

KIMMO TOLONEN ja LAURI IJÄS

TURVESAANNON ARVIOINTI SUOTYYPIN JA TURPEEN SYVYYDEN PERUSTEELLA

Estimation of peat yield of different peat deposit types

Tolonen, K. & Ijäs, L. 1990: Turvesaannon arviointi suotyypin ja turpeen syvyyden perusteella. (Abstract: Estimation of peat yield of different peat deposit types). — *Suo* 41:25–32. Helsinki. ISSN 0039-5471

Preliminary regression models are produced for the estimation of dry peat yield (tons) per unit area (hectare) for different types of peat deposits with different peat thickness. The models are based on 6 500 peat samples obtained for bulk density measurements from 245 vertical peat profiles (70 virgin and drained peatlands) in Finland. In general, the increase in the peat yield does not take place in 1:1 relationship with depth because average bulk density tends to decrease with peat deposit thickness. Fairly reliable estimates of the peat yield using depth and mire site type were obtained. R^2 values for the eight models representing eight different groups of "mire site types" ranged from 86.0 to 95.3%.

Keywords: Bulk density, mire site types, peat deposits, peat resources

K. Tolonen, Department of Biology, University of Joensuu, P.O. Box 111, SF-80101 Joensuu, Finland,

L. Ijäs, Vapo Ltd., P.O. Box 22, SF-40101 Jyväskylä, Finland.

JOHDANTO

Turvetyömailta saadut kokemukset ovat osoittaneet lähekkäisiltä alueilta korjattujen hehtaarisatojen vaihtelevan suuresti ja eräiden kenttien ehtyvän paljon suunniteltua nopeammin. Molemmat seikat johtuvat ennenkaikkea siitä, että turpeen kuiva-ainesisältö luonnon tilavuutta kohti eli turpeen tiheys (= ent. "todellinen" tilavuuspaino) vaihtelee erittäin laajoissa rajoissa turvekerrostumasta toiseen ja myös yksityisissä tutkimuspisteissä suon eri syvyyksissä (esim. Tolonen 1979). Karkeina raja-arvoina mainitun tutkimuksen mukaan voidaan pitää n. 25 kg/m³ (heikoim-

min maatuneissa ja märissä rahkaturpeissa) ja n. 220 kg/m³ (maatuneimmat puuturpeet). Toisaalta vasta 1970-luvun loppupuolelta lähtien maassamme tehdyissä tutkimuksissa selvisi, ettei turpeen tiheyttä voida ojitettujen soiden pintaosia lukuunottamatta (ks. Päivänen 1969, 1973) luotettavasti laskea turpeen maatumisastetietojen (v. Post) arvoista regression avulla (Korpijaakko 1975, Tolonen & Saarenmaa 1979, Tolonen ym. 1981, 1982a, b) tietämättä turpeen vesipitoisuutta (vrt. Samsonova ym. 1954, Scott ym. 1979, Laine & Päivänen 1983, Mäkilä 1987).

Huomionarvoista on, että eri tutkimuksissa viime vuosina saadut tulokset olivat varsin yhteneväisiä, eivätkä muutkaan maatuneisuuden määrittäminen menetelmät johdaneet sen parempiin ennustearvoihin kuin v. Post'in tunnettu kenttämenetelmä (Tolonen 1982).

Aikaisemmassa läänittäisessä ja valtakunnallisessa turve-energian arvioinnissa (Turvekomitean mietintö 1983) on käytetty Mäkilän (1980a, b) Toholammin alueen soista saamaa regressioanalyysin tulosta, joka perustuu noin 500 näytteeseen turpeen tiheyden ja maatumisasteen riippuvuudesta.

Mainitun tutkimuksen mukaan lineaari-regression korrelaatiokerroimet v. Postin maatumisasteen ja turpeen tiheyden välillä olivat koko aineistolle $r = 0,686$ ($R^2 = 47,1\%$), rahkaturpeille $r = 0,741$ ($R^2 = 54,9\%$), sararahkaturpeille $r = 0,564$ ($R^2 = 31,8\%$), saraturpeille $r = 0,223$ ($R^2 = 5,0\%$) ja rahkasaraturpeille $r = 0,706$ ($R^2 = 49,8\%$). Mäkilän saama tulos on erittäin hyvin sopusoinnussa toistenkin koko turvekerrostumat huomioonottavien tutkimustulosten kanssa (esim. Korpijaakko 1975, Saarenmaa 1980, Korpijaakko ym. 1981).

