

Dræning og grundvandstand på marskjord

Drainage and Ground Water Level on Marsh Soil

E. Frimodt Pedersen

Resume

Forsøg med drændybde og afstand og forsøg med reguleret grundvandstand, som er gennemført ved Statens Marskforsøg i Højer, viser, at afvanding i form af dræning er nødvendig for at sikre et godt udbytte med den mindst mulige årsvariation.

Forsøgene er gennemført i sædskifter, hvor forskellige afgrøder er indgået. Valg af afgrøde og driftsform er afgørende for, hvor nødvendigt det er nødvendigt at dræne.

Byg og havre kræver et godt såbed og tidligst mulig såning, og det er i disse afgrøder, der høstes de største merudbytter for den største afvandingsintensitet. Som gennemsnit af 16–17 år er merudbyttet 3,5 hkg byg og 3,9 hkg havre. Bederøer, majs og vårraps giver kun beskedne merudbytter for den mest intensive afvanding. Overvintrende afgrøder som hvede og kløvergræs er de afgrøder, der bedst tåler den mest ekstensive afvanding, når blot overfladevandet er bortledet. Fælles for alle afgrøder er, at udbyttet er størst og årsvariationen mindst ved den største afvandingsintensitet.

En grundvandstand på 45–50 cm hele året resulterer i en større eller mindre udbyttenedgang i alle afgrøder. I forhold til veldrænet jord er udbyttenedgangen på 20 og 40 pct. i henholdsvis byg og havre, mens udbyttenedgangen i de øvrige afgrøder er på 5–9 pct.

Nøgleord: Dræning, grundvandstand

Summary

Experiments concerning different depths and distances between drain pipes, and experiments with regulation of the ground water-level were carried out at the experimental station on marsh land at Højer.

The experiments have shown that drainage is necessary to ensure a good yield with a minimum of variations from year to year.

Different crops were tested in the experiments. The crops' requirements on well-drained soil are different.

Barley and oats need a good seed-bed, and sowing in spring as soon as possible is important. They produce the greatest extra-yield for the most intensive drainage. On the average of 16–17 years the yield-increases were 3.5 hkg of barley and 3.9 hkg of oats per hectare.

For the most intensive drainage the yield increases were moderate concerning beets, maize and spring-sown rape.

Winter-wheat and clover-grass are better than other crops to grow on the most extensively drained soil, if it is possible to drain off the surface-water.

Common to all of the crops is that the variations on the most intensively drained soils were the smallest ones from year to year.

A ground-water-level during the whole year of 45–50 cm caused a more or less yield-decrease in all of the crops. The yield-decrease was 20 and 40 per cents for barley and oats respectively in comparison with well-drained soil, whereas the yield-decrease in the other crops was 5–9 per cents.

Key words: Drainage and ground-water-level.

Indledning

Dræning og afvanding foretages, hvor det er nødvendigt at sænke det naturlige grundvandsspejl til et niveau, der gør det muligt at skabe en sikker planteproduktion, hvor årsvariationen i udbytte-niveauet er mindst mulig.

Valg af afvandingssystem afhænger af den aktuelle jordtype og af den driftsform, man ønsker på det pågældende areal.

På en grovkornet jord kan en sænkning af grundvandsspejlet ske ved en mere ekstensiv afvanding, end på svære jorde med et stort ler- og siltindhold.

Uanset hvilken driftsform der vælges, er målet med afvandingen den samme, nemlig at skabe de bedste betingelser for en planteproduktion. Når der er tale om et intensivt sædskifte, hvor der indgår forårssåede afgrøder, må kravet til en hurtig og effektiv afdræning om foråret være større, end når der er tale om f.eks. varigt græs til afgræsning og høslet. Ved den intensive driftsform skal jorden tørre ensartet tidlig om foråret og skal kunne bære traktorer og maskiner tidligst muligt, uden at der sker skade på strukturen med deraf følgende udbyttenedgang.

De to forsøg, der omtales i denne beretning, behandler spørgsmålene

1. Hvor intensivt er det nødvendigt at dræne for at opnå et optimalt udbytte med mindst mulig årsvariation.
2. Hvilken betydning har en reguleret grundvandstand (rodvanding) for udbytte og dyrknings sikkerhed.

I 824. beretning fra Statens Planteavlsvforsøg behandles resultaterne af forsøg med drændybde og drænaftand for perioden 1959–66. I beretningen konkluderes, at de største og sikreste udbytter fås ved den dybeste dræning på 115 cm, og hvis det ikke er muligt at dræne så dybt, må drænaftanden mindskes.

Marskjordenes afvanding er gennem århun-

dreder sket gennem åbne grøfter. Om sommeren blev vandstanden i grøfterne holdt nogenlunde konstant ved hjælp af stemmeværker for at sikre, at der altid var drikkevand til de dyr, der græssede på marken. Grundvandet blev på den måde holdt ca. ½ meter under jordoverfladen. Om vinteren blev stemmeværkerne fjernet, og den naturlige afvanding kunne foregå påny.

Den form for afvanding var tilstrækkelig til en udnyttelse af arealerne til afgræsning og høslet.

En mere intensiv udnyttelse i et sædskifte med forskellige afgrøder kræver en betydelig bedre afvanding.

I 927. meddelelse fra Statens Planteavlsvforsøg er omtalt resultaterne af 4 års forsøg med forskellig grundvandstand. Heri konkluderes, at det største udbytte og den bedste jordstruktur er opnået ved relativ dyb dræning og lavest mulig grundvandstand hele året.

Nærværende beretning er et supplement til de tidligere offentliggjorte resultater. Der gives en samlet oversigt over udbytteresultater for hele forsøgsperioden. Vandbalanceforhold, afstrømning og udvaskning af næringsstoffer gennem drænvand vil blive omtalt i en senere beretning.

Forsøg med forskellig dræningsintensitet

Forsøgsplan, sædskifte og gødskning

I 1958 blev anlagt et forsøg med drændybde og drænaftand ved Statens Marskforsøg, Højer. Jorden er typisk saltvandsklæg – lettere marsk – med et lerindhold på 15–20 pct.

Forsøgsplanen omfatter følgende 4 forsøgsled:

- | | | | | |
|----|-----------|--------|---------|------|
| A. | Drændybde | 80 cm | afstand | 24 m |
| B. | Drændybde | 80 cm | afstand | 18 m |
| C. | Drændybde | 115 cm | afstand | 24 m |
| D. | Drændybde | 115 cm | afstand | 24 m |

Marskkiten er angivet i 824. beretning, der ligeledes viser et eksempel på parcellfordelingen i marken.

Forsøget er gennemført i et sædskifte med 4 afgrøder hvert år. Sædskiftet fra 1958 til 1966 var følgende:

1. Vinterhvede
2. Bederøer
3. Byg
4. Havre

Vinterhveden blev et enkelt år erstattet med vårhvede på grund af dårlige såbetingelser om efteråret.

Efter 1966 er forsøget gennemført i et mindre fast sædskifte, hvor roer er udeladt, og hvor græs, vårraps og majs til grønhøstning er taget med.

Følgende opstilling viser afgrøderne i de enkelte år.

mark nr. 1	2	3	4
1967 hvede	byg	raps	hvede
1968 1. års kl.gr.	havre	byg	raps
1969 2. års kl.gr.	hvede	1. års græs	byg
1970 3. års kl.gr.	raps	2. års græs	havre
1971 4. års kl.gr.	byg	havre	hvede
1972 vårhvede	havre	byg	raps
1973 majs	hvede	havre	byg
1974 byg	majs	hvede	havre
1975 havre	byg	majs	hvede
1976 hvede	havre	byg	majs

Tabel 1. Jordbundskemiske analyser (0-20 cm)
Gennemsnit af alle led

År	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	Ft	Kt	Nat	Ombyt- nings- kapacitet
1959	7,7	6,8	9,2	20,6	5,6	23,1
1960	7,7	6,9	9,6	16,8	3,9	23,6
1961	7,9	7,0	9,8	18,9	5,5	17,5
1962	7,6	7,0	9,3	20,1	5,7	18,1
1963	7,5	7,0	8,1	15,7	3,9	17,3
1964	7,6	7,0	8,7	11,6	6,7	20,9
1965	7,6	6,9	8,2	14,1	3,8	27,0
1966	7,7	6,9	10,4	16,6	4,0	25,7
1967	7,8	7,0	9,2	11,0	4,7	16,0
1968	7,7	6,9	9,0	8,9	5,3	17,3
1969	7,6	6,9	9,8	16,9	4,6	17,6
1970	7,6	6,9	10,0	12,6	3,7	18,4
1971	7,5	6,9	10,3	14,2	4,9	17,9
1972	7,2	6,9	9,5	10,5	5,4	16,8
1973	7,3	6,9	9,3	13,1	5,0	15,5
1974	7,6	6,8	10,8	14,0	5,1	16,5
Gennemsnit	7,6	6,9	9,5	14,7	4,9	16,8
Standardafvigelse	0,17	0,06	0,74	3,44	0,84	3,59
Variationskoefficient ...	2,3	0,9	7,9	23,4	17,4	18,6

Der er tilført ca. 75 kg P og 100 kg K som kunstgødning hvert fjerde år. Undertiden er der tilført staldgødning eller gylle, og mængden af kunstgødning er reduceret i forhold hertil.

