

Rumlige variation i gylles tørstof- og næringstofindhold under opbevaring

Spatial variability in dry matter and plant nutrient content of slurry during storage

V. KJELLERUP OG J. PETERSEN

Resumé

Fra otte gyllebeholdere, placeret ved private ejendomme, blev der i 1986/1987 udtaget i alt 112 gylleprøver. I hver gyllebeholder blev der udtaget prøver følgende steder: centralt i beholderen nær det sted, hvor gyllen tilføres beholderen, i modsat side af gyllens tilførselssted, og midt mellem dette og beholderens centrum. Hvert sted blev gylleprøven udtaget i fire dybder: svømmelag, lige under svømmelag, midt mellem svømmelaget og beholderens bund, og i beholderens sedimenterede bundlag.

Prøverne blev analyseret for indhold af tørstof, total-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, K, Na, Ca, Mg, Cu, Zn og Mn.

Svømmelaget udgjorde ca. 5 pct. af den sam-

lede gyllevolumen. Tørstofindholdet varierede på tværs af gyllebeholderen. Størst variation i tørstofindholdet blev fundet for svinegylle, hvor variationskoefficienten (C. V.) var 30 pct. For kvæggylle var C. V. ca. 8 pct. Variationen var ikke korreleret med prøveudtagningssted.

Tørstofindholdet var lavest i gylle udtaget lige under svømmelaget og viste meget lille variation. Sedimentet havde samme tørstofindhold som svømmelaget. Den rumlige variation i indholdet af P, Ca, Mg og Cu, Zn og Mn var stærkt korreleret til tørstofindholdet. Der var ingen variation i pH og kun meget lille rumlig variation i gyllens indhold af K og Na. Total-N og $\text{NH}_4\text{-N}$ -indhold viste relativt lille variation. Dog havde svømmelaget lavere indhold af total-N og $\text{NH}_4\text{-N}$.

Nøgleord: Gylle, gyllebeholder, variation, tørstof, plantenæringsstoffer.

Summary

Eight slurry storage tanks placed at private farms (three with pig slurry, four with cattle slurry and one with mixed slurry) were sampled in 1986/1987 in order to examine the spatial variability of dry matter and plant nutrient content.

From each storage tank, slurry was sampled in the following places: the centre of the tank, near the inlet, opposite to the inlet, and in a position between this sampling point and the centre of the tank.

Slurry was taken from four depths (in the floating layer, just below the floating layer, between the floating layer and the bottom of the tank, and in the bottom sediment).

Samples were analysed for content of dry matter, total-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, K, Na, Ca, Mg, Cu, Zn and Mn.

The floating layer accounted for approximately 5% of the slurry volume and showed large variations in dry matter content. The largest variation was found for pig slurry C. V. 30% and C. V. for cattle slurry was 8%. The variation was not correlated with sampling site.

Key words: Slurry, storage tank, variation, dry matter, plant nutrients.

Indledning

Optimal udnyttelse af gylle i relation til såvel driftsøkonomiske som miljømæssige forhold, kræver udover kendskab til dosering, udbringningstid og afgrødevalg, også kendskab til indholdet af plantenæringsstoffer i gyllen. Ofte vil gyllens indhold af næringsstoffer blive bestemt på en gylleprøve udtaget i gyllelageret før udbringning. Den analyserede prøves repræsentativitet for hele gyllelageret bliver derfor afgørende for, hvilken anvendelse af analyseresultaterne der kan finde sted.

Ved opbevaring i lagertank kan der ske en separering af gyllen på grund af forskel i vægtfylde. Der kan i mere eller mindre grad dannes svømmelag og bundfald, hvorved gyllen får et varierende tørstofindhold og varierende indhold af plantenæringsstoffer. I tidligere undersøgelser (1, 2, 3, 4, 5) over gyllens indhold af plantenæringsstoffer fandtes for nogle af stofferne god sammenhæng med tørstofindholdet og mellem plantenæringsstofferne indbyrdes.

Foruden dannelse af svømmelag og/eller bundfald, vertikal variation, kan der også tænkes at være en horisontal variation. En prøve udtaget ved indløb kan muligvis afvige fra en prøve udtaget modsat indløb.

Formålet med nærværende undersøgelse var at belyse variationen af plantenæringsstoffer i gyllebeholderen i forskellige dybder og afstand fra indløbet og dermed fastlægge behovet for omrøring før udtagning af gylleprøve til analyse og udbringning af gyllen.

