

Vanding af kløvergræs under forskellige jordbunds og klimaforhold

Ved *Hardy Knudsen*

745. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Til belysning af vandingsbehovet for kløvergræs på forskellige lokaliteter er der i årene 1961-64 gennemført markforsøg på jord med stor vandkapacitet ved statens forsøgsstationer Aarslev, Blangstedgaard, Borris, Rønhave, Tystofte og Ødum, og på jord med lille vandkapacitet ved Jyndevad, Lundgaard og Tylstrup. Beretningen er udarbejdet af forstander *Hardy Knudsen*, St. Jyndevad.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Indhold

	Side
1. Jordbunds- og klimaforhold	1
2. Forsøgsplan og vandingsapparat	3
3. Forsøgsresultater	4
4. Vandingsvand	10
5. Oversigt	11
6. Summary	12

1. Jordbunds og klimaforhold

I tabel 1 er der givet en oversigt over teksturanalyser efter pipettemetoden fra de 9 forsøgsarealer. Jordens kapacitet for tilgængeligt vand er bestemt, som forskellen mellem jordens vandindhold ved naturlig vandkapacitet og visning.

Den naturlige vandkapacitet er bestemt på jordprøver, der er udtaget i vinterhalvåret og tørret ved 105°C. Vandindholdet ved visning er bestemt ved dyrkning af byg i 18 liters forsøgskar under plastictag i jord fra de pågældende forsøgsarealer. Når bygplanterne var nedvisnet bestemtes vandindholdet ved tørring ved 105°C. Morænejorderne ved Tystofte, Aarslev, Blangstedgaard, Rønhave og Ødum har et lerindhold på ca. 10 pct. og et indhold af grovsand på 20-30 pct. Bakkeømorænen ved Borris har et lerindhold på 4 pct. og 37 pct. grovsand.

Sandjorderne ved Lundgaard og Jyndevad har 65-70 pct. i fraktionen med grovsand og kun 2-3 pct. ler. Sandjorden ved Tylstrup er i en klasse for sig med 80 pct. finsand og under 2 pct. ler. Kapacitet for tilgængeligt vand i 0-40 cm dybde varierer fra 33 mm ved Jyndevad til 121 mm ved Rønhave.

En oversigt over potentiel fordampning og vandbalance (fordampning ÷ nedbør) er vist i tabel 2. Måleresultaterne er angivet månedsvist for april, maj juni og juli samt sum for hele perioden. Nedbøren er målt ved jordoverfladen med en »Hellmann« 200 cm² nedbørsmåler. Fordampningen er målt med en fordampningsmåler af dansk fabrikat, nærmere beskrevet af *H. C. Aslyng* og *Lorens Hansen* i Tidsskrift for Planteavl, bind 64, s. 185. De anførte fordampningstal er den registrerede fordampning uden anvendelse af korrektionsfaktor.

Tabel 1. Mekaniske jordbundsanalyser, glødetabs- og vandkapacitetsanalyser

Lokalitet og dybde		Vægtprocent					Tilgængeligt
		Gløde- tab	Ler	Grovler	Finsand	Grovsand	vandindhold
			under 0,002 mm	0,002- 0,02 mm	0,02- 0,2 mm	over 0,2 mm	mm
Rønhave	0-20 cm	3,4	11,0	18,5	47,8	19,3	65
»	20-40 »	2,2	16,9	16,2	43,5	21,2	56
Blangstedgaard	0-20 »	4,1	12,9	14,8	39,0	29,2	62
»	20-40 »	2,9	16,5	15,3	37,0	28,3	47
Aarslev	0-20 »	3,8	9,5	13,7	42,5	30,5	58
»	20-40 »	2,3	12,2	13,4	40,3	31,8	39
Ødum	0-20 »	3,6	10,6	16,1	46,0	23,7	53
»	20-40 »	2,1	13,7	14,5	45,5	24,2	41
Tystofte	0-20 »	3,0	9,2	14,6	43,6	29,6	42
»	20-40 »	1,4	10,2	13,3	43,0	32,1	49
Borris	0-20 »	3,0	4,3	8,3	47,9	36,5	43
»	20-40 »	1,7	4,7	8,7	49,1	35,8	48
Tylstrup	0-20 »	3,7	1,8	6,5	77,3	10,7	29
»	20-40 »	2,6	2,0	4,5	82,7	8,2	33
Lundgaard	0-20 »	2,9	3,1	4,7	25,4	63,9	26
»	20-40 »	2,6	3,2	3,5	23,9	66,8	18
Jyndeved	0-20 »	3,4	2,0	4,1	24,1	66,4	16
»	20-40 »	2,1	1,9	2,5	24,7	68,8	17

