

MEDDELELSER

FRA

DET NORSKE MYRSELSKAP

Nr. 5

Oktober 1975

73. årg.

Redigert av Ole Lie

TORVDOMINERTE DYRKINGSMEDIER

METODER FOR UNDERSØKELSE OG KONTROLL

PEAT DOMINATED GROWTH MEDIA

Methods for investigation and control

Forord

Torv tilsatt kalk og gjødsel — *veksttorv* — har i de senere år fått stor anvendelse som dyrkingsmedium i veksthus og som jordforbedringsmiddel i hagebruket. Fabrikkmessig fremstilling av torvprodukter og omsetning av slike har fått betydelig omfang. I vårt land er det totale forbruk av torv anslått til 300 000 m³ årlig regnet som løs, revet torv. Herav ble 50 000—60 000 m³ importert og et kvantum noe i underkant av dette eksportert som komprimerte torvprodukter for planteproduksjon.

Fremstilling av torvproduktene foregår ved flere fabrikker. Teknisk behandling av torva og tilsetning av gjødsel og kalkingsmidler varierer fra fabrikk til fabrikk. For de som skal bruke produktene i sine gartnerier, er det derfor av stor betydning at de får pålitelige opplysninger om egenskaper ved produktene som har betydning. Det gjelder både fysiske og kjemiske forhold.

Det Norske Torvutvalg som ble oppnevnt 1968 med representasjon fra forskjellige institusjoner, har sett det som en oppgave å få utarbeidet en standard for torv og torvprodukter som blir brukt som dyrkingsmedier i gartnerier, hagebruk osv.

I henhold til brev av 1. mars 1968 har *Norges Standardiseringsforbund* gitt torvutvalget fullmakt som standardiseringskomité for torv. I samarbeid med Standardiseringsforbundet har torvutvalget utarbeidet en standard for dyrkingsmedier generelt, NS 2890 og en spesielt for dyrkingstorv, NS 2891. Standardene omfatter definisjoner, deklarasjoner, pakking og merking.

Som det går fram av standardene skal varedeklarasjonen inneholde opplysninger bl.a. om forskjellige fysiske og kjemiske forhold ved varen. Dette gjelder opplysning om tørrstoffinnhold og bruksvolum for pakningen, densitet (tørrstoffmengde: bruksvolum), surhetsgrad og innholdet av eller opplysning om tilsatt mengde av nærmere angitte plantenæringsstoffer.

Lov om handel med gjødsel, jordforbedringsmidler m.v. av 4. desember 1970 omfatter også tilvirkning, innføring og omsetning av dyrkingsmedier. Loven er gjort gjeldende fra 1. juli 1971. I forskrifter til loven av 15. mars 1974 er det for dyrkingsmedier og dyrkingstorv vist til de nevnte norske standarder.

De her nevnte forhold er bakgrunnen for at Det Norske Torvutvalg fant det nødvendig at det ble arbeidet med analysemetoder for dyrkingstorv og eventuelt andre dyrkingsmedier med tanke på standardisert fremgangsmåte for uttaking av prøver og standardisering av analysemetoder.

Gjennom *Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd* ble det 21.12.1971 bevilget midler til *Statens Jordundersøkelse* for å ta opp arbeidet med undersøkelse av analysemetoder.

Et utvalg innenfor Det Norske Torvutvalg, bestående av direktør Ole Lie, forsøksleder Jens Roll-Hansen, professor, dr. Erling Strømme, forsøksleder Gunnar Semb, har drøftet og planlagt endel undersøkelser som vil bli omtalt i det etterfølgende.

As, 16. juni 1975.

Gunnar Semb.

**I. UNDERSØKELSE AV ANALYSEMETODER FOR
BESTEMMELSE
AV PLANTENÆRINGSSTOFFER I TORVPRODUKTER**

Av
Gunnar Semb

INNHOOLD

A. <i>Innledning</i>	124
B. <i>Prøvemateriale, behandling av prøvene og analysemetoder.</i>	
1. Vareslag og forbehandling av prøver	125
2. Forholdet mellom innveid mengde og volum ekstraksjons- løsning	126
3. Analysemetoder	127
4. Virkningen av tørking på analyseresultatene	128
C. <i>Sammenligning av analysemetoder.</i>	
1. Ekstraksjon med vann	129
2. Innholdet av AL- og HCl-løselig P, K, Mg og Ca	129
3. Innholdet av P, K, Mg og Ca ved ekstraksjon med HCl og etter foraskning	130
4. Ekstraherbart innhold og totalinnhold av mikronærings- stoffer	131
D. <i>Innholdet av plantenæringsstoffer i forskjellige vareslag i forhold til tilsetninger.</i>	
1. Materiale og analyseresultater	132
2. Tilsetning av gjødsel og kalkingsmiddel i forhold til analysetall for veksttorv	132
3. Tilsetning av kalk og gjødsel i forhold til analysetall i torvprodukter blandet med mineraljord	136
4. Tilsetning av mikronæringsstoffer og analysetall.....	136
5. Kontroll av pH	137
E. <i>Sammendrag</i>	138
F. <i>Summary</i>	140
G. <i>Referanser</i>	142
H. <i>Tabeller</i>	143

A. INNLEDNING

Man kan si at kjemiske analyser av de torvprodukter det her gjelder, bør ta sikte på:

1. Analysene bør kunne tjene som kontroll på at innholdet av plantenæringsstoffer i de forskjellige vareslag er i overensstemmelse med de oppgitte tilsetninger og at innholdet er innenfor vedtatte toleransegrenser.
2. Å gi dyrkerne opplysninger om egenskaper de er interessert i og trenger for å kunne planlegge produksjonen og oppnå et sikkert og godt dyrkingsresultat. Sammenligning av analysedata med erfaring fra forsøk og praksis er en forutsetning for dette.

I hvilken grad en kan oppnå disse siktemål med kjemiske analyser av torvprodukter, beror på flere forhold. Her skal bare nevnes at analysemetodene må kunne gi et tilstrekkelig pålitelig uttrykk for innholdet av plantenæringsstoffer i prøvene. Den nytte dyrkerne kan ha av analysene avhenger av det erfaringsmateriale fra forsøk og praksis som en har å legge til grunn for vurdering av analysetallene. Spørsmålet om innholdet av plantenæringsstoffer i veksttorv i forhold til vekst og produksjon og behovet for ytterligere gjødsling har ikke vært gjenstand for undersøkelser i dette arbeid. Omfattende gjødslingsforsøk med torv som vekstmedium bl.a. ved Statens forskningsstasjon på Kvithamar har i vårt land vært retningsgivende for tilsetning av gjødsel- og kalkingsmidler ved fremstilling av veksttorv. (1, og 2, 3) Prinsippet med fremstilling av veksttorv generelt sett er at det blir tilsatt en grunn gjødsling som kan dekke plantenes behov den første tiden. Senere i veksttiden må en ved gjødsling supplere med færre eller flere plantenæringsstoffer alt etter kulturenes behov og hvor meget som er tilsatt torva ved fremstillingen.

At prøvene som blir analysert er representative for pakningen eller partiet det gjelder, er en viktig forutsetning. For på en enkel måte å få tatt ut representativ prøve av en pakning kreves spesielt utstyr. Det har vi ennå ikke hatt og kan derfor heller ikke gi anvisning om fremgangsmåter ved uttaking av prøver for analyser av torvpakninger. Arbeidet med fremstilling av prøvetaker er tatt opp.

Etter standarden (NS 2891) skal tilsetning av gjødsel og kalkingsmidler oppgis i g pr. m³ bruksvolum. Analysene er imidlertid basert på innveining av analyseprøve og analysetallene blir uttrykt på vektbasis (mg/100 g tørrstoff eller for mikronæringsstoffer mg/kg).

For å kunne jevnføre analysetallene med tilsetningene må det foretas en omregning. Effektiv kontroll av innholdet av plantenæringsstoffer i veksttorv må omfatte foruten kjemiske analyser av representative prøver, bestemmelse av bruksvolum og tørrstoffmengde pr. pakning. Meldinger om analysemetoder fra fysiske egenskaper i veksttorv er gitt i del II og III i denne serie.

B. PRØVEMATERIALE, BEHANDLING AV PRØVENE OG ANALYSEMETODER

1. Vareslag og forbehandling av prøver

For sammenligning av analysemetoder ble det anskaffet prøver av 7 vareslag som er i handelen i vårt land. Det ble innkjøpt 2 pakninger av hver av følgende vareslag:

Floralux Standard
Hasselfors Comp C
Huminal veksttorv
Humus

Floralux muldjord
Hammenhøg plantjord
Enhetsjord K jord-normal

For å få tatt ut prøver for analyser av pakningene ble det gått fram på noe forskjellig måte.

For et par av prøveslagene som hadde relativt stort tørrstoffinnhold og var sterkt presset, ble det med sag skåret ut to skiver ca. 15 cm tykke på tvers av ballene. Disse ble revet og smuldret meget omhyggelig og hver for seg brukt som analyseprøver. Denne fremgangsmåten ble brukt fordi plassforholdene gjorde det vanskelig å få blandet innholdet av en hel pakning. Av de andre prøveslagene ble innholdet av hele pakningen revet opp og smuldret for hånd og blandet omhyggelig. Etter gjentatte kvarteringer ble det tatt ut en høvelig stor prøve av hver pakning for analyser. Disse prøver ble etter gjentatt blanding igjen delt i to hvorav den ene ble tørket ved 35°C. Den andre som ikke ble tørket, ble fylt i plastpose og lagret i kjølerom til analysene kunne utføres.

Denne fremgangsmåte ble brukt fordi vi ennå mangler utstyr som gjør det mulig å ta ut høvelig store representative prøver av torvpakningene.

Undersøkelse av tørket og ikke tørket materiale ble gjort fordi det kunne tenkes at tørking av prøvene ville ha innflytelse på innholdet av fosfor, kalium og magnesium som blir ekstrahert.

Ved analyse av ikke tørkede prøver, ofte med et vanninnhold på 60 prosent eller mer, er det vanskelig å få malt og siktet materialet, som ellers er vanlig. En er henvist til å smuldre og blande prøvene grundig for hånd. Dette ble derfor gjort både for rå og tørr prøve. Det ble også foretatt maling av tørre prøver.

For vareslag som består av bare torv tilsatt gjødsel og kalk, er

det ikke noe problem å male og sikte prøvene når de er tørket. Men for vareslag som er tilsatt mer og mindre finknust f.eks. bergartsmateriale, kan maling på kvern være vanskelig. En stor del har lett for å bli knust og/eller bli siktet fra.

Ved smuldring og blanding for hånd kan man ikke vente å oppnå samme homogenitet av prøvene som ved tørking og maling. Vi var derfor interessert i hvor god overensstemmelsen mellom parallell-analysene var med de fremgangsmåter vi har brukt. Som uttrykk for dette har vi bestemt variasjonskoeffisienten (CV) mellom parallellbestemmelser.

Ved sammenligning av ulike behandlingsmåter og metoder har vi på grunnlag av middelfeil på differanser mellom parvise prøver, vurdert signifikansen av differansene statistisk ved hjelp av t-test.

2. Forholdet mellom innveid mengde og volum ekstraksjonsløsning

Ved analyser av torv med liten volumvekt og stor evne til å oppta vann er det viktig at mengden jord i forhold til ekstraksjonsløsning er slik at man får en effektiv ekstraksjon og nok ekstrakt for analysene. Forholdet mellom innveid jordmengde og volum ekstraksjonsløsning må for veksttorv være annerledes enn for mineraljord.

Forskjellige undersøkelser har vist at volum jord i forhold til volumet av ekstraksjonsløsning har stor innvirkning særlig på mengden av fosfor som blir ekstrahert med AL-løsning.

Vigerust (6) ekstraherte forskjellige volum av 9 jordprøver med 100 ml AL-løsning. Setter en fosforinnholdet som ble ekstrahert av 5 ml jord til 100 ble det av 50 ml ekstrahert bare 35. For kalium og magnesium var virkningen mindre. Lignende resultater er oppnådd ved undersøkelse av et større antall jordprøver med forskjellig volumvekt.¹⁾

I en undersøkelse av *H. J. Svensson*²⁾ ga ekstraksjon av 0,5, 1,0, 2,0, 5,0 og 10 g veksttorv med 100 ml AL-løsning som resultat h.h.v. 118, 103, 75, 47 og 32 mg P pr. 100 g lufttørt materiale. For kalium var de ekstraherte mengder i samme rekkefølge 150, 155, 150, 150 og 140 mg K/100 g.

Av fem prøver av veksttorv og tre prøver av torv blandet med mineralmateriale ble det foretatt ekstraksjon med 100 ml AL-oppløsning og forskjellig mengde tørt og malt materiale. Resultatene er gjengitt i sammenstillingen som følger:

Det er særlig for fosfor at forholdet mellom innveid mengde og volum ekstraksjonsløsning har stor virkning på den mengde som blir ekstrahert. For de andre plantenæringsstoffene gjør dette seg mindre gjeldende. Forskjellen mellom fosfor og de andre plantenæringsstoffene kan skyldes flere forhold, som oppløseligheten av de gjødselslag som

1) G. Semb ikke publiserte undersøkelser.

2) Personlig meddelelse til forf.

AL-oppløselig P, K, Mg og Ca ved ekstraksjon av 0,5, 1,0, 2,0 og 4 g i middel av veksttorvprøver.

g	P		K		Mg		Ca	
	a	b	a	b	a	b	a	b
0,5	414	100	544	100	274	100	1767	100
1,0	288	69	495	91	259	94	1569	89
2,0	199	48	443	81	247	90	1317	75
4,0	140	34	430	79	232	85	1089	62

a = mg/100 g
b = relativtall

AL-oppløselig P, K, Mg og Ca ved ekstraksjon av 1,0, 2,0, 4,0 og 6 g i middel av 3 prøver av torv blandet med mineralmateriale.

g	P		K		Mg		Ca	
	a	b	a	b	a	b	a	b
1	100	100	140	100	116	100	1225	100
2	86	88	136	97	114	99	1139	93
4	69	70	125	89	107	93	1037	85
6	48	48	119	85	104	90	971	79

a = mg/100 g
b = relativtall

blir brukt, hvorledes de har reagert med torven og de øvrige tilsetninger og av at tørr torv ikke lett lar seg fukte jevnt slik at utrustningen eller kontakten mellom oppløsningen og de tilsatte saltene ikke alltid blir like god.

Ved analyser av materiale som dette ved forskjellige laboratorier, er det meget viktig at det blir brukt samme forhold mellom innveid mengde og volum ekstraksjonsløsning. Ellers vil ikke analysene være likeverdige. Utrystningsmåten og rystetiden må også være den samme, da en må forutsette at måten dette blir gjort på også har innvirkning på hvor meget som blir ekstrahert.

Ved de undersøkelser etter AL-metoden som er omtalt i dette arbeid er det ved sammenligninger veid inn mengder tilsvarende tørrstoffinnholdet i 2 g lufttørt materiale til 100 ml AL-løsning. Rystetiden har vært 1½ time.

