

## Udtagning af jordprøver i væksthuse med drypvanding

*Soil sampling in drip irrigated glasshouse*

Karen Dalbro og K. Dorph-Petersen

### Resumé

En undersøgelse af pH ( $H_2O$ ), ledningstallet og jordens indhold af næringsstofferne kalium, fosfor og kvælstof i forskellig afstand fra drypstedet i væksthuse med drypvanding viste, at koncentrationen af næringsstofferne steg med stigende afstand fra drypstedet og var størst midt mellem to drypsteder, mens pH aftog svagt. Udtagning af jordprøver skal derfor ske efter en metode med systematisk fordeling af prøveudtagningsstederne, hvis resultaterne skal være reproducerbare.

**Nøgleord:** Jordprøver udtagningsfejl.

### Summary

An investigation on the values of pH, electrical conductivity and the concentration of the elements potash, phosphorus and nitrogen in the soil was carried out in a glasshouse with drip irrigation. The concentrations of the elements rose with increasing distance from the drip points and were highest halfway between two drip points. Systematic soil sampling is necessary if results are to be reproducible.

**Key words:** Soil sampling error.

### Indledning

Udtagning af jordprøver flere gange i løbet af en vækstperiode har været almindelig anvendt i gartnerier til vejledning for gødningstilførsel. I væksthuse med drypvandingsanlæg viste det sig snart, at analysetallene varierede så meget fra gang til gang, at tallene ikke kunne anvendes, hvis jordprøverne blev udtaget på sædvanlig måde med tilfældig fordeling af udtagningsstederne.

Et tilfældig valgt eksempel på variation i analyseresultater fra drypvandet jord er vist i tabel 1. Jordprøverne er udtaget ved Statens Væksthuseforsøg, Virum, i et forsøg med *Gerbera* 1967–68. Gødningstilførslerne var ens for de 5 forsøgsled. Når forsøgsledsvariationen og udtagningstidsvariation er trukket fra total-

variationen, bliver restvariationen, udtrykt som standardafvigelsen, for fosforværdierne  $s = 8,2$  eller 20 % af gennemsnitsværdien og for kaliumværdierne er  $s = 14,3$  eller 43 % af gennemsnit. For nitratværdierne er  $s = 36,2$  eller 60 % af gennemsnit, d.v.s. forskellen mellem 2 nitratværdier skal være større end 120–150 %, før man tør tro på, at der er forskel på analysetallene.

I et forsøg med tomat dyrket ved forskellig kvælstofniveau, var standardafvigelsen på nitratværdierne 44 % af gennemsnit; også her er standardafvigelsen beregnet af restvariationens varians, d.v.s. variationen, når forsøgsledsvariation og udtagningstidspunktvariation er trukket fra totalvariationen.

Tabel 1. Analyseresultater fra jordprøver i drypvandet gerberakultur  
*Concentrations of elements in drip irrigated glasshouse soil*

Forsøgsled	Nitratværdi Nv					Fosforværdi Fv					Kaliumværdi Kv				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7/4 67	35	40	55	70	70	52	39	50	64	37	26	27	32	36	18
16/5 67	0	0	0	5	5	52	39	42	52	40	20	19	12	13	10
16/6 67	40	5	15	25	10	49	22	23	26	28	15	14	2	2	3
31/7 67	50	5	55	25	0	47	24	35	25	29	12	12	25	16	10
6/12 67	100	10	100	140	40	53	32	29	26	27	19	15	74	63	54
23/2 68	60	30	70	140	45	49	40	21	28	29	17	25	62	61	51
9/4 68	80	70	120	120	100	55	47	34	34	38	20	45	78	79	70
16/5 68	90	45	120	300	120	59	47	52	55	76	24	40	69	80	54

Ved udtagning af jordprøver i markjord (*Chr. Moth Bundgaard og Sigurd Larsen, 1945*) fandt *R. K. Kristensen (1945)* en gennemsnitlig middelfejl på prøver à 20 stik til 0.69 eller ca. 14 % af fosforsyretallet; med stigende antal stik pr. prøve daler middelfejlen, ved 40 stik var den 10 % af fosforsyretallet.

Ved 8 gentagne prøveudtagninger à 20 stik på samme dag blev middelfejlen på fosforsyretallene kun ca. 7 %. For kaliumtallenes og reaktionstallenes vedkommende gav de gentagne prøveudtagninger omtrent samme middelfejl som ved en almindelig udtagning, 10–11 % af kaliumtallet og 1–1,5 % af reaktionstallet. Tilsvarende størrelser finder *K. Dorph-Petersen (1950)*.

