

## RADIOWAVE PROBE IN ASSESSING THE YIELD OF PEAT AND ENERGY IN PEAT DEPOSITS IN FINLAND

### RADIOAALTOANTURIN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET TURPEEN MÄÄRÄN JA ENERGIASISÄLLÖN SELVITTÄMISEEN SUOMEN SOISSA

#### ABSTRACT

The dry matter yield of peat deposits in natural state can be determined by the new radiowave probe developed for *in situ* moisture measurement of peat. It also provides a fairly good estimate for the energy content per unit volume of peat in both *Sphagnum* and sedge mires.

Since the water content of *in situ Sphagnum* peat is closely proportional to the degree of decomposition, our radiowave probe enables forecasting the energy content of peat per unit weight in raised bog deposits.

#### INTRODUCTION

Experiences in peat mining have shown that calculation of dry peat yield on basis of the area and depth is very uncertain. Nor can the degree of decomposition data lead to reliable estimates due to the inherent variation in the total porosity and consequently in the water content of peat (e.g. Samsonova *et al.* 1954 p. 115, Tolonen & Saarenmaa 1979, Korpijaakko *et al.* 1981; see however, Silc & Stanek 1977 and Scott *et al.* 1980). Therefore the evaluation of peat resources usually needs volumetric samples from different peat deposits or reliable data for the *in situ* moisture content of peat (cf. e.g. Laine & Päivänen 1982). Since the moisture content of peat

layers in natural state is closely related to the peat humification, which in turn greatly affects the calorific value, one can consider that precise figures of water content might be used as a measure for the energy content in those circumstances. Support for the usefulness of this principle is presently given by Tolonen *et al.* (1982).

Because of the great costs and loss of time needed for obtaining sufficient amount of volumetric peat samples within the increased peat resource inventories, a rapid, non-destructive radiowave probe was developed in Finland for measuring the *in situ* moisture content of peat (Tiuri & Toikka 1982). In the present paper the first experiences are described about the application of the new instrument in field inventories.

This study is part of the research project No. 175 of the Academy of Finland.

#### MATERIAL AND METHODS

The radiowave probe was used in field in late November 1981 in accordance with the instructions given in Tiuri & Toikka (1982). The resonant frequency ( $f$ ) as well as reflection attenuation (field reading) were recorded for each decimeter in one to three vertical profiles situating within 0.5 square meter. The relationship between the frequency unit and the dielectric constant is expressed in the following equations:

$$\epsilon_r = 237.44 - 1.23 \cdot 10^{-6} f$$

$$\epsilon_r = 80 \dots 50$$

$$f = 128 \dots 150 \text{ MHz}$$

where:

$\epsilon_r$  = relative dielectric constant

$f$  = resonant frequency

Authors' addresses — *kirjoittajien osoitteet*: 1) Dept. of Botany, University of Helsinki, Unionink. 44, SF-00170 Helsinki 17, Finland, 2) Radio Laboratory, Helsinki University of Technology, SF-02150 Espoo 15, Finland and 3) Dept. of Logging and Utilization of Forest Products, University of Helsinki, Unionink. 40 B, 00170 Helsinki 17, Finland.

Table 1. Distribution of the study site in peatland complex and peatland site type.

Taulukko 1. Tutkimusalueiden kompleksi- ja suotyypit.

Site <i>Alue</i>	Mire complex type <i>Suoyhdistymä tyyppi</i>	Nutrition <i>Ravinteisuus</i>	Site type <i>Suotyyppi</i>
Varr	raised bog <i>keidassuo</i>	ombrotrophic <i>ombrotrofinen</i>	<i>S. fuscum</i> pine bog <i>rahkäräme</i>
Kaur	raised bog <i>keidassuo</i>	ombrotrophic <i>ombrotrofinen</i>	<i>S. fuscum</i> pine bog <i>keidasräme</i>
Suur	aapa mire <i>aapasuo</i>	minerotrophic <i>minerotrofinen</i>	herb rich sedge fen <i>ruoh. rimpineva</i>

A core profile was obtained from exactly the same point in the same occasion using the Russian peat sampler (Tolonen & Ijäs 1982 Fig. 1), except for the topmost 0.5 to 0.8 m, where on open, toothed steel cylinder, 12 cm diameter was applied.

Samples were oven-dried at +105°C. Bulk density (dry weight/*in situ* volume) is expressed as kg/m<sup>3</sup> without any ash correction. The ash content of the samples used in comparison is fairly low. Most commonly it is between 1 and 2 % for the *Sphagnum* peats and 2–4 % for the others.

From our coring site in Varrassuo, there were earlier calorific analyses (DIN standard 51900) by Pohjola *et al.* (1980). Using the same zero level on the peat surface and four charcoal horizons in known depths as well as decomposition notes as controls we could be sure about the agreement of these two corings.