3. Analysemetoder

De analysemetoder som ble prøvd og sammenliknet var følgende:
Ekstraksjon med AL-oppløsning for bestemmelse av P, K, Mg og Ca
Ekstraksjon med destillert vann for bestemmelse av P, K, Mg og Ca
Ekstraksjon med 2n HCl og oppvarming til nær kokepunktet i to timer

«Totalinnholdet» av P, K, Mg og Ca ved foraskning og HCl behandling av asken

Ekstraherbart innhold av Cu, Mn, Zn, Mo og B etter metoder som brukes ved Statens Jordundersøkelse.

«Totalinnholdet» av Cu, Mn, Zn, Mo ved foraskning og behandling av asken med saltsyre

Innholdet av $\text{NO}_3\text{—N}$ og $\text{NH}_4\text{—N}$ ved ekstraksjon med 2n KCl og bestemmelse med autoanalyserator.

($\text{NO}_3\text{—N}$ delvis bestemt med Orion selektivelektrode)

AL-metoden er den offisielle metode i vårt land for jordanalyser for vurdering av gjødselbehovet. Det var derfor et spesielt ønske at brukbarheten av denne metoden ble undersøkt.

4. Virkningen av tørking på analyseresultatene

I tabell 1a og 1b er gjengitt innholdet av AL-oppløselig P, K, Mg og Ca i h.h.v. ren veksttorv og i torv tilsatt betydelig mengde mineralmateriale. Analysene er utført i ikke tørket og materiale tørket ved 35°C . Tørket materiale ble i det ene tilfelle bare smuldret og blandet for hånd og i det andre tilfelle malt på kvern. Alle bestemmelser er basert på innveining av samme tørrstoffmengde, tilsvarende 2g lufttørt materiale.

For prøver av ren veksttorv ble det særlig av magnesium og kalsium ekstrahert noe mer av ikke tørkede prøver enn av lufttørre. En tendens til det samme var det også for fosfor og i det ene tilfelle for kalium. Av tørket prøvemateriale som også var malt ble det ekstrahert noe mer enn av tørre prøver som bare var smuldret og blandet for hånd. Det kan se ut til at den findelingen eller pulveriseringen som delvis finner sted ved malingen har noe å si.

I prøver av torv tilsatt mineralmateriale ble det ekstrahert mest kalium og magnesium av ikke tørkede prøver. For fosfor og kalsium var forskjellen liten.

I de fleste tilfelle var feilen på analysene uttrykt ved variasjonskoeffisienten (CV) stort sett noe mindre ved analysering av tørre, malte prøver enn for rå prøver.

Tabell 2 viser innholdet av nitrogen som nitrat ($\text{NO}_3\text{—N}$) og ammonium ($\text{NH}_4\text{—N}$) i ikke tørket og tørket materiale. For nitratinnholdet var forskjellen ikke signifikant, men ammoniuminnholdet viste signifikant nedgang som følge av at prøvene var tørket før ekstraksjonen.

I tabell 3 er gjengitt virkningen av tørking på ekstraherbart innhold av mikronæringsstoffene kobber, mangan, sink og molybden. Under forutsetning av at det ble innveid samme tørrstoffmengde av rå og tørre prøver var det ingen tydelig forskjell på de mengder som ble ekstrahert av de nevnte mikronæringsstoffer.

I den utstrekning det kan være aktuelt å bruke ekstraksjon med relativt skånsomme ekstraksjonsmidler tyder disse undersøkelserne på at det for de fleste plantenæringsstoffer blir ekstrahert praktisk talt samme mengde enten man går ut fra ikke tørket eller tørket og malt materiale. Analyser av tørt malt materiale er å foretrekke fordi materialet på den måten blir mer homogent, og feilen på analysene mindre.

C. SAMMENLIGNING AV ANALYSEMETODER

1. Ekstraksjon med vann

Ved ekstraksjon med destillert vann ble det ekstrahert mindre av fosfor, magnesium og kalsium enn med AL-løsning. I prosent av AL-løselig ble det med vann i gjennomsnitt ekstrahert 45 prosent (21—97 %) av P, 74 prosent (63—82 %) av K, 13 prosent (5—20 %) av Mg og 6 prosent (1—11 %) av Ca. Samme mengde (2,5 g) av ikke tørket materiale ble ekstrahert med h.h.v. 100 ml AL-løsning og destillert vann.

Spesielt stor forskjell mellom vareslagene var det for fosfor. I vareslag hvor fosfor var tilsatt som lettløselig fosfat som for eks. B, utgjorde vannløselig 96 prosent av AL-løselig, mens det i vareslag hvor en stor del (ca. 80 %) av fosfor var tilsatt i form av råfosfat, utgjorde vannløselig bare ca. 20 prosent.

Innholdet av vannløselig kalium utgjorde en vesentlig større del av AL-løselig og forskjellen mellom vareslagene var mindre enn for fosfor. Dette har vel sammenheng med at kalium tilsettes i vannløselig form og at kalium i torv bare blir løst bundet.

Av magnesium og kalsium var det bare en meget liten del som var i vannløselig form.

Etter disse undersøkelserne ser det ikke ut til at ekstraksjon med vann kan være en aktuell metode for bestemmelse av innholdet av plantenæringsstoffer i veksttorv.

2. Innholdet av AL- og HCl-løselig P, K, Mg og Ca

I tabell 4 er gjengitt innholdet av fosfor, kalium, magnesium og kalsium ved ekstraksjon med AL-løsning og 2n saltsyre.

Forskjellen mellom den mengde som blir ekstrahert etter de to metodene var størst for fosfor. I de ulike vareslagene var det forholdsvis mer lettløselig fosfor i vareslag B enn i de øvrige. Dette har sannsynligvis sammenheng med at det i B er brukt lettløselig fosforgjødsel, mens i A, C, D og E en større del av fosforgjødselen er tilsatt i form av råfosfat.

Av kalium ble det etter AL-metoden ekstrahert ca. 90 % eller mer sammenlignet med HCl-metoden for vareslag som ikke var tilsatt ekstra mineralmateriale. For vareslag som var innblandet mineral-

materiale (E, F og G), var det stor forskjell mellom vareslagene når det gjelder kalium. Det samme gjelder også magnesium for disse vareslagene. Dette har sannsynligvis sammenheng med kvaliteten (mineralsammensetning og kornstørrelse) av det mineralmateriale som torven er blandet med.

Magnesium og kalsium forholdt seg noenlunde likt når det gjelder forholdet mellom ekstraksjon med AL-løsning og 2n HCl. I forhold til kalium og magnesium ble det av torv tilsatt mineralmateriale, ekstrahert noe mer kalsium med AL-løsning.

Disse resultatene antyder at hvis man med analysene tar sikte på å få et mål for hvor meget som er tilsatt av kalk og plantenæringsstoffer, bør en bruke metoder som ekstraherer mer enn det som blir ekstrahert med AL-oppløsning. Dette gjelder for vareslag som består av torv tilsatt bare kalk og gjødsel. For produkter som er tilsatt betydelig mengde mineralmateriale, stiller saken seg annerledes.

3. Innholdet av P, K, Mg og Ca ved ekstraksjon med HCl og etter foraskning

I tabell 5a og 5b er gjengitt innholdet av fosfor, kalium, magnesium og kalsium i veksttorv bestemt ved ekstraksjon med 2n HCl og etter foraskning og behandling av asken med saltsyre.

Noen stor forskjell mellom de mengder som ble bestemt etter disse to metodene var det ikke. Det kan likevel være grunn til å merke seg at spesielt for torv uten innblanding av store mengder mineralmateriale, var innholdet av K tydelig mindre bestemt ved foraskning enn med ekstraksjon med HCl. Dette tyder på at det på en eller annen måte har skjedd tap under foraskningen eller at det er dannet tungtløselige stoffer som ikke blir oppløst ved etterfølgende behandling med saltsyre.

For prøveslag som er tilsatt mineralmateriale (tabell 5b) var kalium- og magnesiuminnholdet bestemt etter foraskning større enn den mengde som ble ekstrahert med 2n HCl. For fosfor og kalsium var det motsatte tilfelle.

Spørsmålet om hvilken av disse metodene som kan komme på tale ved eventuell kontroll av tilsatt kalk og gjødsel, må sees i sammenheng med nøyaktighet, reproduserbarhet og hvor arbeidskrevende analysene er. Stor forskjell er det ikke mellom metodene. Forskjellen mellom parallellbestemmelsene (CV) var noe større ved ekstraksjon med 2n HCl enn ved foraskning. Dette kan ha sammenheng med at den innveide mengde, 2 g, var betydelig mindre enn den som ble brukt ved foraskningen og at materialet ikke var malt og siktet og derfor ikke så homogent. En må derfor regne med relativt stor forskjell mellom parallell-bestemmelser, særlig ved så små innveininger som 2 g.

Ved tørking og maling av prøvene skulle det være gode muligheter for å oppnå bedre overensstemmelser mellom parallell-bestemmelsene

og øke reproduserbarheten av analysene. Forutsatt dette, vil ekstraksjon med 2n HCl være å foretrekke fremfor foraskning fordi den er mindre arbeidskrevende og gir bedre resultater særlig for bestemmelse av kalium.

For vareslag som består av torv tilsatt betydelig mengder mineralmateriale, vil man med de analysemetoder det her gjelder neppe kunne føre noen effektiv kontroll med de tilsetninger som deklarasjonen skal gi opplysninger om. Analysene tyder på at særlig kalium og magnesium i mineralmateriale (knuste bergarter, leire etc.) som er tilsatt torva i betydelig grad blir oppløst ved ekstraksjon med 2n HCl og ved foraskning og oppløsning av asken.

Hvorledes en eventuell kontroll med tilsetningene for forskjellige vareslag skal kunne gjennomføres, vil bli diskutert senere.

4. Ekstraherbart innhold og totalinnhold av mikronæringsstoffer

Et sammendrag av undersøkelser over ekstraherbart innhold av kobber, mangan, sink og molybden i forhold til «totalinnholdet» er gjengitt i tabell 6.

Ekstraherbart innhold har som det går fram av tabellen, variert for de ulike mikronæringsstoffer fra ca. 30 prosent til vel 60 prosent av det som ble bestemt som «totalinnholdet». Det var meget stor forskjell i innholdet av ulike mikronæringsstoffer i de undersøkte vareslagene. For de norske vareslagene (A, C og D) blir det ifølge deklarasjonene tilsatt samme mengde, 200 g pr. m³ bruksvolum av F.T.E. 36. I gjennomsnitt var innholdet av ekstraherbart og «total»innholdet i disse vareslagene følgende:

	Ekstraherbart	Totalinnhold
	mg/kg tørrstoff	
Cu	28(21-46)	58 (46-81)
Mn	31(11-49)	86 (78-104)
Zn	53(29-94)	77 (66-104)
Mo	2,14 (1,3-4,3)	11,5 (8,9-16,4)

De store variasjoner omkring disse middeltallene skyldes sikkert flere forhold. Det vil bl.a. være vanskelig å få fordelt de små mengdene som tilsettes helt jevnt i torven. Det er sikkert også atskillige feil ved analysene, variasjonskoeffisientene var noe større enn for makronæringsstoffene. I tillegg kommer spørsmålet om hvor nøyaktig tilsetningen av 200 g er foretatt, og at tørrstoffvekten av 1 m³ bruksvolum som vi skal se senere har variert for disse prøveslagene.

Tilsetning av 200 g F.T.E. 36 pr. m³ bruksvolum er anbefalt på grunnlag av forsøk, Roll-Hansen (2,3,4,5).

I et par av de svenske torvproduktene var innholdet av kobber og molybden vesentlig mindre enn i de norske vareslagene, nemlig 7,3 og 14,5 mg Cu/kg i B og 1,4 og 12,4 mg i G for henholdsvis ekstra-

herbart og «total»innhold. Molybdeninnholdet var på tilsvarende måte 0,30 og 1,15 mg/kg i B og 0,17 og 0,30 mg/kg i G. For mangan og sink var innholdet nærmere det i de norske vareslagene.

«Totalinnholdet» av mangan var meget stort i G, 443 mg/kg tørrstoff, og E 439 mg/kg. Det er sannsynlig at dette skyldes oppløsning av mangan fra tilsatt mineralmateriale.

D. INNHOLDET AV PLANTENÆRINGSSTOFFER I FORSKJELLIGE VARESLAG I FORHOLD TIL TILSETNINGER

1. Materiale og analyseresultater

I forbindelse med undersøkelser av bruksvolum m.v. ble det fra 5 pakninger av hver av 3 vareslag av veksttorv og 10 pakninger av hver av 3 vareslag som består av blanding av torv og mineralmateriale tatt ut prøver til kjemiske analyser.

I gjennomsnittsprøver av hver pakning ble det utført bestemmelse av AL-løselig fosfor og kalium og HCl-løselig fosfor, kalium, magnesium og kalsium. Dobbel bestemmelse ble utført av alle analyser. Før innveiling til analyse ble prøvene smuldret og blandet omhyggelig for hånd, men ikke tørket.

Middeltallet for de enkelte vareslag og høyeste og laveste analysetall for de ulike bestemmelser er gjengitt i tabell 7.

Det var betydelige variasjoner mellom pakningene innenfor hver av de undersøkte vareslag. Ifølge standarden er det tillatt en toleransegrense på ± 20 prosent for tilsatte mengder av kalk og gjødsel. For flere av vareslagene har enten tilsetningene ikke vært deklarerert eller deklarasjonene har vært ufullstendig. Bare for et par av vareslagene forelå det opplysninger som kan gi grunnlag for sammenligning av tilsetninger med analysetallene.

2. Tilsetning av gjødsel og kalkingsmiddel i forhold til analysetall for veksttorv

En sammenligning mellom analysetall og oppgitte tilsetninger byr på visse problemer.

Tilsetningene blir oppgitt i g/m³ bruksvolum, mens analysetallene er beregnet som mg/100 g tørrstoff. En omregning av tilsatt mengde til samme enhet som analysetallene, må vi regne med representerer atskillig usikkerhet.

Skal en på grunnlag av analysene kunne kontrollere de deklarererte tilsetninger, er det flere forutsetninger som må være oppfylt.

Prøven som blir tatt ut til analyser må være representativ for pakningen og behandlet så den er mest mulig homogen.

Videre må analysene gi et pålitelig bilde av tilsatt mengde av plantenæringsstoffene.

Endelig er det nødvendig å ha så sikkert grunnlag som mulig for

omregning av tilsatt mengde gjødsel og kalkingsmidler med analysetall på vektbasis.

Råtorvens innhold av plantenæringsstoffer har også betydning. Lite omdannet sphagnumtorv som helst blir brukt til fremstilling av veksttorv, inneholder som regel svært lite av de fleste plantenæringsstoffer. Analyser av et par prøver av naturtorv som blir brukt ved to større fabrikker ga følgende resultat:

Prøve	Aske %	NO ₃ -N NH ₄ -N mg/100 g tørrstoff	HCl-løselig				
			P	K	Mg	Ca	
			mg/100 g tørrstoff				
A	1,00	0,00	0,01	0,02	0,06	0,07	0,10
B	2,00	6,00	15,00	0,06	0,02	0,18	0,45

For så næringsfattig materiale betyr korreksjon for innholdet i råtorven relativt lite når det gjelder kontroll av tilsetningene. For mer humifisert torv og vareslag som består av torv tilsatt mineralmateriale kan det være annerledes.

Spørsmålet er så om noen av de metoder som er undersøkt, kan gi et brukbart uttrykk for mengden av tilsatte plantenæringsstoffer.