Käytännön johtopäätös oli, että varsinkin saraturpeiden osalta vakavan suunnittelun on perustuttava turpeen tiheystietojen hankintaan joko tilavuustarkkojen näyteprofiilien kairaamisen avulla (ks. Korpijaakko ym. 1981, Tolonen & Ijäs 1982) tai varsin luotettavan radioaaltoanturin avulla (Tiuri & Toikka 1982, Tolonen ym. 1982b). Nykyinen arvio Suomen turvevaroista (Lappalainen & Toivonen 1985) perustuukin turpeen tiheyden määrittäykseen, vaikkakin vielä monin osin suurien alueiden keskiarvojen pohjalta.

Kolmantena menetelmänä Mäkilä (1987) esittää kaavat suon energiasisällön laskemiseksi turpeen vesipitoisuuden ja maatumisasteen perusteella, jolloin myös vesipitoisuus voidaan arvioida maastohavaintojen pohjalta.

Seuraavassa tarkastelussa esitetään neljäs menetelmä, joka perustuu turvekerrostuman vetisyyden tai sen kuivatus- (ja tiivistymis-) asteen ja toisaalta luonnontilaisen suon vetisyyden ja suotyypin väliseen kiinteään yhteyteen. Suon vetisyys suurissa puitteissa taas määrää turpeen keskimääräisen hehtaarisäannon vaihtelun, jos verrataan saman paksuisia ja tuhkapitoisuudeltaan suurinpiirtein samanlaisia turvekerrostumia. Tämä pätee melko hyvin suovedenpinnan alaisiin turpeisiin, joiden kaasupitoisuus vaihtelee normaalisti suhteellisen vähän ollen tavallisesti noin 5% (Laine & Päivänen 1983). Ojitettujen soiden ja turvetyömaiden osalta tilannetta lähestytään ilman teoreettista pohdintaa empiirisen aineiston valossa.

Tämä artikkeli perustuu 28.1.1983 laadittuun tutkimusraporttiin. Raportissa esitettyjä kaavoja ei valitettavasti ole voitu jälkikäteen täydentää hajonnan tunnuksin, vaan ne julkaistaan alkuperäisessä asussaan.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Suomen Akatemian projekti 175:n tutkimusten vuosien 1976–1982 aineistoon eri puolilta Suomea (kuva 1) kuuluu yhteensä 93 turveprofiilia 21 suolta, (taulukko 1). Turvekerroksen paksuus niissä vaihtelee 0,7–8,3 m. Yleensä 10 cm korkuisina näytteinä tutkittujen turpeen tiheysmääritysten kokonaismäärä on noin 2 300 kpl.

Vapo Oy:n Keski-Suomen turvepiirin alueelta keräämä aineisto on vuosilta 1979–1982 ja käsittää yhteensä 152 tutkimuspistettä (noin 50:ltä suolta) ja noin 4 200 kuivattua näytettä (taulukko 1). Syvimät suot siinä aineistossa olivat 4,9 m, matalimmat 0,7 m.

Molemmat aineistot on hankittu samoin vakiomenetelmin, joiden yhtenäistämiseen kiinnitettiin erityistä huomiota. Suurin osa näytteistä on otettu 100 x 50 mm venäläisellä kairalla (ks. Tolonen & Ijäs 1982),

pintanäytteet läpimitaltaan 120 mm teräslieriöllä. Turpeen tiheysarvoihin (+105°C) ei ole tehty tuhkakorjauksia. Tutkimuspisteen turpeen hehtaarisaaanto (kuivaa turvetta) on saatu kaavasta:

$$(1) M = d \times D_b \times 10\,000,$$

jossa M = kuivaturpeen massa tonnia hehtaarilla, d = turvekerroksen paksuus, m, D_b = tutkimuspisteen turvekerroksen keskimääräinen turpeen tiheys (kaikkien näytteiden tiheysarvojen aritmeettinen keskiarvo) kg/m^3 .

