

Sammenligning af nitrat i jordvand udtaget med sugekopper og ekstraheret fra jordprøver

A comparison of soil water nitrate determined by coring and solution extraction techniques

JØRGEN DJURHUUS

Resumé

For at sammenligne nitratanalyser baseret på udtag af jordvand ved henholdsvis sugekopper og ved ekstraktion fra jordprøver blev der på tre tidspunkter i vinterhalvåret 1988-89 på en grovsandet jord (JB1) ved Afdeling for Kulturteknik, Jydevad, udtaget prøver med de to metoder. Der blev ved hver prøveudtagning taget 103 jordprøver fra 60-80 cm's dybde. De tilsvarende antal jordvandsprøver fra sugekopper var henholdsvis 102, 102 og 101. Sugekopperne var placeret med midten af koppen i 80 cm's dybde. Prøverne blev udtaget på et areal på ca. 0,3 ha, som har været ensartet dyrket i 4 år forud for prøveudtagningerne. For sugekopperne var de gennemsnitlige nitratkoncentrationer ved de tre udtagningstidspunkter 5,8, 8,2 og 13,9 NO₃-N, mg/l jordvand. De tilsvarende værdier for jordprøverne var 6,7, 8,7 og 13,2 NO₃-N, mg/l jordvand. Variationen for enkeltværdier udtrykt ved variationskoefficienten var henholds-

vis 31,9, 27,1 og 22,0 pct. for sugekopperne og 45,4, 51,7 og 31,1 pct. for jordprøverne. Variationerne for jordprøverne var signifikant større end de tilsvarende for sugekopperne. Test for normalfordeling viste, at prøverne fra den første udtagning var logaritmisk normalfordelte. Fra den anden udtagning var der ikke nogen entydig fordeling, mens prøverne for den sidste udtagning var normalfordelte. Variansanalyse af resultaterne viste, at der ikke var signifikant forskel på gennemsnittene fra de to metoder. Der forekom ikke nævneværdig afstrømning på de tre prøveudtagningstidspunkter. For tilsvarende forhold, som denne undersøgelse er foretaget under, kan det konkluderes, at nitratanalyser foretaget på baggrund af henholdsvis udtag af jordvand vha. sugekopper og ekstraktion fra jordprøver ikke vil være signifikant forskellige, men at der skal et større antal jordprøver til for at opnå den samme sikkerhed på middelværdien.

Nøgleord: Nitrat, jordvand, jordprøver, sugekopper.

Summary

A comparison of nitrate in soil water extracted from soil samples and by means of ceramic suction cups was made on a coarse sandy soil. Three

times during the winter 1988-89 samples were taken by means of the two methods. Each time 103 soil samples were taken from a depth of 60-80 cm. At the same time 102, 102 and 101 samples

from suction cups were taken, respectively. The suction cups were placed at a depth of 80 cm. The samples covered an area of about 0.3 ha. The area had been grown uniformly for the last four years. Concerning the suction cups the means of the nitrate concentrations with the coefficient of variation given in brackets were 5.8 (31.9%), 8.2 (27.1%) and 13.9 (22.0%) $\text{NO}_3\text{-N}$, mg/l. The corresponding values of the soil samples were 6.7 (45.4%), 8.7 (51.7%) and 13.2 (31.1%) $\text{NO}_3\text{-N}$, mg/l. The variations of the soil samples were significantly higher compared to the suction cells. Test of normality showed that the samples from the first date were log normally distributed. On

the second date the distributions were equivocal, while concerning the last date the samples were normally distributed. Analysis of variance showed that on each date of sampling the difference between the means from the two methods was not significantly different from zero. The percolation on the three dates of sampling was insignificant. Given the circumstances of the investigation it can be concluded that there is no significant difference whether the analysis of nitrate content is done on soil water extracted from soil samples or by means of suction cups, although the number of soil samples necessary to give the same precision of the true mean will be higher.

Key words: Nitrate, soil water, soil coring, soil samples, ceramic suction cups.

Indledning

Diskussionen om udvaskning af nitrat fra landbrugsjord begyndte i 60'erne og har siden været et tilbagevendende emne i den offentlige debat. Som følge heraf er der i stigende omfang blevet udført undersøgelser til belysning af nitratudvaskningens størrelse i relation til afgrøde, gødskning etc., ligesom der er blevet udført monitoringsprogrammer til estimering af nitratudvaskningen fra landbrugsejendomme.

