

Startkarakterisering af arealer til systemforskning

I. Forsøgsarealer, måleprogram og metoder

Tove Heidmann
Fagligt Sekretariat
Forsøgsanlæg Foulum

Statens
Planteværnscenter
Løttenhøjvej 2
2800 Lyngby, 02-37 25 10

Tidsskrift for Planteavls Specialserie



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1958, 1988

Startkarakterisering af arealer til systemforskning

I. Forsøgsarealer, måleprogram og metoder

Tove Heidmann
Fagligt Sekretariat
Forsøgsanlæg Foulum

Tidsskrift for Planteavl's Specialserie



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1958, 1988

FORORD

Statens Planteavlsforsøg iværksatte i årene 1987-88 forskning i dyrkningssystemer på tre arealer ved henholdsvis Foulum, Ødum og Jyndevad. Forud for iværksættelsen af denne forskning er der udført en omfattende karakteristik af jorden på de tre arealer.

Resultaterne af denne startkarakterisering er beskrevet i 4 beretninger i Tidsskrift for Planteavls specialserie:

1. Forsøgsarealer, måleprogram og metoder
2. Resultater fra arealet ved Foulum
3. Resultater fra arealet ved Ødum
4. Resultater fra arealet ved Jyndevad

Første beretning omhandler baggrunden for startkarakteriseringen og forsøgsarealernes forhistorie og giver en gennemgang af måleprogram og metoder. De følgende 3 beretninger giver en samlet oversigt over resultaterne fra hvert areal.

Beretningerne skal benyttes som grundlag for dels det fremtidige arbejde med systemforskningen og dels en vurdering af fysiske, kemiske og biologiske faktorerers rumlige variation i landbrugsjord.

Startkarakteriseringen er blevet gennemført som et tværfagligt projekt ved Landbrugscentret, Statens Planteavlsforsøg.

Projektdeltagerne har været organiseret i en styregruppe med 4 medlemmer, en projektgruppe med 12 medlemmer og en fagkyndig støttegruppe med 22 medlemmer (appendix A1). Nedenfor er nævnt projektgruppens deltagere og hver enkelts arbejdsfelt:

Projektleder	- Lorens Hansen, Afd. f. Kulturteknik, Statens Planteavlsvforsøg, Jynde vad
Projektsekretær	- Erik Sibbesen, Fagligt Sekretariat, Statens Planteavlsvforsøg, Forsøgsanlæg Foulum
Profilbeskrivelser	- Henrik Breuning Madsen, Arealdatakontoret, Landbrugsministeriet, Vejle
Jordfysik	- Per Schjønning, Afd. f. Kulturteknik, Statens Planteavlsvforsøg, Jynde vad
Jordkemi	- Tove Heidmann, Statens Planteavlsvforsøg, Forsøgsanlæg Foulum
Organisk stof i jord	- Bent T. Christensen, Afd. f. Landbrugsplanternes ernæring, Statens Planteavlsvforsøg, Askov
Mikrobiologi	- Finn Eiland, Afd. f. Jordbundsbiologi og -kemi, Statens Planteavlsvforsøg, Lyngby
Mykorrhiza	- Iver Jakobsen, Landbrugsafdelingen, Forskningscenter Risø
Regnorme	- Ole Christensen, Inst. f. Zoologi og Zoo-fysiologi, Århus Universitet
Jordboende skadedyr	- Lars Monrad Hansen, Inst. f. Plantepatologi, Statens Planteavlsvforsøg, Lyngby
Prøvehøstning, statistik	- Anne Bülow Olsen, Afd. f. Kulturteknik, Statens Planteavlsvforsøg, Jynde vad/ Kristian Kristensen, Afd. f. Biometri og Informatik, Statens Planteavlsvforsøg, Lyngby
Flyfoto, jordbrugsmeteorologi	- Jørgen Olesen, Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste, Statens Planteavlsvforsøg, Forsøgsanlæg Foulum

Projektgruppens deltagere har hver for sig haft ansvaret for gennemførelse og vurdering af resultater for hver sit arbejdsfelt. Tove Heidmann var fuldtidsansat som koordinator og daglig forsøgsleder af projektet. Anne Bülow Olsen fratrådte Statens Planteavlsvforsøg den 1/3 1987, og Kristian Kristensen overtog

derefter hendes arbejdsfelt. Arbejdet med flyfotos blev udført af Anton Thomsen, Statens Planteavlsforsøg, Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste.

De 4 beretninger er skrevet af Tove Heidmann med støtte fra de enkelte projektdeltagere. I beretningerne gives en kort diskussion af resultaterne med angivelse af de vigtigste sammenhænge, mens delområder vil blive behandlet mere indgående i senere publikationer udarbejdet af projektgruppens deltagere.

Projektet blev finansieret af Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd og Landbrugscentret, Statens Planteavlsforsøg.

Foulum
oktober 1988
Tove Heidmann

Jyndevad
oktober 1988
Lorens Hansen

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG.....	9
1. INDLEDNING.....	11
1.1 Baggrund for startkarakteriseringen.....	11
1.2 Formål.....	12
2. FORSØGSAREALER.....	12
2.1 Beliggenhed og jordtyper.....	12
2.2 Forhistorie.....	15
2.3 Klimaforhold.....	22
3. MÅLEPROGRAM.....	24
3.1 Analyser.....	24
3.2 Tidspunkt for prøveudtagning.....	25
3.3 Klimaforhold omkring prøveudtagningstidspunkterne...	27
4. MÅLENET OG PRØVEUDTAGNING.....	29
4.1 Kvadratnet.....	29
4.2 Måleintensitet.....	32
4.3 Udtagning af jordprøver.....	35
4.3.1 Prøveudtagning omkring et netpunkt.....	35
4.3.2 Prøver til arkiv og humus/kemiske analyser....	40
4.3.3 Nummerering af jordprøver til arkiv.....	41
4.3.4 Prøver til fysiske analyser.....	43
4.3.5 Prøver til mikrobiologiske analyser (mikrobiel biomasse, mikrobiel aktivitet, denitrificeren- de bakterier og mykorrhiza).....	43
4.3.6 Prøver til fauna analyser (regnorme, jordboen- de skadedyr og collemboler).....	44
4.3.7 Profilundersøgelser.....	44
4.3.8 Forstyrrelser i undergrunden omkring netpunk- ter.....	45

5. METODER.....	46
5.1 Nivellement.....	46
5.2 Profilundersøgelser.....	47
5.3 Jordfysik.....	49
5.4 Jordkemi.....	53
5.5 Organisk stof i jord.....	55
5.6 Mikrobiologi.....	56
5.6.1 Mikrobiel aktivitet og mikrobiel biomasse.....	56
5.6.2 Denitrificerende bakterier.....	57
5.6.3 Mykorrhiza.....	58
5.8 Regnorme.....	58
5.9 Jordboende skadedyr og collemboler.....	59
5.10 Prøvehøstning.....	59
5.11 Fotografering af forsøgsarealer fra fly.....	64
5.12 Statistik.....	67
5.13 Datalagring.....	68
6. LITTERATUR.....	70
7. APPENDIX.....	73

SAMMENDRAG

Statens Planteavlsforsøg reserverede i 1985 3 arealer ved henholdsvis Foulum, Ødum og Jyndevad til forskning i dyrkningssystemer. Inden systemforskningen blev igangsat, blev der foretaget en grundig karakterisering af arealerne med hensyn til jordkemiske, -fysiske og -biologiske parametre.

Formålet med startkarakteriseringen var bl. a.:

- at få viden om udgangspositionen for vigtige parametre
- at få et grundlag for at placere forsøg i systemforskningen
- at øge vores generelle viden om jordbundsparametres rumlige variation

Projektet er blevet gennemført som et tværfagligt projekt med en styregruppe, en projektgruppe og en støttegruppe.

Forsøgsarealer

Arealet ved Foulum er på ca. 25 ha og består af en større mark på ca. 20 ha. og en mindre på ca. 5 ha. Arealet ligger på sandet moræne, og jordtypen er lerblandet sandjord (JB-4). Staten har ejet arealet siden 1974. Den største af markerne har været dyrket som et hele siden 1974 med undtagelse af 1984, hvor marken var delt op i to dele med forskellige afgrøder. Der har været enkelte forsøg i den lille mark, men også denne mark har været dyrket som et hele siden 1974.

Arealet ved Ødum er på ca. 16,5 ha. En vej opdeler arealet i 2 marker. Arealet er beliggende på leret moræne, og jordtypen er sandblandet lerjord (JB-6). Der har tidligere været mange forsøg på arealet, og det har været opdelt i 18 mindre marker. De sidste 4 år er der dog stort set blevet dyrket samme afgrøde på hele arealet. Arealet er systematisk drænet.

Arealet ved Jyndevad er på ca. 18 ha. fordelt på 3 marker adskilt af levende hegn. Arealet er beliggende på smeltevandsaflejringer, og jordtypen er en grovsandet jord (JB-1). Der har været mange forsøg på dele af arealet, og de 3 marker har været opdelt yderligere. Den midterste mark købte staten i 1986. I 1987 blev hele arealet dyrket med samme afgrøde med undtagelse af enkelte områder med forsøg, der først afsluttedes i 1987.

Måleprogram

Måleprogrammet omfattede kemiske, fysiske og mikrobiologiske analyser af jordprøver, profilundersøgelser samt analyser for regnorme og jordboende skadedyr.

Der blev foretaget prøvehøstninger på alle arealer. I 1986 blev arealerne ved Foulum og Ødum prøvehøstet, og i 1987 blev arealerne ved Ødum og Jyndevad prøvehøstet. Inden høst blev arealerne fotograferet med nær infrarød film fra fly. Desuden blev arealerne nivelleret.

Feltarbejdet ved Foulum og Ødum blev udført i 1986, ved Jyndevad i 1987. Ved jordprøveudtagning, profilundersøgelser, nivellement og prøvehøstning blev benyttet et kvadratnet med maskestørrelse på 40 m. Jordprøver etc. blev udtaget omkring nettets skæringspunkter i pløjelag (0-20 cm) og undergrund (30-40 cm og 60-70 cm). Ved nogle skæringspunkter blev der udført flere målinger end ved andre, idet måleintensiteten blev opdelt i 4 niveauer.

1. INDLEDNING

1.1 Baggrund for startkarakteriseringen

Statens Planteavlsforsøg reserverede i 1985 tre arealer ved Foulum (25 ha), Ødum (16,5 ha) og Jyndevad (18 ha) til langsigtet forskning i dyrkningssystemer (systemforskning). Dette var en følge af arbejdet i to grupper, henholdsvis styregruppen for en SJVF-udredning: "Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø" og en arbejdsgruppe vedrørende økonomisk og miljøvenlig planteproduktion.

Systemforskningen omfatter følgende dyrkningssystemer:

- økologisk
- integreret
- teknologisk

med hovedvægt lagt på det økologiske og integrerede. En kort beskrivelse af de 3 dyrkningssystemer findes i appendix A2. Systemforskningen har som mål at udvikle dyrkningssystemer på systemernes egne præmisser, d.v.s. i overensstemmelse med definitionerne på de forskellige dyrkningssystemer. Desuden skal der foretages grundige undersøgelser over økologiske sammenhænge med henblik på at udvikle produktionsmetoder, der i højere grad tager hensyn til miljøet.

Forud for systemforskningen blev der foretaget en grundig fysisk, kemisk og biologisk karakterisering af arealerne til systemforskning. Arbejdet med startkarakteriseringen blev påbegyndt i foråret 1986. I efteråret 1986 blev feltarbejdet udført ved Foulum og Ødum, og i efteråret 1987 blev feltarbejdet på arealet ved Jyndevad udført.

Som følge af de omfattende registreringer på de tre arealer vil arealernes udgangsposition være veldefineret, og de vil kunne

fungere som referencearealer for parametre vedrørende planteproduktion og miljø.

Arbejdet med startkarakteriseringen blev koordineret med et tilsvarende arbejde ved Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

1.2 Formål

Projektet har haft til opgave at karakterisere de reserverede arealer med hensyn til jordbundskemiske, -fysiske, -mikrobiologiske og makrobiologiske parametre med henblik på følgende formål:

1. at fremskaffe startværdier for variable der må forventes at blive påvirket af de kommende dyrkningssystemer.
2. at fremskaffe et grundlag for en hensigtsmæssig placering af marker og parceller i de kommende forsøg.
3. at forøge den generelle viden om de forskellige variables rumlige variabilitet i landbrugsjord.

2. FORSØGSAREALER

2.1 Beliggenhed og jordtyper

Arealet ved Foulum er beliggende på moræneaflejringer fra sidste istid, og det drejer sig om overvejende sandet moræne. Også arealet ved Ødum er beliggende på moræneaflejringer fra sidste istid. I dette tilfælde drejer det sig om overvejende leret moræne. Arealet ved Jyndevad ligger på smeltevandsaflejringer.

De reserverede arealer repræsenterer følgende forskellige jordtyper:

Foulum - JB-4 - lerblandet sandjord
 Ødum - JB-6 - sandblandet lerjord
 Jydevad - JB-1 - grovkornet sandjord

Arealet ved Foulum er beliggende vest for Foulum by, og arealet ligger i umiddelbar nærhed af Foulumgård. Forsøgsarealet er skitseret i Fig. 1. Mark 1 ligger nord for og mark 2 øst for Foulumgård. I 1986 blev der plantet et enrækket hegn langs den sydlige del af mark 1 og et trerækket hegn i den vestlige side af mark 1. Nord for mark 1 og syd for mark 2 findes et ældre levende hegn.

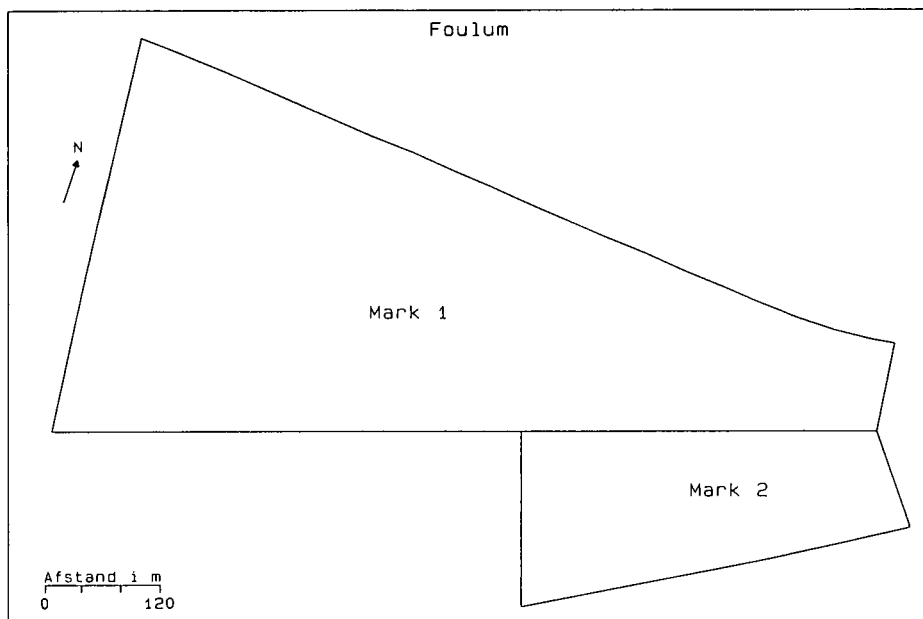


Fig. 1. Forsøgsarealet ved Foulum.

Arealet ved Ødum er beliggende syd for Ødum mellem byen og Ødum Forsøgsstation. Tværs gennem arealet går en asfalteret vej, der opdeler arealet i A-marken mod vest og B-marken mod øst. En skit-

se af arealet er vist i Fig. 2. Vest for A-marken findes et ældre levende hegn. Den nordlige del af A-marken grænser op til nogle haver i Ødum by. Beplantning omkring bygningerne på forsøgsstationen grænser op til en del af forsøgsarealets sydlige ende.

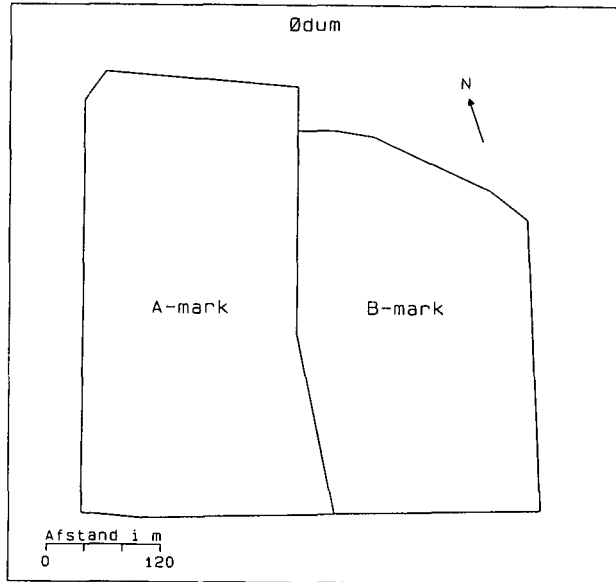


Fig. 2. Forsøgsarealet ved Ødum.

Arealet ved Jydevad ligger vest for St. Jydevad på et areal, der tilhører Jydevad Forsøgsstation. Arealet er beliggende syd for forsøgsstationen, og det består af 3 marker (F, K og L) med længderetning nord-syd. På Fig. 3 er arealet skitseret. Alle 3 marker er omgivet af ældre levende hegn med undtagelse af den nordlige del af F-marken.

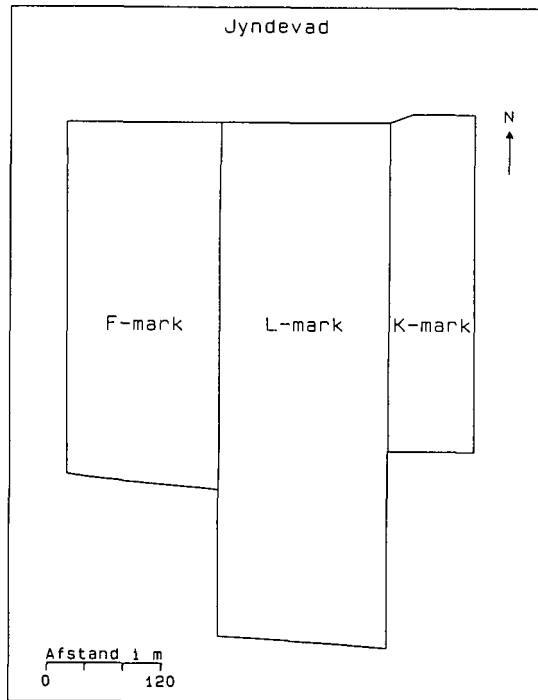


Fig. 3. Forsøgsarealet ved Jydevad.

2.2 Forhistorie

Forsøgsarealet ved Foulum har været statsejet siden 1974. Mark 1 har været ensartet dyrket siden 1974 med undtagelse af 1985, hvor der var havre i den nordlige halvdel og ærter i den sydlige del. Der har været enkelte forsøg i mark 2.

Det samlede areal er på ca. 25 ha, fordelt på ca. 20 ha. til mark 1 og ca. 5 ha. til mark 2. Arealet er ikke drænet. For mange år siden gik en vej gennem arealet, som vist på Fig. 4. Så vidt vides er det over 30 år siden, at den blev nedlagt.