Til hvede er der anvendt 100-125 kg N, til byg 60 kg N, til havre 45 kg N og til raps 100 kg N. Til kløvergræs blev anvendt 300 kg N det sidste år. I den toårige græsmark indgik forsøg med 120 kg N, 240 kg N og 480 kg N. Majs blev gødet med 100 kg P og 150 kg N.

Kemiske jordbundsanalyser

Der er udtaget jordprøver i pløjelaget hvert år. Desuden er der nogle år udtaget jordprøver for hver 20 cm ned til 100 cm dybde. Jordprøverne er udtaget om efteråret i hvedestubben. Tidspunktet for prøveudtagningen har varieret fra september til december måned.

De jordbundskemiske analyser for hele forsøgsperioden er vist i tabel 1.

Der er kun sket små ændringer i de jordbunds-

kemiske forhold i den lange forsøgsperiode. Det viser, at forholdene i jorden er meget stabile. Selv om der ikke er tilført kalk, er jordens pH uændret fra 1959 til 1974, hvilket skyldes et naturligt højt calciumindhold i jorden.

Fosfor- og kaliniveaulet er opretholdt med den grundgødskning, der er tilført de enkelte år. Den ret store variation, der er i Ft og Kt skyldes jordens øjeblikkelige tilstand på udtagningsstidspunktet, og at det er forskellige marker, jordprøverne er udtaget i.

Natriumtallet har ændret sig lidt fra år til år, men natriumindholdet i jorden har aldrig været så højt, at det er resulteret i dårlig struktur i jorden. Ombytningsskapaciteten viser en lidt faldende tendens, mens årsvariationen har været stor.

Tabel 2 viser resultater af de kemiske jordbundsanalyser, der er foretaget på jordprøver fra hele jordprofilen ned til 100 cm dybde.

Tallene er gennemsnit for alle årene, og resultaterne er angivet for hvert led.

Tabel 2. Jordbundskemiske analyser
Gennemsnit 1959-1974

	A	B	C	D
Dybde, cm	80	80	115	115
Afstand, m	24	18	24	18

Udtagningsdybde i cm	pH _(H₂O)			
0- 20	7,5	7,6	7,6	7,7
20- 40	7,8	7,8	7,9	7,9
40- 60	8,1	8,1	8,0	8,0
60- 80	8,2	8,2	8,2	8,2
80-100	8,2	8,3	8,2	8,3

	pH _(KCl)			
0- 20	6,9	6,8	6,9	7,0
20- 40	7,1	7,1	7,1	7,1
40- 60	7,3	7,3	7,3	7,3
60- 80	7,5	7,6	7,5	7,6
80-100	7,6	7,7	7,6	7,7

	Ft			
0- 20	9,9	10,0	9,6	9,8
20- 40	9,1	9,4	8,5	9,3
40- 60	9,0	9,2	8,9	9,0
60- 80	6,5	6,4	6,4	6,6
80-100	6,0	5,3	5,3	5,8

	Kt			
0- 20	12,9	13,3	12,7	13,7
20- 40	12,3	13,6	12,4	12,4
40- 60	12,8	14,1	14,6	14,2
60- 80	8,1	8,1	8,6	7,9
80-100	10,1	9,1	8,5	8,4

	Nat			
0- 20	4,9	4,7	4,4	4,5
20- 40	5,0	5,2	4,6	4,6
40- 60	4,8	5,3	5,0	4,8
60- 80	3,3	3,7	3,5	3,2
80-100	3,6	4,6	3,7	3,2

	Cat			
0- 20	23,4	26,7	26,2	26,6
20- 40	19,9	21,1	22,5	19,9
40- 60	14,7	15,9	17,2	13,5
60- 80	7,2	9,8	7,3	6,9
80-100	5,6	5,5	5,6	5,0

	Mgt			
0- 20	21,6	20,5	19,5	19,1
20- 40	22,0	22,9	19,0	18,0
40- 60	24,5	26,5	23,8	21,2
60- 80	17,7	17,2	15,7	17,0
80-100	18,2	17,9	17,2	17,9

	Ca/Mg			
0- 20	6,6	7,9	8,2	8,5
20- 40	5,5	5,6	7,2	6,7
40- 60	3,6	3,7	4,4	3,9
60- 80	2,5	3,5	2,8	2,5
80-100	1,9	1,9	2,0	1,7

	Ombytningsskapacitet			
0- 20	17,4	18,7	17,1	18,1
20- 40	13,8	15,0	12,6	13,1
40- 60	10,8	12,8	11,6	10,5
60- 80	5,6	5,4	5,9	5,4
80-100	4,9	4,7	4,4	4,6

Resultaterne viser en variation med hensyn til den dybde, hvor jordprøven udtages, men inden for samme dybde har resultaterne været ret konstante gennem årene. En undtagelse er Nat, der i de første år var ret højt i dybderne under 40 cm. Det naturligt høje natriumindhold, der er i marskjorden, sænkes i jordlaget over dræne, og det tager kun få år, inden hele jordprofilen over dræne har indstillet sig på et niveau, der ikke er skadelig for jordstruktur og plantevækst.

Udbytter

Korn

Tabel 3 viser gennemsnitsudbytte af de afgrøder, der er indgået i forsøget, og hvor mange år de enkelte afgrøder har været dyrket i forsøgsperioden.

Resultaterne er anført for hvert forsøgsled med udbytte og forholdstal, hvor forsøgsled D, der har den højeste dræningsintensitet, er sat = 100. Alle afgrøder har i gennemsnit givet et positivt udslag for den højeste dræningsintensitet, men merudbyttet er ikke statistisk sikkert.

Tabel 3. Udbytte i hkg pr. ha, kerne eller tørstof, gennemsnit 1959-1976
Yields in hkg Grain or dry Matter per Hectare

Dybde, cm	Afstand, cm	Antal år	Udbytte				Forholdstal			
			A	B	C	D	A	B	C	D
			80	80	115	115	80	80	115	115
			24	18	24	18	24	18	24	18
Hvede	16	55,7	56,9	57,8	57,4	97	99	101	100	
Byg	17	50,0	52,5	53,7	53,5	93	98	100	100	
Havre	16	49,5	50,5	52,0	53,4	93	95	97	100	
Raps	4	20,4	21,4	21,7	21,0	97	102	103	100	
Kløvergræs, varigt	4	90,3	90,9	91,1	92,7	97	98	98	100	
Kløvergræs, 2 årigt	2	106,3	107,6	105,5	108,3	98	99	97	100	
Majs, kolbe + stængel	4	93,5	98,8	99,4	98,4	95	100	101	100	
Bederøer, rod + top	8	179,5	181,4	184,5	186,4	96	97	99	100	

Tabel 4. Kerneudbytter i hkg pr. ha

Dybde, cm	A	B	C	D	Merudbytte
Afstand, m	80	80	115	115	D ÷ A
	24	18	24	18	
Hvede					
1959	68,3	68,6	68,1	67,0	-1,3
1960	47,1	48,8	48,5	49,7	2,6
1961	53,7	52,7	55,9	58,0	4,3
1962	66,7	68,6	65,2	67,3	0,6
1963	49,9	50,9	52,9	54,3	4,4
1964	27,2	38,5	40,9	42,5	15,3
1965	48,6	49,4	50,4	52,0	3,4
1966*	49,1	49,4	51,4	50,3	1,2
1967	51,4	51,7	54,5	54,3	2,9
1969	54,9	54,9	55,1	55,9	1,0
1971	59,1	60,5	62,3	61,8	2,7
1972*	38,2	41,0	40,7	40,3	2,1
1973	57,4	55,0	53,7	52,3	-5,1
1974	72,8	75,4	78,1	76,5	3,7
1975	84,6	85,7	85,4	76,3	-8,3
1976	62,7	59,4	60,8	59,5	-3,2
Gennemsnit	55,7	56,9	57,8	57,4	1,7
Standardafvigelse	13,69	12,44	12,07	10,44	
Variationskoefficient	24,6	21,9	20,9	18,2	