### Metodik

Årsagen til den store variation i analysetal ved jordprøver fra drypvandet væksthuse kunne muligvis være en forkert prøveudtagningsmetodik. Ved et samarbejde mellem Statens Væksthuseforsøg, Statens Planteavlslaboratorium's jordbundskemiske afdeling og Dataanalytisk Laboratorium blev følgende undersøgelse planlagt og gennemført i 1969, med det formål at belyse metoder til udtagning af jordprøver i drypvandet jord og sikkerheden på sådan prøveudtagning. Jordprøverne blev udtaget i 10 parceller i hus 14 på Statens Væksthuseforsøg den 16/9 1969. Jorden var en tørveblanding, kulturen tomater i sortsforsøg. Hver parcel omfattede 2 planterækker à 20 planter, plante-

afstanden var 30 cm, rækkeafstand 100 cm, parcellstørrelse 12 m<sup>2</sup>.

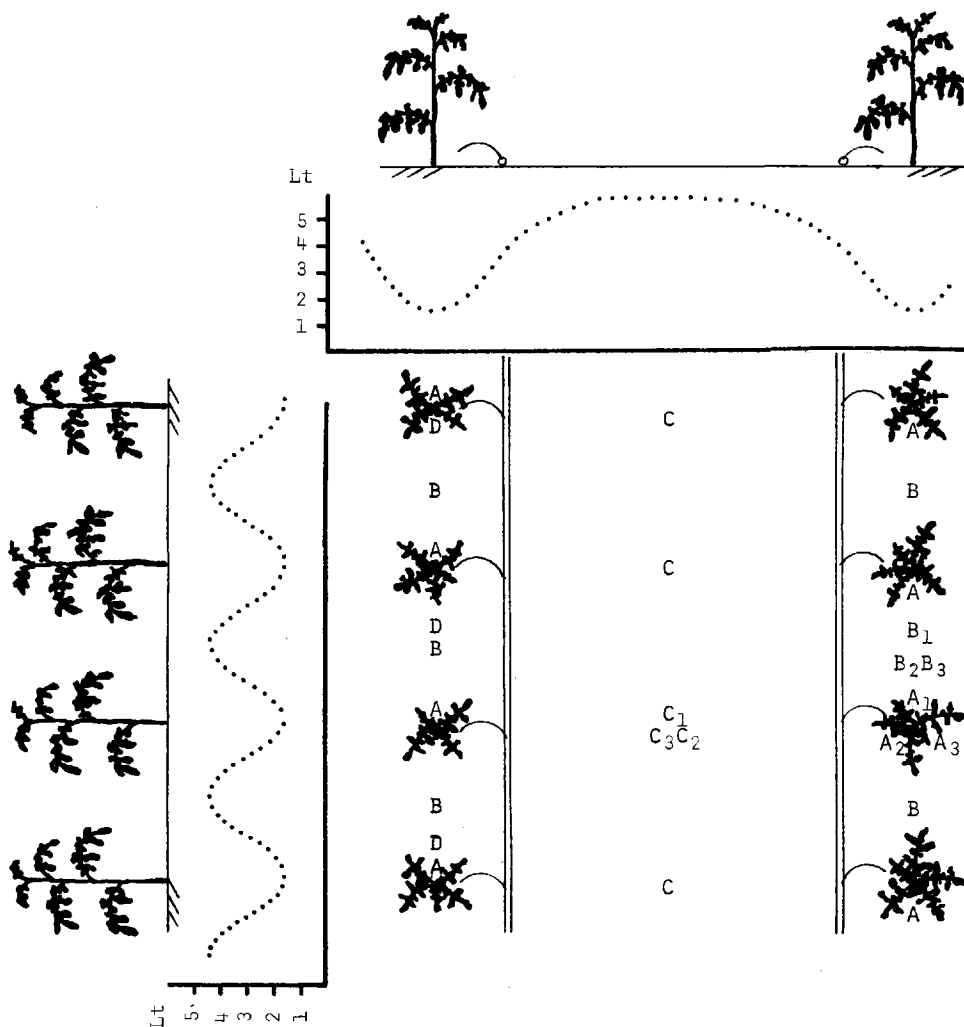
Drypvanding med alsidig næringsstofoplysning skete gennem drypslange lige ved hver plante kontinuert hele sæsonen igennem. Der er ikke foretaget nogen jordbearbejdning, der har ændret jordens placering i forhold til drypstederne.