Tabel 2. Potentiel fordampning (f) og vandbalance (v), mm

	Blangsted-																Lund-			
	Aarslev		gaard		Borris		Rønhave		Tystofte		Ødum		Jyndeved		Lund-		gaard		Tylstrup	
	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v	f	v
1961																				
April	38	÷ 6	52	÷ 22	45	÷ 22	44	÷ 8	66	÷ 27	65	÷ 13	43	÷ 9	46	11	66	÷ 16		
Maj	47	12	67	÷ 23	51	÷ 15	55	÷ 9	57	÷ 18	68	÷ 18	53	÷ 15	62	÷ 21	68	÷ 35		
Juni	69	÷ 48	73	÷ 54	51	30	66	÷ 38	86	÷ 81	69	÷ 39	80	÷ 21	61	÷ 30	56	÷ 24		
Juli	64	33	72	39	48	63	64	58	84	24	71	69	72	42	61	71	65	138		
Sum 1/4-31/7	218	÷ 9	264	÷ 60	195	66	229	1	293	÷ 102	273	1	248	÷ 3	230	31	255	63		
1962																				
April	40	0	39	÷ 15	37	3	41	2	48	÷ 18	43	÷ 6	47	6	47	2	53	9		
Maj	39	33	49	12	34	72	61	28	51	18	44	45	54	48	56	71	50	24		
Juni	68	÷ 30	70	÷ 45	60	÷ 12	76	÷ 45	77	÷ 57	70	÷ 18	76	÷ 48	76	÷ 34	61	÷ 9		
Juli	48	57	53	9	46	÷ 9	58	37	65	÷ 3	62	78	63	6	56	÷ 2	56	÷ 6		
Sum 1/4-31/7	195	60	211	÷ 39	177	54	236	22	241	÷ 60	219	99	240	12	235	37	220	18		
1963																				
April	13	15	26	6	26	27	21	8	23	18	26	0	30	18	25	18	21	21		
Maj	45	÷ 6	51	÷ 18	53	63	54	÷ 14	54	÷ 33	42	30	52	45	51	27	45	÷ 24		
Juni	68	÷ 21	66	÷ 9	66	2	76	÷ 19	84	÷ 45	66	÷ 9	83	÷ 21	62	÷ 3	69	÷ 30		
Juli	55	18	59	0	52	30	56	÷ 1	72	÷ 15	53	9	69	÷ 12	65	3	56	0		
Sum 1/4-31/7	181	6	202	÷ 21	197	122	207	÷ 26	233	÷ 75	187	30	234	30	203	45	191	÷ 33		
1964																				
April	29	÷ 3	40	÷ 12	37	÷ 9	40	÷ 5	38	÷ 6	41	÷ 10	41	÷ 6	41	÷ 3	29	9		
Maj	63	÷ 30	61	÷ 24	57	÷ 36	63	÷ 33	58	÷ 12	56	÷ 24	69	÷ 42	57	÷ 27	47	÷ 21		
Juni	69	÷ 6	68	18	61	30	74	11	66	6	63	27	67	15	75	30	69	72		
Juli	55	21	44	21	54	20	48	46	63	÷ 18	68	30	64	69	65	51	49	39		
Sum 1/4-31/7	216	÷ 18	213	3	209	5	225	19	225	÷ 30	228	23	241	36	238	51	181	99		

2. Forsøgsplan og vandingsapparat

Forsøgene blev anlagt som rækkeforsøg i 1960 efter nedenstående to forsøgsplaner med $3 \times 4 = 12 \text{ m}^2$ store parceller og 3-4 fællesparceller.

Plan 1. Forsøg på jord med stor vandkapacitet:

Aarslev, Blangstedgaard, Borris, Rønhave, Tystofte og Ødum.

1. Uden vanding					
2. Vanding ved 20 mm underskud med 30 mm					
3. » » 30 » » » 30 »					
4. » » 30 » » » 45 »					
5. » » 30 » » » 60 »					
6. » » 50 » » » 75 »					
7. » » 50 » » » 50 »					

Plan 2: Forsøg på jord med lille vandkapacitet:

Jyndeved, Lundgaard og Tylstrup.

1. Uden vanding					
2. Vanding ved 20 mm underskud med 20 mm					
3. » » 20 » » » 30 »					
4. » » 20 » » » 40 »					
5. » » 30 » » » 45 »					
6. » » 30 » » » 30 »					

Fordampning og nedbør er målt ved forsøgsarealerne.

Underskud = nedbør ÷ fordampning. Efter vanding regnes underskud lig 0, så 20, 30 og 50 mm underskud altid refererer til underskud målt fra sidste vandingsdag i vedkommende forsøgsled, uanset hvor meget der er vandet med.

Kløvergræsblandingen bestod af 6-8 kg hvidkløver, 4 kg alm. rajgræs, 3 kg timothe og 6 kg engsvingel. Ved Borris, Lundgaard og Rønhave var der også havsildig rødkløver med i blandingen.

Ved Blandstedgaard, Borris, Tystofte og Tylstrup har forsøget ligget samme sted hvert år, ved de øvrige stationer er forsøget flyttet. I tabellerne 5 og 6, vanding og udbytte er der for hvert forsøgssted anført, hvilket brugsår resultaterne stammer fra. Afgrøden er høstet på afgrænsningsstadiet, 4-7 slæt pr. år.

Der er gødet med 15-23 kg P og 120-200 kg K pr. ha i superfosfat, kali- eller P-K-gødning.

Hvor kløverprocenten var lav, blev der givet tilskud af kvælstof.

Vandfordelingen på de enkelte parceller er sket med vandingsramme, som er udformet til formålet, fig. 1.

Rammen, der er $3 \times 4 = 12 \text{ m}^2$, består af 16 parallelle 4 m lange aluminiumsrør ($19 \times 25 \text{ mm}$), afstanden mellem rørene er 25 cm. Rammen er svejset sammen og fastgjort til to 4,8 m lange bærearmer, der bæres af 4 stk. 1 m lange ben. Bærearmer og ben er også af aluminiumrør ($22 \times 49 \text{ mm}$). Rammen kan hæves og sænkes på benene fra 25 cm til 80 cm højde over jorden. Den vejer ca. 50 kg når den er fyldt med vand.

Fra vandingsrammen fordeles vandet gennem 240 af de af *Volmer Stormly Hansen* patenterede drypvandingsslanger »Volmatic«. Princippet er nærmere beskrevet af *Kristensen* og *Aslyng* (»Grundforbättring nr. 4-1961). Med 20 cm afstand er der boret huller i de 16 parallelle rør, i hullerne sidder gummipropper med kær, så de slutter tæt. I propperne er drypvandingsslangene anbragt, det er 8 cm lange plasticslanger (PVC) med 0,75 mm lysning. For at kunne udlufte luftholdigt vand, er der på vandingsrammen anbragt et 2 m langt plexiglasrør, røret tjener desuden som vandstandsør, så vandtrykket kan aflæses. Vandet tilføres fra slange gennem en 3 m^3 vandmåler og fordeler sig gennem rammen til drypstederne. Hvert drypsted dækker et areal på $20 \times 25 = 500 \text{ cm}^2$. Rammen med sine 240 drypsteder dækker ialt 12 m^2 .

