

PAULI HÄNNINEN

TURPEEN TIHEYDEN, VESIPITOISUUDEN, TUHKAPITOISUUDEN JA LÄMPÖARVON RIIPPUVUUS SYVYYDESTÄ SARAVALTAISISSA SOISSA

THE EFFECT OF DEPTH ON DRY DENSITY, WATER CONTENT, ASH CONTENT AND HEATING VALUE OF CAREX PEAT

Hänninen, P. 1983: Turpeen tiheyden, vesipitoisuuden, tuhkapitoisuuden ja lämpöarvon riippuvuus syvyydestä saravaltaisissa soissa. (The effect of depth on dry density, water content, ash content and heating value of Carex peat.) — Suo 34: 57—71. Helsinki.

In sedge dominated peat deposits the dry matter content of peat is highest near the surface and decreases with increasing depth. The reason for this trend is the increase in water content of sedge peat with depth. The dry matter content is highest between the depths of 40 and 140 cm. The ash content is lowest and, accordingly, the heating value highest also within these depths.

P. Hänninen, Geological Survey of Finland, P.O.BOX 237, SF-70101 Kuopio 10, Finland.

JOHDANTO

Turpeen kuivatilavuuspainoa, vesipitoisuutta, tuhkapitoisuutta ja lämpöarvoa sekä niiden keskeisiä riippuvuussuhteita on käsitelty kirjallisuudessa hyvinkin runsaasti. Sekä turpeen kuivatilavuuspainon ja maatuneisuuden välisestä riippuvuudesta (esim. Päivänen 1969, Korpijaakko & Radforth 1972, Tolonen & Saarenmaa 1979, Mäkilä 1980) että kuivatilavuuspainon ja veispitoisuuden välisestä riippuvuudesta (esim. Korpijaakko 1975, Korpijaakko et al. 1981, Laine & Päivänen 1982) on julkaistu Suomessa useita tutkimuksia. Useat tutkijat ovat selvittäneet myös tuhkapitoisuuden vaikutusta turpeen lämpöarvoon (esim. Salmi 1947, Soveri 1948). Tässä tutkimuksessa selvitetään näiden tekijöiden sekä syvyyden välistä riippuvuussuhdetta.

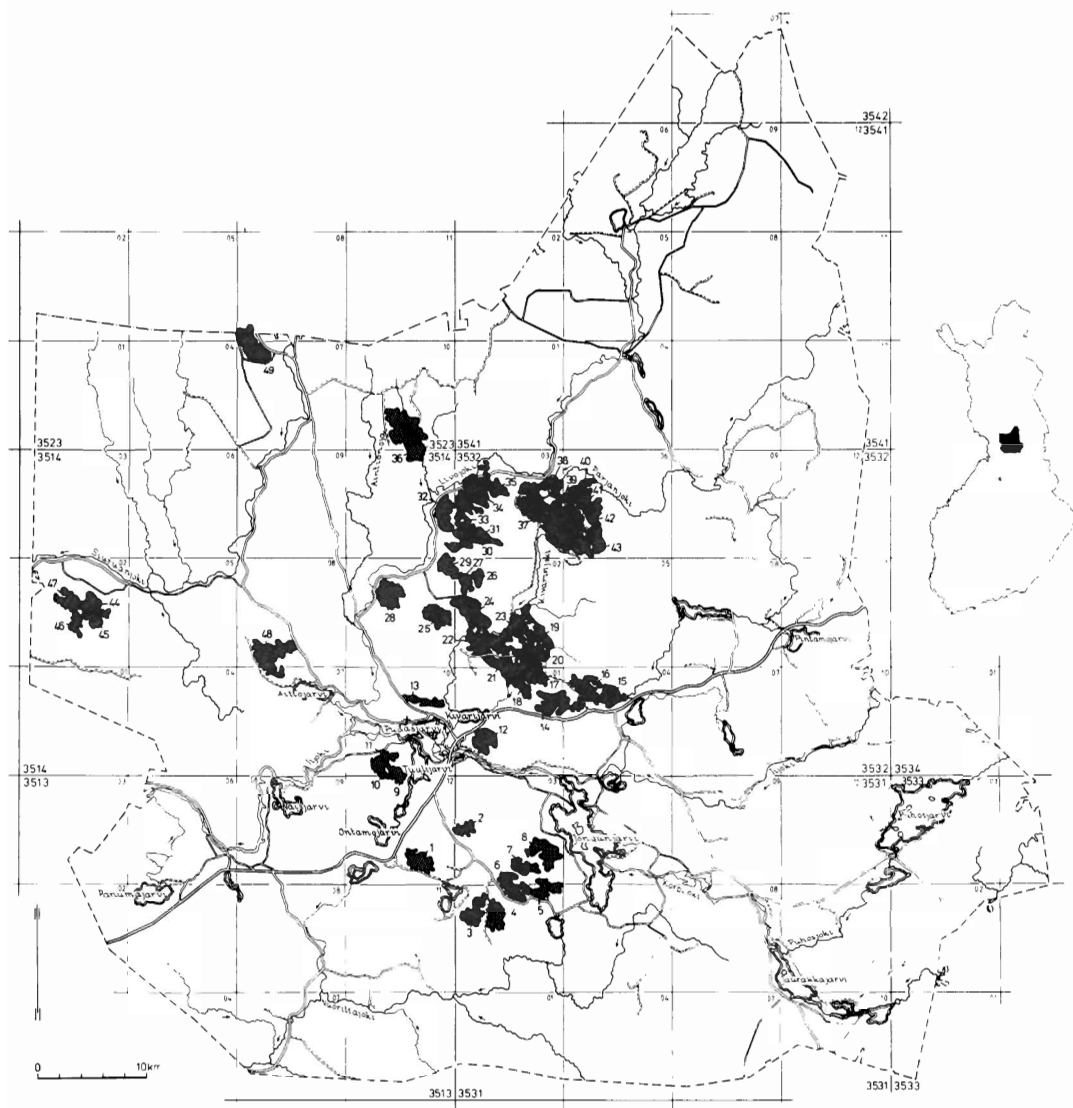
AINEISTO JA MENETELMÄT

Aineisto on kerätty Geologisen tutkimuslaitoksen tekemän Pudasjärven kunnan turvein-

ventoinnin yhteydessä (Hänninen 1983). Tutkimusalueen suot kuuluvat Pohjanmaan aapasuo yhdistymätyyppiin (Ruuhijärvi 1960, Eurola 1962). Valtaosa alueen teollisesti käytökelpoisesta turpeesta on heikosti tai kohtalaisesti maatunutta saravaltaista turvetta. Tästä johtuen tutkimuksessa käsitellään vain saravaltaisia turpeita.

Näytteitä otettiin 49:ltä eri puolilla Pudasjärven kuntaa sijaitsevalta suolta (kuva 1). Näytteitä otettiin kuivilta muuttumilta ja ojikoilta sekä märiltä, luonnontilaisilta soilta. Kaikilta näytepisteiltä pintanäytteet 0—20 cm ja 20—40 cm otettiin käsin leikkaamalla. Vesipitoisuus- ja kuivatilavuuspainonäytteet otettiin tilavuustarkalla mäntäkairalla (Korpijaakko 1981). Myös tuhkapitoisuus- ja lämpöarvomäärityksiä varten näytteet otettiin pääosin tilavuustarkalla mäntäkairalla. Näytteiden turvelaji sekä maatuneisuus 10-asteikolla määritettiin kentällä.

Vesipitoisuus- ja kuivatilavuuspainomääri-



- | | | | | |
|--------------------|---------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|
| 1. Iso-Pasko | 11. Hollonsuo | 21. Iso Ahmasuo | 31. Ruostesuo | 41. Mutkavaulunsuo |
| 2. Talassuo | 12. Lämpsänsuo | 22. Ahmasuo | 32. Penikkasuo | 42. Murtosuo |
| 3. Verkonlamminsuo | 13. Kaahainsuo | 23. Lusikkasuo | 33. Koivusuo | 43. Jousisuo-Palosuo |
| 4. Sammakkosuo | 14. Sadinselänsuo | 24. Ällinsuo | 34. Ahosuo | 44. Epäilyksensuo |
| 5. Laulajasuo | 15. Nivasuo | 25. Väliahonsuo | 35. Peurasuo | 45. Paratiisinsuo |
| 6. Keskijärvensuo | 16. Nälkäsuo | 26. Palosuo | 36. Peräsuo | 46. Pieni Paratiisinsuo |
| 7. Kalettomansuo | 17. Pitämäsuo | 27. Katusuo | 37. Pärjänsuo | 47. Kuikkasuo |
| 8. Haaposuo | 18. Syrjänsuo | 28. Metsosuo | 38. Pökkiösuo | 48. Matkalamminsuo |
| 9. Sarjosuo | 19. Iso-Kontiosuo | 29. Savisuo | 39. Lintuperänsuo | 49. Karhusuo |
| 10. Ojasuo | 20. Pikku-Kontiosuo | 30. Haarasuo | 40. Kiiskisuo | |

Kuva 1. Näytteenottoaikaisten sijainti.