TULOKSET JA TARKASTELU

Kun taulukko 1:n eri tutkimuspisteitten kuiva-ainemäärät järjestettiin syvyytensä perusteella koordinaatistoon (kuva 2), huomattiin, että turvekerrostuman teoreettinen hehtaarin kuiva-ainesaanto ei syvyyden lisääntyessä kasva suhteessa 1:1, vaan kuluu syvemmälle mennessä. Tämä johtuu siitä, että yleisesti ottaen paksuturpeisimmat suot ovat mätäspintaisia, heikoimmin maatuneita ja turpeen tiheys niissä on alhaisempi kuin matalammissa soissa.

Toisaalta huomattiin, että havaintopisteet järjestäytyivät koordinaatistossa niin, että märimmät avosuot (rimpinevat ja kuljunevat, kuvaaja 8 kuvassa 2) jäivät selvästi jälkeen kaikista muista suotyypeistä. Tuotantokentät, turvetyömaiden ojitetut ja valmistellut alueet ja varsinaiset korvet (ja matalammilla syvyysalueilla isovarpu- ja korpikämmet) saivat jyrkimmät kuvaajansa mainitussa järjestyksessä. Harvapuiset rämeet (RaR, TR, SR) ja nevat (märimmät

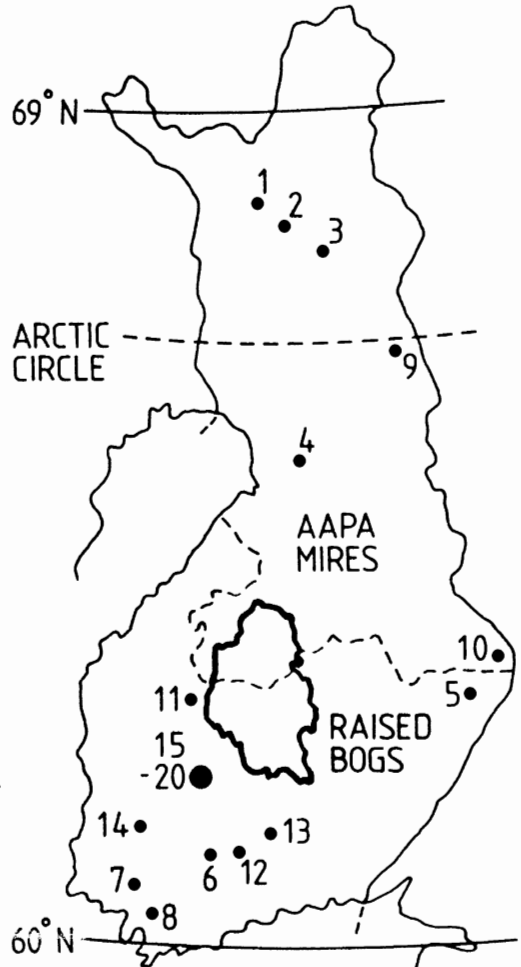


Fig. 1. Location of the peat profiles obtained within the study project Nr. 175 of the Academy of Finland in 1976–1982 (Tolonen & Saarenmaa 1979) and of the peat district of Middle Finland of Vapo Ltd.

1. Ahvenjärvenvuoma, Kittilä; 2. Silmäsvuoma, Kittilä; 3. Jänkävuopajanaapa, Sodankylä; 4. Takasuo, Ylikiiminki; 5. Linnasuo, Tuupovaara; 6. Suurisuo, Turenki; 7. Punassuo, Perniö; 8. Suo, Pukkila, Muurla; 9. Haukkarimpi, Kuusamo; 10. Puohtiinsuo, Ilomantsi; 11. Suolamminneva, Ähtäri; 12. Laaviosuo + Kaurastensuo, Lammi; 13. Varrassuo, Hollola; 14. Pesänsuo, Mellilä; 15. Siikaneva, Ruovesi; 16. Viheriäisneva, Orivesi; 17. Lapinneva, Juupajoki; 18. Nuijasuo, Juupajoki; 19. Lamminsuo, Juupajoki; 20. Lakkasuo, Orivesi; 21. Riitasuo, Ähtäri.

Kuva 1. Suomen Akatemian tutkimushankkeen n:o 175 tutkimuskohteet vuosilta 1976–1982 (Tolonen & Saarenmaa 1979) ja Vapo Oy:n Keski-Suomen turvepiirin alue.