Variationen i de 240 drypslangers vandydelse er undersøgt, bl.a. ved det alm. anvendte arbejdstryk på 100 cm vandsøjle og 8 cm slangelængde, og da var vandfordelingen tilfredsstillende (middel 31, laveste 26 og højeste 34 mm pr. drypsted. Variationskoefficient 6,4 pct., men lidt systematisk forskel af den prøvede vandrammes dele). Videre er fundet, at vandydelsen af hele rammen aftager med tiltagende længde af drypslanger og tiltager med voksende vandtryk. På grund af begrænset arbejdstryk på nogle forsøgsteder valgtes 8 cm slangelængde.

Vandingsrammen blev anvendt på alle forsøgssteder undtagen Lundgaard, hvor det på

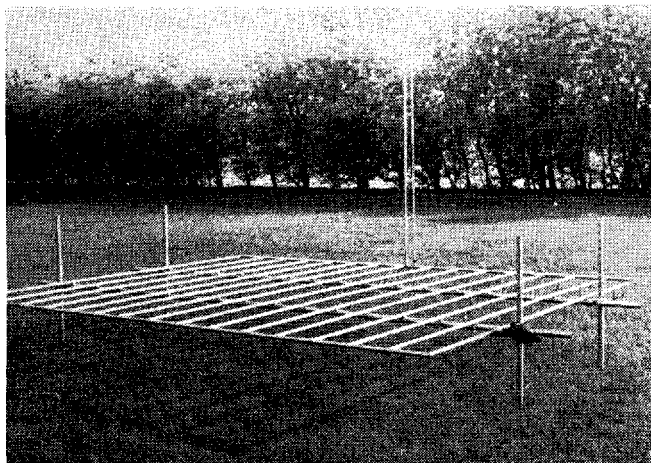


Fig. 1. Vandingsramme til vanding af forsøgsparcereller

grund af urenheder i det anvendte åvand ikke var muligt at bruge den. Ved Lundgaard er i stedet vandet med bruser, hvilket er besværligere og giver en mindre god vandfordeling.

3. Forsøgsresultater

Gennemsnitsresultaterne fra de enkelte forsøgssteder fra henholdsvis tre og fire års forsøg ses i tabel 3 og 4. Omregning til afgrødeenheder er foretaget efter nedenstående formel, der er opgivet fra Landøkonomisk Forsøgslaboratorium.

$$\frac{(1,43 \text{ pa} + (o \div p) b \div 2t^2) 1,333v}{10000} = \text{skandinaviske foderenheder pr. 100 kg frisk græs hvor}$$

$$\left. \begin{array}{l} p = \text{pct. indhold af råprotein} \\ t = \text{» » » træstof} \\ o = \text{» » » organisk stof} \\ a = 25 + 1 o \times p \\ b = 88 + 2 t \\ v = 100 + 2 t \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{i forelig-} \\ \text{gende stof} \end{array}$$

I gennemsnit er der medgået ca. 1,1 kg træstof til 1 foderenhed (f.e.); 100 f.e. = 1 afgrødeenhed (a.e.).

Af tabel 3 nederst ses, at der er opnået omtrent samme udbytte 88,8 og 88,9 a.e. pr. ha

på jord med stor vandkapacitet, enten vandingen er foretaget ved nedbørsunderskud 20 mm med 30 mm eller ved underskud 30 mm med 45 mm eller 60 mm. Vanding med samme vandmængde som nedbørsunderskuddet, forsøgsled 3, eller en udskydelse af vandingen til der er nået et underskud på 50 mm, forsøgsled 6 og 7, har givet et mindre udbytte.

Resultaterne nederst i tabel 4 fra jord med lille vandkapacitet viser, at vanding ved underskud 20 mm med henholdsvis 30 og 40 mm, forsøgsled 3 og 4, giver omtrent samme udbytte 77,0 og 76,8 a.e. pr. ha. Vanding med samme vandmængde som underskuddet, forsøgsled 2, eller en udskydelse af vandingen til der er nået et underskud på 30 mm, forsøgsled 5 og 6, har givet et mindre udbytte.

Gennemsnitsresultaterne viser, at det største merudbytte for vanding er opnået på jord med lille vandkapacitet, men gennemsnitsudbyttet uden vanding på disse jorder ligger også 20 pct. under udbyttet på jord med stor vandkapacitet.

Når forsøgsledene, der er vandet med større vandmængde end nedbørsunderskuddet, giver størst udbytte, kan det skyldes, at der fordampes så meget vand fra jord og planter under vandingen, at nedbørsunderskuddet ikke dækkes, når der kun tilføres vand svarende til dette. Det kan også skyldes, at fordampningsmåleren

