

# 1. Lavbundsarealerne ved Fussingø

**Carl Chr. Hoffmann<sup>1</sup>, Ole Stig Jacobsen<sup>2</sup>, Lisbeth Nielsen<sup>3</sup>, Kasia Deboz<sup>3</sup>  
og Anna Bodil Hald<sup>1</sup>**

*1) Danmarks Miljøundersøgelser, 2) Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser,  
3) Danmarks Jordbrugsforskning*

## **Sammenfatning**

På engene ved Fussingø Hovedgård blev der i 1997-2001 gennemført en tværfaglig undersøgelse af forskellige græsmarksstrategier, som afgræsning, slæt eller driftsophør, ud fra ønsket om at kunne øge naturkvaliteten under miljøvenlig græsmarksdrift og samtidig forbedre landbrugsproduktionen under sådanne forhold. Med henblik på at få en generel beskrivelse af engarealerne er der indsamlet nøgledata vedrørende geologi, afstrømningsforhold, arealernes driftshistorie, klima, hydrologi og vegetationen på arealerne. Der er benyttet en kombination af ældre beskrivelser og nye registreringer.

Engområdet er beliggende i en tunneldal, som stort set følger Skals å forløbet. Der er tørveaflejringer med mindre lag af ler og kalkgytje indlejret lokalt. I den øverste meter af jordlaget er humusindholdet ca. 60%. Der var et højt N-indhold i jorden, men med stor variation indenfor området (1,8-2,7 %). Den potentielle netto kvælstof mineralisering var betydeligt højere end det niveau man normalt finder på mineraljord. Afstrømningsoplandet ved Fussingø er på 1948 ha, og det består af fire del-oplande, der afvander til Skals å systemet. Lavbundsarealet på 411 ha udgør 21% af det samlede oplandsareal. Lavbundsarealet består bl.a. af 44% vådområder, som ikke udnyttes landbrugsmæssigt, og af 20% vedvarende græsningsarealer. Engarealerne, som indgik i forsøget, blev i perioden før 1955 og i perioden efter 1987 drevet med græsmarksdrift. I den mellemliggende periode var der mere eller mindre intensiv drift af arealerne med både græsmarksdrift og salgsafgrøder.

Klimaet i forsøgsperioden var specielt ved at nedbøren i forårsperioden var stigende gennem de år forsøget varede, og arealerne blev mere og mere fugtige i vækstperioden. Med hensyn til fugtighed var der betydelige forskelle i vandstand fra græsningsfold til græsningsfold. Vegetationen var kulturpræget på østarealet og naturpræget på vestarealet. En forklaring på dette forhold kan være, at der på østarealet var en højere N-mineralisering og et højere indhold af plantetilgængeligt K.

Danske lavbundsarealer kan variere meget, og der er ikke grundige beskrivelser af alle lavbundsarealer som af arealerne på Fussingø. Man kan derfor ikke sige, hvor stor en del af de danske lavbundsarealer, der har samme forhold som arealerne, der indgik i undersøgelsen. Ud

fra gamle kortoptegnelser er det tidligere vurderet, at en tredjedel af Danmarks lavbundsarealer har humusjord og dermed tilsvarende jordtype som engene ved Fussingø.

## Summary

At the riverine grassland areas at Fussingø County a multidisciplinary investigation was carried out in 1997-2001. The aim was to improve nature quality using a strategy with an environmental friendly grassland management and to examine if it was possible to improve the outcome of agricultural production under such conditions. To get a general description of the area we describe the geology, the catchment areas, the agricultural history, climatic condition, hydrology and the vegetation at the site. A combination of older descriptions and new recordings has been used.

The riverine grasslands are situated in a subglacial stream trench, which in general follows the course of the river Skals. The soil is peaty with minor layers of clay and chalk gytje occurring locally. In the one-meter topsoil the content of humus is roughly 60%. There was a high content of N in the soil, but a large variation from one side of the experimental area to the other (1.8-2.7%). The potential net N mineralization was considerably higher than the level found for mineral soils. The Fussingø catchment area is 1948 ha. Low-lying soils make up 21 % of the catchment area. Wetlands make up 44% of the low-lying soils and permanent grassland areas make up 20%. The land-use for the low-lying soils used in this experiment, was as grassland before 1955 and again after 1987. In the years in between a more or less intensive agricultural production was carried out with both reseeded grass crops and crops for sale.

The climatic conditions in the study period showed a special pattern as precipitation in spring increased every year. Thus the areas became more and more humid in the main period of grassland production. Concerning the water level in the soil there was a considerable difference from paddock to paddock. The vegetation was more dominated by cultivated grassland species in the eastern part, and more natural species were found in the western part of the area. An explanation may be found in the fact, that soil at the eastern part had a higher rate of N mineralization and a higher content of potassium.

The riverine areas in Denmark vary a lot and there is not a thorough description of all these areas in the same way as the areas at Fussingø. It is therefore not possible to say how representative the results from this experimental area are for the Danish riverine areas in general. From old maps it has been evaluated that one third of the riverine areas have soils, which may be categorised as humus soils, similar to the soil type at Fussingø.

## Baggrund

På engene ved Fussingø Hovedgård er der i årene 1997-2001 gennemført en tværfaglig undersøgelse ud fra ønsket om at opnå en miljø- og naturvenlig græsmarksdrift og samtidig forbedre landbrugsproduktionen under sådanne betingelser (se Introduktion). Her beskrives arealerne ud fra geologi og jordbund, afstrømningsforhold, arealernes forhistorie, klima, hydrologi samt vegetationen på arealerne ved forsøgets start.