Som en opfølgning af NPO-redegørelsen (9) fra 1984 er der igangsat en lang række nitratudvaskningsundersøgelser. De anvendte metoder til bestemmelse af nitratudvaskningen fra rodzonen kan opdeles i:

1. Udtag af jordvand vha. sugekopper til en koncentrationsbestemmelse af nitrat.
2. Udtag af jordprøver til en koncentrationsbestemmelse af nitrat i jordvandet enten vha. ekstraktion eller centrifugering.
3. Opsamling af afstrømningsvand vha. minilysimetre, der installeres i bunden af rodzonen.

For en nærmere beskrivelse af metoderne henvises til *Beier et al.* (2).

Valg af metode vil primært være bestemt af praktiske hensyn, der ikke skal redegøres for her.

Af ovennævnte metoder kræver de to første samtidig en beregning af afstrømningen fra rodzonen, mens der ved den sidste metode samtidig fås et estimat for afstrømningen. Hvorvidt sidstnævnte metode giver en arealtro afstrømning, vil afhænge af, hvordan minilysimetret er blevet in-

stalleret samt dets virkemåde og dermed dets påvirkning af jordens hydrauliske potential.

Spørgsmål om metodernes begrænsninger, og om de giver de samme resultater, er derfor både relevante og aktuelle. Desværre er metodestudier til belysning heraf både vanskelige at udføre og omfattende, hvilket skyldes den fysiske karakter af jord og den rumlige variation af jordfysiske, -kemiske og biologiske parametre, der har betydning for nitratudvaskningens størrelse og forløb. *Hansen* (4) har udført en metodeafprøvning af sugekopper i lysimetre – herunder en diskussion af, hvilke metodemæssige problemer der kan være forbundet med brug af sugekopper. I nærværende undersøgelse sammenlignes nitrat i jordvand på en sandjord udtaget med henholdsvis sugekopper og ekstraheret fra jordprøver.

Såfremt undersøgelsen viser en forskel på de to metoder, må dette kunne tilskrives enten metodemæssige problemer og/eller, at $\text{NO}_3\text{-N}$ -koncentrationen ikke er den samme i den del af jordvæsken, der er blevet udtaget med sugekopper, som i den del af jordvæsken, der blev udtaget fra jordprøven.

Materialer og metoder

Lokalitet og jordtype

Forsøget blev udført på en grovsandet jord (JB1) ved Jyndevad forsøgsstation. Jorden er ifølge Soil Taxonomy Systemet klassificeret som Orthic Haplohumod (undergruppe) (10). I tabel 1 er givet en teksturbeskrivelse af forsøgsarealet. Den

Table 1. Tekstur, procent.
Texture, per cent.

Dybde Depth cm	Humus Humus	Ler Clay <2 μm	Silt Silt 2–20 μm	Grov silt Coarse silt 20–63 μm	Finsand Fine sand 63–200 μm	Grovsand Coarse sand 200–2000 μm
0–20	2,2	4,6	1,8	1,4	11,9	78,1
20–40	1,6	4,7	1,2	1,2	10,3	81,1
40–60	0,8	4,0	0,6	1,0	9,3	84,1
60–80	0,4	4,0	0,4	1,0	9,4	84,7

pågåldende forsøgsmark ligger i det areal, hvor der fra 1989 er anlagt forsøg med dyrkningssystemer. For en nærmere beskrivelse af det pågåldende areal henvises til *Heidmann* (8), *Nielsen* og *Møberg* (10) og *Hansen* (5).

Forsøgsperiode, jordbearbejdning og forfrugt

Forsøgsperioden startede i midten af september 1988 og varede til midten af marts 1989.

Efter høst i 1988 blev arealet stubharvet, og det blev i forsøgsperioden holdt ubevokset vha. gentagne harvninger.