The lowest dry matter content was found just below the floating layer which showed little variations, while the bottom layer had the same variation and dry matter content as the floating layer.

The spatial variability in the content of P, Ca, Mg, Cu, Zn and Mn was closely correlated to the dry matter content.

No variation in pH, and only a small variation in K and Na content was observed.

Total-N and $\text{NH}_4\text{-N}$ contents showed relatively little variations. The lowest content was found in the floating layer.

Metode

I gyllebeholdere fra private ejendomme blev der i årene 1986/1987 udtaget prøver som skitseret i fig. 1.

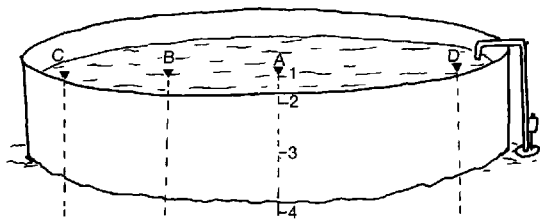


Fig. 1. Prøveudtagningsstederne i de undersøgte gyllebeholdere
Positions for sampling in the examined storage tank.

- A. Beholdercenter.
Centre of the tank.
- B. 3/4 fra indløb.
3/4 from inlet pipe.
- C. Modsat indløb.
Opposite inlet pipe.
- D. Ved indløb.
Next to inlet pipe.

Ved hvert udtagningssted blev der taget prøver i fire dybder, af svømmelaget (1), lige under svømmelaget (2), midt mellem svømmelag og bund (3), samt ved bunden (4).

Til udtagning af gylleprøverne konstrueredes en prøveudtager som skitseret i fig. 2.

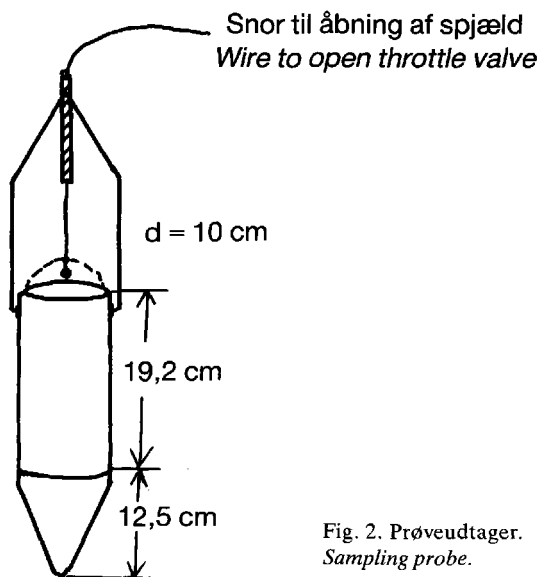


Fig. 2. Prøveudtager.
Sampling probe.

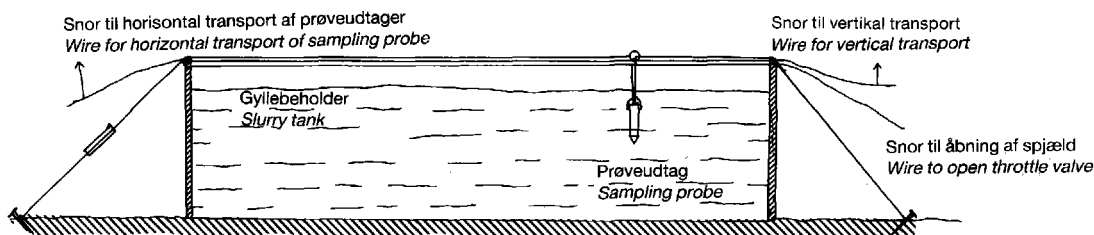


Fig. 3. Skitse af opstilling til udtagning af gylleprøve.
Outline of system for collecting slurry samples in storage tanks.

Prøveudtageren er fremstillet i rustfrit stål og udformet således, at der ved træk i en snor kan åbnes et fjederbelastet spjæld, når udtageren er i den ønskede dybde.

I fig. 3. er den anvendte opstilling ved prøveudtagning skitseret.

Af de otte undersøgte gyllebeholdere indeholdt tre svinegylle, fire kvæggylle og én blandet kvæg- og svinegylle. Tabel 1 viser forskellige fysiske parametre for de enkelte gyllebeholdere.