## Geologi og jordbund

Hele engområdet er beliggende i en bred tunneldal som går øst-vest. Bunden af tunneldalen består af sandaflejringer på den underliggende kvartære lerflade. Tykkelsen af de kvartære aflejringer i midten af dalen er over 50 meter, hvilket viser at tunneldalen ligger i en gammel prækvartær dal, som stort set følger Skals å forløbet. På siderne af dalen hæver moræneler og –sand sig op med sandet liggende oven på moræneler, hvilket giver gode muligheder for at det infiltrerede regnvand vil blive ledt ned til dalsiderne, fig. 1.1.

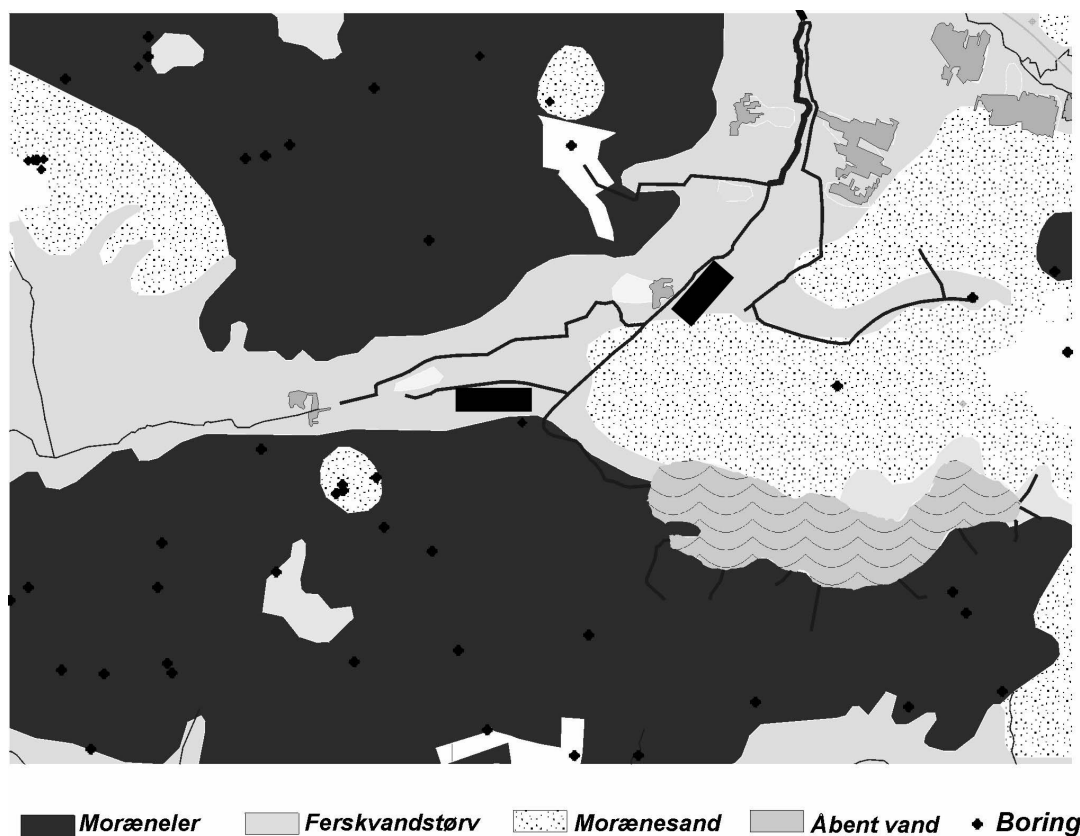
Den østlige del af engarealet, nord for Hesselbjerg skov, har tørveaflejringer til en dybde af op til 8 meter. Tørven er i de nedre dele meget lidt omsat. Der er mange steder indlejret kalkgytje i tørven, og det viser, at arealet under tilgroningen tidvis har været vanddækket. Der er i disse perioder aflejret kalkgytje i de småsøer, der har været i området. Kalken er udvasket fra moræneaflejringerne på siden af dalen. I øst blev der målt meget langsom vandgennemstrømning (se Kapitel 5).

Humusindholdet i det øverste jordlag, 0-1 meter, er ca. 60 %. Jordbundsanalyser fra jordlaget på 0-20 cm er vist i tabel 1.1. Analyser blev udført i folde med 1. års stude og får i 1997 og i folde med 2. års stude i 1998 (jf. Fig. 1 i Introduktion). Specielt kan det bemærkes at Kt og total N var højere i Øst-blok end i Vest-blok, og at C:N-forholdet var højest i Vest.

**Tabel 1.1. Jordbundsanalyser (0-20 cm) ved startkarakterisering 1997/98 af folde og små parceller i henholdsvis Vest og Øst (87 obs. i øst og 72. obs. i vest).**

Gentagelse	Rt	Pt**	Kt	Mgt	Cut	Total N	Humus	CN
Vest	6,1	1,3	2,6	5,2	2,3	1,8	49	15,6
Øst	5,2	0,5	3,9	3,9	1,9	2,7	66	13,9
LSD*	0,1	0,2	0,3	0,5	0,3	0,1	2,9	0,5

\*LSD: Least significant difference. \*\*Pt bør tages med forbehold (jf. Kapitel 7).