Fig. 1. Location of the sampling sites.

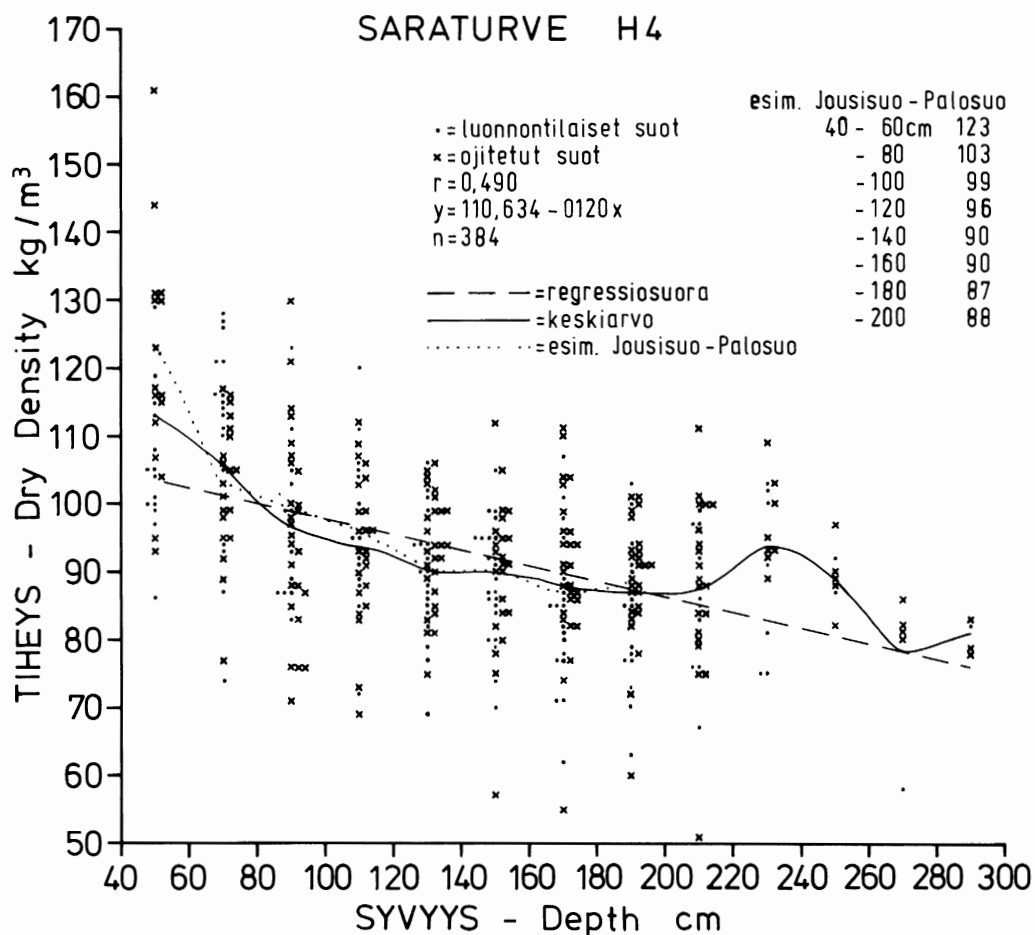
tyksiä varten 839 turvenäytettä kuivattiin lämpökaapissa 105 C. Tuhkapitoisuusmäärittäjiä varten 947 näytettä hehkutettiin 815 ± 25 C vähintään 18 tuntia (turveteollisuusliitto 1976). LECO AC-200 -kalorimetrillä (ASTM D 3286) tehtiin 593 lämpöarvomäärittästä.

Kuvissa 2a—6a on esitetty tuhkillinen kuivatilavuuspaino syvyyden funktiona. Kuvissa 2b—6b on esitetty vesipitoisuus syvyyden funktiona. Vesipitoisuus on käännettyssä järjestyksessä, jotta kuivatilavuuspaino ja vesipitoisuus olisivat helpommin verrattavissa toisiinsa. Kuvissa 2—6 on katkoviivalla esitetty regressiosuora ja yhtenäisellä viivalla keski-

arvo sekä kuvaa 3 lukuunottamatta pistevii-valla erimerkkitapaus suosta jossa turve on eri syvyyksillä turvelajin ja maatuneisuuden puolesta homogeenista. Lämpöarvot on kuvissa 7—8 käännettyssä järjestyksessä. Tuhkapitoisuus on ilmoitettu prosentteina kuiva-aineesta. Aineistosta on jätetty pois runsastuhkainen (>10 %) pohjaturve. Lämpöarvot on ilmoitettu ilman tuhkakorjausta kuivan turpeen tehollisina lämpöarvoina (MJ/kg).

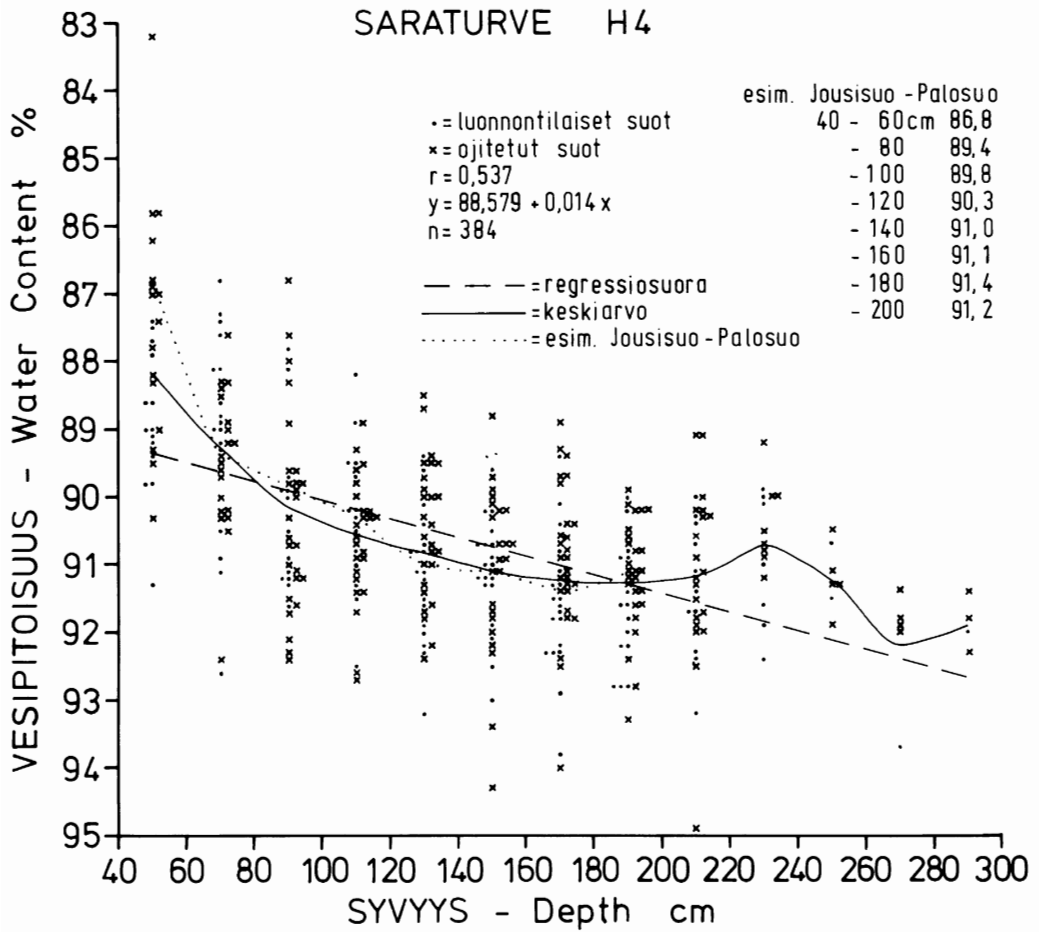
TULOKSET

Saravaltaisilla turpeilla kuivatilavuuspaino on suurin suon pinnassa ja se laskee syvyyden



Kuva 2a. Heikosti maatuneen (H4) saraturpeen kuivatilavuuspainon riippuvuus syvyydestä.