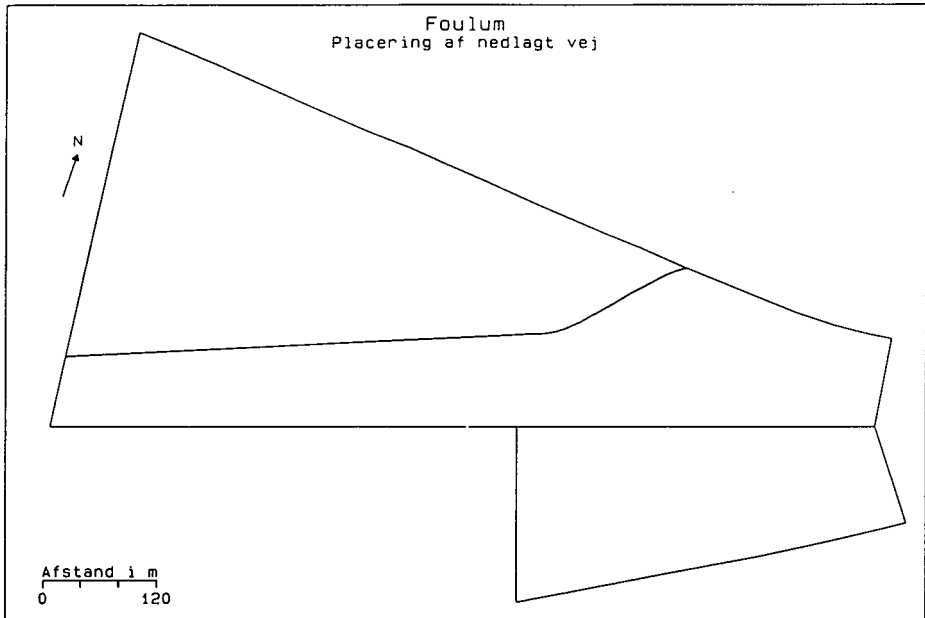


Fig. 4. Placering af nedlagt vej på Foulum-arealet.

Følgende afgrøder har været dyrket på Foulum-arealet de seneste år:

	Mark 1	Mark 2
1978	hvede	rops
1979	byg	hvede
1980	byg	byg
1981	græs	byg
1982	hvede	græs
1983	foderroer	byg
1984	byg	byg-udlæg
1985	havre/ærter	kløvergræs
1986	byg	byg

I foråret 1987 blev systemforskningen igangsat på arealet ved Foulum, og der dyrkes flere forskellige afgrøder på arealet.

Der blev tidligere udført mange forsøg på arealet ved Ødum Forsøgsstation. Startkarakteriseringens undersøgelser omfatter de tidligere marker A1-A10, B1-B4 og B6-B9 (Fig. 5).

Arealet er på ca. 16,5 ha., idet A-marken udgør ca. 9,5 ha. og B-marken ca. 7 ha. Arealet er systematisk drænet. Imellem den nordlige del (A1-A5) og den sydlige del (A6-A10) gik der tidligere en markvej. Også mellem den nordlige del (B1-B4) og sydlige del (B6-B9) af B-marken gik der tidligere en vej.

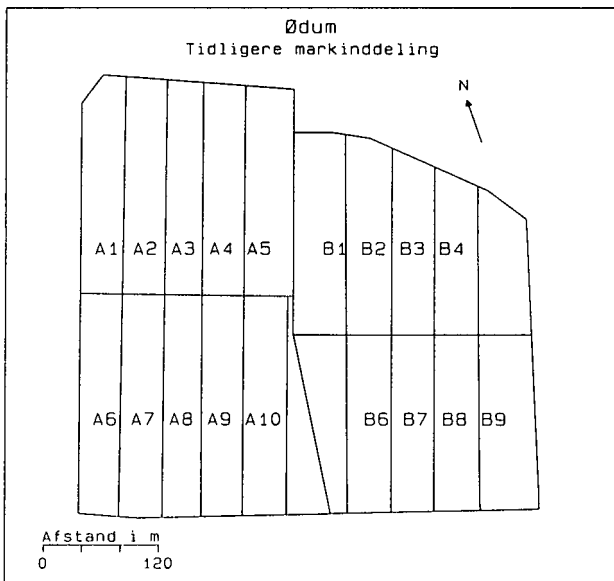


Fig. 5. Tidligere markinddeling af arealet ved Ødum.

I årene 1978-1984 blev følgende dyrket på A-markerne:

	A1	A2	A3
1978	2 års græs	foderafgr.*	byg
1979	byg	byg	byg
1980	græs	byg-udlæg	byg-udlæg
1981	byg	kløvergræs	kløvergræs
1982	raps	byg	byg
1983	hvede	byg	byg
1984	byg	byg	byg
	A4	A5	A6
1978	1 års græs	byg	rug
1979	2 års græs	byg-udlæg	byg-udlæg
1980	byg	1 års græs+kl.græs	kløvergræs
1981	raps	2 års græs+kl.græs	majs vest/byg øst
1982	hvede	byg	majs
1983	byg	raps	majs
1984	byg	byg	byg
	A7	A8	A9
1978	hvede	bederoer	byg-udlæg
1979	byg-udlæg	byg-udlæg	1 års græs+kl.græs
1980	1 års græs	1 års græs	2 års græs+kl.græs
1981	2 års græs	2 års græs	byg
1982	hvede	hvede	byg
1983	byg	byg	byg
1984	byg	byg	byg

* sorter af fodermarvkål og foderraps+solsikke

A10

1978	byg-udlæg
1979	1 års græs
1980	2 års græs
1981	byg
1982	byg
1983	byg
1984	byg

Følgende blev dyrket på B-markerne i årene 1978-1984:

B1

B2

B3

1978	byg	byg	1 års lucerne
1979	byg	bederoer	2 års lucerne
1980	byg	byg+ærter	byg
1981	hvede	hvede	byg
1982	byg-udlæg	byg-udlæg	byg-udlæg
1983	1 græs	1 års græs	1 års græs
1984	2 års græs	2 års græs	byg

B4

B6

B7

1978	1 års kløvergræs	2 års græs	2 års græs
1979	2 års kløvergræs	hvede	hvede
1980	raps	byg	byg
1981	byg	byg-udlæg	byg-udlæg
1982	byg-udlæg	græs	græs
1983	kløvergræs	hvede	byg
1984	byg	byg	byg

	B8	B9 vest	B9 øst
1978	2 års græs	byg+havre+hvede	byg
1979	byg	byg+havre+hvede	grønforderafgr.
1980	hvede	byg+havre+hvede	byg+havre+hvede
1981	byg-udlæg	byg+havre+hvede	byg+havre+hvede
1982	1 års græs	byg+havre+hvede	1 års lucerne
1983	2 års græs	bederoer	2 års lucerne
1984	byg	byg [*]	byg [*]

* sorter af lucerne i den øverste femtedel af B9.

Siden 1984 er markerne blevet behandlet ens med hensyn til jordbehandling, afgrødevalg og gødskning. De eneste forsøg, der er blevet foretaget siden 1984, er sprøjteforsøg udført af Planteværnscentret. I 1987 blev arealet ved Ødum gødet med ca. 1/2 gange normal mængde kvælstofgødning af hensyn til en prøvehøstning dette år.

De sidste 3 år er følgende blevet dyrket på Ødum-arealet:

	A-mark	B-mark
1985	byg	byg
1986	hvede	byg
1987	byg	byg

Arealet ved Jyndevad består af de tidligere F- og K-marker, hvor der har været udført flere forsøg. En skitse af arealet et vist i Fig. 6. Det midterste areal (L-mark) er nyindkøbt sidst i 1986. L-markens forhistorie er kun kendt fra 1983 og frem. Den forrige

ejer havde husdyrbrug, og L-marken er derfor tidligere blevet tilført husdyrgødning.

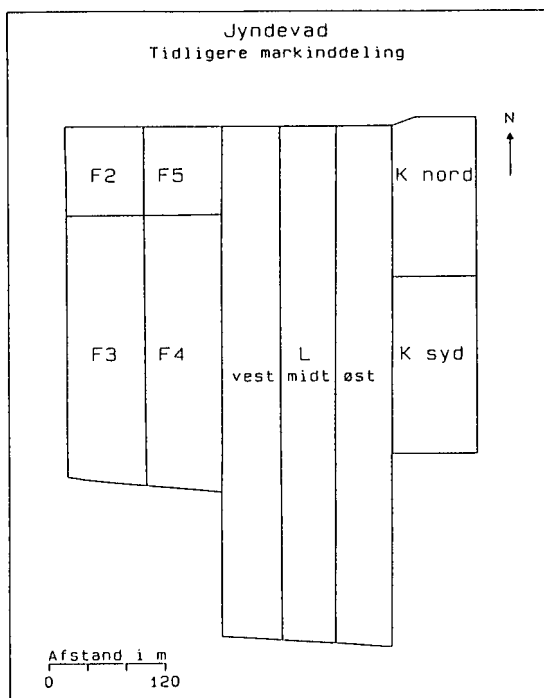


Fig. 6. Tidligere markinddeling af arealet ved Jydevad.

Hele forsøgsarealet blev dyrket med samme afgrøde i 1987, hvor der blev sået byg i det meste af arealet. Der var dog enkelte forsøg, der først afsluttedes i 1987, så i disse områder var der andre afgrøder.

Arealet er på ca. 18 ha. fordelt på ca. 6 ha. til F-marken, ca. 3 ha. til K-marken og ca. 9 ha. til L-marken. Arealet kan vandes.

I de sidste år er der blevet dyrket følgende på markerne:

	K nord	K syd	F-2	F-3 vest	F-3 øst
1978	4 års græs	4 års græs	byg	kartofler	kartofler
1979	5 års græs	5 års græs	kartofler	byg-udlæg	byg-udlæg
1980	byg	byg	byg-udlæg	1 års græs	1 års græs
1981	kartofler	kartofler	1 års græs	2 års græs	2 års græs
1982	byg	byg	2 års græs	byg	byg
1983	byg	byg	byg	kartofler	kartofler
1984	byg-udlæg	byg-udlæg	kartofler	byg-udlæg	byg
1985	1 års græs	1 års græs	majs	1 års græs	byg-udlæg
1986	2 års græs	byg	byg-græs	byg	1 års græs
1987	3 års græs	byg	byg	byg	2 års græs
	F-4	F-5	L øst	L midt	L vest
1978	1 års græs	2 års græs	-	-	-
1979	2 års græs	byg	-	-	-
1980	byg	kartofler	-	-	-
1981	kartofler	byg-udlæg	-	-	-
1982	byg-udlæg	1 års græs	-	-	-
1983	1 års græs	2 års græs	rug	roer	byg-udlæg
1984	2 års græs	byg	roer	byg-udlæg	1 års græs
1985	byg	majs	byg-udlæg	1 års græs	2 års græs
1986	majs	kartofler	1 års græs	2 års græs	vi-byg
1987	byg	byg	byg	rug*	byg

* ompløjet foråret 1987, derefter byg.

2.3 Klimaforhold

Der er ved alle tre arealer opstillet klimastationer. Tabel 1 viser normaltemperaturen og tabel 2 normalnedbøren ved de 3 arealer (Olesen, 1988). Klimaregistreringerne ved Foulum startede dog først i 1985. Det har derfor været nødvendigt at benytte normalværdier fra en nærliggende klimastation. Normaltemperatu-

terne ved Foulum og Ødum er stort set ens. Dog er der lidt koldere i vinter- og forårs månederne ved Ødum. Ved Jynde vad, der ligger sydligere end de to andre arealer, er årstemperaturen lidt højere, især som følge af højere temperaturer forår og efterår.

Tabel 1. Normaltemperatur, ° C (1931-60) ved Foulum, Ødum og Jynde vad.

	Foulum*	Ødum	Jynde vad
Januar	-0.3	-0.5	-0.1
Februar	-0.5	-0.8	-0.1
Marts	1.5	1.3	2.1
April	6.1	5.8	6.4
Maj	11.3	11.0	11.2
Juni	14.6	14.4	14.5
Juli	16.6	16.4	16.4
August	15.9	15.9	16.2
September	12.5	12.5	13.0
Oktober	8.2	8.3	8.5
November	4.6	4.5	4.8
December	2.0	1.9	2.0
Hele året	7.7	7.6	7.9

* fra Ålestrup

Den årlige normalnedbør er mindre ved Ødum end ved Foulum og Jynde vad. Især i den sidste halvdel af året falder der mindre nedbør ved Ødum i forhold til de to øvrige arealer. Arealet ved Jynde vad får mest nedbør på årsbasis. Især er der overvægt af nedbør i forhold til de to øvrige arealer i maj, august og oktober.

Tabel 2. Normalnedbør, mm (1931-60) ved Foulum, Ødum og Jynde vad

	Foulum [*]	Ødum ^{**}	Jynde vad ^{***}
Januar	65	54	58
Februar	40	41	43
Marts	34	36	39
April	40	40	45
Maj	34	35	46
Juni	51	49	45
Juli	81	75	84
August	85	82	96
September	78	72	77
Oktober	73	67	80
November	67	60	66
December	59	51	59
Hele året	707	662	738

* fra Ålestrup

** fra Norringure

*** fra Bajstrup

3. MÅLEPROGRAM

3.1 Analyser

De tre arealers jordbundsforhold blev grundigt undersøgt, idet der blev foretaget kemiske og fysiske analyser, profilundersøgelser, mikrobiologiske analyser (herunder mykorrhiza-analyser) samt analyser for regnorme og jordboende skadedyr af jorden.

Jordprøverne blev udtaget i 3 dybder: i pløjelaget fra 0-20 cm og i to dybder i undergrunden henholdsvis 30-40 cm og 60-70 cm.

Der blev foretaget prøvehøstninger ved Foulum og Ødum i august/september 1986 og i september 1987 ved Ødum og Jynde vad. Den 30. juli 1986 blev arealerne ved Ødum og Foulum flyfotograferet med infrarød film, og igen den 11. august 1987 blev arealet ved Ødum og arealet ved Jynde vad fotograferet fra fly. Desuden blev der foretaget et nivellement af de 3 arealer.

3.2 Tidspunkt for prøveudtagning

Langt de fleste undersøgelser på arealerne ved Ødum og Foulum foretog i efteråret 1986, mens hovedparten af undersøgelserne ved Jynde vad blev foretaget i efteråret 1987.

Regnormeundersøgelserne blev foretaget både forår og efterår. Ved Foulum og Ødum blev prøverne udtaget den 13. oktober 1986 og 19. maj 1987, mens prøverne ved Jynde vad blev udtaget den 27. maj og den 13. oktober 1987.

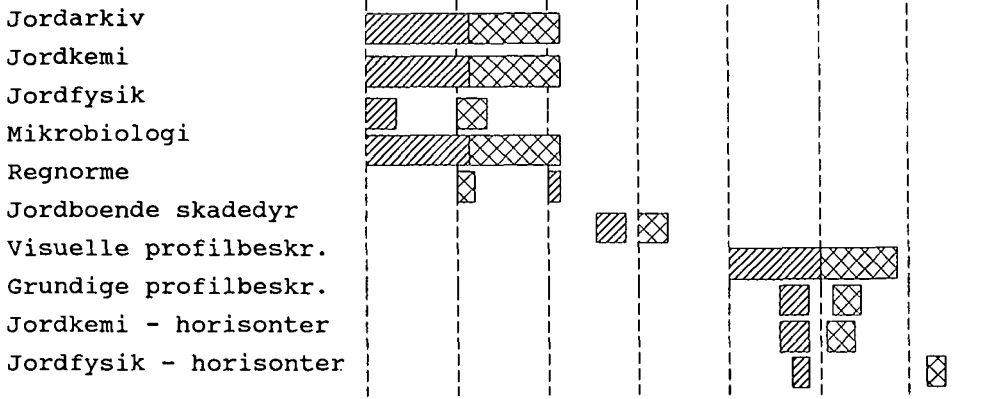
I efteråret 1986 blev der ikke udtaget jordprøver i en lavning på mark 1 og i den vestlige del af mark 2 ved Foulum, da disse områder ikke indgik i planerne for systemforskningen i første omgang. Der blev derfor først udtaget jordprøver og foretaget profilbeskrivelser disse steder i foråret 1987.

Jordprøver fra to netpunkter i K-marken på Jynde vad-arealet blev først udtaget i november 1987, da der her var forsøg, der ikke var afsluttet på det tidspunkt, hvor de øvrige prøver blev udtaget.

Tidspunkterne for jordprøveudtagningen til de enkelte analyser er angivet nedenfor for 1986 og 1987:

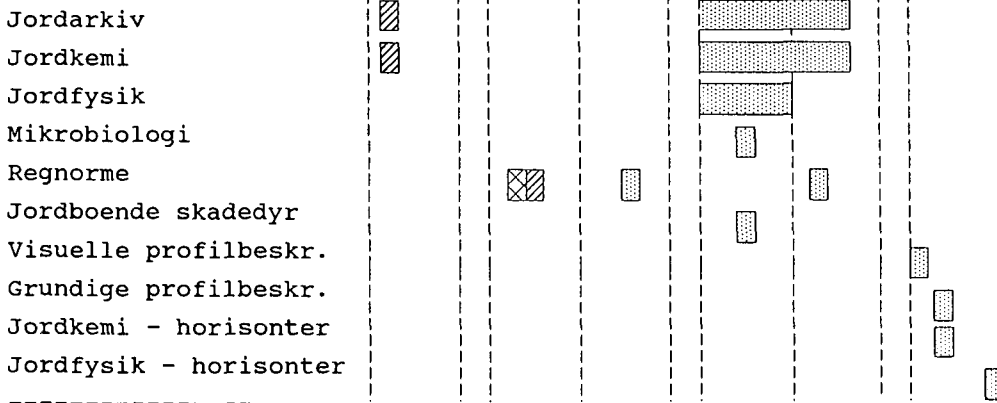
År 1986

Uge 40 41 42 43 44 45 46



År 1987

Uge 17 .. 21 22 .. 41 42 .. 44



Ødum 

Foulum 

Jydevad 

3.3 Klimaforhold omkring prøveudtagningstidspunkterne

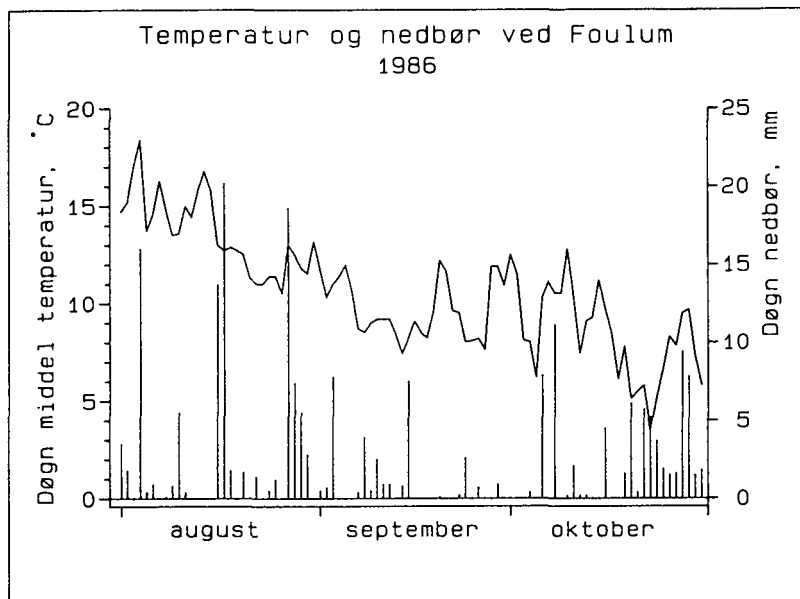


Fig. 7. Temperatur og nedbør ved Foulum i sensommeren og efteråret 1986.

