

Sammenhengen mellom volumvekt og humusinnhold i lufttørr, siktet dyrka jord.

The relationship between bulk density and humus content of airdried, sifted cultivated soil.

Av Asbjørn Øien

Innledning

I flere land, blant annet i Finland, England, Skottland og USA er det vanlig å ekstrahere et visst volum lufttørr og siktet jord i sammenheng med kjemiske jordanalyser. Jordprøvene blir da tatt ut ved hjelp av et egnet rommål, formet som en øse (eng. «scoop»). Sammenlignet med veiing er denne fremgangsmåten raskere og gir et riktigere bilde av innholdet av tilgjengelige plantenæringsstoffer når volumvekta varierer.

En alvorlig innvending mot denne fremgangsmåten er at veiing er mere nøyaktig. Semb (1986) har imidlertid undersøkt nøyaktigheten ved å bruke et rommål på 5,5 ml, og reproduserbarheten viste seg å være såpass god (% CV < 2%) at dette ikke skulle være noen hindring. Unøyaktighet forårsaket av andre forhold, f.eks. uttak av jordprøver i felt kan være betydelig større.

Hensikten med denne undersøkelsen er å finne ut om bestemmelse av volumvekt basert på veiing av 5,5 ml lufttørr og siktet jord også kan brukes til å beregne humus- eller moldinnhold i dyrka jord. Det ble da brukt de samme

jordprøvene som ble innsamlet ved Statens Jordundersøkelse ved undersøkelsen utført av Semb (1986) ved sammenligning av analysetall basert på både vektmengde og volum jord.

Beregning av humusinnhold basert på volumvekt.

Forholdet mellom humusinnhold og volumvekt har ikke vært gjenstand for mange undersøkelser. Det har vært flere spørsmål om å beregne volumvekt ved hjelp av glødetapsbestemmelser eller organisk karbon.

Erviø (1970) kom frem til denne sammenheng mellom volumvekt av jord og humusinnhold:

$y = 1,306 - 0,106x\sqrt{x}$ ($r = 0,966$) hvor y = volumvekt ved naturlig lagring og x = % humus. Vigerust (1965) fant følgende sammenheng:

$y = 1,358 - 0,028x - 0,00019x^2$ hvor y er laboratoriebestemmelsen av volumvekten ved naturlig lagring (Bondorf 1950) og x humus- eller moldinnhold beregnet på grunnlag av glødetap, korrigert for leirinnhold.

Adams (1973) brukte denne formel for podsol:

$$BD = \frac{100}{(x/K_1) + (100 - x/K_2)}$$

hvor BD er volumvekt (g cm^{-3}), $x = \%$ organisk materiale, $K_1 =$ volumvekt av organisk materiale og $K_2 =$ volumvekt av mineralmateriale (g cm^{-3}). Den samme formel brukte også Rawls (1983) som foruten $\%$ organisk materiale også tok hensyn til partikkelstørrelsen, dvs. $\%$ sand og $\%$ leire. Curtis og Boyd (1964) fant for morenejord i skog følgende sammenheng mellom volumvekt (y) og glødetap (x): $y = 2,09963 - 0,00064x - 0,23302x^2$. Her er $y = \log$ (volumvekt $\times 100$), $x_1 = \log$ glødetap og $x_2 = x_1^2$.

Gosselink og Hatton (1984) undersøkte sammenhengen mellom organisk karbon og mineralinnhold i forhold til volumvekt for sumpjord i Louisiana, USA. Volumvekta varierte fra 0,05 til 0,60 g ml^{-1} . Han fant denne sammenhengen:

$$BD = \frac{K}{\text{TOC}} \cdot 100.$$

BD = volumvekt, TOC = innhold av organisk karbon og K = en konstant, definert som $\frac{\text{TOC}}{100} \times \text{BD}$.

Forsøksmateriale og valg av regresjonsligning.

Prøvene som ble benyttet i denne undersøkelsen, hadde en stor variasjon i moldinnhold og omfattet 68 leirprøver, 58 siltprøver og 66 sandjordprøver.

