilt vendeanordning til bruk ved sektorvatning.

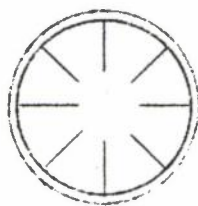
8.2. Likerettere.

Strålerørets indre diameter er som oftest betydelig mindre enn trykkledningens. Vatnet får derfor stor hastighet. Dette medfører sterk

hvirveldannelse og dermed stort friksjonstap. For å minske dette tapet setter en inn i strålerøret s.k. likerettere. Konstruksjonen av disse er forskjellig. Men det kan f.eks. være flere små, parallelle rør med tynne vegger, eller kantstilte, radiære, tynne flenser. Om



a



b

vatnet er urent, må likeretteren innrettes etter dette. Konstruksjon b skulle i så fall være mer høvelig enn a.

Den minskede hvirveldannelse gir større vatningsradius. Således har en funnet økning av kastevidden på 10-15 %.

8.3. Strålebrytere.

Det er ofte nødvendig å kunne bryte strålen noe. Dette for å få bedre vassfordeling og mindre dråper. På strålerøret er derfor ofte satt en eller annen innretning, s.k. strålebrytere. Det kan f.eks. være en enkel tråd tversover dyseåpningen. Dette bevirker litt mindre vatningsradius. Men selv om en må regne



med litt friksjonstap, kan vassmengden pr. tids- og flateenhet bli større.

8.4. Dysen.

Sprederens effektivitet henger nøye sammen med dysens utforming. Tidligere ble dysene gjort relativt lange. Senere er funnet at kortere dyser er bedre. Den indre flate skal være helt glatt og med konisk, jevn, myk overgang til det mindre tverrsnitt i åpningen. Hensikten er å unngå unødig trykktap, idet strålen knipes sammen i dyseåpningen for å få stor hastighet på vatnet.

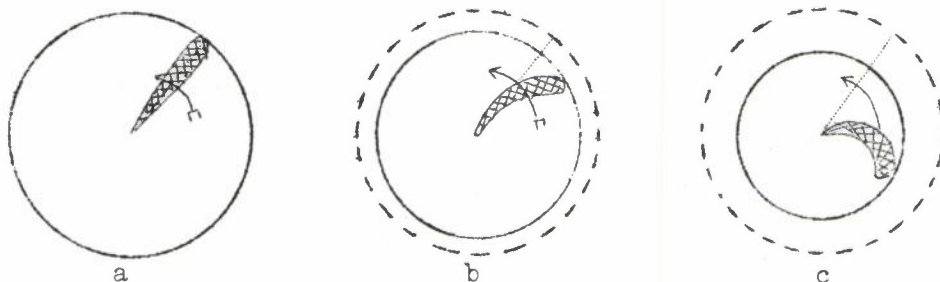
Av sprederoppgavene, f.eks. for Rotospreder, type A-3, med relativt liten variasjon av trykket, 30-35 m, vil en se at for en og samme spreder öker vassforbruket sterkt med dysens storleik. Det samme er tilfelle med vatnet areal pr. oppstilling. Oppgaven blir derfor i hvert enkelt anlegg å velge en dyse som svarer til den kapasitet anlegget er dimensjonert etter. Likevel er det ofte nödvendig å ha flere dyser for samme spreder og kapasitet. Ved samme trykk gir en mindre dyse finere dråper enn større dyse. Av hensyn til jord- og planteart kan det være aktuelt å kunne regulere dråpens størrelse og tyngde. Men stor variasjon opp eller ned fra den teknisk beste dyseåpning vil ikke være heldig. Enten blir dråpene da for mye forstövnet eller også for store og tunge. Sprødevidden avtar i begge tilfelle.

Opgavene for de større Perrot-spredere viser at med større dyser trengs også høyere trykk. Med samme dyse, men ved ökende trykk, blir spredevidde, vatnet areal og vassforbruk større.

Når det er stor forskjell på terrenghöyden innenfor vatningsområdet, vil det bli nödvendig å skifte dyse også av den grunn. På de høyere punkter kan trykket bli altfor lite til så stor dyse som brukes på lågere steder og kanskje nærmere pumpestasjonen. Her må mindre dyse settes inn for å få god, jevn spredning. For lite trykk bevirker nemlig: Ujevn fordeling og mindre vatnet flate.

8.5. Sprederens rotasjons-hastighet.

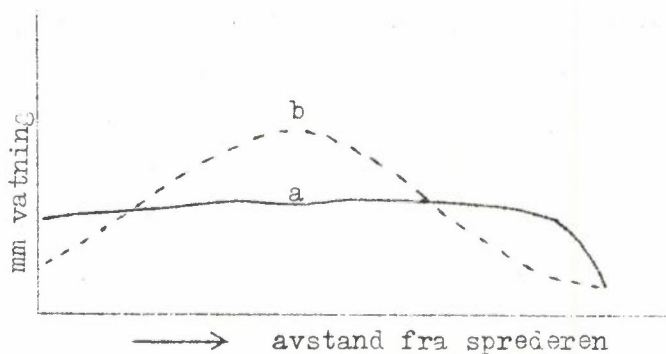
På mange sprederer er denne hastighet regulerbar, men det er også sprederer hvor den er konstant ved samme trykk. Det er imidlertid ikke likegyldig hvor stor dreie-hastigheten er. For liten hastighet gjør at vatnet faller altfor konsentrert.



På skissen viser a strålens utseende ved riktig hastighet. Når hastigheten økes videre, avbøyes strålen slik at spredevidden blir mindre, men dette fører også til større vatningsintensitet. Passe hastighet angis å være én omdreining i løpet av 4-6 min.

3.6. Vatnets fordeling.

En må stille det krav til en moderne sirkelspreder at vatnet skal fordeles jevnt og likt over hele sirkelflaten. Dette kan en undersøke ved å stille opp målekar i bestemt avstand radiært fra sprederens plass. Etter en viss vatningstid måles vassmengdene. Denne måling bør helst utføres i hver av sirkelkvadrantene. En kan da få et inntrykk av om dreiningshastigheten er ens.



a = god og b = dårlig fordeling.

Som før nevnt har flere norske sprederer vinger eller skovle som forstyrrer strålen. Andre sprederer har to stråler, hovedstrålen og en mindre sidestråle. Denne siste har til oppgave bl.a. å vatne partiet i nærheten av sprederen. Ellers har en et godt hjelpemiddel i strålebrytere, samt i høyt nok trykk.

Imidlertid kan ikke vassinnholdet i strålen være ens i enhver avstand fra sprederen. Strålens periferihastighet öker jo med avstanden fra sprederen. Derfor må strålens vassinnhold være störst lengst ute. Vatnet kommer her som större og tyngre dråper.

9. Sprederens oppstilling, avstanden mellom hydrantene.

Den vatnede flate ved hver oppstilling er vanlig en sirkelflate. Dersom sprederen stilles opp slik på feltet at sirklene tangerer hverandre, blir vatninga ujevn. Derfor blir det nödvendig at sirklene skjærer hverandre mer eller mindre. Med dette fölger en viss overvatning. Men for å få denne så liten som mulig bör sprederen stilles opp i bestemt system hvor avstanden mellom oppstillingsplassene refererer seg til sprederens effektive spredevidde. Det system som gir minst overvatning betraktes som det mest rasjonelle.