Tabel 3. Virkningen af stigende vandmængde ved forskelligt nedbørsunderskud

23 forsøg på jord med stor vandkapacitet								
Underskud, mm		20	30	30	30	50	50	
Vandtilførsel, mm		0	30	30	45	60	75	50
	Antal forsøg	hkg grønmasse pr. ha						
Aarslev	4	501	596	582	590	592	531	517
Blangstedgaard..	4	518	611	569	610	619	559	565
Borris.....	3	548	605	592	593	590	572	569
Rønhave	4	676	746	717	731	723	703	688
Tystofte.....	4	449	652	602	627	633	572	545
Ødum.....	4	520	565	570	584	597	553	554
Gennemsnit.....	23	535	630	606	624	627	582	573
hkg tørstof pr. ha								
Aarslev	4	87,8	96,1	95,2	95,9	95,7	91,2	90,0
Blangstedgaard..	4	90,9	99,6	96,7	101,2	101,2	96,3	97,1
Borris.....	3	87,1	92,5	91,9	90,9	91,2	91,3	91,2
Rønhave	4	101,2	104,9	101,2	104,0	102,9	102,0	101,2
Tystofte.....	4	79,4	101,2	96,5	97,1	97,7	90,6	89,8
Ødum.....	4	88,0	90,6	90,5	93,3	95,5	90,5	91,1
Gennemsnit.....	23	89,2	97,7	95,5	97,3	97,6	93,7	93,5
kg råprotein pr. ha								
Aarslev	4	1875	2071	2063	2082	2091	1997	1970
Blangstedgaard..	4	2223	2501	2378	2520	2542	2336	2366
Borris.....	3	1761	1875	1877	1875	1865	1843	1838
Rønhave	4	2384	2495	2407	2427	2423	2416	2361
Tystofte.....	4	1662	2258	2154	2192	2211	2046	1984
Ødum.....	4	1574	1639	1665	1668	1698	1624	1643
Gennemsnit.....	23	1920	2151	2100	2138	2150	2052	2035
kg træstof pr. ha								
Aarslev	4	1479	1642	1624	1606	1824	1537	1533
Blangstedgaard..	4	1605	1648	1587	1685	1754	1587	1633
Borris.....	3	1758	1910	1901	1842	1861	1882	1861
Rønhave	4	1876	1937	1848	1931	1906	1893	1896
Tystofte.....	4	1517	1900	1835	1811	1832	1712	1666
Ødum.....	4	1747	1836	1851	1936	1953	1856	1868
Gennemsnit.....	23	1659	1808	1769	1800	1820	1738	1738
Afgørdeenheder pr. ha								
Aarslev	4	81,3	88,6	88,4	88,7	88,6	84,8	84,4
Blangstedgaard..	4	81,2	94,4	91,4	96,3	96,2	90,4	91,6
Borris.....	3	78,0	82,3	82,6	82,0	81,7	81,8	81,4
Rønhave	4	91,5	94,9	91,4	93,5	92,6	91,8	90,8
Tystofte.....	4	72,2	92,6	88,8	89,6	89,9	83,4	82,5
Ødum.....	4	76,3	78,5	79,1	80,9	82,7	78,3	78,9
Gennemsnit.....	23	80,2	88,8	87,1	88,8	88,9	85,2	85,1

Tabel 4. Virkningen af stigende vandmængde ved forskelligt nedbørsunderskud

13 forsøg på jord med lille vandkapacitet							
Underskud, mm			20	20	20	30	30
Vandtilførsel, mm		0	20	30	40	45	30
	Antal		hkg grønmasse pr. ha				
	forsøg						
Jyndeved	5	420	498	529	514	490	474
Lundgaard	4	481	562	588	590	558	536
Tylstrup	4	338	416	451	468	421	377
Gennemsnit	13	414	492	523	523	490	463
			hkg tørstof pr. ha				
Jyndeved	5	75,6	85,9	89,7	86,9	84,6	82,8
Lundgaard	4	78,1	88,8	91,2	91,8	88,5	87,1
Tylstrup	4	65,4	77,7	78,9	80,6	75,3	70,8
Gennemsnit	13	73,2	84,3	86,8	86,4	82,9	80,4
			kg råprotein pr. ha				
Jyndeved	5	1442	1634	1705	1637	1595	1583
Lundgaard	4	1602	1855	1916	1922	1815	1799
Tylstrup	4	1130	1425	1493	1555	1428	1307
Gennemsnit	13	1395	1638	1705	1700	1612	1564
			kg træstof pr. ha				
Jyndeved	5	1516	1766	1839	1814	1738	1688
Lundgaard	4	1641	1866	1879	1915	1850	1807
Tylstrup	4	1301	1507	1584	1593	1468	1412
Gennemsnit	13	1488	1717	1773	1777	1689	1640
			Afrødeenheder pr. ha				
Jyndeved	5	65,3	74,7	77,8	75,4	73,7	72,4
Lundgaard	4	70,3	80,4	82,6	83,1	79,5	78,9
Tylstrup	4	55,8	69,1	70,3	72,2	67,8	63,0
Gennemsnit	13	63,9	74,7	77,0	76,8	73,7	71,5

registrerer en mindre fordampning end fordampningen fra planter og jord. Antagelig gør begge forhold sig gældende. *Aslyng* og *Stendal* (Tidsskrift for Planteavl, bind 68, s. 805-835), finder, at fordampningen fra den omtalte fordampningsmåler skal ganges med en faktor k , der ikke er konstant, men varierer med årstiden som følger:

Måned	k
April	1,2
Maj	1,3
Juni	1,3

Juli	1,4
August	1,3
September	1,2
Oktober	1,0
November	0,7

I forsøgene blev det højeste udbytte nået, når der blev vandet med en vandmængde svarende til 1,5 gange nedbørsunderskuddet.

I tabellerne 5 og 6 er foretaget en sammenstilling til vurdering af vandingens betydning det enkelte forsøgssted i hvert af forsøgsårene.