Alle beholdere var fire meter dybe, hvorved diameteren alene er af betydning for beholderens rumfang.

Fyldningsgraden af gyllebeholderne varierede fra 62–91 pct., men i ét tilfælde var beholderen kun halv fyldt. Opbevaringstiden på prøveudtagningstidspunktet var 3–4 mdr.

Svømmelagets tykkelse og mængde er vist i højre halvdel af tabel 1. Det ses, at svømmelagets andel af den samlede gyllevolumen har varieret mellem 2 og 15 pct.

Tabel 1. Gyllebeholdernes diameter, gyllevolumen, fyldningsgrad, svømmelagets tykkelse og dens andel af gyllevolumen.

Diameter of the tanks, amount of slurry, degree of filling, the depth of the floating layer and percentage of total amount.

	Diameter Diameter m	Gyllevolumen Volume of slurry m ³	Fyldningsgrad, pct. Degree of filling, %	Svømmelaget Floating layer	
				tykkelse depth cm	pct. af gyllevolumen % of slurry volume
Svinegylle Pig slurry	23	1245	75	10	3,3
- -	17	770	86	15	4,4
- -	13	480	84	50	15,0
Kvæggylle Cattle slurry	20	1130	91	8	1,8
- -	18	480	49	12	6,4
- -	9	170	68	8	3,0
- -	12	280	62	20	8,0
Blandet Mixed	13	478	90	10	2,8

Hvor tørstofprocenten i svømmelaget oversteg 10 pct., var det med den anvendte teknik kun muligt at udtage en prøve af svømmelaget.

Analyse

Tørstofprocenten er bestemt ved tørring ved 80°C i 18 timer. I gyllen er målt pH, og total-N er analyseret efter Kjeldahl-metoden. Ammonium-N er bestemt ved destillation af NH₃ efter tilsætning af MgO og CuSO₄ til den friske prøve.

Efter tørforaskning ved 450°C ekstraheredes de øvrige plantenæringsstoffer med HCl. H₂PO₄-P bestemtes kolorimetrisk efter dannelse af et farvekompleks med ammoniummolybdatnadat. K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Cu⁺⁺, Zn⁺⁺ og Mn⁺⁺ er målt på atomabsorptionsflammespektrofotometer.

Resultater

Tørstof i svømmelag

Variationen i tørstoffet på tværs (D, A, B, C) er væsentlig større i svinegylle end i kvæggylle med en variationskoefficient på 27–40 for svinegylle, og 8 for kvæggylle. Variationen kan dog ikke henføres til prøveudtagningsstederne, og må betragtes som tilfældig.

På grund af de store forskelle i gyllen mellem de enkelte beholdere, og for at kunne finde frem til principielle forhold om den rumlige variation,

Tabel 2. Tørstofprocenten i svømmelaget fra fire beholdere, og variationskoefficient.

% dry matter in floating layer, and C. V.

Gylleart <i>Type of slurry</i>	Udtagningssteder <i>sample positions</i>				Variationskoefficient <i>C. V.</i>
	D	A	B	C	
Svin <i>Pig</i>	4,58	3,26	8,43	5,41	40
Svin <i>Pig</i>	2,33	1,44	1,71	2,66	27
Kvæg <i>Cattle</i>	9,09	8,82	9,76	10,49	8
Blandet <i>Mixed</i>	4,98	4,17	4,22	4,38	8

er de statistiske beregninger foretaget på relative værdier, idet måleresultaterne er sat i relation til et gennemsnit for den enkelte beholder.