Fig. 2a. Regression between dry density of slightly humified (H4) Carex peat and depth.



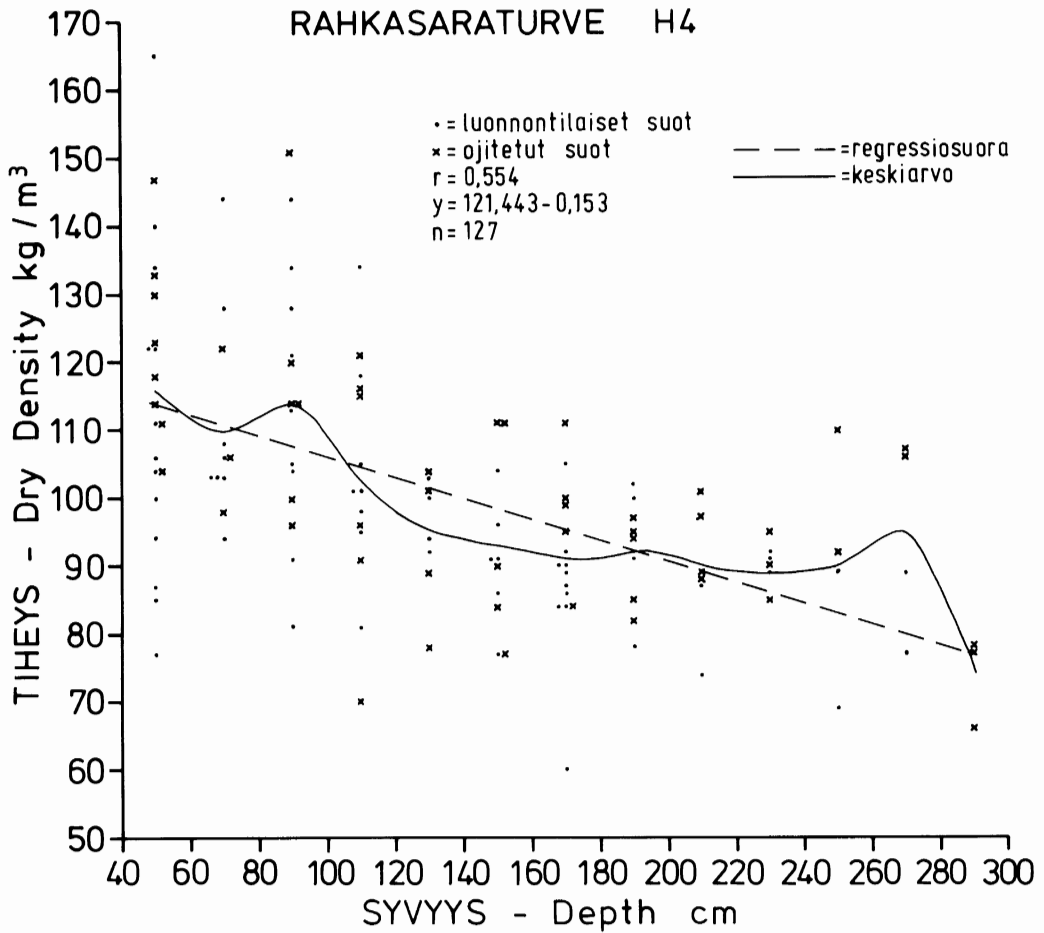
Kuva 2b. Heikosti maatuneen (H4) saraturpeen vesipitoisuuden riippuvuus syvyydestä.

Fig. 2b. Regression between water content of slightly humified (H4) Carex peat and depth.

Taulukko 1. Vesipitoisuuksien ja kuivatilavuuspainojen keskiarvot ja vaihteluväli maatumisasteittain ja turvelajeittain. C=Carex ja SC=Sphagnum-Carex.

Table 1. The mean and variation limits of water content and dry density in different peat types. C=Carex and SC=Sphagnum-Carex.

Turvelaji Peat type	Maatuneisuus, H Degree of humification, H	Vesipitoisuus % Water content %		Kuivatilavuuspaino, kg/m ³ Dry density, kg/m ³		Näytteiden lukumäärä Number of samples n
		\bar{x}	vaihteluväli variation limits	\bar{x}	vaihteluväli variation limits	
sara C	4	90,6	83,2—94,7	94	161—51	384
rahasara SC	4	89,9	83,1—93,8	101	165—66	127
sara C	5	89,9	83,4—93,2	102	162—55	111
rahasara SC	5	89,7	83,9—94,8	106	166—62	158
rahasara SC	6	88,3	82,8—92,0	118	172—71	59



Kuva 3a. Heikosti maatuneen (H4) rahkasaraturpeen kuivatilavuuspainon riippuvuus syvyydestä.

Fig. 3a. Regression between dry density of slightly humified (H4) Sphagnum-Carex peat and depth.

Taulukko 2. Tuhkapitoisuuksien ja lämpöarvojen keskiarvot ja vaihteluväli maatumisasteittain ja turvelajeittain. C = Carex ja Sc = Sphagnum-Carex.

Table 2. The mean and variation limits of ash content and heating value in different peat types. C = Carex and SC = Sphagnum-Carex.

Turvelaji Peat type	Maatuneisuus H Degree of humification	Tuhkapitoisuus % Ash content %		Näytteiden lukumäärä Number of samples	Lämpöarvo MJ/kg Heating value MJ/kg		
		\bar{x}	vaihteluväli variation limits		\bar{x}	vaihteluväli variation limits	n
rahkasara SC	4	4,1	12,3—0,6	494	20,8	17,6—24,3	330
rahkasara SC	4	4,2	12,2—0,9	152	20,8	17,4—24,7	79
sara C	5	4,0	6,9—1,0	107	21,3	19,4—24,5	59
rahkasara SC	5	3,5	7,1—0,4	135	21,7	19,8—24,9	90
rahkasara SC	6	2,8	5,8—0,8	59	22,2	19,9—24,1	35

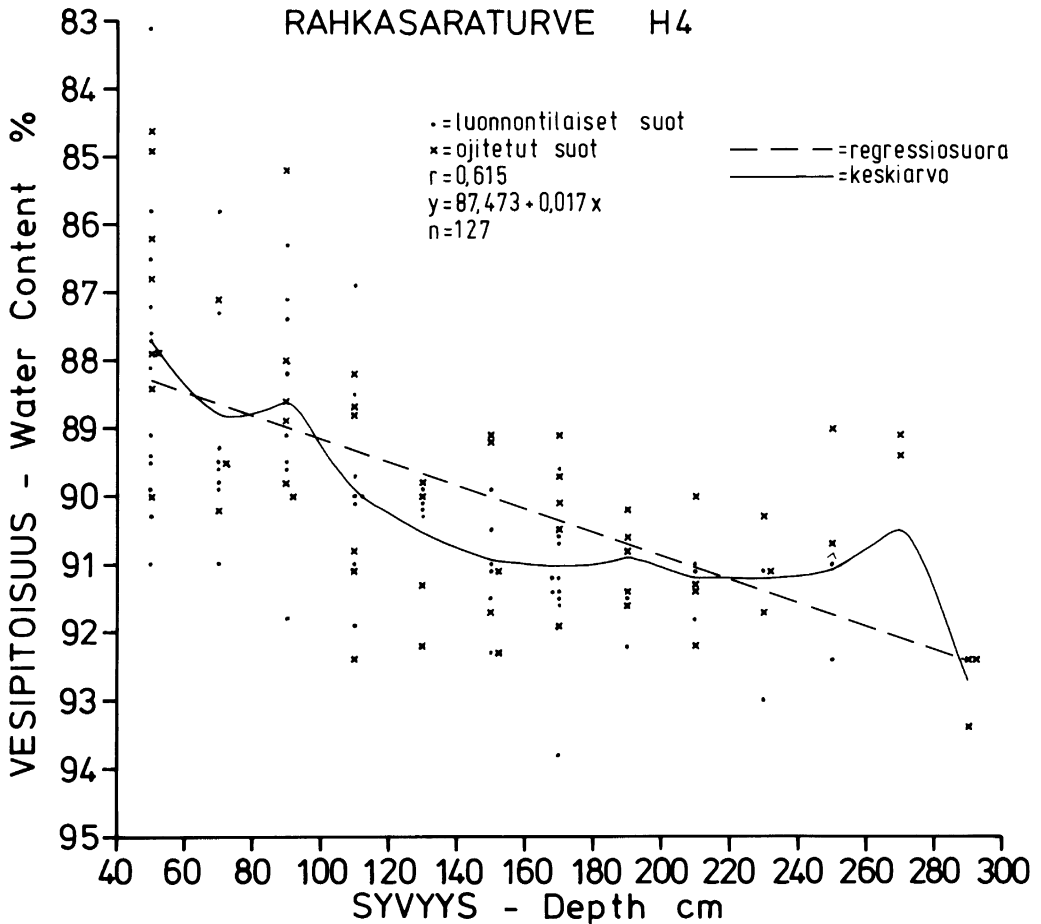
lisääntyessä (kuvat 2a—6a). Kuivatilavuuspaino alenee suhteellisen jyrkästi aina 140 cm syvyyteen asti, jonka jälkeen aleneminen hidastuu. Kuiva-aineen määrän väheneminen syvyyden kasvaessa johtuu vesipitoisuuden lisääntymisestä (kuvat 2b—6b) (vert. Korpijaakko et. al. 1981). Korrelaatio kuivatilavuuspainon ja syvyyden sekä vastaavasti vesipitoisuuden ja syvyyden välillä ovat hyvin samankaltaiset sekä heikosti että kohtalaisesti maatuneilla saravaltaisilla turpeilla (kuvat 2—6).