Arealets forhistorie har været:

1983: Sorter af græs, varierende N-niveau

1984: Sorter af græs, varierende N-niveau

1985: Vårbyg, 90 kg N/ha

1986: Majs, 40 tons gylle/ha + 110 kg N/ha i kalk-ammonsalpeter

1987: Vårbyg, 90 kg N/ha

1988: Vårbyg, 110 kg N/ha

Udstyr og materialer

I fig. 1 er vist en principskitse af en sugekop anvendt til udtag af jordvand. Sugekoppen er med tokomponentlim monteret i PVC-røret, som vist i udsnittet af samlingen i fig. 1. Sugekopperne er blevet placeret i den ønskede dybde efter, at der først er lavet et hul i jorden med et stålspyd med nøjagtig samme dimensioner som de anvendte sugekopper m.v. Jordoverfladen omkring det rør, sugekoppen sidder på, er til sidst blevet cementeret med bentonit. PVC-slangen, der anvendes til

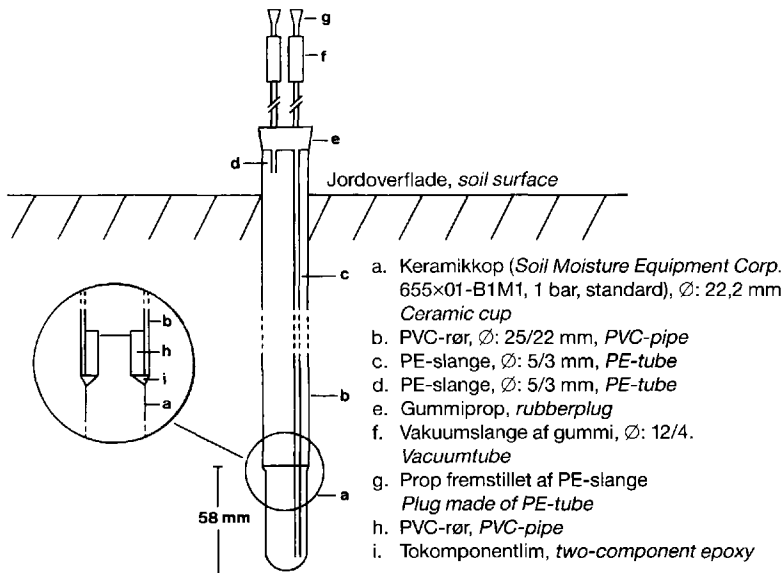


Fig. 1. Principskitse af udstyr til udtag af jordvand.
Outline of the suction cup equipment.

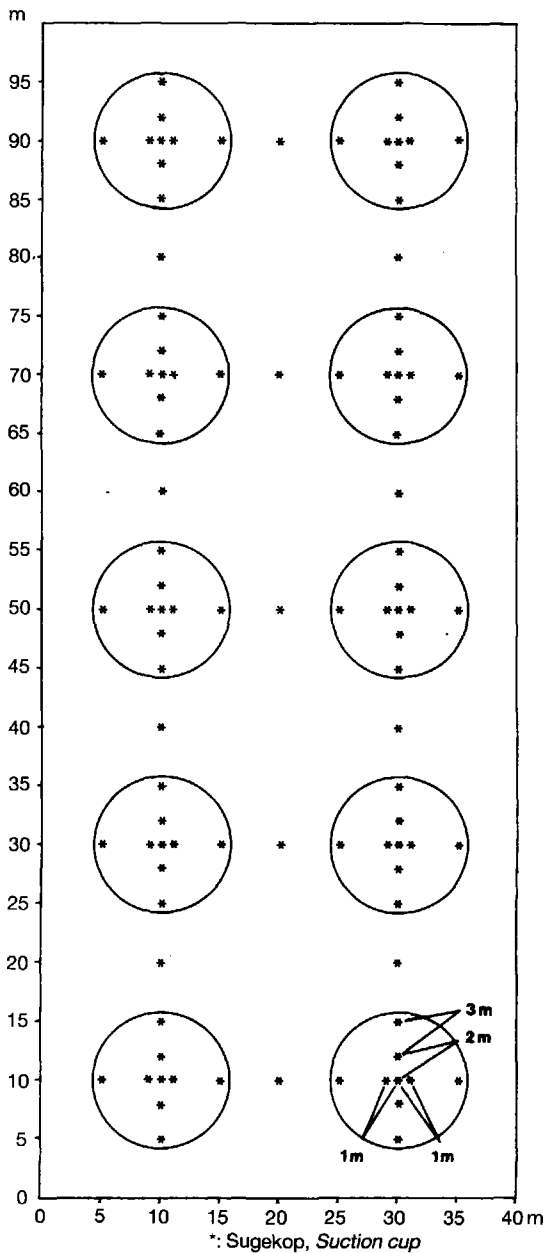


Fig. 2. Placering af sugekopper. Cirklernerne angiver den grupeinddeling, der er foretaget i forbindelse med variansanalyse af de to metoder.

at tømme sugekoppen inkl. PVC-rør for vand (c), er placeret helt nede i bunden af sugekoppen, hvorved det er muligt at tømme sugekoppen helt for vand.