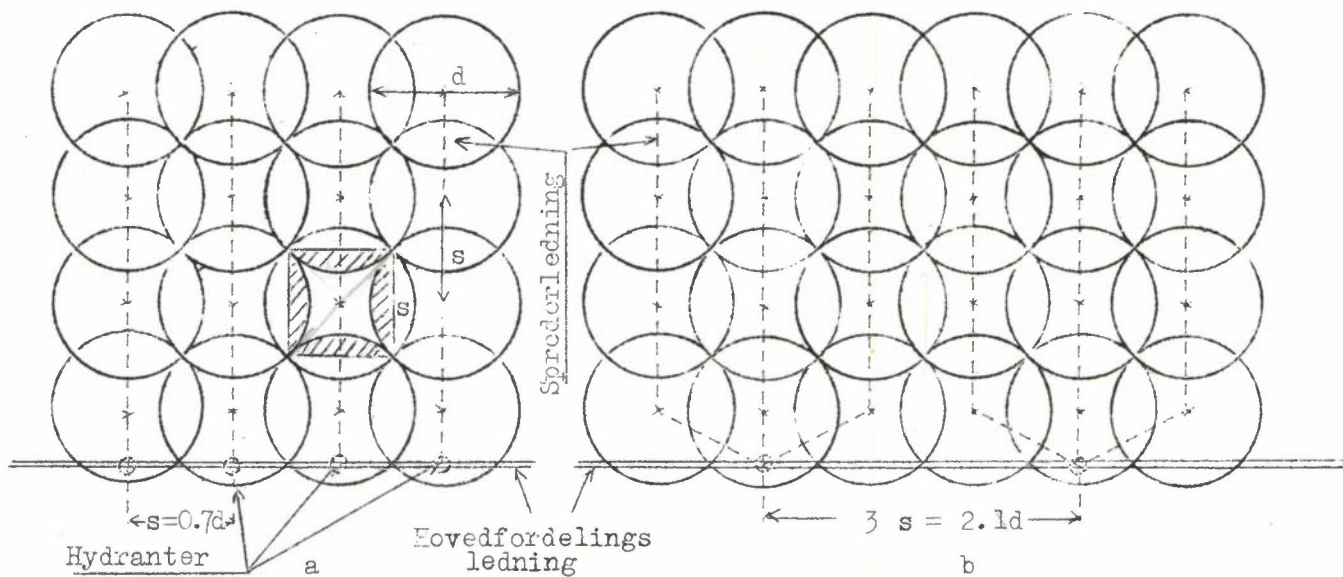
Grunnlaget for avstanden mellom oppstillingsplassene og dermed også for avstanden mellom hydrantene er sprederens kastevidde R .

Om vi f.eks. har Perrot, B 29 (se tabellen foran), 30 m trykk og 16 mm dyse, er kastevidden ifölge tabellen 30 m. Regnmengden etter sirkelens periferi og litt innover er imidlertid så ujevn og nedsatt i forhold til ellers på flaten at den totale kastevidden vanlig blir redusert med 10 % for å få den effektive spredevidde. Den effektive spredevidde i dette eksempel blir $30 \div 10 \% = 27$ m.

I tilfelle en ikke har noen sikre data for sprederen, må den prøves med forskjellige dyser og under det aktuelle trykk.

Det er særlig to oppstillingssystemer som har vært og er, iallfall teoretisk, anbefalt, nemlig: Kvadratforband og trekantforband. I de tilfelle en har laget fullstendig plan over oppstillingspunktene med vatningssirklene inntegnet på kartet, har en som oftest regnet med konstant spredevidde over hele vatningsarealet. I hvilken utstrekning dette har noen verdi under våre forhold vil framgå senere.

9.1. Kvadratforband.



d = effektive spredediameter, s = kvadratsiden.

$$\text{Av } \frac{d^2}{2} = s^2 \text{ blir } s = \frac{d}{\sqrt{2}} \approx 0,7 d$$

Det innskrevne kvadrat regnes som effektiv vatnet flate pr. oppstilling. En får da et mål for overvatningen ved å sammenligne kvadratet med sirkelflaten.

$$\frac{\text{Kvadrat}}{\text{Sirkel}} = \frac{d^2 \cdot 4}{2\pi d^2} = \frac{2}{3,14} = 0,64,$$

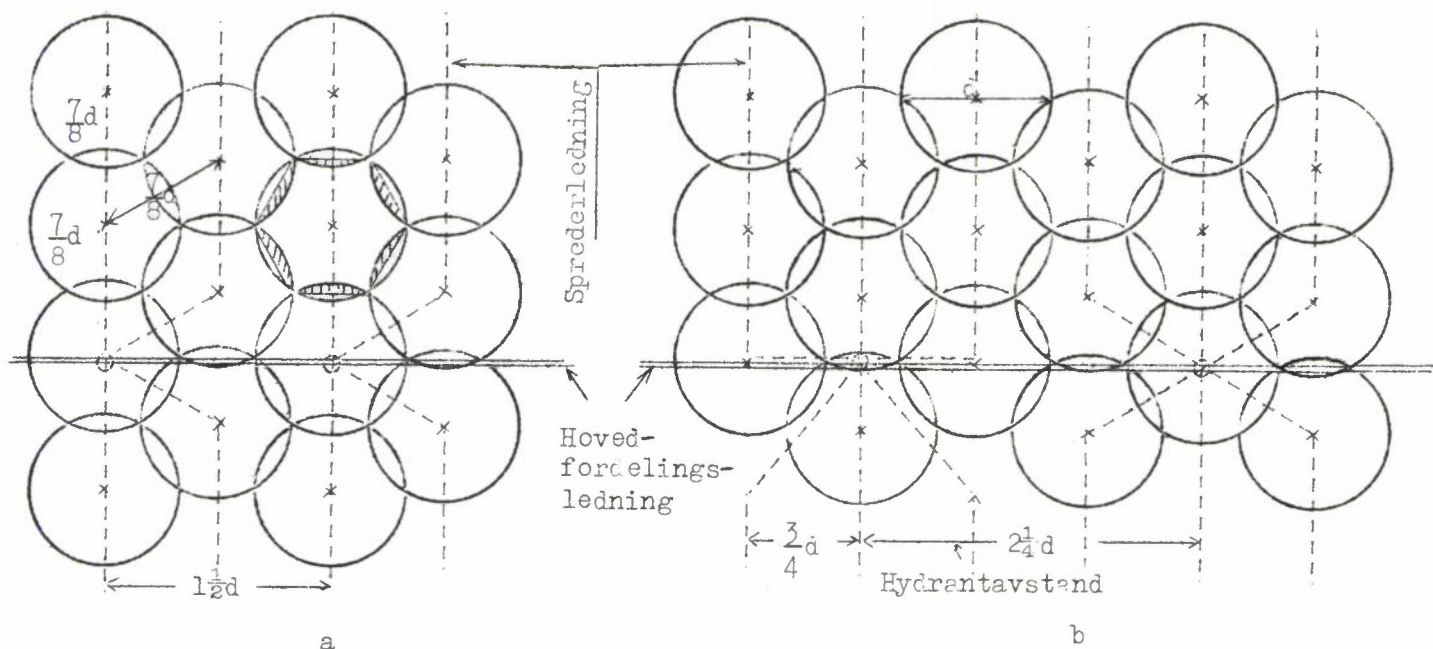
dvs. kvadratet er 64 % av sirkelflaten, og overvatninga blir

$$\frac{\pi d^2}{4} - \frac{d^2}{2} = \frac{1,14 d^2}{4},$$

eller regnet i % av kvadratet:

$$\frac{1,14 \cdot 100}{2} = \underline{57 \%}$$

9.2. Trekantforband.



Den innskrevne sekskant betraktes som effektivt vatnet flate. Dens flateinnhold er $\frac{3}{6} d^2 \sqrt{3} = 0,65 d^2$, hvor d = effektive spredediameter.

$$\text{Seksanten utgjör } \frac{0,65 d^2 \cdot 4 \cdot 100}{3,14 d^2} = \text{ca. } 83 \% \text{ av sirkelflaten.}$$

$$\text{Overvatning } \left(\frac{3,14 d^2}{4} - 0,65 d^2 \right) \frac{100}{0,65 d^2} = \text{ca. } 21 \%$$

Av dette framgår at trekantforband gir minst overvatning og bör derfor så vidt mulig foretrekkes. Kvadratforband karakteriseres også som en foreldet metode.

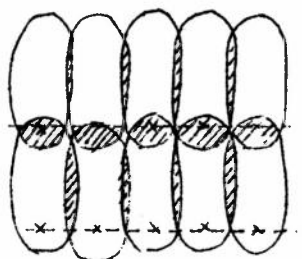
Denne overvatning, som en altså ikke kan unngå, bör en også regne med ved dimensjonering av anlegget for et visst areal og viss vatningsintensitet.

Eks. Om vi har 225 dekar beite som vi regner å skulle vatne hver 10. dag med 20 mm, så blir det 22,5 dekar eller 450 m^3 vatn pr. døgn. På grunn av uunngåelig overvatning vil det imidlertid trenges ca. 25 % mer vatn, dvs. i alt ca. $450 \cdot 1,25 = 560 \text{ m}^3$. Om vi så regner med 12 timer effektiv vatningstid pr. døgn, blir pumpekapasiteten $560 : 12 = 46,7 \text{ m}^3$ pr. time eller ca. 780 lit./min.