Pinnimmaista (40—60 cm) näytettä lukuunottamatta kuivatilavuuspaino ja vesipitoisuus on lähes samansuuruinen sekä ojitetuilta että luonnontilaisilta soilta otetuissa näytteissä. Kuvassa 4 esimerkkinäytteet otettiin jo turvekangasasteelle kuivuneelta suolta. Tässä-

kään tapauksessa ei ojituksen vaikutus näytä ulottuvan yli 60 cm syvään turvekerrokseen.

Selvästi on myös havaittavissa kuivatilavuuspainon kasvu ja vesipitoisuuden aleneminen maatuneisuuden lisääntyessä (taulukko 1). Samassa maatumisasteessa näyttää rahkasaraturpeilla olevan saraturpeita suurempi kuivatilavuuspaino ja pienempi vesipitoisuus. Tämä johtunee siitä, että rahkasaraturpeessa rahkasaraa osin hienojakoisempaan ja osin solurakenteeltaan särkyneenä jättää vapaalle vedelle vähemmän tilaa.

Heikosti (H4) maatuneilla saravaltaisilla turpeilla on turpeen tuhkapitoisuus pintaturpeessa (0—40 cm) korkein (kuva 7). Pintaturpeiden korkeat tuhkapitoisuudet johtuvat siitä, että kasvien maatuessa joutuvat niiden sisältämät epäorgaaniset aineet suureksi osaksi



Kuva 3b. Heikosti maatuneen (H4) rahkasaraturpeen vesipitoisuuden riippuvuus syvyydestä.

Fig. 3b. Regression between water content of slightly humified (H4) Sphagnum-Carex peat and depth.

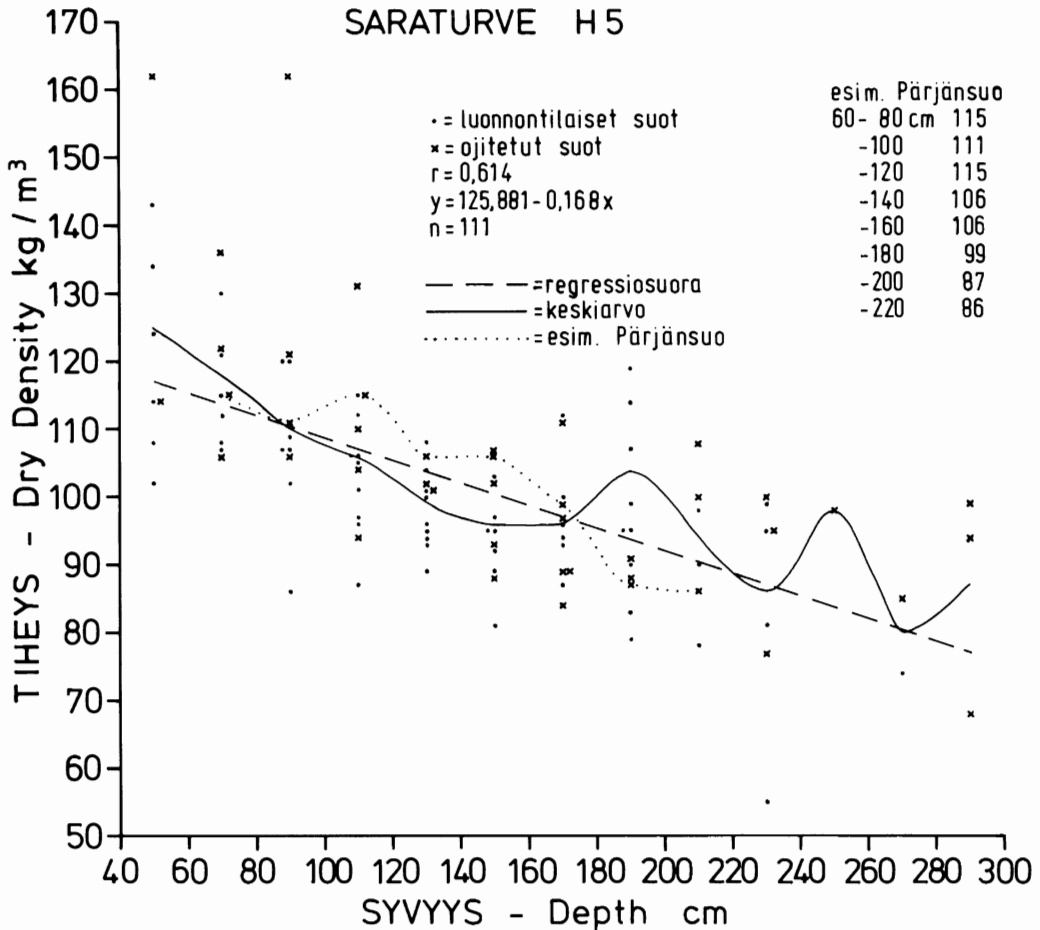
vähitellen vesiliukoiseen muotoon ja siirtyvät virtaavan veden tai korkeampien kasvien juuriston välityksellä pois alkuperäisestä paikastaan (Soveri 1948). Kohtalaisesti (H5—6) maatuoneita saravaltaisia pintaturvenäytteitä ei tavattu. Saravaltaisilla turpeilla turpeen tuhkapitoisuus on keskimäärin alhaisin 40—140 cm syvällä alueella (kuvat 7a—8a). Tehollinen lämpöarvo on keskimäärin suurin 40—140 cm syvällä alueella (kuvat 7b—8b).

Turpeen lämpöarvo kasvaa selvästi turpeen maatuessa (taulukko 2). Saravaltaisilla turpeilla näyttää myös turpeen tuhkapitoisuus alenevan turpeen maatuessa.

TULOSTEN TARKASTELU

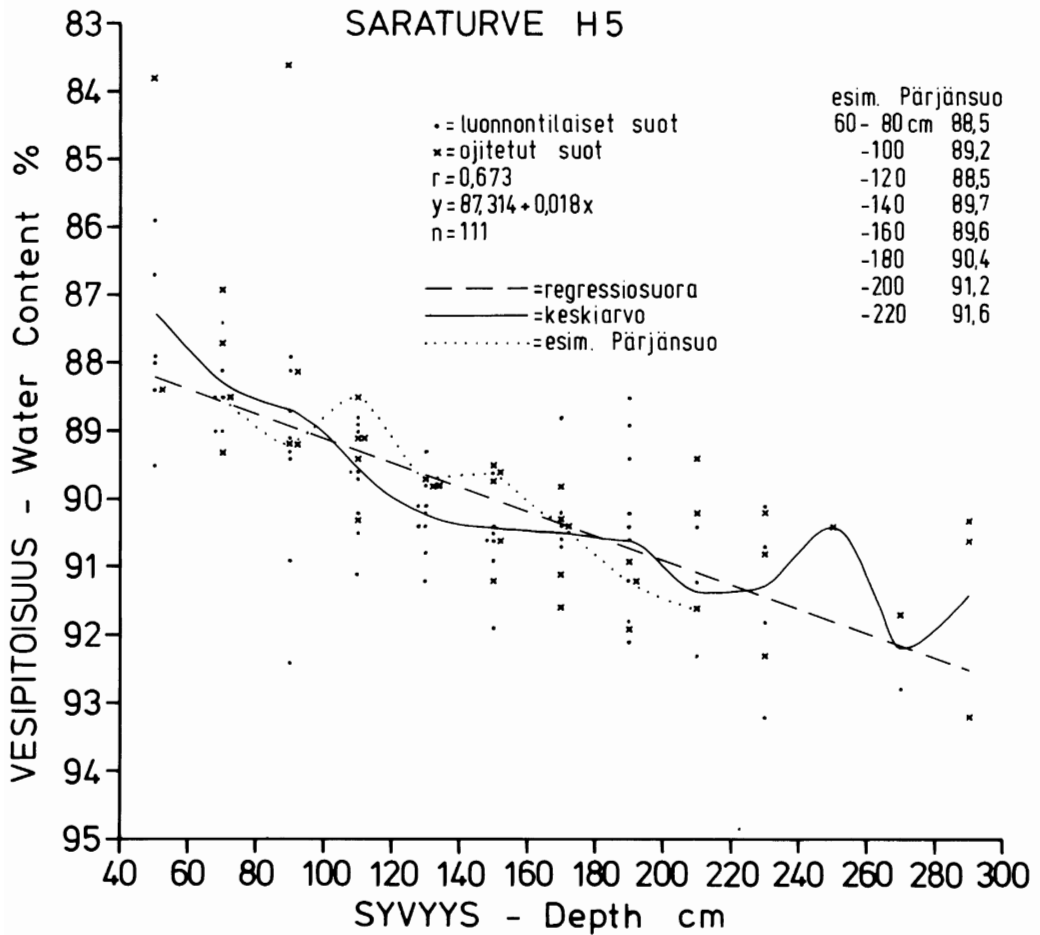
Saravaltaisissa soissa näyttää olevan suon