Fig. 7, 8 og 9 viser temperatur og nedbør ved Foulum, Ødum og Jyndevad omkring høst- og prøveudtagningstidspunkterne. Forud for høsten i 1986 havde der været en tør og ret varm sommer. I 1987 blev afgrøderne udsat for en usædvanlig våd og kølig sommer. I efteråret 1986, hvor jordprøveudtagning fandt sted ved Foulum og Ødum, var der ret tørt og varmt, mens der i efteråret 1987, hvor prøveudtagning ved Jyndevad fandt sted, var ret regnfuldt og koldt. Enkelte jordprøver fra Ødum og en del fra Jyndevad blev udtaget i regnvejr, mens alle prøverne fra Foulum blev udtaget i tørt vejr.

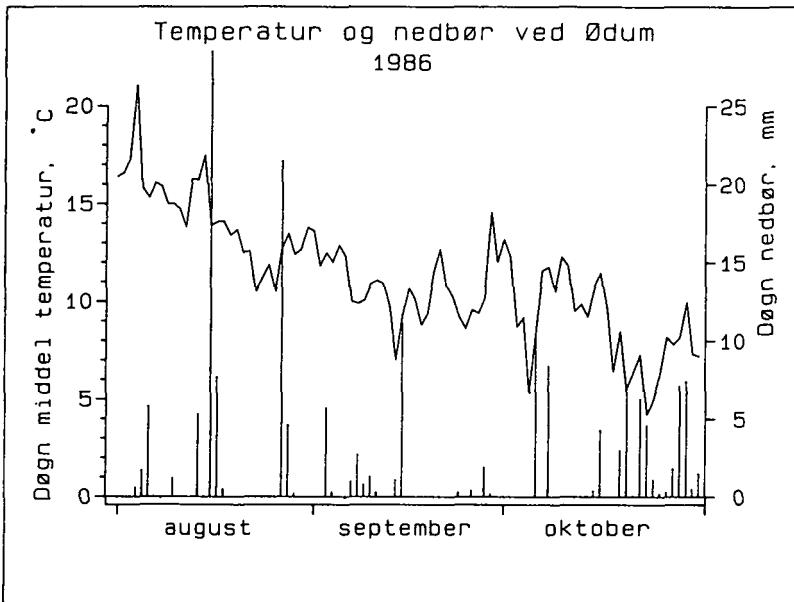


Fig. 8. Temperatur og nedbør ved Ødum i sensommeren og efteråret 1986.

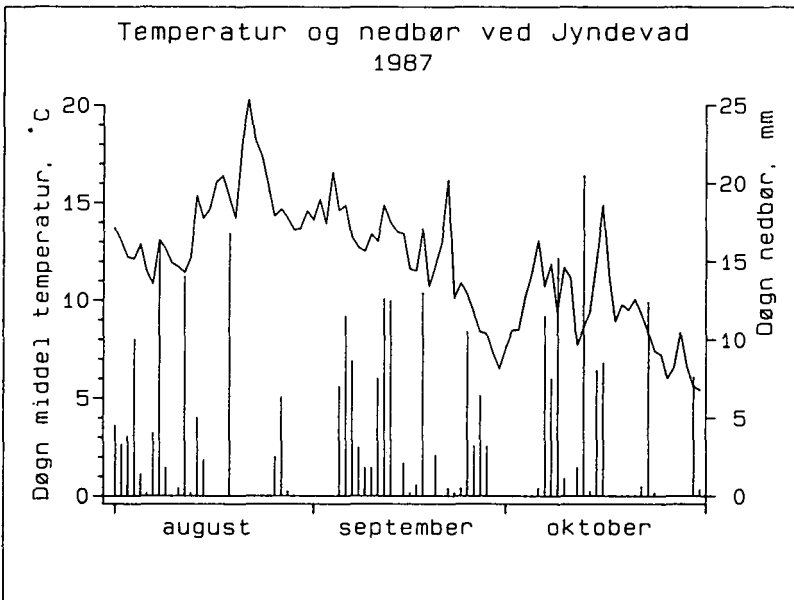


Fig. 9. Temperatur og nedbør ved Jyndeved i sensommeren og efteråret 1987.

4. MÅLENET OG PRØVEUDTAGNING

4.1 Kvadratnet

Prøveudtagningen på de 3 forsøgsarealer blev planlagt ud fra et 40 x 40 m kvadratnet. Ved nettets placering blev der taget hensyn til, at jordprøveudtagning ikke måtte ramme gamle markskel etc.

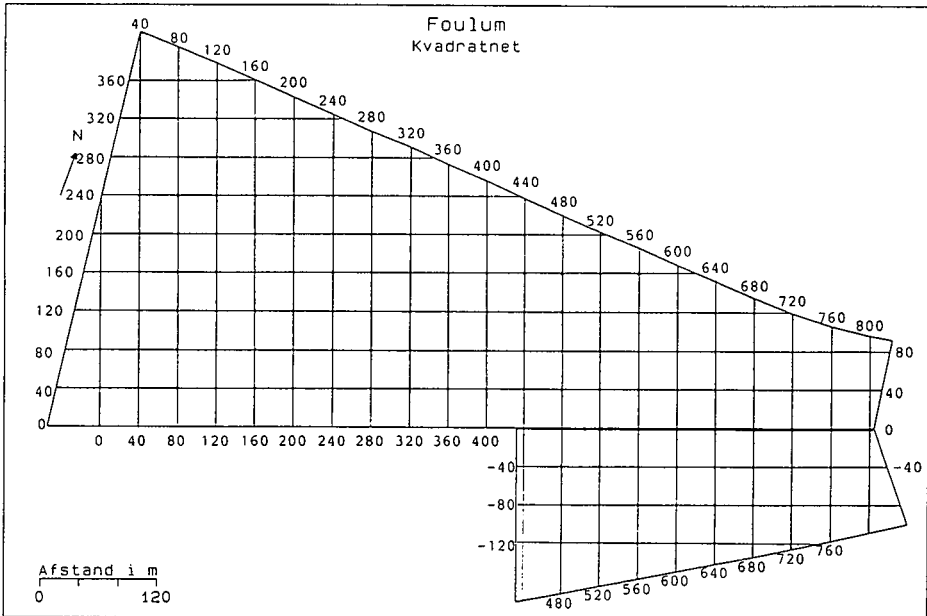


Fig. 10. Kvadratnettet på arealet ved Foulum.

Nettet betragtes som et koordinatsystem og skæringspunkterne (kaldet netpunkter) identificeres med 2 tal (x, y) svarende til beliggenheden (regnet i meter) i forhold til x- og y-akserne. Til brug for afsætningen af netpunkterne i terrænet blev der nedgravede jernrør, hvor nettets linier skærer levende hegn og vejsider. Jernrørene har koordinatnummer indgraveret, og de blev i de fleste tilfælde placeret, så der ikke var risiko for påkørsel med

redskaber. Den nøjagtige placering af hvert jernrør i forhold til kvadratnettet blev opmålt af Hedeselskabet (Fig. A1, Fig. A2, Fig. A3). Enkelte af pælene i de viste punkter var udsat for påkørsler og findes ikke længere i marken.

Kvadratnettet på arealet ved Foulum er placeret som vist i Fig. 10. Linien $y = 0$ i koordinatsystemet løber i et nyplantet enrækket hegn, der løber umiddelbart nord for bygningerne på Foulumgård. Endvidere skæres netpunktet (240, 0) af en sigtelinie, der løber langs østsiden af kontorbygningen på Foulumgård. Jernrørene på linien $y = 0$ er placeret midt i hegnet således, at man kan orientere sig efter dem på begge sider af hegnet.

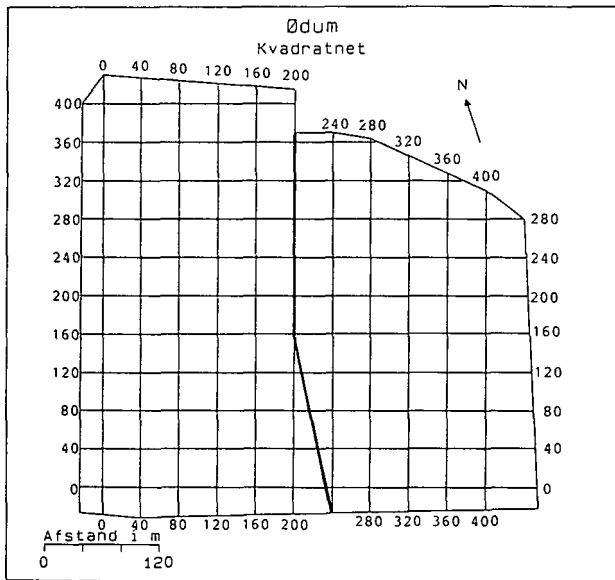


Fig. 11. Kvadratnettet på arealet ved Ødum.

Kvadratnettet på Ødum-arealet er placeret, som vist på Fig. 11. Linien $x = 200$ løber langs den højre side af den nordlige del af vejen, der løber fra Ødum til Ødum Forsøgsstation. Ved afmærkningen af punkterne i vejen er benyttet søm. Endvidere følger linien for $y = 200$ en tidligere markvej. Derved kommer linien for $y = 160$ også til at følge en tidligere markvej.

Kvadratnettet på arealet ved Jydevad er placeret som vist på Fig. 12. Nettet blev søgt placeret, så der ikke skete sammenfald mellem gamle markskel og netpunkter. Linien $x = 160$ løber ca. 3 meter fra midten af det levende hegn mellem F- og L-marken i nord-syd retning.

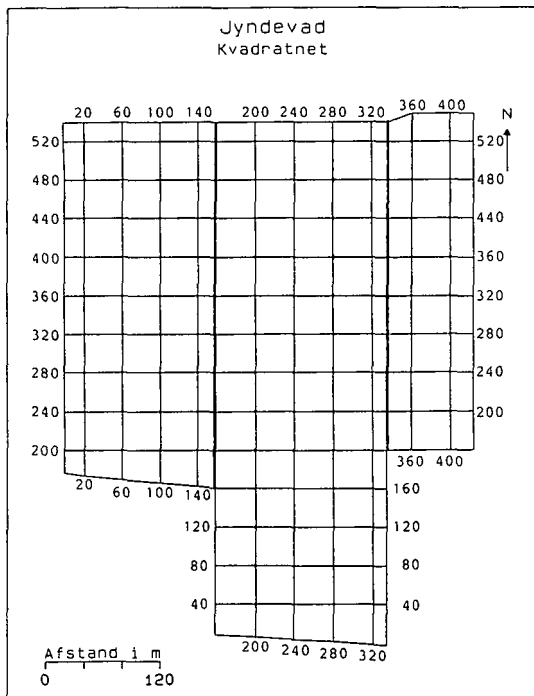


Fig. 12. Kvadratnettet på arealet ved Jydevad.

4.2 Måleintensitet

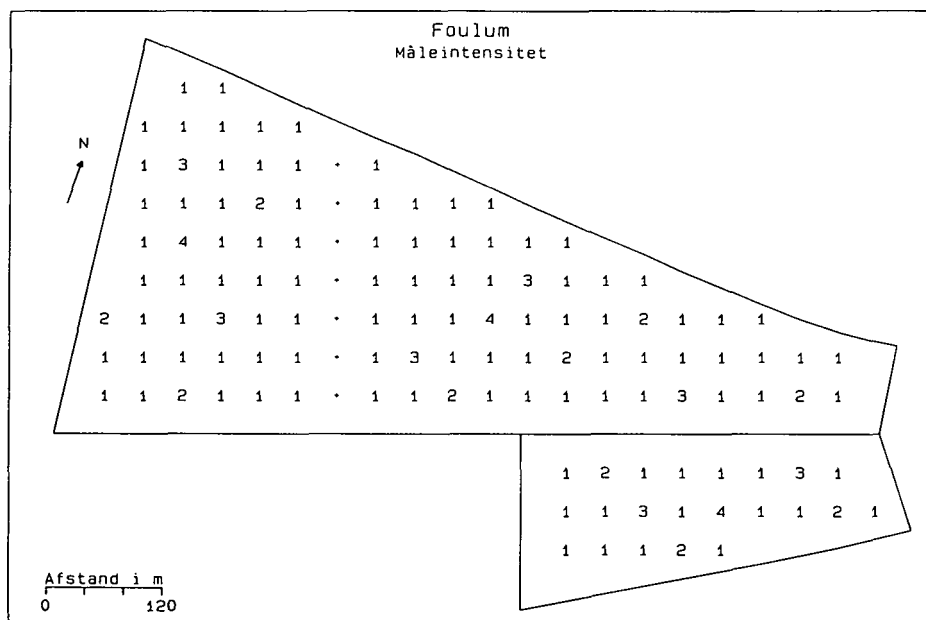


Fig. 13. Placering af I_1 -, I_2 -, I_3 - og I_4 -netpunkter på Foulum-arealet.

Analysen blev foretaget omkring netpunkterne. Måleintensiteten i netpunkterne blev inddelt i 4 niveauer I_1 , I_2 , I_3 og I_4 efter stigende intensitet, d.v.s. at der blev foretaget færrest analyser ved I_1 -netpunkterne, mens alle udvalgte analyser blev foretaget ved I_4 -netpunkterne. Ved fastlæggelsen af måleintensiteten blev der taget hensyn til omkostningerne ved analyserne. Forholdsvis billige analyser blev således udført i flere punkter end de dyre analyser. I_2 -, I_3 - og I_4 -netpunkterne blev placeret jævnt over arealet, så de repræsenterer så store dele af arealet som muligt. Desuden blev der taget hensyn til, at punkterne ikke kom til at ligge tæt på periferien af arealet.

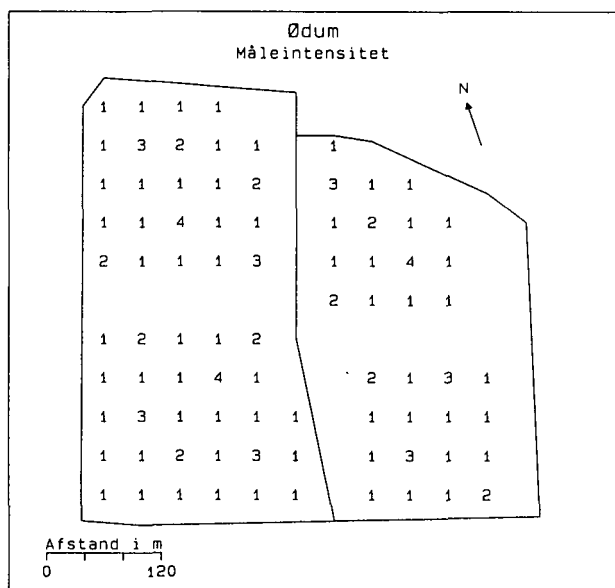


Fig. 14. Placering af I_1 -, I_2 -, I_3 - og I_4 -netpunkter på arealet ved Ødum.

Placeringen af I_1 , I_2 , I_3 og I_4 -netpunkterne på arealet ved Foulum er vist i Fig. 13, ved Ødum i Fig. 14 og ved Jydevad i Fig. 15. Ved de punkter på arealet ved Foulum, der ikke er nummereret, blev der kun foretaget prøvehøst, da der var planlagt et levende hegn i denne række. Ved placeringen af intensitetspunkterne på Jydevad-arealet blev der taget udgangspunkt i en foreløbig markinddeling som vist i Fig. 16. Dette var ikke tilfældet ved Foulum og Ødum. Hver mark på Jydevad-arealet kommer således til at indeholde mindst eet I_3 -, eet I_4 -netpunkt eller 2 I_2 -netpunkter.

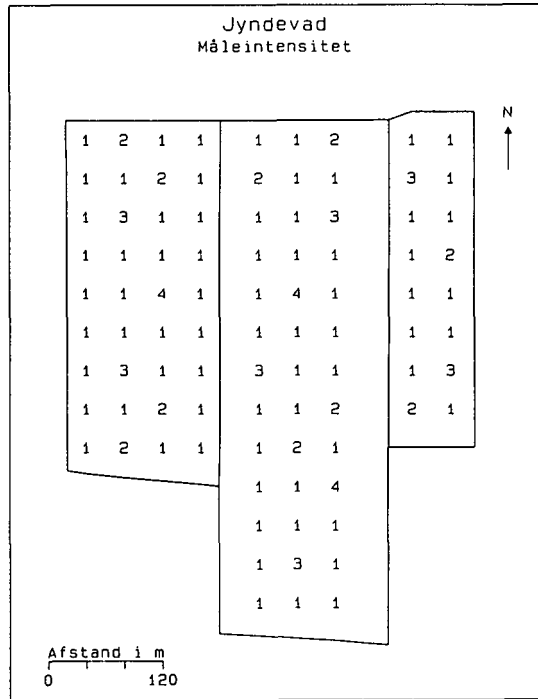


Fig. 15. Placering af I_1 -, I_2 -, I_3 - og I_4 -netpunkter på arealet ved Jydevad.

Fordelingen af de forskellige intensitetspunkter er som følger:

	Foulumgård	Ødum	Jydevad
I_1	103	64	71
I_2	10	10	10
I_3	7	7	7
I_4	3	3	3
I alt	123	84	91

I appendix A3 er måleprogrammet samt fordelingen af analyserne på dybde og intensitetspunkter vist. De ekstra jordprøver, der blev udtaget ved Foulum i foråret 1987, blev analyseret svarende til I_1 -netpunkter. Ved Jydevad blev der kun målt Jenkinsons biomas-seindex i de 3 I_4 -netpunkter, og der blev ikke målt denitrificerende bakterier.

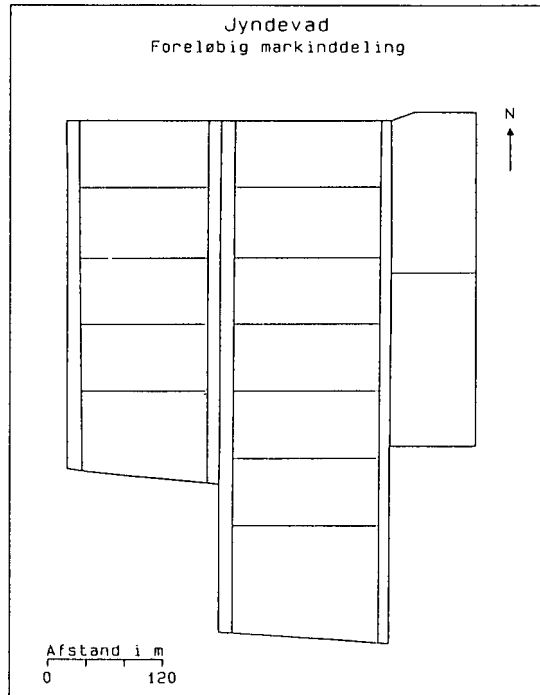


Fig. 16. Foreløbig markinddeling af arealet ved Jydevad.

4.3 Udtagning af jordprøver

4.3.1 Prøveudtagning omkring et netpunkt

Placering af prøveflader og prøveudtagningspunkter omkring et netpunkt fremgår af Fig. 17. Der blev udmålt 3 cirkler i jorden

omkring et netpunkt med radius på henholdsvis 1, 2, 3 m. Når man følger linierne i kvadrattet dannes et kors i hvert netpunkt. Hvor dette kors skærer de 3 cirkler blev stikkene udtaget til jordprøver. Der blev således i alt 12 skæringspunkter.