Det laveste udbytte uden vanding har været

Tabel 5. Vanding og udbytte af kløvergræs ved forskelligt nedbørsunderskud

Forsøgssteder på jord med stor vandkapacitet	Aarslev		Blangstedg.		Borris		Rønhave		Tystofte		Ødum	
	Van- ding mm	a.e. pr. ha	Van- ding mm	a.e. pr. ha	Van- ding mm	a.e. pr. ha	Van- ding mm	a.e. pr. ha	Van- ding mm	a.e. pr. ha	Van- ding mm	a.e. pr. ha
1961	2. brugsår		1. brugsår				1. brugsår		1. brugsår		1. brugsår	
1. Uden vanding	0	95,8	0	87,8			0	107,4	0	91,6	0	90,2
2. Vanding 20/30	90	101,8	150	101,8			120	111,9	240	111,3	150	99,9
3. » 30/30	60	103,1	90	98,3			60	108,4	150	109,4	90	98,8
4. » 30/45	90	104,9	135	102,1			90	108,1	225	108,5	135	102,8
5. » 30/60	120	101,5	180	104,3			120	108,8	300	108,1	180	104,0
6. » 50/75	75	100,8	150	101,3			75	108,9	225	107,8	150	99,0
7. » 50/50	50	101,2	100	100,7			50	105,7	150	108,7	100	97,0
1962	2. brugsår		2. brugsår		1. brugsår		2. brugsår		2. brugsår		2. brugsår	
1. Uden vanding	0	80,6	0	64,5	0	80,1	0	94,1	0	73,2	0	73,3
2. Vanding 20/30	90	83,3	90	91,3	60	85,2	60	92,6	180	77,5	60	75,3
3. » 30/30	60	82,1	60	90,2	60	86,9	30	88,7	90	75,8	30	76,4
4. » 30/45	90	82,2	90	92,9	90	86,8	45	92,0	135	74,8	45	79,1
5. » 30/60	120	84,6	120	93,2	120	86,7	60	93,2	180	75,5	60	83,0
6. » 50/75	0	80,8	75	88,7	0	85,5	75	91,8	75	72,9	0	77,0
7. » 50/50	0	82,1	50	90,3	0	86,2	50	91,8	50	74,8	0	77,3
1963	3. brugsår		3. brugsår		2. brugsår		1. brugsår		3. brugsår		1. brugsår	
1. Uden vanding	0	79,8	0	91,0	0	81,3	0	95,6	0	56,0	0	74,2
2. Vanding 20/30	60	83,2	60	99,4	60	82,1	90	99,2	120	87,5	30	71,0
3. » 30/30	30	83,7	30	93,8	30	84,4	60	97,3	120	81,0	30	71,9
4. » 30/45	45	82,2	45	102,7	45	82,7	90	98,7	180	84,5	45	74,0
5. » 30/60	60	82,8	60	99,8	60	82,0	120	95,0	240	84,7	60	72,7
6. » 50/75	0	77,6	0	89,2	0	83,9	75	97,2	150	74,8	0	71,0
7. » 50/50	0	76,5	0	89,9	0	81,3	50	96,9	100	70,3	0	73,5
1964	3. brugsår		4. brugsår		3. brugsår		2. brugsår		4. brugsår		2. brugsår	
1. Uden vanding	0	69,1	0	81,6	0	72,6	0	68,9	0	68,1	0	67,3
2. Vanding 20/30	120	86,0	90	85,1	30	79,2	60	76,0	150	93,6	60	67,6
3. » 30/30	90	84,5	60	83,2	0	76,5	30	71,2	90	89,0	60	69,3
4. » 30/45	135	85,3	90	87,4	0	76,4	45	75,2	135	90,6	90	67,6
5. » 30/60	180	85,4	120	87,3	0	76,5	60	73,4	180	91,1	120	71,0
6. » 50/75	75	80,1	0	82,2	0	76,0	0	69,1	75	78,1	0	66,0
7. » 50/50	50	77,6	0	85,5	0	77,1	0	68,6	50	76,2	0	67,6

44,0 a.e. pr. ha ved Tylstrup i 1961 og det højeste 107,4 a.e. pr. ha ved Rønhave samme år. Af tabel 2, potentiel fordampning og vandbalance, fremgår det, at der på de to lokaliteter var et nedbørsunderskud i månederne april, maj og juni på ialt 75 mm ved Tylstrup og 55 mm ved Rønhave. Det har ikke haft ret stor indflydelse på afgrødens størrelse ved Rønhave, hvor vand-

kapaciteten indtil 40 cm dybde er 121 mm, men ved Tylstrup, hvor vandkapaciteten kun er 62 mm, er væksten gået i stå på grund af vandmangel, vanding med 160 mm har det år fordoblet udbyttet.

De enkelte års resultater i tabel 5 og 6 viser ligesom gennemsnitsresultaterne i tabel 3 og 4, at når der er opnået et merudbytte ved vanding,

Tabel 6. Vanding og udbytte af kløvergræs ved forskelligt nedbørsunderskud

Forsøgssteder på jord med lille vandkapacitet	Jynde vad			Lundgaard		Tylstrup	
	Vand- ding mm	a.e. pr. ha	a.e. pr. ha	Vand- ding mm	a.e. pr. ha	Vand- ding mm	a.e. pr. ha
1961	1. brugsår			1. brugsår		1. brugsår	
1. Uden vanding	0	57,9		0	52,5	0	44,0
2. Vanding 20/20	80	79,8		80	75,3	80	77,5
3. » 20/30	120	82,3		120	77,9	120	85,7
4. » 20/40	160	83,5		160	80,2	160	89,4
5. » 30/45	90	70,5		135	75,5	90	81,4
6. » 30/30	60	66,6		90	77,0	60	67,2
1962	1. brugsår		2. brugsår	1. brugsår		2. brugsår	
1. Uden vanding	0	60,6	63,7	0	73,7	0	58,6
2. Vanding 20/20	60	68,9	71,2	80	84,0	60	73,5
3. » 20/30	90	76,7	76,2	120	90,2	90	72,7
4. » 20/40	120	68,7	71,6	160	90,1	120	72,9
5. » 30/45	90	72,6	73,5	90	86,0	45	67,2
6. » 30/30	60	71,2	70,6	60	80,5	30	62,6
1963	3. brugsår			1. brugsår		3. brugsår	
1. Uden vanding	0	62,1		0	82,3	0	65,1
2. Vanding 20/20	80	70,4		60	87,1	40	66,4
3. » 20/30	120	70,3		90	84,4	60	66,8
4. » 20/40	160	69,7		120	87,7	80	65,0
5. » 30/40	135	68,9		45	83,2	45	64,8
6. » 30/30	90	69,3		30	84,6	30	65,0
1964	1. brugsår			1. brugsår		4. brugsår	
1. Uden vanding	0	82,2		0	72,5	0	55,6
2. Vanding 20/20	80	83,4		20	75,0	20	58,8
3. » 20/30	120	83,6		30	77,9	30	55,9
4. » 20/40	160	83,6		40	74,2	40	61,3
5. » 30/45	45	83,2		45	73,2	45	57,6
6. » 30/30	30	84,4		30	73,5	30	57,0

har dette på alle lokaliteter næsten alle år været størst, når der er givet en vandmængde svarende til 1,5 gange nedbørsunderskuddet. Ved Årslev, Blangstedgaard, Borris og Ødum var det bedste vandingstidspunkt ved 30 mm nedbørsunderskud. På de øvrige lokaliteter var det bedst at vande, når nedbørsunderskuddet var 20 mm.