Vi tar først for oss tilsetninger og analyser av tre norske veksttorvslag. Ifølge varedeklarasjonen blir det tilsatt følgende mengder i g pr. m³/bruksvolum:

Vareslag A og B ca. 130 NH₄-N, 120 NO₃-N, 570 P, 360 K, 254 Mg, 2660 Ca

Vareslag C ca. 84 NH₄-N, 78 NO₃-N, 584 P, 208 K, 246 Mg, 2660 Ca

Nøyaktig kan ikke innholdet av plantenæringsstoffer angis når det bare er oppgitt hvor meget som er tilsatt av råfosfat, kalk og dolomitt, uten at innholdet i de varer som er brukt, er nærmere bestemt og oppgitt.

Etter tørrstoffinnholdet av 2 pakninger av hvert av disse vareslagene har vi beregnet kg tørrstoff pr. m³ til 58 kg for vareslag A, 48 kg for B og 50 kg for C. Tilsetningene i mg/100 g tørrstoff skulle da tilsvare de mengder (b) som er gjengitt i sammenstillingen nedenfor.

Beregnet tilsatt mengde av plantenæringsstoffer er sammenlignet med innholdet av ammonium og nitrat bestemt ved ekstraksjon med 2n KCl og fosfor, kalium, magnesium og kalsium ved ekstraksjon med 2n HCl og oppvarming.

Overensstemmelsen mellom tilsatte mengder og analysetallene va-

	Vareslag A			Vareslag B		Vareslag C		
	a	b	c	b	c	a	b	c
NH ₄ -N	186	224	147	270	212	142	170	118
NO ₃ -N	170	206	137	250	213	134	158	175
P	815	982	831	1187	1184	905	1080	1175
K	515	620	544	750	633	352	410	676
Mg	364	438	421	529	716	415	540	284
Ca	3800	4600	3721	5540	5193	4500	5724	4170

a = tilsatt mengde i mg/100 g tørrstoff på grunnlag av deklartert tilsetning pr. m³ bruksvolum og oppgitt bruksvolum og tørrstoffinnhold pr. pakning.

b = tilsatt mengde i mg/100 g tørrstoff beregnet på grunnlag av deklartert volum og gjennomsnittlig tørrstoffinnhold i 2 pakninger.

c = analyseresultater i mg/100 g tørrstoff, middel av 2 pakninger.

rierer for de ulike næringsstoffer, vareslag og etter grunnlaget som er brukt for omregning til vektbasis.

For vareslag A er det i deklarasjonen regnet med 70 kg tørrstoff pr. m³ etter tilsetning av kalk og gjødsel og for vareslag C 59 kg. For vareslag B er ikke tørrstoffinnholdet, men bare bruksvolum, oppgitt i deklarasjonen.

Regner man med oppgavene i deklarasjonen for vareslag A var det for det meste tilfredsstillende overensstemmelse mellom analysetall og deklarterte tilsetninger. For nitrogen var imidlertid analysetallene noe lavere enn tilsetningene skulle tilsi. Densiteten beregnet på grunnlag av oppgitt bruksvolum og tørrstoffinnholdet i middel for de to pakningen var bare 58 kg/m³. Analysetallene var under denne forutsetning vesentlig lavere enn de mengder som etter beregning på dette grunnlag skulle være tilsatt.

For vareslag B der tørrstoffinnholdet ikke var oppgitt, var overensstemmelsen mellom tilsatt mengde og analysetall bra for fosfor og kalsium. For vareslag C var det best overensstemmelse for fosfor, men tildels ganske stor forskjell mellom analysetallene og tilsetningene for de andre næringsstoffene.

For ytterligere å undersøke overensstemmelsen mellom tilsetninger og analysetall skal vi se på resultatene av bestemmelse av P, K, Mg og Ca i 5 pakninger av hver av vareslagene I (A) og II (B).

I tabell 8 er verdier for tilsatt P, K, Mg og Ca omregnet til mg/100 g tørrstoff gjengitt sammen med analysetallene.

Analysertallene for P, K, Mg og Ca var for alle undersøkte pakninger av vareslag I over den laveste tillatte verdi. Bortsett fra at fosforinnholdet i en pakning var litt høyere enn de deklarterte + 20 prosent, var innholdet etter analysene også innenfor den øvre tolererte verdi. For tre av de 5 pakningene var det i de fleste tilfelle også god overensstemmelse mellom analysetall og deklartert innhold, spesielt når tilsetningene ble beregnet på grunnlag av den tørrstoffmengde og det bruksvolum som vi har bestemt for de enkelte pakninger.

For vareslag II hvor det i deklarasjonen ikke var opplysninger om tørrstoffinnholdet, har vi bare kunnet foreta sammenligning mellom analysetall og tilsetninger beregnet på grunnlag av tørrstoffmengde og bruksvolum bestemt for hver enkelt pakning. Analysetallene for dette vareslaget var større enn tilsetningene skulle tilsi for de fire plantenæringsstoffene, særlig stor var forskjellen for magnesium og kalsium.

Bruksvolumet for vareslag II var i middel bare 157 l pr. pakning mot oppgitt 200 l, eller 78,5 prosent av de deklarererte.

Etter deklarasjonen skal det være tilsatt samme mengder gjødsel og kalk pr. m³ bruksvolum for disse to vareslagene. Når bruksvolum for vareslag II var vesentlig mindre enn oppgitt, er det rimelig at de tilsatte mengder omregnet til mg/100 g tørrstoff blir høyere enn i vareslag I, som det også går fram av tabellen.

Disse få eksemplene viser at overensstemmelsen mellom analysetall og tilsatt mengde plantenæringsstoffer er avhengig av at tilsatt mengde og densitet er i samsvar med deklarasjonen fra pakning til pakning. Det skal en fin justering til og effektiv kontroll både av bruksvolum og tørrstoffinnhold om en skal oppnå dette.

Det ville muligens være enklere om tilsetningene primært var basert på g pr. kg tørrstoff for makronæringsstoffer og mg/kg for mikronæringsstoffer, og sekundært pr. m³ bruksvolum. Innholdet pr. pakning måtte da baseres på vekt avpasset etter tørrstoffinnholdet i torven til enhver tid. Kontroll av tilsetningene ved kjemiske analyser ville da være enklere og sikrere.

En rekke forhold gjør seg gjeldende ved jevnføring av analysetall og tilsatt gjødsel og kalk i veksttorv. En kan derfor ikke vente noen helt god overensstemmelse. Men hvis forholdet densitet og tilsatte mengder ikke avviker større fra det deklarererte, ser det ut til at analysetallene for gode vareslag ligger godt innenfor den toleransegrense som standarden tillater.

Som en foreløpig konklusjon kan man si at en kontroll av tilsatt gjødsel og kalkingsmidler i rene veksttorvslag kan gjennomføres ved å bestemme innholdet av fosfor, kalium og magnesium ved ekstraksjon med 2n HCl og oppvarming. Kalsiuminnholdet kan også bestemmes i samme ekstrakt. Både ekstraksjon med 2n HCl og oppvarming og foraskning og oppløsning av asken med HCl, vil sannsynligvis bringe i oppløsning totalinnholdet av plantenæringsstoffer i de gjødselslag og kalkingsmidler som blir brukt. Siden innholdet av plantenæringsstoffer i råtorv som regel er ubetydelig, burde analyser etter en av disse metoder kunne gi uttrykk for hvor meget som er tilsatt av P, K, Mg og Ca i veksttorv som ikke er tilsatt annet mineralmateriale. De utførte undersøkelser tyder på at man med bestemmelse av totalinnholdet og bestemmelse av tørrstoffmengde og bruksvolum pr. pakning, kan oppnå en brukbar kontroll av innholdet av plantenæringsstoffer i slike produkter.

Analyseprøvene må være uttatt på en slik måte at de er representa-

tive, og nettvekt og tørrstoffinnhold av torva for den enkelte pakning må bestemmes.

3. Tilsetning av kalk og gjødsel i forhold til analysetall i torvprodukter blandet med mineraljord

Tilsvarende undersøkelser er utført av 10 pakninger av et vareslag som er en blanding av torv og finknust gneis i forholdet 900 l torv og 100 l knust gneis. (Tabell 9) Regner en om de mengder som er oppgitt tilsatt, til mg pr. 100 g tørrstoff skulle det bli: 470 mg P, 300 mg K, 211 mg Mg og 2210 mg Ca. Det er regnet med densitet 120 kg tørrstoff/m³ bruksvolum. Densiteten er beregnet på grunnlag av oppgitt bruksvolum 80 l pr. pakning og gjennomsnittlig tørrstoffinnhold 9,6 kg pr. pakning. Densiteten beregnet på grunnlag av tørrstoffinnhold og målt bruksvolum for den enkelte pakning var i gjennomsnitt 115 (107—129). Tilsetningene beregnet på dette grunnlag ble da:

495 mg P, 320 mg K, 221 mg Mg og 2312 mg Ca pr. 100 g tørrstoff. Analysetallene var i gjennomsnitt 517 (482—550) mg P, 724 (645—768) mg K, 705 (633—780) mg Mg og 2393 (2275—2508) mg Ca. Innholdet spesielt for kalium og magnesium var vesentlig, (2—3 ganger) større enn det som skulle svare til de tilsatte mengder. Det er nærliggende å tilskrive dette frigjøring av kalium og magnesium fra finknust gneis som ofte er rik på glimmer. Behandling med syre løser en stor del av kalium- og magnesiuminnholdet i glimmer. Forskjellen mellom tilsetning og analysetall for fosfor og kalsium var forholdsvis liten.

For vareslag der torv er tilsatt en betydelig mengde mineralmateriale, må vi regne med at det kan bli frigjort atskillig av plantenæringsstoffer, særlig av kalium og magnesium, fra dette mineralmaterialet ved behandling med 2n HCl og oppvarming. Denne analysemetoden egner seg derfor ikke til å kontrollere tilsetning av gjødsel og kalk i vareslag av denne typen. Som det går fram av tabell 9, var innholdet av AL-oppløselig K 302 mg/100 g tørrstoff eller meget nær det som er oppgitt å være tilsatt, mens AL-oppløselig P var bare 162 mg eller ca. 35 prosent av det tilsatte.

For vareslag som dette og lignende vil det være mer opplysende for brukerne om det foruten tilsatt mengde gjødsel og kalk også ble oppgitt analysetall f.eks. AL-oppløselig P, K og Mg, og at eventuell kontroll innskrenker seg til å bestemme dette og pH-verdien.

4. Tilsetning av mikronæringsstoffer og analysetall

Flere norske produsenter av veksttorv bruker for tilsetning av mikronæringsstoffer 200 g FTE 36 pr. m³ bruksvolum. Dette tilsvarer 1 g av Mo og B og 4 g av Cu, Zn og Mn og 18 g Fe.

Jevnføring mellom tilsetning og totalinnholdet bestemt ved analyser er gjengitt i sammenstillingen:

	Vareslag I			Vareslag II			Vareslag III		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Cu .	57	69	51		83	63	80	81,5	68
Mn .	57	69	81,0		83	95	80	81,5	90
Zn .	57	69	91		83	91	80	81,5	72
Mo .	14,6	17,5	9,6		20,8	14,5	20		12,5

a, b og c står for det samme som i tabell 8.

Analysesetallene for Cu og Mo var noe mindre enn tilsetningene skulle tilsi, for mangan og sink større. Dette kan ha sammenheng med innholdet av sink og mangan i råtorva. Analyser av råtorv som blir brukt for fremstilling av vareslag I inneholdt bl.a. 20 mg Zn og 10 mg Mn pr. kg tørrstoff. Større og mindre innhold av mikronæringsstoffer i råtorven kan derfor gjøre det vanskelig å få en brukbar jevnføring av analysesetall og tilsetninger for mikronæringsstoffer hvor det dreier seg om så små mengder.

Når analysesetallene for kobber og molybden var mindre enn beregnet tilsatt, kan det ha sammenheng med at innholdet i FTE 36 ikke er blitt fullstendig oppløst. Analyser av en prøve av preparatet ga som resultat 100 prosent av oppgitt innhold av Cu og Mn, 90 prosent av Zn og 80 prosent av Mo. Metoden som er brukt synes derfor å være tilfredsstillende. Med de små mengder det dreier seg om og med de feilkilder som bestemmelsen er beheftet med, kan man neppe vente bedre overensstemmelse enn det som er oppnådd.

Så kompliserte og arbeidskrevende som bestemmelse av totalinnholdet av mikronæringsstoffer i torvprodukter er, og så stor usikkerhet som man av forskjellige årsaker må regne med, vil det neppe være aktuelt å prøve å kontrollere om innholdet er i overensstemmelse med deklarasjonen med slike analyser. Ekstraksjonsanalyser kan derimot komme på tale for å kontrollere at innholdet er av en størrelsesorden som forsøk og erfaring anser for ønskelig.

For vareslag der det er brukt FTE 36, kunne bestemmelse av et av mikronæringsstoffene, f.eks. kobber, være tilstrekkelig siden forholdet mellom de ulike elementer er konstant. Bestemmelse av kobber burde velges fordi dette vil være enklest å utføre og gi sikrest resultat. En slik fremgangsmåte ville forenkle kontrollen betydelig.

5. Kontroll av pH

Varedeklarasjonen skal inneholde opplysning om pH. Bestemmelse av pH er en sak som neppe byr på særlige problemer forutsatt at man har en representativ prøve. På grunn av torvas lave volumvekt og store evne til å ta opp vann, må en sørge for at det blir brukt tilstrekkelig vann til å få en suspensjon omtrent som den en bruker for mineraljord.

En sammenstilling av pH for 7 vareslag som er brukt for undersøkelse av forskjellige fysiske egenskaper gjengis her.

Som det går fram av disse tallene var det liten variasjon i pH innenfor de undersøkte pakninger av disse vareslagene. Variasjonen oversteg ikke 0,5 pH som forutsatt i standarden, bortsett fra et av vareslagene som hadde pakninger med for lav pH.

For vurdering av kalktilstanden vil pH være å foretrekke fremfor kalsiuminnholdet, men Ca—AL kan være aktuelt for vurdering av tilgangen på kalsium. En har mer kjennskap til ulike veksters forhold til pH enn til innholdet av kalsium i vekstmediet. Når enkelte

	pH	Deklarert
Floralux Standard	5,64(5,35—5,80)	ca. 5,5
Hasselfors Comp C	6,18(6,0—6,30)	
Humus	7,09(7,05—7,10)	
Huminal	5,48(5,2—5,7)	5,5—6,0
Floralux moldjord	4,84(4,63—5,1)	5,5
Hammenhøg	6,36(6,25—6,5)	
Enhetsjord	5,56(5,4—5,65)	

vareslag har pH over 7, er det sannsynligvis kalket for sterkt. I et vekstmedium med nøytral-svak alkalisk reaksjon vil dyrking av flere vekstslag kunne by på problemer.

E. SAMMENDRAG

For å undersøke om analysemetoder for bestemmelse av innholdet av plantenæringsstoffer i jordprøver fra jordbruk og hagebruk kan tillempes for kontroll av varedeklarasjoner for veksttorv og lignende vekstmedier, er det foretatt jevnføring av metoder som kan tenkes å være brukbare. Undersøkelsene er utført i prøver av sju vareslag på markedet hos oss.