Jordprøveudtagningen udførtes efter følgende 4 metoder:

- A. 1 stik 5–10 cm fra hvert drypsted, i planterækken
- B. 1 stik 10–15 cm fra hvert drypsted, i planterækken
- C. 1 stik 30–50 cm fra hvert drypsted, mellem rækkerne
- D. Stikkene tages med 40 cm afstand, i planterækken, d.v.s. 3 stik pr. 4 planter i vekslende afstande fra drypstederne.

Placering af drypsteder, planter og udtagingssteder fremgår af fig. 1. I hver af de 10 parceller udtages 3 prøver efter hver metode, idet stikkene bliver forskudt lidt for hver udtagning som antydnet med A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> og A<sub>3</sub> o.s.v. Alle stik er taget som ved sædvanlig praksis i 0–20 cm's dybde, og der medgår 30–40 stik til en prøve.

Arbejdsgangen ved udtagningen var følgende: A, B, C og D i parcel 1, derefter i parcel 2 o.s.v. til parcel 10. Forfra med A, B, C og D i parcel 1, 2... 10 og derpå 3. gentagelse.



Figur 1. Nederst til højre: Udtagningsstedernes placering i forhold til drypsteder, set ovenfra. Metode A, B og D i planterækkerne, C imellem rækkerne.

Øverst: Ledningstal, snit på tværs af rækkerne.

Til venstre: Ledningstal ned langs planterækken.

Lower right: Location of sampling places in relation to drip points. Methods A, B and D along the rows, method C between the rows.

Upper: Electrical conductivity ( $Lt = 10 \text{ mmho}$ ), sectional view across the rows.

Left: Electrical conductivity along the rows.

Herved undgås tidsforskydninger mellem metoder, men der kan komme en generel forskydning mellem gentagelser på grund af tid og træthed hos udtageren. Alle prøver er udtaget af en person på en dag og derefter afleveret

på S. P. L. Her er prøverne tørret og findelt på sædvanlig måde og analyseret. I prøverne er udført dobbeltbestemmelser af hhv. pH i vand, fosforværdi Fv, kaliumværdi Kv, nitratværdi Nv og ledningstal Lt (Landbrugsm. 1972).

## Resultater

I tabel 2 er opført jordbundsanalyseresultaterne pr. parcel. Selvfølgelig er der ingen forskel mellem parcellerne, er denne dog ikke større end, at det skønnes, at alle parceller kan anvendes under eet i følgende bedømmelse af metoderne.

Tabel 2. Jordbundsanalyser i 10 parceller, gens. af 4 metoder og 3 gentagelser  
*Values of pH and elements in 10 plots; means of 4 methods and 3 replicates*

Parcel	pH	Fv	Kv	Nv	Lt
1	7.1	56	59	43	3.5
2	7.1	60	63	48	3.7
3	7.2	53	61	47	3.7
4	7.1	54	58	44	3.4
5	7.0	55	58	44	3.3
6	7.1	54	59	43	3.5
7	7.1	63	66	45	3.6
8	7.1	58	62	42	3.4
9	7.1	64	68	50	3.7
10	7.1	62	63	41	3.6

Tabel 3 viser resultaterne af de 3 gentagne udtagninger. Med undtagelse af pH er resultaterne tiltagende med tiden, uden at der foreligger kendte forhold, som kan begrunde dette.

Tabel 3. Jordbundsanalyser ved 3 tidsmæssigt adskilte udtagninger (gentagelser), gens. af 10 parceller og 4 metoder  
*Values of pH and elements in 3 subsequent samples; means of 10 plots and 4 methods*

Udtagning	pH	Fv	Kv	Nv	Lt
1	7.1	56	60	43	3.4
2	7.1	56	62	45	3.6
3	7.1	61	64	46	3.6

I tabel 4 er vist gennemsnitsresultater fra de 4 udtagningsmetoder, og her er forskellene meget store. Med stigende afstand fra drypstedet, fra metode A og B til C, tiltager jordens indhold af fosfor, kalium og nitrat og dermed ledningstallet, medens pH aftager. Med vekslende afstand fra drypstedet til stik, metode D, fås et middeltal heraf.