*Vårhvede

		A	B	C	D	Merud- bytte D ÷ A
Dybde, cm		80	80	115	115	
Afstand, m		24	18	24	18	
<hr/>						
Byg	1959	46,4	48,8	49,6	48,8	2,4
	1960	43,3	43,9	43,1	44,2	0,9
	1961	42,5	42,8	44,2	45,7	3,2
	1962	52,1	54,0	54,3	54,2	2,1
	1963	42,0	44,8	49,0	52,3	10,3
	1964	57,7	58,8	57,6	57,0	-0,7
	1965	56,4	57,4	60,4	57,2	0,8
	1966	38,8	49,6	49,8	48,2	9,4
	1967	45,0	50,6	50,9	52,7	7,7
	1968	53,3	56,6	56,4	57,1	3,8
	1969	56,0	56,1	55,2	55,8	-0,2
	1971	42,6	45,6	48,0	51,4	8,8
	1972	51,6	52,2	52,3	53,0	1,4
	1973	59,7	61,9	59,3	57,3	-2,4
	1974	61,9	61,8	62,1	61,5	-0,1
	1975	51,2	57,5	68,8	64,1	12,9
	1976	48,6	49,9	52,0	49,1	0,5
<hr/>						
Gennemsnit		50,0	52,5	53,7	53,5	3,5
Standardafvigelse		6,96	6,13	6,62	5,35	
Variationskoefficient		13,9	11,7	12,3	10,0	
<hr/>						
Havre	1959	64,0	63,7	62,4	62,8	-1,2
	1960	45,3	44,1	43,3	43,6	-1,7
	1961	42,5	45,6	47,7	48,1	5,6
	1962	51,2	50,1	52,3	51,3	0,1
	1963	31,4	38,0	41,2	42,7	11,3
	1964	46,2	47,8	47,9	52,4	6,3
	1965	57,2	58,5	65,9	67,0	9,8
	1966	41,6	41,7	43,8	43,9	2,3
	1968	48,9	51,2	55,4	57,5	8,6
	1970	49,6	51,4	49,5	49,0	-0,6
	1971	30,8	35,4	33,6	36,8	6,0
	1972	57,2	58,6	60,0	61,1	3,9
	1973	51,7	51,7	49,3	51,2	-0,5
	1974	63,7	61,0	63,0	64,4	0,7
	1975	56,5	63,4	61,1	65,0	8,5
	1976	53,6	45,2	55,0	57,4	3,8
<hr/>						
Gennemsnit		49,5	50,5	52,0	53,4	3,9
Standardafvigelse		9,73	8,73	9,08	9,14	
Variationskoefficient		19,7	17,3	17,5	17,1	

Tabel 4 viser de enkelte års udbytte af kerne i hvede, byg og havre. Merudbyttet (D-A) viser, at årsvariationerne har været store. I nogle år har der været et stort merudbytte for den mest intensive dræning, mens der ikke har været udslag i andre år.

Variationskoefficienten, der er standardafvi-

gelsen i pct. af gennemsnitsudbyttet, er et udtryk for årsvariationerne inden for de enkelte led.

I alle kornarter er der mindst årsvariation ved den mest intensive dræning. Især byg har været en sikker afgrøde, hvor gennemsnitsudbyttet i led D er på 53,5 hkg kerne med en variationskoefficient på 10.

Tabel 5. Udbytte i vårraps
hkg frø med 90% tørstof

	A	B	C	D	Merud- bytte D ÷ A
Dybde, cm	80	80	115	115	
Afstand, m	24	18	24	18	
1967	23,4	24,1	23,7	23,7	0,3
1968	20,2	21,0	20,8	20,5	0,3
1970	19,4	20,5	21,5	20,5	1,1
1972	18,7	20,0	20,9	19,2	0,5
Gennemsnit	20,4	21,4	21,7	21,0	0,6
Standardafvigelse	2,07	1,84	1,35	1,91	
Variationskoefficient	10,2	8,6	6,2	9,1	

Vårraps

Tabel 5 viser udbyttet af vårraps i 4 år. Merudbyttet for den bedste dræning er meget beskedent. Årsvariationen har været mellem 6 og 10 pct.

Majs

Udbytte af majs er vist i tabel 6. Det drejer sig om fire års forsøg. Majs er en afgrøde, der stiller store

krav til vækstbetingelserne. En væsentlig vækstfaktor er varme, og temperaturen i den første del af vækstperioden er så afgørende, at kulturforanstaltninger som dræning i mange tilfælde ikke kan registreres.

Majs sås i første halvdel af maj, og er såbedet knoldet og ubekvemt på grund af udtørring, vil det gå ud over plantetallet og dermed udbyttet.

Tabel 6. Udbytte i majs
hkg tørstof i kolbe + stængel

	A	B	C	D	Merud- bytte D ÷ A
Dybde, cm	80	80	115	115	
Afstand, m	24	18	24	18	
1973	80,7	86,8	82,5	84,3	3,6
1974	56,5	73,0	71,4	72,7	16,2
1975	102,9	106,8	110,9	105,7	2,8
1976	133,8	128,7	132,6	130,8	-3,0
Gennemsnit	93,5	98,8	99,4	98,4	4,9

I 1974 var der et bekvemt såbed ved kornsåning den 19. marts, men stærk nedbør i april var med til at ødelægge jordens struktur. Da der skulle laves såbed til majs, blev der det bedste såbed, hvor der var mest intensivt drænet. Dræning til 80 cm dybde og 24 m afstand gav en meget uens udtørring og dermed et knoldet såbed og dårlig fremspiring af majsen.

Græs

Der er foretaget to udlæg af græs i perioden 1967-74. Tabel 7 viser udbytter af en toårig græsmark, hvor der blev tilført stigende mængder kvælstof. Kvælstoffet er tilført ad 4 gange, nemlig forår og efter 1., 2. og 3. slæt. Som det ses af tabellen, er der kun høstet beskedne merudbytter for en øget dræningsintensitet, og ved den største

**Tabel 7. Udbytte i kvælstofgødet græs
hkg tørstof pr. ha**

		A	B	C	D	Merud- bytte D ÷ A
Dybde, cm		80	80	115	115	
Afstand, m		24	18	24	18	
1. brugsår	120 N	96,8	99,4	98,3	99,7	2,9
	240 N	129,4	134,5	131,0	133,5	4,1
	480 N	144,8	141,5	141,0	135,6	-9,2
Gennemsnit		123,7	125,1	123,4	122,9	-0,8
2. brugsår	120 N	64,8	66,6	64,4	71,1	6,3
	240 N	96,6	98,5	96,6	104,7	8,1
	480 N	104,8	104,9	101,7	105,0	0,2
Gennemsnit		88,8	90,0	87,6	93,6	4,8
Gennemsnit 1. + 2. brugsår ..		106,3	107,6	105,5	108,3	2,0
kg total N pr. ha						
1. brugsår	120 N	189	194	188	197	8
	240 N	307	323	327	330	23
	480 N	455	441	438	416	-39
Gennemsnit		317	319	318	314	-3
2. brugsår	120 N	139	141	134	141	2
	240 N	258	264	272	284	26
	480 N	353	348	335	353	0
Gennemsnit		250	251	247	259	9
Gennemsnit 1. + 2. brugsår ..		284	285	283	287	3

kvælstofmængde har der været et mindreudbytte i 1. brugsår. Resultaterne fra de enkelte slæt viser heller ikke et sikkert merudbytte for den intensive dræning.

En opgørelse af udbyttet i total N, som er vist nederst i tabel 7, viser samme tendens som udbytte i hkg tørstof, nemlig et stigende N-udbytte for stigende tilførsel af N-gødning, men kun beskedne og usikre merudbytter for øget dræningsintensitet.

Tabel 8 viser udbyttet af tørstof og total N fra en 4-årig kløvergræsmark. I de tre første år er der ikke tilført kvælstofgødning, mens der i 4. brugsår er tilført 75 kg N om foråret og 75 kg N efter 1., 2. og 3. slæt.

I gennemsnit er der et merudbytte på 2,4 hkg

tørstof for den intensive dræning. Merudbyttet, der ikke er statistisk sikkert, har svinget fra år til år. Merudbyttet i 1. og 2. brugsår var på henholdsvis 3,3 og 5,6 hkg tørstof og i 3. og 4. brugsår henholdsvis 0,6 og -0,1 hkg tørstof. Der har været et merudbytte på 20 kg N i 1. brugsår, mens merudbyttet har været mere beskedent eller negativt i 2.-4. brugsår.

En græsmarkafgrøde er således ikke ret meget påvirket af mere eller mindre intensiv dræning indenfor de grænser, forsøgsplanen giver.

Grundvandstandsmålinger

I hele forsøgsperioden er der foretaget målinger af grundvandspejlets højde i forhold til jordover-

Tabel 8. Udbytte i flerårigt kløvergræs
hkg tørstof pr. ha

	A	B	C	D	Merud- bytte- D ÷ A
Dybde, cm	80	80	115	115	
Åfstand, m	24	18	24	18	
1. brugsår	91,5	88,0	88,2	94,8	3,3
2. brugsår	78,6	82,1	84,0	84,2	5,6
3. brugsår	93,1	95,8	95,1	93,7	0,6
4. brugsår	98,1	97,8	97,1	98,0	-0,1
Gennemsnit	90,3	90,9	91,1	92,7	2,4
	kg total N pr. ha				
1. brugsår	202	199	218	222	20
2. brugsår	211	220	218	211	0
3. brugsår	254	257	256	246	-8
4. brugsår	257	264	260	263	6
Gennemsnit	231	235	238	236	5

fladen. Fra 1971 er disse målinger foretaget systematisk en gang om ugen.

I figur 1-3 vises eksempler på grundvandsspejlets beliggenhed på tre forskellige tidspunkter af året. Målingerne er foretaget i lodretstillede drænrør, der går ned til ca. 140 cm dybde. I vækstperioden midt på sommeren er grundvandsspejlet mere end 140 cm under jordoverfladen, og der kan ikke måles i den periode.

Et enkelt rør er 300 cm under jordoverfladen, og her er placeret en registrerende grundvand-

standsmåler, som giver mulighed for at følge grundvandstanden i hele vækstperioden.