AL-metoden er den offisielle metode for bestemmelse av P, K og Mg i jordprøver fra jordbruk og hagebruk. For veksttorv som har meget mindre volumvekt og meget stor evne til å oppta vann i forhold til mineraljord, kan en ikke bruke samme forhold mellom jord og ekstraksjonsløsning som ellers blir brukt.

Undersøkelsene har vist at ekstrahert innhold spesielt av fosfor, er sterkt påvirket av forholdet mellom vektmengde torv og volum ekstraksjonsløsning. Dette forholdet må være slik at en får en brukbar ekstraksjon og tilstrekkelig ekstrakt til analysene.

Etter tørking av prøvene ble det ofte ekstrahert noe mindre enn av prøver som ikke var tørket før ekstraksjonen. Forskjellen har ikke vært stor når det ved sammenligningen ble brukt samme tørrstoffmengde av tørt og ikke tørket materiale.

For at analyser av veksttorv etter AL-metoden skal gi likeverdige

resultater om analysene blir utført ved forskjellige laboratorier, er det nødvendig at forbehandling av prøvene og analysene blir utført etter nøyaktig samme fremgangsmåte.

Når unntas kalium, var innholdet av AL-løselige næringsstoffer (P, Mg og Ca) vesentlig mindre enn det som ble bestemt ved ekstraksjon med 2n HCl eller bestemt ved foraskning og oppløsning av asken.

Ekstraksjon med vann oppløste vesentlig mindre P, Mg og Ca enn AL-løsning. For kalium var forskjellen ikke så stor.

I lite omdannet sphagnumtorv som for det meste blir brukt for fremstilling av veksttorv, er innholdet av de fleste plantenæringsstoffer som regel helt ubetydelig. Bestemmelse av totalinnholdet av P, K, Mg og Ca vil derfor være et uttrykk for det som er tilsatt. Et tilnærmet uttrykk for totalinnholdet i veksttorv vil ekstraksjon med 2n HCl og oppvarming eller foraskning og oppløsning av asken gi. Litt forskjell mellom disse metodene ser det ut til å være. Ekstraksjon med saltsyre er det enkleste så denne metoden kan være å foretrekke.

Den nytte dyrkerne kan ha av disse analyser beror på det erfaringsmateriale en har å legge til grunn for vurdering av analysetallene.

I torv foregår det ikke noen sterk binding av tilsatte plantenæringsstoffer. På grunnlag av totalinnholdet sammen med de opplysninger varedeklarasjonen gir om hvilke gjødselslag som er tilsatt, får man grunnlag for å bedømme hvor meget varen inneholder av plantenæringsstoffer som er tilgjengelig på noe lengre sikt.

De metoder som er nevnt og som gir et tilnærmet uttrykk for totalinnholdet av plantenæringsstoffer, burde være brukbare for å kontrollere at innholdet er i overensstemmelse med det deklarererte, og gi verdifulle opplysninger for dyrkerne.

For vekstmedier som f.eks. torv tilsatt betydelig mengde mineralmateriale, vil behandling med 2n HCl eller foraskning løse ut mer eller mindre særlig av kalium og magnesium fra mineralmaterialet, ofte også noe fosfor og kalsium. Innholdet som blir bestemt, er derfor ikke uttrykk bare for den tilsatte mengde av plantenæringsstoffer. En stor del av det som blir ekstrahert og som skriver seg fra mineralmaterialet, er så sterkt bundet at det har liten betydning for plantene. Innholdet av f.eks. AL-løselig fosfor, kalium og magnesium må antas å ha større interesse enn totalinnholdet, både som kontroll og som opplysning for dyrkerne når det gjelder slike vekstmedier.

Innholdet av nitrat og ammonium er et godt mål for tilgjengelig og tilsatt nitrogen. Forholdet mellom disse nitrogenforbindelser er ikke stabilt ved lagring, spesielt i vareslag med stort vanninnhold. Tap kan sannsynligvis også forekomme.

Råtorv inneholder lite også av de fleste mikronæringsstoffer. Tilsetning av 200 g FTE nr. 36 pr. m³ som blir brukt ved de fleste norske fabrikker dekker ifølge erfaringer fra forsøkene på Kvithamar (5) behovet for Cu, Mn, Zn, Mo og B. Siden forholdet mellom disse stoffene er konstant, burde bestemmelse av et av dem, f.eks.

kobber, være tilstrekkelig til å avgjøre om FTE 36 er tilsatt og blandet inn i riktig mengde. Ellers er kontroll av borinnholdet meget viktig fordi det lett kan oppstå skader på plantene om borinnholdet er for stort.

Tilsetningen av gjødsel og kalkingsmidler blir oppgitt i g pr. m³ bruksvolum. For å kunne jevnføre analysetallene med tilsetningene, må det foretas omregninger. Bestemmelse av nettovekt, tørrstoffmengde og bruksvolum for den enkelte pakning er nødvendig for dette. Det er påvist god sammenheng mellom densitet bestemt på grunnlag av bruksvolum og densitet bestemt ved laboratoriemetoder (se Volden del II). Det kan derfor være et alternativ å basere omregning fra volum til vektbasis på laboratoriebestemmelse av volumvekten. Men en får da ikke kontroll av bruksvolumet.

— — —
Undersøkelser over måten å få tatt ut representative prøver av torvpakninger på for analyser, vil bli tatt opp når vi får brukbart utstyr for prøvetaking.

F. SUMMARY

ANALYTICAL METHODS FOR DETERMINATION OF PLANT NUTRIENTS

In order to find out if analytical methods used for soil testing can be adapted for control of the product declaration of ready made horticultural peat comparisons have been carried out between different methods on samples of seven peat types on the market.

The AL-method is the official method for determination of the plant nutrients (P, K, Mg) of samples from agricultural and horticultural used soil. Horticultural peat, however, has a low bulk density and very high water capacity compared with mineral soil. The amount of peat and the volum of extraction solution used for mineral soil therefore do not give an effective extraction and not enough extract for the analysis.

The content of extracted plant nutrients especially of phosphorus, was highly related to the ratio between the amount of peat to the volume of extracting solution.

From airdried samples some less nutrients were extracted compared with that of samples which has not been dried before extraction. Shaking time, way of shaking etc. may also influence the amount of nutrients resolved. Analysis according to the AL-method therefore have to be carried out exactly in the same manner to be able to obtain equally results for instance from different laboratories.

The effect of drying on the content of nitrate and ammonia is given in Table 2, and that of extractable micronutrients in Table 3.

Water extraction gave much less P, Mg and Ca than extraction with the AL-solution. For potassium the difference was less.

Except for potassium, the quantity of AL-soluble plant nutrients (P, Mg and Ca) were considerably less than that extracted with 2n HCl or by ignition and extraction of the ash. (Table 4).

The quantity of phosphorus, potassium, magnesium and calcium extracted with 2n HCl and by ignition and extraction of the ash was almost equal (Table 5a and 5b) and very near the total content.

The quantity of extractable micronutrients and the total quantity is given in Table 6.

Less decomposed sphagnum peat used for manufacture of horticultural peat contain very little of plant nutrients. The total quantity of P, K, Mg and Ca is therefore regarded as an expression for the quantity that has been added as fertilizer. An approximate estimate of this quantity in horticultural peat can be obtained by extraction with 2n HCl and heating or by ignition and extraction of the ash. Extraction with 2n HCl is the easiest one of these methods (Table 8).

The benefit for the growers from chemical analysis depends on the experience from trials and practice they have for evaluation of the analytical figures.

In peat strong fixation of plant nutrients do not take place. An evaluation of the nutrient status of horticultural peat based on the quantity determined for example by extraction with 2n HCl together with information on the kind of fertilizers and lime given in the product declaration should thus be possible. Analysis giving an approximate measure of the total quantity of plant nutrients of ready made horticultural peats is therefore supposed to be a method for control of the product declaration and also to furnish the growers with valuable information.

In growth media made up by peat and mineral soil treatment with 2n HCl or ignition, extracts some potassium and magnesium and possibly also some phosphorus and calcium from the mineral soil. The quantity determined therefore represents usually more than what has been added in fertilizer (Table 9). Control of the product declaration for such growth media with the above mentioned methods is not possible. The quantity of for example AL-soluble P, K, Mg and Ca of these products is considered to be of greater interest as a control method of the nutrient status and as an information to the growers.

The content of nitrate and ammonia represents the amount of available and added nitrogen in horticultural peat. The ratio between these two nitrogen compounds, however, is not stable by storage, especially in products with high water content. Loss may probably also take place to some extent.

Of micronutrients virgin peat usually contains very little. Addition of 200 g of FTE 36 per cubicmetre as mainly used in Norwegian horticultural peat products, is according to fertilizer trails (2, 3, 5) sufficient to cover the need for Cu, Mn, Zn, Mo and B. Since the ratio between these elements in FTE36 is constant, determination of one of them, for example copper, should be enough to make sure that

FTE 36 has been added and mixed with the peat in right quantity.

The quantity of fertilizers and lime added to horticultural peat is quoted in g per cubic metre utility volume. The quantities added have therefore to be calculated on weight basis for comparison with the analytical figures (Table 8,9). Determinations of netweight, dry matter content and the utility volume of the single package are necessary for this conversion. It has been found to be good correlation between bulk density based on utility volume and dry weight of the package and the bulk density based on laboratory methods (see part II). Recalculation from volume to weight can therefore as an alternative be based on laboratory methods.

G. REFERANSER

1. Roll-Hansen, J. 1967. Torv i gartneri og hage. Medd. N. Myrselsk. 65.
2. Roll-Hansen, J. 1970. Jord eller torv i veksthusene. Medd. N. Myrselsk. 68, 1—11.
3. Roll-Hansen, J. 1972. Torv som vekstmedium. Medd. N. Myrselsk. 70, 37—45.
4. Roll-Hansen, J. 1972. What advantages can a greenhouse gardener gain from peat as a growth medium. Proc. 4th Intern. Congr. Helsinki I—IV, 193—202.
5. Roll-Hansen, J. 1967. Fritted trace elements (FTE) as a basic fertilizer for peat. I.S.H.S. Symposium Peat in Horticulture, Noordwijk 1975. The Netherlands.
6. Vigerust, E. 1970. Enkelte aktuelle spørsmål vedrørende kjemiske jordanalyser. Grundförbättring 23. 143—148.

Tabell 1a. Innholdet av AL-løselig P, K, Mg og Ca i ikke-tørkede (A), tørkede (B) og tørkede og malte (C) prøver av veksttorv. mg pr. 100 g tørrstoff.

Vareslag	Pr.nr.	P			K			Mg			Ca	
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	C
A	1	268	214	257	477	450	503	278	238	248	1639	1638
	2	273	225	242	498	445	474	268	243	252	1650	1638
	3	293	211	254	512	465	502	254	221	229	1735	1628
	4	281	237	250	518	462	506	259	228	241	1734	1676
B	5	86	90	91	425	423	446	292	260	263	999	965
	6	83	73	79	383	360	403	289	236	260	991	876
	7	130	114	122	518	465	500	314	363	277	993	944
	8	142	135	152	545	550	577	320	286	299	935	973
C	21-22	318	294	280	579	546	586	186	172	180	1855	1609
	23-24	351	351	370	692	655	707	180	167	171	2011	1894
D	27-28	297	293	297	588	539	581	455	369	360	2313	2191
	29-30	288	303	294	589	505	593	405	358	353	2492	2237
	Middell	234	212	224	527	489	532	292	253	261	1612	1522
C.V.		±3,96 234-212=22±8,29 t=2,65*	±6,27 ±2,14	±2,14 ±2,14	±2,26 527-489=38±4,90 t=8,80***	±2,84 ±3,00	±3,00 ±3,00	±5,22 292-253=39±9,92, t=3,93***	±3,95 ±2,27	±2,27 ±2,27	±2,06 1612-1522=90±26,26, t=3,43***	±2,39 ±2,39
		234-224=10±5,75, n.s.	±10±5,75, n.s.	±10±5,75, n.s.	527-532=-5 n.s.	-5 n.s.	-5 n.s.	292-261=31±6,27 t=4,95***	292-261=31±6,27 t=4,95***	261	1612	1522

Tabell 1b. Innholdet av AL-løselig P, K, Mg og Ca i ikke-tørkede (A), tørkede (B) og tørkede og malte (C) prøver av veksttorv, mg pr. 100 g tørrstoff.

Vareslag	Pr.nr.	P			K			Mg			Ca	
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	C
E	9-10	171	162	162	262	212	237	117	89	96	1135	1022
	11-12	136	126	138	207	179	232	125	95	119	946	1013
F	13-14	21	23	32	55	55	59	126	126	130	1373	1742
	15-16	30	29	41	68	59	57	171	132	132	1645	1723
G	17-18	73	77	76	144	89	88	151	119	128	1081	960
	19-20	69	74	77	138	88	86	152	121	129	1080	948
	Middel	83	82	88	146	114	127	140	114	122	1210	1235
	C.V.	±5,07 83-82 = 1 n.s. 83-88 = -5 n.s.	±2,82 = 1 n.s.	±1,67	±3,88 146-114 = 32 ± 8,60, t = 3,72** 146-127 = 19 ± 13,30, n.s.	±2,95 = 32 ± 8,60, t = 3,72**	±4,65	±9,50 140-114 = 26 ± 10,10, t = 2,60*	±1,07 = 26 ± 10,10, t = 2,60*	±2,82 = 18 ± 10,15, t = 1,77 n.s.	±8,51 1210-1235 = -25	±2,51 = 1210-1235 = -25

Tabell 2. Innholdet av $\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4\text{-N}$ i ikke tørkede (A) og tørkede (B) prøver

Vare- slag	Prøve- nr.	Tørrstoff		$\text{NO}_3\text{-N}$		$\text{NH}_4\text{-N}$	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
A	1	47,6	89,9	134	131	142	125
	2	46,4	90,3	149	140	151	128
	3	43,1	90,3	113	103	138	118
	4	43,0	90,0	152	147	158	131
B	5	45,0	90,8	74	72	95	61
	6	43,5	90,7	69	66	84	46
	7	31,8	90,1	104	104	189	159
	8	31,9	89,3	115	111	224	189
C	21—22	40,9	92,8	158	161	107	109
	23—24	45,9	92,8	191	193	129	124
D	27—28	14,4	91,7	216	159	214	142
	29—30	14,8	92,3	209	157	210	152
E	9—10	27,5	89,3	6	5	49	25
	11—12	28,9	90,5	63	54	66	53
F	13—14	55,9	92,8	19	17	31	28
	15—16	52,3	92,0	25	25	40	33
G	17—18	62,5	93,9	62	52	46	21
	19—20	65,2	92,9	55	50	45	24
Middel				106	97	118	93
C.V.				$\pm 1,4$	$\pm 3,3$	$\pm 3,1$	$\pm 4,8$
$\bar{A}-\bar{B} =$				$9 \pm 4,0$			$25,0 \pm 4,7$
t =				2,31			5,26***

Tabell 3. Innholdet av Cu, Mn, Zn og Mo ved ekstraksjon av ikke tørkede (A) og tørkede (B) prøver av veksttorv, mg. pr. kg tørrstoff

Vare- slag	Prøve- nr.	Cu		Mn		Zn		Mo		B
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)
A	1	24,0	24,0	36,0	27,5	48	43	1,28	1,54	11,9
	2	20,5	23,5	29,0	26,0	47	42	1,37	1,79	12,0
	3	23,5	27,0	34,5	33,5	53	49	1,51	1,49	14,1
	4	22,5	25,0	33,5	33,0	52	51	1,68	1,69	13,8
B	5	6,0	5,9	43,5	36,0	28	24	0,33	0,37	5,4
	6	4,7	5,4	36,0	35,0	23	23	0,25	0,29	5,4
	7	11,5	5,2	62,0	48,0	36	37	0,25	0,28	6,0
	8	7,1	4,9	59,0	46,0	38	37	0,27	0,28	6,6
C	21—22	29,2	31,2	43,5	38,1	69	48	2,05	1,88	14,6
	23—24	46,4	41,7	49,0	43,0	94	99	2,94	2,98	18,2
D	27—28	26,1	30,9	10,5	7,9	29	32	3,98	3,72	5,5
	29—30	29,2	31,0	11,7	8,1	34	37	4,29	4,19	5,5
E	9—10	18,0	19,5	27,0	22,5	31	32	1,62	1,42	8,5
	11—12	13,0	14,0	26,0	19,5	28	29	0,85	0,92	5,5
F	13—14	3,5	3,4	13,5	11,5	17	15	2,90	3,00	1,2
	15—16	1,9	1,9	14,0	12,0	12	12	1,73	1,87	2,1
G	17—18	1,4	1,9	100,5	112,5	14	10	0,18	0,21	7,5
	19—20	1,3	1,8	87,5	113,0	15	10	0,16	0,18	7,2
Middel		16,1	16,5	39,8	37,4	37,1	35,0	1,53	1,56	8,4
C.V.		±6,1	±4,2	±6,4	±3,1	±4,7	±5,3	±14,40	±11,55	±3,7
A—B		0,4 n.s.		2,4 ± 2,1		2,1 ± 1,3		0,03 n.s.		
t		1,16 n.s.				1,64 n.s.				