Forutsetningen for denne regelmessige inndeling av vatningsareal-
et er konstant spredevidde over det hele og i alle retninger. Denne be-
tingelse blir imidlertid sjelden oppfylt i praksis. Derfor vil en også
finne at de fleste praktikere hos oss ikke bruker faste oppstillingsplas-
ser, men velger disse etter beste skjønn. Dette særlig av to grunner: Vin-
den og terrenget.

Vinden gjør at vatningsflaten ikke blir en sirkel, men mer en el-
lipse med den store akse i vindretningen. Derfor blir avstanden mellom

oppstillingsplassene større i vindretningen enn
vinkelrett på den, som skissen viser.



↑
vindretning

Det er ellers regelen at en helst skal vat-
ne i stille vær. Men det kan mange steder være
praktisk ugjennomførlig fordi det skal så lite
vind til før strålen avbøyes vesentlig. Å reg-
ne med regelmessige ellipser, som skissen viser,
går heller ikke, fordi vindstyrken varierer på
kort tid.

Vind bevirker ellers mer ujevn vassfordeling på den ovale flate
enn på sirkelflaten.

Terrenget er ofte kupert hos oss. Innen ett og samme skifte kan
en godt, selv på flatbygda, ha en høydeforskjell på 40-50 m. På høyere-
liggende plasser blir spredevidden minst, men øker nedover mot låglendet. Det
er således eksempel på at en Perrot, B 29, vatnet vel 3 dekar pr. oppstil-
ling i nærheten av pumpestasjonen, men bare ca. 1,5 dekar 200 m lenger unna
og 37 m høyere opp. Om stedet ligger slik til at det er relativt vindstil-
le, kan en likevel ikke sette ut faste oppstillingspunkter før en gjennom
prøvevatning har konstatert spredeviddene.

Selv om vatningsjorden ligger mest i samme horisontalplan, kan
spredevidden enda bli forskjellig. På grunn av trykktapet i ledningen blir
overtrykket i dysen mindre på de lengst bortliggende steder. Jo større om-
rådet er, jo lengre blir ledningene, og jo mer utpreget blir dette forhold-
et.

Konklusjonen blir derfor at i de fleste tilfelle bør avstanden
mellom oppstillingspunktene være minst lengst fra pumpestasjonen, men øke
nedover mot den.

Dette får også konsekvenser for avstanden mellom hydrantene på
hoved- eller fordelingsledningen. Denne bør være mindre lengst fra pumpe.

Ellers kan en ikke angi noe bestemt for hydrantavstanden. Skissene over kvadrat- og trekantforband viser ved a og b hvorledes en ved noen ekstra lengder sprederledning kan spare hydranter, om dette er aktuelt av hensyn til anleggskostnaden. Av arbeidsmessige grunner vil det være en fordel å ha godt forgrenet hoved- eller fordelingsledning med kort avstand mellom hydrantene.

10. Flytting av sprederen, anleggets drift.

Ved planlegging og dimensjonering av et anlegg må en forutsette at vatningsarbeidet skal foregå i et visst antall av døgnet timer. En del av vatningstida går med til flytting av rør og spreder, men det er om å gjøre at disse spredepauser blir kortest mulige. Særlig når en har bare én spreder, bør flyttinga skje raskt. Riktignok kan sentrifugalpumpa gå selv om ledningen er stengt en stund, men det betyr unyttig kraftforbruk. Lengst tid tar det å flytte selve sprederledningen. Derfor er det enkelte praktikere som finner det hensiktsmessig å bruke to sett sprederledning. Mens det ene er i funksjon, blir det andre lagt ut på neste plass. Det er da bare å kople sprederen til. Framgangsmåten er brukt i større anlegg hvor en av hensyn til flyttingsarbeidet foretrekker å bruke bare én stor spreder istedenfor to mindre.

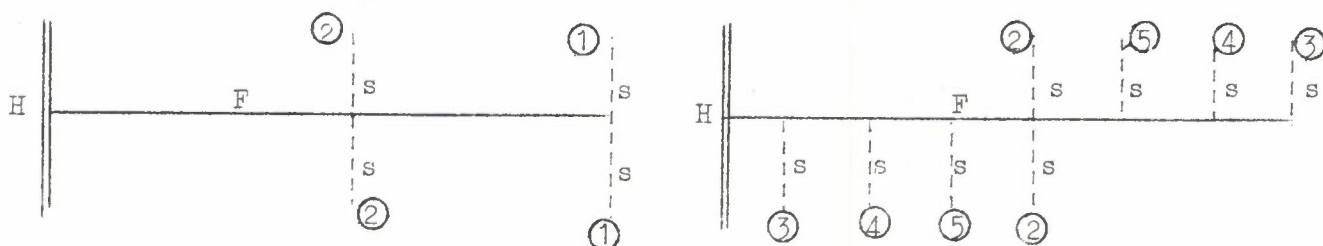
Har anlegget f.eks. to sprederer, blir den ene flyttet mens den andre går. Disse to sprederer koples ikke inn på samme sprederledning, men på hver sin. Det er imidlertid ikke likegyldig hvordan sprederne flyttes i forhold til hverandre, eller hvordan sprederledningene flyttes langs hoved- eller fordelingsledningen.

Eks. Vi forutsetter at to sprederer, som hver tar ca. 500 l/min., skal koples til og flyttes langs en 4" fordelingsledning, som er 300 m lang. Sprederledningene koples til på hver sin side av fordelingsledningen. Undersök trykktapet i fordelingsledningen når sprederledningen koples til på følgende steder:

1. Begge sprederledninger i ytre ende av fordelingsledningen.
2. Begge sprederledninger 165 m fra hovedledningen.
3. Den ene sprederledning 30 m fra hovedledningen og den andre i ytre ende av fordelingsledningen.

4. Den ene sprederledning 75 m fra hovedledningen, den andre 45 m fra ytre ende av fordelingsledningen.
5. Den ene sprederledning 120 m fra hovedledningen, den andre 90 m fra ytre ende av fordelingsledningen.

H = hovedledning, F = fordelingsledning, s = sprederledning

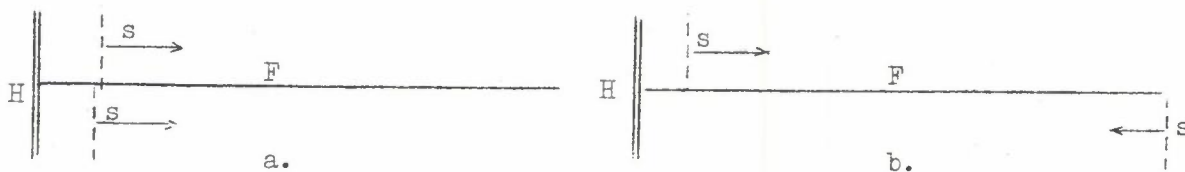


På de strekninger av fordelingsledningen som fører vatn til begge sprederer, blir vasshastigheten vel 2m/sek. ($v = \frac{Q}{F}$). Vassføring til bare én spreder gir vasshastighet av vel 1 m/sek.

Trykktapene tas ut av trykktapstabell eller diagram, (se senere). Resultatet blir følgende:

Alternativ	1	2	3	4	5
Trykktap i m	15,6	8,6	5,35	6,40	7,50

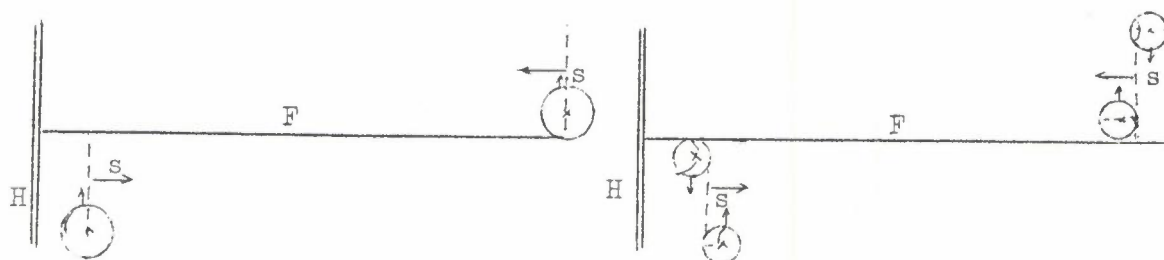
Sprederledningene kan flyttes på to måter: Enten i samme retning (a) eller i motsatt retning (b).



Men vi ser av eksemplet at ved (a) blir det maksimale trykktap i fordelingsledningen, alternativ 1, nesten dobbelt så stort som det maksimale trykktap ved (b), alternativ 2. Derfor blir regelen at sprederledningene i slike tilfelle ikke flyttes i samme, men i motsatt retning, idet de starter i hver sin ende av fordelingsledningen.