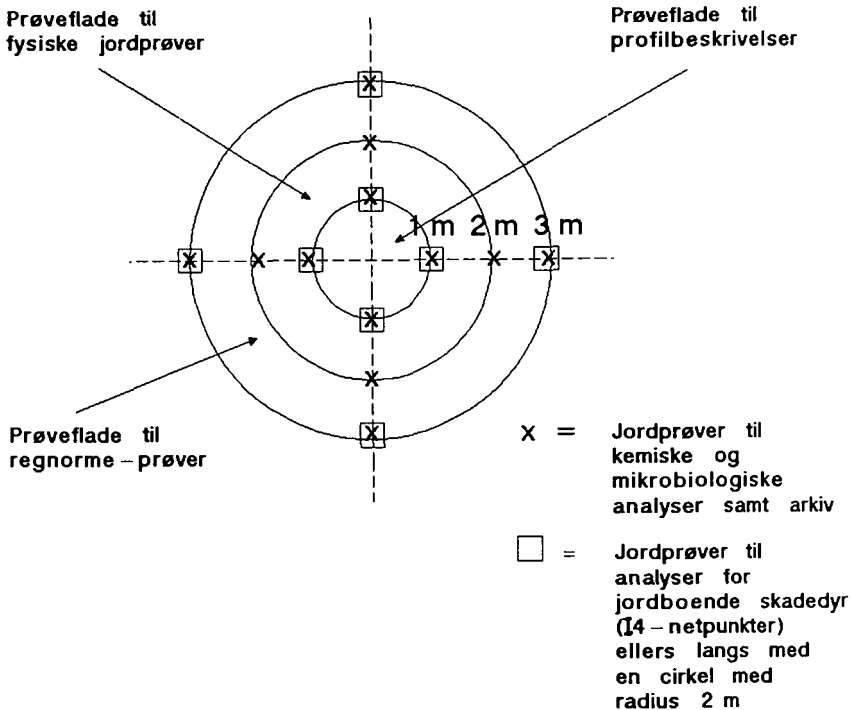


Fig. 17. Prøveflader og prøveudtagningspunkter omkring et netpunkt.

Jordprøverne til analyser for kemi og mikrobiologi og til arkiv bestod af en sammenblanding af 12 stik udtaget i de 12 skæringspunkter mellem cirkler og kors. Der blev benyttet prøveflader til udtagning af prøver til fysiske analyser og regnorme-analyser samt til den grundige profilbeskrivelse.

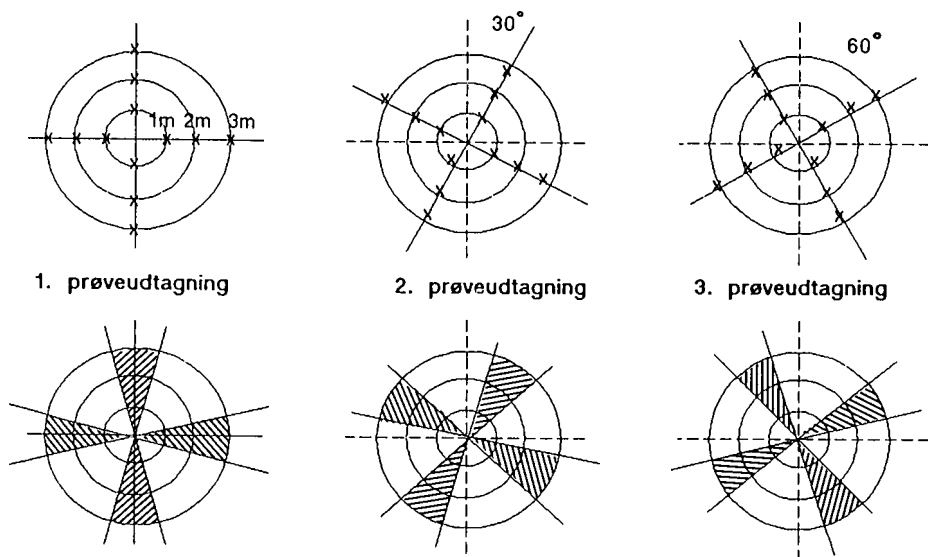


Fig. 18. Rotation af prøveudtagningspunkter og prøveflader.

Arealet inden for den inderste cirkel med radius 1 m blev brugt til profilbeskrivelse. Prøvefladen mellem cirklerne med radius på 1 og 2 m blev benyttet til udtagning af fysiske jordprøver, mens jordprøverne til regnorme-analyser blev udtaget i prøvefladen mellem cirklerne med radius 2 og 3 m.

Jordprøverne til fysiske analyser blev udtaget i en flade, som vist i Fig. 17 - ved Foulum syd for netpunktets centrum, ved Ødum vest for punktets centrum og ved Jyndeved nord for punktets centrum. Cirkeludsnittet udgjorde ca. 25° på hver side af korset.

Ved eventuelle efterfølgende prøveudtagninger kan de jordfysiske prøver udtages i en flade, der hver gang flyttes 60° .

Prøverne til regnorme blev udtaget i 2 flader, der var afgrænset af et cirkeludsnit på 15° på hver side af korset. Den anden prøveudtagning blev foretaget ved at dreje korset 30° , som vist i Fig. 18.

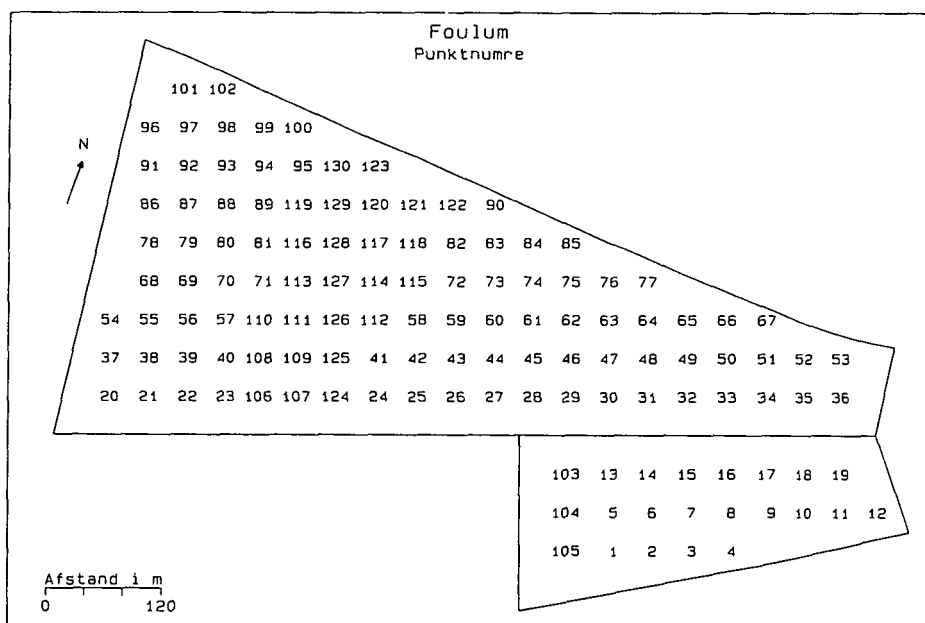


Fig. 19. Nummerering af netpunkter ved Foulum.

Ved prøveudtagningen blev benyttet en fortløbende nummerering af netpunkterne fra 1-130 ved Foulum (Fig. 19), fra 200-288 ved Ødum (Fig. 20) og fra 300-391 ved Jyndeved (Fig. 21).

De ekstra prøver, der først blev udtaget i foråret 1987 på Foulum-arealet har numre større end 102. Ved netpunkterne nr. 124-130 blev der kun nivelleret og prøvehøstet. De to netpunkter på Jydevad-arealet, der først blev undersøgt i november, har numrene 381 og 385.

I et I_3 -netpunkt pr. areal blev de 12 stik holdt adskilt for at få et indtryk af mikrovariationen. Det drejede sig om punkt nr. 57 på Foulum-arealet, punkt nr. 215 på Ødum-arealet og punkt nr. 343 på Jydevad-arealet.

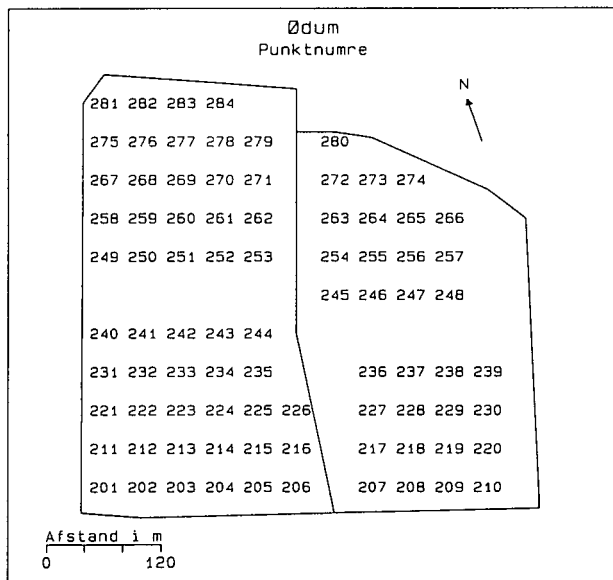


Fig. 20. Nummerering af netpunkter ved Ødum.

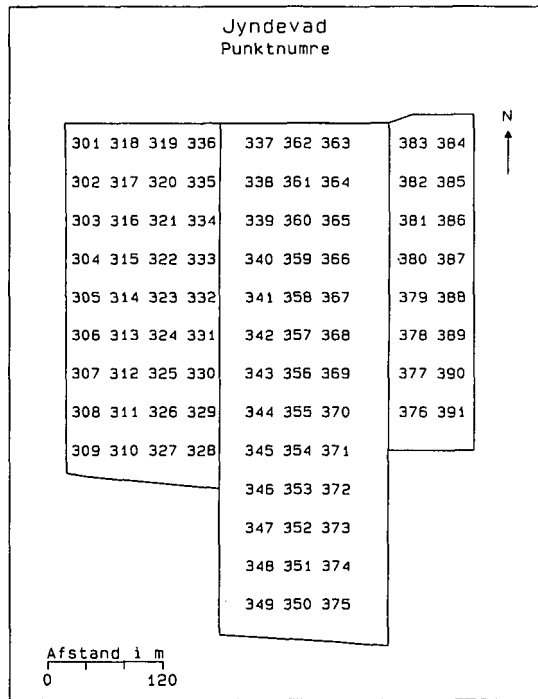


Fig. 21. Nummerering af netpunkter ved Jynde vad.

4.3.2 Prøver til arkiv og humus/kemiske analyser

Jordprøver til arkiv og kemiske analyser blev udtaget i pløjelaget i alle netpunkter. I I_2 , I_3 og I_4 -netpunkterne blev der også udtaget jordprøver i undergrunden. Prøverne bestod af en blanding af 12 stik udtaget efter den tidligere omtalte metode. I et enkelt I_3 -netpunkt på hvert areal blev de 12 stik holdt adskilt både i pløjelag og undergrund. Enkeltstikkene i pløjelaget blev analyseret, mens enkeltstikkene i undergrunden blev gemt i arkiv.

Jordprøverne, der gik i dybden, blev alle udtaget med cylinderbor (diameter 5.5 cm), mens jordprøver, der kun blev udtaget i pløjelaget, blev udtaget med enten cylinderbor (diameter 5.5 cm), eller hollandsk bor (EDELMAN, diameter 4 eller 7 cm).

Jordprøverne blev efter prøveudtagningen bredt ud på plastikunderlag til lufttørring. Når prøverne var tørre, blev jordklumper knust med en kagerulle. Prøverne blev grundigt blandet inden prøveudtagning til analyser for humus og kemiske analyser. Fordelingen af de enkelte analyser på dybde og intensitetspunkter er vist i appendix A3.

Jordprøverne til arkiv blev sigtet gennem en 2 mm sigte og opbevares i lukkede plastspande. Jordprøverne fra Foulum og Ødum findes på Ødum Forsøgsstation, og jordarkivet over prøverne fra Jynde vad findes på Højer Forsøgsstation.

4.3.3 Nummerering af jordprøver i arkiv

En jordprøve i arkivet er mærket med udtagningsdato og et jordprøvenummer. En jordprøves nummer består forrest af et bogstav, der angiver forsøgsarealet:

Ø = Ødum-arealet

F = Foulumgård-arealet

J = Jynde vad-arealet

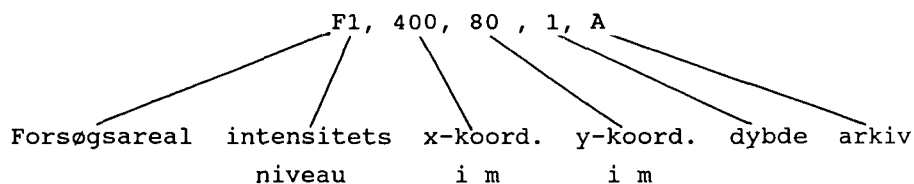
Efter bogstavet følger et tal 1, 2, 3, 4, der angiver netpunktets intensitetsniveau I_1 , I_2 , I_3 , I_4 .

Derefter følger punktets koordinater angivet i meter. Efter netpunktets koordinatsæt følger et tal 1, 2, 3 der angiver, hvilket lag jordprøven blev udtaget i:

- 1 = pløjelag 0-20 cm
 2 = undergrund 30-40 cm
 3 = undergrund 60-70 cm

Til slut følger bogstavet A, der står for arkiv.

Eksempel:



Enkeltstikkene fra undergrunden i dybden 30-40 cm har følgende nummerering:

	Foulum	Ødum	Jynde vad

1	F3,161,40,2,A	Ø3,121,120,2,A	J3,201,280,2,A
2	F3,162,40,2,A	Ø3,122,120,2,A	J3,202,280,2,A
3	F3,163,40,2,A	Ø3,123,120,2,A	J3,203,280,2,A
4	F3,160,39,2,A	Ø3,120,119,2,A	J3,200,279,2,A
5	F3,160,38,2,A	Ø3,120,118,2,A	J3,200,278,2,A
6	F3,160,37,2,A	Ø3,120,117,2,A	J3,200,277,2,A
7	F3,159,40,2,A	Ø3,119,120,2,A	J3,199,280,2,A
8	F3,158,40,2,A	Ø3,118,120,2,A	J3,198,280,2,A
9	F3,157,40,2,A	Ø3,117,120,2,A	J3,197,280,2,A
10	F3,160,41,2,A	Ø3,120,121,2,A	J3,200,281,2,A
11	F3,160,42,2,A	Ø3,120,122,2,A	J3,200,282,2,A
12	F3,160,43,2,A	Ø3,120,123,2,A	J3,200,283,2,A

Enkeltstikkene fra undergrunden i 60-70 cm's dybde har samme nummerering, som vist ovenfor men med 3 i stedet for 2 i dybdesøjlen. Koordinaterne viser placeringen omkring netpunktet.

4.3.4 Prøver til fysiske analyser

Nogle fysiske analyser blev gennemført på løs jord nemlig tekstur, reel massefylde og konsistens. Til disse blev benyttet jord fra de samme prøver som til arkiv.

En række parametre blev bestemt på 100 cm³ prøver, der blev udtaget i naturlig lejring på følgende måde: jordlaget over den aktuelle prøveudtagningsdybde blev fjernet i en flade, hvis størrelse var afhængig af antallet af prøver, der skulle udtages (0,5 - 1 m²). Messingringe med højden 34,2 mm og en indre diameter på 61,0 mm blev nedhamret i det således frilagte jordlag ved hjælp af en specialkonstrueret flange. Prøverne blev frigjort fra den omgivende jord ved nænsom gravning med planteskovl og overflødig jord blev afskåret i begge ringens endeflader med en skarp kniv. Under transport og opbevaring blev prøverne beskyttet mod udtørring og mekanisk forstyrrelse ved hjælp af plastlåg. I tidsrummet mellem udtagning og analyse skete opbevaring ved 5°C i køleskab.

De fysiske analyser i relation til måleintensitetsniveau og dybder er vist i appendix A3.

4.3.5 Prøver til mikrobiologiske analyser

Udtagning af jordprøver til analyser for mikrobiologi (herunder mykorrhiza) foregik, som beskrevet under punkt 4.3.1. Dog blev prøverne ikke tørret, men blev i stedet opbevaret i køleskab ved 5°C, indtil analyseringen foregik. Mykorrhiza-prøver blev kun udtaget i pløjelaget i I₃- og I₄-netpunkter. De øvrige mikrobiologi-prøver blev udtaget i pløjelaget i I₂-, I₃- og I₄-netpunkter

og også i undergrunden i I_4 -netpunkter. De enkelte analysers fordeling på dybder samt intensitetspunkter er vist i appendix A3.

4.3.6 Prøver til fauna analyser

Der blev udtaget jordprøver til analyser for regnorme og jordboende skadedyr.

Regnorme

Jordprøver til regnorme-analyser blev udtaget i I_2 -, I_3 - og I_4 -netpunkter. Prøverne blev udtaget fra 2 flader á 25 x 25 cm omkring et netpunkt ned til en dybde på 25 cm. Regnorme-prøverne blev udtaget med spade og blev i lukkede spande bragt til laboratoriet. Prøveudtagningen blev suppleret med en standard formalinuddrivning i bunden af de gravede huller.

Jordboende skadedyr og collemboler

I alle I_1 -, I_2 - og I_3 -netpunkter blev der udtaget 30 jordprøver i pløjelaget med jordbor (diameter=2 cm) langs med en cirkel med radius 2 m. Prøverne blev blandet godt og fordelt i to poser.

I I_4 -netpunkter blev der udtaget prøver med jordbor (diameter=5 cm) i skæringspunkter mellem kors og cirkler med radius 1 m og 3 m efter samme system, som tidligere beskrevet. Ved hvert skæringspunkt blev der udtaget to jordprøver. Prøverne blev udtaget i dybden 0-10 cm og 10-20 cm. Prøverne blev holdt adskilt.

4.3.7 Profilundersøgelser

Der blev foretaget to typer af profilundersøgelser, detaljerede og visuelle. De detaljerede profilundersøgelser blev foretaget i I_4 -punkterne, mens de visuelle profilundersøgelser blev foretaget i alle de øvrige punkter.

Ved de detaljerede profilundersøgelser blev der gravet et hul på ca. 1 x 2 m og ca. 1,5 m dybt.

De visuelle profilbeskrivelser blev foretaget ud fra opborede jordprøver til 1 meters dybde. Ved Foulumgård blev borerne foretaget ca. 1 m øst-sydøst for selve netpunkterne. Ved Ødum blev de foretaget ca. 1 m nord for netpunkterne. Endelig blev borerne foretaget 1/2 m syd for netpunkterne ved Jyndevad. Der blev brugt et halvcylinderbor, som blev banket ned. Borets diameter var 3 cm.

4.3.8 Forstyrrelser i undergrunden omkring netpunkter

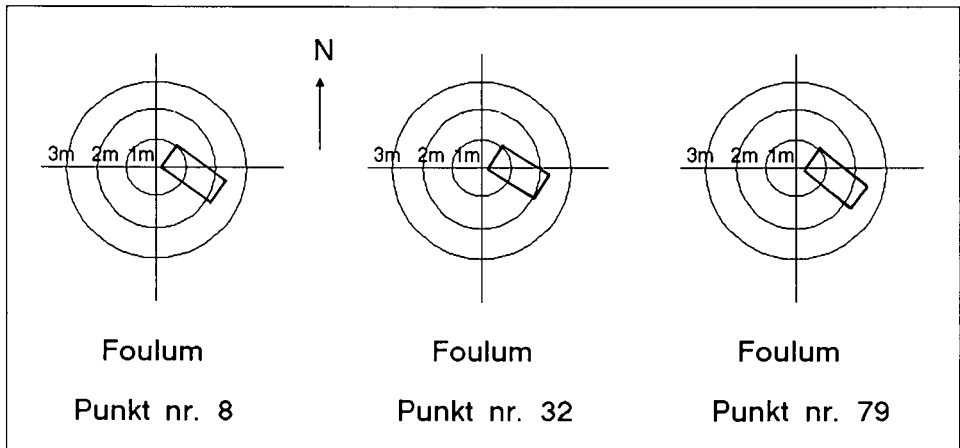


Fig 22. Profilhullernes placering i forhold til netpunkterne ved Foulum.