pintokerroksessa eniten kuiva-ainetta ja se laskee syvyyden lisääntyessä. Keskimäärin kuiva-ainetta on eniten 40—140 cm syvällä alueella. Toisin sanoen suurin osa suon sisältämästä turpeesta on tällä syvyysvälillä, edellyttäen että turve on kauttaaltaan samanlaatuisia saraturvetta. Tämä näkyy varmasti myös tuotantoon otetuissa soissa siten, että määrättyyn syvyyteen asti turvetta tuotettaessa suon pinta alenee vain vähän vuosittain, mutta tämän pinnan saavutettuaan suon pinta alkaa ”huveta” oletettua nopeammin. Tästä johtuen turvetuotantoon otettavilta alueilta tulisi ottaa riittävästi myös tilavuustarkkoja näytesarjoja, jotta turpeen energiasisältö ja energiasisällön jakautuminen suon eri osissa ja eri syvyysalueilla pystyttäisiin paremmin arvioimaan. Kuivatilavuuspainon lasku syvyyden li-



Kuva 4a. Kohtalaisesti maatuoneen (H5) saraturpeen kuivatilavuuspainon riippuvuus syvyydestä.

Fig. 4a. Regression between dry density of moderately humified (H5) Carex peat and depth.



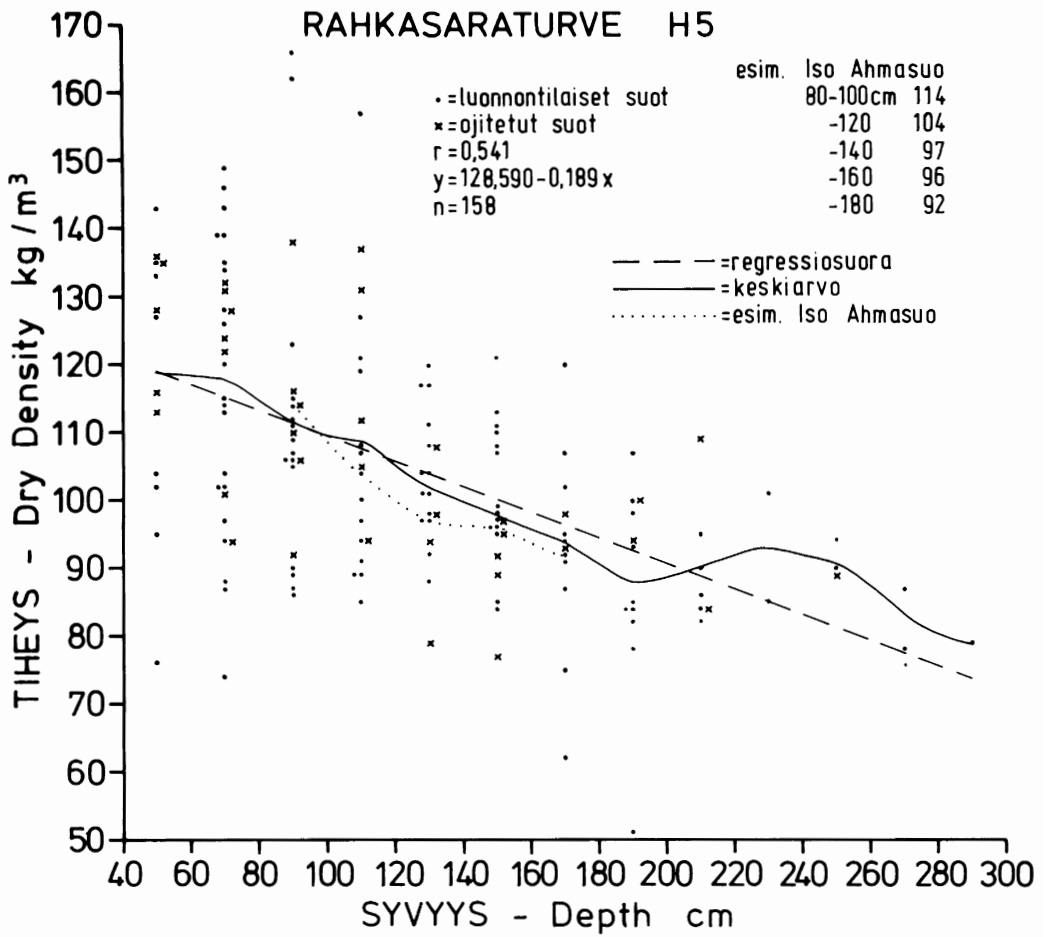
Kuva 4b. Kohtalaisesti maatumeneen (H5) saraturpeen vesipitoisuuden riippuvuus syvyydestä.

Fig. 4b. Regression between water content of moderately humified (H5) *Carex peat* and depth.

sääntyessä johtuu saraturpeissa vesipitoisuuden kasvamisesta. Saravaltaisissa turpeissa kuivatilavuuspainoon vaikuttaa myös se onko sara- vai rahkasaraturvetta.

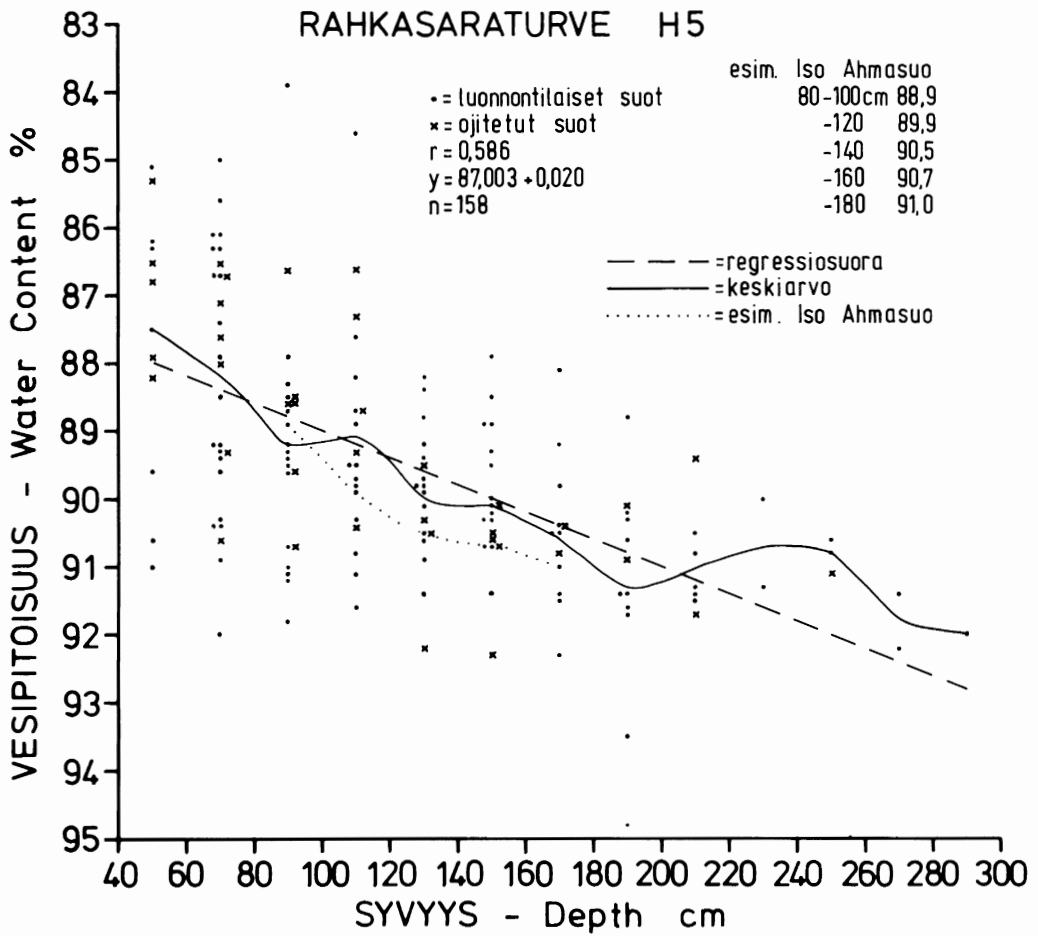
Saravaltaisissa soissa on pintaturpeessa (0—40 cm) tuhkapitoisuus korkea. Alhaisin tuhkapitoisuus ja korkein lämpöarvo on saravaltaisissa turpeissa syvyydsvälillä 40—140 cm.