For illustrating the peat type and the degree of decomposition the peat formula of v. Post (1922) was applied. Different other methods were used in determining the degree of decomposition of the samples obtained from the same sites before. Those results are presented in Tolonen *et al.* (1982).

Our comparison between the radiowave probe and results by conventional manual methods was carried out on three virgin peatlands in South Finland, Varrassuo, Hollola (abbr. Varr), Kaurastensuo, Lammi (Kaur) and Suurisuo, Turenki (Suur) (Table 1).

The peat types (as seen in Figs 2–4) consist of *Sphagnum* and cotton grass *Sphagnum* peats (Varr and Kaur upper part), woody peats (Kaur deeper part) and Bryales (Hypnum) -sedge peats (Suur).

Only the peat samples below the water table were included in the statistical treatments, due to great variation of the gas content in surface peats.

## RESULTS

The dielectric constant calculated from the resonant frequency of the radiowave probe as measured in field showed a good linear correlation with the moisture content of peat (weight basis) and the bulk density of peat in all the peatlands investigated (Figs 2–4, Tables 2–4). The coefficients of multiple determination ( $R^2$ ) range from 0.58 to 0.77 for moisture content and from 0.65 to 0.76 for bulk density in the three basins.

Only from Varrassuo we had calorific values available for comparison. The radiowave readings were in a good linear correlation with both the energy content per dry weight (Fig. 5) ( $R^2 = 0.81$ ) and the energy content per unit *in situ* volume ( $R^2 = 0.73$ ).

Reflection attenuation readings showed very pronounced vertical variations in all the profiles examined, but we did not find high correlation between those values and other measured properties from the same peats so far. Nevertheless, the aapa mire (chiefly *Carex*) peat possessed much lower losses than did raised bog (chiefly *Sphagnum*) peats. This indicates that this radiowave

## KEY OF SYMBOLS













	Sphagnum fuscum		Carex
	Sphagnum collectively		Wood collectively
	Eriophorum vaginatum		Wood of deciduous trees
	Highly humified streaks		Coarse detritus gyttja
	Bryales		Silty & sandy gyttja
	Phragmites		Clay

Fig. 1. Symbols for soil types of Figs 2–4.

Kuva 1. Kuvissa 2–4 esiintyvien turvelajien merkkien selitykset.

## VARRASSUO, HOLLOLA, 1981

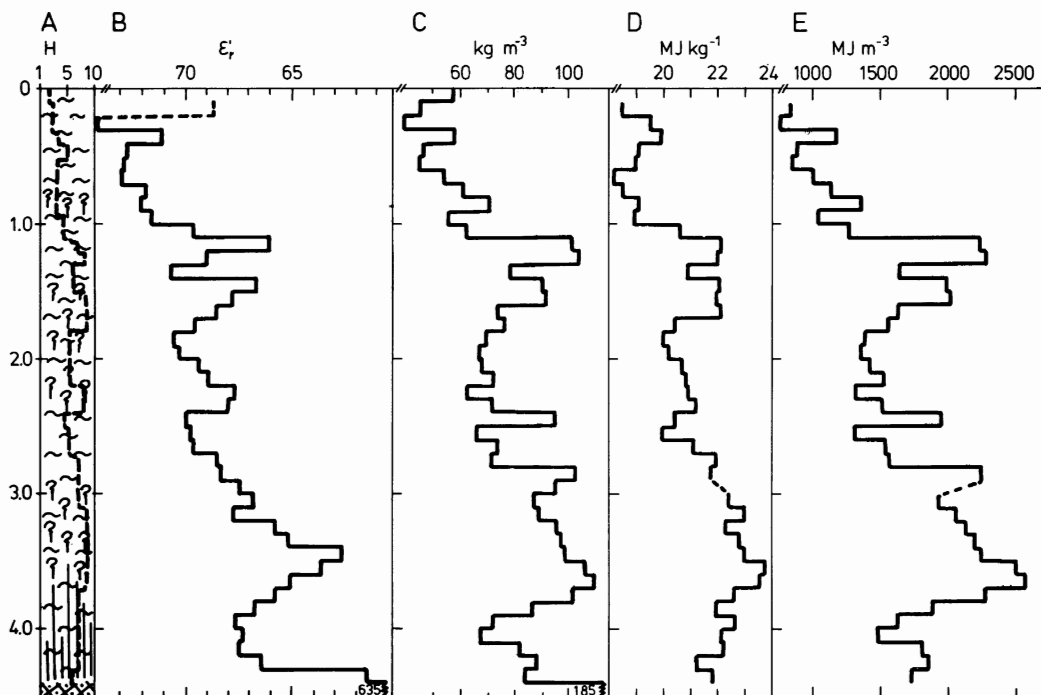


Fig. 2. Raised bog Varrassuo, Finland. Peat stratigraphy and humification in v. Post's scale ( $H_{1-10}$ ) (A), dielectric constant in field (B), bulk density (dry, C), water-free gross calorific value of peat per dry matter (D) and per *in situ* volume (E). Symbols in Fig. 1.