**Figur 1.1. Jordbundskort for Fussingø området. De firkantede sorte felter, i midten af billedet, indikerer projektområdets placering.**

### Generel beskrivelse af afstrømningsoplandet ved Fussingø

Skals Å har sit udspring i området omkring Fussingø. Ved Fussingø er oplandet til åen med tilhørende lavbundsarealer på knap 20 km<sup>2</sup> (fig. 1.2). Den nedre grænse ligger ved Sønderbæk bro, ved Viborg – Randers hovedvejen. Åens præcise udspring er dog svært at lokalisere, idet Fussingø området fra gammel tid har været forsøgt afvandet (jf. gammelt kort ved forord), således at det i dag består af en mosaik af dræn, grøfter og kanaler, der løber sammen og danner åen. Åen starter som en lige kanal ved foden af Læsten Bakker, hvor Skals Å tillige mod vest er forbundet med Vejle Bæk, der løber til det andet store vandløbssystem i området, Nørre Å. I den sydøstlige del af Fussingø området ligger Fussing sø, der løber til Skals Å via Møllebækken, som lige efter Mølledammen endvidere løber sammen med Fussing nye bæk, en gravet grøft der løber parallelt med Skals å fra vest mod øst og afdræner lavbundsarealerne neden for Nedenskov og Snedkerskov.

Fussingø området kan under de nuværende forhold ud fra et afstrømnings synspunkt naturligt opdeles i fire deloplande. I sydøst Fussing sø med et søareal på 220 ha og et samlet opland på 855 ha, hvoraf 511 ha (60%) er landbrugsareal i omdrift, mens den resterende del består af 225 ha blandet løv- og nåleskov, 46 ha vådområde, 49 ha befæstet areal og 23 ha natur og

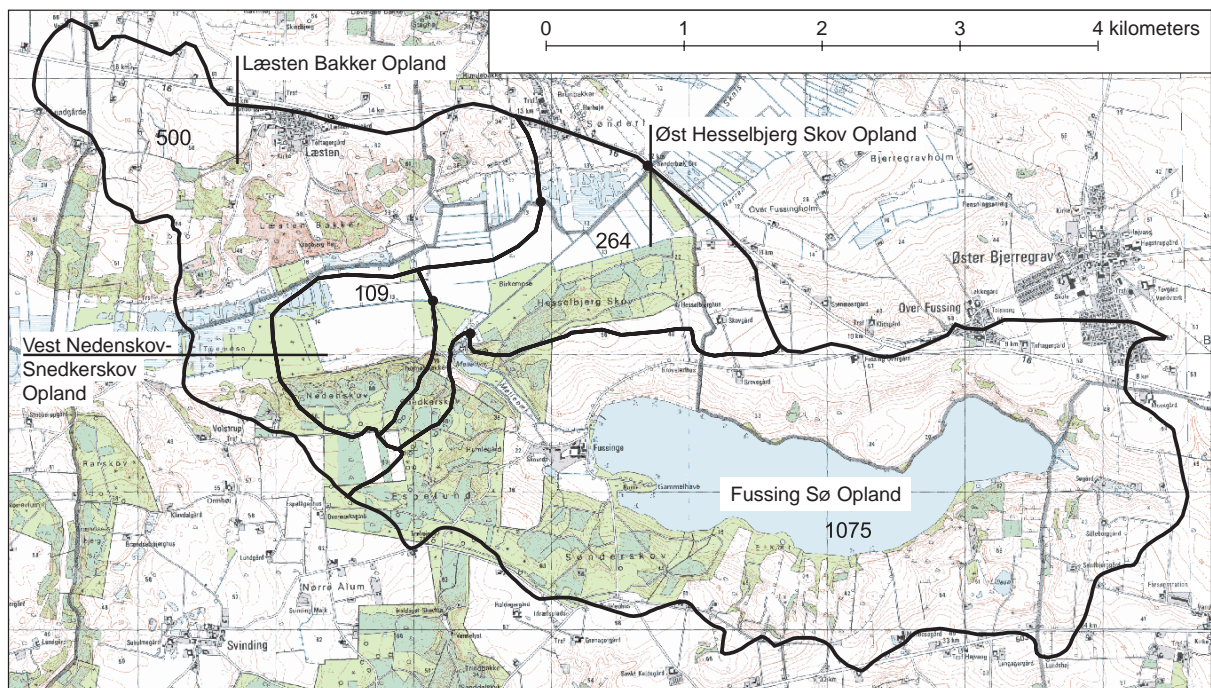
græsningsarealer (tabel 1.2). Mod nordøst Hesselbjerg Skov oplandet på 264 ha, hvoraf skoven udgør 95 ha, landbrugsarealerne 70 ha. Det østlige lavbundsareal er samlet på 122 ha, der er fordelt som 36.6 ha til græsning, 52 ha vådområde, 5.7 ha sø og endelig ligger knap 28 ha skov på lavbund (indregnet ovenfor). Mod nord Læsten Bakker oplandet på omkring 500 ha, med 267 ha landbrugsarealer i omdrift, 53 ha skov, 50 ha natur (Læsten Bakker), 29 ha befæstet areal, og et samlet lavbundsareal på 125 ha (tabel 1.2). Grundet de afvandingsmæssige forhold strækker dette opland sig som en tunge på tværs af Skals å mod syd. Endelig ligger der et lille opland på i alt 109 ha, der afvander til Fussing nye bæk. Det består af Nedenskov og Snedkerskov på 50 ha samt 59 ha lavbundsarealer (tabel 1.2). Arealanvendelsen for det samlede opland fremgår af fig. 1.3.