Aikaisemmin todettiin että myös kuivatilavuuspaino on suurimmillaan syvyydsvälillä 40—140 cm. Suon energiasisältö näyttää olevan syvyydsvälillä 40—140 cm huomattavasti suurempi kuin pintaturpeessa tai yli 140 cm syvällä alueella, edellyttäen että suossa turve on homogeenista saraturvetta pinnasta pohjaan asti.



Kuva 5a. Kohtalaisesti maatuneen (H5) rahkasaraturpeen kuivatilavuuspainon riippuvuus syvyydestä.

Fig. 5a. Regression between dry density of moderately humified (H5) *Sphagnum-Carex* peat and depth.

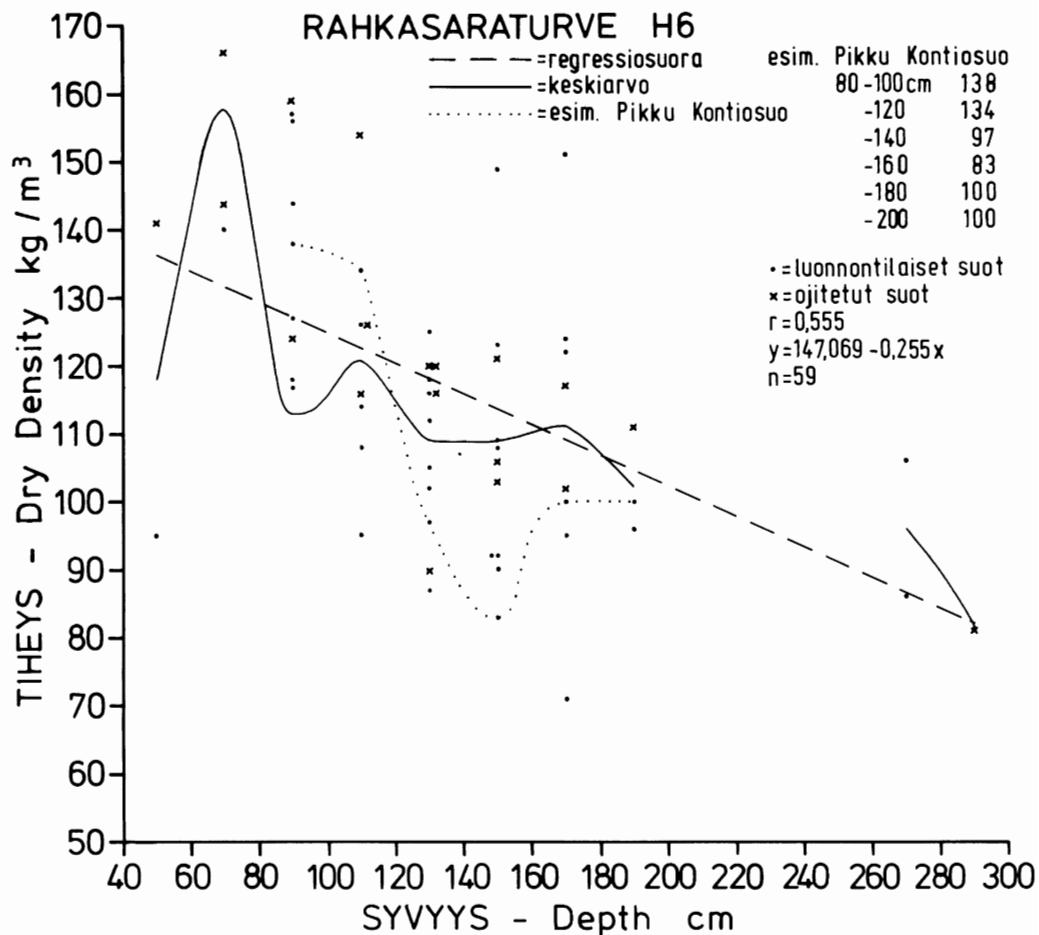


Kuva 5b. Kohtalaisesti maatuneen (H5) rahkasaraturpeen vesipitoisuuden riippuvuus syvyydestä.

Fig. 5b. Regression between water content of moderately humified (H5) *Sphagnum-Carex* peat and depth.

KIRJALLISUUS

- Eurola, S. 1962: Über die regionale Einteilung der süd-finnischen Moore. — Ann. Bot. Soc. "Vanamo" 33 (2): 1—243.
- Hänninen, P. 1983: Pudasjärven inventoidut turvevarat ja niiden soveltuvuus polttoturvetuotantoon. — Geologinen tutkimuslaitos, maaperäosasto, raportti P13, 4/83/118.
- Korpjaakko, M. & Radforth, N. W. 1972: Studies on the Hydraulic Conductivity of Peat. — Proc. 4: the Peat Congress, Otaniemi, Finland, 3: 323—334.
- Korpjaakko, M. 1975: Studies on the Hydraulic Conductivity of Peat. — Ph.D. thesis. The University of New Brunswick, N. B., Canada.
- Korpjaakko, M., Häikiö, J. & Leino, J. 1981: Vesipitoisuuden ja maatuneisuuden vaikutus turpeen kuivatustilavuuspainoon. (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. — The Proc. of the International Symposium of the IPS Commissions IV and II. Minsk. 422—430.
- Mäkilä, M. 1980: Tutkimus Toholammin turvevarojen käyttökelpoisuudesta ja turpeen eri ominaisuuksien välisistä riippuvuuksista. — Geologinen tutkimuslaitos, maaperäosasto, raportti P13,6/80/5.
- Päivänen, J. 1969: The Bulk Density of Peat and Its Determination. — Silva Fennica 3: 1—19.
- Ruuhijärvi, R. 1960: Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. — Ann. Bot. Soc. "Vanamo" 31 (1): 1-360.
- Salmi, M. 1947: Turpeiden tuhkapitoisuuksista ja lämpöarvoista. (Summary: The heat value and percentage of ash in peat.) — Tekn. Aikak. 1947 (4): 151—153.
- Soveri, U. 1948: Eräiden turvelajiemme kemiallisesta kokoomuksesta ja sen vaikutuksesta niiden polttoarvoihin. — Sci. Agric. Soc. of Finland (20): 81—100.