Det samme forhold gjelder også for flytting av sprederne langs sprederledningene. Det gjelder å unngå å få høyest mulig rørmotstand inn-

koplet. Skissen viser hvordan dette bør ordnes når det er én eller to spredere på hver spredederledning.



Er det én spreder på hver spredederledning, begynner den ene spreder like ved fordelingsledningen og flyttes utover. Den andre begynner i ytre ende av spredederledningen og flyttes innover.

Hensikten med disse flyttingsmetoder for spreder og spredederledning er å få mest mulig samme rørmotstand innkoplet. Av alternativene 2, 3, 4 og 5 ser en at det er relativt liten variasjon. Under ellers like forhold blir derfor effektbehovet mindre, liksom en også vil greie seg med pumpe som har lågere manometrisk trykkehøyde.

XI. PLANLEGGING AV VATNINGSANLEGG.

Det er som oftest så kostbart å bygge et vatningsanlegg at en nøyaktig planlegging alltid bør utføres av fagfolk med innsikt i både jordbruks- og tekniske spørsmål. Dersom det kan være tvil om vatningens økonomi, bør også dette spørsmålet tas med. Når en har greie på anleggs-kostnaden, strømprisen og arbeidslønnen, er det relativt lett å beregne vatningskostnaden pr. dekar og år. Av denne vil en da kunne se hvor stor avlingsøkning en må ha, for at vatning skal lønne seg. Som før nevnt har vi for få forsøk til på det grunnlag å kunne angi sannsynlig avlingsøkning under forskjellige forhold.

Det sentrale spørsmålet ved planlegging blir ellers om en kan skaffe vatn nok, og i forbindelse med dette eventuelt pumpe og kraftkilde. Disse tingene er omtalt foran.

Liksom ved utarbeiding av grøfteplaner, er det også her nødvendig å ha kart over området. Kart i målestokk 1:4000 er brukbart, men det er bedre om målestokken er 1:2000. Er det nødvendig å lage nytt kart etter

oppmåling, bør dette således tegnes i målestokk 1:2000. Foruten områdets utstrekning er det også nødvendig å ha greie på dets høydeforhold. Men så detaljert nivellering, som til grøftkart, trengs ikke. Er det stor forskjell på terrenghøydene, stigning eller fall, der ledningene ligger, og en på grunnlag av kartet skal ta ut rørlengdene, bør en kunne tegne opp lengdeprofil for ledningstracéen. Ellers er det best å måle lengden direkte i marken. Vatningsområdet kan også være så oversiktlig og jevnt at en straks ser hvor hoved- eller fordelingsledningen bør ligge. Linjene stikkes så ut og nivelleres, og i tilslutning til dette tar en inn terrengets høyest liggende punkter, eller andre høyder som kan bli avgjørende for dimensjonering av motor, pumpe og ledninger.

Selv om en har fullstendig kartmateriale, bør planleggeren gjøre seg kjent med området i marken for nærmere undersøkelse tar til. Derved kan en f.eks. ta standpunkt til om anlegget bør være flyttbart eller delvis flyttbart, om en får bare én pumpestasjon eller om det er hensiktsmessig å ha flere. Videre om hele feltet er skikket for vatning av hensyn til topografien, jordarten eller andre forhold som kan ha betydning.

I forbindelse med måling og nivellering bør en også undersøke jordarten, både matjord og undergrunn. Skal ledningen graves ned, må en av hensyn til kostnadsoverslaget, ha greie på gravingsprisen, som igjen avhenger mye av jordarten. Fra vekstdyrkingssynspunkt er det av stor interesse å vite om jorden lett danner skorpe, slemmes igjen, om det naturlige næringsinnholdet er tilfredsstillende eller om dreneringstilstanden er god. Dersom jorden lett slemmes igjen, er dette meget uheldig, og en må regne med spesielle forsiktighetsregler her. Som før nevnt er det nødvendig at næringsfaktoren er optimal for å få tilsvarende avlingsøkning etter vatning. Om dreneringstilstanden kan en si at er ikke den tilfredsstillende ordnet, vil det være liten sannsynlighet for at vatning kan lønne seg.

Den rent tekniske side av planleggingen vil bl.a. gå ut på å dimensjonere anlegget etter foreliggende data. Skal hoved- og fordelingsledninger være permanente, er det viktig å få hensiktsmessig plasering av dem og hydrantene, som før nevnt.

De to hovedfaktorer, anleggskostnaden og senere arbeidsbehov under driften, må veies mot hverandre. Men oppgaven vil alltid være å gjøre arbeidsbehovet minst mulig innenfor rammen av rimelig anleggskostnad.

XII. DIMENSJONERING AV ANLEGGET.

De faktorer som blir avgjørende ved dimensjonering av et vatningsanlegg er dels storleiken og høydeforholdene på det område som skal vatnes, dels vassmengden som skal tilføres i en viss tid.

Fra hydromeknikken kjennes relasjonen mellom vassføring i en ledning, ledningens tverrsnittsareal og vasshastigheten i den:

$$Q = v \cdot F$$

hvor Q er den vassmengde som pr. tidsenhet strømmes gjennom tverrsnittet F med hastigheten v .

Teoretisk gis det uendelig mange kombinasjoner av v og F , men praktiske hensyn begrenser omfanget. Jo større F velges, jo større blir rørkostnaden i forhold til det øvrige, men vasshastigheten, og med den trykktapet og driftskostnaden, blir mindre. Rør med lite tverrsnitt blir billige i anlegg, men da trykktapet er proporsjonalt med hastighetens kvadrat, blir effektbehovet og dermed også driftskostnaden så mye større. Av den grunn bør vasshastigheten i ledningene holdes omkring 1-2 m/sek., helst ikke over 2,5 m/sek.

Generelt kan en si at det heldigste vil være å dimensjonere rørledningen slik at de årlige kostnader for anlegget blir så låge som mulig.

Det er ellers ganske vanlig erfaring at i vatningsanlegg, som nå har vært i bruk 10-15 år, ble ledningene for snau dimensjonert. Kapasiteten er for liten. Derfor er det grunn til å framheve at så vidt mulig bør rørdimensjonene velges rikelige.

Som nevnt i hydromeknikken kan trykktapet på den rette ledningsstrekning beregnes av formelen

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (\text{Langs formel})$$

l er rørlengden i meter, d er innvendig rørdiameter i meter, v er vasshastigheten i meter/sek., g er tyngdens akselerasjon, 9,81 m/sek.² og λ er rørfriksjonskoeffisienten. λ kan beregnes av formelen:

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

α er en koeffisient som beror på hvor glatte rørene er. For meget glatte rør kan α være 0,012. For galvaniserte stålrør regnes med noe ru flate $\alpha = 0,02$. For hampeslanger regnes $\alpha = 0,04$.

Videre må en regne med trykktap i ventiler, bend, skjøter, T-rør for avgrening o.lign. Følgende oversikt kan brukes for omtrentlig å bestemme hvilken rørlengde i meter de nevnte rördeler svarer til med hensyn til friksjonen.

	Rördiameter i mm								
	25	32	38	51	63	76	102	125	150
T-rør med avgrening	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,2
Botnventil	16	17	18	21	23	25	29	33	37
Helbend (90°)	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3
Halvbend (45°)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

Som en ser, gir botnventilen stort trykktap.

I praksis brukes ofte bare å regne ut trykktapet på den rette ledningsstrekning og så legge til ca. 10 % for tap i ventiler, bend, skjøter o.lign.

Eks. Beregn trykktapet i en 365 m lang hovedledning og 100 m spredledning. Vassføring 240 l/min. = 4 l/sek.

Velger vi 3" = 76 mm hovedledning, blir $v = \frac{Q}{F} = \frac{4.4}{3,14 \cdot 0,076^2} = 0,9$ m/sek. Dette er rimelig hastighet.

I et anlegg av denne størrelse vil 2", 51 mm, spredledning være passe, $v = \frac{4.4}{3,14 \cdot 0,051^2} = 1,95$ m/sek.