Tabell 4. Innholdet av P, K, Mg og Ca ved ekstraksjon med AL-oppløsning (A) og med 2n HCl (B), mg pr. 100 g tørrstoff

Preve- slag	Preve nr.	P			K			Mg			Ca		
		A	A · 100		A	A · 100		A	A · 100		A	A · 100	
			B	B		B	B		B	B			
A	1	268	879	31	477	528	90	278	426	65	1639	3539	46
	2	273	794	34	498	538	93	268	416	64	1650	3318	50
	3	293	815	36	512	549	93	254	365	70	1735	3338	52
	4	281	837	34	518	559	93	259	378	68	1734	3450	50
B	5	86	156	55	425	474	90	292	392	75	999	1387	72
	6	83	131	63	383	414	93	289	356	81	991	1259	79
	7	130	179	73	518	521	99	314	417	75	993	1411	70
	8	142	211	67	545	612	89	320	431	74	935	1351	69
C	22	318	873	36	579	619	94	186	281	66	1855	3480	53
	24	351	1294	27	692	733	94	180	286	63	2011	4743	42
D	28	297	1159	26	588	644	91	455	709	64	2313	5155	45
	30	288	1191	24	589	639	92	405	722	56	2492	5230	48
E	10	171	437	39	237	767	31	117	863	14	1135	1876	60
	12	136	426	32	232	822	28	125	954	13	946	1949	49
F	14	21	78	27	59	99	60	126	264	48	1373	2062	67
	16	30	93	32	57	99	58	132	305	43	1645	2268	72
G	18	73	156	47	88	532	17	119	798	15	1081	2292	47
	20	69	156	44	86	497	17	121	828	15	1080	2312	47

A. Ekstraksjon av rå jord tilsvarende 2 g lufttørt materiale og 100 ml AL-oppløsning

B. Ekstraksjon av 2,5 g lufttørt finmalt prøve og 100mg 2nHCl og oppvarming, middel av to-bestemmelser

Tabell 5a. Innholdet av P, K, Mg og Ca ved ekstraksjon med HCl og etter innasking og oppløsning med HCl («totalinnholdet»): mg/100 g tørrstoff

Vare- slag	Prøve- nr.	P		K		Mg		Ca	
		A	B	A	B	A	B	A	B
<i>Veksttorv</i>									
A	1	879	766	528	416	426	413	3539	3425
	2	794	802	538	416	416	422	3318	3507
	3	815	853	549	449	365	378	3338	3660
	4	837	851	559	431	378	380	3450	3665
B	5	156	118	474	371	392	407	1387	1425
	6	131	135	414	319	356	410	1259	1435
	7	179	147	521	391	417	435	1411	1435
	8	211	159	612	426	431	429	1351	1355
C	21—22	873	913	619	518	281	253	3480	3475
	23—24	1294	1172	733	630	286	268	4743	4110
D	27—28	1159	1035	644	456	709	684	5155	4648
	29—30	1191	1085	639	461	722	723	5230	4978
Middel		710	670	569	440	432	433	3138	3093
$\bar{A}-\bar{B}$ t		40		129 ± 29,3 t = 4,40**		-1		45	

Tabell 5b

<i>Veksttorv tilsatt mineralmateriale</i>									
E	9	437	281	767	810	863	1158	1876	2150
	11	426	255	822	870	954	1320	1949	2198
F	13	78	64	99	92	264	274	2062	2148
	14	93	75	99	98	305	309	2268	2325
G	17	156	128	532	819	798	795	2392	1305
	19	156	129	497	756	828	768	2312	1250
Middel		224	155	469	574	669	771	2143	1896
$\bar{A}-\bar{B}$ t		69 ± 29,1 t = 2,37*		-105 ± 54,3 t = 1,93		-102 ± 72,66		+25,7	

Tabell 6. Ekstaherbart innhold av Cu, Mn, Zn og Mo i ikke tørket og tørket materiale og totalinnholdet. Sammenndrag for 18 prøver, mg/kg tørrstoff

	Ekstaherbart		Total C	A · 100 C	B · 100 C	B · 100 A	Ā-Ī	Ī-Ā
	Rå A	Tørket B						
Cu	15,7 ± 6,1 ¹	15,8 ± 4,2 ¹	35,1 ± 4,2 ¹	41,8	39,6	100,4	0,15 ± 0,7 t = -0,22 n.s.	19,4 ± 2,8 t = 7,00***
Mn	39,8 ± 6,4	37,4 ± 3,1	159,4 ± 6,4	40,1	34,7	88,1	2,4 ± 2,1 t = 1,16 n.s.	119,6 ± 33,6 t = 3,81***
Zn	35,6 ± 4,7	33,5 ± 5,3	59,2 ± 5,8	64,4	60,4	97,1	2,1 ± 1,3 t = 1,64 n.s.	23,6 ± 4,0 t = 5,94***
Mo	1,53 ± 14,4	1,56 ± 11,5	6,2 ± 9,9	24,7	24,5	102,-	-0,03 n.s.	4,64 ± t = 4,72***

¹ C.V., variasjonskoeffisient mellom parallell-bestemmelser

Tabell 7. Al- og HCl oppløselig P, K, Mg og Ca i middel og minste og største analysestall for prøver fra 5 eller 10 pakninger av 3 vareslag av ren veksttorv og 3 vareslag av torv blandet med mineralmateriale. mg/100 g tørrstoff

Veksttorv	Antall pagn.	Al-oppløselig			HCl-oppløselig			Ca
		P	K	Mg	P	K	Mg	
I	5	262 (237—299)	441 (345—481)	200 (128—295)	904 759—1082	541 468—598	365 339—385	3849 3305—4455
II	5	319 302—331	757 722—805	416 394—447	1206 1103—1280	851 778—923	776 760—803	6146 5840—6345
III	5	118 94—165	878 814—1075	267 (253—283)	165 125—223	1014 938—1270	813 738—955	3296 2905—3840
Veksttorv + mineralmateriale								
VI	10	162 145—195	302 265—336	149 140—158	517 468—550	724 645—768	705 633—735	2393 2275—2508
VII	10	43 27—52	117 111—140	127 111—156	97 75—118	148 133—169	343 308—398	3595 2973—4185
VIII	10	63 59—68	116 84—125	155 123—183	164 137—192	448 390—503	708 645—773	1348 1058—1550

Alle analysestall er middel av parallellbestemmelser

Al-løselig er bestemt i rå prøver, innveid tilsv. ca. 2 g tørrstoff

For bestemmelse av HCl-løselig er innveid 2,5 g av råde prøver og omregnet til 100 g tørrstoff

Tabell 8. Beregnet tilsatt P, K, Mg og Ca og HCl-oppløse lig innhold i 5 pakninger av vareslag I og II.
mg/100 g tørrstoff

Vareslag	Nr.	P			K			Mg			Ca		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
		I	900 (720— 1080)	760	955	568 (454— 682)	480	570	401 (321— 481)	339	4202 (3322— 5042)	3547	4015
»	877	879	554	560	391	368	4090	3758					
»	826	847	522	510	339	468	3855	3713					
»	760	759	480	468	339	339	3547	3305					
»	864	1082	545	598	385	365	4030	4455					
	Middel	819	904	516	541	416	3814	3849					
II	1	950 (760— 1140)	934	1103	600 (480— 720)	590	778	424 (339— 509)	4440 (3552— 5328)	4360	5840		
»	2	1000	1185	848	632	848	446	770	4670	6138			
»	3	1055	1275	840	667	840	470	763	4925	6200			
»	4	1055	1280	923	667	923	470	803	4925	6345			
»	5	1118	1185	706	706	868	498	785	5215	6205			
	Middel	1032	1206	652	851	776	460	776	4819	6146			

a = beregnet tilsatt mengde i mg/100 g tørrstoff på grunnlag av oppgitt tørrstoffinnhold og bruksvolum.

b = beregnet tilsatt mengde i mg/100 g tørrstoff på grunnlag av bestemt tørrstoffinnhold og bruksvolum.

c = HCl oppløselig P, K, Mg og Ca i mg/100 g tørrstoff.

Tabell 9. Beregnet tilsatt i mg pr. 100 g tørrstoff av P, K, Mg og Ca og Al-oppl. P og K og HCl-oppløselig P, K, Mg og Ca i 10 pakninger av vareslag VI, veksttorv + mineralmateriale

Nr.	Kg Tørr- stoff/ pakning	Densitet kg tørr- stoff/ m ³	Al-oppløselig		P		K		Mg		Ca	
			P	K	a	b	a	b	a	b	a	b
1 ...	10,0	119	177	309	479	482	302	685	213	713	2235	2275
2 ...	10,9	117	149	280	487	530	330	645	217	633	2273	2360
3 ...	9,8	117	145	265	487	526	330	768	217	780	2273	2310
4 ...	9,5	120	146	284	475	468	300	700	212	702	2217	2335
5 ...	8,5	107	160	300	532	530	336	713	237	670	2486	2418
6 ...	9,1	110	162	316	518	540	327	750	231	700	2418	2508
7 ...	11,6	129	195	303	442	485	310	708	197	673	2062	2338
8 ...	8,2	108	164	320	528	535	333	765	235	735	2463	2463
9 ...	9,7	117	172	336	487	550	308	755	217	735	2273	2495
10 ...	8,7	110	154	310	518	527	327	750	231	710	2418	2430
Middel	9,6	115	162	302	495	517	320	744	221	705	2312	2393

a = beregnet i mg/100 g tørrstoff

b = analyse i mg/100 g tørrstoff

II. BESTEMMELSE AV BRUKSVOLUM OG FYSISKE EGENSKAPER

Av
Steinar Volden

INN H O L D

A. <i>Innledning</i>	154
B. <i>Materialer og metoder.</i>	
1. Karakterisering av vareslagene	154
2. Analyser og målinger	155
3. Fremgangsmåte	155
C. <i>Resultater.</i>	
1. Variasjoner i tørrstoffprosent og kg tørrstoff pr. pakning	156
2. Volumforandring ved vanntilsetning	156
3. Sammenligning mellom oppgitt (deklarert) bruksvolum og målt bruksvolum for vareslagene	157
4. Sammenligning mellom densitet bestemt på grunnlag av bruksvolum-målingene og densitet målt etter de Boodt og Bagge Olsens metoder	157
5. Korrelasjonsberegninger	158
D. <i>Sammendrag</i>	158
E. <i>Summary</i>	159
F. <i>Tabeller</i>	160

A. INNLEDNING

Undersøkelsen har tatt sikte på gjennom målinger og analyser av bruksvolum og ulike fysiske forhold å få opplysninger om følgende:

- a) Forholdet mellom oppgitt (deklarerert) bruksvolum og målt bruksvolum.
- b. Variasjoner i bruksvolum og fysiske forhold mellom pakninger innen hvert vareslag.
- c. Korrelasjoner mellom bruksvolum og ulike fysiske egenskaper.

Målingene og analysene ble foretatt ved Institutt for jordkultur og i planteskolen ved Institutt for Dendrologi og planteskoledrift. Målingene av bruksvolum ble utført av fagassistent Alf Vibstad, Statens forskningstasjon Kvithamar, Stjørdal.

B. MATERIALER OG METODER

1. Karakterisering av vareslagene

Undersøkelsene omfatter både rene torvprodukter og torv/mineralblandinger.

- I. Lite omdannet sphagnumtorv tilsatt kalk og gjødsel
Glødetap (middel): 88,0
Finhetsgrad (middel): 61 vol. % under 2 mm.
- II. Lite omdannet sphagnumtorv tilsatt kalk og gjødsel.
Glødetap (middel): 81,1
Finhetsgrad (middel) 48 vol. % under 2 mm.
- III. Lite omdannet sphagnumtorv tilsatt kalk og gjødsel. Pakningene som var med i denne undersøkelsen besto for det meste av myrulltorv.
Glødetap: (middel): 87,2
Finhetsgrad (middel): 42 vol. % under 2 mm.
- IV. Noe omdannet sphagnumtorv tilsatt kalk og gjødsel.
Glødetap (middel): 88,0
Finhetsgrad (middel): 67 vol. % under 2 mm.
- V. Sterkt omdannet sphagnumtorv tilsatt kalk og gjødsel med et relativt stor innhold av fiber av høyere planter.
Glødetap (middel): 85,2
Finhetsgrad (middel): 16 vol. % under 2 mm.
- VI. Lite omdannet sphagnumtorv tilsatt kalk og gjødsel blandet med gneismjøl.
Glødetap (middel): 61,1
Finhetsgrad (middel): 65 vol. % under 2 mm.
- VII. Middels sterkt omdannet sphagnumtorv tilsatt kalk og gjødsel blandet med sand.
Glødetap (middel): 52,5
Finhetsgrad (middel): 55 vol. % under 2 mm.

- VIII. Lite omdannet sphagnumtorv blandet med leirmateriale.
Glødetap (middel): 40,8.
Finhetsgrad (middel): 66 vol. % under 2 mm.

Det ble kjøpt inn 5 pakninger av vareslag I, II, III og IV. 8 av V og 10 av VI, VII og VIII.

Tallene for bruksvolum og densitet er gjennomsnitt av 5 pakninger av vareslagene VI, VII og VIII, ellers er tallene gjennomsnittlig for alle 10.

2. ANALYSER OG MÅLINGER

Følgende analyser og målinger i tillegg til omdanningsgrad og glødetap ble utført.