Kuva 2. Keidassuo (rahkaräme) Varrassuo, Hollola. Turpeen kerrosjärjestys ja v. Postin maatumisaste (sarake A, turvetunnukset kuvassa 1) radioaaltoanturin maastossa mitaama dielektrisyysvakio ( $\epsilon_r$ ), turpeen tiheys (C), turpeen kolorimetrisen lämpöarvo kuivaa turvetta (D) ja suokuutiota (E) kohti.

property could be used in recognizing and discriminating the main peat types. Further studies on this subject are under way.

It is very difficult if possible at all to obtain completely corresponding sample pairs from natural peat deposits as stated, for instance, in Tolonen & Ijäs (1982). Therefore our results presented above have to be concluded as the minimum estimates for the capability of the radiowave probe in determining the dry peat yield in both *Sphagnum* and sedge mires.

In the laboratory measurements, where the problem of the exactness of the sample pairs was absent, Tiuri & Toikka (1982) obtained high correlations for the regression moisture content vs. dielectric constant ( $R^2 = 0.88$ ) and bulk density of peat (dry) vs. dielectric constant ( $R^2 = 0.81$ ), respectively. Taking these relationships into considerations we can interpret, in fact, our field results so that the manual peat

Table 2. Raised bog Varrassuo, Hollola, Finland. Linear regression equations ( $y = bx + a$ ) for different properties of peat when  $x = \epsilon_r$  (dielectric constant measured in field).  $y_1 =$  moisture content % (wet wt)  $y_2 =$  *in situ* bulk density ( $\text{kg m}^{-3}$ )  $y_3 =$  calorific value of peat per dry wt (MJ/kg) and  $y_4 =$  energy content of peat *in situ* ( $\text{MJ m}^{-3}$ ). xxx = statistically significant at risk level below 0.1 %.

Taulukko 2. Keidassuo (rahkaräme) Varrassuo, Hollola. Maastossa mitatun turpeen dielektrisyysvakion ja eräiden muiden ominaisuuksien riippuvuussuhde (lineaariregressio muotoa  $y = a + bx$ ), kun  $x = \epsilon_r$ , dielektrisyysvakio,  $y_1$  kosteussadannes märkäpainosta,  $y_2$  kuivan turpeen tiheys ( $\text{kg m}^{-3}$ ),  $y_3$  kuivan turpeen kolorimetrisen lämpöarvo (MJ/kg),  $y_4$  turpeen energiasältö suokuutiosta ( $\text{MJ m}^{-3}$ ). xxx = tilastollisesti merkitsevä alle 0.1 %:n riskillä.

Property Ominaisuus	a	b	r	R <sup>2</sup> %	n
$y_1$	53.3	0.563	0.798 <sup>xxx</sup>	63.7	42
$y_2$	466	-5.65	-0.805 <sup>xxx</sup>	64.8	41
$y_3$	55.0	-0.494	-0.900 <sup>xxx</sup>	81.0	40
$y_4$	12300	-155.0	-0.855 <sup>xxx</sup>	73.1	40