Ved en fejltagelse blev gravningen af profilerne på Foulumgård ikke helt holdt inden for det område, der på forhånd var afsat til dette formål (Fig. 17). I Fig. 22 er hullernes placering i forhold til de pågældende netpunkter skitseret.

Ved Foulum og Ødum blev der desuden ved en anden lejlighed gravet i underjorden ved en fejltagelse. Hullet ved Foulum blev gravet 2,75 m øst for punkt nr. 8, og hullet ved Ødum blev gravet 2,15 m syd for punkt nr. 260.

5. METODER

5.1 Nivellement

Nivelleringen blev relateret til D.N.N. (dansk normal nul, system G.M.) ud fra fixpunkter på henholdsvis Foulum Menighedshus (Punkt nr. 77-11-9013), Ødum kirke (Punkt nr. 91-12-9007) og en ejendom i Ll. Jynde vad (Punkt nr. 150-01-9129). Koter blev målt i alle kvadratnettets punkter samt ved pælene i periferien af arealerne. Hvor der blev fundet tydelige lavninger og høje, der ikke ville fremkomme i kvadratnettet, blev der foretaget målinger mellem netpunkterne.

Solstråling

Variationen i solstråling på arealerne blev beregnet ud fra jordoverfladens hældningsvinkel i forhold til vandret og den geografiske orientering af denne hældning. Solstrålingen er kun beregnet på døgnbasis - den daglige variation er ikke medtaget i resultaterne.

Strålingssituationen på arealerne blev beregnet ved hjælp af et topografisk kort (fra nivelleringen) for fem tidspunkter i løbet af vækstsæsonen: 1. april, 1. maj, 21 juni, 12. august og 12. september.

Strålingsforholdene ændres kun meget lidt fra begyndelsen af juni til midt i juli. For denne periode kan resultatet for 21. juni anvendes. For øvrige tidspunkter kan der interpoleres mellem værdierne.

Ved beregningen blev den solare indstråling på en vandret flade på samme dato sat til 100.

5.2 Profilundersøgelser

Ved de detaljerede profilundersøgelser blev profilen inddelt i horisonter og beskrevet efter den profilbeskrivelsesnøgle, som er beskrevet i Madsen og Jensen (1985). Denne profilbeskrivelse bygger på FAO's "Guideline for Soil Profile Description" og anvisningerne i Soil Survey Staff (1975). Men den er på en del punkter tilpasset danske forhold.

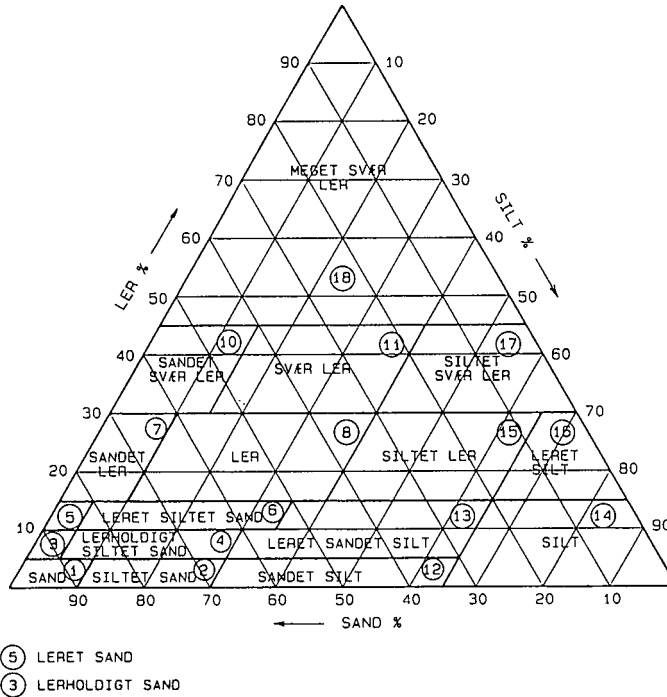


Fig. 23. Teksturdiagram. Ler < 2 μ , silt 2-63 μ , sand 63-2000 μ .

BOREJOURNAL1. Lokalitet2. Horisont

A, B eller C horisont.

Evt. suffix p, q, o, or, ro eller r.

3. Dybde4. Overgang mellem horisonter.

1: mindre end 2 cm.

2: mellem 2 og 5 cm.

3: over 5 cm.

5. Farve

Farven beskrives ved kombination af højst 2 farver evt. med angivelse af lys eller mørk, f. eks. lys gråbrun. Først beskrives grundfarven, og dernæst beskrives evt. pletfarver.

6. Tekstur

Teksturen beskrives ud fra omstående teksturdiagram.

7. Humus

1: mindre end 1 % humus.

2: 1-7 % humus.

3: 7-20 % humus.

4: mere end 20 % humus.

8. Hårdhed

1: boret går ned uden hammer.

2: boret skal slås ned med hammer.

3: boret flytter sig næsten ikke ved 10 slag.

9. Gley

Pseudogley:

1: meget svag (spættet i brunlige farver og /eller enkelte røde pletter.

2: svag (røde pletter på brun bund) (suffix g).

3: tydelig (røde pletter på grå bund) (suffix g).

Grundvandsgley:

4: rød bund (suffix o).

5: røde/blegbrune pletter på grå bund (suffix or eller ro).

6: grå evt. med enkelte røde pletter (suffix r).

10. Sten

0: ingen sten.

1: boringen stopper 1-2 gange p.g.a. sten.

2: boringen stopper 3 gange eller mere p.g.a. sten.

Fig. 24. Borejournal benyttet ved de visuelle profilbeskrivelser.

Profilbeskrivelsen omhandlede en beskrivelse af følgende karakteristika ved profilen:

- horisontfølgen og horisontindblandinger
- dybden af de forskellige horisonter
- horisonternes grundfarve og eventuelle pletter (gleypræg)
- overgangen mellem horisonterne
- udgangsmaterialets oprindelse
- horisonternes tekstur, humus- , kalk- og stenindhold
- horisonternes struktur og konsistens
- horisonternes rodindhold
- horisonternes indhold af noder, cementeringer, pans og belægninger

Ved de visuelle profilundersøgelser blev profilerne beskrevet efter borejournalen, som gengivet i Fig. 24. Teksturen blev bedømt i felten med udgangspunkt i teksturdiagrammet, som er vist i Fig. 23.

5.3 Jordfysik

Reel massefylde

Reel massefylde blev bestemt efter en pyknometermetode beskrevet i Page et al. (1982). Princippet i metoden kan kort beskrives således: En afvejet mængde jord koges i destilleret vand i et pyknometer for at drive luften ud af jorden. Den reelle massefylde bestemmes ud fra vægten af pyknometeret fyldt med henholdsvis jordprøve, luft, vand og jordprøve + vand.

Tekstur

Tekstur blev bestemt ved en kombination af en hydrometermetode og sigtning, som beskrevet i Madsen og Jensen (1985). Hydrometermetoden anvendes til bestemmelse af kornstørrelser mindre end eller lig 20 μ , mens sigtning anvendes til bestemmelse af kornstørrelser over 63 μ . Kornstørrelsesfraktionen mellem 20 og 63 μ bestem-

mes som differencen mellem resultaterne fra sigtningen og hydro-meteranalysen.

Konsistensgrænser bestemt med drop-cone-penetrometer

Ved en jords øvre plasticitetsgrænse (flydegrænse) forstås det vandindhold, ved hvilket jorden ændrer stofegenskaber fra flydende til plastisk. Tilsvarende betegner den nedre plasticitetsgrænse det vandindhold, ved hvilket jorden ændrer stofegenskab fra plastisk (formbar) til "sprød".

Bestemmelsen af den øvre plasticitetsgrænse er beskrevet som British Standard 1377 (British Standards Institution, 1975). Efter forslag fra Campbell (1976) kan den nedre plasticitetsgrænse ligeledes bestemmes med drop-cone penetrometer. Ved begge metoder bringes et stålspyd med 30° vinkel og 80 g vægt til penetrering i jordprøver (homogeniseret, sigtet jord) med forskellige vandindhold gennem 5 sekunders tyngdepåvirkning. Fra en afbildning af nedsynkningsdybde mod vandindhold kan aflæses nedre og øvre plasticitetsgrænse.

Volumenvægt, porøsitet, vandretention og porestørrelsesfordeling

Metodik til bestemmelse af vandretention i naturligt lejret jord er afprøvet og beskrevet af Hansen (1962). Ved de her foretagne analyser blev anvendt teknik beskrevet af Schjønning (1985a).

Metoden kan kort beskrives således: En jordprøve i naturlig lejring opfugtes til vandmætning, hvorefter poresystemets vand bringes i kontakt med vand i et måle- og reguleringssystem, hvormed vandpotentiallet kontrolleres. Efter etablering af ligevægt i systemet (afdræning ophørt) fjernes prøven til registrering af tilbageholdt vandindhold ved vejning. Denne procedure kan gentages ved en række vandpotentialer. Sluttelig ovntørres prøven, hvorefter følgende kan beregnes:

Volumenvægt, ρ_t , g/cm³ = vægt af tør prøve / prøvevolumen

Vandindhold, vol.% ved givet vandpotential =
 $100 \times (\text{vægt af våd prøve} - \text{vægt af tør prøve}) / \text{prøvevolumen}^*$

* her forudsættes, at vands massefylde er lig 1 g/cm³

Porøsitet, vol% = $100 \left(1 - \frac{\rho_t}{\rho_r}\right)$, hvor ρ_r betegner reel massefylde.

Endvidere kan der fra vandretentionsbestemmelsen beregnes en porørestørrelsesfordeling i prøven, som beskrevet af f. eks. Schjønning (1985a).

Ofte beregnes således volumen af porer større end 30 μ (porøsitet - vandindhold v. pF 2,0).

En anden ofte anvendt, afledt parameter fra vandretentionsanalysen er den plantetilgængelige vandmængde, der beregnes som vandindhold v. pF 2,0 - vandindhold v. pF 4,2.

Ved de aktuelle undersøgelser bestemtes vandretention ved pF-værdierne 0,6 (dog ikke Jyndevad), 1,0, 1,2, 1,7, 2,0, 2,2, 2,7 og 4,2. Vandindhold ved pF 4,2 blev bestemt på forbehandlet jord sigtet gennem 2 mm sigte.

Relativ diffusivitet

Transport af luft forårsaget af koncentrationsforskelle benævnes diffusion. Diffusionshastigheden gennem en jordprøve under standardiserede betingelser kan sættes i forhold til diffusionshastigheden for den samme luftart gennem fri luft, og denne kvotient benævnes relativ luftdiffusivitet.

Ved de her udførte analyser blev anvendt et metodeprincip foreslået af Taylor (1949). Anvendt teknik og metode er beskrevet af Schjønning (1985b).

En jordprøve i naturlig lejring og afdrænet til ønsket vandpotential indsættes i lufttæt kontakt til et kammer, i hvilket en polarografisk iltelektrode registrerer partialtryk af ilt. En initial koncentrationsgradient på 20,9 %-enheder etableres ved "udskylning" af luften i kammeret over prøven med O_2 -frit nitrogen. Dernæst følges O_2 -koncentrationen i kammeret gennem tiden, hvorfra en diffusionskoefficient for transporten kan beregnes. Sluttelig sættes denne i relation til en tabelværdi for diffusionskoefficient for O_2 i fri atmosfærisk luft.

Luftpermeabilitet

Luftpermeabilitet betegner en jords evne til at lede lufttransport forårsaget af forskelle i luftens totaltryk.

Den anvendte metode baserer sig på et arbejde af Grover (1955). Terminologi og beregningsteknik er beskrevet af Schjønning (1986).

Ved analysen indsættes en jordprøve i naturlig lejring og ved kontrolleret vandpotential i lufttæt kontakt til et kammer med videre forbindelse til en luftklokke i et vandbad. Ved udløsning af klokken etableres en trykgradient over prøven på 450 Pa (~ 45 mm v.s.). Strømningshastigheden registreres i form af tidsforløb til gennemstrømning af et kendt luftvolumen (klokkens nedsynkning).

Mættet hydraulisk ledningsevne

En jords ledningsevne for vand i vandmættet tilstand betegnes den mættede hydrauliske ledningsevne. Den anvendte metode bygger på en idé af Andersson (1955). Apparatur er opbygget af Rasmussen (1976), og terminologi og beregningsmetoder findes beskrevet hos Schjønning (1986).

En jordprøve i naturlig lejring opfugtes til vandmætning og placeres i et vandfyldt kammer med til- og afledning af vand på hver

side af jordprøven og niveauforskudt svarende til en hydraulisk gradient på 1. Strømningshastigheden registreres ved opsamling af gennemstrømmet vandmængde i et givet tidsrum.

Aktuelt volumetrisk vandindhold

Det aktuelle vandindhold bestemmes på udtagningstidspunktet ved vejning af jordprøver før og efter tørring i tørreskab.

5.4 Jordkemi

De fleste kemiske analyser er beskrevet i "Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser", Landbrugsministeriet, 1986. Hvor andet ikke er nævnt refereres til denne bog. De kemiske analyser beskrives kort:

Reaktionstal

Reaktionstallet bestemmes ved ekstraktion af en jordprøve i 0,01 M CaCl_2 -opløsning, hvorefter pH måles, $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$. Reaktionstallet er defineret som $\text{pH}(\text{CaCl}_2) + 0,5$

Fosforsyretal

Fosforsyretallet måles ved omrystning af en jordprøve i 0.2 N H_2SO_4 i 2 timer. Ekstraktets fosforsyreindhold bestemmes spektrofotometrisk. Enheden svarer til 3 mg P/100 g jord.

Fosfortal

Jorden ekstraheres med 0,5 M NaHCO_3 opløsning tilsat aktivt kul i 30 min. Fosfatindholdet bestemmes spektrofotometrisk. Enheden svarer til 1 mg P/100 g jord.

Kaliumtal

Ved ekstraktion af en jordprøve i 0.5 M ammoniumacetatopløsning i 1/2 time frigøres jordens ombyttelige kaliumioner. Kaliumtallet måles ved hjælp af et flammefotometer. Enheden svarer til 1 mg K/100 g jord.

Ombyttelige brintioner

Bestemmelse af ombyttelige brintioner sker ved, at jordprøver omrystes sammen med en stødpudeopløsning natten over. Opslemningen filtreres, og filtraterne titreres med 0,05 N HCl. Enheden er mækv H^+ /100 g jord.

Kobbertal

Kobbertal måles ved, at jorden ekstraheres med en 0,02 M kompleksopløsning i 1 time. Kobber bestemmes i ekstraktet på spektrofotometer. Enheden svarer til 1 mg kompleksopløseligt Cu/1000 g jord.

Kalkbehov

Den kalkmængde, der kræves for at hæve jordens reaktionstal med en ønsket størrelse, bestemmes ved titrering, hvorved der fås et udtryk for jordens kalkbehov. Enheden er tons kulsur kalk/ha der skal til for at hæve reaktionstallet til et angivet niveau.

Ombytteligt (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+), Basemætningsgrad og CEC

Ombytteligt (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) blev bestemt efter Madsen og Jensen (1985). Jorden ekstraheres gentagne gange med en saltopløsning, hvorefter indholdet af Ca, Mg, K og Na bestemmes i ekstrakterne. K og Na bestemmes på flammefotometer, og Ca og Mg bestemmes på atomabsorptionsspektrofotometer.

Ud fra værdierne for ombytteligt calcium, magnesium og natrium beregnes calciumtal, magnesiumtal og natriumtal som følger:

$$\text{Calciumtal} = 20 \times \text{ombytteligt } Ca^{++}$$

$$\text{Magnesiumtal} = 12 \times \text{ombytteligt } Mg^{++}$$

$$\text{Natriumtal} = 23 \times \text{ombytteligt } Na^+$$

Adsorptionskapaciteten CEC og basemætningsgraden V beregnes på følgende måde:

$$\text{CEC} = (\text{K}^+) + (\text{Na}^+) + (\text{Mg}^{++}) + (\text{Ca}^{++}) + (\text{H}^+)$$

$$V = \frac{S}{\text{CEC}} \quad \text{hvor}$$

S = summen af ombyttelige (Ca + Mg + Na + K) i mækv/100g

Indhold af uorganisk (og organisk) fosfor samt total fosfor

Metoden er beskrevet i Madsen og Jensen (1985). Jordprøver ekstraheres med 12 N H_2SO_4 . Indholdet af uorganisk fosfor bestemmes ved ekstraktion i 30 min på et 70°C varmt vandbad. Det totale indhold af fosfor (organisk + uorganisk) bestemmes ved ekstraktion af en jordprøve, der har været opvarmet til 550°C i en time. Fosforindholdet bestemmes spektrofotometrisk. Enhederne er ppm.

5.5 Organisk stof i jord

Indholdet af kulstof, kvælstof og fosfor i jordens organiske stof blev bestemt. Nedenfor er disse analyser kort beskrevet.

Der blev desuden udtaget prøver til analyse for organisk svovl i jorden og til en bestemmelse af fordelingen af C, N, P og S på jordens partikelstørrelsesfraktioner. B. T. Christensen, Afd. for Landbrugsplanternes ernæring, Askov publicerer senere disse resultater.

Indhold af total kulstof

Bestemmelsen af jordens totale indhold af kulstof blev udført ved forbrænding i et Leco IR-12 kulstofbestemmelsesapparat. Metoden er beskrevet i Rasmussen et al. (1985). Indholdet af total kulstof angives i % C.

Indhold af organisk fosfor

Metoden er beskrevet under pkt. 5.4.

Indhold af total kvælstof

Analyse for indhold af total kvælstof er beskrevet i "Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser", Landbrugsministeriet, 1986. Princippet i analysen er, at jordens organiske stoffer destrueres ved kogning med koncentreret H_2SO_4 . Det dannede ammoniumkvælstof bestemmes ved destillation og titrering (Kjeldahl-metode). Total kvælstof angives i % N.

5.6 Mikrobiologi

5.6.1 Mikrobiel aktivitet og mikrobiel biomasse

Jordprøverne blev efter udtagning opbevaret ved 5°C i lukkede polyethylenposer. Inden analysering blev prøverne blandet og analyseringen foretaget ved det aktuelle vandindhold (ca. 60 % af vandholdende evne), efter en forinkubering af jordprøverne i 6 dage ved 25°C . Prøverne var under forinkuberingen opbevaret i lukkede polyethylenposer, der hver anden dag blev åbnet i 2 timer til gennemluftning.

Efter forinkuberingen målttes 1) CO_2 udvikling over 10 dage ved 25°C , 2) Jenkinson biomasseindeks og 3) ATP-indhold. Desuden blev antal denitrificerede bakterier (MPN-metoden) bestemt uden forinkubering af jordprøverne.