- Tørrstoff %
- Kg tørrstoff pr. pakning
- Bruksvolum
- Beregning av densitet (tørrstoff/bruksvolum)
- Laboratorie-målinger av densitet ved 2 ulike metoder: de BOODT m.fl. 1973 og BAGGE OLSEN 1967.
- Analyser av porestørrelse, vann- og luftinnhold m.m.

De to sistnevnte analyser (e og f) blir beskrevet og behandlet for seg av PRESTVIK (se del III) som sto for disse analysene ved Institutt for jordkultur.

Tørrstoff % ble målt ved å veie inn 20 gram rå materiale, tørking til konstant vekt i tørkeskap ved 105° C og veing etterpå.

$$\text{Tørrstoff \%} = \frac{100 \times \text{vekt etter tørking}}{20}$$

20

Tørrstoff i kg pr. pakning ble beregnet ved å bestemme nettovekta av pakningene og multiplisere med tørrstoffprosenten.

Bruksvolumet defineres som det volum dyrkingsmediet har når det etter oppfukning til vanlig bruk (ca. 80 %) legges løst ut i et 25 cm tykt lag. Dette ble målt i en målekasse med 25 cm høge karmer og 100 cm bred.

Forholdet mellom tørrstoffvekt og bruksvolum oppgis i kg/m³ eller kg/liter. For å skille den fra laboratoriebestemt densitet, brukes i det følgende densitet (bruksvol.).

3. Fremgangsmåte

- Hver pakning av de ulike vareslagene ble veid, og nettovekta ble bestemt (bruttovekt — tara).
- Deretter ble innholdet i hver pakning overført i en ramme hvor mediet ble løst opp slik at det var fritt for klumper og mest mulig homogent.
- Prøver for tørrstoff bestemmelse ble så tatt. På grunnlag av tørr-

stoffprosenten ble det beregnet hvor mye vann som måtte tilsettes mediet for å få ca. 80 % vanninnhold til bruksvolumbestemmelse. Til blandinger av torv og mineralmaterialmateriale, vareslag VI, VII og VIII, ble det ikke tilsatt så mye vann at vanninnholdet totalt ble 80 %. Fuktigheten ble derfor vurdert visuelt ved «pressemetoden». Denne går ut på at mediet har den ønskede fuktighet når man såvidt greier å presse vann ut av mediet med hånden.

- d) Før oppfuktning ble volumet av hver pakning målt i målekassen.
- e) Deretter ble mediet overført i en blander hvor det ble tilsatt den rette vannmengden til de ulike vareslagene. Vareslag II og V inneholdt nok vann, og disse ble derfor ikke tilsatt vann.
- f. Etter vanntilsetningen ble så mediet igjen overført til målekassen hvor bruksvolumet ble målt. Av de vareslagene som måtte tilsettes vann kunne en dermed undersøke eventuelle volumforandringer ved vanntilsetningen.
- g) Deretter ble det samlet inn prøver for analyser av kjemiske og fysiske forhold.

C. RESULTATER

1. Variasjoner i tørrstoffprosent og kg tørrstoff pr. pakning

Det var stor forskjell i tørrstoffprosenten mellom de ulike vareslagene. For II og V lå prosenten på henholdsvis 17,1 og 18,2 (82,9 og 81,8 % vann), for vareslag VI på ca. 30,0 % og for de andre varierte den mellom 53,1 (vareslag I) til 68,6 (vareslag III). Resultatene er satt opp i tabell I. Jevnheten mellom gjentakene varierte og mellom vareslagene. Minst variasjon var det i vareslag II fra 16,7—17,3, mens variasjonen var størst for I og relativt stor også i vareslagene IV og VI.

Også tørrstoffinnholdet pr. pakning varierte ganske mye mellom vareslagene. Variasjonen mellom pakningene var relativt små for de ulike vareslagene i relasjon til tørrstoffinnholdet for hvert enkelt vareslag.

2. Volumforandring ved vanntilsetning

Alle vareslagene unntatt II og V måtte tilsettes vann for å få den passe fuktigheten for bruksvolumbestemmelsen. Volumet av disse ble derfor også målt før oppfuktning for å undersøke eventuelle volumforandringer ved vanntilsetning. Forandringer ble da også påvist. Resultatene er vist i tabell 2 a og 2 b.

Det viste seg at det var variasjoner mellom pakningene innen samme vareslag. I enkelte av pakningene ble det registrert volumøkning etter vanntilsetning, mens andre skrumpet noe. Atter andre var forholdsvis stabil uten særlig forandring i volumet. Ett unntak var vareslag III hvor volumet avtok etter oppfuktning i alle gjen-

take. Den første pakningen (gjentak 1) av vareslag III ble etter planen oppfuktet til 80 % vann. Som tabell 2 a viser, førte dette til at volumet ble redusert med over 30 % (32,6). Derfor ble de andre gjentakene tilsatt mindre vannmengder. Gjentak 1 er derfor ikke tatt med i middeltallene for bruksvolum og densitet for vareslag III, og er heller ikke tatt med i den videre beregningen. Grunnen til denne sterke reduksjonen av volumet skyldes sannsynligvis opphavsmaterialet i dette vareslaget, som for en stor del besto av myrull.

3. Sammenligning mellom oppgitt (deklarerert) bruksvolum og målt bruksvolum for vareslagene

Forholdet mellom oppgitt og målt bruksvolum var noe forskjellig for de ulike vareslagene. For enkelte vareslag lå bruksvolumet over det oppgitte, mens for andre lå det under.

Vareslag I hadde et gjennomsnittlig volum som lå ca. 8,7 % høyere enn det oppgitte, og alle pakningene hadde større volum, fra 2,7—11,6 %. Tabell 3 viser at alle gjentakene ligger innenfor de tillatte grenseverdiene, dvs. 20 % fra oppgitt bruksvolum.

Vareslag II hadde et mye lågere bruksvolum enn det som er oppgitt, ca. 21,5 %. Variasjonen mellom pakningene var svært liten. En av pakningen lå på — 20 % mens de andre hadde bruksvolum som lå like utenfor grensen til det tillatte.

Også i vareslagene III, IV og V hadde gjennomsnittlige bruksvolum som lå lågere enn de oppgitte volum, men alle pakningene lå innenfor de tillatte grensene.

Det var praktisk talt ingen forskjell mellom oppgitt bruksvolum og målt volum i vareslagene VI og VII, men volumet varierte mellom gjentakene. Likevel lå alle pakningene innenfor de tillatte grensene. En av pakningene av vareslag VI lå på grensen som tabell 3 viser, dvs. — 20 % fra oppgitt bruksvolum.

Bruksvolumet av vareslag VIII lå også noe under det oppgitte, men alle pakningene lå også her innenfor de tillatte grensene.

4. Sammenligning mellom densitet bestemt på grunnlag av bruksvolum-målingene og densitet målt etter de Boodt og Bagge Olsens metoder

Densitet bestemt etter Bagge Olsens metode lå alle høyere enn densitet bestemt på grunnlag av bruksvolum-målingene. Avviket varierte fra 11,7—48,3 %. Også densiteten etter de Boodts metode lå høyere enn densitet(bruksvol.) unntatt fra vareslag III som lå ca. 7,8 % lågere. Ellers varierte avviket fra 4,6—27,6 %. Forskjellen var noe mindre mellom densitet(bruksvol.) og densitet etter de Boodt enn mellom densitet(bruksvol.) og densitet Bagge Olsen. Størst avvik var det i vareslag V, der det lå på 27,6 % (de Boodt) og 48,3 % (Bagge Olsen).

5. Korrelasjonsberegninger

Det ble funnet enkelte sammenhenger mellom ulike fysiske forhold i vareslagene. Nedenfor er gitt en oversikt over korrelasjonskoeffisienter og regresjonsfunksjoner.

Densitet (bruksvol.) og densitet etter de Boodt

Korrelasjonskoeffisient $r = 0,980$ **

Regresjonsfunksjon: Densitet = $(0,94 \times \text{densitet etter de Boodt} - 0,0047 \text{ kg/l})$

Densitet (bruksvol.) og densitet etter Bagge Olsen

Korrelasjonskoeffisient $r = 0,976$ **

Regresjonsfunksjon: Densitet(bruksvol.) = $(0,805 \times \text{densitet etter Bagge Olsen} - 0,006) \text{ kg/l}$

Vol. % vann ved 50 cm dreneringsdybde — Vol. % luft ved 10 cm dreneringsdybde

Korrelasjonskoeffisient $r = + 0,735$ *

Regresjonsfunksjon: Vol. % vann = $51,378 - 0,481 \times \text{vol. \% luft}$

I tabell 5 er beregnede densiteter og bruksvolum sammenlignet med målte. Den viser at forskjellen mellom målt og beregnet ved bruk av de Boodts densiteter er mindre enn ved bruk av Bagge Olsens. Regresjonsfunksjonen på grunnlag av de Boodts densiteter gir derfor best resultat. Avvikene fra de målte bruksvolum og beregnede var størst for vareslagene III og V, henholdsvis 17,4 % og 12,5 %. Ellers var avvikene små, fra 0—6,2 %.

Det ble også påvist korrelasjon mellom volum % vann ved 50 cm sug og volum % luft ved 10 cm sug etter de Boodts metode. Korrelasjonen var negativ.

D. SAMMENDRAG

Det er utført målinger av bruksvolum og fysiske egenskaper hos torv og torvdominerte dyrkingsmedier.

Tørrestoffinnholdet i kg/pakning varierte relativt lite mellom pakningene innenfor hvert av de 8 vareslagene.

Avvikene i målt bruksvolum fra det oppgitte var også små, unntatt for vareslag II med $\div 21,5$ %. De andre hadde avvik på 0—8,7 %. Variasjonene mellom pakningen innenfor hvert vareslag var noe forskjellig for de enkelte vareslagene. Vareslag II var jevnest, mens vareslag VI hadde størst variasjon, fra $\div 20$ — $+10$ % fra oppgitt bruksvolum. Alle vareslagene lå innenfor de tillatte grensene på ± 20 % avvik fra oppgitt volum, unntatt vareslag II der en av pakningene lå på grensen mens de andre lå like utenfor den tillatte grense.

Densiteten ($= \frac{\text{tørstoffvekt}}{\text{bruksvolum}}$) var noe lågere enn laboratoriemålt densitet etter de Boodts og Bagge Olsens metoder hos alle vareslagene unntatt vareslag III der densiteten etter de Boodt var lågere enn densiteten bestemt på grunnlag av bruksvolum målingene.

Ved å bruke regresjonsfunksjonen for densitet (bruksvol.) med hensyn på densitet etter de Boodt, kan man få verdier for densiteten som ligger ganske nært opp til de målte densiteter. Den gir bedre resultat enn regresjonsfunksjonen m.h.p. densitet etter Bagge Olsen.

Ved å måle vann- og luftinnholdet etter de Boodts metode (10 cm dreneringsdybde) kan man få en viss pekepinn på vann- og luftinnholdet også ved 50 cm dreneringsdybde og dermed også vol. % vann avgitt mellom 10 og 50 cm dreneringsdybde, idet det ble påvist korrelasjon mellom luftinnhold ved 10 cm dreneringsdybde og vanninnhold ved 50 cm dreneringsdybde.

E. SUMMARY

Determination of utility volume and physical properties

Utility volume and physical properties of eight different peat products has been measured.

Small variations in the dry matter content (kg per package) between the packages of the eight products were found.

The deviations in the measured utility volumes from the declared utility volumes were also small except for the product II ($\div 21,5$ % deviation). The other products had deviations from 0—+8,7 %. The variations between the packages of each of the products differed from each other. The product II had the smallest, and the product VI had the greatest variation ($\div 22$ — $\div 20$ % and $\div 20$ — + 10 % from declared volume respectively). All the products had volume within the permitted limits of ± 20 % deviation from the declared volume except for product II where one of the package's volume was exactly 20 % lower than declared volume and another had volume keeping just outside the permitted lower limit.

The bulk densities based on utility volume of all the products were lower than the bulk densities measured by means of both de BOODT's method and BAGGE OLSEN's method, except for product III where the bulk density based on de BOODT were smaller than the bulk density based on utility volume.

Using the found regression function of the bulk density with respect to the bulk density based on de BOODT, calculated values of the bulk densities which are close up to the measured bulk densities based on utility volume, can be obtained. This function gives better results than the found regression function with respect to the bulk densities based on BAGGE OLSEN.

Correlations between air content at 10 cm suction and water content at 50 cm suction were found. Measuring the water and air content

by means of the de BOODT's method at 10 cm suction, some informations of the water and air content at 50 cm suction can therefore be obtained. From this informations the amount of water released between 10 cm and 50 cm suction (i.e. easily available water) can be found approximately.

Tabell 1. Tørrstoff prosent og kg tørrstoff pr. pakning i middel av gjentakene for vareslagene

Vareslag	Tørrstoff		Tørrstoff vekt	
	%	Variasjon	Kg	Variasjon
I	53,1	45,8—60,6	22,9	20,1—26,2
II	17,1	16,7—17,3	8,7	8,1— 9,5
III	68,6	67,3—74,0	27,6	23,3—30,9
IV	50,0	43,5—57,5	27,4	25,4—30,5
V	18,2	16,8—19,1	4,9	4,1— 5,6
VI	30,0	25,2—34,0	9,6	8,1—11,6
VII	59,9	57,4—63,1	20,7	19,2—24,5
VIII	62,8	60,2—65,5	25,9	24,6—28,6

Tabell 2 a. Volumforandring ved vanntilsetning for vareslagene I, III og IV (ren torv)

Vareslag		Volum i liter før vanntilsetn.	Volum i liter etter vanntils. (bruksvolum)	% volum forandring
I	1	321	308	—4,1
	2	312	310	—0,9
	3	307	343	11,6
	4	315	348	10,5
	5	307	322	5,5
Middel		312	326	4,5
III	1	253	170*	—32,6
	2	329	293	—11,0
	3	305	294	— 3,7
	4	285	271	— 4,8
	5	275	247	—10,3
Middel		289	255	—11,8
IV	1	271	266	— 2,0
	2	262	257	— 1,7
	3	241	247	2,6
	4	246	272	10,5
	5	241	249	3,4
Middel		252	258	2,4

* Denne pakningen ble tilsatt vann til 80 % av totalvekt mens det i de andre pakningene i vareslag III ble tilsatt vann til samme fuktighet. Analyser fra denne pakningen er derfor ikke tatt med under den videre beregningen.

Tabell 2 b. Volumforandring ved vanntilsetning for vareslagene VI, VII og VIII (torv og mineralmateriale)

Vareslag		Volum i liter før vanntilsetn.	Volum i liter etter vanntilsetn.	% volumforandring
VI	1	84	76	— 8,9
	2	93	84	—10,5
	3	84	80	— 4,6
	4	79	78	— 1,6
	5	79	78	— 2,0
	6	83	79	— 4,8
	7	76	74	— 2,4
	8	83	88	6,4
	9	79	83	4,6
Middel		82	80	— 2,5
VII	1	96	94	— 2,4
	2	97	104	6,4
	3	93	103	10,2
	4	88	96	8,9
	5	103	107	4,0
Middel		95	101	6,3
VIII	1	103	85	—17,5
	2	98	99	1,8
	3	93	96	2,7
	4	94	90	— 4,6
	5	104	104	0,0
Middel		98	95	— 3,1

Tabell 3. Bruksvolumet av vareslagene.