Trykktap i hovedledningen:

$$\lambda = \alpha + \frac{0,0018}{\sqrt{v \cdot d}} = 0,02 + \frac{0,0018}{\sqrt{0,9 \cdot 0,076}} = 0,027$$

$$h_f = \lambda \frac{1}{d} \frac{v^2}{2g} = 0,027 \cdot \frac{365}{0,076} \cdot \frac{0,9^2}{19,62} = 5,35 \text{ m}$$

Trykktap i spredledningen:

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0018}{\sqrt{1,95 \cdot 0,051}} = 0,0245 \quad \text{og} \quad h_f = 0,0245 \frac{100}{0,051} \cdot \frac{1,95^2}{19,62} = 9,30 \text{ m}$$

Sammenstilling:

Trykktap i hovedledningen	5,35 m
Trykktap i spredledningen	9,30 "
10 % tillegg for tap i ventiler n.m....	<u>1,50 "</u>
Samlet trykktap.....	<u>16,15 m</u>

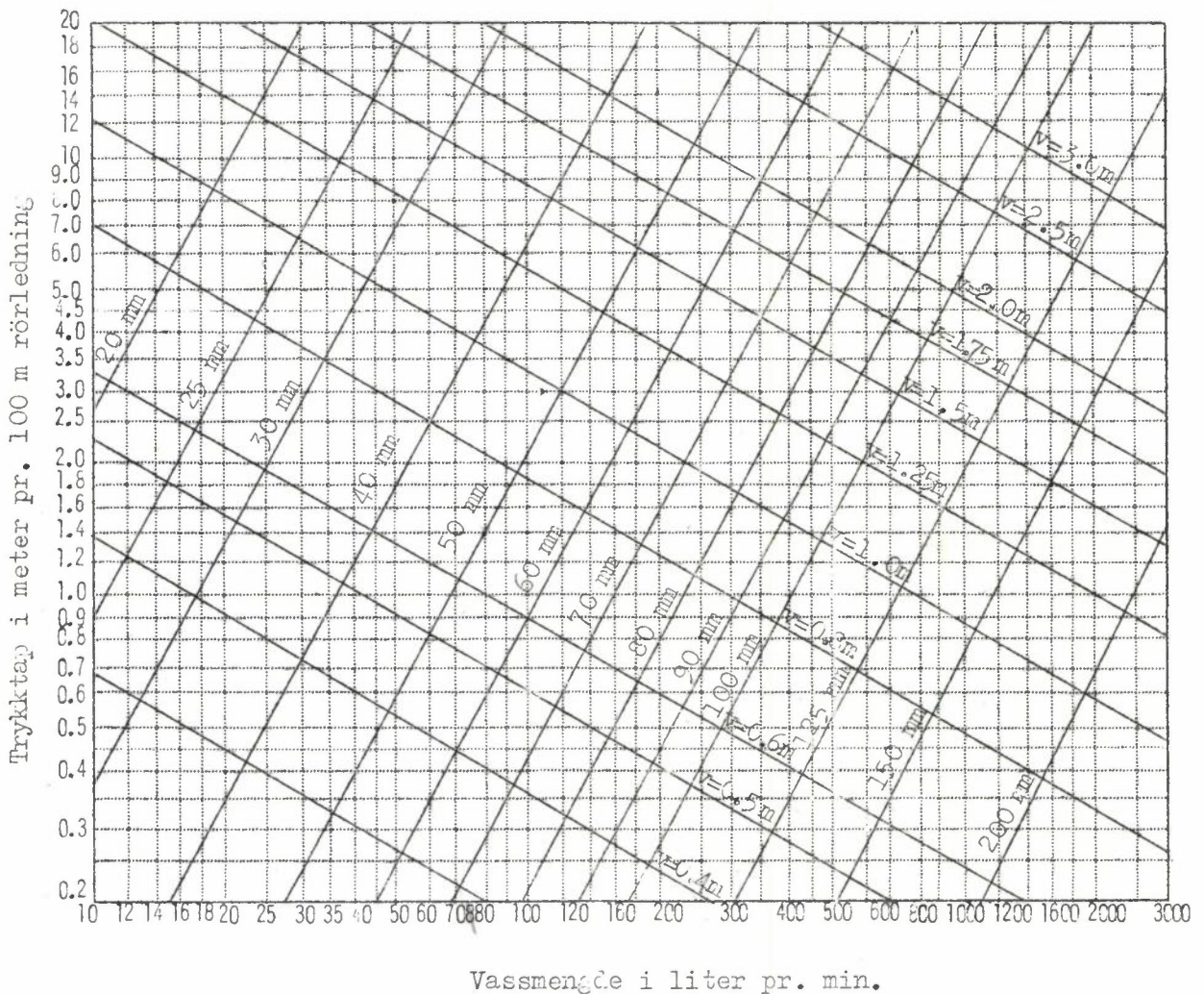
Imidlertid blir det sjelden tale om å bruke formlene direkte i praksis. Det tar for mye tid. Derfor er det vanlig å finne trykktapet i trykktapstabeller eller diagram, som er utregnet på grunnlag av formlene ovenfor. Disse hjelpemidler finnes i tekniske håndbøker (Hütte m.fl.). Som eksempel skal gjengis en trykktapstabell og et diagram.

Trykktap, h , i meter pr. 100 m rörlängde (e. Hütte).

Vassmengde, Q , i liter pr. min.

V m/sek.		Indre rördiameter i mm									
		40	50	60	70	75	80	90	100	125	150
0,5	Q	37,7	58,9	84,8	115,5	132,5	150,8	190,9	235,6	368,1	530,1
	h	1,043	0,800	0,645	0,539	0,496	0,462	0,403	0,357	0,277	0,226
0,6	Q	45,2	70,7	101,8	138,6	158,4	181	229	282,7	441,8	636,2
	h	1,450	1,115	0,902	0,754	0,695	0,647	0,566	0,502	0,390	0,318
0,7	Q	52,8	82,5	118,7	161,6	186,1	211,1	267,2	329,9	515,4	742,2
	h	1,921	1,480	1,190	1,004	0,924	0,862	0,754	0,669	0,521	0,426
0,8	Q	60,6	94,2	135,7	184,7	212,1	241,3	305,4	377	589	844,2
	h	2,452	1,892	1,534	1,287	1,186	1,106	0,968	0,860	0,670	0,548
0,9	Q	67,8	106	152,7	207,8	238,5	271,4	343,5	424,1	662,7	954,3
	h	3,043	2,352	1,909	1,602	1,475	1,378	1,207	1,073	0,838	0,685
1,0	Q	75,6	117,8	169,7	230,9	265,1	301,6	381,7	471,2	736,3	1060
	h	3,695	2,859	2,323	1,951	1,804	1,680	1,472	1,310	1,023	0,838
1,25	Q	94,2	147,3	212,1	288,6	331,4	377	477,2	589,1	920,4	1325
	h	5,585	4,332	3,527	2,968	2,760	2,558	2,245	1,998	1,564	1,283
1,50	Q	113,4	167,7	254,5	346,3	397,6	452,4	572,6	706,9	1105	1590
	h	7,841	6,094	4,970	4,187	3,971	3,612	3,173	2,827	2,197	1,819
1,75	Q	132,0	206,2	296,9	404,1	453,9	527,8	668	824,7	1289	1856
	h	10,459	8,145	6,648	5,606	5,190	4,841	4,256	3,794	2,978	2,447
2,0	Q	150,6	235,6	339,3	461,8	530,2	603,2	763,4	942,5	1473	2121
	h	13,437	10,475	8,561	7,226	6,675	6,244	5,491	4,898	3,849	3,165

Diagram over trykktap i meter i stålrørsledninger.



Av disse to slags hjelpemidler er tabellene tilsynelatende nøyaktigst. Diagrammene er vel så praktiske, med rimelig format er de lette å ha i lommen.

For å kunne beregne den nødvendige effekten hos motoren må en kjenne den totale manometriske oppfordringshøyden, trykkhøyden. Som før nevnt, omfatter dette begrepet sugehøyde, trykkhøyde, trykktap i ledningene, samt overtrykk på sprederen. Den blir vanlig regnet i meter vasssøyle og benevnes h . Pumpa må også velges etter denne totale trykkhøyden. På pumpene er ofte angitt en bestemt høyde, h , f.eks. 90 m. Om dette oppfattes som den optimale manometriske trykkhøyde, kan pumpe også arbeide ved andre trykkhøyder; men, som før nevnt, blir virkningsgraden lågere. Den leverte vassmengde, Q , forandres også og dermed effektbehovet (se avsnittet om sentrifugalpumper).