De klimatiske forhold har i forsøgsårene været sådan, at udbyttet af en kløvergræsafrøde, der har ret lille roddebyrde, har kunnet øges ved tilførsel af vand på alle lokaliteter i et eller

flere af årene. Det højeste merudbytte for vanding for hvert enkelt forsøgssted fremgår af omstående opstilling.

Med det nuværende prisniveau kan der regnes med en fast udgift på 180 kr. pr. ha årlig til forrentning og afskrivning af vandingsanlæg. Udgiften til den årlige drift vil afhænge af, hvor meget der skal vandes det pågældende år, der kan for tiden regnes med en udgift på 1,20 kr. pr. mm pr. ha. Disse priser er brugt ved udregning af foderenhedsprisen i oversigten side 9.

Forsøgssted	Forsøgs- år	Højeste merudbytte a.e. pr. ha	Tilført mm vand
Tylstrup	1961	45,4	160
Tystofte	1963	31,5	120
Blangstedgaard	1962	28,7	120
Lundgaard	1961	27,7	160
Jynde vad	1961	25,6	160
Aarslev	1964	16,9	120
Ødum	1961	13,8	180
Rønhave	1964	7,1	60
Borris	1962	6,8	60

Beregnes foderenhedsprisen på tallene fra disse tre forsøgssteder, viser det sig, at merudbyttet for vanding og prisen pr. foderenhed bliver af samme størrelsesorden som på jord med lille vandkapacitet.

I årene 1963 og 1964 har det årlige merudbytte for vanding ved Jynde vad i forsøgsled 3, vanding ved underskud 20 mm med 30 mm, været henholdsvis 8,3 og 1,4 a.e. pr. ha. Der er begge år tilført 120 mm vand, virkningen af den tilførte vandmængde har været forskellig på års-

23 forsøg på jord med stor vandkapacitet

Underskud mm	—	20	30	30	30	50	50
Vanding mm pr. gang	—	30	30	45	60	75	50
Vanding mm pr. år, gens... .	0	98	61	92	123	55	36
Udbytte og merudbytte							
a.e. pr. ha	80,2	8,6	6,9	8,6	8,7	5,0	4,9
Merudbyttet pris øre pr. f.e.		35	37	34	38	49	46

13 forsøg på jord med lille vandkapacitet

Underskud mm	—	20	20	20	30	30	
Vanding mm pr. gang	0	20	30	40	45	30	
Vanding mm pr. år, gens... .	0	66	83	110	68	45	
Udbytte og merudbytte							
a.e. pr. ha	63,9	10,8	13,1	12,9	9,8	7,6	
Merudbyttets pris øre pr. f.e.		24	21	24	27	31	

Foderenhedsprisen er lavest, hvor merudbyttet har været størst. Beregnet på gennemsnitsresultaterne er den laveste foderenhedspris fremkommet på jord med lille vandkapacitet. I oversigten over vandbalanceforholdene i tabel 2 ses det imidlertid, at i perioden 1/4-31/7 var der hvert år et nedbørsunderskud ved Tystofte, Blangstedgaard havde nedbørsunderskud i tre år og Aarslev et lille nedbørsunderskud i to år. I de pågældende år blev der tilført ret store vandmængder i forsøgene på de tre stationer.

udbyttet de to år, hvilket fremgår af oversigten på side 10 over udbyttet af de enkelte slæt. Anden slæt har de to år givet et stort merudbytte for vanding ved Jynde vad. I 1963 var der et nedbørsunderskud i begyndelsen af juni og i 1964 i slutningen af maj. I 1964 faldt der rigelig nedbør senere i vækstperioden, afgrøden uden vanding blev ikke mere skadet af tørken, end produktionen har kunnet fortsætte, da regnen kom. Ved de senere slæt blev udbyttet større, end hvor der ikke blev vandet, antagelig på

12 forsøg på jord med stor vandkapacitet

Underskud mm	—	20	30	30	30	50	50
Vanding mm pr. gang	0	30	30	45	60	75	50
Vanding mm pr. år, gens... .		120	77	116	155	75	50
Udbytte og merudbytte							
a.e. pr. ha	78,3	13,6	11,3	13,3	13,3	8,2	7,8
Merudbyttets pris øre pr. f.e.		24	24	24	28	33	31

Udbytte og merudbytte pr. slæt ved Jyndevad 1963 og 64, a.e. pr. ha

	1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt	5. slæt	I alt
1963						
Uden vanding.....	20,7	13,1	16,5	11,7	—	62,0
Vanding 20/30	21,5	20,5	16,6	11,6	—	70,3
Merudbytte.....	0,8	7,4	0,2	÷ 0,1	—	8,3
1964						
Uden vanding.....	17,5	14,9	19,0	17,3	13,0	81,7
Vanding 20/30	17,7	25,5	16,7	12,2	11,0	83,1
Merudbytte.....	0,2	10,6	÷ 2,3	÷ 5,1	÷ 2,0	1,4

grund af større næringsstofindhold i jorden (lille produktion ved første slæt). Et ekstra tilskud af plantenæringsstoffer ville måske have udlignet dette forhold, så årets samlede merudbytte var blevet større. Skal årets vandingsudgift betales af 2. slæt alene de to år ved Jyndevad, bliver prisen pr. f.e. henholdsvis 44 og 31 øre.