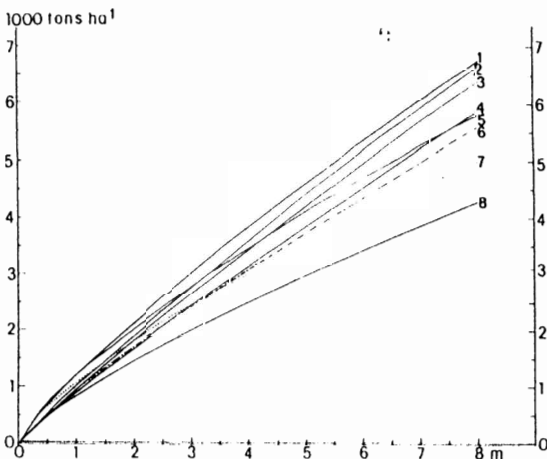
Taulukko 1. Turvekerrostuman syvyyden (x, m) ja kuivan (+105°C) turpeen hehtaarisannon (y, 1 000 tn/ha) väliset regressioyhtälöt ($y = ax^b$) kahdeksalle eri kerrostumaryhmälle. Aineisto K. Tolosen (numerot 3 ja 5–8) ja Vapon Keski-Suomen turvepiiriin (1–2 ja 4) keräämiä.

Table 1. Regression equations ($y = ax^b$) for the depth of peat deposits (x, m) and the yield of oven dry (+105 °C) peat (y, in 1 000 metric tons per hectare) in eight different site type groups (graphs 1 through 8). The data for groups 3 and 5 through 8 provided by K. Tolonen and data for groups 1, 2 and 4 by Vapo Ltd. See Heikurainen & Pakarinen 1982 for the site types.

Tyypiryhmä – Site type group	n	Regression model		
		a	b	R ² %
1. Korjuukentät – Peat harvesting areas	36	1206.5	0.87	94.1
2. Valmistelualueet – Areas under preparation for peat mining	22	995.9	0.92	85.9
3. Puiset korvet (VK jne.) – Ordinary spruce swamps (VK etc.)	12	957.3	0.91	89.7
4. Muut Keski-Suomen metsäojitetut tai ojittamattomat suot kuin 1 ja 2 – Other drained plus undrained peatlands in Central Finland not belonging to groups 1 or 2	94	887.7	0.91	92.0
5. Isovarpuiset rämeet (IR, KR) – Dwarf shrub pine bogs (IR) and spruce-pine swamps (KR)	14	1200.8	0.761	93.3
6. Heikkopuustoiset rämeet (RaR, TR, NR) – Pine mires with weakly developed tree stand (S. fuscum pine bogs, cotton grass pine bogs, sedge pine fens)	35	938.3	0.852	87.4
7. Avosuot (SN jne) – Treeless mires with lawn vegetation (various sedge fens etc.)	15	1072.9	0.74	92.2
8. Rimpinevat ja kuljunevat – Wet treeless mires (flark = rimpi fens and bog hollows)	17	839.1	0.784	95.3

tyypit pois lukien) jäivät edellisen ryhmän ja rimpinevojen väliin.

Muodostuneet kuvaajat ovat eksponenttiyhtälön $y = ax^b$ mukaiset ja noudattavat varsin hyvin havaintopisteitä (R² vaihteli rajoissa 86,0–95,3%).



Tämänlaatuisella käyrästä sitten, kun se voidaan perustaa riittävän monien ja koko alueellisen ja suokerrostumien tyypittäisen vaihtelun huomioonottavaan aineistoon, on merkitystä turvetalouden esisuunnittelun pohjaksi. Tulosta täytyy pitää esimerkin kaltaisena karkeana mallina ja lähinnä pätevänä vain Keski-Suomen turvepiiriin soille.

Kuva 2. Vedettömän turpeen määrän riippuvuus turvekerrostuman tyypistä ("suotyyppistä") ja suon syvyydestä. Regressioyhtälöt ja aineisto kuvattu taulukossa 1.

Fig. 2. Relationship between the yield of oven dry (+105 °C) peat and the depth of peat deposit for different types of peat deposits (curves 1 through 8) according to regression equations given in Table 1.