Figur 1 viser grundvandshøjden i vinterperioden, nemlig januar kvartal i årene 1971-73. Der er en lille forskel i grundvandshøjden mellem de enkelte år, men kurveforløbet er næsten ens fra det ene til det andet år. Figuren er tegnet på grundlag af gennemsnittet af samtlige målinger i januar kvartal. Grundvandstanden ligger 10-20 cm over drænene, og mellem drænene er den 20-25 cm højere end lige over drænene, men forskellen kan

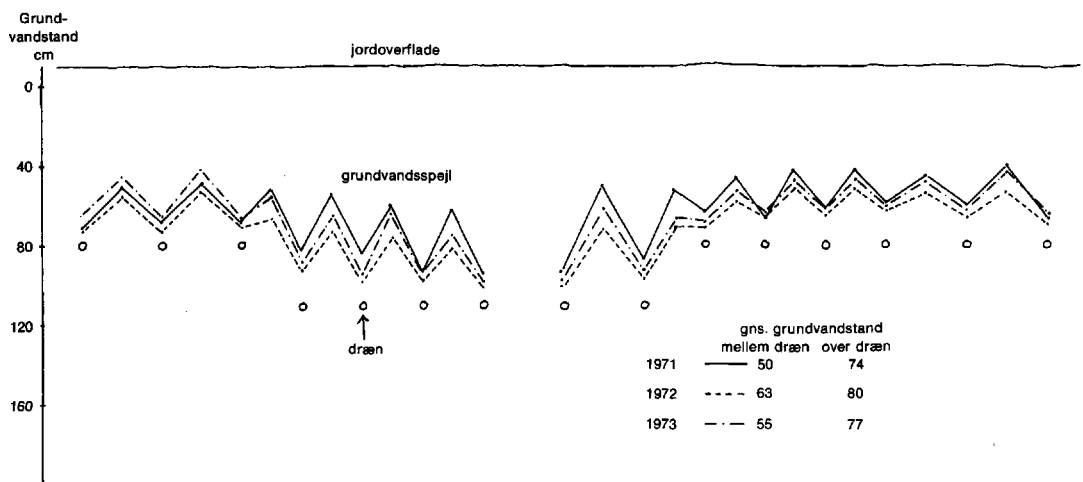


Fig. 1. Grundvandstand i cm. Januar kvartal 1971-73.

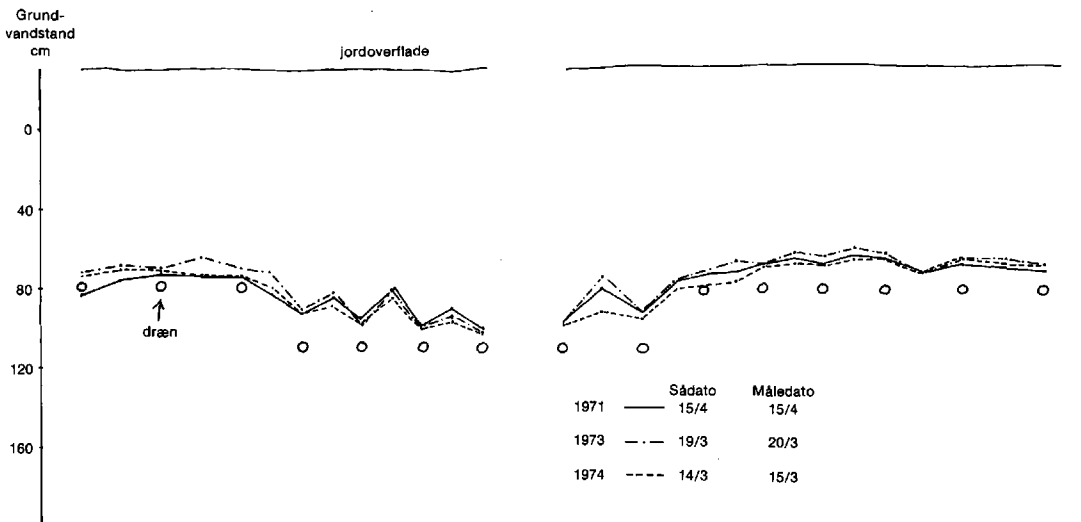


Fig. 2. Grundvandstand i cm ved såning om foråret, 1971, 1973, 1974.

være større lige efter stærk nedbør og vil aftage i nedbørsfattige perioder. Ved en drædybde på 115 cm er grundvandstanden 15–25 cm lavere end ved 80 cm drædybde.

I figur 2 er vist grundvandstandens beliggenhed om foråret, når jorden er tjenlig til såning. Som eksempel er valgt årene 1973 og 1974, hvor byg og havre blev sået tidlig henholdsvis 19. og 14.

marts, og 1971, hvor der først blev sået 15. april. Grundvandstanden ligger i samme niveau alle tre år, og uanset tidspunktet på foråret, vil jorden ikke være tjenlig til såning før det niveau er nået. Jorden er afdrænet til markkapacitet, og grundvandstanden står overalt 10–15 cm over drænene.

I figur 3 er vist grundvandstanden i sommerperioden i ugen før målingerne slutter. Uanset

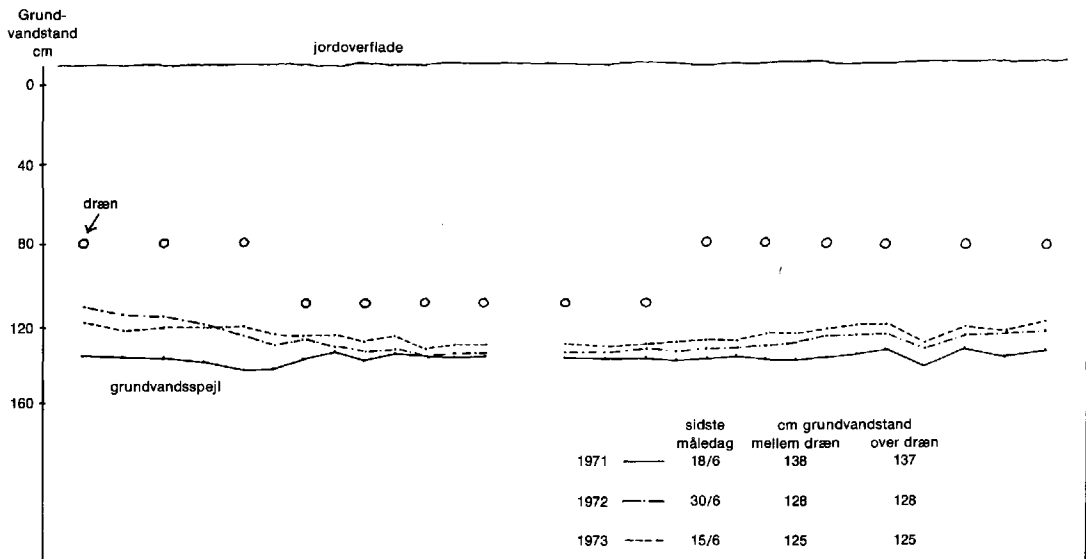


Fig. 3. Grundvandstand i cm ved sidste måling om sommeren 1971–73.

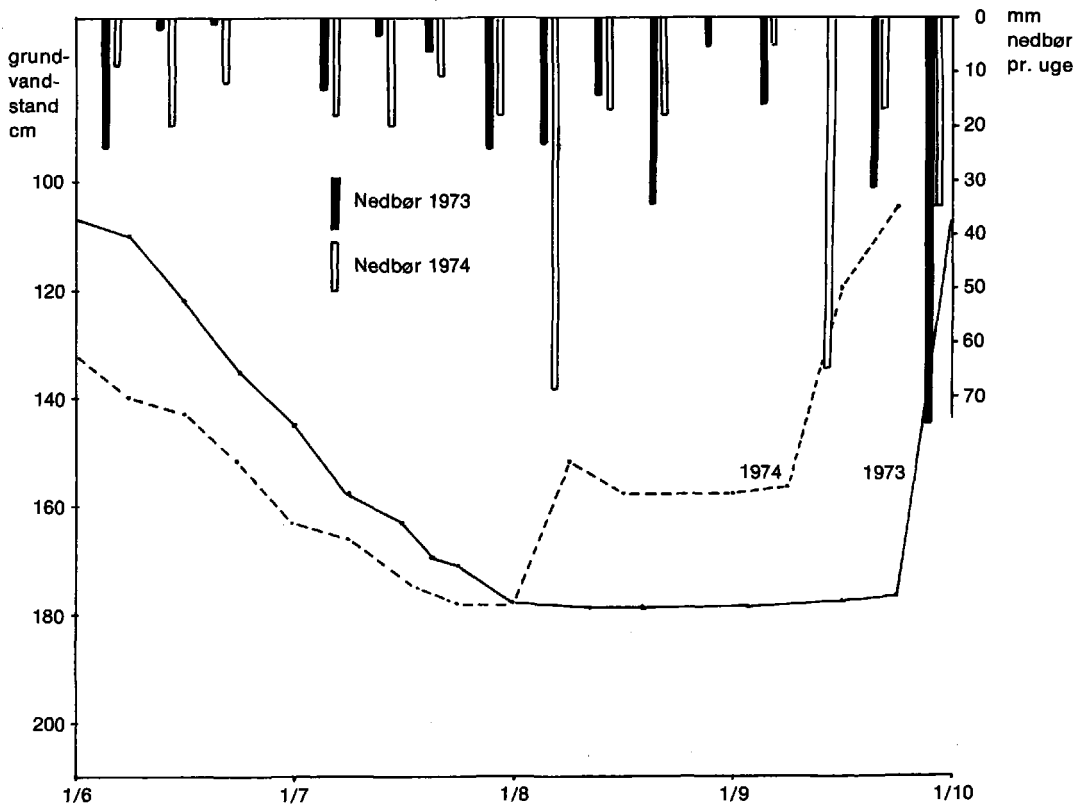


Fig. 4. Grundvandstand cm og nedbør mm pr. uge i hele vækstperioden 1973 og 1974.

drænybde og intensitet vil grundvandstanden indstille sig i samme niveau et stykke under drænelningerne. Tidspunktet, hvor dette niveau nås, afhænger af nedbørsoverskuddet i forårsmånederne. I 1972, hvor der var stor nedbør i foråret, skete det 30. juni og i 1974 med lille nedbør allerede 24. maj.