Bestemmelse af CO_2 -udvikling og Jenkinson biomasseindex

CO_2 -udviklingen bruges som en parameter for jordbundsmikroorganismernes respiration og måles på en gaschromatograf med TC brænder, der er kalibreret efter atmosfærens indhold af CO_2 (0.03 %).

Den mikrobielle biomasse kan bestemmes ved en metode udarbejdet af Jenkinson (1976). Jordprøver dampes med kloroform, hvorved størstedelen af mikroorganismene dræbes. Herved dannes der let

tilgængelig næring for mikroorganismer, der tilføres ved podning med samme jordtype. CO_2 -udviklingen kan måles på en gas-chromatograf i den dampede jord og i en prøve af den samme jord, der ikke er dampet. Forskellen i CO_2 -udviklingen i de 2 prøver betragtes da som et udtryk for den mikrobielle biomasse i jorden. De her beskrevne metoder er modificeret af Finn Eiland, Statens Planteavls-Laboratorium i Lyngby. Metoderne er detaljeret beskrevet i appendix A4.

Bestemmelse af ATP-indhold

Adenosin trifosfat (ATP) i jorden målt som beskrevet af Eiland (1985). ATP er en energirig forbindelse, som findes i alle levende celler. Da cellernes indhold af ATP nedbrydes øjeblikkeligt ved celledød, kan ATP-mængden bruges som et udtryk for de levende cellers biomasse. Efter ekstraktion af ATP-indholdet fra jorden, kan det bestemmes kvantitativt med et luciferin-luciferase system, som udvindes fra ildfluehaler. Ved blanding af ATP-ekstrakten og enzymet fås en lysudvikling, der er proportional med ATP-mængden.

For at undgå for kraftig fortynding af ATP ved neutralisering af den sure ekstrakt, blev ATP-ekstraktionen fra dybderne 30-40 cm og 60-70 cm udført ved at udtage 0,5 ml portioner af den sure suspension, og de blev fortyndet med 2 ml Tris-EDTA buffer. Derefter blev pH justeret til 7,5 med 1,0 M NaOH (Eiland, 1985, side 29 og side 160-167).

5.6.2. Bestemmelse af antal denitrificerende bakterier

Antal denitrificerende bakterier bestemmes efter en Most Probable Number-metode (MPN). Der fremstilles en fortyndingsrække med jord opslemmet i sterilt vand, og antallet af denitrificerende bakterier bestemmes ud fra en statistisk tabel for "most probable number" (de Man, 1975). Metoden er detaljeret beskrevet i appendix A4.

5.6.3 Mykorrhiza

Der anvendes en "most probable number" metoden (MPN) til bestemmelse af mængden af VAM-diasporer i jord. Metoden, som bygger på et fortyndingsprincip, har primært fundet anvendelse ved bestemmelse af bakterieantal (Cochran 1950), men har også vist sig velegnet til VAM-diasporer (Porter 1979). En given jordprøve analyseres efter følgende princip: en fortyndingsserie af jordprøven fremstilles, således at indholdet af VAM-diasporer aftager ved stigende fortyndingsgrad. Et bestemt antal planter dyrkes ved hver fortyndingsgrad. Udviklet VAM-infektion hos en given plante er indikation for tilstedeværelse af mindst een VAM-diaspore i prøven. Mængden af VAM-diasporer i den ufortyndede jord bestemmes ud fra Tabel VIII₂ i Fisher og Yates (1963) på baggrund af antal planter med VAM-infektion i den anvendte fortyndingsserie.

Metoden anvendt ved startkarakteriseringsundersøgelserne er beskrevet nærmere i appendix A5.

5.8 Regnorme

Regnormepróverne blev vådsigtet gennem 4 kassesigter (40 x 30 cm) med maskevidderne 10, 4, 2 og 1 mm. Jordpróverne blev bruset med vand, og 2 personer (sikrer en effektiv udsortering af regnorme og kokoner) håndsorterede samtidig det resterende materiale i sigterne.

De udsorterede regnorme og kokoner blev placeret i mærkede glas forsynet med fugtigt filterpapir. Regnormematerialet blev opbevaret ved 10°C i 3 døgn med henblik på en effektiv tømning af tarmen for jordpartikler, der ellers kan bidrage signifikant til regnormes vægt.

I henhold til Sims og Gerard (1985) blev foretaget dels en artsbestemmelse og dels en stadieopdeling i kokoner, juvenile, subadulte og adulte af det levende regnormemateriale.

Herefter blev hver enkelt regnorm og kokon placeret i vejede aluminiumsbakker. Regnormene blev dræbt med nogle dråber 70% ethanol, og den individuelle tørvægt blev bestemt efter tørring til konstant vægt ved 105° C.

5.9 Jordboende skadedyr og collemboler

Halvdelen af prøverne blev undersøgt for collemboler, symflyer og tusindben ved hjælp af flotation. Der blev undersøgt 2 x 250 g jord. Den anden halvdel af prøverne blev undersøgt for cystedannende nematoder og migrerende nematoder.

Undersøgelsen for cystedannende nematoder foregik ved at 250 g tør jord blev skyllet i schuilingcentrifuge, cyster blev opsamlet og bestemt, og der blev foretaget æg/larve-tællinger.

De migrerende nematoder blev bestemt ved, at 250 ml jord blev placeret i tågekammer i 48 timer. De mest almindelige planteparasitiske nematoder blev bestemt.

Metoderne er beskrevet i Southwood (1978) og Southey (1986).

5.10 Prøvehøstning

Der blev høstet omkring netpunkter undtagen, hvor punkterne lå tæt ved arealernes rand. Ved hvert netpunkt blev der høstet to flader med forsøgsmejetærsker. Prøverne blev rensat, kerneudbyttet bestemt, og der blev lavet tørstofsbestemmelse.

Ved Foulumgård og Jyndevad blev høstparcellerne placeret øst og vest for punkterne, mens de blev placeret nord og syd for netpunkterne ved Ødum.

Ved prøvehøstningen ved Foulum og Ødum i 1986 og ved Ødum i 1987 blev parcellerne omkring de enkelte netpunkter ikke markeret før ved selve høstningen. Derfor blev parcellens længde målt efter.

Ved Jynde vad blev parcellerne omkring netpunkterne sået og sprøjtet op i foråret 1987.

Parcellernes mål var 1 1/2 x 6 m ved Foulum og Ødum og 1 1/2 x 8,5 m ved Jynde vad. Der var 5 m imellem parcellerne på arealerne ved Foulum og Ødum. Ved Jynde vad var der 3 m imellem parcellerne på K- og L-markerne, og på F-marken lå parcellerne ved siden af hinanden.

Da der i 1987 var en del kvik på arealerne, blev kvikbestanden bestemt på følgende måde:

- 0 ingen kvik
- 1 1-10 % af parcellen fyldt med kvik
- 2 11-20 % af parcellen fyldt med kvik
- 3 21-30 % af parcellen fyldt med kvik
- 4 31-40 % af parcellen fyldt med kvik
- 5 41-50 % af parcellen fyldt med kvik
- 6 51-60 % af parcellen fyldt med kvik
- 7 61-70 % af parcellen fyldt med kvik
- 8 71-80 % af parcellen fyldt med kvik

I 1986 blev der ikke taget hensyn til, om der gik sprøjtespor gennem parcellerne ved Foulum og Ødum, men i 1987 blev dette registreret ved Ødum. Ved Jynde vad var der ingen sprøjtespor i parcellerne.

Blindforsøg

I 1987 blev ca. 1 ha på arealerne ved Ødum og Jynde vad prøvehøstet intensivt. De omtalte områder er vist på Fig. 25 og Fig. 26. Blindforsøget ved Ødum var på 166 x 60 m og placeret i den nordvestlige del af arealet. Ved Jynde vad var blindforsøget placeret i F-marken, og området var på 259 x 30 m. Ved Ødum blev parcellerne sprøjtet op kort tid efter fremspiring i foråret 1987. Ved Jynde vad blev parcellernes langsider markeret ved lukning af en

såtud, mens parcellernes ender blev sprøjtet op kort tid efter fremspiring.

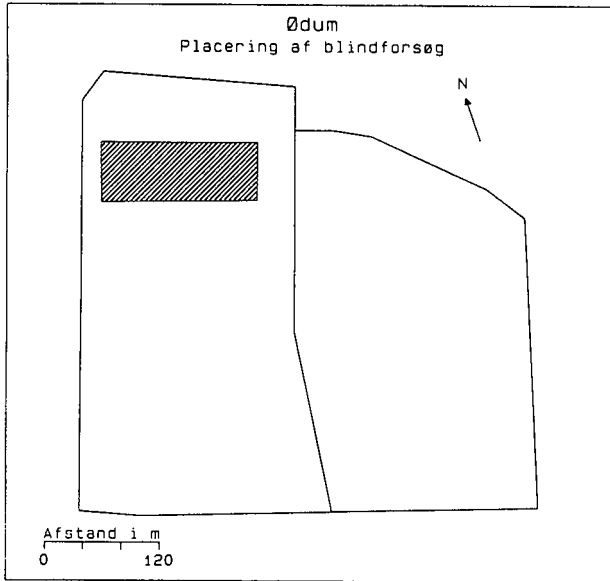


Fig. 25. Blindforsøgets placering ved Ødum.

Ved Ødum blev høstet i alt 840 parceller $\tilde{a}$ 1 1/2 x 6 m, og ved Jynde vad i alt 520 parceller $\tilde{a}$ 1 1/2 x 8,5 m. En skitse af parcellernes beliggenhed er vist på Fig. 27. og Fig. 28.

Blindforsøgenes hjørner havde følgende koordinater:

Ødum	Jynde vad
(-3,295.0)	(82.75,185.25)
(-3,355.5)	(82.75,444.25)
(163,295.0)	(112.75,185.25)
(163,355.5)	(112.75,444.25)

Parcellerne omkring netpunkterne indgik i blindforsøgets parceller ved denne placering af blindforsøget på arealet.

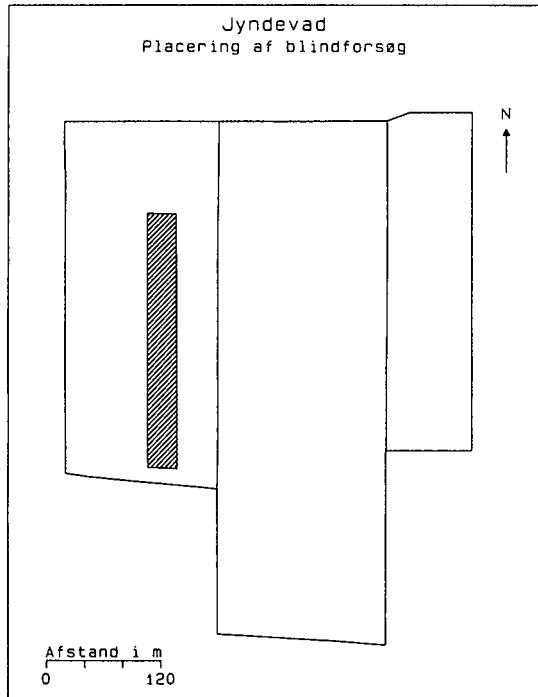


Fig. 26. Blindforsøgets placering ved Jynde vad.

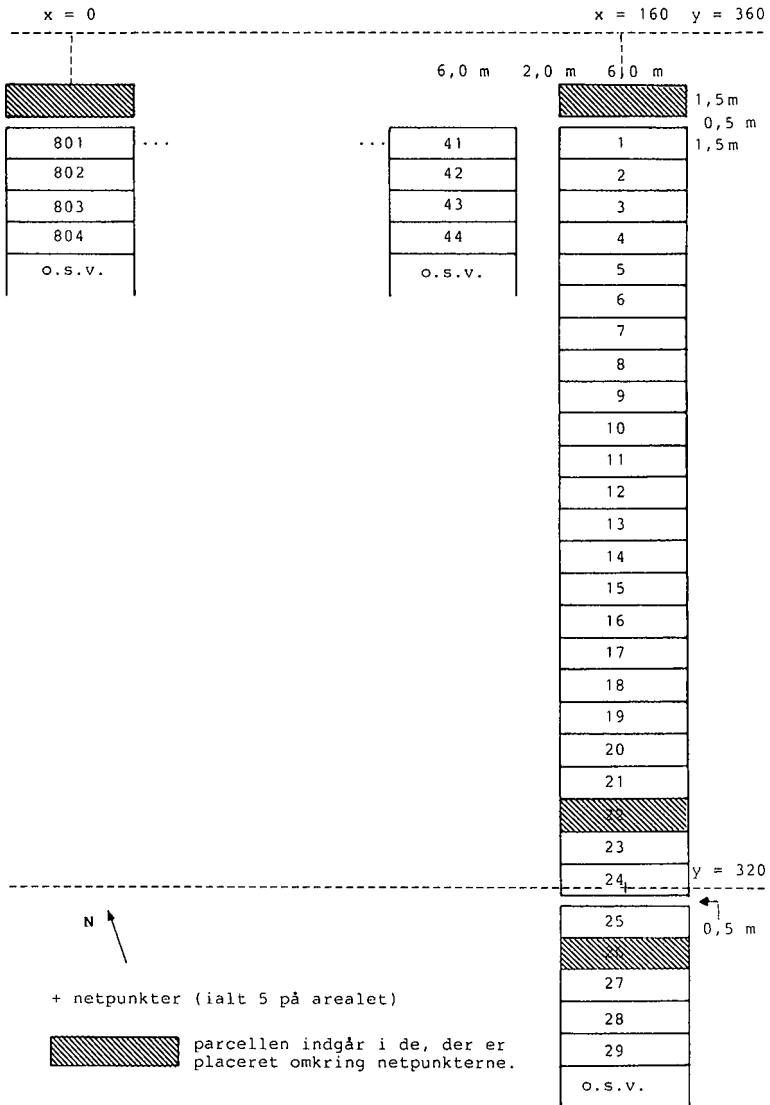


Fig 27. Parcellernes nummerering og placering i blindforsøget ved Ødum.

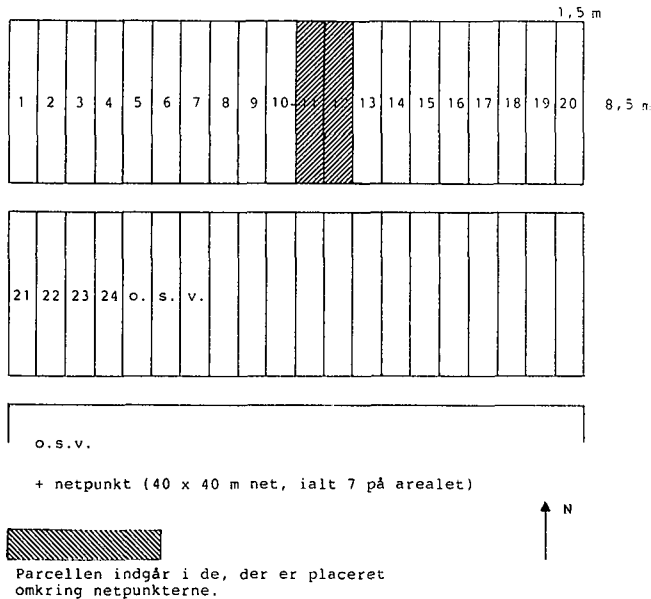


Fig 28. Parcellernes nummerering og placering i blindforsøget ved Jydevad.

5.11 Fotografering af forsøgsarealer fra fly

Fotoflyvninger og film

Som en del af startkarakteriseringen blev der foretaget fotografering fra fly af de involverede arealer. Fotoflyvningerne blev foretaget af Landinspektørernes Luftfoto Opmåling (LLO) på følgende datoer:

År	Foulumgård	Ødum	Jydevad
1986	31/7	31/7	
1987	(11/8)	11/8	11/8

For både 1986 og 1987 gælder, at fotograferingerne blev forsinket tidsmæssigt med 3-4 uger på grund af skydække. Forsinkelsen medførte, at markerne er fotograferet i løbet af kornets modningsfase, og ikke som ønsket nær tidspunktet, hvor den grønne biomasse er størst.

Alle fotograferinger er foretaget i målestoksforholdet 1:4000 med infrarød film (Kodak Aerochrome 2443). Infrarød film er følsom for grøn, rød og nærinfrarød lys i modsætning til almindelige farvefilm, der er følsom for blå, grøn og rød stråling. Infrarød fotografering foretrækkes ofte til monitorering af vegetationsforhold på grund af sammenhæng mellem nærinfrarød refleksion og især aktiv biomasse. Refleksionen i det røde område er primært en funktion af fotosynteseaktivitet. Således vil grøn vegetation have en meget lav rød refleksion på grund af klorofylets lysabsorption. En modnende afgrøde vil udvise stigende rød refleksion frem til høsttidspunktet.

Markering af paspunkter

Forud for overflyvningerne i 1987 blev der langs periferien af alle involverede enkeltmarker på de tre forsøgsstationer placeret et stort antal hvide plader (60 x 60 cm) indmålt i forhold til det faste 40 x 40 m gridnet. Pladerne blev udlagt for at tjene som paspunkter (punkter med kendte koordinater) for den geometriske opretning af de digitaliserede flyfotos. Under den geometriske opretning foretages en resampling af input billedet således, at der dannes et output billede, der i princippet er et målfast kortprodukt. Under den geometriske opretning blev opløsningen af de digitale billeder fastlagt til 0.4 m. Denne opløsning blev valgt fordi, den ligger tæt på opløsningen af de rå digitale billeder, og fordi startkarakteriseringen i øvrigt er relateret til et 40 x 40 m net (100 x 100 billedpunkter).

Digitalisering af diapositiver

Ialt 5 udvalgte diapositiver blev scannet (farvesepareret og digitaliseret) af firmaet DYSTAN A/S. Under scanningen blev der digitaliseret med en intensitet på 10 punkter pr. mm svarende til en opløsning i marken på ca. 0.4 m, som nævnt ovenfor. Farvemætningen i filmens tre emulsioner blev digitaliseret hver for sig (farveseparation) som 256 gråtoneværdier. De digitale data blev udlagt på standard magnetbånd i et praktisk format. Som nævnt indeholder især infrarøde og visuelt røde data informationer om vegetationsforhold, og kun disse data er inkluderet i den digitale analyse.

Billedanalyse

Som dokumentation anvendes dels farve papirkopier af de oprindelige (ca. 22 x 22 cm) diapositiver, dels kopier af skærbilleder visende resultater fra den digitale analyse af de scannede flyfotos. Kopierne af de oprindelige fotos viser arealerne i deres fulde udstrækning. Den digitale analyse omfatter kun en del af Foulum-arealet, størstedelen af Jydevad-arealet og hele Ødum-arealet. Dette skyldes dels ønsket om at begrænse analysen til et enkelt billede for hvert år og forsøgsgård, dels en begrænsning på ca. 400 x 500 m (med en opløsning på 0.4 m) i det areal, der kan visualiseres på billedbehandlingsanlægget ved Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste.

Den digitale billedanalyse er gennemført for at undersøge følgende forhold.

- Sammenhæng mellem afgrøders biofysiske forhold (udbytte) og deres refleksion.
- Sammenhæng mellem afgrødernes refleksion/udbytte og tidligere afgrøder (forfrugt virkning) og jordbundfysiske forhold.

- Den rumlige variation i afgrødernes refleksion samt i de jordbundsmæssige og øvrige forhold, der betinger disse variationer.

5.12 Statistik

Beskrivende statistik

For de enkelte variable bestemtes middelværdi, $\bar{X}$, spredning, s og variationskoefficienten i %, CV.