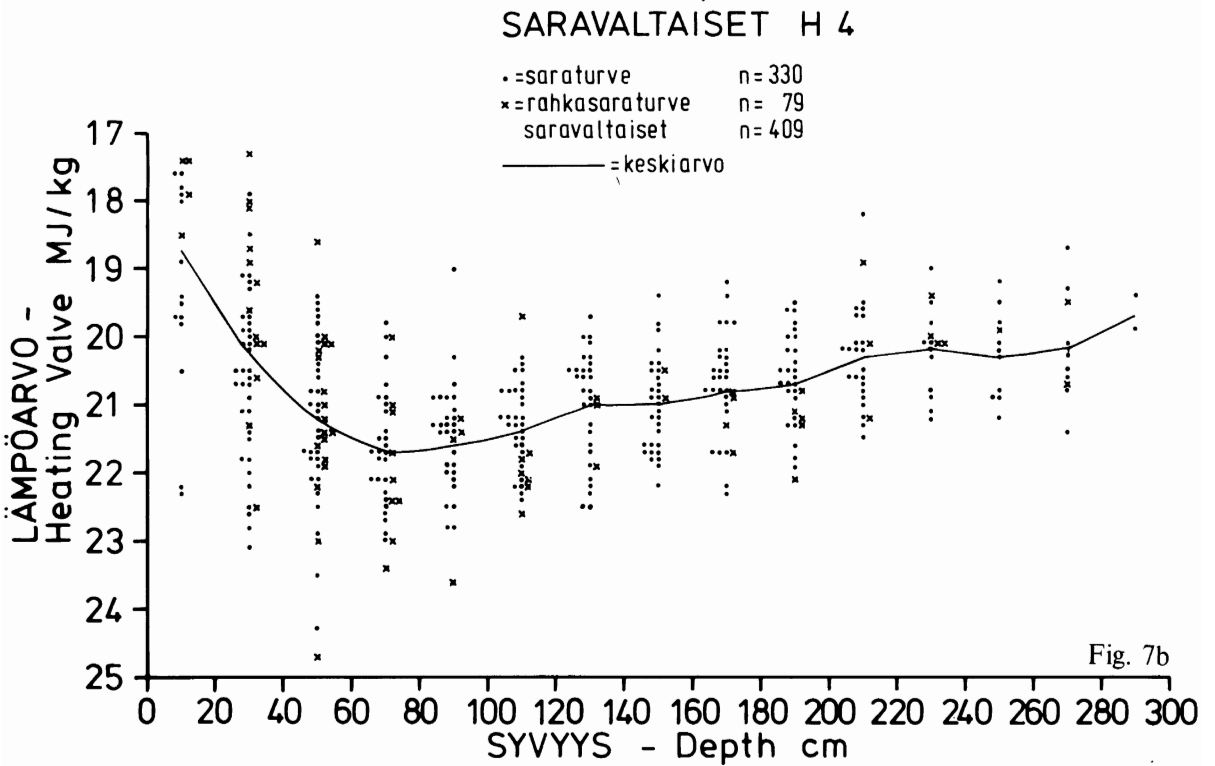
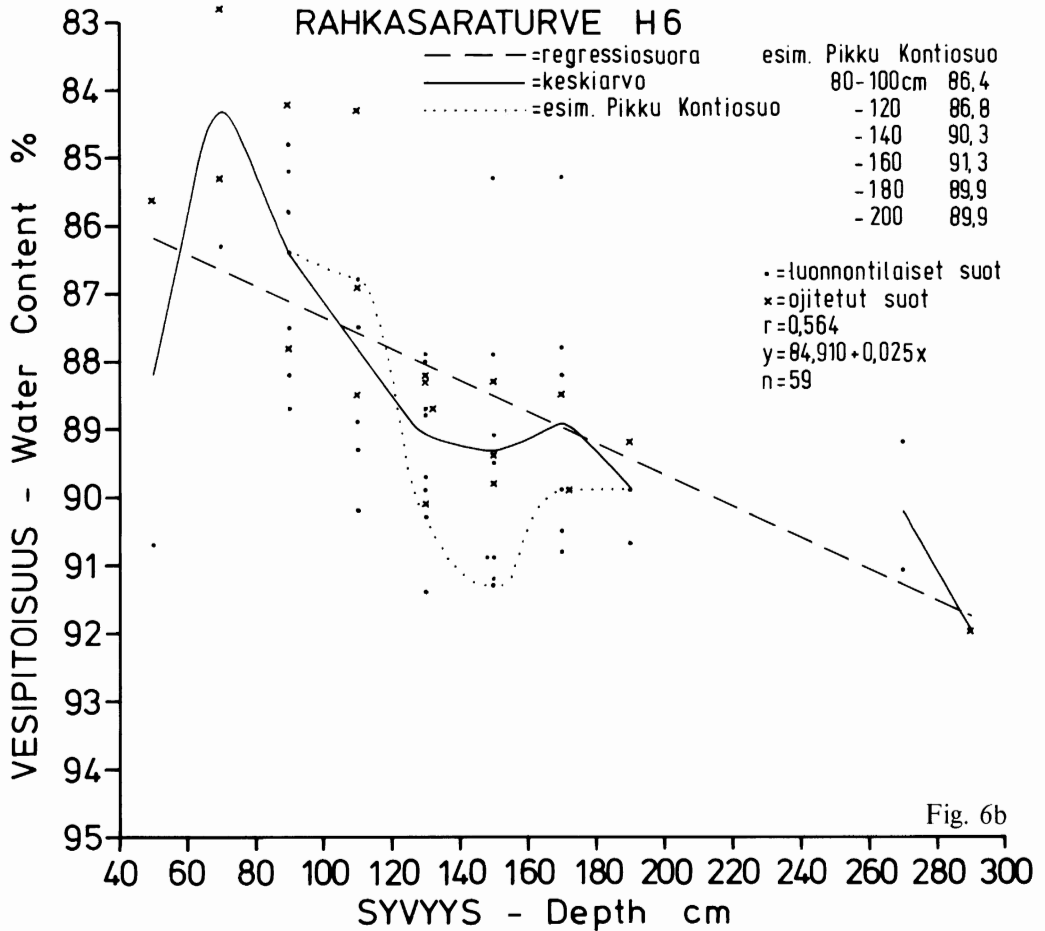


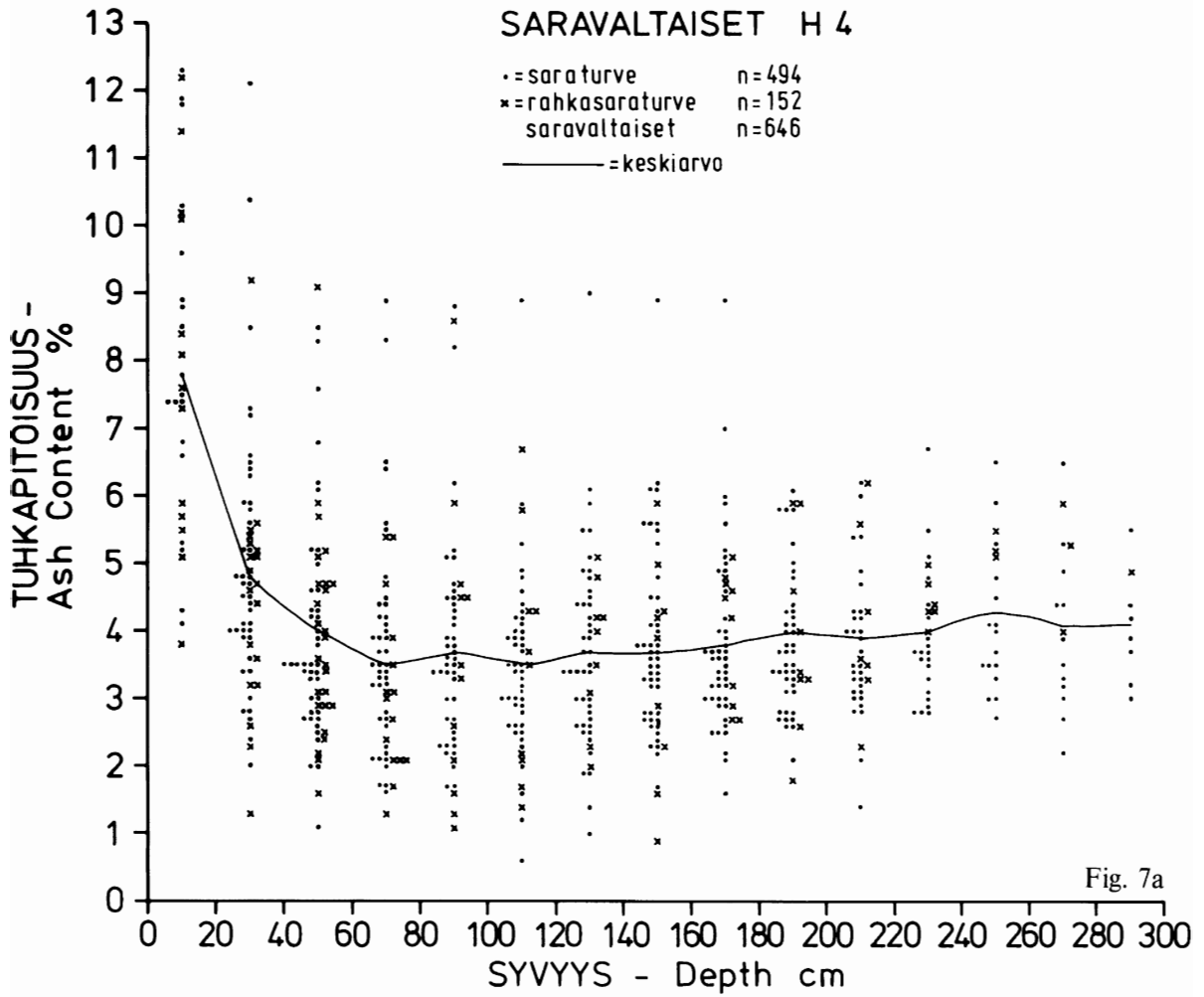
Kuva 6a. Kohtalaisesti maatuneen (H6) rahkasaraturpeen kuivatilavuuspainon riippuvuus syvyydestä.