## KAURASTENSUO, LAMMI, 1981

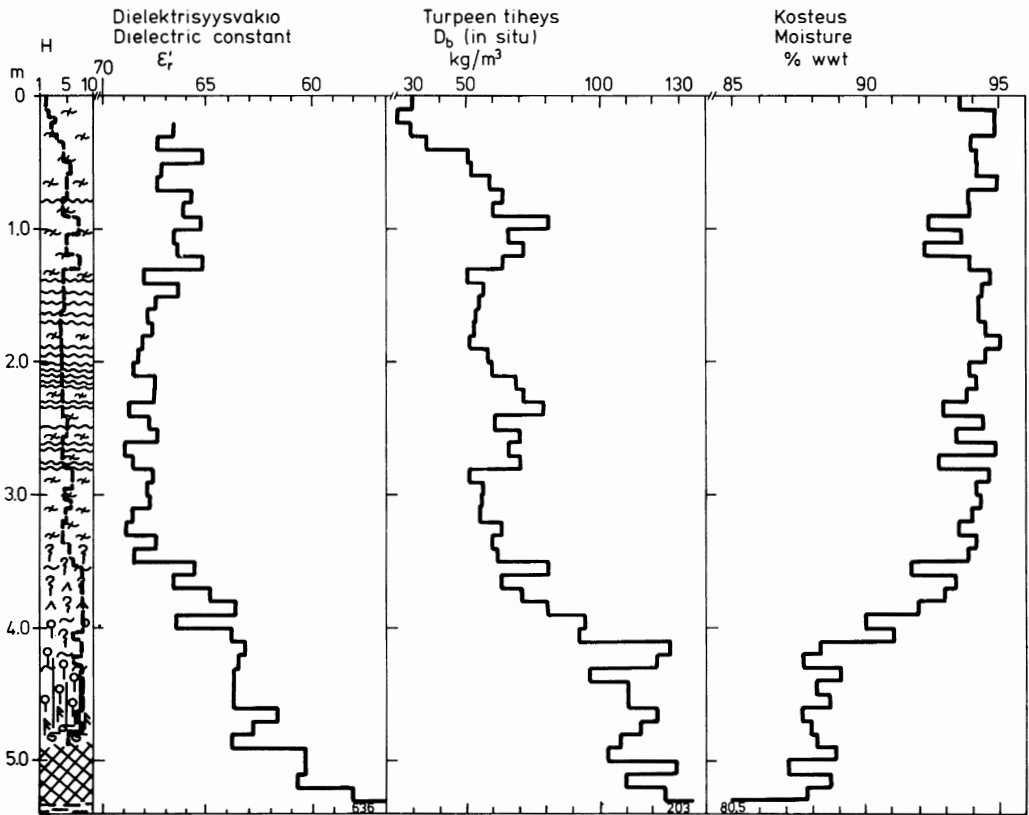


Fig. 3. Raised bog Kaurastensuo, Finland. Radiowave measurements compared with some properties of peat as resulted from cored samples. Symbols in Fig. 1.

Kuva 3. Keidassuo (keidasrämpe) Kaurastensuo, Lammi. Radioaaltomittaus verrattuna kairaamalla saatuihin turpeen ominaisuuksiin. Merkkien selitysten suhteen ks. kuvat 1 ja 2.

samplers obviously has taken moderately acceptable volumetric samples. It is natural that the lowest correlation was found in sedge peats of Suurisuo ( $R^2 = 0.58$  for moisture content), where the peat sampler had difficulties in cutting the very fibrous and watery peat.

The micromosaical nature of the peat layers came very clearly visible in the case of Varrassuo, where we took three adjacent radiowave profiles. Two of them (holes 1 and 2) were almost equal and their pair averages for each depth were used in the comparison with the corings in 1981. Third adjacent hole, instead, gave greatly deviating results but was in turn in fairly good correlation ( $R^2 = 0.46$  for the bulk density dielectric constant regression and  $R^2 = 0.54$  for the MJ  $\text{kg}^{-1}$ /dielectric constant regression) with the 1979 core samples. Results from

Table 3. Raised bog Kaurastensuo, Lammi, Finland. Linear regression equations ( $y = bx + a$ ) for moisture content of peat in % of wet weight in the peat strata below water table at 0.5 m level. ( $y_1$ ) and for *in situ* bulk density of peat in  $\text{kg}/\text{m}^3$  ( $y_2$ ) when  $x = \mathcal{E}_r$  (dielectric constant as measured in field). xxx = statistically significant at risk level below 0.1 %.

Taulukko 3. Keidassuo (keidasrämpe) Kaurastensuo, Lammi. Maastossa mitatun turpeen dielektrisyysvakion ja eräiden muiden ominaisuuksien välinen riippuvuus-suuhde (lineaariregressio muotoa  $y = a + bx$ ). Mukaan otettu näytteet: pohjavesipinnan alapuolelta (0.5 m lähtien),  $x = \mathcal{E}_r$  mitattu, dielektrisyysvakio,  $y_1 =$  kosteussadannes märkápainosta,  $y_2 =$  kuivan turpeen tiheys. xxx = tilastollisesti merkitsevä alle 0.1 %:n riskillä.

Property Ominaisuus	a	b	r	$R^2$ %	n
$y_1$	26.2	1.00	0.880 <sup>xxx</sup>	77.4	48
$y_2$	696	-9.37	-0.870	75.7	47