Volumvekten av lufttørr og siktet jord (v_{lab}) ble bestemt ved å veie 5,5 ml jord tatt med et rommål. Humus- eller moldinnholdet ble bestemt ved å multiplisere innholdet av karbon med faktoren 1,724. Organisk karbon ble bestemt ved tørr forbrenning ved hjelp av et Leco-instrument, EC 12, forsynt med en høyfrekvensovn og IR-detektor for deteksjon av CO_2 -innholdet i forbrenningsgassen. C-innholdet ble avlest direkte som $\% \text{ C}$.

Ut fra de samme betraktninger som Adams (1973) og Gosselink og Hatton (1984) ble det antatt at en hyperbel av formen $y = \frac{k_1}{x} + k_2$ ville passe. Her er $y =$ volumvekt, $x = \%$ humus, k_1 og k_2 konstanter. Polynom av formen $y = ax + bx^2 + c$ ble også testet.

Imidlertid viste det seg at en regresjon av formen $y = k_1 e^{-k_2 v_{\text{lab}}}$ ga de beste korrelasjoner. Her er $y = \% \text{ humus}$, $v_{\text{lab}} =$ vekt av 5,5 ml lufttørr og siktet jord, gitt som $\text{kg} \cdot \text{l}^{-1}$ og k_1 og k_2 konstanter.

Resultater

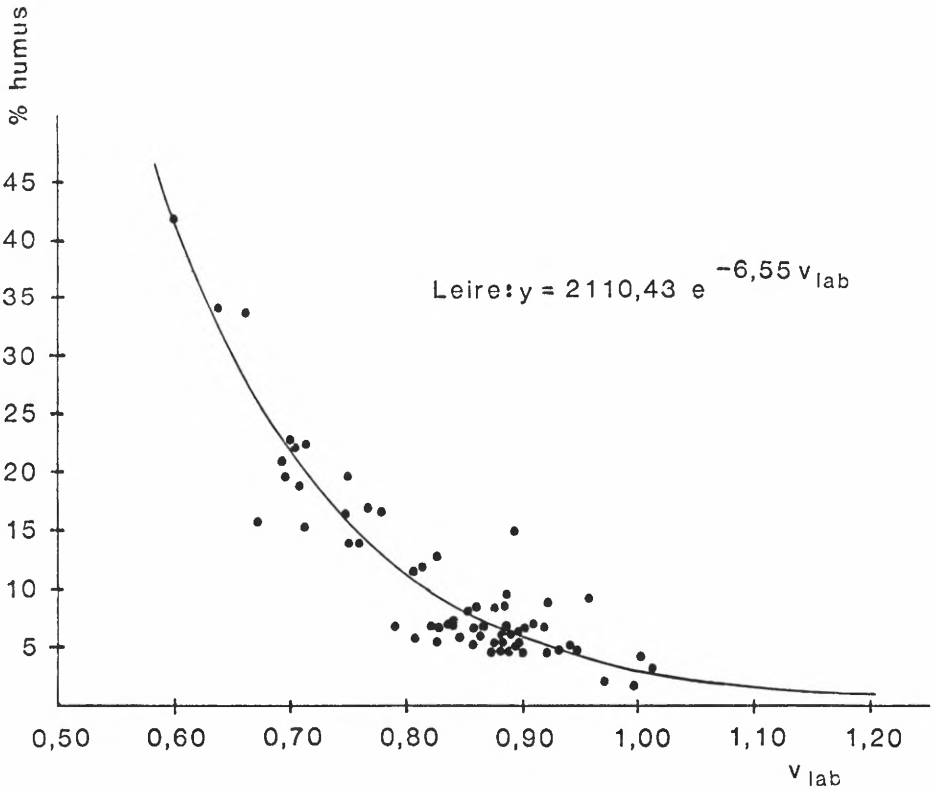
Ved hjelp av databehandling fremkom disse regresjonsligninger, se tabell 1 og figur 1, 2 og 3.