Ved udsugning af vand fra jorden påføres systemet vakuum gennem slangen (d), som også anvendes ved tømning, idet der tilføres et overtryk, hvorved vandet presses op igennem slangen (c).

Til udtag af jordprøver er der anvendt et opslidset bor med en indre diameter på 22 mm.

Forsøgsplan

Sugekopperne har været placeret systematisk i marken, som vist i fig. 2. Der var i alt 103 sugekopper. Disse var placeret således, at midten af koppen befandt sig i 80 cm's dybde. Punktet (0,0) i fig. 2 svarer til punktet (100,280) i det koordinatsystem, der er lagt ud over arealet som led i den tidligere omtalte forskning i dyrkningssystemer (7).

I forsøgsperioden blev jordvandet udtaget én gang om ugen, idet der to døgn før prøveudtagning blev påsat et vakuum på 0,7 bar, som herefter var aftagende.

Tre gange i løbet af undersøgelsesperioden blev der udtaget 103 jordprøver i 60–80 cm's dybde. Jordprøverne blev udtaget dagen før prøverne fra sugekopperne, som de skulle sammenlignes med.

Jordprøverne blev udtaget i et system tilsvarende det, sugekopperne var placeret i, men forskudt i forhold til disse efter følgende plan:

26.10.88: 1 m mod nord

04.01.89: 3 m mod vest

09.03.89: 3 m mod øst

Jordprøverne blev straks efter udtagning fyldt i tætsluttende plasticposer. Både jordprøverne og jordvandsprøverne blev inden for 2–3 timer frosset ned, indtil de blev analyseret.

Locations of the suction cups. The circles indicate the groups in relation to the analysis of variance of the two methods.

The soil samples were taken displaced in relation to the suction cups:

26.10.88: 1 m to the north

04.01.89: 3 m to the west

09.03.89: 3 m to the east

Analyser

Jordprøverne blev ekstraheret med 2 M KCl med et jordvæskeforhold på 1:2. Såvel ekstrakt fra jordprøver som vandprøver blev analyseret for $\text{NO}_3\text{-N}$. Jordprøvernes tørstofindhold blev bestemt.

Resultater

Resultaterne er opgjort som $\text{NO}_3\text{-N}$, mg/l jordvand, idet resultaterne fra jordprøverne er omregnet fra mg/kg jord til mg/l jordvand efter følgende formel:

$$C_{\text{vand}} = C_{\text{jord}} \cdot \frac{a}{100-a}$$

hvor

$$C_{\text{vand}} = \text{NO}_3\text{-N, mg/l}$$

$$C_{\text{jord}} = \text{NO}_3\text{-N, mg/kg}$$

$$a = \text{tørstof i jordprøve, vægtprocent}$$

idet der er regnet med en vægtfylde for vand på 1 g/cm³.

I fig. 3, 4 og 5 er resultaterne vist som frekvens-histogrammer. Antal jordprøver har ved hver prøveudtagning været 103, mens antal jordvandsprøver har været henholdsvis 102, 102 og 101 for de tre prøveudtagningstidspunkter. Det lavere antal jordvandsprøver skyldtes, at enkelte sugekopper var ude af funktion på prøveudtagningstidspunktet.

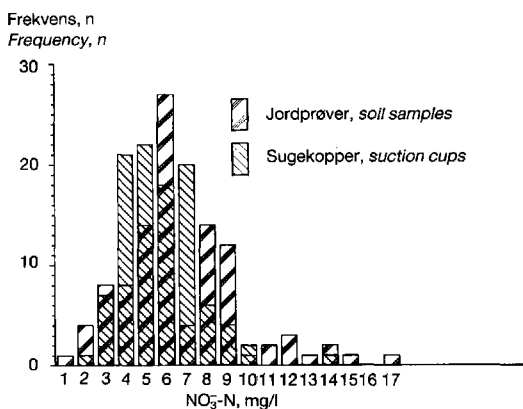


Fig. 3. Histogram af $\text{NO}_3\text{-N}$ for prøver fra sugekopper taget den 27.10.88 og jordprøver taget den 26.10.88. Frequency distribution of $\text{NO}_3\text{-N}$ from suction cups (27.10.88) and soil samples (26.10.88).