Fig. 6a. Regression between dry density of moderately humified (H6) *Sphagnum-Carex* peat and depth.

Tolonen, K. & Saarenmaa, L. 1979: The relationship of bulk density to three measures of the degree of peat humification. — Proc. Int. Symp. Classification of Peat and Peatlands. Hyytiälä, Finland. International Peat Society, Helsinki. 227—238.

Turveteollisuusliitto 1976: Turveteollisuusliiton polttoturpeen laadunmääritysohje 1976. — Turveteollisuus 3: 29—35.





↖
 Kuva 6b. Kohtalaisesti maatuneen (H6) rahkasaraturpeen vesipitoisuuden riippuvuus syvyydestä.

Fig. 6b. Regression between water content of moderately humified (H6) Sphagnum-Carex peat and depth.

↑
 Kuva 7a. Heikosti maatuneen (H4) saravaltaisen turpeen tuhkapitoisuuden riippuvuus syvyydestä.

Fig. 7a. Regression between ash content of slightly humified (H4) Carex peat and depth.

←
 Kuva 7b. Heikosti maatuneen (H4) saravaltaisen turpeen lämpöarvon riippuvuus syvyydestä.

Fig. 7b. Regression between heating value of slightly humified (H4) Carex peat and depth.

SARAVALTAISET H5-6

- = saraturve n=107 H5
- x = rahkasaraturve n=135 H5
- o = rahkasaraturve n=59 H6
- o = saravaltaiset n=301
- = keskiarvo

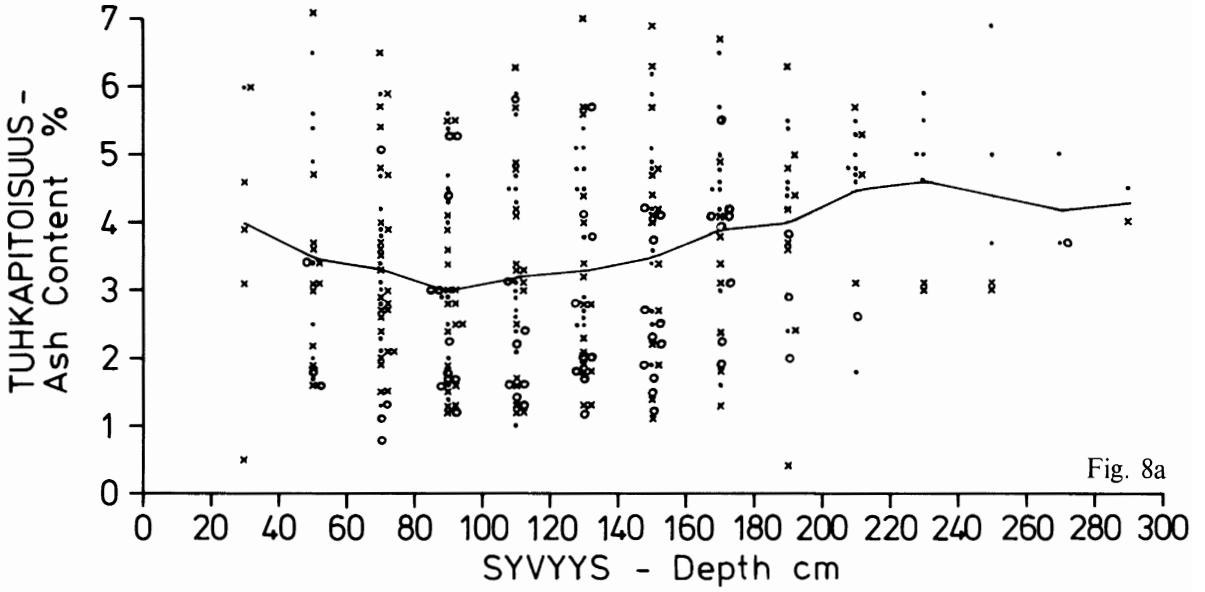


Fig. 8a

SARAVALTAISET H5-6

- = saraturve n=59 H5
- x = rahkasaraturve n=90 H5
- o = rahkasaraturve n=35 H6
- o = saravaltaiset n=184
- = keskiarvo

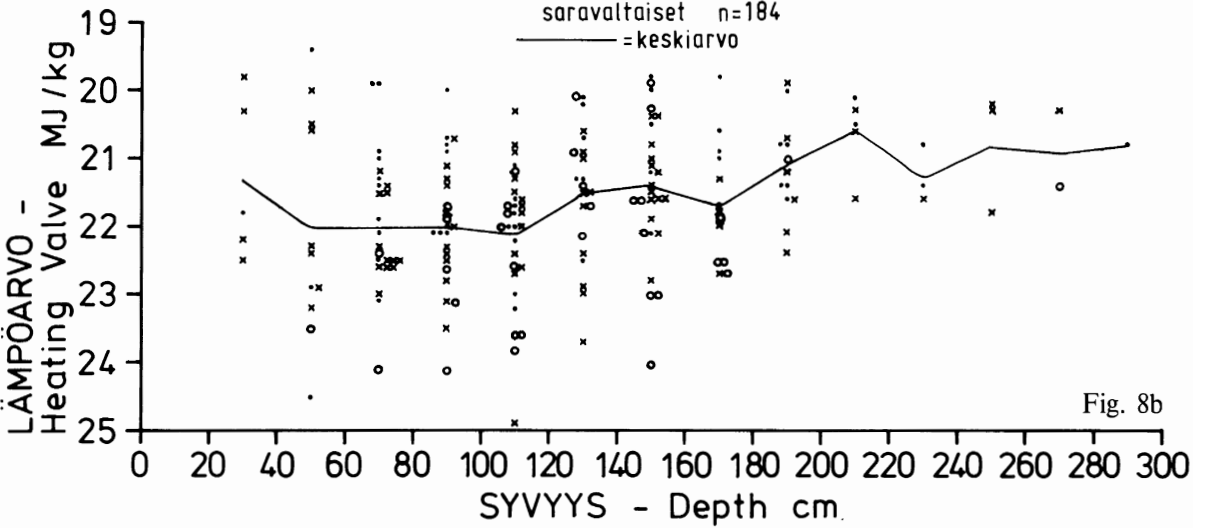


Fig. 8b

←

Kuva 8a. Kohtalaisesti maatuneen (H5—6) saravaltaisen turpeen tuhkapitoisuuden riippuvuus syvyydestä.

Fig. 8a. Regression between ash content of moderately humified (H5—6) Carex peat and depth.

✓

Kuva 8 b. Kohtalaisesti maatuneen (H5—6) saravaltaisen turpeen lämpöarvon riippuvuus syvyydestä.

Fig. 8b. Regression between heating value of moderately humified (H5—6) Carex peat and depth.

SUMMARY:

THE EFFECT OF DEPTH ON DRY DENSITY, WATER CONTENT, ASH CONTENT AND HEATING VALUE OF CAREX PEAT

The effect of depth on dry density, water content, ash content and heating value of Carex peat are briefly dealt with. The term dry density of peat is used here to express the dry matter content of peat *in situ* per unit volume.

The material was collected from different parts of Pudasjärvi, both from virgin and drained mires (Fig. 1). Sampling was conducted using a piston sampler designed for taking volumetric peat samples (Korpjaakko 1981). To determine water content and dry density the peat samples were dried at 105 C. Water content is given as per cent of fresh weight and dry density is expressed as kg/m³. Heating values are expressed as net heating values for dry peat in MJ/kg. Ash content is given as per cent of dry weight.

Dry density of Carex (sedge) peat is greatest near the surface of peat deposit. It diminishes

with increasing depth rather steeply down to 140 cm, after which the decrease is negligible (Figures 2a—6a). The decrease in dry matter content is caused by the increase of water content with depth (Figures 2b—6b) (comp. Korpjaakko *et al.* 1981). It was noticed that drainage had increased dry density values and decreased water content values only down to 40—60 cm depth. Below this there was no difference between drained and virgin peatlands.

In aapa mires, where Carex (sedge) peat dominates, the ash content is relatively high near the surface (Figures 7—8). The ash content of sedge peat deposits is lowest and, accordingly, the heating value highest in the depth range 40 to 140 cm. Thus the energy content of a Carex (sedge) peat deposit is considerably higher between the depths of 40 cm and 140 than in the surface or below the depth of 140 cm.