Ved prøvehøstningen blev den totale variation over markerne desuden opdelt i 4 komponenter: søjlevariation, rækkevariation, øvrig variation mellem netpunkter og variation mellem parceller ved hvert netpunkt.

I hver mark blev disse 4 varianskomponenter estimeret for den naturlige logaritme til hkg kerne med 85 % tørstof ved at opstille en varianskomponentmodel med rækker, søjler, rækker x søjler og rest. Henderson's metode 3 (Henderson, 1953) blev benyttet ved estimationen. Beregningerne udførtes ved hjælp af proceduren VARCOMP i SAS (SAS, 1985). Metoden kaldes her TYPE1.

Varianskomponenterne blev derefter benyttet til at beregne approximative variationer for forskellige grupper af punkter på arealet.

For samtlige variable målt i I1-, I2- eller I3-netpunkter blev beregnet parvise korrelationskoefficienter. Der har ikke været tid til at behandle samtlige variabelpar grundigt. Det kan derfor ikke udelukkes, at nogle af de signifikante korrelationsberegninger ikke er reelle - det kan f. eks. skyldes, at punkterne falder i få grupper. Omvendt kan der også forekomme fine sammenhænge mellem variabel par, hvor korrelationskoefficienten ikke er signifikant.

I tabellerne er signifikansniveauet angivet med stjerner efter følgende regel:

$0.01 < P < 0.05$	*
$0.001 < P < 0.01$	**
$P < 0.001$	***

Multipel lineær regression

Sammenhænge mellem mere end to variable er fundet ved hjælp af trinvis multiple regressionsanalyser. Beregningerne er foretaget ved hjælp af SAS-proceduren STEPWISE (SAS, 1982). Metoden inddrager først den uafhængige variabel, der er stærkest korreleret med den afhængige variabel. Trinvis inkluderes flere og flere uafhængige variable, indtil der ikke er flere variable udenfor modellen, der øger forklaringen signifikant på 15 %-niveauet samtidig med, at alle variable inde i modellen bidrager signifikant til forklaringen. Inden der inkluderes en ny variabel, undersøges de allerede eksisterende variable i modellen, og enhver variabel, der ikke bidrager signifikant til forklaringen på 15 %-niveauet, skydes ud. Metoden kaldes i SAS for STEPWISE (modifikation af FORWARD selection).

5.13. Datalagring

Data er optaget i Statens Planteavlsforsøgs centrale database under registreringsnummer 888 (forsøgsnummer 2 27 00-8717). En nærmere beskrivelse af, hvorledes data er lagret og kan benyttes, er beskrevet af Hansen (1987).

Desuden er alt datamateriale i forbindelse med startkarakteriseringen lagret i SAS-datasæt på en IBM PC/AT ved Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste, Forsøgsanlæg Foulum. Følgende datasæt findes lagret i directory \STBASE:

DBVAR	-	Katalog over variabelnavne
NUMMER	-	Katalog over nummersystemer
NIVEL	-	Nivellement, koter for netpunkter
PROFVIS	-	Visuelle profilbeskrivelser
PROFDET	-	Detaljerede profilbeskrivelser
HORI	-	Analyser af horisonter
FYSIK	-	Jordfysiske analyser
KEMI	-	Kemiske analyser af jordprøver
HUMUS	-	Analyser på jordens organiske stof
MIKRO	-	Mikrobiologiske analyser
MYKO	-	Analyser for mykorrhiza
REGNORM	-	Regnorme-analyser
FAUNA	-	Analyser for jordboende skadedyr
UDBYTTE	-	Udbytter fra prøvehøst
STIK	-	Analyser foretaget på adskilte stik
FLYFOT	-	Katalog over billedfiler

DBVAR, PROFDET og FLYFOT er ikke lagret som SAS-datasæt men som tekstfiler. I DBVAR er de enkelte parametres navne og enheder angivet. De enkelte parametres identifikation i databasen svarer til navnene, der benyttes ved Statens Planteavlssforsøgs centrale database. Hver observation er lagret med mindst et punktnummer, en dybde og en prøveudtagningsdato.

6. LITTERATUR

- Andersson, S. 1955. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VIII. En experimentell metod. Grundförbättring, 8, 3-98.
- British Standards Institution, 1975. Methods of test for soils for civil engineering purposes. British Standard 1377. British Standards Institution, London.
- Campbell, D. J. 1976. Plastic limit determination using a drop-cone penetrometer. J. Soil Sci., 27, 295-300.
- Cochran, W.G. 1950. Estimation of bacterial densities by means of the "most probable number" method. Biometrics, 6, 105-116.
- de Man, J. C. 1975. The Probability of Most Probable Numbers. Eur. J. Appl. Microbiol. 1, 67-78.
- Eiland, F. 1985. Determination of adenosine triphosphate (ATP) and adenylate energy charge (AEC) in soil and use of adenine nucleotides as measures of soil microbial biomass and activity. Danish J. Plant and Soil Sci. Report no. S 1777. (Doctoral Thesis), 1-193.
- FAO-Unesco 1974. Soil map of the world, vol. 1, legend. Unesco, Paris.
- Fisher, R. A. & Yates, F. 1963. Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser. 1986. Landbrugsministeriet.
- Grover, B. L. 1955. Simplified air parameters for soil in place. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 19, 414-418.
- Hansen, L. 1962. Retentionskurver og porestørrelsesfordeling i nogle danske jorder. Licentiatafhandling, Hydroteknisk Laboratorium, KVL. 72 pp.
- Hansen, Ove J. (1987): Introduktion til Statens Planteavlsforsøgs centrale database. Dataanalytisk Laboratorium, Statens Planteavlsforsøg, 26 pp.

- Henderson, C. R. 1953. Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, 9, 226-252.
- Jenkinson, D. S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil - IV. The decomposition of fumigated organisms in soil. *Soil Biol. Biochem.* 8, 203-208.
- Madsen, H. B & Jensen, N. 1985. "Jordprofilundersøgelsen. Rapport over pedologiske studier udført i forbindelse med anlæg af hovedtransmissionsledninger for naturgas i Danmark". Landbrugsministeriet 1. afdeling 6. kontor, Arealdatakontoret.
- Olesen, J. E. 1988. Jordbrugsmeteorologisk årsoversigt 1987. Beretning nr. S. 1924, 1988. *Tidsskr. Planteavl* 92, 16. København.
- Page, A. L., R. H. Miller & D. R. Keeney (eds), 1982. *Methods of Soil Analysis, Part 2* (2nd ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Phillips, J.M. & Hayman, D. S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and VA mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Mycol. Soc.* 55, 158-161.
- Porter, W. M. 1979. The "most probable number" method for enumerating infective propagules of VA mycorrhizal fungi in soil. *Aust. J. Soil Res.* 17, 515-519.
- Rasmussen, K. J. 1976. Jordpakning ved færdsel om foråret. II. Jordfysiske målinger. *Tidsskr. Planteavl* 80, 835-856. København.
- SAS, 1982. SAS Institute INC. *SAS User's Guide: Statistics*, 1982 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 101-110.
- SAS, 1985. SAS Institute INC. *SAS User's Guide: Statistics*, Version 5 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 956 pp.
- Schjønning, P. 1985a. Udstyr til afdræning af jordprøver for jordfysiske analyser. Beretning nr. S 1762, *Tidsskr. Planteavl* 89, 30. København.

- Schjønning, P. 1985b. En laboratoriemetode til måling af luftdiffusion i jord. Beretning nr. S 1773, Tidsskrift for Planteavl 89, 32. København.
- Schjønning, P. 1986. Jordens permeabilitet for luft og vand i relation til jordtype samt nedmuldning og afbrænding af halm. Beretning nr. 1849, Tidsskr. Planteavl 90, 227-240. København.
- Sims, R. W. & Gerard, B. M. 1985. "Earthworms". Synopsis of the British fauna (New Series). No. 31. (D. M. Kermack & R. S. K. Barnes (eds)). The Linnean Society of London.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy. U.S. Dep. Agric., U.S. Govt. Print. Office, Washington D.C.
- Southey, J. F. 1986. Ecological Methods. London.
- Southwood, T. R. E. 1978. Laboratory Methods for work with Plant and Soil Nematodes. HMSO. London.
- Taylor, S. A. 1949. Oxygen diffusion as a measure of soil aeration. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 14, 55-60.

7. APPENDIX

Appendix A1. Organisation af tværfagligt projekt ved Landbrugscentret: Startkarakterisering af arealer til systemforskning.

Projektgruppe:

Lorens Hansen (projektleder), Afdeling for Kulturteknik, Statens Planteavlsforsøg, Jyndeved

Finn Eiland, Afdeling for Jordbundsbiologi og -kemi, Statens Planteavlsforsøg, Lyngby

Bent T. Christensen, Afdeling for Landbrugsplanternes ernæring, Statens Planteavlsforsøg, Askov

Per Schjønning, Afdeling for Kulturteknik, Statens Planteavlsforsøg, Jyndeved.

Anne Bülow-Olsen, Afdeling for Kulturteknik, Statens Planteavlsforsøg, Jyndeved

Lars Monrad Hansen, Institut for Plantepatologi, Statens Planteavlsforsøg, Lyngby

Iver Jacobsen, Landbrugsafdelingen, Forskningscenter Risø

Jørgen E. Olesen, Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste, Statens Planteavlsforsøg, Forsøgsanlæg Foulum

Ole Christensen, Institut for Zoologi og Zoofysiologi, Århus Universitet

Henrik Breuning Madsen, Arealdatakontoret, Landbrugsministeriet, Vejle

Kristian Kristensen, Afdeling for Biometri og Informatik, Statens Planteavlsforsøg, Lyngby

Tove Heidmann, Statens Planteavlsforsøg, Forsøgsanlæg Foulum

Projektsekretær:

Erik Sibbesen, Fagligt Sekretariat, Statens Planteavlsforsøg, Forsøgsanlæg Foulum

Styregruppe:

- Aage Henriksen (formand), Afdeling for Jordbundsbiologi og -kemi
Statens Planteavlsforsøg, Lyngby
- H. M. Jepsen, Institut for Korndyrkning og Sædskefte, Statens
Planteavlsforsøg, Rønhave
- K. E. Thonke, Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Statens Planteavls-
forsøg, Flakkebjerg
- Villy Jørgensen, Afdeling for Grovfoder, Statens Planteavlsforsøg
Forsøgsanlæg Foulum
- Erik Sibbesen (sekretær), Fagligt Sekretariat, Statens Plante-
avlsforsøg, Forsøgsanlæg Foulum
- Lorens Hansen (observatør), Afdeling for Kulturteknik, Statens
Planteavlsforsøg, Jyndevad

Faglig Støttegruppe:

- V. Haahr, Landbrugsafdelingen, Forskningscenter Risø
- Ib G. Dinesen, Institut for Plantepatologi, Statens Planteavls-
forsøg, Lyngby
- Anne-Magrethe Lind, Afdeling for Jordbundsbiologi og -kemi, Sta-
tens Planteavlsforsøg, Forsøgsanlæg Foulum
- Søren A. Mikkelsen, Fagligt Sekretariat, Statens Planteavlsfor-
søg, Forsøgsanlæg Foulum
- Per Kølster, Afdeling for Landbrugets plantekultur, Den Kgl. Ve-
terinær- og Landbohøjskole, København
- P. Flengmark, Institut for Sortsafprøvning og dyrkning af bælg-
sæd, rodfrugter, majs, grønfoderplanter og industriplanter
samt for frøavls- og biavlsforsøg, Statens Planteavlsforsøg,
Roskilde
- Arne Helweg, Analyaselaboratoriet for Pesticider, Statens plante-
avlsforsøg, Flakkebjerg
- Susanne Elmholt, Analyaselaboratoriet for Pesticider, Statens
Planteavlsforsøg, Flakkebjerg

- Jørgen Jacobsen, Institut for Plantepatologi, Statens Planteavlsforsøg, Lyngby
- Sv. T. Jacobsen, Institut for Kulturteknik og Planteernæring, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København
- Henry E. Jensen, Institut for Kulturteknik og Planteernæring, Den Kgl. Veterinær- og landbohøjskole, København
- A. Dam Kofoed, Afdeling for Landbrugsplanternes ernæring, Statens Planteavlsforsøg, Askov.
- A. Kyllingsbæk, Afdeling for Jordbundsbiologi og -kemi, Statens Planteavlsforsøg, Lyngby
- J. Dissing Nielsen, Afdeling for Jordbundsbiologi og -kemi, Statens Planteavlsforsøg, Lyngby
- Jesper Rasmussen, Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Statens Planteavlsforsøg, Flakkebjerg
- Kaj Henriksen, Institut for Grønsager, Statens Planteavlsforsøg, Årslev
- Ove Juel Hansen, Afdeling for Biometri og Informatik, Statens Planteavlsforsøg, Lyngby
- Mats Rudemo, Matematisk afdeling, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København
- Chr. Gottlieb-Pedersen, Landskontoret for Planteavl, Skejby
- Ejvind Hansen, Center for Jordøkologi, Søborg
- Lisbeth F. Hansen, De Danske Husmandsforeninger, Roskilde
- Jacob Vester, Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Statens Planteavlsforsøg, Flakkebjerg

Appendix A2. Kort beskrivelse af de 3 dyrkningssystemer.

Systemforskningen omfatter

Økologiske dyrkningssystemer, hvor kvælstofgødskning sker i form af organisk gødning med supplement fra kvælstoffikserende afgrøder. Ukrudtsbekæmpelse foretages mekanisk. Mht. plantebeskyttelse i øvrigt benyttes kulturtekniske foranstaltninger forebyggende. Der benyttes således ingen form for letopløselig handelsgødning eller pesticider.

Integrerede dyrkningssystemer, hvor afhængigheden af kemisk plantebeskyttelse søges reduceret ved hjælp af sortsvalg, sædskifte og andre kulturtekniske foranstaltninger. Kemisk plantebeskyttelse foretages efter behov og baseres på varslingsmodeller o.l. Der anvendes husdyrgødning og organsik gødning (halm, efterafgrøde m.v.), og der suppleres med handelsgødning til økonomisk optimal planteproduktion.

Et teknologisk dyrkningssystem, hvor der foretages kemisk plantebeskyttelse efter forsikringsprincippet, og hvor sortsvalg primært baseres på sorterens ydeevne under input-intensive produktionsforhold. Gødskning sker udelukkende i form af handelsgødning til økonomisk optimal planteproduktion.

Appendix A3. Jordanalyser i relation til måleintensitetsniveau.

Pløjelag, 0-20 cm

Parameter	Intensitetsniveau			
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
<u>Nivellement</u>	x	x	x	x
<u>Profilbeskrivelse</u>				
visuel	x	x	x	x
detaljeret				x
<u>Jordfysik</u>				
tekstur	x	x	x	x
reel massefylde		x	x	x
konsistens				x
aktuelt vandindhold		x	x	x
volumenvægt, poreklasser >< 30 μ		x	x	x
porestørrelsesfordeling			x	x
mættet hydraulisk ledningsevne				x
relativ diffusivitet				x
luftpermeabilitet		x	x	x
<u>Jordkemi</u>				
R _t , P _t , K _t	x	x	x	x
Omb. (Na ⁺ , K ⁺ , Mg ⁺⁺ , Ca ⁺⁺ , H ⁺) *	x	x	x	x
Cu _t		x	x	x
Kalkbehov				x
<u>Humus</u>				
C _{tot} **	x	x	x	x
P _{org} , P _{uorg} , P _{tot}		x	x	x
S _{org}		x	x	x
do. på partikelfraktioner			x	x
N _{tot}	x	x	x	x
<u>Mikrobiologi</u>				
ATP-index		x	x	x
CO ₂ -udvikling		x	x	x
Jenkinsons biomasseindex			x	x
denitrificerende bakterier (MPN)			x	x
mykorrhiza			x	x
<u>Fauna</u>				
regnorme			x	x
jordboende skadedyr	x	x	x	x
<u>Prøvehøst</u>	x	x	x	x
<u>Jordarkiv</u>	x	x	x	x

* herfra bestemmes Na_t, Mg_t, Ca_t** C_{tot} bestemmes ved teksturanalyser

Appendix A3 fortsat. Jordanalyser i relation til måleintensitetsniveau.

Undergrund, 2 lag, 30-40 cm og 60-70 cm

Parameter	Intensitetsniveau			
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
<u>Nivellement</u>				
<u>Profilbeskrivelse</u>				
visuel	x	x	x	x
detaljeret				x
<u>Jordfysik</u>				
tekstur		x	x	x
reel massefylde			x	x
konsistens				
aktuelt vandindhold		x	x	x
volumenvægt, poreklasser >< 30 u		x	x	x
porestørrelsesfordeling			x	x
mættet hydraulisk ledningsevne				x
relativ diffusivitet				x
luftpermeabilitet		x	x	x
<u>Jordkemi</u>				
R _t , P _t , K _t		x	x	x
Omb. (Na ⁺ , K ⁺ , Mg ⁺⁺ , Ca ⁺⁺ , H ⁺) *		x	x	x
Cu _t			x	x
Kalkbehov				
<u>Humus</u>				
C _{tot} **		x	x	x
P _{org} , P _{uorg} , P _{tot}				
S _{org}				
do. på partikelfraktioner				
N _{tot}			x	x
<u>Mikrobiologi</u>				
ATP-index				x
CO ₂ -udvikling				x
Jenkinsons biomasseindex				
denitrificerende bakterier (MPN)				
mykorrhiza				
<u>Fauna</u>				
regnorme				
jordboende skadedyr				
<u>Prøvehøst</u>				
<u>Jordarkiv</u>				
		x	x	x

* herfra bestemmes Na_t, Mg_t, Ca_t

** C_{tot} bestemmes ved teksturanalyser

Appendix A3 fortsat. Jordanalyser i relation til måleintensitetsniveau.

Undergrund, et antal typiske horisonter (fastl. v. profilbskr.)

Parameter	Intensitetsniveau			
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄

Nivellement

Profilbeskrivelse

visuel				
detaljeret				x

Jordfysik

tekstur				x
reel massefylde				x
konsistens				
aktuelt vandindhold				
volumenvægt, poreklasser >< 30 µ				x
porestørrelsesfordeling				x
mættet hydraulisk ledningsevne				
relativ diffusivitet				x
luftpermeabilitet				x

Jordkemi

R _t , P _t , K _t				x
Omb. (Na ⁺ , K ⁺ , Mg ⁺⁺ , Ca ⁺⁺ , H ⁺) *				x
Cu _t				
Kalkbehov				

Humus

**				
C _{tot}				x
P _{org} , P _{uorg} , P _{tot}				
S _{org}				
do. på partikelfraktionering				
N _{tot}				

Mikrobiologi

ATP-index				
CO ₂ -udvikling				
Jenkinsons biomasseindex				
denitrificerende bakterier (MPN)				
mykorrhiza				

Fauna

regnorme				
jordboende skadedyr				

Prøvehøst

Jordarkiv

x

* herfra bestemmes Na_t, Mg_t, Ca_t

** C_{tot} bestemmes ved teksturanalyser

Appendix A4. Mikrobiologiske metodebeskrivelser.