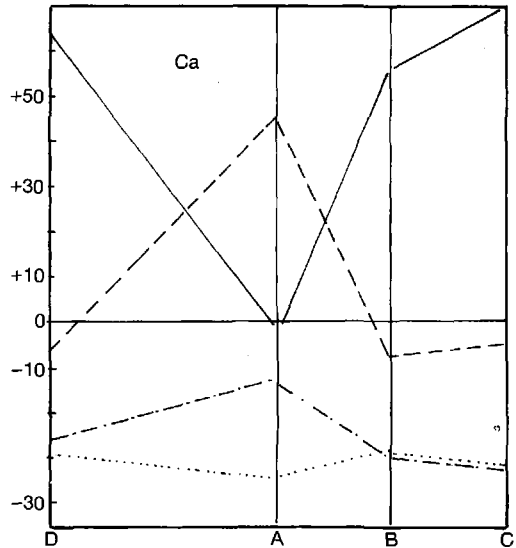
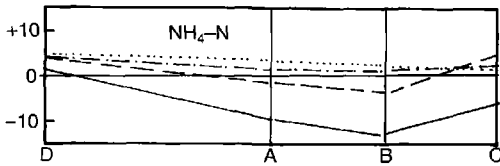
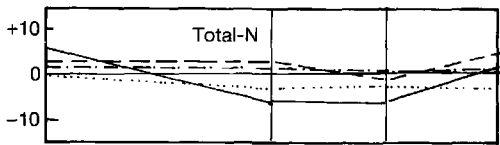
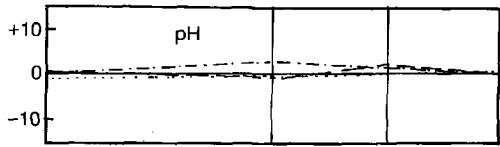
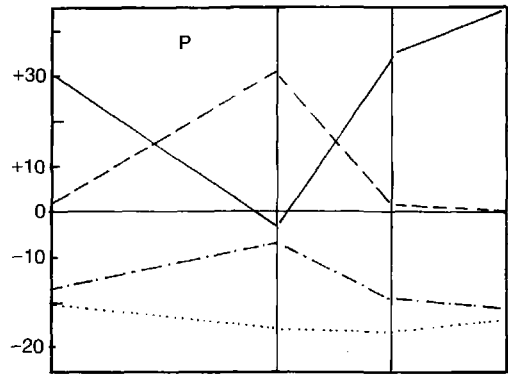
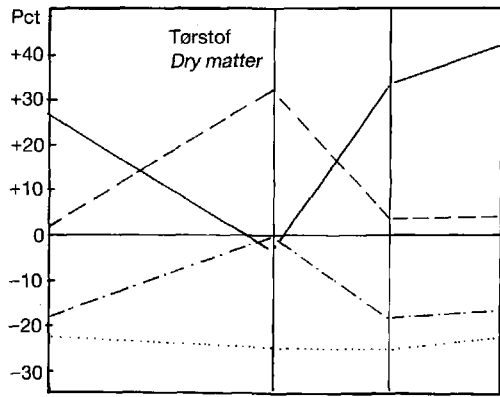
Variation med dybde i beholderen

Tabel 3 og fig. 4 viser det relative indhold af de målte stoffer i prøver udtaget i de fire forskellige dybder: svømmelag, 5 cm under svømmelag, 1/2 dybde og ved bund. Resultaterne omfatter de fire beholdere, hvor det var muligt at udtage alle prøver af svømmelaget.

Tabel 3. Det relative indhold af tørstof og næringsstoffer i de fire gyllebeholdere, hvor der er signifikant forskel mellem lagene. Gns. for samtlige prøver i en beholder = 100.

The relative content of dry matter and plant nutrients in the four storage tanks, where significant difference was obtained between the layers. Average of all samples = 100.

Dybde <i>Depth</i>	Tørstof <i>Dry matter</i>	Total-N	NH ₄ -N	P	K	Na	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
Svømmelag <i>Floating layer</i>	125	103	93	129	98	97	150	151	141	145	146
5 cm under Svømmelaget	77	99	103	77	101	101	69	70	79	67	76
5 cm under the <i>floating layer</i>											
1/2 dybde <i>1/2 depth</i>	87	98	103	85	101	101	75	78	81	78	79
Bundlag <i>Sediment</i>	111	101	101	109	101	102	107	102	100	104	99
LSD _{.95}	22	4	6	24	3	2	41	42	31	39	34



— svømmelag
floating layer
 5 cm. under
svømmelag
5 cm below
floating layer

- - - 50% bund/top
50% bottom/top
 - - - bundlag
bottom sediment

A = midt i beholder
center of the tank

Fig. 4. Det relative indhold af tørstof, pH, samt total-N, NH₄⁺-N, P, og Ca. Gns. af samtlige prøver = 0. Gns. af 4 beholdere.

The relative content of dry matter, pH and plant nutrients, total-N, NH₄⁺-N, P and Ca. Average of all samples = 0. Average of 4 tanks.