Det årlige vandingsbehov har varieret fra år til år på de enkelte lokaliteter. Det har ikke ved Borris og Rønhave og kun et enkelt år ved Ødum været så stort, at vandtilførsel har givet et rentabelt merudbytte. På de øvrige 3 forsøgssteder på jord med stor vandkapacitet samt på de 3 forsøgssteder på jord med lille vandkapacitet har vanding øget udbyttet, så et merudbytte har kunnet frembringes for 21-24 øre pr. f.e. Det årlige vandforbrug har varieret fra 60 til 120 mm, der er oftere vandet med 90 mm indenfor en måned på jord med lille vandkapacitet end på jord med stor vandkapacitet.

Ved vanding af kløvergræsafgrøder er vandingsbehovet ca. 100 mm = 1000 m³ pr. måned. Med 30 dage à 18 timer = 540 timer skal pumpen kunne yde 1,5-2,0 m³ pr. time pr. ha. Den mindste ydelse vil passe på jord med stor vandkapacitet, den største på jord med lille vandkapacitet, da sidstnævnte skal vandes ved et mindre nedbørsunderskud.

4. Vandingsvand

Vandet til vanding er ved Blandstedgaard taget fra Lindved Å, ved Ødum fra Spørring Å og ved Lundgaard fra Vejen Å. Ved Jyndevad er

vandet taget fra en af stationens vandingsbrønde. Ved de øvrige stationer er vandet taget fra boreriger til stationernes almindelige vandforsyning.

Der er hver sommer i årene 1961-64 udtaget prøver af vandingsvandet på de enkelte forsøgssteder. Vandprøverne er analyseret ved Statens Planteavlslaboratorium i Lyngby. Gennemsnitsresultaterne fra hvert forsøgsled er opført i tabel 7. Ved Tystofte er der de første to år taget vand fra stationens gamle boring, af analysetallene fremgår det, at chloridindholdet i vandet fra denne boring har været ret stort, 329 mg pr. liter, svarende til 0,03 pct. For de fleste landbrugsafgrøder sættes grænsen for chloridindholdet, ifølge udenlandske undersøgelser, ved 0,06 pct., større indhold virker skadeligt på en del afgrøder, kløver og kartofler hører til de mest følsomme, medens rødsvingel og sukkerroer hører til de mere salttolerante. Vandet fra den ny boring ved Tystofte, der er brugt de to sidste år, har ikke haft ret meget større indhold af chlorid, end vandet fra de øvrige stationers boreriger. Forholdene ved Tystofte viser, at ligevægten mellem det lettere ferske og det tungere salte grundvand kan forskydes, så saltvand ganske overraskende kan optræde i boreriger. Ved Ødum er der brugt vand fra Spørring Å de første to år og fra boreriger de sidste to år. Vandet ved Tystofte, Aarslev, Ødum, Rønhave og Blangstedgaard er hårdt (stort indhold af calcium). Hårdhedsgraden er bestemt ved: $H^{\circ} = 0,14 \text{ Ca} + 0,23 \text{ Mg}$, når Ca og Mg er opgivet i mg pr. liter.

Tabel 7. Analyser af grundvand, åvand og nedbør 1960-64, mg pr. liter

Lokalitet	Fos- for	Svovl	Chlor- id	Kvælstof		Na- trium	Ka- lium	Magne- sium	Calci- um	Hård- heds- grader	
	P	S	Cl	NO ₃ ⁺	NH ₄ ⁺	Na	K	Mg	Ca	H°	pH
Tystofte, gl. boring	0,03	16,1	329,8	0,90	0,08	173,9	8,4	32,2	117,2	23,8	7,6
Tystofte, ny » 46	0,03	8,6	55,7	0,43	0,15	37,3	4,8	21,2	94,0	18,0	8,0
Aarslev, boring 22	0,02	34,0	32,3	0,32	0,09	15,5	1,7	10,4	114,8	18,5	7,6
Tylstrup, boring 35	0,10	7,4	21,9	0,36	0,06	14,5	1,3	6,8	40,7	7,3	7,8
Ødum, boring 35	0,27	9,5	24,6	2,43	0,05	18,5	9,8	10,2	99,5	16,3	7,7
Borris, boring 25	0,01	8,8	31,7	4,30	0,11	19,8	1,6	7,4	13,5	3,6	6,6
Rønhave, boring	0,02	1,9	33,8	0,46	0,14	17,0	5,2	21,0	91,2	17,6	7,8
Jynde vad, brønd 8	0,05	10,1	26,2	5,22	0,14	14,1	2,6	5,5	36,7	6,4	7,5
Blangstedgaard, Lindved å . . .	0,11	20,5	32,0	1,22	0,22	22,6	5,1	7,6	116,7	18,6	7,8
Ødum, Spørring å	0,18	10,0	30,2	2,67	0,27	21,2	5,8	9,0	85,5	14,0	8,0
Lundgaard, Vejen å	0,04	7,4	23,7	1,29	0,31	14,8	2,7	6,4	55,5	9,2	7,5
Jynde vad, Sønder å	0,03	11,3	23,3	1,43	0,18	13,4	2,5	5,7	55,0	9,0	7,7
Jynde vad, nedbør	0,09	3,8	9,2	1,71	0,59	5,4	2,1	1,5	4,9	1,0	5,1

Det ret store indhold af nitrat i vandet ved Borris og Jynde vad skyldes antagelig, at vandet er taget fra ret ringe dybde, hvor de omkringliggende arealer er ret grovkornede og let gennemtrængelige.