## SUURISUO, TURENKI, 1981

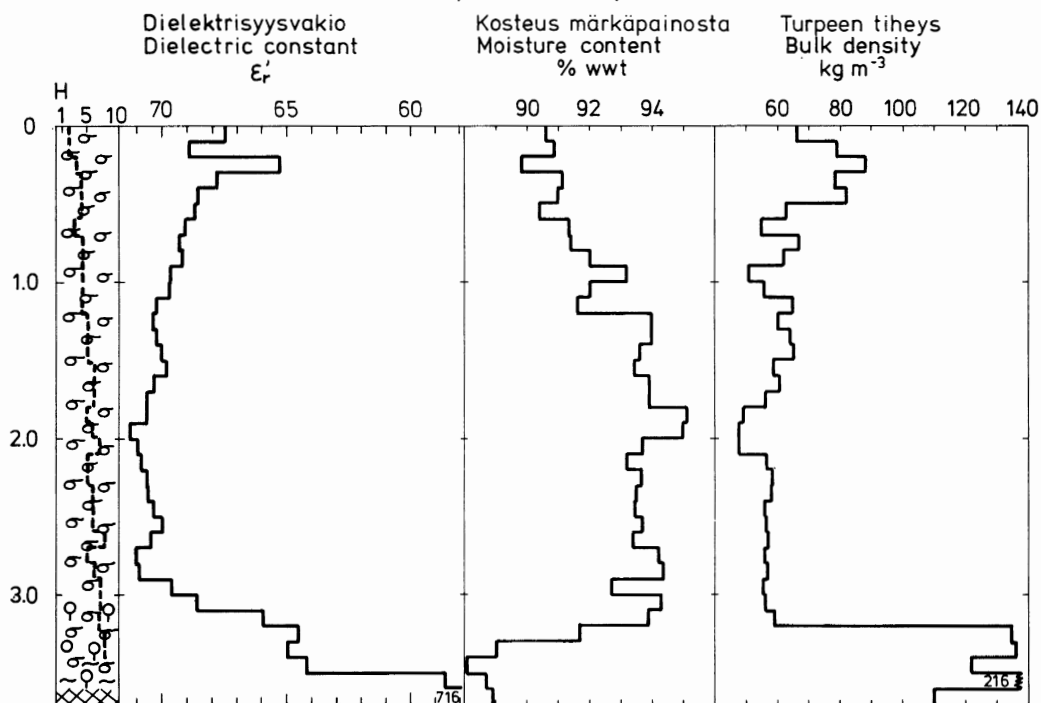


Fig. 4. Aapa mire (sedge fen) Suurisuo, Finland. Radiowave measurements compared with some peat properties as resulted from core samples. Symbols in Fig. 1.

Kuva 4. Aapasuo (ruohoinen rimpineva), Suurisuo, Turenki. Radioaaltomittaus verrattuna kairaamalla saatuihin turpeen ominaisuuksiin. Merkkien selitys kuvassa 1.

holes 1 and 2 were not in statistically significant correlation with the moisture or bulk density data from 1979 core hole.

It seems to us reasonable to assume that the radiowave probe "measures" the moisture content and bulk density values in peat layers with a fairly small risk. Therefore it is from practical point of view interesting to consider, how much the moisture content or the bulk density values obtained by peat samplers might alone explain the total variation of the energy content (volume basis) of peat deposits in different peatland complexes (raised bogs and sedge mires).

In Fig. 6 calorific value (per  $m^3$  peat *in situ*) of numerous Finnish peat samples analysed in the State Fuel Centre (Vapo) in Jyväskylä are plotted against bulk density values (dry).

The material comes from raised bog Varrassuo (Fig. 2) and from two aapa mires Suolamminneva, Ähtäri and Puoh-

Table 4. Aapa mire Suurisuo, Turenki, Finland (a herb rich sedge fen site). Linear regression equations ( $y = bx + a$ ) for moisture content of peat in % of wet weight ( $y_1$ ) and for *in situ* bulk density of peat in  $kg/m^3$  ( $y_2$ ) when  $x = |\epsilon_r|$  (dielectric constant as measured in field). xxx = statistically significant at risk level below 0.1 %. \* = six bottom most samples omitted.

Taulukko 4. Aapasuo, Suurisuo (ruohoinen rimpineva), Turenki. Maastossa mitatun turpeen dielektrisyysvakion ja eräiden muiden ominaisuuksien regressio muotoa  $y = a + bx$ .  $x = |\epsilon_r|$  mitattu,  $y_1$  = kosteus sadannes märkäpainosta,  $y_2$  = kuivan turpeen tiheys ( $kg/m^3$ ). xxx = tilastollisesti merkitsevä alle 0.1 %:n riskillä. \* = kuusi alinta näytettä poistettu.

Property Ominaisuus	a	b	r	R <sup>2</sup> %	n
$y_1$	56.3	0.526	0.759 <sup>xxx</sup>	57.5	36
$y_1$	24.5	0.980	0.856 <sup>xxx</sup>	73.3	30*
$y_2$	871	-11.6	-0.920 <sup>xxx</sup>	84.7	36

MJ/kg

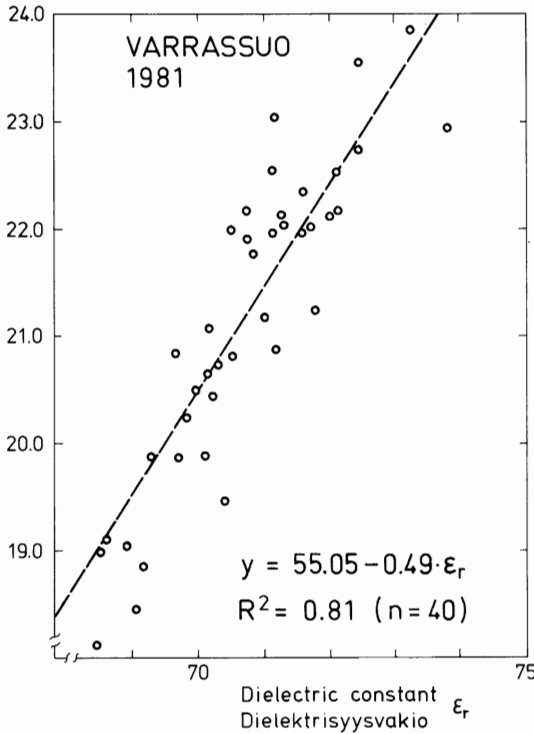


Fig. 5. Raised bog Varrassuo, Finland. Water-free gross calorific value of peat (as resulted from core samples in 1979) plotted against the radiowave measurements at the same site in 1981.  $R^2$  = correlation coefficient, squared.