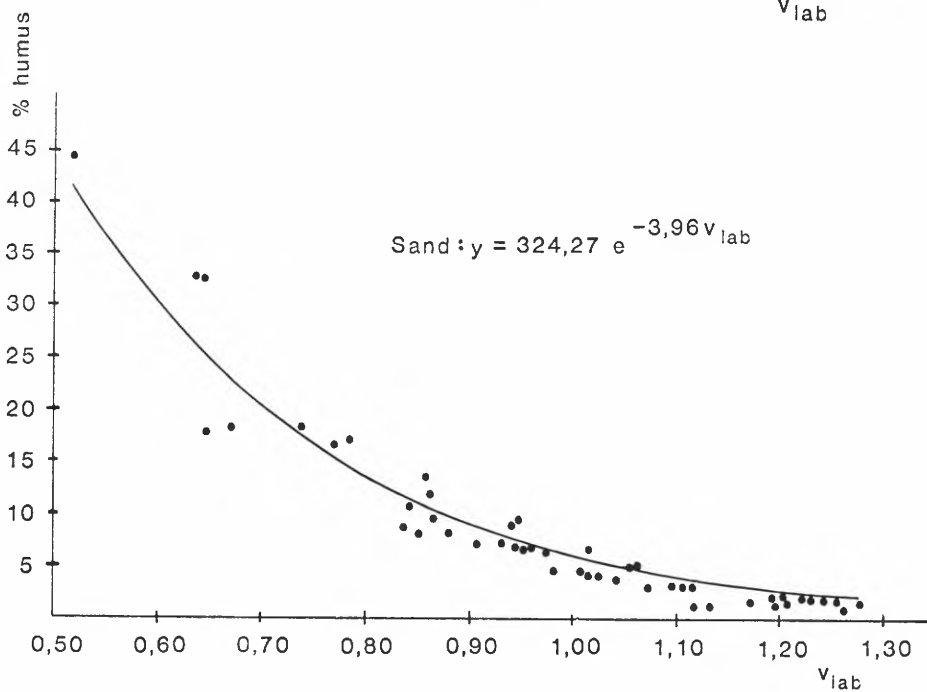
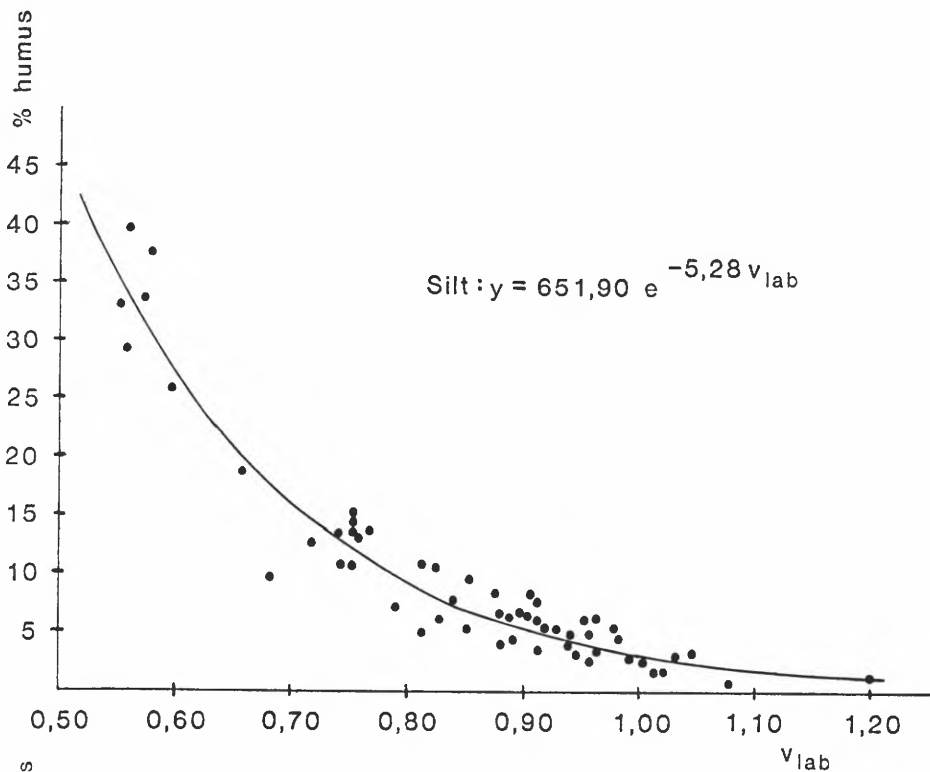
Tabell 1

Sammenheng mellom % moldinnhold (y) og v_{lab}

Jordtype	Antall prøver	Regresjonsligninger
Leire	68	$y = 2110,43e^{-6,55v_{lab}}$
Silt	59	$y = 651,90e^{-5,28v_{lab}}$
Sand	65	$y = 324,27e^{-3,96v_{lab}}$

Fig. 1, 2 og 3. Sammenheng mellom % humus og volumvekt av lufttørr, siktet dyrka jord, gitt som kg l^{-1} .