Et mg pr. liter af et grundstof i vandingsvandet giver 10 g pr. ha ved tilførsel af 1 mm vand. Ved vanding med 100 mm vand er der maksimalt tilført 0,27 kg fosfor og 9,8 kg kalium årligt pr. ha ved Ødum og 5,0 kg kvælstof ved Jynde vad. Da der på alle forsøgssteder har været gødet med fosfor og kalium, har næringsstofftilførselen med vandingsvandet antagelig ikke haft indflydelse på planternes vækst.

Ved Jynde vad er der i hver måned opsamlet nedbørsprøver til analysering, gennemsnitsresultaterne herfra er anført nederst i tabellen til sammenligning med vandingsvandet.

5. Oversigt

Med det formål at undersøge vandingsbehovet for kløvergræs på forskellige jordtyper, er der i årene 1961-64 udført forsøg ved 9 af statens forsøgsstationer. De forskellige jordtypers kapacitet for tilgængeligt vand i 40 cm dybde har varieret fra 33 mm ved Jynde vad på Tinglev Hedeslette til 121 mm på god morænejord ved Rønhave på Als.

På alle forsøgssteder er der målt nedbør og potentiel fordampning i perioden april-oktober i hvert af forsøgsårene. Ud fra disse målinger er beregnet nedbørsunderskud. Forsøget er gennemført med vanding ved nedbørsunderskud 20, 30 og 50 mm med stigende vandmængder.

Til forsøgsvandingen er konstrueret en speciel vandingsramme, der med 240 drypsteder kan vande 12 m² store parceller.

De klimatiske forhold har i forsøgsårene været sådan, at udbyttet af kløvergræsafgrøder, der har ret lille rod dybde, har kunnet øges ved tilførsel af vand på alle forsøgsstederne i et eller flere af forsøgsårene. På tre stationer på jord med stor vandkapacitet har merudbyttet dog ikke været rentabelt.

Der er gennemført 23 forsøg på jord med stor vandkapacitet og 13 forsøg på jord med lille vandkapacitet. Det bedste vandingstidspunkt har på jord med stor vandkapacitet været ved underskud 30 mm og på jord med lille vandkapacitet ved underskud 20 mm, når der blev vandet med en vandmængde, der svarer til 1,5 gange nedbørsunderskuddet.

I gennemsnit af de 23 forsøg på jord med stor vandkapacitet blev merudbyttet 8,6 a.e. pr. ha og foderenhedsprisen 34 øre. På jord med lille vandkapacitet blev de tilsvarende tal 13,1

a.e. og 21 øre. Foderenhedsprisen er beregnet på grundlag af en årlig vandingsudgift på 180 kr. til forrentning og afskrivning af vandingsanlæg og 1,20 kr. pr. mm pr. ha. Udskydes de tre ovenfor omtalte forsøgssteder på jord med stor vandkapacitet, så gennemsnit beregnes på 12 forsøg bliver merudbyttet 13,3 a.e. og foderenhedsprisen 24 øre, omtrent samme merudbytte og foderenhedspris for de to jordtyper, det årlige vandingsbehov er også omtrent ens ca. 100 mm.

Vandingsvandet på forsøgsstederne blev analyseret hvert år, analyseresultaterne viser, at der på enkelte lokaliteter kan være fare for, at ligevægten mellem det lettere ferske- og det tungere salte grundvand kan forskydes. Ved etablering af vandingsanlæg bør vandingsvandet derfor altid analyseres for indhold af chlorid, når prøvepumpning af boringen har fundet sted.

Summary

Experiments with irrigation of clovergrass in different types of Soil

During the years 1961 to 1964, experiments were carried out at 9 of the Danish Research Stations with a view to examining the irrigation needs of clovergrass in different types of soil. The capacities of the different types of soil with regard to accessible water at a depth of 40 centimetres vary from 33 millimetres at Jydevad on the Tinglev heath to 121 millimetres in good moraine soil at Rønhave on Als.

At all research stations, precipitation and potential evaporation were measured during the period April-October of each year. On the basis of these measurements, the precipitation deficiency was calculated. The experiments comprised irrigation with increasing quantities of water at precipitation deficiencies of 20, 30, and 50 millimetres.

An irrigation frame with 240 spray pipe openings and a capacity of 12 square metres was specially

constructed for these experiments. During the experimental period, the climatic conditions were such that in one or more years irrigation gave an increase in the yield of clovergrass crops, which have comparatively short roots, in all places comprised by the experiments.

However, at three research stations with high water-capacities, the extra yield did not pay.

Experiments were carried out 23 times at soil with a high water capacity and 13 times at soil with a low water capacity.

The optimum irrigation times in soil with a high water capacity proved to be at a precipitation deficiency of 30 millimetres – and in soil with a low capacity, the best results were obtained at a precipitation deficiency of 20 millimetres when the irrigation quantity corresponded to 1.5 times the precipitation deficiency.

On an average of the 23 experiments in soil of a high water capacity, the extra yield obtained was 8.6 c.u. per hectare, and the price per feed unit 0.34 D.cr. In soil of a low water capacity, the corresponding figures were 13.1 c.u. and 0.21. D.cr. The price per feed unit has been calculated on the basis of an annual irrigation expense of D.cr. 180,00 in payment of interest and provision for depreciation of the irrigation plant, and D.cr. 1.20 per millimetre per hectare. If the above-mentioned three research stations with soils of high water capacity are eliminated, so that the average is calculated on the basis of 12 experiments, the extra yield will be 13.3 c.u. and the price per feed unit D.cr. 0.24 – which is about the same extra yield and price per feed unit for the two types of soil, and the annual irrigation needs are also nearly the same, i.e. about 100 millimetres.

The irrigation water of all research places was analysed every year, and the results show that in some localities, there may be a danger of shifting the balance between the lighter fresh and the heavier salt subsoil water.

On establishing irrigation plants, the irrigation water should, consequently, always be analysed as to contents of chloride when the test pumping from the boring has taken place.