Kuva 5. Keidassuo (kanervarahkaräme) Varrassuo, Hollola. Kuivan turpeen lämpöarvo dielektrisyysvakion funktiona. Lämpöarvot on määritetty kairatuista näytteistä v. 1979, radioaaltomittaus on tehty samalla paikalla v. 1981, joten lämpöarvomääritysten ja *in situ* dielektrisyysvakiomittauksen näyteparit eivät aivan tarkalleen vastanne toisiaan.  $R^2$  = korrelaatiokertoimen neliö (selvityskerroin).

tiinsuo, Ilomantsi. For bulk density data 101 samples were available, 97 of them originating from depths below water table ( $D_b > 35 \text{ kg/m}^3$ ) are included in statistical treatment (Table 5).

One can see from the regression line B in Fig. 6 that the energy content in the sedge peats of Suolamminneva and Puohtiinsuo is clearly higher than in the *Sphagnum* peats of Varrassuo in the peat layers having the same bulk density. This fact is due to the well known primary differences in the calorific value of different peat forming plant species. But it is true in our example only for the lower bulk density levels and it seems to indicate that the calorific value of peat rises steeper within

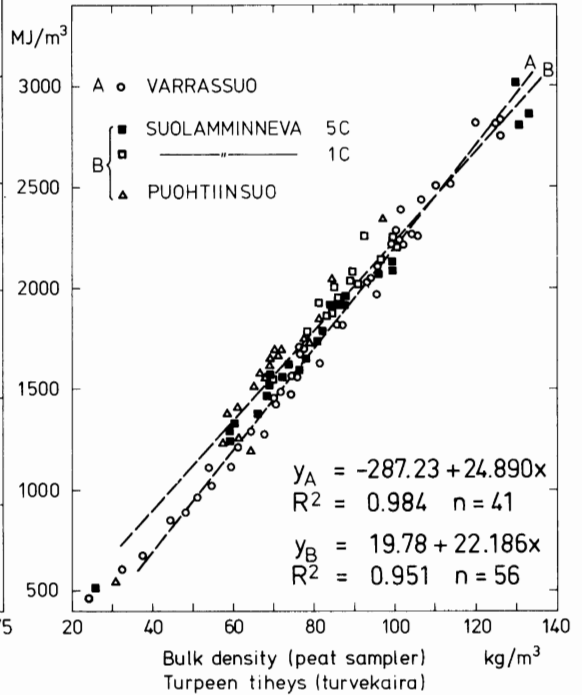


Fig. 6. Relationship between the gross calorific value of peat per unit *in situ* volume and the bulk density of peat in raised bog Varrassuo (equation A) and in three aapa mire sites (equation B) in Finland.  $R^2$  = correlation coefficient squared.

Kuva 6. Suomessa olevan turvekuutiometrin energiasisällön riippuvuus kuivan turpeen tiheydestä Varrassuossa (rahkaräme) (yhtälö A) ja kolmessa aapasuoprofilissa (suotyypit rimpineva Puohtiinsuossa ja Suolammin neva SL 1:ssä, tupasvillaräme SR 5:ssä) (yhtälö B).  $R^2$  = korrelaatiokertoimen neliö (selvityskerroin).

increasing humification in *Sphagnum* than in *Carex* peats (cf. Mäkilä 1980). The correlation is better in *Sphagnum* peats than in *Carex* peats because in the former peat types both bulk density and moisture content usually possess a close positive correlation with the energy content per dry matter (Tolonen *et al.* 1982).

Very high  $R^2$  values were found for the regression energy yield vs. bulk density in the data from four different peat deposits (Table 5, Fig. 6). The figures very likely represent the minimum estimates because it is difficult to obtain exactly right bulk density or water content values from peat by the corers used (see Tolonen and Ijäs 1982).

Table 5. Linear regression equations ( $y = bx + a$ ) for water-free gross calorific value ( $\text{MJ}/\text{m}^3$  peat *in situ*) vs. bulk density (dry,  $\text{kg}/\text{m}^3 = x_1$ ) and vs. moisture content (% wet weight =  $x_2$ ).

Taulukko 5. Lineaarinen regressioyhtälö ( $y = a + bx$ ) kuivan turpeen energiasisällön ( $\text{MJ}/\text{m}^3$ , luonnontilainen tilavuus) ja kuivan turpeen tiheyden ( $\text{kg}/\text{m}^3 = x_1$ ) ja kosteuden (vesisadannes märkypainosta =  $x_2$ ) välillä.