Det samlede lavbundsareal ved Fussingø er opgjort på grundlag af kort fra begyndelsen af 1900 tallet (tabel 1.2, kolonne 2). Den nuværende arealanvendelse i de fire deloplande fremgår af de øvrige kolonner i tabel 1.2. Den nuværende arealanvendelse på lavbundsarealerne fremgår af tabel 1.3.

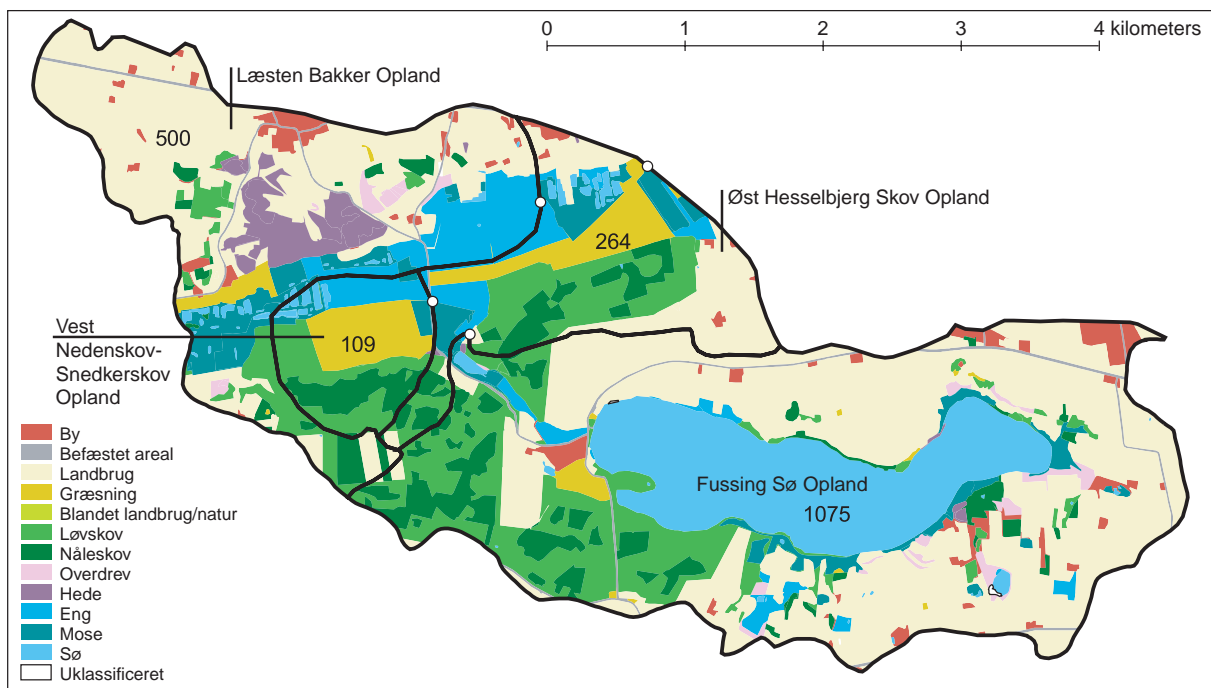
**Tabel 1.2. Lavbundsarealet (opgjort på grundlag af kort fra begyndelsen af 1900-tallet) samt nuværende arealanvendelse fordelt på landbrug, skov, vådområde, natur og det samlede areal i de fire deloplande i Fussingø-området, angivet i pct. og ha.**

Opland	Lavbund		Landbrug <sup>1</sup>		Skov	Vådomr <sup>2</sup>	Græsning <sup>3</sup>	Natur <sup>4</sup>	Opland samlet ha
	%		%						
Nedenskov-Snedkerskov, Vestareal	55,7	0,5	46,2	19,2	30,3	0,1	109,4		
Hesselbjerg skov, Østareal	46,3	26,4	35,9	19,7	13,9	0,1	264,0		
Læsten Bakker	25,0	53,5	10,6	17,2	1,8	9,9	500,2		
Fussing sø	9,6	47,5	21,0	4,3	0,6	1,5	1074,6		
Total i pct.	21,1	43,5	21,7	10,5	4,4	3,4			
Total i ha	410,6	848,1	423,6	204,9	85,5	66,5	1948,2		

1) Landbrug omfatter landbrugsjord i omdrift, 2) Vådområder omfatter moser, sump o.l. som er ubenyttet landbrugsmæssigt, 3) Vedvarende græsarealer 4) Naturarealer, evt. græsset, men uvist.



**Figur 1.2. Oplandet ved Fusingø opdelt i fire deloplande. Oplandsareal angivet i ha. (Udsnit af Kort- og Matrikelstyrelsens kortmateriale er gengivet i henhold til tilladelse G18/1997).**



**Figur 1.3. Arealanvendelse i oplandet til Skals å ved Fusingø (Areal Informations Systemet, AIS, Miljø- og Energiministeriet, 2000). De hvide prikker angiver vandløbsstationer.**

**Tabel 1.3. Nuværende arealanvendelse på de 411 ha lavbundsarealer ved Fussingø, opgjort samlet for de fire deloplande.**

<b>Arealtype</b>	<b>Areal i ha</b>	<b>Procent</b>
Befæstet	12.1	3
Landbrug*	52.7	13
Græsning*	81.8	20
Skov	57.4	14
Natur*	8.8	2
Vådområde*	181.5	44
Sø (små søer)	16.3	4
Total	410.6	100

\* se tabel 1.2.