Tørstof

Tørstofindholdet er størst i svømmelaget og i bundfaldet (tabel 3). Der er ingen sikker forskel i tørstofindholdet i de to lag. Indholdet i de to mellem-liggende lag er signifikant lavere, og der er ingen sikker forskel i tørstofindholdet mellem dem.

pH

Der er ingen forskel mellem lagene i henseende til pH.

Total-N

Variation i total-N-indholdet er lille ned gennem beholderen. Indholdet af total-N er størst i svømmelaget og bundlaget og mindst i laget »1/2 dybde«.

NH₄-N

NH₄-N-indholdet er 10 pct. mindre i svømmelaget sammenlignet med de øvrige lag, som ikke adskiller sig fra hinanden. Det lavere indhold i svømmelaget må henføres til, at det i nogen grad består af strøelse, og til dels er tørret ud. Svømmelaget danner herved et beskyttende lag, som sandsynligvis reducerer ammoniakfordampning fra de underliggende lag.

NH₄-N-indholdet er lidt højere i laget lige under svømmelaget, hvor tørstofindholdet samtidig er lavest. Det kan antages, at en større del af gyllen umiddelbart under svømmelaget er ajle. I ajlen findes ca. 90 pct. af total-N på ammoniumform, medens det i den faste bestanddel af husdyrgødning udgør fra 40–60 pct. af total-N.

P, Ca, Mg, Cu, Mn, og Zn

Disse stoffer, som er stærkt korreleret til tørstof-fet (3), viser meget store variationer i det relative indhold.

For P er der ikke fundet sikker forskel i det relative indhold mellem svømmelag og bundfald, som begge indeholdt 40 pct. mere P end de to mellem-liggende lag. Der blev ikke konstateret forskel i det relative P-indhold i de to midterste lag.

For stofferne Ca, Mg, Cu, Mn og Zn har svømmelaget et relativt indhold, der er 40–100 pct. større end de øvrige lag.

K og Na

Den rumlige variation er meget lille. Indholdet var ca. 4 pct. mindre i svømmelaget end i de øvrige lag. Det lavere indhold i svømmelaget kan dels skyldes nedvaskning med nedbøren, da K- og Na-saltene er let opløselige i vand, dels at K- og Na er knyttet til væskefasen. Svømmelaget har lavere indhold af væske (højere tørstofindhold).

Variation med dybde under svømmelag

Når svømmelaget udelades, er det muligt at inddrage resultaterne fra yderligere fire beholdere, i alt otte beholdere (tabel 4).

Der er ingen forskel mellem lagene, hvad angår NH₄-N, K og Na, mens bundlaget har højere indhold af de øvrige stoffer.

Horisontal variation

Som det var tilfældet med tørstof i svømmelaget (tabel 2), var det for de fleste næringsstoffer ikke

Tabel 4. Det relative indhold af tørstof og næringsstoffer i otte gyllebeholdere, hvor der er signifikant forskel mellem de tre lag under svømmelaget. Gns. for samtlige prøver i en beholder = 100.

The relative content of dry matter and plant nutrients in eight storage tanks, where significant difference between three layers under the floating layer was obtained. Average of all samples = 100.

Dybde Depth	Tørstof Dry matter	Total-N	P	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
5 cm under Svømmelaget	88	97	85	87	85	92	84	91
5 cm under the floating layer								
1/2 dybde 1/2 depth	93	100	92	86	86	91	88	88
Bundlag Sediment	118	103	123	127	130	117	127	121
LSD _{.95}	13	3	13	19	23	22	27	16

muligt at henføre den horisontale variation til prøvetagningsstederne. Kun for pH, K, Na og Cu fandtes små og ubetydelige forskelle (tabel 5).

Tabel 5. Det relative indhold af pH og næringsstoffer i otte gyllebeholdere, og de tre lag under svømmelaget, hvor der er signifikant forskel mellem de fire udtagningssteder. Gns. for samtlige prøver i en beholder = 100.

The relative content of pH and plant nutrients in eight storage tanks and the three layers under the floating layer, where significant difference between the four sampling positions was obtained. Average of all samples = 100.

Prøveudtagningssted Sample position	pH	K	Na	Cu
D Ved indløb Next to inlet pipe	99	100	97	93
A Beholdercenter Center of the tank	101	102	107	125
B 3/4 fra indløb 3/4 from inlet pipe	100	100	100	89
C Modsat indløb Opposite inlet pipe	100	97	96	93
LSD _{.95}	1	3	6	25

Tabel 6. Sammenhæng mellem tørstofindhold og indhold af plantenæringsstoffer (n = 112).