Mires	a	b	r	R <sup>2</sup>	n
Varr	-287.23	24.890 $x_1$	0.993	0.986	41
SL5 + SL1 + Puoht	19.78	22.186 $x_1$	0.975	0.951	56
Varr + SL5 + SL1	239.72	-242.271 $x_2$	-0.949	0.901	69

Assuming that the high  $R^2$  values in Table 5 are generally valid for *in situ* peat layer situating below the water table, the radiowave probe, which gives fairly reliable bulk density and moisture content values, can be used with success not only for evaluating the dry matter but also the

energy yield of peat. This could considerably rise the accuracy of peat resource estimation from the present one, where different conventional indirect methods are applied with more or less weak results as discussed in Tolonen (1982).

## REFERENCES

- Korpijaakko, M., Häikiö, J. & Leino, J. 1981. Vesipitoisuuden ja maatuneisuuden vaikutus turpeen kuivatilavuuspainoon. (Summary: Effect of water content and degree of humification on dry density of peat.) *Suo* 32: 39–43.
- Laine, J. & Päivänen, J. 1982. Water content and bulk density of peat. — IPS Symposium "Peat, its properties and perspectives of utilization", Minsk, USSR, September 14–25, 1982, 422–430.
- Mäkilä, M. 1980. Tutkimus Toholammin turvevarojen käyttökelpoisuudesta ja turpeen eri ominaisuuksien välisestä riippuvuudesta. (Summary: The peat resources of Toholampi municipality and their potential use both correlations between different peat factors.) *Geol. tutkimuslaitos, maaperäosasto, Raportti P 13.6/80* 15, 1–137.
- Pohjola, P., Eloranta, J., Nyrönen, T. & Tolonen, K. 1980. On the determination of the degree of humification of peat. An application of the electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy. *Proc. 6th Int. Peat Congress, Duluth, Minnesota, U.S.A., August 17–23, 1980*, pp. 649–654.
- Post, L. von 1922. Sveriges geologiska undersökningens torvinventering och några av dess hittills vunna resultat. *Sv. Mosskulturför. Tidskrift* 1: 1–27.
- Samsonova, N.N., Belekopytova, I.E. & Varenzova, V.S. 1954. *Spravochnik po torfu*. (Handbook of peat). Gosenergoizdat, 722 pp. Moskva—Leningrad.
- Scott, J.B., Korpijaakko, E.O. & Tibbets, T.E. 1980: Development of conversion factors for expressing peat resource estimates. Symposium Papers, Peat as an Energy Alternative, Arlington, Virginia, U.S.A., December 1–3, 1980, pp. 37–49. Institute of Gas Technology.
- Silc, T. & Stanek, W. 1977. Bulk density estimation of several peats in northern Ontario using the von Post humification scale. *Canadian J. Soil Sci.* 57: 75.
- Tiuri, M. & Toikka, M. 1982. Radio wave probe for *in situ* water content measurement of peat (Tiivistelmä: Radioaaltoanturi turpeen vesipitoisuuden maastomittaukseen.) *Suo* 33 (3): 65–70.
- Tolonen, K. & Saarenmaa, L. 1979. The relationship of bulk density to three different measures of the degree of peat humification. *Proc. Int. Symp. Classification of Peat and Peatlands, Hyytiälä, Finland. International Peat Society, Helsinki*, pp. 227–238.
- Tolonen, K. 1982. Usefulness of five common methods used in determining the degree of decomposition for estimating the amount and energy content of fuel peat. *Suo* 33 (4–5) In press.
- Tolonen, K., Keys D. & Klemetti, V. 1982. Predicting energy content of *in situ* peats by means of their moisture content and bulk density. *Suo* 33 (1): 17–24.
- Tolonen, K. & Ijäs, L. 1982. Comparison of two peat samplers used in estimating the dry peat yield in field inventories. (Tiivistelmä: Turvesaannon arviointiin käytetyn kahden suokairan vertailu.) *Suo* 33 (2): 33–42.

## RADIOAALTOANTURIN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET TURPEEN MÄÄRÄN JA ENERGIASISÄLLÖN SELVITTÄMISEEN SUOMEN SOISSA

Käytännön turvetuotannon piirissä on jouduttu toteamaan, että turvesaannon arvioiminen pinta-ala- ja syvyystietojen pohjalla on melkein aina hyvin epätarkkaa. Usein ja varsinkin saraturpeiden osalta eivät turpeen maatuneisuustiedotkaan juuri tuo apua ongelmaan turpeen vesipitoisuuden suunnattoman vaihtelun takia niinkuin käy ilmi useista tutkimuksista: Samsonova et al. (1954), Tolonen & Saarenmaa (1979), Mäkilä (1980), Korpijaakko et al. (1981); poikkeava käsitys kuitenkin mm. Scott'in et al. (1980) tutkimuksessa.