I figur 4 er vist, hvordan grundvandstanden ændrer sig i løbet af vækstperioden i 1973 og 1974. Midt i juli vil grundvandstanden være ca. 180 cm under jordoverfladen og først stige igen, når der bliver et nedbørsoverskud. I 1974 var der et nedbørsoverskud allerede omkring 1. august og dermed stigende grundvandsspejl, mens grundvandstanden i 1973 først begyndte at stige omkring 25. september. De angivne grundvandstandshøjder i figur 4 er korrigeret til et lufttryk på 760 mm Hg.

Forsøg med forskellig grundvandstand

Forsøgsplan, sædskifte og gødskning

For at undersøge en reguleret grundvandstands indflydelse på forskellige afgrøder blev der i 1964 anlagt et forsøg med forskellige grundvandstandshøjder ved Statens Marskforsøg, Højer. Forsøget er anlagt på marskjord, som har et lerindhold på ca. 20 pct. i de øverste jordlag. Undergrunden er vadehavssand.

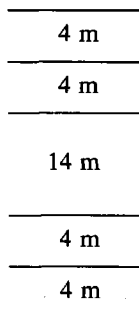
Forsøget er anlagt efter følgende plan:

	vandstand i cm under terræn	
	sommer 1/4-1/9	vinter 1/9-1/4
A	40	60
B	60	120
C	120	120

Ved hjælp af stemmeværker er vandstanden holdt i de dybder, forsøgsplanen angiver.

Sommervandstanden er etableret ca. 15. april og vintervandstanden sidst i september måned.

Hvert forsøgsled består af en stor parcel, hvor der er nedlagt 2 × 3 drænledninger med afstand, som vist i følgende skitse.



Mellem hvert forsøgsled er der et værn på 20 m. For hver bruttoparcel indlægges normalt 4-6 høstparceller på 15-30 m².

Forsøgsarealet blev inddelt i 6 marker, hvoraf den ene de fleste år har ligget i varigt græs, der ikke er høstet forsøgsmæssigt. I de øvrige 5 marker blev indlagt følgende sædskifte:

1. vinterhvede
2. roer (½ kålroer, ½ bederoer)
3. byg

4. havre med udlæg

5. rødkløvergræs

Roerne er hvert år tilført 1000 kg NPK 16-5-12 pr. ha. I 1965-69 er der tilført 75 kg N til hvede, 50 kg N til byg og 15 kg N pr. ha til havre. Til kløvergræs blev der ikke anvendt kvælstofgødning.

Fra 1970 blev der tilført kvælstof efter følgende plan:

	kg ha			
	1 N	2 N	3 N	4 N
Hvede	60	90	120	
Byg	30	60	90	
Havre	0	20	40	60
Kløvergræs	0	120	240	480

Kemiske jordbundsanalyser

Der er udtaget jordprøver hvert år. Prøverne er taget om efteråret i hvedestubben, og der blev udtaget en prøve for hver 20 cm ned til 100 cm dybde i alle tre afdelinger.

Analyseresultaterne fra pløjelaget 0-20 cm er anført i tabel 9.

Jordbundskemisk er jorden meget stabil. Det naturligt høje kalciumindhold har bevirket, at pH ikke er ændret i forsøgsperioden, selv om der ikke er tilført kalk. Fosforniveauet er holdt nogenlunde konstant med den grundgødsning, der er fore-

Tabel 9. Jordbundskemiske analyser, 0-20 cm
Gennemsnit af alle led

År	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	Ft	Kt	Nat	Ombytningskapacitet
1965	7,6	6,8	9,0	24,6	3,8	33,4
66	7,9	7,1	9,1	21,9	4,7	19,6
67	7,9	7,0	8,8	19,9	5,0	20,3
68	7,9	7,0	9,0	21,1	5,4	20,6
69	7,8	7,0	9,1	18,3	5,7	23,4
70	7,7	7,1	8,7	14,7	4,2	20,1
71	7,4	7,0	9,4	16,9	6,0	18,8
72	7,5	7,0	10,2	15,3	4,4	20,3
73	7,6	6,9	9,1	18,0	5,8	21,2
74	7,8	7,1	9,5	15,7	5,1	26,6
Gennemsnit	7,7	7,0	9,2	18,6	5,1	22,4
Standardafvigelse	0,17	0,09	0,42	3,2	0,73	4,46
Variationskoefficient ...	2,3	1,3	4,7	17,2	14,6	19,9

taget forud for roer i sædskiftet, mens kalitallet er faldet lidt i forsøgsperioden.

I marskjord er der et naturligt højt natriumindhold. Natrium er med til at gøre jorden tæt, og hvis indholdet er højt, vil jorden slemme til i regn-

rige perioder. Et indhold af den størrelsesorden, som ses i tabel 9, giver dog ikke strukturproblemer. Når jorden er velafvandet, udvaskes natrium ret hurtigt til et niveau, som ikke er skadeligt for strukturen.

Tabel 10. Jordbundskemiske analyser
Gennemsnit af årene 1965-74

	Vandstand			Vandstand		
	A	B	C	A	B	C
sommer	40	60	120	40	60	120
vinter	60	120	120	60	120	120
	pH(H ₂)			pH(KCl)		
0- 20	7,6	7,7	7,8	7,0	7,0	7,1
20- 40	7,9	7,9	7,9	7,1	7,2	7,2
40- 60	8,1	8,1	8,1	7,5	7,4	7,4
60- 80	8,2	8,2	8,2	7,5	7,6	7,6
80-100	8,2	8,2	8,2	7,6	7,6	7,6
	Ft			Kt		
0- 20	100,0	9,2	8,4	21,3	18,4	16,2
20- 40	9,1	8,6	8,5	21,2	17,3	16,0
40- 60	7,4	8,8	9,1	14,1	13,5	14,1
60- 80	8,9	8,4	7,1	16,1	12,4	10,0
80-100	7,0	6,5	5,4	13,0	11,1	9,3
	Cat			Mgt		
0- 20	316	306	314	27,1	27,2	24,9
20- 40	281	250	232	28,6	27,0	27,0
40- 60	128	155	174	20,6	24,6	27,6
60- 80	110	108	82	24,6	22,8	20,5
80-100	71	62	64	20,4	20,8	18,4
	Nat			Ombytningskapacitet		
0- 20	5,5	4,9	4,5	23,3	21,9	20,7
20- 40	6,7	4,9	5,3	19,1	18,2	17,3
40- 60	5,7	4,8	4,6	10,1	12,3	13,8
60- 80	6,4	4,2	3,7	9,2	8,5	7,2
80-100	6,6	3,7	3,3	6,0	5,4	5,9

I tabel 10 er vist en gennemsnitsberegning af de jordbundskemiske analyser, der er udtaget ned til 100 cm dybde.

Kalciumindholdet er højt i pløjelaget og aftager stærkt med dybden. Magnesium aftager kun lidt med dybden. Natriumtallet ændrer sig kun lidt i dybden ned til 100 cm, men er lidt lavere i de to afdelinger med den dybeste vintervandstand. I tabel 11 er vist den procentiske fordeling af kationerne i jordlaget ned til 100 cm.

Kalcium udgør den største procentdel af samtlige kationer, 81-85 pct. i de øverste 40 cm og faldende til ca. 60 pct. i 100 cm dybde. Magnesium udgør den næststørste procentdel af kationerne. Denne procentdel stiger i forhold til udtagingsdybden, og Ca/Mg forholdet i jorden falder fra ca. 7 i pløjelaget til ca. 2 i 100 cm dybde.