Taulukko 2. Turpeen tiheyden (vedetön massa kg/suo m³) likimääräisiä arvoja taulukon 1 yhtälöiden pohjalla erityyppisille ja eri syvyisille turvekerrostumille. Ryhmät kuten taulukossa 1.

Table 2. The average bulk density (dry at +105 °C) of peat as calculated from the equations given in Table 1 for the eight different groups of peat deposits at 1 m depth intervals. Groups as in Table 1.

Syvyys m – Depth m		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Ryhmä – Group	1.	119	107	100	95	92	89
	2.	99	94	91	89	88	86
	3.	96	90	87	85	83	82
	4.	88	83	80	78	77	76
	5.	119	94	89	82	78	74
	6.	94	85	80	77	75	73
	7.	107	90	81	75	71	67
	8.	82	72	66	62	59	57

Vapon turvepiireissä on vuosista 1982–1983 lähtien kerätty yhtenäisin menetelmin tiedostoa eri tyyppisten soiden ja turvetuotantoalueiden kuiva-ainemääristä tilavuustarkkojen näytteiden avulla. Näistä tiedoista on tarkoitus laatia yleispätevämmät saantokäyrästöt edellä kuvatun esimerkin mukaisesti erilaisille kerrostumatyypeille.

On todennäköistä, että yksityiskohtainen ja tarkka turpeensaantoennuste senkin jälkeen on mahdollista tehdä vain paikan päällä kulloinkin suoritettavalla näytteenotolla, taikka vaihtoehtoisesti uusilla joko radioaaltoelektronikalla tai kehiteltävinä oleviin muihin uusiin eksakteihin kosteudenmittausmenetelmiin, kuten esim. infrapuna-analyysiin (ns. optinen säietekniikka), perustuvilla epäsuorilla tavoilla.

Käyrästä voidaan luonnollisesti lukea myös eri tyyppisten soiden keskimääräinen turpeen tiheys (kg kuivaa turvetta/

m³) minkä tahansa syvyisessä suossa 0–8 m välillä jakamalla hehtaarisuunta luvulla 10 000 x syvyys metreissä. Taulukkoon 2 on koottu likimääräisiä turpeen tiheysarvoja eräille kerrostumatyypeille (laskettu käyrästä regressioyhtälöistä).

Näitä arvoja on mielenkiintoista verrata Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) esittämän läänikohtaisen ja valtakunnallisen turvevarataulukon kanssa (Lappalainen & Toivonen 1985, taulukko 2). GTK:n arvio Keski-Suomen läänin yli 50 ha:n suuruisen soiden yli 2 m syvien osien keskimääräiseksi syvyydeksi on 2,99 m ja turpeen tiheydeksi 91 kg/m³. Meidän käyrästömme mukaan Keski-Suomen turvepiirin ojitetujen ja ojittamattomien, mutta toistaiseksi turvetuotannon ulkopuolella olevien kolmen metrin syvyisten soiden (n = 94) keskimääräinen turpeen tiheys on 80,4 kg/m³, mikä on 88,3% GTK:n arvosta.

KIRJALLISUUS

Heikurainen, L. & Pakarinen, P. 1982: Mire vegetation and site types. — In: Laine, J. (ed.), Peatlands and their utilization in Finland: 14–23. Finnish Peatland Society and Finnish National Committee of the International Peat So-

ciety. Helsinki.

Korpijaakko, M. 1975: Studies on the hydraulic conductivity of peat. — Ph.D. thesis. University of New Brunswick, Canada. 121 pp.