Correlation between content of dry matter and plant nutrients (n = 112).

Korrelationskoefficient Correlation coefficient	
Total-N	0,06
NH ₄ -N	0,05
P	0,98
K	0,19
Na	0,19
Ca	0,94
Mg	0,88
Cu	0,83
Mn	0,92
Zn	0,84

Sammenhæng mellem tørstof og plantenæringsstoffer

Der er her, i lighed med tidligere undersøgelser over gyllens indhold af tørstof og plantenærings-

stoffer, fundet sammenhæng mellem tørstof og nogle af plantenæringsstofferne. Det er specielt P, Ca, Mg, Cu, Mn, og Zn, som er stærkt korreleret med tørstof (tabel 6).

De letopløselige alkalimetaller K og Na viser ingen sammenhæng med tørstoffet, det samme er tilfældet med total-N og NH₄-N.

Diskussion og konklusion

Undersøgelser viser, at svømmelaget og bundfaldet, og dermed tørstof i gyllen, er den vigtigste faktor i relation til den rumlige variation af de målte parametre i gyllebeholderen. Der er stort set samme relative tørstofindhold i svømmelaget og bundfaldet. Tørstofindholdet i disse lag er ca. 30-40 pct. højere end de to mellemliggende lag, som ikke viste sikre forskelle i tørstofindhold.

Den horisontale variation i tørstofindhold i svømmelaget var betydelig, men tilfældig, og dermed ikke korreleret til udtagningssted.

Behovet for gennemblanding af gylle afhænger af, hvilket næringsstof man er interesseret i. K, Na, NH₄-N og til dels total-N (organisk N + NH₄-N) viser relativ lille, rumlig variation. Eksempelvis vil en prøve udtaget under svømmelaget ofte give et rimligt skøn over NH₄⁺-N- og K-indholdet i den samlede gyllemængde. Da der i enkelte tilfælde kan være tale om rumlig variation for disse næringsstoffer, må opblanding altid foretages før prøvetagning og udbringning.

For de næringsstoffer, som er stærkt korreleret til tørstof, som fx P, er det vigtigt før prøvetagning og udbringning at få opblandet det tørstofferige svømmelag og bundlag.

De gennemførte undersøgelser er i god overensstemmelse med såvel svenske som hollandske undersøgelser (6, 7). Fra de svenske undersøgelser konkluderes, at for at få kendskab til indhold af NH₄-N og K i den samlede gyllemængde er det tilstrækkeligt at udtage en prøve af den flydende del af gyllen uden først at gennemblende, medens det er nødvendigt at gennemblende gyllen dels for at få et mål for P- og total-N-indholdet, og dels for at kunne dosere disse plantenæringsstoffer ensartet med gyllen.

Litteratur

1. *Kjellerup, V. & Klausen, P. S.* 1975. Gyllens indhold af plantenæringsstoffer. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1212.
2. *Kjellerup, V. & Munch, B.* 1981. Husdyrgødningens indhold af kobber og bor. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1614.
3. *Kjellerup, V.* 1986. Agros Nitrogen meter for estimating ammoniumnitrogen in slurry and liquid manure. I »Efficient Land Use of Sludge and Manure«, A. *Dam Kofoed*. m. fl. (eds), Elsevier Applied Science Publishers, 216-223.
4. *Lindhard, J. & Kjellerup, V.* 1979. Fjerkrægødning, sammensætning og mængde fra forskellige produkter. Tidsskr. Planteavl 83, 194-200.
5. *Tunney, H.* 1986. Slurry Meter - Rapid Field test for estimating dry matter and fertilizer value of slurry. I »Efficient Land Use of Sludge and Manure«, A. *Dam Kofoed*. m. fl. (eds), Elsevier Applied Science Publishers, 206-215.
6. *Steineck, S., Djurberg, L. & Ericsson, J.* 1989. Stallgödsel. Sveriges Lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningen Mark-växter.
7. *Prins, W. H. & Snijders, P. J.* 1987. Negative effect of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. Proc. int. Symp. Eur. Grassland Fed. on animal manure on grassland fodder crops, Fertilizer or waste. Martin Nijehof Publishers, 119-135.

Manuskript modtaget den 29. november 1989.