Basemætningsgraden er et udtryk for, hvor stor en procentdel Na, K, Mg og Ca udgør af den samlede kationbelægning på jordkoloiderne. En

Tabel 11. Kationfordeling, Ca/Mg forhold, basemætningsgrad
Gennemsnit af årene 1965-74

Vandstand sommer	Vandstand vinter	Dybde cm	Kationsfordeling i pct.				Ca Mg	Basemæt- nings- grad
			Na	K	Mg	Ca		
40	60	0- 20	1	3	12	84	7,0	80
		20- 40	2	3	14	81	5,8	90
		40- 60	2	5	19	74	3,9	86
		60- 80	4	5	24	67	2,8	89
		80-100	5	5	29	61	2,1	97
60	120	0- 20	1	3	12	84	7,0	83
		20- 40	1	3	14	82	5,9	84
		40- 60	2	3	20	75	3,8	83
		60- 80	3	4	24	69	2,9	92
		80-100	4	6	32	58	1,8	98
120	120	0- 20	1	2	12	85	7,1	89
		20- 40	1	3	15	81	5,4	83
		40- 60	2	3	20	75	3,8	84
		60- 80	3	5	27	65	2,4	88
		80-100	2	6	30	64	2,1	85

høj basemætningsgrad betyder, at brintionbelægningen er lille, og pH vil være højt.

Udbytter

Tabel 12 viser gennemsnitsudbytter af de afgrøder, der er indgået i sædskiftet.

Alle afgrøder gav et mindreudbytte ved en sommervandstand på 40 cm. Hvede gav i gennemsnit 8 pct. mindreudbytte, mens der for byg og havres vedkommende var et mindreudbytte på henholdsvis 20 og 40 pct. Ved den høje vandstand er jorden mere fugtig om foråret og giver tit et

dårligere såbed ved forårsjordbearbejdning, og det er havren, der klarer sig dårligst under sådanne forhold.

I kløvergræs var mindreudbyttet på 5 pct. i etårigt kløvergræs. Bederoer gav 5 pct. mindre udbytte, mens mindreudbyttet for kálroer var 9 pct.

Ved en sommervandstand på 60 cm blev der i havre målt et mindreudbytte på 10 pct., mens de øvrige afgrøder gav næsten samme eller lidt højere udbytte, som hvor vandstanden hele året har været 120 cm.

I tabel 13 er vist udbytte af kerne for de enkelte

Tabel 12. Udbytte i hkg pr. ha kerne eller tørstof, gennemsnit 1965-74
Yields in hkg Grain or dry Matter per Hectare

Vandstand	sommer vinter	Antal år	Forholdstal					
			40 60	60 120	120 120	40 60	60 120	120 120
Hvede		9	54,3	58,1	58,8	92	99	100
Byg		11	42,7	51,4	53,2	80	97	100
Havre		11	26,9	40,2	44,7	60	90	100
Kløvergræs, 1 årigt		10	105,4	112,8	111,3	95	101	100
Bederoer, rod + top		9	163,0	172,3	171,2	95	101	100
Kálroer, rod + top		10	123,5	131,3	135,2	91	97	100

år og en beregning af standardafvigelse og variationskoefficienten.

Variationskoefficienten er for vårsæds ved-

kommende mindst ved de to dybeste vandstande. Udbytteneiveauet har altså været mere konstant under disse forhold.

Tabel 13. Kerneudbytte i hkg pr. ha

	A	B	C	Merudbytte C ÷ A
Vandstand sommer	40	60	120	
Vandstand vinter	60	120	120	
Hvede 1965	49,9	48,4	48,3	-1,6
1966*	49,0	53,6	53,3	4,3
1967	64,9	64,9	66,5	1,6
1968	51,8	55,9	53,5	1,7
1969*	51,2	50,3	50,9	-0,3
1970	60,4	68,7	67,5	7,1
1971	58,3	65,5	66,1	7,8
1972	(59,4)	(57,0)	(49,3)	(-10,1)
1973	37,1	40,7	46,8	9,7
1974	66,2	74,8	75,9	9,7
Gennemsnit	54,3	58,1	58,8	4,5
Standardafvigelse	9,13	11,03	10,33	
Variationskoefficient	16,8	19,0	17,6	
*Vårhvede				
Byg 1965	43,9	45,9	49,1	5,2
1966	49,3	50,6	52,4	3,1
1967	37,4	44,6	42,5	5,1
1968	41,2	43,4	49,0	7,8
1969	46,5	54,5	55,2	8,7
1970	46,9	52,5	53,2	6,3
1971	43,3	50,3	50,8	7,5
1972	44,0	59,7	63,3	19,3
1973	29,0	61,0	61,2	32,2
1974	49,0	57,0	56,9	7,9
1975	39,6	46,9	51,6	12,0
Gennemsnit	42,7	51,4	53,2	10,5
Standardafvigelse	5,87	6,03	5,86	
Variationskoefficient	13,8	11,7	11,0	
Havre 1965	44,1	45,1	49,1	5,0
1967	22,8	35,0	41,9	19,1
1968	23,8	44,8	48,3	24,5
1969	18,3	41,9	43,9	25,6
1970	31,3	41,8	44,6	13,3
1971	12,7	22,6	22,0	9,3
1972	32,2	45,7	57,4	25,2
1973	21,9	40,0	44,0	22,1
1974	18,7	31,3	36,3	17,6
1975	42,9	53,9	59,7	16,8
Gennemsnit	26,9	40,2	44,7	17,8
Standardafvigelse	10,51	8,73	10,62	
Variationskoefficient	39,1	21,7	23,8	

Tabel 14. Tørstofudbytte i hkg pr. ha

Vandstand	sommer vinter	A	B	C	A	B	C	Merudbytte C ÷ A	
		40 60	60 120	120 120	40 60	60 120	120 120	Rod	Top
			Rod			Top			
Bederoer	1965	71,6	82,0	80,5	33,3	34,1	36,9	8,9	3,6
	66	122,2	126,7	131,5	27,3	29,3	31,2	9,3	3,9
	67	150,2	146,5	144,8	21,3	25,4	22,7	-5,4	1,4
	68	135,7	131,3	131,8	34,9	41,4	36,7	-3,9	1,8
	69	144,1	165,0	161,9	22,4	26,5	26,6	17,8	4,2
	70	143,8	149,1	144,3	36,6	41,2	43,6	0,6	7,0
	71	130,9	140,2	137,4	35,3	38,5	38,1	6,5	2,8
	72	146,1	143,7	144,4	47,8	61,6	59,4	-1,7	11,6
	73	127,9	125,1	126,1	35,7	43,3	42,8	-1,8	7,1
Gennemsnit		130,3	134,4	133,6	32,7	37,9	37,6	3,4	4,8
Standardafvigelse		23,88	23,23	22,51	8,13	11,11	10,74		
Variationskoefficient		18,3	17,3	16,8	24,9	29,3	28,6		
			Rod			Top			
Kålroer	1965	110,6	105,1	115,7	10,3	10,7	13,7	5,1	3,4
	66	148,1	145,6	142,0	20,5	19,9	20,4	-6,1	-0,1
	67	111,5	109,2	117,2	9,7	12,9	13,4	5,7	3,7
	68	88,6	91,8	90,7	16,5	22,6	25,5	2,1	9,0
	69	103,6	126,8	123,9	9,4	15,9	19,5	20,3	10,1
	70	111,1	121,4	122,8	14,8	19,6	20,2	11,7	5,4
	71	106,8	115,0	119,2	9,0	14,9	16,3	12,4	7,3
	72	118,5	122,5	116,7	22,4	32,7	39,4	1,8	17,0
	73	100,6	90,3	88,5	11,8	15,1	13,6	-12,1	1,8
	74	102,4	107,7	117,5	8,8	14,1	16,0	15,1	7,2
Gennemsnit		110,2	113,5	115,4	13,3	17,8	19,8	5,2	6,5
Standardafvigelse		15,57	16,61	15,60	5,00	6,32	7,89		
Variationskoefficient		14,1	14,6	13,5	37,6	35,5	39,9		
			Tørstof			kg N		Merudbytte C ÷ A	
Kløvergræs	1965	84,0	84,7	89,8	146	136	140	5,8	- 6
	66	144,6	149,7	143,7	381	400	423	-0,9	42
	67	122,7	129,3	127,4	304	299	307	4,7	3
	68	132,8	146,3	143,7	373	383	403	10,9	30
	69	107,2	118,4	114,4	301	333	309	7,2	8
	70	69,8	82,5	85,8	229	281	285	16,0	56
	71	93,9	101,3	102,3	234	258	262	8,4	28
	72	87,5	93,9	92,4	227	252	256	4,9	29
	73	102,1	105,3	100,2	273	269	252	-1,9	-21
	74	109,0	117,0	112,8	298	317	297	3,8	- 1
Gennemsnit		105,4	112,8	111,3	277	293	293	5,9	16
Standardafvigelse		23,1	23,7	21,2	71,2	74,6	79,5		
Variationskoefficient		21,9	21,0	19,0	25,7	25,4	27,1		

For hvedens vedkommende var der ikke noget særlig stort merudbytte for de lave vandstande, og den høje variationskoefficient er mere et udtryk for det forholdsvis lave udbytte i 1973, hvor hveden blev stærkt angrebet af gulrust.

I efteråret 1971 var der et stærkt angreb af knoporme i den nysåede hvede. Angrebet var stærkest i forsøgsled C, og det er årsagen til det store mindreudbytte, der var her i 1972.

Af samme grund er udbytteresultaterne i hvede i 1972 ikke med i gennemsnitsberegningen.