Til undersøgelse af prøveudtagnings- og analysefejl er beregnet variansanalyser. De er or-

Tabel 4. Jordbundsanalyser ved 4 udtagningsmetoder, gens. af 10 parceller og 3 gentagelser  
*Values of pH and elements estimated by 4 methods; means of 10 plots and 3 replicates*

Metode	pH	Fv	Kv	Nv	Lt
A	7.8	48	27	22	1.6
B	6.8	63	77	54	4.4
C	6.5	69	103	70	5.8
D	7.4	53	40	32	2.4

togonale for hhv. metoder, udtagninger (gentagelser) og parceller, derunder hierarkiske m.h.t. parallelanalyser indenfor prøver, betegnet analysefejl. Et udtryk for prøveudtagningsfejl er beregnet som gennemsnit af varianserne for virkning af gentagelser og vekselvirkningerne metoder  $\times$  gentagelser, parceller  $\times$  gentagelser, metoder  $\times$  gentagelser  $\times$  parceller, d.v.s. gentagelser bliver regnet som hierarkisk faktor.

Analysefejlen, d.v.s. forskellen mellem to analyser i samme prøve, er ganske ubetydelig i forhold til de øvrige variationer. Dette ses af tabel 5, der viser analyse- og prøveudtagningsfejl i absolutte tal og i pct. af målingernes gennemsnitsværdier. Her er analysefejlene fra 0,3 % til 2,6 % af den målte værdi, hvilket er i overensstemmelse med erfaringerne på Statens Planteavlslaboratorium.

Tabel 5. Analyse- og prøveudtagningsfejl  
*Standard error and sampling error*

	Gens. af målinger	Analysefejl		Prøveudtagningsfejl	
		s	s %	s	s %
pH	7.1	0.02	0.3	0.08	1.1
Fv	58	0.86	1.5	4.26	7.3
Kv	62	0.77	1.2	4.40	7.1
Nv	45	1.09	2.4	5.57	12.4
Lt	3.5	0.09	2.6	0.41	11.7

Prøveudtagningsfejlen er udtryk for den usikkerhed, hvormed en enkelt prøve udtages efter en af de angivne metoder. Da metoderne giver meget forskellige resultater, er prøveudtagningsfejlen muligvis noget forskellig for de 4 metoder, men s i pct. må skønnes at være ens for alle metoder. De fundne prøveudtagnings-

fejl for Fv og Kv på 7–8 % og for pH på ca. 1 % er af samme størrelsesorden, som tidligere omtalt ved gentagne udtagninger i markforsøg for Ft, Kt og Rt.

### Diskussion og konklusion

Den foretagne undersøgelse af næringsstofindholdet i forskellig afstand fra drypstedet viser meget tydeligt, at jordens indhold af fosfor, kalium og nitrat tiltager med stigende afstand fra drypstedet. Forklaringen herpå kan være, at planterne optager vand og næringsstoffer i et andet forhold end det gives i ved vandingen. Noget af den næringsstofftilførsel, der ikke er blevet optaget af planternes rødder, vil føres videre med vandet i dets bevægelse ud i jorden og vil ophobes, hvor fordampning sker; derved efterlades der næringsstoffer i forskellig mængde i zoner om planterne.

Hvis dette er rigtigt, må man vente andre zonefordelinger ved brug af anden vandingskoncentration eller andre vækstforhold, d.v.s. at de fundne resultater ikke kan anses for generelle eller anvendelige ved al drypvanding.

Konklusionen af denne undersøgelse bliver, at i en drypvandet jordbund er næringsstofferne overordentlig uens fordelt med gradienter om drypstederne. En almindelig jordprøveudtagning med tilfældig fordeling af udtagningsstederne vil give så stor variation i analyseresultaterne fra successive udtagninger, at de vil være uanvendelige som vejledningsgrundlag. Med en fast regel om stikkens placering omkring drypstederne, kan man derimod få nogenlunde reproducerbare resultater.

### Litteratur

- Chr. Moth Bundgaard og Sigurd Larsen (1945):* Undersøgelser over udtagning af jordprøver. Beretning om Landboforeningernes Virks. for Plan-teavlen på Sjælland 1944, p. 101–13.
- R. K. Kristensen (1945):* Fejlregning til forsøg med prøveudtagning af jord til kemisk analyse. Beretn. om Landboforeningernes Virks. for Plan-teavlen på Sjælland 1944, p. 114–19.
- K. Dorph-Petersen (1950):* Variationen i en sand-jords reaktionstal, fosforsyretil, kaliumtal og mangantal. Tidsskr. f. Planteavl, 53, p. 650–77.
- Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser, Land-brugsministeriet. København 1972.

Manuskript modtaget den 25. marts 1976.