



Juhani Päivänen

## POHJAVESIPINTA JA TURPEEN VESIPITOISUUS RAHKAMÄTTÄISELLÄ LYHYTKORTISELLA NEVALLA

### JOHDANTO

Suonpinnan pienmorfologiassa voidaan erottaa tavallisesti ainakin kaksi tasoa: varsinainen suonpinta eli tasapinta ja mättäät. Jos mättäitä on runsaasti, voidaan varsinaisen suon pinnan asemesta puhua väliköistä. Mätäsapaikkojen ja väliköiden muoto ja rakenne on erilainen eri suoyhdistyksissä. Pohjois-Suomen aapasoille ovat luonteenomaisia rimpien ja jänteiden eli kaartojen vaihtelu. Etelä-Suomen keidassoiden keskiosissa vallitsevat *Calluna vulgarista* ja *Sphagnum fuscumia* kasvavat kermit ja niiden väliset märät kuljut. Kuljut ja kermit ovat useimmiten asettuneet sentrisesti suon korkeimman keskiosan ympärille.

Suonpinnan pienmorfologia vaikeuttaa pohjavesipinnan käyttöä pintaturpeen vesitaloudellisten olojen kuvaajana. Tämä vaikeus on tullut esille Helsingin yliopiston suomensäätieteen laitoksessa käynnissä olevissa turpeen vesitaloudellisten perusominaisuuksien tutkimuksissa. Yleisestihän pohjavesipinta on määritelty siksi korkeimmaksi tasoksi, jolla vapaata vettä esiintyy tai esiintyisi, jos maassa olisi tarpeeksi suuria koloja (esim. Sjörs 1948, s. 39). Jos osa tai valtaosa koekentästä on rahkamättäiden peitossa, ei pohjavesipinnan etäisyyttä maanpinnasta voida ilmeisestikään

kuvata yhdellä lukusarjalla. Jotta saataisiin tietoja pohjavesipinnasta, pintaturpeen vesipitoisuudesta ja vedenvarastoimiskyvystä mättäiden ja tasapintaväliköiden turpeessa, perustettiin nyt esiteltävänä oleva koe.

### KOEKENTTÄ JA SUORITETUT MITTAUKSET

Koekentän paikaksi valittiin lyhytkortinen rahkamättäinen neva. Rahkamättäät olivat raakaa *Sphagnum fuscum*-turvetta ja niillä kasvoi harvakseltaan mäntyjä (ks. kuva 1). Kyseessä oleva suo on osa Viheriäisen nevaa Ruoveden kunnassa ja katsottava Sisä-Suomen keidassoihin kuuluvaksi (E u r o l a 1962). Kermit ovat suuntautuneet kohtisuoraan pääkaltevuusuuntaa vastaan. Tyypilliselle kermejä ja kuljuja vuorottelevalla suon osalle kairattiin kuvan 3 osoittamalla tavalla neljä pohjavesikaivolinjaa, jotka tulivat yhdensuuntaisiksi pääkaltevuusuunnan kanssa. Linjojen väli oli 6 metriä ja kaivojen välimatka toisistaan oli 4 metriä kullakin linjalla. Kaivojen paikat kermeihin ja kuljuihin nähden määräytyivät siten systemaattisesti. Kaivoja kairattiin yhteensä 104 kpl, joista 58 sattui kuljuihin (joista myöhemmin käytetään nimitystä tasapinta) ja 46 kermeihin (mättäs).

A r t o l a h t i (1966, s. 27) toteaa,

että kermiturve on yleensä tiivistä ja sisältää varpujen jätteitä, kun taas kuljurturve on löysää ja siinä on mm. *Scheuchzerian* jätteitä. Tässä yhteydessä kiinnostaa ennen kaikkea suonpinnan pienmuotojen tämänhetkinen fysikaalinen rakenne ja sen vaikutus turpeen sisältämän veden määrään ja pohjavesipinnan muodostumiseen. Tämän vuoksi määritettiin kolmesta kerroksesta erikseen tasapinta- ja mätästurpeen turvelaji ja maatumisaste silmävaraisesti sekä turpeen tilavuuspaino tuoreen turpeen tilavuuteen perustuen.

Pohjavesikaivojen 0-tasot vaaittiin ja sidottiin suon reunalla olevaan kallioon hattuun peruspisteeseen. Kaivolinjoista piirrettiin profiilikartat (kuva 2) ja korkeushavaintoja apuna käyttäen suonpinnan pienmuotoja kuvaava kartta (kuva 3). Kartalta määrättiin mätäs- ja tasapintojen suhteelliset alat planimetrin avulla. Mättäitä oli 51 % ja tasapintaa 49 % kokonaisalasta. Kaivojen suhteelliset määrät olivat vastaavasti mätäskohdilla 45 % ja tasapinnoilla 55 %. Mättäissä olleiden kaivojen 0-tasot olivat keskimäärin 13 senttimetriä korkeammalla suonpinnan yleisestä kaltevuustasosta kuin tasapinnoilla sijaitsevien kaivojen 0-tasot. Tämä mättäiden ja tasapintojen keskimääräinen suhteellisten korkeustasojen ero on otettu huomioon taulukossa 1, jossa esitetään näiden kahden suonpinnan pienmuodon turvelaji, maatumisaste ja tilavuuspaino kerroksittain.