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* 32:39–42.
- Laine, J. & Päivänen, J. 1982: Water content and bulk density of peat. — *Proc. Int. Symp. IPS Comm. IV and II. "Peat, its properties and perspectives of utilization"*, Minsk, USSR, September 20–25: 422–430.
- Lappalainen, E. & Toivonen, T. 1985: Laskelmat Suomen turvevaroista. (Summary: Estimates of Finland's peat resources). — *Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti* 72:1–109.
- Mäkilä, M. 1980a: 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.
- Mäkilä, M. 1980b: Toholammin turvevarojen käyttökelpoisuus ja turpeen ominaisuuksien välinen riippuvuus. — *Fil.lis.tutkielma. Turun yliopiston Maaperägeologian laitos.*
- Mäkilä, M. 1987: Suon energiasisällön laskemisen turpeen vesipitoisuuden ja maatumisasteen perusteella. (Summary: Calculation of the energy content of peat deposits on the basis of the water content and humification degree of peat). — *Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti* 77:1–35.
- Post, L. von 1922: Sveriges geologiska undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunna resultat. — *Sv. Mosskulturför. Tidskr.* 1:1–19.
- Päivänen, J. 1969: The bulk density of peat and its determination. — *Silva Fennica* 3:1–19.
- Päivänen, J. 1973: Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. — *Acta For. Fennica* 129:1–70.
- Saarenmaa, L. 1980: Luonnontilaisten turpeiden todellisen tilavuuspainon ja eräiden maatumisasteen määrittämis menetelmien vertailu. Pro gradu-töy suomensäätieteessä MMK-tutkintoa varten. Helsingin yliopiston suomensäätieteen laitos, Helsinki. 89 s.
- Samsonova, N.N., Belekopytova, I.E. & Varenzova, V.S. 1954: *Spravotsnik po torfu*. (Handbook of peat.) — *Gosenergoizdat*, 722 s. Moscow–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*: 37–49. Institute of Gas Technology.
- Tiuri, M. & Toikka, M. 1982: Radiowave probe for in situ moisture measurement of peat. — *IPS Symposium "Peat, its properties and perspectives of utilization"*, Minsk, USSR, September 14–25, 1982, myös *Suo* 33(3): 65–70.
- Tolonen, K. 1979: Peat as a renewable resource: long-term accumulation rates in Northerneuropean mires. — *Proc. Int. Symp. on Classification of Peat and Peatlands, Hyytiälä, Finland, September 17–21, 1979*: 282–296. International Peat Society, Helsinki.
- Tolonen, K. 1982: Usefulness of five common methods of determining the degree of decomposition in estimating the amount and energy content of fuel peat in Finland. (Tiivistelmä: Viiden yleisesti käytetyn maatumisasteen määrittämis menetelmän käyttökelpoisuus polttoturpeen määrän ja energiapitoisuuden arvioimisessa). — *Suo* 33:133–142.
- 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. September 17–21, 1979*: 227–238. International Peat Society, Helsinki.
- Tolonen, K., Davis, R.B. & Gelinas, D.A. 1981: Peat accumulation in and landsat mapping of the peatlands of Maine. — *Progress Report II, May 7, 1981 to State Geologist, Dept. of Conservation, State House, Maine 0433, USA*, 35 pp. + 4 App.
- Tolonen, K. & Ijäs, L. 1982: Comparison of two peat samplers used in estimation of dry peat yield in field inventories. (Tiivistelmä: Turveisaannon arviointiin käytetyn kahden suokairan vertailu). — *Suo* 33:33–42.
- Tolonen, K., Keys, D. & Klemetti, V. 1982a: Predicting energy content of in situ peats by means of their moisture content and bulk density. (Tiivistelmä: Luonnontilaisen turvekerrostuman energiasisällön ennustamisesta maastokosteuden ja todellisen tilavuuspainon avulla). — *Suo* 33:17–24.
- Tolonen, K., Tiuri, M., Toikka, M. & Saari-lahti, M. 1982b: Radiowave probe in assessing the yield of peat and energy in peat deposits in Finland. (Tiivistelmä: Radioaaltoanturin käyttömahdollisuudet turpeen määrän ja energiasisällön selvittämiseen Suomen soissa). — *Suo* 33:105–112.
- Turvekomitean mietintö 1983: Komiteanmietintö 1983(4). 213 s. Helsinki.

SUMMARY:

ESTIMATION OF PEAT YIELD OF DIFFERENT PEAT DEPOSIT TYPES

Experiences in peat winning have shown that the total peat yields obtained from different harvesting areas can vary considerably and that certain areas can be exhausted more quickly than what was planned. This is because the (dry) bulk density of peat varies within very a wide range, both from one peat deposit to another and in different depth zones and in different mire site types within one and same peatland (e.g. Tolonen 1979). Numerous studies have shown that, with the exception of the surface peat layers in drained peatlands (Päivänen 1969, 1973), the bulk density of peat cannot be reliably estimated on the basis of the degree of decomposition (v. Post) unless the moisture content is known (Samsonova et al. 1954, Scott et al. 1979, Laine & Päivänen 1983, Mäkilä 1987). Predictions of peat density and energy yield using peat humification determined by various laboratory methods have equally been unsuccessful (Tolonen 1982).