I tabel 14 vises en tilsvarende opstilling for bederoer, kålroer og etårigt kløvergræs. Bederoer gav et varierende merudbytte af rod for den dybe vandstand. I gennemsnit 3,4 hkg tørstof, men varierende fra $\div 5,4$ til 17,8, mens der altid var et positivt merudbytte af top. Det samme gjaldt for kålroer, hvor merudbyttet for den laveste vandstand variede fra $\div 12,1$ til 20,3 hkg tørstof.

I etårigt kløvergræs er udbyttet angivet i hkg tørstof og kg N pr. ha. Merudbyttet har varieret fra $\div 1,9$ til 16,0 hkg tørstof og fra $\div 21$ til 56 kg N pr. ha.

Forsøg med stigende mængde kvælstof 1970-74
Som omtalt i indledningen blev forsøgsplanen ændret i 1970 til at omfatte stigende mængder kvælstof til korn og etårigt kløvergræs.

Udbytteresultaterne er angivet i figur 5, 6 og 7, der viser gennemsnitsudbyttet af kerne i hvede,

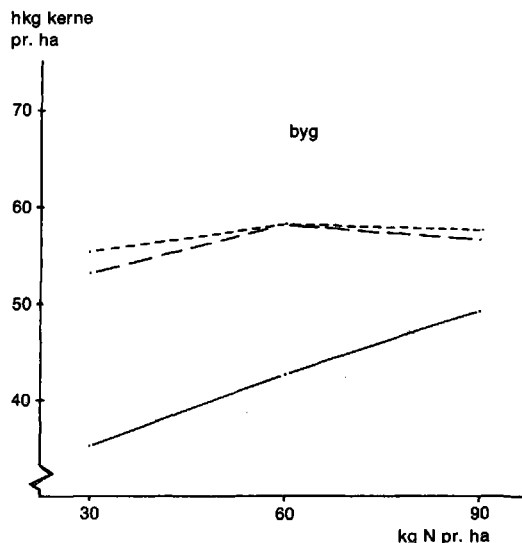


Fig. 6. Udbytte af byg ved forskellig vandstand og N-tilførsel.

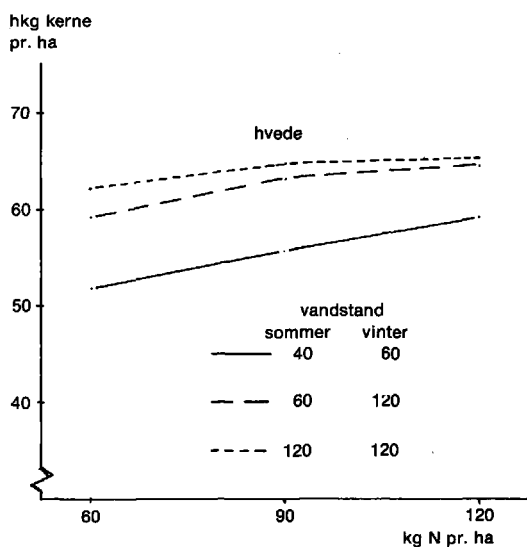


Fig. 5. Udbytte af hvede ved forskellig vandstand og N-tilførsel.

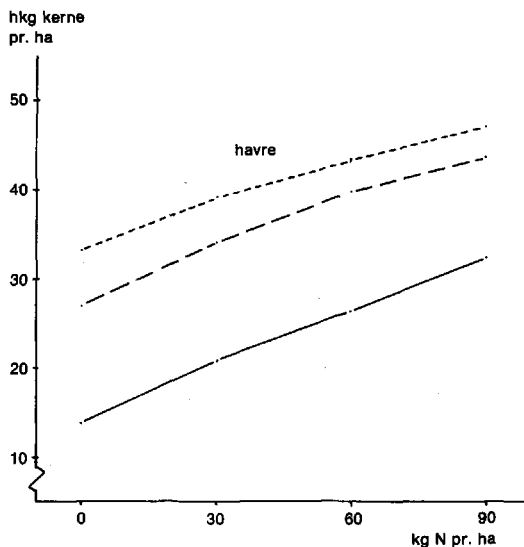


Fig. 7. Udbytte af havre ved forskellig vandstand og N-tilførsel.

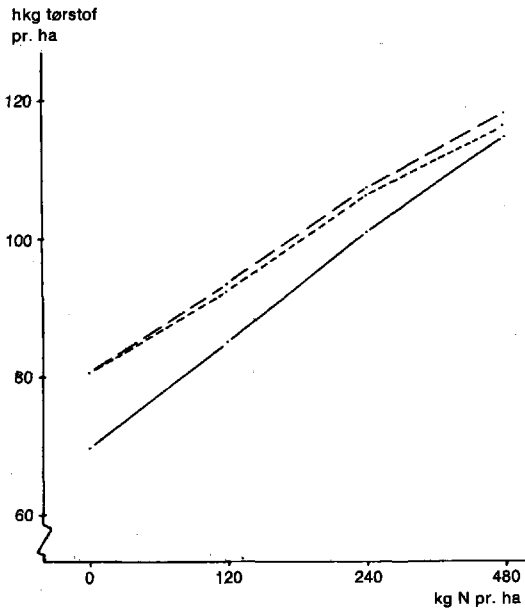


Fig. 8. Udbytte af tørstof i 1 årigt kløvergræs ved forskellig vandstand og N-tilførsel.

byg og havre, og figur 8 og 9 viser gennemsnitsudbyttet i etårigt kløvergræs af henholdsvis tørstof og total N.

Ved alle kvælstoftrin er der det laveste udbytte ved en grundvandstand på 40 cm under terræn. Dette forhold gælder for alle afgrøder, men er mest udtalt ved kornafgrøderne. I havre har den største N-mængde givet en stor udbytteforøgelse, men udbyttet ved den højeste grundvandstand og den største N-mængde har ikke været på højde med udbyttet ved den laveste grundvandstand og uden N-tilførsel.

Udbytte og udbyttetigning for øget kvælstoftilførsel har været næsten ens ved en sommergrundvandstand på 60 og 120 cm, når det gælder hvede, byg og kløvergræs. For havrens vedkommende er der tale om samme kurveforløb, men udbytteneiveauet er ca. 6 hkg kerne højere ved en sommervandstand på 120 cm.

Grundvandstandsmålinger

Gennem hele forsøgsperioden er grundvandshøjden målt i lodretstillede rør. Målingerne er foretaget ved dræne og midt imellem disse. I 927.

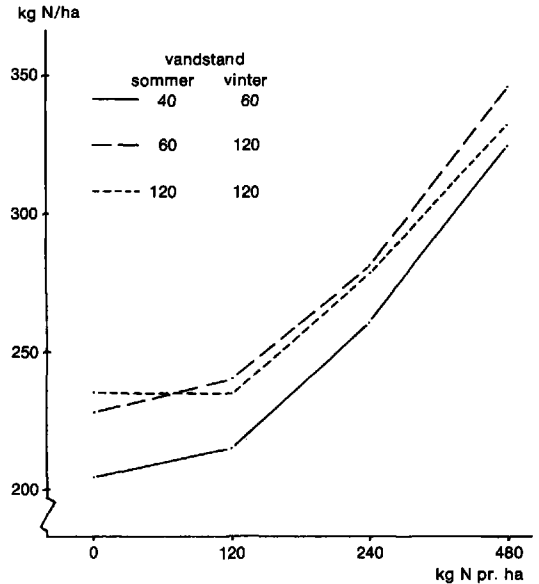


Fig. 9. N-udbytte i kg/ha i 1 årigt kløvergræs ved forskellig vandstand og N-tilførsel.

meddelelse er der foretaget en opgørelse af grundvandstanden i perioden 1965–69. I den periode afveg forsøgsplanen lidt fra den nuværende, idet sommergrundvandstanden i forsøgsled A var ca. 60 cm ligesom vintergrundvandstanden.

Efter 1967 blev sommergrundvandstanden holdt i samme højde som i vandforsyningskanalerne – dog ikke højere end de 40 cm under terræn, som er forudsat i den nuværende forsøgsplan.

Fra 1970 er grundvandstanden målt systematisk en gang om ugen. En oversigt er vist i tabel 15.

I vinterperioden ligger grundvandstanden i gennemsnit højere end forudsat i forsøgsplanen. Det skyldes, at overskudsnedbøren ikke kan ledes hurtigt nok væk, og der vil staves vand op i jordlaget over dræne.

I sommerperioden har grundvandstanden ligget under det, forsøgsplanen angiver, men den tilstræbte forskel mellem leddene er holdt. Det har i perioder knebet med at holde den tilstræbte vandstand i kanalerne, og det indvirker på den regulerede grundvandstand både ved 40 og 60 cm. Ved en drændybde på 120 cm og en tilstræbt

Tabel 15. Grundvandstandsmålinger i cm under terræn
Månedsgennemsnit 1971-75

Vandstand sommer vinter rør nr.	A				B			C	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Januar	58	48	54	87	83	93	96	88	93
Februar	51	43	50	86	85	92	96	91	92
Marts	60	52	56	87	86	92	97	92	94
April	59	54	54	78	78	82	98	94	96
Maj	52	54	47	66	67	66	100	104	87
Juni	54	56	49	65	69	66			
Juli	56	60	51	69	78	74			
August	52	51	48	67	72	71			
September	45	43	42	67	67	73			
Oktober	45	36	41	84	79	90			
November	41	32	38	73	67	82			
December	42	32	39	79	69	84			
gns. sommer		51			71				
vinter		45			84	90			

grundvandstand i samme dybde sker der det, at grundvandstanden naturligt vil synke under drændybde, og i perioder i sommeren har det ikke været muligt at måle grundvandstanden, fordi målerøret kun er 140 cm under terræn, og grundvandstanden har været længere nede.