Arealanvendelsen og de anvendte kort er fremstillet på baggrund af GI kort fra lige efter 1900 fra Statens Planteavlsvforsøg (Lavbund og Okker, 1:20000) samt AIS arealanvendelseskortet 1:25000, baseret på diverse data fra DMU (Top10DK fra KMS, skannede 4 cm kort fra KMS, beskyttede naturtyper (§3 Naturbeskyttelsesloven) fra 1997-1999 fra amterne, blokkort (digitale markkort) i 1:10000, baseret på Orthofoto fra 1995 fra Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri samt LandCoverMap 1:50000 baseret på Landsat5 satellitdata fra 1992-1995 fra DMU.

### **Driftshistorie for forsøgsarealet**

De enkelte folde på forsøgsarealet har ikke været drevet nøjagtig ens gennem tiderne, men før 1955 var der udelukkende græs på arealerne. I perioden 1955-1971 var der en 5-årig driftsrotation, hvoraf 1-2 salgsafgrøder. Herefter kom en endnu mere intensiv periode 1972-1987 med salgsafgrøder, hovedsagelig korn. Udbytteneiveauet i korn var i den intensive periode 30-40 hkg per ha. På arealerne blev der dyrket byg, havre, vårraps, græs og enkelte gange kartofler og kålroer. I denne periode var gødningsniveauet 0-100 kg N, 10 kg P og 30 kg K per år. På østarealet blev der udover salgsafgrøder sidst i 70-erne produceret græspiller, hvor der blev høstet tre gange per sæson, gødet med ca. 100 kg N per slæt, samt 20 kg P og 60 kg K per sæson.

Efter den intensive periode blev der 1988-1990 udsået græs og anvendelsen har herefter været en kombination af høslæt og afgræsning med kvæg eller får. Den sydlige del af arealet ved Læstenvej (se Introduktion) er dog ikke omlagt siden midten af 70'erne. Græsningen har i alle tilfælde været kontinuert afgræsning i storfold ved lav græsningsintensitet. Ingen af arealerne er omlagt, gødsket eller behandlet med pesticider fra og med 1990.

Engarealerne på Fussingø har aldrig været udsat for tørvegravning. Dræning har været foretaget i 1920'erne og gendræning i 1940'erne (dog folde til 2. års stude i vest blev først drænet i 1978). Omdræning af mindre områder er gennemført løbende frem til ca. 1980, og grøfter er i årenes løb rensset op efter behov.

### Mineraliseringspotentiale

Potentiel netto kvælstof mineralisering ved aerob inkubering i 28 dage ved 20 °C blev undersøgt på jord udtaget i 0-20 cm's dybde. Som det fremgår af tabel 1.4 var mineraliseringen stor på disse humusjorde sammenlignet med mineraljord, hvor mineraliseringen er fundet til normalt at udgøre højest 1 kg N per ha per dag (Debosz, 1994). Netto N mineraliseringen var forskellig i de to blokke. Forklaringen skal muligvis hentes i forskellige driftshistorier for de to arealer. Især de høje gødningsniveauer under perioden med græspilleproduktion kan have påvirket jordbunden, således at der nu er en stor del af let omsætteligt organisk materiale. Ved måling af jordtemperaturen 6 cm under jordoverfladen (sensor 0-12 cm) i Vest og Øst gennem en 2-årig periode blev der i gennemsnit målt 9,3 °C i Vest og 9,4 °C i Øst. Med de meget ensartede temperaturforhold vurderes forhistorien at have større betydning end temperaturforskelle med hensyn til at forklare de forskellig niveauer i N mineralisering.

Der blev udført tilsvarende målinger i forsøget med øget jordfugtighed (se kapitlerne 4-7), men mineraliseringsraten var upåvirket. Det skal nævnes at forsøgsforskelle i jordfugtighed ikke var store (se Kapitel 7, tabel 7.1). Som det fremgår af tabel 1.4 var mineraliseringsraten ikke påvirket af to år med henholdsvis driftsophør, slæt eller afgræsning, så den væsentligste forskel vedrørende kvælstofmineralisering var knyttet til forskelle på de to gentagelser, Vest og Øst.

**Tabel 1.4. Kvælstofmineralisering i rodzonen på Vest og Øst undersøgt ved aerob inkubering ved 20 °C.**

Benyttelse	Netto N mineralisering 1999 Kg N ha <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup>	
	Vest	Øst
Uden drift	2.0 (0.5)*	4.7 (0.1)
To slæt, 1. slæt 15/7	1.9 (0.4)	4.7 (0.5)
Kontinuert afgræsning	2.2 (0.9)	4.4 (1.2)

\* Standard afvigelse vist i parentes.