Vareslag	Oppgitt bruksvolum i liter A	Malt bruksvolum middel i liter B	% avvik fra oppgitt volum	Variasjoner i bruksvolum innen pakningene			Middel avvik
				i liter	Tillatte grenser ± 20% fra oppg.volum	Variasjon i % avvik fra oppg. volum	
I	300	326	8,7	308—348	240—360	2,7— 11,6	18,5
II	200	157	-21,5	157—160	160—240	-22,0— -20,0	1,7
III	300	276	-8,0	247—294	240—360	-17,7— -2,0	22,2
IV	270	258	-4,4	247—272	216—324	- 8,5— 0,7	10,8
V	60	56	-6,7	50— 61	48— 72	-16,7— 1,7	13,9
VI	80	80	0	64— 88	64— 96	-20,0— 10,0	4,3
VII	100	101	1,0	94—107	80—120	- 6,0— 7,0	5,5
VIII	100	95	-5,0	85—104	80—120	-15,0— 4,0	7,5
Middel		168,6	- 4,49	156,4—179,3			10,55

t (A—B)

2,663*

t (var.B) 4,105**

Tabell 4. Densitet (bruksvol.) og densitet etter de Boodt og Bagge Olsen i middel av pakningene

Vareslag	kg tørrstoff/ bruksvolum A	Densitet i kg/liter		% avvik	
		de Boodt B	Bagge Olsen C	B—A	C—A
I	0,070	0,077	0,079	10,0	12,9
II	0,055	0,065	0,074	18,2	34,5
III	0,103	0,095	0,115	—7,8	11,7
IV	0,105	0,111	0,121	5,7	15,2
V	0,087	0,111	0,129	27,6	48,3
VI	0,117	0,141	0,143	20,5	22,2
VII	0,205	0,235	0,250	14,6	21,9
VIII	0,274	0,295	0,349	4,6	23,8

Tabell 5. Sammenligning mellom målt og beregnet densitet og bruksvolum

	Densitet (kg/l)			Bruksvolum (liter)				
	målt	beregnet (de Boodt)	beregnet (Bagge Olsen)	målt	beregnet (de Boodt)	% avvik	beregnet (Bagge Olsen)	% avvik
I	0,070	0,068	0,058	326	337	3,4	395	21,2
II	0,055	0,056	0,054	157	155	1,3	161	2,5
III	0,103	0,085	0,087	276	324	17,4	317	14,6
IV	0,105	0,100	0,091	258	274	6,2	301	16,7
V	0,087	0,100	0,098	56	49	12,5	50	10,7
VI	0,117	0,128	0,109	80	75	6,2	88	10,0
VII	0,205	0,216	0,195	101	96	5,0	106	5,0
VIII	0,274	0,273	0,275	95	95	0,0	94	1,1

III. UNDERSØKELSE AV DENSITET OG PORE- STØRRELSE

av
Olav Prestvik
Institutt for jordkultur, NLH

INN H O L D

A. <i>Materiale og metoder.</i>	
1. Bestemmelse av densitet (jordtetthet, «volumvekt»)	165
2. Undersøkelse av porestørrelse: Vanninnhold ved ulike drenering	166
B. <i>Resultater og diskusjon.</i>	
1. Densitet	168
2. Undersøkelser av vanninnhold ved ulike dreneringsforhold	170
C. <i>Sammendrag</i>	173
D. <i>Summary</i>	174
E. <i>Referanser</i>	175

A. MATERIALE OG METODER

De fysiske målinger som skal behandles her, er foretatt i de samme vareslag og pakninger som beskrevet av VOLDEN, se del II. Arbeidet med analysene er utført av fru Margot Gunnes og fagassistent John Karlstad. Følgende metoder har vært brukt:

1. Bestemmelse av densitet (jordtetthet, «volumvekt»)

Laboratoriemåling av densitet (eng: bulk density) ble foretatt etter to metoder.

a. Densitet etter DE BOODT et al. (2).

Torv fylles løst i to sylindre som står over hverandre (diameter 7,6 cm; nedre syl. 4 cm høy, øvre 3 cm høy). Botnen har nylonduk. Etter oppfukning av torva til metning (1 døgn), settes sylindrene på sandbed med 10 cm dreneringsdybde (se figur 1). Etter likevekt (2 døgn) løftes øvre sylinder av og torv skjæres

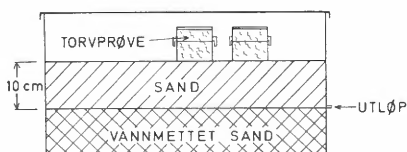


Fig. 1.

Fig. 1. Densitetsbestemmelse etter DE BOODT et al. (2).

bort til nedre sylinder er fylt nøyaktig til kanten. Torva i nedre sylinder veies rå, tørkes ved 105°C og veies tørr. Tørr vekt i g dividert på volum av nedre sylinder i cm³ (181,37) gir densiteten (jordtettheten) i g/cm³ = kg/liter.

Fordi sylindrene står til dreneringslikevekt 10 cm over fritt vann på sandbed, får en, ved at torva i nedre sylinder blir veid rå, også opplysning om porestørrelsesforhold (innhold av vann og luft ved definert drenering). Nærmere om dette under porestørrelsesmåling.

Bestemmelse av densitet etter DE BOODT et al. ble foretatt for alle 58 pakningene som inngikk i undersøkelsen. Det ble gjort 5 parallellmålinger for hver pakning.

b. Densitet etter OLSEN (3)

Ca. 150 ml torv fuktes opp og røres til en grøtaktig masse. Torva fylles med skje i små porsjoner opp i et spesielt målerør (diameter 5,4 cm, botn av metallduk) som settes til oppfukning i et ytre kar. Etter fullstendig oppfukning (som regel flyter torva opp), tas målerøret opp av vannet og settes på sandbed med 10 cm dreneringsdybde. Et stempel som gir trykk på 10 p/cm² settes på torva i målerøret, se figur 2. Når setninga i torva er ferdig

og dreneringslikevekt inntrådt (1 døgn), leses torv-volumet av på den graderte målesylindren. Torva som er i sylindren, veies rå, tørkes ved 105°C og veies tørr.

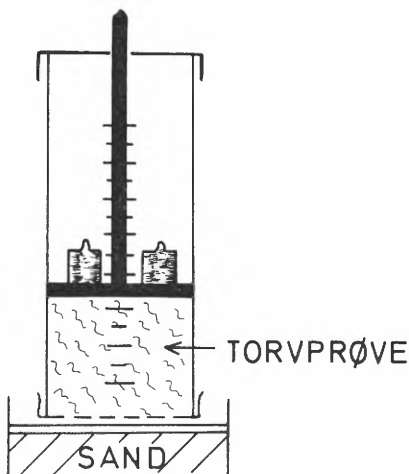


Fig. 2. Densitetsbestemmelse etter OLSEN (3)

Ved siden av densitet (g/cm^3) får en de samme vann- og luft-observasjoner som nevnt under metode a.

På grunn av at en hadde et lite antall sylindre med stempel til rådighet, ble densitetsbestemmelse etter OLSEN bare foretatt i tre eller seks pakninger av hvert vareslag, og med bare to paralleller.

2. Undersøkelse av porestørrelse: Vanninnhold ved ulik drenering

Iflg. NS 2891 kan dyrkingstorv deklarereres med luft- og vannkapasitet. I så fall blir innhold av luft eller vann oppgitt som prosent av volum (bruksvolum) ved en bestemt dreneringsdybde.

- a. *Vann- og luftinnhold funnet samtidig med densitetsbestemmelse.* Etter begge metoder for densitetsbestemmelse nevnt foran, får en grunnlag for å angi vanninnhold (cm^3 vann holdt fast i 100 cm^3 torv) ved dreneringsdybde 10 cm vannsøyle:

$$(1) \text{VV10 (\%)} = \frac{\text{Råvekt} - \text{tørrvekt}}{\text{volum}} \cdot 100$$

Ved å anslå varens materialtetthet (partikkeltetthet, «spesifikk vekt» for det faste materialet), kan porevolumet beregnes:

$$(2) \text{VP (\%)} = \left(1 - \frac{\text{densitet}}{\text{materialtetthet}}\right) \cdot 100$$

For torv er her brukt $1,50 \text{ g/cm}^3$ som materialtetthet. For blan-

dinger av torv og mineralmateriale er materialtettheten anslått på grunnlag av glødetapanalyse og målinger av porevolum som sum av luft (bestemt med luftpyknometer) og vann. Luftinnhold (cm³ luft i 100 cm³ torv) ved 10 cm dreneringsdybde kan finnes ved:

$$(3) \text{ VL10 (\%)} = \text{VP} - \text{VV10}$$

b. *Dreneringskurver i området 0—100 cm vannsøyle etter DE BOODT et al. (2).*

Til disse analysene ble anskaffet spesielle filtertrakter med toveis hane under, tilknyttet et slangesystem på en måte som gjør det mulig å løfte trakta av med innhold for veiing. Se figur 3. Rommet under filterplata fylles med vann. Ca. 3 cm torv legges oppå plata og fuktes. Ved å regulere nivået på avløpet i den andre enden av slangesystemet, ble dreneringsdybder på 10, 20, 30, 50 og 100 cm vannsøyle laget. En hadde 6 trakter til rådighet, og hver serie 10—100 cm tok én uke. Det ble alltid brukt to trakter (parallellbestemmelse) for hver analysert pakning.

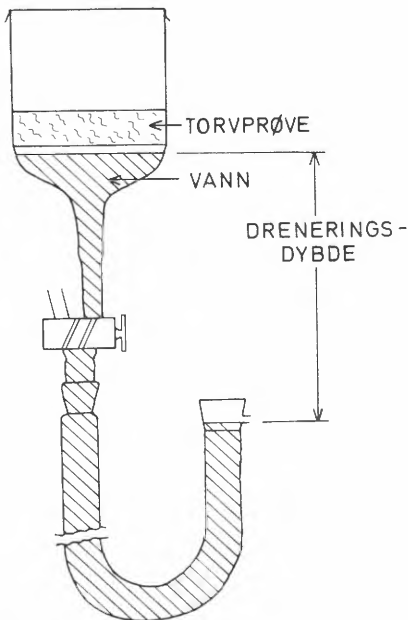


Fig. 3. Utstyr for framstilling av dreneringskurve for torv m.v. etter DE BOODT et al. (2)

Vanninnhold ved likevekt med hvert dreneringssug ble rekna ut som vekt-% av innveid tørrstoff. Vanninnhold i volum-% ble berekna ved å multiplisere med densitet etter DE BOODT et al. (2) for vedkommende pakning.

Volumforholdene framstilles i et diagram med dreneringsdybde som abscisse. Framstillingsmåten i figur 4—11 er modifisert i forhold til DE BOODT et al.

Følgende karakteristiske verdier tas ut av diagrammene:

- *Luftinnhold, VL10*: Volum-% luft ved 10 cm dreneringsdybde.
- *Lett opptagbart vann, VV (10—50)*: Volum-% vann som dreneres mellom dreneringsdybde 10 og 50 cm vannsøyle.
- *Buffervann, VV (50—100)*: Volum-% vann som dreneres mellom 50 og 100 cm dreneringsdybde.

B. RESULTATER OG DISKUSJON

1. Densitet

a. Densitet bestemt etter DE BOODT et al (2).

I tabell 1 nedenfor er midlere densitet for ulike vareslag oppgitt. Gjennomsnittlig konfidensintervall ($P = 0,10$) for de undersøkte pakningene er oppgitt, samt dette intervallet i % av densiteten. Konfidensintervallet er å forstå slik at det er 90 % sannsynlighet for at midlet av nye 5 målinger fra samme pakning vil falle innenfor det oppgitte spillerom.

Tabell 1. Densitet-bestemmelse etter DE BOODT et al.

Rene torvmedier	Vareslag:				
	I	II	III	IV	V
Antall pakninger	5	5	5	5	8
Densitet, g/cm ³	0,077	0,065	0,095	0,111	0,111
Konfidensintervall, g/cm ³	±0,002	±0,002	±0,006	±0,002	±0,002
Konf.int. i % av densitet	5,2	6,2	13,1	3,6	3,6
Torv + mineralmateriale	Vareslag:				
	VI	VII	VIII		
Antall pakninger	10	10	10		
Densitet, g/cm ³	0,141	0,236	0,295		
Konfidensintervall, g/cm ³	±0,004	±0,004	±0,011		
Konf.int. i % av densitet	5,7	3,4	7,5		

Reproduserbarheten ved metoden viste seg å være god. Med 5 parallellbestemmelser har metoden gitt konfidensintervall på under 10 % i gjennomsnitt for 7 av vareslagene. Vareslag III hadde mye grasaktige planterester (jfr. VOLDEN, del II), som gjorde volumet unøyaktig ved avskjæring av torva.

Den gode parallelliteten ved densitet-bestemmelsen gjorde at en fant forskjeller ($P = 0,10$) mellom pakninger av samme vareslag for alle fabrikatene.

b. *Densitet bestemt etter OLSEN (3)*

I tabell 2 er midlere densitet for hvert vareslag oppgitt, med konfidensintervall (middel av enkeltpakninger). Som nevnt under materiale og metoder, ble det av tekniske/praktiske grunner bare tatt to målinger etter OLSEN's metode for hver pakning, og antall analyserte pakninger ble redusert.

Tabell 2. Densitet-bestemmelse etter OLSEN

Rene torvmedier	Vareslag:				
	I	II	III	IV	V
Antall pakninger	3	3	3	3	6
Densitet, g/cm ³	0,079	0,074	0,115	0,121	0,129
Konfidensintervall, g/cm ³	±0,026	±0,006	±0,051	±0,018	±0,020
Konf.int. i % av densitet	66	16	89	30	30

Torv + mineralmateriale	Vareslag		
	VI	VII	VIII
Antall pakninger	6	6	6
Densitet, g/cm ³	0,143	0,250	0,348
Konfidensintervall, g/cm ³	±0,024	±0,046	±0,040
Konf.int. i % av densitet ...	33	36	23

For å vurdere hvor mye av den store usikkerheten ved resultatene etter OLSEN's metode som skyldes lite antall paralleller og hvor mye som skyldes metoden, har en tatt 5 parallell-bestemmelser i 4 enkeltpakninger (ulike vareslag). Resultatet framgår av tabell 3, der bestemmelsen e. DE BOODT et al. for de samme pakningene er tatt med.

Tabell 3. Sammenlikning mellom densitet-bestemmelse etter to laboratoriemetoder. 5 parallellbestemmelser av hvert vareslag og hver metode. Konfidensintervall P = 0,10

Vareslag nr.	OLSEN	DE BOODT et al.
II	0,071 ± 0,002	0,069 ± 0,006
IV	0,121 ± 0,006	0,106 ± 0,002
VI	0,149 ± 0,010	0,148 ± 0,002
VIII	0,374 ± 0,012	0,302 ± 0,012

Med så mange som 5 paralleller, er konfidensområdet ved OLSEN's metode ikke tydelig større enn for metoden etter DE BOODT et al. Det er tendens til at rene torvmedier får tilnærma samme densitet etter de to metodene, mens medier med mineralinnblanding får høyere densitet etter OLSEN.