Resultatene viser at det er god sammenheng mellom humusinnholdet bestemt ved analyser og humusinnholdet beregnet på grunnlag av v_{lab} . Regre-

sjonsligningene, som er lineære, og tilsvarende korrelasjonskoeffisienter, er vist i tabell 2 og standardavvik, middelverdi og % CV er gitt i tabell 2 og 3.

Tabell 2

Sammenheng mellom analysert moldinnhold (y) og beregnet moldinnhold (x)

Jordtype	Regresjonsligning	R
Leire	$y = 0,121 + 0,971x$	0,913
Silt	$y = 0,136 + 0,980x$	0,977
Sand	$y = -0,517 + 1,007x$	0,988

Tabell 3

Standardavvik (s), middelverdi (y), gitt som % humus, og variasjonskoeffisient (% CV).

Jordtype	Alle prøver			≤ 10% humus				> 10% humus			
	s	y	% CV	s	y	% CV	n	s	y	% CV	n
Leire	2,84	9,92	28,6	2,15	5,99	35,9	47	4,05	18,74	21,6	21
Silt	2,35	11,15	21,1	2,07	5,31	39,0	40	2,92	23,46	12,4	19
Sand	2,23	9,88	22,6	1,29	4,02	32,1	49	3,40	27,82	12,2	16

Sandjordsprøvene gir de gunstigste tall. Men for prøver med opptil 10% humus lå % CV mellom 30 og 40%.

Konklusjoner

Ved ekstraksjon av en viss vektmenge jord er det nødvendig å justere analyses tallene slik at de uttrykker innholdet av plantenæringsstoffer pr. volumenhet i jord ved naturlig lagring. Det krever merarbeid. Ved ekstraksjon av et visst

volum jord får en direkte mere relevante verdier når volumvekta varierer.

Når en differensierte mellom leire, silt og sand, var det meget god sammenheng mellom v_{lab} og humusinnholdet. Regresjonslinjene var krumme og de beste resultatene fremkom når det ble brukt regresjonsligninger av formen

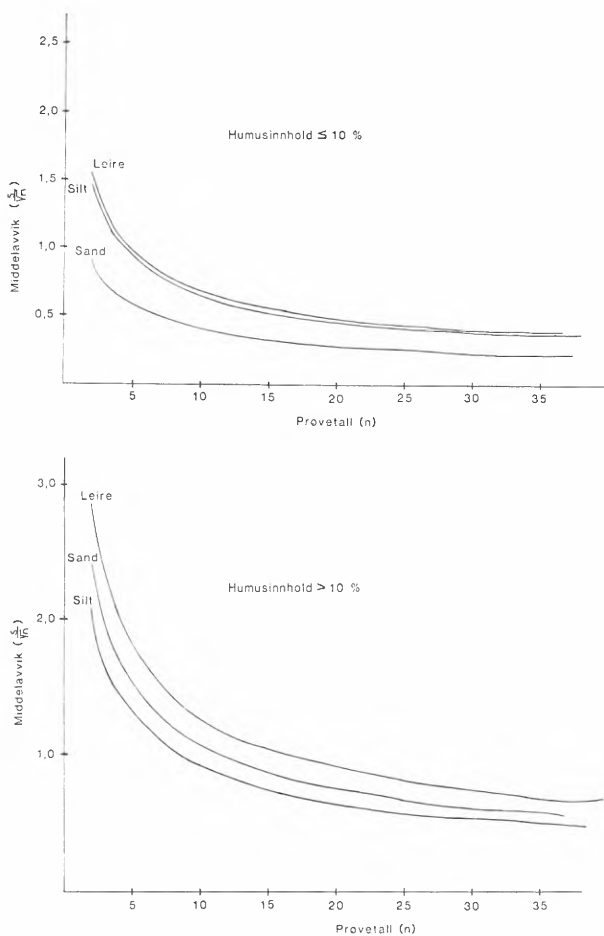
$$y = k_1 e^{-k_2 v_{lab}}$$

Bruk av automatiske elektroniske vekter og datamaskin gir en viktig informasjon om moldinnholdet og uten særlig merarbeid. Det spiller ingen rolle om regresjonsligningene kan være noe komplisert.