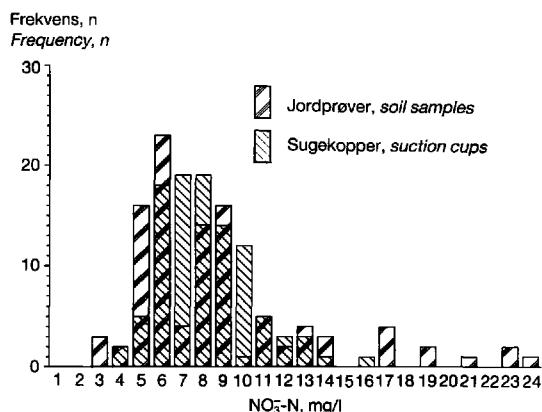


Fig. 4. Histogram af $\text{NO}_3\text{-N}$ for prøver fra sugekopper taget den 05.01.89 og jordprøver taget den 04.01.89. Frequency distribution of $\text{NO}_3\text{-N}$ from suction cups (05.01.89) and soil samples (04.01.89).

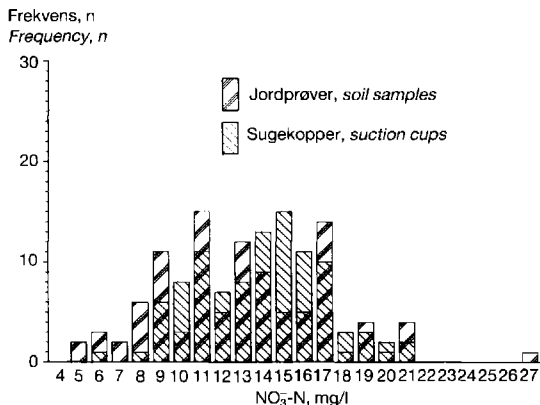


Fig. 5. Histogram af $\text{NO}_3\text{-N}$ for prøver fra sugekopper taget den 10.03.89 og jordprøver taget den 09.03.89. Frequency distribution of $\text{NO}_3\text{-N}$ from suction cups (10.03.89) and soil samples (09.03.89).

I tabel 2 er vist gennemsnit, spredning på enkeltværdier, variationskoefficient, skævhed af fordelingen (skewness) og test af normalfordeling (11). En negativ værdi for skævhed betyder, at fordelingen er venstreskæv, mens en positiv værdi betyder, at fordelingen er højreskæv. Endvidere er forskellen mellem nitrat fra sugekopper og nitrat fra jordprøver beregnet, og der er lavet test på, om forskellen er forskellig fra nul, og det er testet, om variansen fra de to typer af målinger er ens. Testene og beregningerne er foretaget både

på de originale data og logaritme-transformerede data.

Hypotesen om, at forskellen imellem de to metoder er nul, er testet ved en variansanalyse, som angivet i tabel 3. Ved analysen er punkterne uden for grupperne udeladt – se fig. 2. Ved variansanalysen er jordprøverne henført til de sugekopper, som de ifølge forsøgsplanen er blevet forskudt i forhold til. Når denne test er valgt frem for en t-test, er det for at eliminere effekten af, at punkter tæt på hinanden er korrelerede, idet variansanalyser foretaget på hver metode for sig viste, at der ved alle prøveudtagninger var signifikant forskel på grupper. Variansanalysen blev foretaget med PROC GLM (12) med brug af type III SS. Residualerne fra variansanalyserne er testet for normalitet (11).

Diskussion og konklusion

Testene for normalfordeling viser (tabel 2), at både jordprøver og vandprøver ved første udtagning er logaritmisk normalfordelte, mens prøverne ved sidste udtagning er normalfordelte. Ved anden udtagning er prøverne fra sugekopperne logaritmisk normalfordelte, mens de tilsvarende test for jordprøver hverken var normalfordelte eller logaritmisk normalfordelte.

Da de laveste koncentrationer er målt ved første prøveudtagning og de højeste ved sidste prøveudtagning, tyder dette på, at spørgsmålet om normalfordeling eller logaritmisk normalfordeling afhænger af koncentrationsniveauet. Ved de lavere koncentrationer ses således en logaritmisk normalfordeling – ved de højere koncentrationer en normalfordeling.