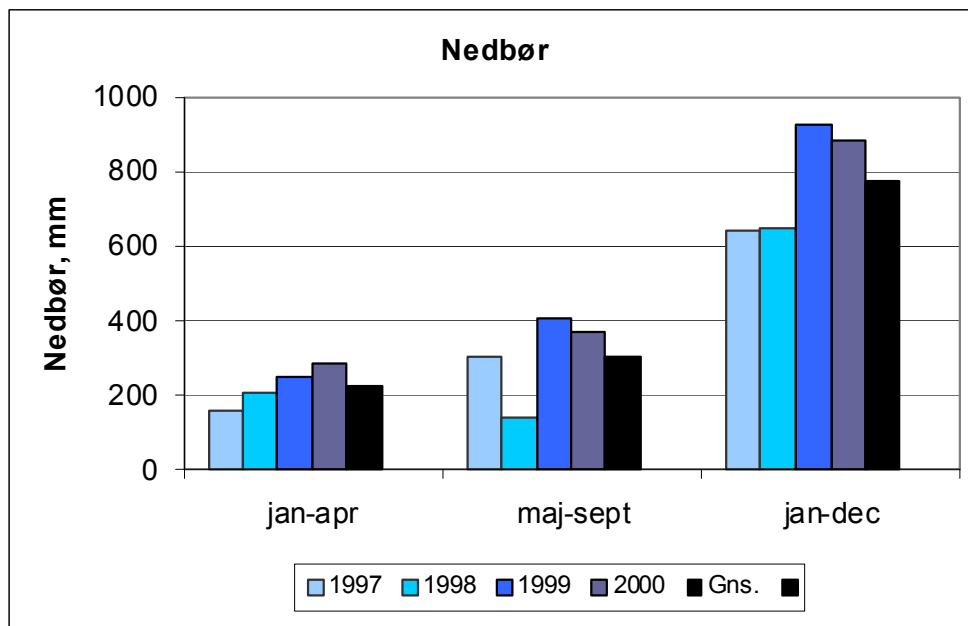


## Klima og hydrologi

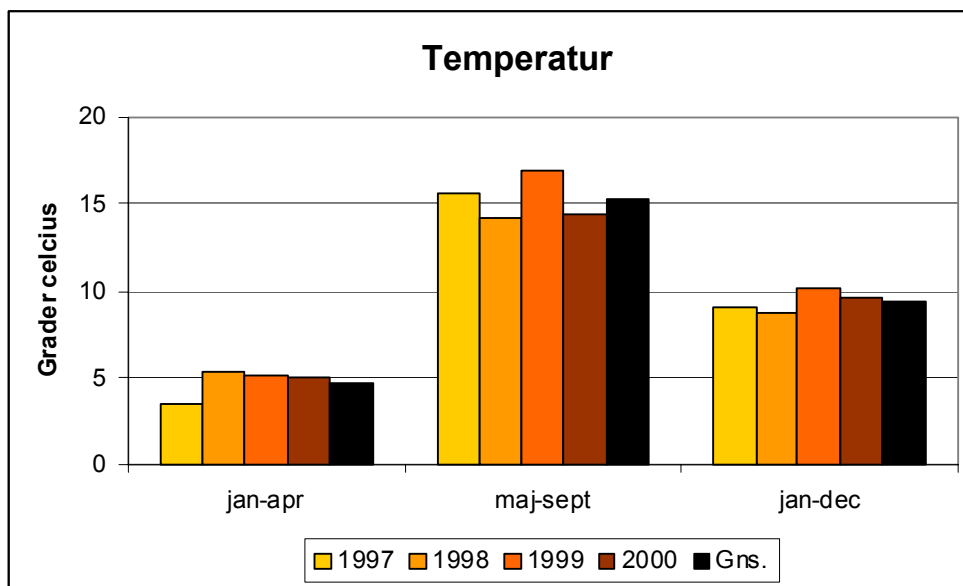
Fra 1997 var der en automatisk nedbørsmåler på arealet og i 1998 blev der etableret en klimastation. For at få et samlet overblik over klimaet i forsøgsperioden er der suppleret med data fra klimastationen i Foulum. Gennemsnitlig nedbør for Foulum og Fussingø var ens i perioden, hvor begge målinger findes, og hvor der er suppleret med data fra Foulum blev disse data anvendt direkte. Derimod var temperaturen højere på Fussingø end Foulum, og der blev korrigeret for denne forskel ved anvendelse af Foulum data.

På årsbasis var nedbøren større de to sidste forsøgsår sammenlignet med de to første forsøgsår (Fig. 1.4). Nedbøren i forårs månederne, januar-april, var stigende igennem de fire år. Temperaturen i vækstperioden var lidt højere i 1997 og 1999 end de to andre forsøgsår (Fig. 1.5). Den gennemsnitlige daglige globalindstråling nåede et højere niveau i 1997 end i de øvrige år (Fig. 1.6).

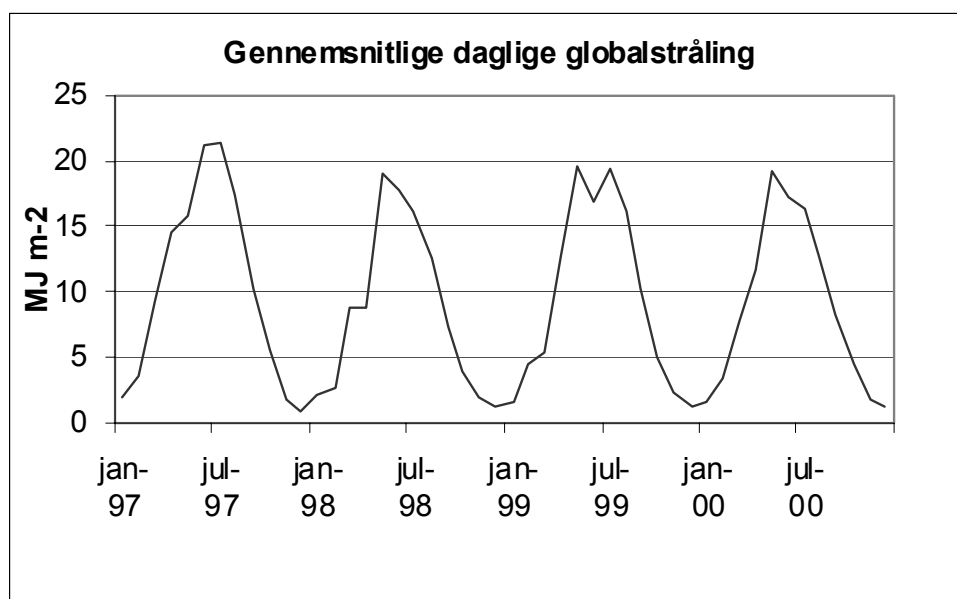
Vandstanden blev registreret med månedlige intervaller i piezometre (d=2.8 cm, dybde = 1.75 m) anbragt i felter med driftsophør placeret i alle folde. Som det fremgår (Fig. 1.7) var der en tendens til at arealerne blev afdrænet til en mindre maksimal dybde gennem årene, hvilket bl.a. kan forklares af den stigende forårsnedbør. Vandstanden varierede i de forskellige folde (Tabel 1.5). Den laveste vandstand i vækstperioden blev fundet i fårefoldene i Vest, hvor der samtidig var størst forskel mellem maksimums og minimumsværdien, medens der ved 2. års stude i Øst både var en høj vandstand og lille forskel mellem maksimum og minimum.