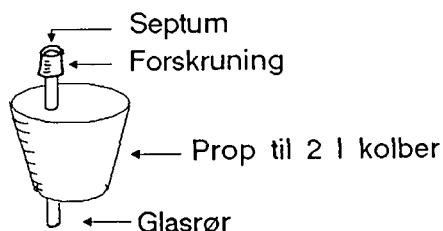
Bestemmelse af CO₂-udvikling og Jenkinson biomasseindex

REAGENSER:

Aluminiumoxid 60 aktiv basisk

Chloroform til analyse

Vakuumfædt "high vacuum"



PROCEDURE:

1. Bestem tørstof på jorden.
2. Jorden skal om nødvendig justeres til ca. 60 % af vandholdende evne.
3. Jorden inkuberes i 6 dage ved 25 °C.
4. Afvejning af jord foregår i net.
 Afvejning pr. jord:
 4 prøver med 60 g jord pr. net. (3 prøver med 3 g jord til podning. Denne afvejning sker ved punkt 8.) 2 net sættes i en alm. eksikator natten over = udampet, 2 net sættes i en tilsvarende eksikator med vakuum til dampning = dampet.
5. Dampning med chloroform foregår i stinkskab. Inden brug renses chloroformen for alkohol: 150 gr. basisk Al₂O₃ fyldes i en glaskolonne, og 200 ml CHCl₃ sendes igennem. Første gennemløb er uden sug, de næste to gange sættes

der vakuum på. Der vil være ca. 100 ml CHCl_3 tilbage.

6. Vakuumeksikatorens til dampning fores med fugtet groft filterpapir. Den alkoholfri CHCl_3 anbringes i et 200 ml bægerglas med lidt pimpsten. Prøverne stilles i trådkurve rundt om bægerglasset med CHCl_3 . Eksikatorens (mellem bund og låg) smøres godt med vakuumfedt. Eksikatorens lukkes, og vakuumpumpen sættes til. Når CHCl_3 koger kraftigt (700-720 mm Hg) lukkes eksikatorens, og en sort plastikpose trækkes over. Henstand i mørke ved stuetemp. 18-24 timer.
7. Derefter fjernes plastikposen, og der udluftes en gang, hvorefter bægerglasset med CHCl_3 , samt filterpapiret fjernes. Eksikatorens lukkes igen. Der udluftes 6 gange á 5 min. ved undertryk på 700 mm Hg. CHCl_3 opsamles i en affaldsbeholder tilsat lidt alkohol som stabilisator.
8. Den udampede og dampede jord hældes over i 2 l Erlenmeyerkolber direkte fra nettet. Den dampede jord podes nu med den respektive jordtype (3 g ~ ca. 5 % inoculum), og kolben rystes, så jorden blandes godt. Herefter sættes et reagensglas med destilleret vand og et filterpapir i hver af kolberne. Blindprøver er 2 tomme kolber med et reagensglas, der indeholder destilleret vand og filterpapir. ALLE KOLBER LUKKES MED EN PROP, DER HAR ET RØR MED ET SEPTUM, OG TIDSPUNKTET NOTERES.
9. Kolberne sættes til inkubering ved 25 °C i 10 døgn.
10. CO_2 -udviklingen fra udampet og dampet jord måles på en gaschromatograf ved at udtage 2 x 1 ml luft pr. kolbe med en sprøjte med kanyle og injicering af luften i gaschromatografen. Til måling af CO_2 -udviklingen benyttes

kolberne med udampet jord. Den udampede prøve benyttes også til udregning af Jenkinsons biomasse-indeks.

Udregning af den mikrobielle biomasse ved Jenkinsons kloroform-dampningsmetode.

Først beregnes $\mu\text{g CO}_2/10 \text{ døgn/g}$ tør jord for både dampede og udampede prøver.

$$\text{Biomasse-C i } \mu\text{g/g tør jord} = \frac{(x - y) \times 0,275}{0,45}$$

x = udskilt CO_2 fra dampet prøve efter 10 døgn

y = udskilt CO_2 fra udampet prøve efter 10 døgn

Denitrificerende bakterier efter Most Probable Number-metoden (MPN)

Materialer:

Blender: Blenderglasset skylles i alkohol og tørres i podeskabet.

Vægt i podeskab.

1 kolbe med 90 ml sterilt vand (vatprop).

9 kolber med 18 ml sterilt vand.

10 stk. sterile 2 ml stavpipetter med vatpropper.

100 stk. rørglas med Durham rør og ca. $1/3$ fyldt med substrat og autoklaveret.

Et par sterile petriskåle til afvejning.

Substrat

16 g Nutrient Broth
2 g KNO_3

}

ad 2 l dest. H_2O , pH 6,8-6,9

Fyldes på rørglas med Durham rør (9 ml), forsynes med vatprop, autoklaveres i 20 min. ved 120 °C.

Fremgangsmåde

Efter afskrabning af yderflader udtages og afvejes 10 g jord i steril petriskål, og overføres til en kolbe med 90 ml sterilt vand. Opslemningen hældes i blenderen. Blendes 1/2 min. ved halv hastighed. Herfra fortsættes fortyndingsrækken ved at udtage 2 ml og overføre til kolbe med 18 ml sterilt vand, dette gentages 9 gange.

Fra hvert led i fortyndingsrækken podes med 1 ml over i 10 rørglas dvs. ialt 100 rørglas til hver jordprøve.

Rørglassene sættes ved 25 °C i 14 dage.

Reagenser til registrering

Griess reagens: Kommes på flaske med dråbetæller, køleskab i kelder. Behandles med forsigtighed, carcinogent.

Reduktionsbehandling: 10 g MnSO_4 , H_2O + 2 g Zn-støv, stødes sammen i en morter.

Registreringen af aktivitet sker som følger:

skema	{	Glas med vækst noteres.
		Glas med luft noteres.
		Griess reagens (2 dr.) tilsættes, positiv reaktion noteres.
		Reduktionsbehandling tilsættes, positiv reaktion noteres.

Ved tilsætning af Griess reagens indicerer fremkomst af en rød farve, at nitrat er blevet reduceret til nitrit (nitratreduktanter), mens en klar opløsning uden rød farve indicerer, at (1) nitrat er blevet reduceret til luftformig N (denitrifikanter), eller (2) nitrat er forblevet intakt.

En efterfølgende tilsætning af reduktionsblanding, der reducerer uomsat nitrat, vil afgøre, hvilke af de 2 muligheder, der foreligger, (1) vil ingen farve give, mens (2) vil give en rød farve som følge af en reduktion af uomsat nitrat til nitrit.

Beregninger

Der benyttes J.C. de Man's statistiske tabel for "most probable number".

I tabel 3, benyttes 3 størrelser til at gå ind i tabellen med: P_1 , P_2 og P_3 (under "result").

P_1 , P_2 og P_3 vælges i rækkefølge blandt de fortyndinger, hvor tallene ligger mellem 10 og 0. Der er i tabellen taget højde for, at valget kan forskydes et par pladser i begge retninger.

Når der er fundet en kombination, der passer, gås vandret ind i tabellen, og MPN-værdien aflæses. Hvis MPN-værdien tilhører gruppe 2, altså de mindre sandsynlige, markeres tallet med en stjerne*. Den fundne MPN-værdi ganges med fortyndingen for P_1 . Endvidere findes confidence interval, 95 %.

Alle disse tal aflæses både for NO_2 , $\text{N}_2/\text{N}_2\text{O}$ og for summen, $\sum \text{N}$. Derefter korrigeres alle tal for vandindhold som følger:

$$\text{Faktor} = \frac{100 + \% \text{ vand}}{100} = \frac{100}{\% \text{ tørstof}}$$

Appendix A5. Bestemmelse af mykorrhiza.

Jordprøver blev opbevaret ved 5°C. Før analyse blev prøverne lufttørret let og sigtet gennem en 4 mm sigte. En del af hver prøve blev bestrålet (10 kGy elektronstråling) for at ødelægge VAM-svampenes infektionsevne. Fortynding af en given prøve foregik med bestrålet jord fra samme prøve. Følgende fortyndingsserie blev fremstillet: Foulumgård (F) og Ødum (Ø), 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , St. Jyndeved (J), 2^{-4} , 2^{-5} , 2^{-6} , 2^{-7} , 2^{-8} , 2^{-9} . Sidstnævnte "snævne" fortyndingsserie giver en større nøjagtighed på estimerterne (Cochran 1950). Drivagurk (Aminex F1) blev anvendt som indikatorplante, og frø blev forspiret i 2 døgn før såning. Planterne blev dyrket i 400 x 800 mm "speedling bakker" med 60 g jord pr. plante. For hver fortyndingstrin blev der dyrket ti planter (F og Ø) eller syv planter (J). Planter blev vandet enkeltvis ovenfra, og hver plante modtog 15 mg N (som NH_4NO_3 -opløsning) 2 uger efter såning. Dyrkning foregik i drivhus ved 18-20°C med supplerende belysning (500 W/m^2). Dyrkningsperioderne var: F, februar-marts; Ø, marts-april; J, november-december, alle i 1987.

Planten blev høstet efter 28 (F og Ø) eller 32 (J) dage. Rødderne fra hver plante blev vasket fri for jord og derefter klaret og farvet (Phillips og Hayman 1971). De farvede rodprøver blev placeret i en petriskål og undersøgt under et stereomikroskop ved 30-40 x forstørrelse. Hver prøve blev scoret for tilstedeværelse eller fravær af VAM-infektion.

Fra hver af J-prøverne blev der også dyrket 15 planter i ufortyndet jord. For at følge etablering og udvikling af VAM-infektion i den tidlige vækstfase blev der høstet tre planter hhv. 11, 17, 21, 26 og 32 dage efter såning.

De farvede rødder blev placeret i en petriskål med linier indgraveret i bunden. 100 skæringspunkter blev observeret for

tilstedeværelse eller fravær af VAM-infektion. Antallet af skæringer med VAM-infektion repræsenterede den VAM-inficerede rodlængde som procent af total rodlængde. Størrelsen af F- og Ø-prøver tillod ikke gennemførelse af disse detaljerede analyser. Kvantificering af VAM-infektionen blev for disse prøver udført alene på rødder fra planter dyrket i ufortyndet jord.

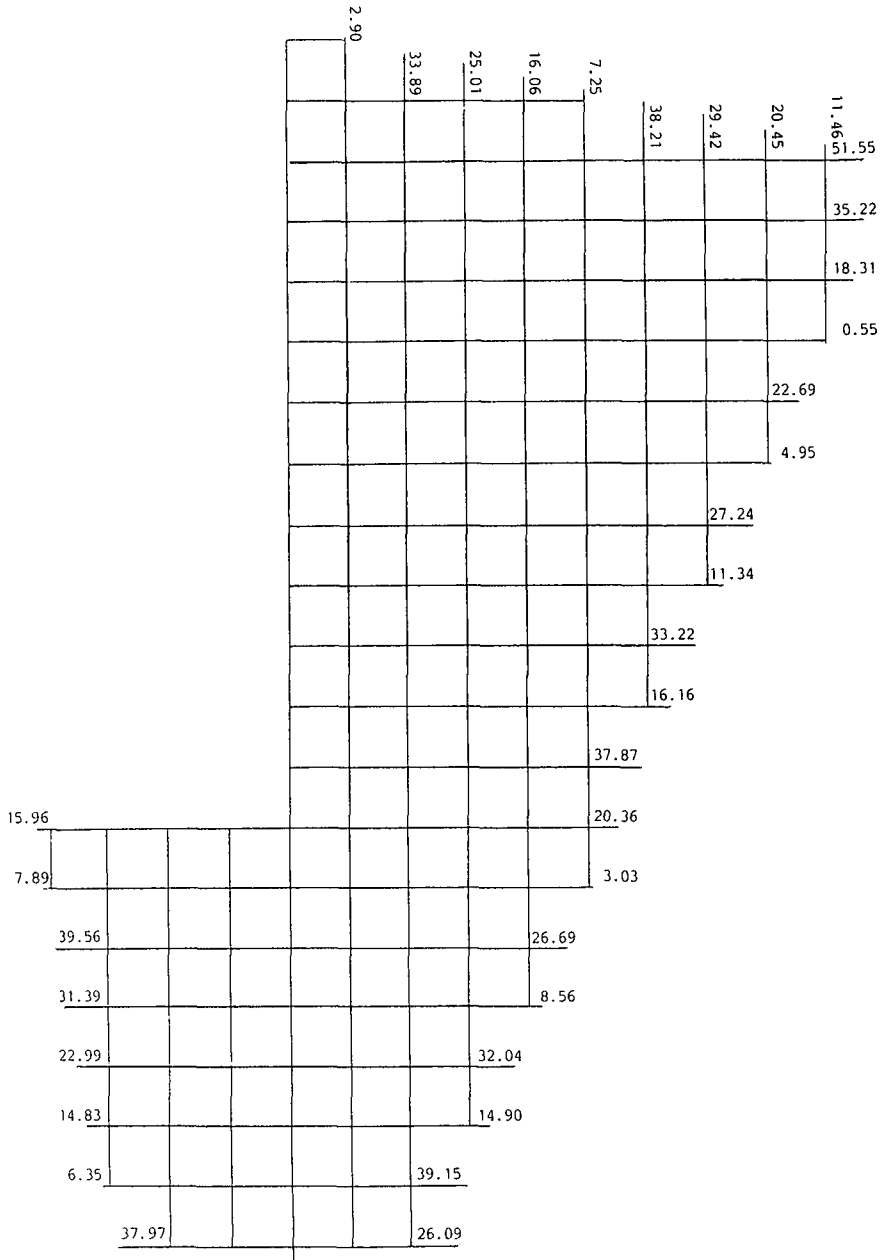


Fig A1. Hedeselskabets opmåling af Foulum-arealet.

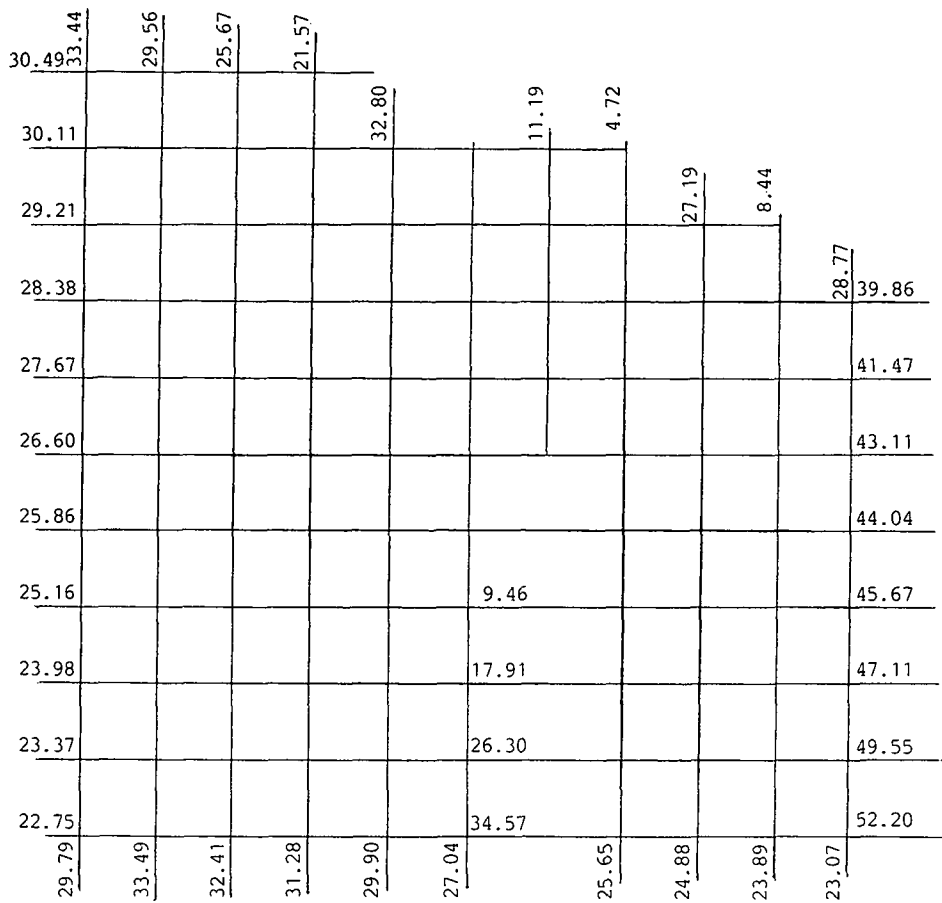


Fig A2. Hedeselskabets opmåling af Ødum-arealet.

31.84	20.00	20.00	20.00	20.00	18.81	41.19	19.93	19.85	19.93	20.47	15.72	29.16	29.15	24.71
											24.28			
30.41					18.65	41.35					16.34			24.73
											23.66			
30.61					18.87	41.13					16.05			24.77
											23.95			
30.76					18.86	41.14					16.35			24.64
											23.65			
30.59					18.84	41.16					15.71			24.62
											24.29			
30.53					18.75	41.25					15.95			24.48
											24.05			
30.69					18.79	41.21					14.97			24.73
											25.03			
30.68					18.74	41.26					15.08			24.53
											24.91			
30.42					18.77	41.23					14.66			24.47
26.69	30.68	34.22	37.83								25.34			
					42.05						14.66			
					41.44						14.63			
					41.46						14.65			
					41.43						14.39			
					34.53	37.09	39.33	42.63	44.59	47.99				

Fig A3. Hedeselskabets opmåling af Jyndeved-arealet.

Institutter m.v. under Statens Planteavlsvforsøg

Administrationscentret

Statens Planteavlsskontor, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Informationstjenesten, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Afdeling for Biometri og Informatik, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Afdeling for Bisygdomme, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste, Forsøgsanlæg Foulum, 8830 Tjele	06 65 25 00

Landbrugscentret

Fagligt Sekretariat, Forsøgsanlæg Foulum, 8830 Tjele	06 65 25 00
Afdeling for Industriplanter og Frøavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	02 36 18 11
Statens Forsøgsareal, Bornholm, Rønnevej 1, 3720 Åkirkeby	03 97 53 10
Statens Biavlsvforsøg, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	02 36 18 11
Statens Forsøgsstation, Rønhave, Hestehave 20, 6400 Sønderborg	04 42 38 97
Statens Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup	08 26 13 99
Afdeling for Sortsafprøvning, Teglværksvej 10, 4230 Skælskør	03 59 61 41
Afdeling for Grovfoder, Forsøgsanlæg Foulum, 8830 Tjele	06 65 25 00
Statens Forsøgsstation, Vestergade 46, Borris, 6900 Skjern	07 36 62 33
Statens Forsøgsstation, Oddesundvej 65, Silstrup, 7700 Thisted	07 92 15 88
Afdeling for Landbrugsplanternes Ernæring, Vejenvej 55, Askov, 6600 Vejen	05 36 02 77
Statens Forsøgsstation, Kongeåvej 90, Lundgård, 6600 Vejen	05 36 01 33
Afdeling for Kulturteknik, Flensborgvej 22, St. Jyndeved, 6360 Tinglev	04 64 83 16
Statens Forsøgsstation, Amdrupvej 22, Ødum, 8370 Hadsten	06 98 92 44
Statens Planteavlsv-Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Centrallaboratoriet, Forsøgsanlæg Foulum, 8830 Tjele	06 65 25 00

Havebrugscentret

Institut for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	09 99 17 66
Institut for Væksthuskulturer, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	09 99 17 66
Institut for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	09 99 17 66
Institut for Landskabsplanter, Granlidevej 22, Hornum, 9600 År	08 66 13 33

Planteværnscentret

Institut for Pesticider, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	02 87 25 10
Botanisk, Virologisk og Zool. Afd. og Oplysningstjen., Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby ..	02 87 25 10
Planteværnsafdelingen i Skejby, Udkærvej 15, Skejby, 8200 Århus N	06 10 30 88
Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	03 58 63 00
Analyselaboratoriet for Pesticider, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	03 58 63 00