Melkein yhtä epävarmaksi on osoittautunut turpeen energiapitoisuuden ennustaminen tavanomaisten, eri maissa käytettyjen maatumisastemenetelmien avulla (esim. Mäkilä 1980, Tolonen et al. 1982, Tolonen 1982). Siksi turvesaannon tarkempi arviointi on tehtävä joko ottamalla tilavuustarkat näytteet turvekerrostumista tai laskemalla turpeen tiheys (= ent. "todellinen" tilavuuspaino) turpeen *in situ* kosteuspitoisuuden avulla (ks. esim. Laine & Päivänen 1982).

Seurauksena kiinteästä riippuvuussuhteesta, joka luonnontilaisessa turvekerrostumassa (suopohjavesitason alapuolella) välittää turvekerrostuman vesipitoisuuden ja sen todellisen maatuneisuuden välillä, joka puolestaan suuresti määrää turpeen lämpöarvon, voidaan ajatella että turpeen luotettava maastokosteus saattaa olla mainituin edellytyksin myös hyvä turpeen energiapitoisuuden ennustaja. Tukea tämän periaatteen käyttökelpoisuudelle rahkasoissa on esiteltykin (Tolonen et al. 1981).

Kun riittävän monien kosteus- ja/tai tilavuustarkkojen näytteiden otto nykyisten kairausvälineiden avulla on kuitenkin kovin työlästä ja kallista laajoja turveinventointeja ajatellen TKK:n radiolaboratoriossa Espoossa on kehitelty nopea ja kevyt radioaaltoanturi, joka mahdollistaa turpeen *in situ* kosteusmittaukset (Tiuri & Toikka 1982). Uusi radioaaltokosteusmittari (radioaaltoanturi) perustuu dielektrisyysvakion ja tutkittavan aineen (turpeen) riippuvuussuhteeseen. Mittarin periaate ja ominaisuudet on kuvattu aiemmin (Tiuri & Toikka 1982). Anturia kokeiltiin kahdella rahkasuolla ja yhdellä sarasuolla (Taulukko 1) alkutalvesta 1981.

Kaikissa tähän mennessä tutkituissa tapauksissa radioaaltoanturin taajuuslukeman (vaimennusjaksoluvun) ja samoilta syvyyksiltä mittausreiän vierestä otettujen turpeiden laboratoriossa määriteltujen vesipitoisuuksien ja turpeen tiheysarvojen välillä oli hyvä lineaarinen korrelaatio (Kuvat 1—3, Taulukot 2—4). Selityskerroin ( $R^2$ ) vaihteli välillä 58—77 % kosteuspitoisuuden ja 65—76 % turpeen tiheyden (ent. tilavuuspaino) osalta tutkituissa kolmessa suossa. Vertailuun ei sisällytetty suopohjaveden pinnan yläpuolisia näytteitä. Käytännössä poisjätetty pintakerros oli 0.1—0.5 m paksuinen.

Tutkimuksissa rekisteröitiin myös mitauslaitteen turpeeseen lähettämän radioaallon heijastusvaimennus, mutta sen ei voitu todeta olevan selvässä riippuvuussuhteessa edellä mainittujen turpeen ominaisuuksien kanssa. Sen sijaan heijastusvaimennusarvojen vaihtelut näyttävät kuvastavan turvelajien vaihtelua (rahkaturve, saraturve jne.). Maastohavaintojemme mukaan resonanssitaajuuslukemat vaihtelivat samassa syvyydessä suuresti aivan lähekkäississäkin pisteissä (muutaman neliödesimetrin puitteissa), johtuen turvekerrosten pikupiirteisestä epähomogeenisuudesta (vrt. esim. Tolonen & Ijäs 1982). Tästä syystä kenttä- ja laboratoriomittauksen näytteet eivät ilmeisesti tarkalleen vastanneet toisiansa. Niinpä tuloksiamme onkin pidettävä lähinnä minimiarvoina radioaaltoanturin kykyjä puntaroidessa. Laboratoriomittauksessa (Tiuri & Toikka 1982), missä näyteparien eksaktius oli taattu, löydettiinkin selvästi parempi riippuvuus sekä resonanssitaajuuden ja turpeen tiheyden ( $R^2 = 81$  %), että turpeen vesipitoisuuden ( $R^2 = 88$  %) välille.

Näin ollen näyttää ilmeiseltä, että radioaaltoanturi mittaa varsin luotettavasti turpeen kosteuden ja tiheyden *in situ* turvekerrostumassa. Alustavat havainnot näyttävät osoittavan, että tätä seikkaa voitaisiin käyttää turvekerrostumien energiasisällön arvioimisen perustana (Kuvat 1 ja 5—6, Taulukko 5), varsinkin, jos lämpöarvo ilmaistaan tilavuusyksikössä turvetta.