2. Undersøkelser av vanninnhold ved ulike dreneringsforhold

a. Vann- og luftinnhold funnet ved densitet-målingene.

Tabell 4 viser innhold (volum-%) av vann og luft i torvprøvene ved densitet-bestemmelse, etter drenering på sandbed med fritt vann 10 cm under overflata. Materialtetthet som er nyttet ved berekning av samla porevolum (sum av vann- og luftvolum), er oppgitt i tabellen.

Tabell 4. Vann- og luftinnhold ved densitet-bestemmelsene, volum-% ved 10 cm dreneringsdybde

Vareslag	Antatt materialtetthet g/cm ³	Etter DE BOODT et al.			Etter OLSEN		
		Antall	Vann	Luft	Antall	Vann	Luft
<i>Rene torvprodukter</i>							
I	1,50	5	75,5	19,3	3	74,0	20,7
II	1,50	5	84,5	11,2	3	91,3	3,8
III	1,50	5	51,8	41,9	3	56,2	36,2
IV	1,50	5	61,5	31,1	3	56,3	35,6
V	1,50	8	72,6	20,0	6	86,4	5,0
<i>Torv + mineralmateriale</i>							
VI	1,90	10	83,4	9,2	6	80,7	11,8
VII	1,90	10	68,0	19,6	6	68,5	18,3
VIII	2,20	10	73,2	13,7	6	77,2	7,0

Totalt porevolum er meget likt ved de to metodene, da densitetene ikke var mye forskjellige og det er brukt samme materialtetthet ved berekninga, se formel (2). Vareslagene I—VI har samla porevolum 92,6—95,7 volum-% etter DE BOODT et al. og 91,4—95,1 etter Olsen. Vareslag VII og VIII har henholdsvis 87,6 og 86,9 volum-% e. DE BOODT et al, og 86,8 og 84,2 volum-% e. OLSEN. Midlere porevolum etter DE BOODT et al. for de prøvene en har bestemt dreneringskurver for, inngår i figurene 4—11.

Størrelsen på porene, og dermed vann- og luftinnholdet, har delvis blitt forskjellig ved de to ulike metodene å måle densitet.

Den viktigste forskjellen er at vareslag II, V og VIII har fått et mye mindre luftvolum etter OLSEN i forhold til DE BOODT et al. Omrøring av fuktig torvmasse har for disse vareslagene gitt mindre volum av store porer og større volumvekt enn fukting av løs torv.

b. Dreneringskurver 0—100 cm vannsøyle e. DE BOODT et al.

Figur 4—11 gjengir dreneringskurver etter metoden til DE BOODT et al (2) for hvert vareslag. Tabell 5 gjengir de karakteristiske parametrene fra kurvene.

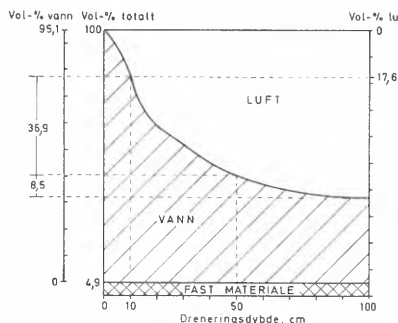


Fig. 4. Dreneringskurve for vareslag I

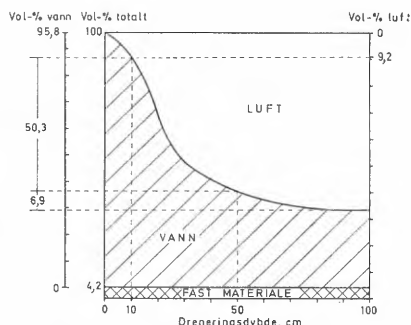


Fig. 5. Dreneringskurve for vareslag II

Tabell 5. Karakteristiske parametre fra dreneringskurver etter DE BOODT et al. for de undersøkte vareslagene, med konfidensområder, $P = 0,10$.

Vareslag: (antall bestemmelser i parentes)	Luftinnhold: Vol.-% luft ved 10 cm drenerings- dybde (Porevol. - vanninnh.)	Lett opptak- bart vann: Vol.-% vann som dreneres 10 cm — 50 cm drenerings- dybde	Buffervann: Vol.-% vann som dreneres 50 cm — 100 cm drenerings- dybde
<i>Rene torvprodukter</i>			
I (8)	17,6 ± 2,4	36,9 ± 1,7	8,5 ± 0,9
II (8)	9,2 ± 1,4	50,3 ± 1,3	6,9 ± 0,2
III (8)	46,0 ± 2,5	18,9 ± 2,0	6,1 ± 0,2
IV (8)	37,0 ± 2,7	26,0 ± 2,2	4,2 ± 0,8
V (12)	17,8 ± 1,4	21,2 ± 1,1	7,3 ± 0,3
<i>Torv + mineral- materiale:</i>			
VI (14)	7,0 ± 1,0	34,9 ± 1,1	13,2 ± 1,2
VII (12)	29,4 ± 3,6	18,6 ± 3,3	8,6 ± 0,7
VIII (14)	13,6 ± 1,6	27,1 ± 0,9	9,9 ± 0,4

Det varierende antall bestemmelser skyldes delvis at det ble foretatt kontrollanalyser, etter at en fikk problemer med at luft kom inn og brøt vannsøyla. Problemet ble løst ved at en fikk tak i en tettere slangetype. En kunne ikke påvise bedre avsuging med tettere slange i forhold til de første bestemmelsene.

En svakhet ved metoden er at den går ut fra at substratet i trakta får samme lagringstetthet, samme densitet, som ved densitetbestemmelse etter DE BOODT et al. Det ble brukt noe ulike mengde (høgd over filterplata) i de to traktene med substrat fra samme pakning. For de fleste vareslag førte ikke dette til stor variasjon i vanninnhold ved likevekt med et gitt dreneringssug. Vareslag VII var mest følsomt for substratmengde i trakta, og for dette

vareslag fikk en variasjonsområde på ca. 20 vol.-% mellom enkeltbestemmelser av vanninnhold ved 10 cm dreneringssug. Som regel var det under 10 vol.-% variasjon i vanninnhold ved 10 cm dreneringssug for samme vareslag, og mindre variasjon ved større dreneringssug.

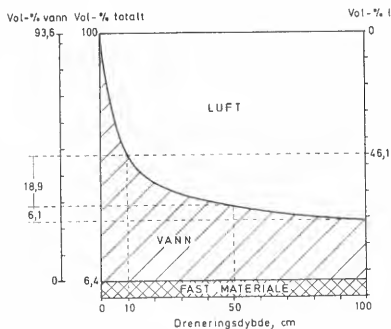


Fig 6. Dreneringskurve for vareslag III

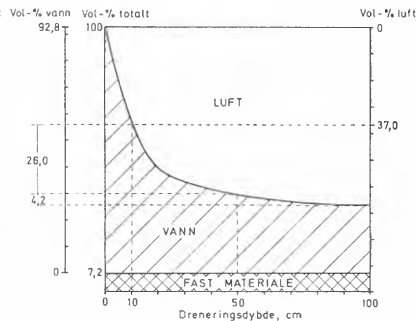


Fig 7. Dreneringskurve for vareslag IV

Luftinnhold i tabell 5 kan sammenliknes med luftinnhold ved volumveksbestemmelsen e. DE BOODT et al. i tabell 4. Det viser seg at målingene i traktene har gitt høyere luftinnhold i medier med forholdsvis mye store porer, men lavere luftinnhold i de tetteste mediene sammenlikna med sylindre på sandbed.

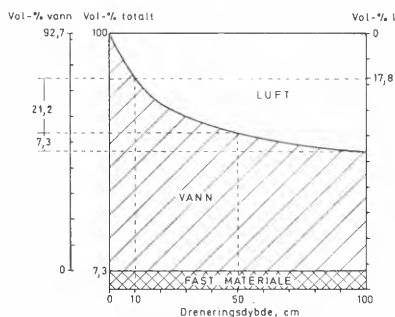


Fig. 8. Dreneringskurve for vareslag V

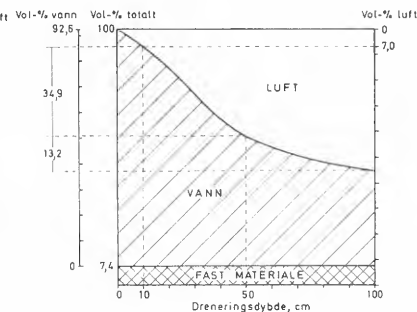


Fig. 9. Dreneringskurve for vareslag VI

De fleste vareslaga har mindre luftvolum ved 10 cm drenerings-
høyde enn det som regnes for ideelt. DE BOODT & VERDONCK
(1) oppgir 20—30 vol.-%. PUUSTJÄRVI (4) antyder at så mye
som 50 vol.-% luft kan være ønskelig i mediet til planter i meget
rask vekst. Dette kan oppnås ved å redusere fuktigheten i mediet.
Nedenfor er vist hva som blir igjen av lett tilgjengelig vann (vann
som dreneres \leq 50 cm vannsøyle) med 50 % luftvolum som ut-
gangspunkt:

	Vareslag:			
	I	II	III	IV
Porevolum				
— 50 vol.-%				
— vol.-% vann				
v. 50 cm				
dreneringsdybde	4,5	9,5	14,9	13,0

Vareslag V—VIII vil ikke inneholde vann som kan dreneres ved ≤ 50 cm vannsøyle, hvis utgangspunktet er 50 vol.-% luft i mediet.

Volumet av store porer (porer som dreneres ved liten dreneringsdybde) forteller også om permeabiliteten i mediet.

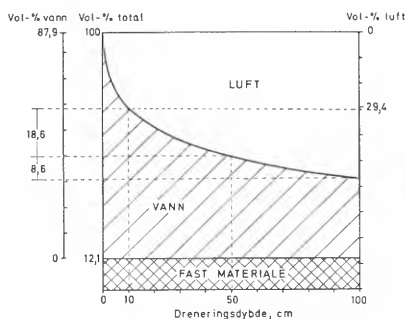


Fig. 10. Dreneringskurve for vareslag VII

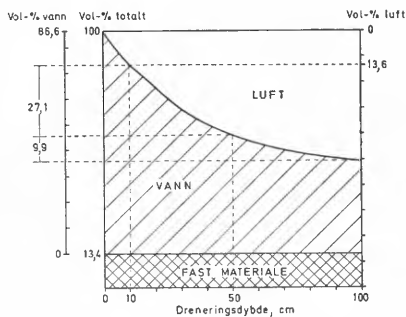


Fig. 11. Dreneringskurve for vareslag VIII

Av det som er sagt om luftvolum, framgår at mengden lett tilgjengelig vann i mediene avhenger av hvilken fuktighet en vanner opp til. DE BOODT & VERDONCK (1) oppgir 20—30 vol.-% i dreneringsområdet 10—50 cm og 4—10 vol.-% noe tyngre tilgjengelig «buffervann» (dreneres ved 50—100 cm dreneringsdybde) som ideelt. Berekningene ovenfor viser at bare vareslag I—IV kan fuktes slik at luftinnhold og innhold av lett tilgjengelig vann samtidig blir minst 25 volum-%.

C. SAMMENDRAG

Åtte ulike torvprodukter er undersøkt, fem bestående av kalka og gjødsla torv (I—V) og tre produkter med tilsetning av annet mineralmateriale enn kalk og gjødsel (VI—VIII).

Artikkelen gjengir resultatene av laboratoriebestemmelse av

- densitet (jordtetthet, «volumvekt») etter to ulike metoder, DE BOODT et al. (2) og OLSEN (3).

- dreneringskurver etter en metode av DE BOODT et al. (2), som gir vanninnhold i mediet i dreneringsområdet 0—100 cm vannsøyle.

Begge metodene for densitetsmåling viste seg å gi resultater med tilfredsstillende konfidensintervall. Metoden etter DE BOODT et al. (2) er å foretrekke, da den er enklere og forstyrrer ikke torvstrukturen så mye som metoden etter OLSEN (3). Den siste går ut på røring av en torv-vann-grøt, som for noen medier resulterer i mindre store porer.

Begge metodene krever at densitets-prøvene blir satt på et sandbed med 10 cm dreneringsdybde. Ved å berekne totalt porevolum i mediene, er det mulig også å berekne luftvolum ved 10 cm dreneringsdybde. Med DE BOODT's metode varierer dette luftinnholdet i de undersøkte produktene fra under 10 til over 40 volumprosent.

Fra dreneringskurvene (figur 4—11) er følgende karakteristiske parametre for substratene berekna og stilt sammen i tabell 5:

- luftvolum ved 10 cm dreneringsdybde
- lett tilgjengelig vannmengde, dvs. vann drenert mellom 10 cm og 50 cm dreneringsdybde
- buffervann, dvs. vann drenert fra 50 cm til 100 cm vannsøyle.

Det er antydnet at mangel på store porer i flere av vareslagene kan gi oksygenmangel i perioder med stor fuktighet i dyrkingsmediet.

D. SUMMARY

DETERMINATION OF BULK DENSITY IN THE LABORATORY AND SOME PORE SIZE INFORMATIONS

Eight different peat products have been examined, five consisting of peat which has been limed and fertilized (I—V) and three products with admixture of mineral matter other than liming materials and fertilizers (VI—VIII).

The paper gives the results of measurements in the laboratory of

- bulk density, using two different methods, DE BOODT et al. (2) and OLSEN (3)
- water release curves, using the method of DE BOODT et al. (2), in the range 0—100 cm tension of water

Both methods for bulk density determination showed results with reasonable confidence limits. The method of DE BOODT et al. (2) is

preferred since it is less time-consuming and does not disturb the peat structure as much as the method of OLSEN (3). The latter involves stirring the peat with water, which for some products results in a smaller volume of large pores in the substrate.

Both methods require draining of samples on a sand bed with a water table 10 cm beneath the surface. After estimation of total pore space it is possible to calculate air-filled porosity at 10 cm water tension in the samples. With the method of DE BOODT et al. (2) air-filled porosity at 10 cm tension varied from below 10 to more than 40 per cent of volume.

From the water release curves (Figur 4—11) the following characteristic substrate parameters are found and given in Table 5 (from the left to the right):

air-filled porosity at 10 cm tension

easily available water = water released between 10 and 50 cm tension

water buffering capacity = water released between 50 and 100 cm tension.

It is supposed that some of the products have too small volumes of large pores resulting in lack of oxygen during periods of high wetness.

E. REFERANSER

1. De Boodt, M. and O. Verdonck 1972: The physical properties of the substrates in horticulture. 3rd Symp. ISHS, Working group: Peat in Horticulture, Dublin. *Acta Horticulturae* 26. des. 72.
2. De Boodt, M., O. Verdonck and I. Cappaert 1973: Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Proceedings Symposium Artificial Media in Horticulture*, Ghent, 10—13 September 1973, 2054—2062.
3. Olsen, O. Bagge 1967: Om bestemmelse af volumvægt og andre egenskaber hos tørv. *Horticultura* 21, 39—45.
4. Puustjärvi, V. 1973: Physical properties of peat used in horticulture. *Proceedings Artificial Media in Horticulture*, Ghent, 10—13 September 1973, 1922—1929, også i *Peat and Plant Yearbook 1972*, 11—17 fra Peat Research Institute, Finland.