Beregnet standardavvik (s) kan synes å være noe høyt, 30-40% for jordprøver med opp til 10% humus. For rettleiing i

jordbruket er det vanlig å ta ut flere jordprøver på samme skifte. Beregning av middelavvik og % CV for flere prøver resulterer i en kraftig reduksjon i forhold til standardavvik. Som eksempel gir 9 prøver en reduksjon til tredjeparten. Hvordan middelavviket varierer med prøvetallet er vist i fig. 4a og 4b.

Fig. 4a og 4b. Sammenheng mellom middelavvik ($\frac{s}{\bar{x}}$), gitt som % humus og prøveantall (n).



Å ta ut prøvene med et rommål sammenlignet med veiing er mindre arbeidskrevende og gir mere relevante analysetall. Denne undersøkelsen viser at en også i tillegg kan få verdifull informasjon om jordas humusinnhold.

Summary

The correlation between the bulk density and the humus content of air-dried, sifted cultivated soil has been investigated. The investigation included soil samples with a wide variation in humus content and distinguished between clay (68 samples), silt (58 samples) and sand (66 samples).

The bulk densities were determined by weighing 5.5 ml soil, sampled with a scoop. The humus content was calculated by multiplying the organic carbon content by 1.724.

The organic content was determined by means of a Leco instrument, equipped with a high frequency oven and an IR-detector to detect the CO₂ content in the combustion gas. The organic C content was read directly as % carbon C.

Different regression equations were tested; the best results were found using a logarithmic function of the form

$$y = k_1 e^{-k_2 v_{\text{lab}}}$$

$y = \% \text{ humus}$, $v_{\text{lab}} = \text{bulk density}$, expressed as kg l⁻¹. k_1 and k_2 are constants.

The following correlations were obtained.

- 1) For clay: $y = 2110.43e^{-6.55v_{\text{lab}}}$
- 2) For silt: $y = 651.90e^{-5.28v_{\text{lab}}}$
- 3) For sand: $y = 324.27e^{-3.96v_{\text{lab}}}$

The correlation between measured humus content and that calculated on the basis of v_{lab} was linear and very high. The correlation coefficients were 0.913,

0.977 and 0.988 for clay, silt and sand respectively. The coefficients of variation were in the same order 28.4, 21.1 and 22.4% for all samples. For samples with more than 10% humus 21.6, 12.4 and 14.4%, and for samples containing up to 10% humus 35.9, 39.9 and 32.0%.

The figures can be considered rather high. However, reproducibility and accuracy are improved when several samples are taken on the same field and the mean value is used. For advisory purposes in agriculture the accuracy is probably good enough to evaluate the need of liming and fertilizing.

Sampling the soil with a scoop requires less labour and gives more relevant analytical values than weighing. This investigation shows that it is also possible to get important information on the humus content.

Litteratur

- Adams, W.A., 1973.* The effect of organic matter on the bulk and true densities of some uncultivated podzolic soils. *J. Soil Sci.* 24. 10-17.
- Bondorf, K.A., 1950.* Om bestemmelse av jordens rumvegt. *Tidsskr. Planteavl* 53, 449-460.
- Curtis, R.O. & Boyd, W.P., 1964.* Estimating bulk density from organic matter content in some Vermont forest soils. *Soil Sci. Am Proc.* 28, 285-286.
- Erviø, R., 1970.* The importance of soil bulk density in soil testing. *Ann. Agr. Fennia*, 9, 278-286.
- Gosselink, J.G. & Hatton, R., 1984.* Relationship of organic carbon and mineral content to bulk density in Louisiana marsh soils. *Soil Sci.* 137, 177-180.
- Rawls, W.R., 1983.* Estimating soil bulk density from particle size analysis and organic matter content. *Soil sci.*, 135, 123-125.
- Semb, G., 1986.* Analyser av jord med forskjellig volumvekt. *Jord og Myr*, 9, 69-80.
- Vigerust, E., 1965.* Laboratoriemetode til bestemmelse av volumvekt i jord. Upublisert arbeide.