Tabel 2. Antal prøver, gennemsnit, spredning, variationskoefficient, skewness, Shapiro-Wilk test for normalfordeling*, differens (sugekopper – jordprøver), F-test for H_0 : Varianserne på hhv. sugekopper og jordprøver er ens**, F-test for H_0 : Differens = 0*** og Shapiro-Wilk test for normalfordeling af residualerne fra variansanalysen****. Numbers, means, standard deviation, coefficient of variation, skewness, Shapiro-Wilk test of normality*, difference (suction cups – soil samples), F-test for H_0 : the variances of the data from the suction cups and soil samples are equal**, F-test for H_0 : Difference = 0*** and Shapiro-Wilk test of normality of the residuals from the analysis of variance****.

	Originale data – Original data			Ln transformerede data – Ln transformed data		
	27.10.88	05.01.89	10.03.89	27.10.88	05.01.89	10.03.89
Sugekopper – Suction cups						
Antal, number	102	102	101	102	102	101
Gns., mean	5,8	8,2	13,9	1,71	2,07	2,61
NO ₃ -N, mg/l						
Spredning, s.d.	1,9	2,2	3,1	0,32	0,27	0,23
NO ₃ -N, mg/l						
CV, %	31,9	27,1	22,0	18,5	12,9	8,9
Skewness	1,07	0,79	0,03	-0,21	0,04	-0,52
P < W*	0,006	0,014	0,380	0,998	0,962	0,063
Jordprøver, soil samples						
Antal, number	103	103	103	103	103	103
Gns., mean	6,7	8,7	13,2	1,79	2,06	2,53
NO ₃ -N, mg/l						
Spredning, s.d.	3,0	4,5	4,1	0,49	0,46	0,33
NO ₃ -N, mg/l						
CV, %	45,4	51,7	31,1	27,2	22,2	13,2
Skewness	0,93	1,53	0,33	-0,64	0,44	-0,57
P < W*	0,0001	0,0001	0,412	0,052	0,016	0,055
P > F**	–	0,0000	0,0035	0,0000	0,0000	–
Differens, NO ₃ -N, mg/l	-0,85	-0,57	0,73	-0,078	0,008	0,080
Difference						
P > F***	0,215	0,373	0,300	0,506	0,996	0,203
P < W****	0,757	0,175	0,0004	0,631	0,646	0,0095

Table 3. Variansanalysetabel til sammenligning af metoder til bestemmelse af nitrat i jordvand.
Analysis of variance table to compare the methods of estimating the nitrate in soil water.

Variation	SS	df	MS	F-værdi
Metode [A], <i>method</i>	SS_A	1	$MS_A = SS_A/1$	$F = MS_A/MS_{AB}$
Grupper [B], <i>groups</i>	SS_B	9	$MS_B = SS_B/9$	
Metode \times grupper [A \times B], <i>methods \times groups</i>	SS_{AB}	9	$MS_{AB} = SS_{AB}/9$	
Gentagelse (grupper) [C(B)] <i>repetition (groups)</i>	$SS_{C(B)}$	80		
Residual	SS_e	80		
Total		179		

Af tabel 2 fremgår det, at variationen for de originale data på enkeltværdier udtrykt som variationskoefficient har været på 22–32 pct. og 31–52 pct. for henholdsvis sugekopper og jordprøver. En test for, om variansen af de to målemetoder er ens, viser, at variansen for sugekopperne er signifikant lavere end de tilsvarende varianser for jordprøverne. Den primære årsag til, at der er en større variation på jordprøverne i forhold til sugekopperne, må være, at jordprøverne kun repræsenterer et overfladeareal på 3,8 cm², mens sugekopperne repræsenterer et væsentligt større overfladeareal (3).

Normalitetstest af residualerne fra variansanalyserne viser, at residualerne fra såvel de originale data som de logaritmetransformerede data for de to første prøveudtagninger er normalfordelte. For den sidste prøveudtagning er residualerne ikke normalfordelte – hverken for de originale data eller de logaritmisk-transformerede data. I tabel 2 er der derfor vist både P-værdierne for variansanalyserne på de originale data og de logaritme-transformerede data.

For alle tre prøveudtagninger viser variansanalyserne, at der ikke er signifikant forskel på de to metoder. Dette gælder både for de originale data og de logaritme-transformerede data.