Several regression models have been developed to estimate the amount of peat resources. Despite their inaccuracy, the regression equations developed by Mäkilä (1980a), where degree of decomposition (v. Post) was the independent variable were used earlier to estimate the provincial and nation-wide peat energy resources in Finland.

At the present, estimates of peat resources are based on direct borings of representative bulk density profiles (Lappalainen & Toivonen 1985) using appropriate devices (Korpijaakko et al. 1981). This approach is reliable but laborious and slow. Many regional estimates are based on average bulk density values for given areas which may be as large as provinces in some cases. The radiowave probe is another possible method (Tiuri & Toikka 1982, Tolonen et al. 1982b). A third method (Mäkilä

1987) involves calculating the energy yield (energy density) of peat deposits on the basis of their moisture content as determined in laboratory and degree of decomposition. In this approach the moisture content can also be estimated by means of field observations.

In this paper we present a fourth method for estimating the peat yield from both virgin and drained peatlands. It is based on the strong correlation that exists between the moisture content and the amount of auto-compaction (plus creep) in drained peatlands. In virgin mires a similar relationship usually prevails between the wetness of the site and the vegetation as described by mire site type. In peat deposits of equal thickness and of approximately equal ash content, the wetness of the site and the moisture content of the peat deposit determines, within wide limits, the yield of dry peat per unit area. This is the case for the catotelm in virgin mires, where there is normally little variation in the gas content, which is usually about 5% (Laine & Päivänen 1983). Regarding drained peatlands and peat harvesting areas, we have approached the problem by means of empirical data.

The data were collected in the years 1976–1982 from 245 coring sites located on seventy different peatlands in Finland. Samples of the surface peat layers were taken with a stainless steel cylinder (inner diam. 120 mm) and from the deeper layers with a Russian peat sampler (100 x 500 mm). The samples were usually 10 cm thick and numbered 6 500 in total. For each coring site the dry (+105°C) peat yield was calculated as follows:

$$M = d \times D_b \times 10\,000,$$

where M = the dry peat mass in metric tons per hectare, d = the thickness of peat

deposit, m , and D_b = the arithmetic mean bulk density of all samples at the coring site (no ash correction) in $kg\ m^{-3}$.

The regression models (Table 1 and lines (Fig. 2) clearly show that the average dry peat yield does not follow a 1:1 increase within the increasing peat thickness. The increase in the yield is less in deeper peat deposits and this is because average bulk density values (D_b) decrease with peat deposit thickness. The different virgin mire sites, however, differed considerably in this respect. The most moist site types (rimpi = flark fens and moss hollow mires) clearly had the lowest peat yield values while the peat harvesting areas, areas drained or prepared for that purpose, and the ordinary spruce swamps, had the highest yield values. The pine bog types with poorly developed pine stands (*Sphagnum fuscum* pine bogs and cottongrass pine bogs), as well as sedge pine mires, have regression slope coefficients somewhat between those of the two groups mentioned above.

The relationship between the dry peat yield and the thickness of the deposits was found to follow fairly well an exponential model, $y = ax^b$ (Table 1 and Fig. 2), when the observation points were grouped according to the above "mire site types" ($R^2 = 0.86-0.95$).

The average bulk density values for peat deposits of different kinds and with a thickness of 1 to 6 m have been calculated from the equations given in Table 1 (Table 2). An interesting comparison was made between the average bulk density value for peat deposits thicker than 2 m and larger than 50 ha given by the Geological Survey of Finland (GTK) (Lappalainen & Toivonen 1985) and the corresponding values as calculated from our regression model no. 4 for the same area and thickness. The average values were $91\ kg/m^3$ (GTK) and $80\ kg/m^3$ (the present study), respectively.

More empirical data are required to increase the reliability and precision of peat deposit yield prediction.

Received 13.XII.1989

Approved 20.III.1990