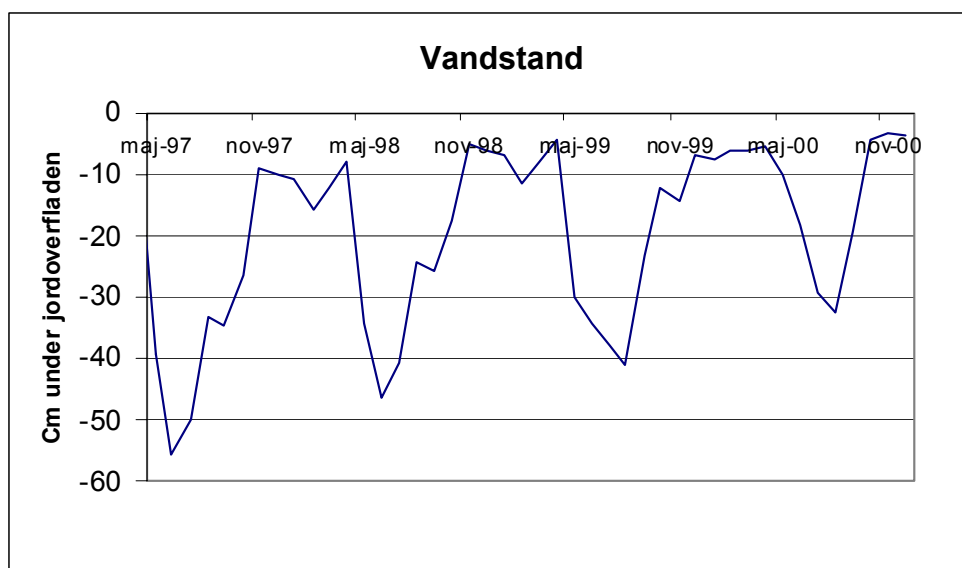
Figur 1.4. Nedbør på forsøgsarealerne gennem perioden.



**Fig. 1.5. Temperaturen gennem forsøgsperioden.**



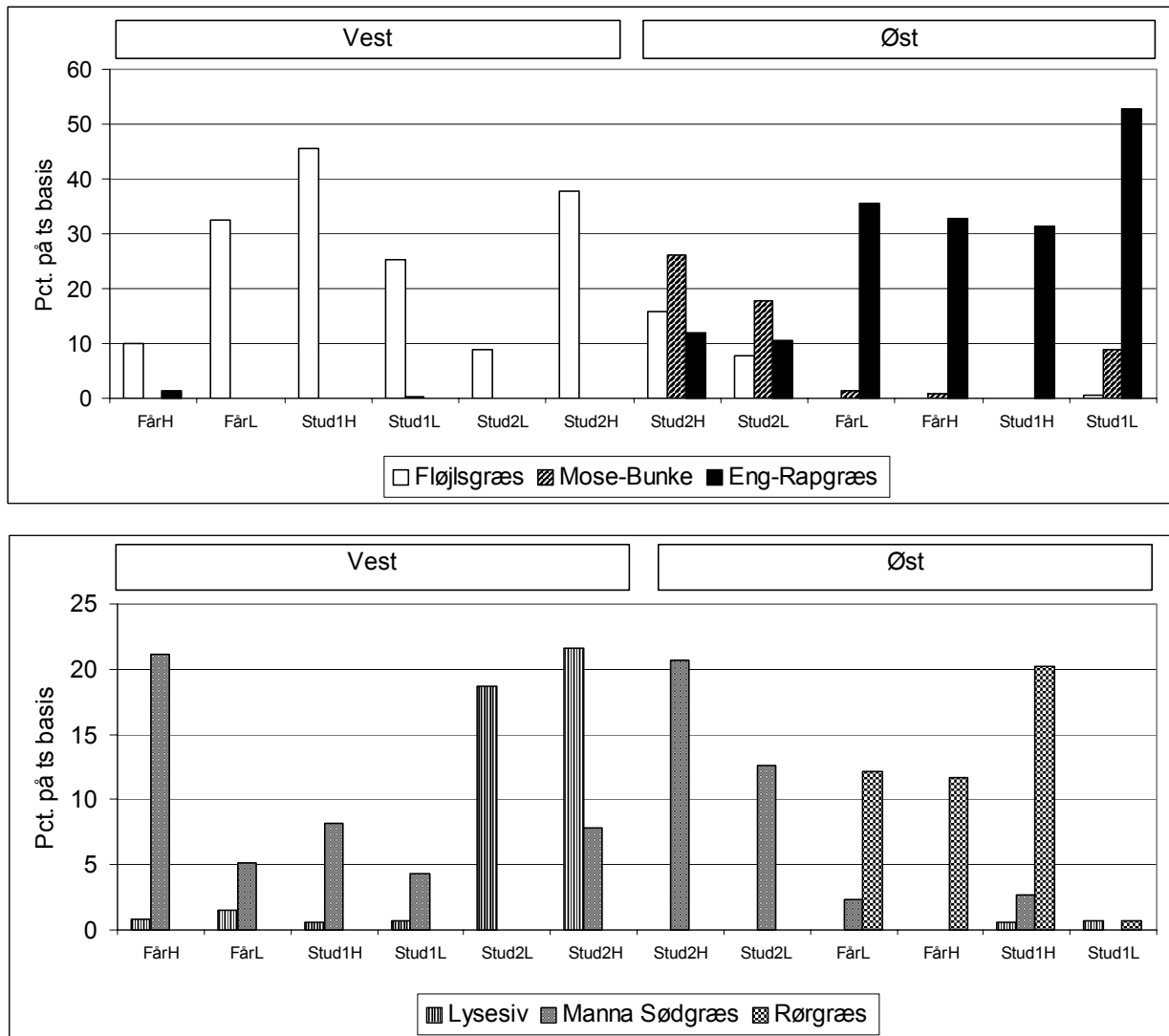
**Figur 1.6. Den gennemsnitlige daglige globalstråling gennem forsøgsperioden.**