For de pågældende tre prøveudtagninger er konklusionen derfor, at der med den sikkerhed, gennemsnittene er bestemt, ikke er nogen forskel på de to metoder.

Denne konklusion betyder imidlertid ikke, at der ikke kan være forhold, hvorunder de to metoder måske giver forskellige resultater.

Alberts *et al.* (1) har lavet en lignende undersøgelse med sammenligning af de to metoder. Denne undersøgelse blev udført på tre datoer i henholdsvis 1972, 1973 og 1974 – i 1973 og 1974 ved

2 N-niveauer. Måling af NO₃-N blev foretaget i 12 dybder. Jordtypen var en siltholdig lerjord. I 1972 blev der fundet en signifikant lavere NO₃-N-koncentration i sugekopper i forhold til jordprøver. Forfatterne tilskriver forskellen, at der stadig var noget destilleret vand i sugekopperne, idet der blev påsat vakuum umiddelbart efter, at sugekopperne var installeret. I 1973 og 1974 gav undersøgelsen ingen entydige resultater. Dog var der i 1974 i enkelte dybder signifikant forskel på de to metoder – dog ikke i samme retning. Forfatterne konkluderer, at i nogle af de dybder, hvorfra de har udtaget prøver, er NO₃-N-koncentrationen i jordvæsken ved tension $\leq 0,8$ bar ikke repræsentativ for NO₃-N-koncentrationen i hele jordvæsken. De diskuterer dog ikke, hvilken af metoderne der i givet fald er den mest repræsentative i forbindelse med estimering af nitratudvaskning. En af grundene til, at deres undersøgelse ikke giver et entydigt svar, er sandsynligvis, at den kun er blevet udført med tre gentagelser pr. dybde i 1973 og 1974 og seks gentagelser i 1972, hvilket forfatterne da også selv påpeger.

For at kunne vurdere resultaterne fra Jyndeved i relation til klimaforhold er der i fig. 6 vist gennemsnitlig lufttemperatur og afstrømning pr. døgn for det halvår, hvor udtagningerne har fundet sted. Afstrømningen er beregnet ifølge Hansen og Aslyng (6). Af fig. 6 ses, at alle tre prøveudtagninger er fra tidspunkter uden nævneværdig afstrømning.

Et andet forhold, som bør inddrages ved vurdering af resultaterne, er størrelsesordenen af nitratkoncentrationen. Denne har i undersøgelsen været på 6–13 NO₃-N, mg/l, hvilket er typiske størrelsesordener for denne jordtype med den anvendte dyrkningspraksis. Dog kan der specielt ved uhensigtsmæssig udbringning af husdyrgød-