Når det er stor høydeforskjell innen vatningsområdet, eller når det er stort område, blir det derfor spørsmål om det er økonomisk å velge ei pumpe etter den beregnede h -verdi som fåes når sprederen stilles på høyeste stedet, eller en regner å skulle ha full vatningseffekt når sprederen står lengst ut i ledningssystemet. Dette vil i så fall føre til at en får pumpe med unødig høy total manometrisk oppfordringshøyde. Når en så skal vatne på lågere plasser eller nærmere pumpa, blir en enten nødt til å strype vassmengden ved hjelp av sluseventilen på trykksiden, for at motoren ikke skal bli overbelastet (~~motoren går varm~~), eller også må motoren være betydelig overdimensjonert. I begge tilfelle betyr dette imidlertid unyttig kraftforbruk.

Stryping av vassføringa, Q , er ensbetydende med at sprederen, hva trykk angår, stadig er plasert i slik høyde at det svarer til pumpas h . I andre tilfellet vil pumpa komme til å arbeide ved unødig låg virkningsgrad.

Når det bare er enkelte høye bakker hvor det skal vatnes, kan det derfor være mest rasjonelt å se bort fra disse, når en bestemmer h . Har pumpa lågere manometrisk oppfordringshøyde enn svarende til de ekstreme forhold, betyr det bare at en får for lite trykk på sprederen når en vatner oppå haugene eller lengst bort fra pumpa. For likevel å få jevn vatning her bør en skifte inn mindre dyse, som er beregnet for både mindre Q og mindre overtrykk. Spredevidden blir dog noe mindre slik at vatninga pr. flateenhet tar litt lengre tid. Dette vil oppveies ved at vatninga på størsteparten av området ellers går raskere, sikrere og mer økonomisk. Effektforbruket holdes jo lågere ved at pumpa i større utstrekning kan arbeide ved eller i nærheten av den høyeste virkningsgrad.

Konklusjonen blir derfor at en ved bestemmelse av h ikke bør regne med ekstreme forhold, men mer etter områdets "tyngdepunkt", både når det gjelder utstrekning og høydeforhold. En får regne med den høyde som mesteparten av vatningsjorda befinner seg på.

Når det gjelder så vidt mulig å eliminere virkningen av områdets utstrekning, trykktapet i ledningene, kan det være driftsøkonomisk fordelaktig å bruke to spredere istedenfor bare én. Fordi overtrykket da ikke behøver å være så stort, kan den totale manometriske trykkehøyden i det hele holdes lågere. Ved å iaktta de tidligere nevnte regler for flytting av spredere med ledninger, kan en dessuten vatne over hele området uten at pumpa behøver å arbeide ved vesentlig lågere virkningsgrad enn den optimale.

Som regel oppnås dette ved at den innkoplede rørmotstand holdes så jevn som mulig, dvs. sprederne plasseres slik at summen av deres avstand fra pumpe er noenlunde konstant.

Det kan ellers ha stor økonomisk betydning at pumpe har høy virkningsgrad. Et eksempel vil vise forskjellen i energiforbruk ved ei god og ei dårlig pumpe. Om en antar at 200 dekar skal tilføres i alt 100 mm i løpet av sommeren, blir det 20 000 m³, med 25 % overvatning således i alt 25 000 m³ vatn. Den totale manometriske oppfordringshøyden antas til 80 m. Høyeste virkningsgraden for den dårligste pumpe settes til 45 %; for den beste pumpe 65 %.

Forskjellen i årlig energiforbruk blir:

$$\frac{25000 \cdot 1000 \cdot 80}{75 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 1,36} \left(\frac{1}{0,45} - \frac{1}{0,65} \right) = \text{ca. } 3730 \text{ kWh}$$

Med en strømpris av 6 öre pr. kWh, kan den beste pumpe spare inn 224 kr. i strømleie pr. år. Regner en at pumpe skal amortiseres i løpet av f.eks. 10 år, og det innsparte beløp er det samme hvert år, blir det for denne tiden med rente og rentesrente etter 3½ % p.a. ca. 2600 kr. Ved kjøp av pumpe skulle en da kunne betale inntil et lignende beløp mer for den beste pumpe.

En lignende betraktning og beregning kan bli aktuell når en på forhånd har ei gammel pumpe, og det blir spørsmål om det vil lønne seg i det lange løp å kjøpe ny pumpe med en gang. Den gamle pumpe vil ha låg virkningsgrad p.gr.a. slitasje, men også fordi dens totale manometriske oppfordringshøyde kanskje passer dårlig i det aktuelle anlegg.

Jo høyere strømprisen er, desto mer er det som taler for å bruke førsteklasses pumpe.

Når en kjenner vassmengden, Q , i liter/sék., den manometriske oppfordringshøyden i meter, samt pumpas virkningsgrad, η , kan effektbehovet beregnes:

$$E = \frac{Q \cdot h}{75 \cdot \eta} \text{ hk}$$

Men da en vanlig bruker sentrifugalpumper, bør motoren overdimensjoneres noe fordi effektbehovet kan stige betydelig over det normale ved vatning nærmest pumpe. Selv om en prøver å unngå overbelastning, er det av hensyn til driftssikkerheten heldig å ha en viss sikkerhetsmargin. Når motorens effekt er ca. 20 % større enn nødvendig pumpeeffekt, ved den samme vassføring og trykkehøyde, skulle en i de fleste tilfelle være på den sik-

re side. Likevel bör en, som för nevnt, i alle tilfelle ha motorbeskyttelsesbryter. Dersom denne mangler, bör en av og til under bruken avlese manometret på pumpas trykkside for eventuelt å kunne hindre at trykket synker nevneverdig under det normale.

Selve prinsippet ved beregning av vatningsanlegg skal vises ved et skjematisk eksempel.

Det er ca. 300 dekar beite som skal vatnes hver 10. dag, med ca. 20 mm hver gang. En er nødt til å bruke pumpe, sentrifugalpumpe med direkte koplet elektromotor. Det er så langt fra transformator, og effektbehovet viser seg å bli så stort at en må strekke egen høyspentlinje et stykke mot pumpestasjonen og sette transformator der.

I løpet av 10 døgn skal da pumpes fram $300 \cdot 20 = 6000 \text{ m}^3 + 25\%$ overvatning, i alt ca. 7500 m^3 vatn.

Pr. vatningsdøgn blir da $7500:10 = 750 \text{ m}^3$.

Et vatningsdøgn regnes vanlig til 12-16 timer. Regner vi her 15 timer, men at 3 timer går med til flytting og andre driftsforstyrrelser, blir den effektive vatningstida 12 timer pr. døgn. Vassmengden, Q , blir da $\frac{750}{12} = 62,5 \text{ m}^3/\text{time}$ eller 1040 l/min.

En skal bruke 2 sprederer, som altså hver må levere 520 l/min. Da velges f.eks. 2 stk. Perrot B 29 med 20 mm dyse. Ved 35 m trykk leverer de hver 525 l/min. Kastevidde ifølge tabellen 34 m. Effektiv spredevidde 30,6 m, diameter 61,2 m, vatnet flate pr. oppstilling $\frac{3,14 \cdot 61,2^2}{4} = 2,95$ dekar. Som effektiv vatnet flate regnes ca. 83% eller ca. 2,5 dekar pr. oppstilling. Sprederen gir 8,6 mm pr. time, dvs. den må stå 2 timer og 20 min. for å gi 20 mm vatning. Da en må vatne 30 dekar pr. døgn, blir det 6 flyttinger av disse sprederne. Men til det trengs en effektiv vatningstid av $140 \cdot 6 = 840$ min., eller 14 timer. Om denne siste beregning holder stikk, vil en med den beregnede kapasitet og det nevnte arbeidstrykk ikke rekke over arealet på 12 timer, som tidligere forutsatt. Enten må en da regne med noe lengre arbeidstid i tørkeperioder, eller også må kapasiteten og arbeidstrykket økes noe.