Figur 1.7. Vandstanden målt i piezometre. Gennemsnit af alle målinger.

Tabel 1.5. Vandstanden i de forskellige folde vist på månedsbasis som gennemsnit gennem forsøgsperioden, dels gennemsnit fra vækstperioden, maj-september, dels maksimums og minimums månedsværdi på årsbasis. H og L er henholdsvis høj og lav belægning.

	Vest						Øst					
	Får		1. års stude		2. års stude		2. års stude		Får		1. års stude	
Belægnings grad	H	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L
Gns. af vækstperioden	-46	-43	-36	-31	-38	-28	-31	-23	-32	-39	-27	-22
Maks	-2	-4	-4	-1	-12	1	-6	1	2	-1	7	9
Min	-73	-68	-60	-52	-62	-52	-52	-42	-56	-64	-46	-42



**Fig. 1.8.** Forekomst af væsentlige arter i de to gentagelser ved forsøgsstart, vist på tørstofbasis, ved 1. slæt i 1997/1998 (1998 ved 2. års stude). Bemærk forskellig skala på akserne.

## Vegetation

I udgangssituationen i 1997/1998, hvor arealerne blev karakteriseret ud fra den botaniske sammensætning på tørstofbasis ved 1. slæt, var arealet i øst domineret af den tæppedannende kulturart Eng-Rapgræs (Fig. 1.8). På øst-arealet indgik desuden en del af den – ofte i mosaik - bestandsdannede Rørgræs. Foldene i øst, der blev afgræsset af 2. års stude var domineret af Mose-Bunke, Fløjlsgræs, Manna Sødgræs og Eng-Rapgræs. På vest-arealet var Fløjlsgræs, Manna Sødgræs og Lyse-Siv væsentlige arter, hvor Lyse-Siv især forekom på arealer benyttet til 2. års stude. På alle tre arealer udgjorde dødt biomasse ca.  $\frac{1}{4}$  af den samlede biomasse. Benyttes udbytte ved slæt i første forsøgsår som indikation for arealernes produktionsniveau inden forsøgsbehandlingerne havde vist deres effekt på primær

produktionen, kan det konstateres at der var en højere produktion i Øst end i Vest. Dette harmonerer med de højere værdier af Kt og netto N-mineraliseringsrate i Øst sammenlignet med Vest. Arealet med 1. års stude og får i øst havde en produktion ved to slæt i første forsøgsår, 1997, på 5,0 t ts ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Arealet med 1. års stude og får i vest havde tilsvarende en produktion på 4,2 t ts ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Arealerne med 2. års stude havde en produktion på 4,3 t ts ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> målt i 1998, der var første år med store stude.

### **Typer af lavbundsarealer**

Mange variable kan påvirke natur, miljø og produktion på et lavbundsareal. Der kan være forskellige niveauer af næringsstoffer tilført fra oplandene, forskellige jordbundsforhold og varierende hydrologiske forhold. Ingen danske lavbundsarealer er karakteriseret så grundigt som lavbundsarealerne på Fussingø, og det er derfor vanskeligt at udtale sig om, hvor repræsentativt resultaterne fra denne undersøgelse er. I en undersøgelse af Madsen & Holst, 1987, der anvendte målebordsblade fra omkring århundredeskiftet og sammenkoblede disse til arealdata vedr. jordbundsforhold, blev lavbundsarealerne inddelt i tre klasser: Sandede, lerede og humusrige områder. Her blev det konkluderet at ca. 1/3 af arealerne var humusrige lavbundslande, som arealerne på Fussingø.

### **Referencer**

Areal Informations Systemet, AIS. 2000. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljø- og Energiministeriet.

Debosz, K. 1994. Evaluation of soil nitrogen mineralization in two spring barley fields. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Science, 44, 142-148.

Madsen, H. B. & Holst K.Å. 1987. Potentielle marginaljorder – Landsdækkende kortlægning af jordbundsfysiske og kemiske forhold, der har indflydelse på jordens dyrkning.

Marginaljorder og miljøinteresser, Teknikerrapport nr. 1, Skov- og Naturstyrelsen. 112 pp.