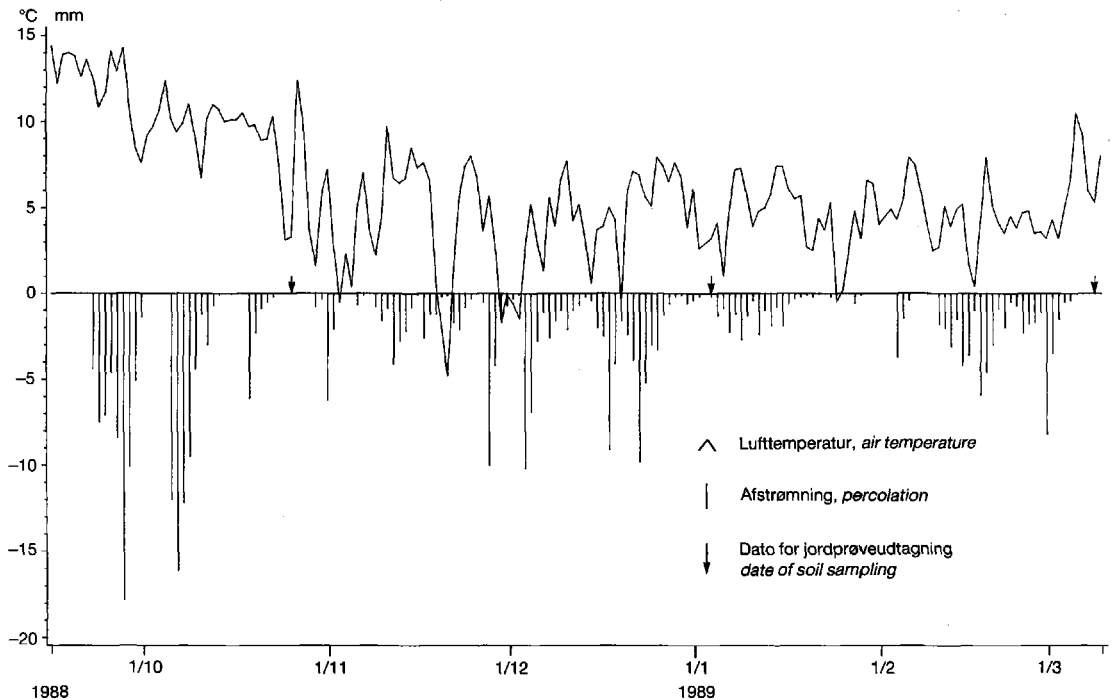


Fig. 6. Lufttemperatur, gennemsnit pr. døgn (°C) og afstrømning pr. døgn (mm) fra 80 cm's dybde. Periode: 16.09.88–10.03.89. Afstrømningen er angivet som negative værdier.
Mean daily air temperature (°C) and percolation (mm) from the root zone. Period: 16.09.88–10.03.89. Percolation is given as negative values.

ning forekomme væsentligt højere koncentrationer, ligesom afstrømning i vækstperioden også kan give anledning til meget høje koncentrationer. Omvendt kan grønne marker i perioder nedbringe nitratkoncentrationen til meget lave værdier.

Ud over at give en sammenligning af de to metoder kan denne undersøgelse bruges til at give en vurdering af antal gentagelser for at opnå en given sikkerhed på middelværdien. Ved en sådan vurdering bør man tage udgangspunkt i variatorerne belyst i denne undersøgelse kombineret med en viden om det aktuelle areals dyrkningshistorie og jordforhold – her tænkes fx på en ujævn udbringning af gylle og en større jordvariation generelt, hvilket begge dele vil være med til at give en større variation af $\text{NO}_3\text{-N}$ i jorden.

Sammenfattende kan det konkluderes, at under tilsvarende forhold, som denne undersøgelse

er foretaget under, vil nitratanalyser foretaget på baggrund af henholdsvis udtag af jordvand vha. sugekopper og ekstraktion fra jordprøver ikke være signifikant forskellige; men der skal et større antal jordprøver til for at opnå den samme sikkerhed på middelværdien.

Litteratur

1. *Alberts, E. E., Burwell, R. E. & Schuman, G. E.* 1977. Soil nitrate determined by coring and solution extraction techniques. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41, 90-92.
2. *Beier, C., Butts, M., von Freisleben, N. E., Jensen, K. Høgh & Rasmussen, L.* 1987. Monitoring of soil chemical conditions and ion fluxes in small catchments. Technical University of Denmark, 61 pp.
3. *Bennetzen, F.* 1978. Vandbalance og kvælstofbalance ved optimal planteproduktion. *Teknik og metoder. Tidsskr. Planteavl* 82, 173-189.

4. *Hansen, E. M.* 1991. Sammenligning af keramiske sugekopper og lysimetre med hensyn til udtagning af jordvæske til bestemmelse af NO₃-N-koncentration. Tidsskr. Planteavl (i tryk).
5. *Hansen, L.* 1976. Jordtyper ved Statens forsøgsstationer. Tidsskr. Planteavl 80, 742-758.
6. *Hansen, S. & Aslyng, H. C.* 1984. Nitrogen balance in crop production. Simulation model NITCROS. Hydrotechnical Laboratory, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, 113 pp.
7. *Heidmann, T.* 1988. Startkarakterisering af arealer til systemforskning. I. Forsøgsarealer, måleprogram og metoder. Statens Planteavlsforsøg. Beretning nr. S 1958, 89 pp.
8. *Heidmann, T.* 1989. Startkarakterisering af arealer til systemforskning. IV. Resultater fra arealet ved Jyndeved. Statens Planteavlsforsøg. Beretning nr. S 2021, 163 pp.
9. *Miljøstyrelsen* 1984. NPO-redegørelsen, 218 pp.
10. *Nielsen, J. D. & Møberg, J. P.* 1985. Klassificering af jordprofiler fra forsøgsstationer i Danmark. Tidsskr. Planteavl 89, 157-167.
11. SAS Procedure Guide 1988. Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., 442 pp.
12. *SAS/STAT Guide for personal Computers. Version 6* Edition. 1985, 379 pp.

Manuskript modtaget den 15. august 1990.