Diskussion

Begge forsøg er gennemført uden et udrænet forsøgsled, da det vil være næsten umuligt at bevare de naturlige forhold, når der drænes i umiddelbar nærhed. Der vil altid ske nogen horisontal vandbevægelse, og dermed er de naturlige forhold ikke til stede mere.

I forsøg med reguleret grundvandstand kommer forsøgsledet med en tilstræbt vandstand på hhv. 40 og 60 cm i sommer- og vinterperioden tættest på de naturlige forhold med den undtagelse, at overskudsnedbør bliver ledt hurtigere bort end på de arealer, hvor ingen dræning er foretaget.

Den mest intensive dræning har de fleste år og i gennemsnit givet det største udbytte. For kornafgrøderne er det vist i figur 10. For vinterhveden er udslagene normalt kun små, og hveden har nor-

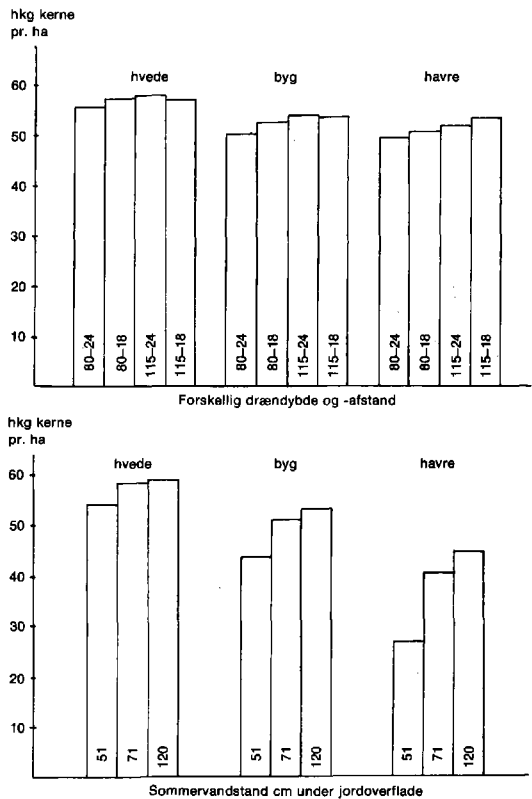


Fig. 10. Kerneudbytte ved forskellig dræningsintensitet og vandstand.

Tabel 16. Kerneudbytte i hkg pr. ha og dyrkningssikkerhed

Vandstandsforøg 1965-74

Vandstand		udbytte	Hvede		Byg		Havre	
sommer	vinter		variationskoefficient	udbytte	variationskoefficient	udbytte	variationskoefficient	
51	45	54,3	17	42,7	14	26,9	38	
71	84	58,1	19	51,4	12	40,2	20	
-	90	58,8	18	53,2	12	44,7	23	

Dræningsforsøg 1958-76

dybde	afstand	udbytte	variationskoefficient	udbytte	variationskoefficient	udbytte	variationskoefficient
80	24	55,7	25	50,0	14	49,5	20
80	18	56,9	22	52,5	12	50,5	17
115	24	57,8	21	53,7	12	52,0	17
115	18	57,4	18	53,5	10	53,4	17

malt ikke lidt skade ved den høje vandstand om vinteren. Byggen viste betydelig større udbyttenedgang ved mangelfuld dræning, og størst udbyttenedgang konstateredes i havre.

Samtidig er årsvariationen formindsket, d.v.s. dyrkningssikkerheden er øget med øget dræningsintensitet, hvilket ses af tabel 16.

Af tabel 3 og tabel 12 fremgår, at græs, roer,

rap og majs kun reagerer svagt overfor høj grundvandstand eller ringere dræningsintensitet.

I 824. beretning er der gjort rede for relationen mellem udbyttet og afstand fra dræn. Det vises fra første forsøgsperiode, at kerneudbyttet falder med 5 til 12 pct. fra parceller over dræn til parceller længst fra dræn. Faldet er størst i det forsøgsled med den mindste dræningsintensitet.

hkg kerne

pr. ha

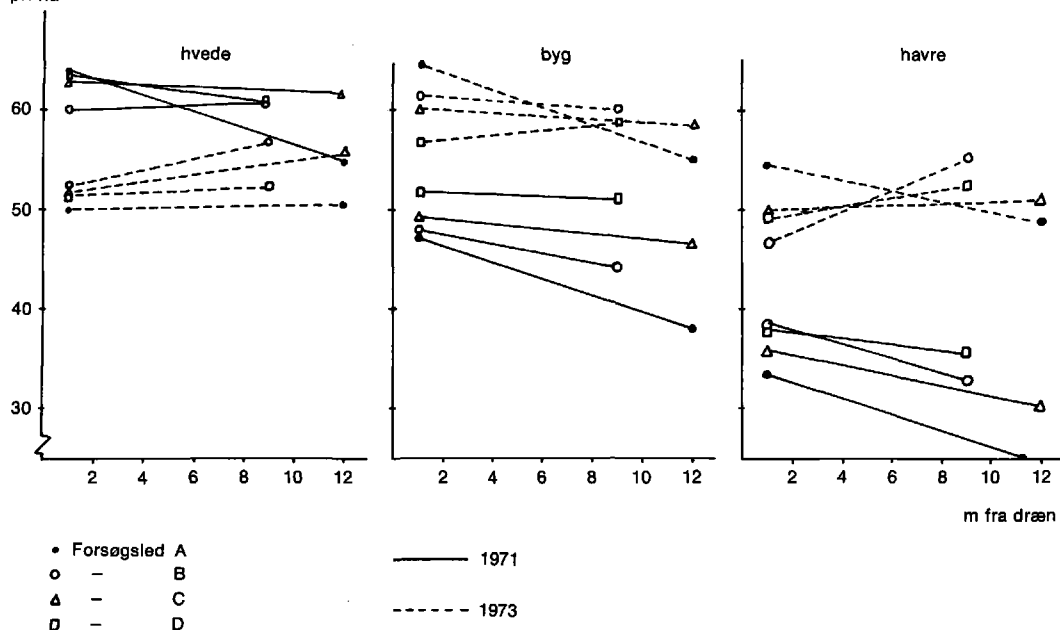


Fig. 11. Sammenhæng mellem udbytte og afstand fra dræn, 1971 og 1973.

I årene 1967–74 er der lavet regressionsberegning mellem udbytte og afstand fra dræn. I figur 11 vises eksempler på sammenhæng mellem afstand fra dræn og kerneudbytte i årene 1971 og 1973. Disse to år var vidt forskellige med hensyn til nedbør i foråret og såtidspunkt. 1971 gav et fugtigt og sent forår med såning 15. april, mens 1973 var tidlig med gunstige nedbørsforhold og såning 16. marts.

Efter det fugtige og sene forår 1971 aftager udbyttet væsentlig med afstanden fra drænledning. Det gælder navnlig i forsøgløse A med stor drænanstand og ringe drændybde.

Efter det nedbørsmæssig mere gunstige forår 1973 er afgrødeudbytterne mindre afhængig af dræningsintensiteten og afstand fra drænledningerne.

Drænvirkningen er i høj grad bestemt af nedbør- og afdræningsforholdene i forårsperioden. Dræningen har den største betydning i fugtige forår og for vårsædsafgrøder, der sås tidlig om foråret. Med tørt vejrlig i forårsperioden opnås normalt ikke merudbytter for den mest intensive dræning. For afgrøder, der normalt sås senere om foråret – roer og majs – opnås ingen udslag for øget dræningsintensitet. For overvintrende af-

grøder som græs og vinterhvede synes vandstand og dræningsintensitet at spille en mindre rolle. Det er dog en forudsætning, at overfladevandet kan afdrænes eller bortledes overfladisk.

Konklusion

Forsøgene viser, at højeste udbytte og størst dyrkningssikkerhed opnås ved den mest intensive dræning. Marskjorden ved Højer er lerjord med undergrund af finsand. Her opnås de højeste udbytter ved en drændybde på 115 cm og drænanstand på 18 m. Mindre drændybde, større drænanstand eller kunstig høj vandstand giver udbyttenedgang specielt i år med fugtige forår, og dyrkningssikkerheden bliver ringere. Færdsel på marken bliver vanskeligere, og jordstrukturen ødelægges lettere og giver vanskeligheder med jordbearbejdningen.

Havre og byg giver de største merudbytter for dyb og intensiv dræning og tåler ikke høj vandstand forår og sommer. Sent såede afgrøder som bederoer og majs giver kun små udslag. Overvintrende afgrøder som hvede og græs giver ens udbytte uanset dræningsintensitet og grundvandstand, når blot overfladevandet kan afdrænes eller bortledes.

Manuskript modtaget 29. marts 1977