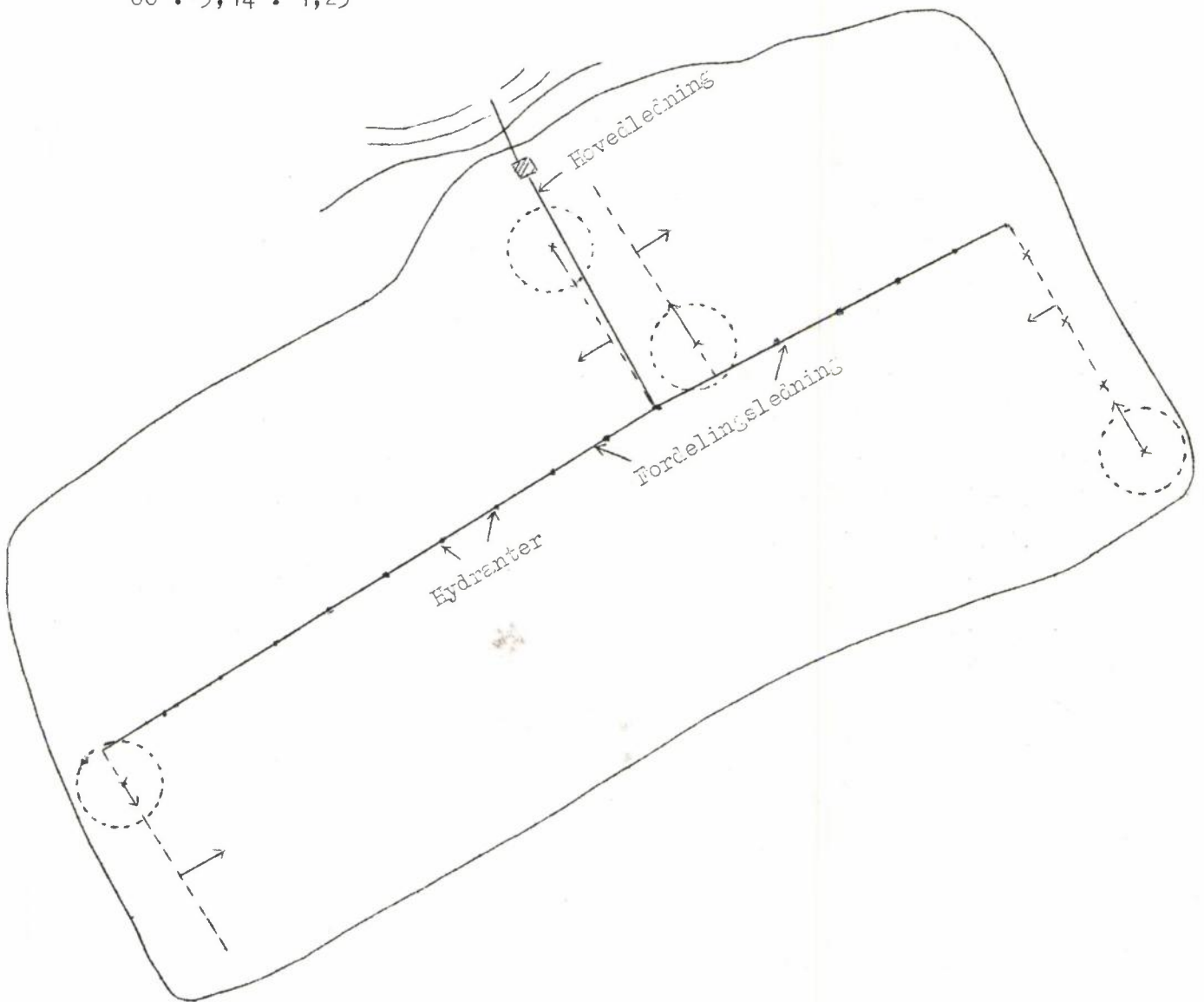
Økes trykket til 50 m, blir kastevidden med 20 mm dyse ca. 37 m (se tabell i "Heje"). Effektiv spredevidde 33,3 m. Effektiv vatnet flate pr. oppstilling ca. 3 dekar. Sprederen gir 8,9 mm pr. time og 20 mm på 2 1/4 time. Derved blir det 5 flyttinger som tar 11 1/4 time pr. døgn. I dette tilfelle blir vassforbruket ca. 550 l/min. for en spreder.

Da dette siste alternativ synes å være noe rikelig, velger vi som videre beregningsgrunnlag kapasiteten 1100 l/min. og arbeidstrykk 45 m for de nevnte sprederer med 20-22 mm dyse.

Sugeledningen er 20 m lang. Her velges dimensjonen 6" = 150 mm, flensrør. $v = \frac{Q}{F} = \frac{1100 \cdot 4}{60 \cdot 3,14 \cdot 1,5^2} = 1,07 \text{ m/sek.}$

Botnventilen gir trykktap svarende til 37 m rør (se tabell side 70).

Hovedledningen er 200 m lang. Med dimensjonen 5" = 125 mm blir $v = \frac{1100 \cdot 4}{60 \cdot 3,14 \cdot 1,25^2} = 1,55 \text{ m/sek.}$



Både hovedledning og fordelingsledninger skal graves ned 50-60 cm. Hovedledningen ligger langsmed skiftegrensene på beitet. Hydranter settes derfor ikke på den. Fordelingsledningene går tvers over beiteskiftene, og en vil ha minst én hydrant i hvert skifte. Den ene gren av fordelingsledningen er 300 m lang, den andre 500 m. I en viss utstrekning må fordelingsledningene føre vatn til begge sprederne. Ved flytting som vist på skissen blir det inntil halvparten av ledningen.

For den lengste gren velges dimensjonen 4" = 100 mm. Med vassføring til én spreder blir $v = \frac{550 \cdot 4}{3,14 \cdot 60 \cdot 1^2} = 1,17$ m/sek. Med dobbelt vassføring $v = 2,34$ m/sek.

Det skulle synes rimelig at en i den korte gren kunne velge noe mindre dimensjon, f.eks. 3" = 75 mm, men derved blir hastigheten ved samlet vassføring 4,17 m/sek. Derfor velges også 4" i denne ledning.

Sprederledningen, i alt 300 m, er 80 mm galv. stålblekkror.
 $v = \frac{550 \cdot 4}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,8^2} = 1,82$ m/sek. De får aldri større vassføring enn til én spreder.

For beregning av trykktapet i ledningene må for det første hele suge- og hovedledningen regnes med full vassføring = 1100 l/min. For fordelingsledningen beregnes trykktapet etter 250 m innkoplet lengde med full vassføring. Dette svarer til situasjonen når begge sprederledningene er tilkoplet midtre hydrant på den lange grenen. Riktignok er dette ugunstigste stilling når sprederne flyttes over som skissen viser. Men skulle begge sprederne ved ukyndighet bli plasert i ytre enden av den lange grenen, vil trykktapet bli ca. dobbelt så stort. For sprederledningene regnes med 220 m som gjennomsnittlig innkoplet lengde.

Trykktap:

Sugeledning, $h_f = 0,85$ m pr. 100 m ledning, i alt $0,85 \cdot 0,57 =$	0,50 m
Hovedledning, $h_f = 2,20$ m pr. 100 m ledning, i alt $2,20 \cdot 2 =$	4,40 "
Fordelingsledning, $h_f = 6,10$ m pr. 100 m ledning, i alt $6,10 \cdot 2,50 =$	15,20 "
Sprederledning, $h_f = 5,30$ m pr. 100 m ledning, i alt $5,30 \cdot 2,2 =$	11,70 "
10 % tillegg for tap i bend, ventiler, skjøter o.lign.	<u>3,20 "</u>
Sum	<u>35,00 m</u>

Høydeforskjell mellom vassnivået og høyeste sprederplass er 55 m, men størsteparten av beitet ligger ca. 40 m over vassflaten.

Pumpas manometriske oppfordringshøyde blir:

Trykktap i ledningene	35 m
Geometrisk høydeforskjell	40 "
Sprederens høyde over marken	1 "
Overtrykk på sprederen	<u>45 "</u>
Beregnet h	<u>121 m</u>

Pumpas effektbehov kan beregnes under forutsetning av en viss virkningsgrad, f.eks. $\eta = 60 \%$:

$$N = \frac{1100 \cdot 121}{60 \cdot 75 \cdot 0,6} = 49,3 \text{ hK}$$

Med ca. 20 % tillegg blir motoren på ca. 59 hK.

Er det vatningsanlegg med naturlig trykk, blir det oppgaven å dimensjonere ledningene slik at en får igjen tilstrekkelig overtrykk på sprederen.

XIII. KOSTNADSOVERSLAG.

Den årlige kostnaden er dels faste utgifter som renter, amortisasjon og vedlikehold, dels driftsutgifter som drivkraft og arbeidslønn. Som før nevnt, bør anlegget utformes slik at den årlige kostnaden blir så låg som mulig.

Følgende eksempel vil anskueliggjøre framgangsmåten ved beregning av den årlige kostnaden. De absolutte priser i eksemplet har liten interesse p.gr.a. variasjon fra tid til tid.

Vedkommende anlegg er helt flyttbart med to oppstillingsplasser for pumpeaggregatet. Hovedledningen er 360 m hurtigkoplingsrør, 100 mm, og sprederledningen 250 m, 75 mm, av samme slag. Pumpas kapasitet er beregnet til 650 l/min. med $h = 55$ m. Motor 18 hK.

1 stk. sentrifugalpumpe, $Q = 650$ l/min., $h = 55$ m, direkte koplet til elektromotor,	
1 stk. 3-faset kortslutningsmotor, 18 hK, $n = 2900$,	kr. 3800,-
10 m 4" sugeledning med botnventil samt 4" trykkledningstilslutning, koplinger, ventiler,	" 750,-
360 m = 60 stk. 100 mm hurtigkoplingsrør i 6 m lengder,	_____
Overføres	kr. 4550,-

Overført	Kr. 4550,-
7 stk. 100 x 75 mm mellomstykker for innkopling av forgreningsrør m.m.,	
3 stk. 75 mm tilkoplingsknerør for innkopling av sideledninger,	
250 m = 42 stk. 75 mm sprederledning i 6 m lengder,	
2 spredere, hver med kapasitet 325 l/min. samt nødvendige koplings- og rördeler for øvrig,	" 17000,-
elektriske ledninger og installasjon	" 3800,-
	kr. 25350,-
Tilfeldige utgifter, ca. 5 %	" 1250,-
	kr. 26600,-

Da vatningsarealet er 250 dekar, blir det kr. 106,- pr. dekar.

For slike flyttbare ledninger regnes for sikkerhets skyld med 10 % amortisasjon, selv om de ved pen behandling kan vare atskillig lenger. Det samme gjelder pumpeaggregatet.

Rentekostnaden blir ikke like stor i alle år, idet den minker etter som anlegget amortiseres. Det er imidlertid nøyaktig nok å bruke framgangsmåten å regne rente av halve kostnaden for hele tiden. Til vedlikehold regnes her 1 % av anleggskapitalen. Muligens kunne dette sløyfes når avskrivningstida er så kort som 10 år.

Gjennomsnittlig regnes med 5 vatninger à 20 mm pr. år. Når arealet skal vatnes i løpet av 10 dager, blir det i alt 50 vatningsdager årlig. Den effektive vatningstid pr. døgn er satt til 13 timer, i alt 650 driftstimer årlig. Men arbeidstiden er 15 timer pr. døgn, i alt 750 arbeidstimer årlig. Arbeidslønnen antas til kr. 1,70 pr. time, og strømløsen er 6 öre pr. kWh.

Faste utgifter:

Amortisasjon (eventuell sluttverdi utelatt)	kr. 2660,-
Rente, $3\frac{1}{2}$ % p.a. av halve kapitalen	" 465,50
Vedlikehold, 1 % av anleggskapitalen	" 266,-
Sum faste utgifter	kr. 3391,50

Driftsutgifter:

Elektrisk energi, 13,2 . 650 = 8580 kWh à 6 öre	kr. 514,80
Arbeidslønn, 750 timer à 1/70	" 1275,00
Sum driftsutgifter.....	<u>kr. 1789,80</u>
Sum kostnad pr. år.....	<u>kr. 5181,30</u>
Kostnad pr. dekar	<u>kr. 20,70</u>

XIV. REGLER FOR TILSTÅELSE AV STATSTILSKOTT

TIL VATNINGSANLEGG FOR JORD- OG HAGEBRUK.

(Utferdiget av Landbruksdepartementet i septemer 1937.)

§ 1.

Tilskott til anlegg av fellesledninger til kunstig vatning av åker og eng kan tilståes med inntil 1/3 av det belöp, hvortil anleggsomkostningene er anslått. Tilskott ytes kun til nødvendige arbeider til oppsamling av vatn eller til stasjonære motordrevne pumpeværk og til hovedledninger som er felles for 2 eller flere eiendomsbesittere. Tilskott ytes også til vatningsanlegg for næringsdrevne hagebruk (herunder gartnerier). I sistnevnte tilfelle kan personer som siste år er lignet etter høyere formue enn kr. 40 000 eller større inntekt enn kr. 4000^x) ikke få statstilskott.

Tilskott kan også tilståes enkeltmenn når eiendommen er således beliggende at der ikke er anledning til sammenslutning.

Tilskott ytes ikke til fordelingsledninger eller anskaffelse av slanger og spredeapparater.

§ 2.

Hovedledningen for vasstiltførsel må ligge i dagen, unntagen hvor nedgraving er nødvendig av hensyn til ferdsel eller bruk av landbruksredskaper.

x) Senere forandret til kr. 5000 skattbar inntekt.

§ 3.

Fristen for arbeidets fullførelse fastsettes av Landbruksdepartementet etter forslag av planleggeren.

Anlegget må planlegges av landbruksingeniør eller fylkesagronom.

§ 4.

Mellom interessentene i foretagendet må der inngås overenskomst om med hvilken andel hver enkelt skal delta i de med anlegget forbundne utgifter. Gjör noen av interessentene krav på erstatning for skade eller ulempe i anledning av anlegget, må der likeledes treffes bestemmelse herom.

§ 5.

Interessentene må stille seg solidarisk ansvarlig for at anlegget blir utført overensstemmende med den utferdige plan innen den av Landbruksdepartementet fastsatte frist og underkaste seg en av det offentlige godkjent kontroll samt overta forpliktelse til vedlikehold av anlegget overensstemmende med de forskrifter som er utferdiget derom av det offentlige.

Erklæring om arbeidets utførelse og anleggets framtidige vedlikehold skal tinglyses.

§ 6.

Söknad om statstilskott skrives på et dertil anordnet skjema og innsendes til Landbruksdepartementet gjennom vedkommende fylkesmann. Det må være ledsaget av plan for arbeidet (kartskisse, beskrivelse og kostnadsoverslag), ligningsoppgave samt utskrift av kommunens vedtak i saken.

Anmodning om bistand til planleggelse sendes vedkommende landbruksingeniör eller fylkesagronom.

§ 7.

Tilskottet utbetales i to terminer, første termin når arbeidet er påbegynt og resten når det er fullført og godkjent av den som er myndig til å føre tilsyn med arbeidets utførelse.

L I T T E R A T U R .

- Christiansen, J. E. Irrigation by Sprinkling. University of California. Bulletin 670, oktober 1942.
- Flodkvist, H., 1945. Bevattning inom jordbruk och trädgårdsskötsel.
- Flodkvist, H. och Hallgren, G., 1942. Bevattning inom trädgårdsskötseln och jordbruket.
- Flodkvist, H., Hallgren, G., Ernest, G., 1944. Undersökningar rörande sambandet mellan bevattningsintensitet och avkastning å betesvallar.
- Fredholm, Olof. Torrläggning och Bevattning. Svenska Jordbrukets bok.
- Hallgren, G., 1944. On the physical and chemical effects of saline irrigation water on soils.
- Hallgren, G., 1947. Studies on the Influence of Precipitation on Crop Yields in Sweden - with Special Reference to Field Irrigation.
- Hallgren, G. Om pumpar och kraftkälla vid bevattningsanläggningar. Grundförbättring, hefte 3, 1947.
- Lundberg, T., 1944. Hydromekanik för tekniska läroverk.
- Näås, Olov. Bevattningens betydelse för vidmakthållande av betesvallarnas produktion under extreme torrår. Grundförbättring, hefte 3, 1947.
- Sortdal, K., K., 1936. Kunstig vatning i jordbruket. Melding fra Norsk Landbruksteknisk Forening nr. 3.
- Sortdal, K. K., Vatning (massekorsbånd).
- Supplemental Irrigation. U.S. Department of Agriculture. Farmers Bulletin 1846.
- Irrigation. Bulletin no. 138 of the Ministry of Agriculture and Fisheries, Published by his Majesty's Stationary Office, London 1947.
- Vassdragstilsynets regler for Kontinuerlig bygde tre-rör, 1942.
- Lov om vassdragene av 15. mars 1940.

Langballe, M. Pumper for vanningsanlegg.

Sollid, K. Omkostninger ved vanningsanlegg. Melding nr. 2 fra Norsk Land-
bruksteknisk Forening.

Langballe, M. og Nordby, Hans K., 1941. Kort veiledning i vatning i jord-
bruket på flatbygdene. Melding nr. 8 fra Norsk Land-
bruksteknisk Forening.