Kuva 1. Yleiskuva koekentästä.

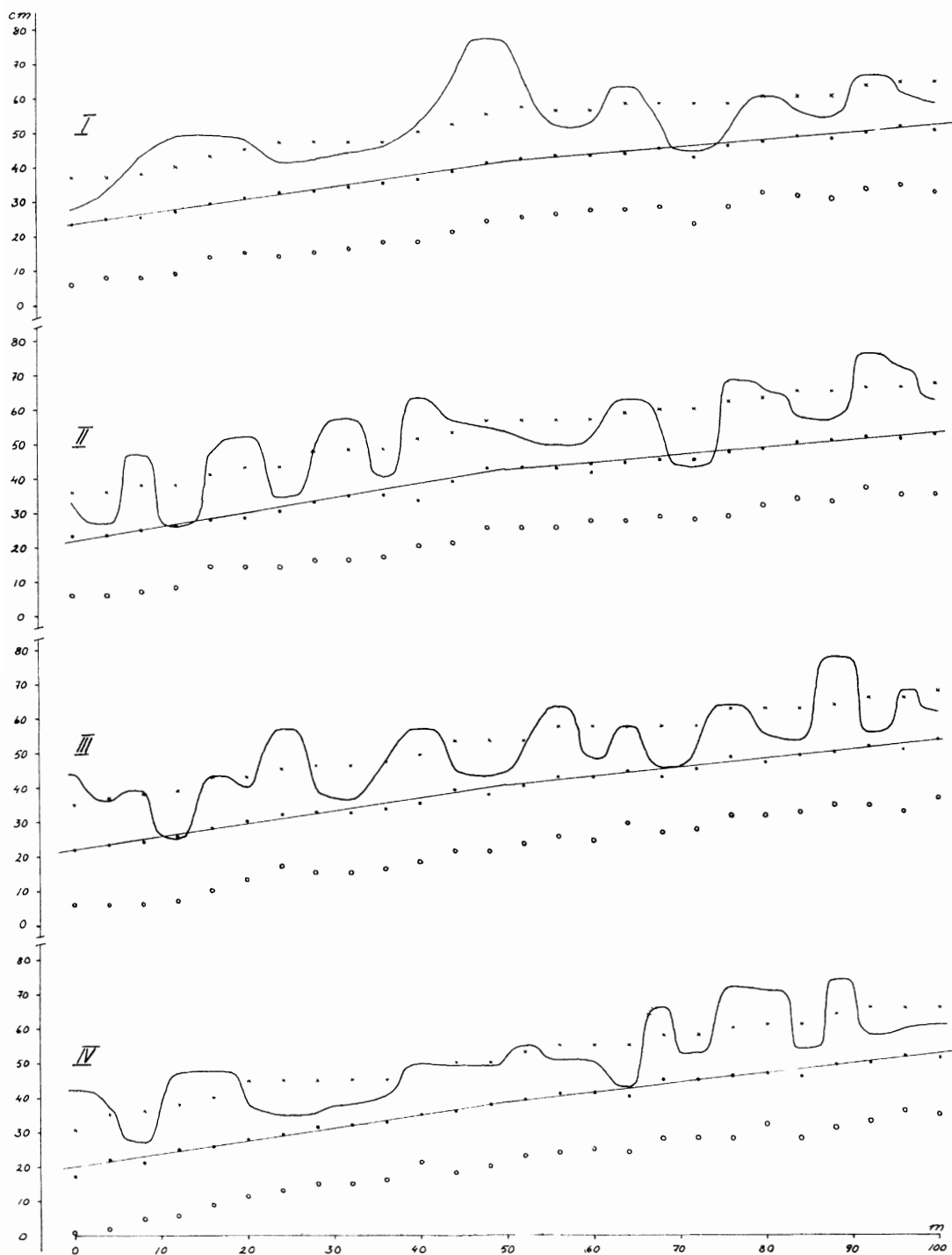
Fig. 1. Experimental field.

Nähdään, että tilavuuspainot muodostavat kasvavan sarjan mätästasosta 55 cm:n kerrokseen saakka, eikä mätäs- ja tasapintaturpeessa ole havaittavissa selviä poikkeamia tästä. Tilavuuspainomäärityksissä oli neljä toistoa kustakin kerroksesta.

Taulukko 1. Mätäs- ja tasapintaturpeen turvelaji ja maatumisaste sekä tilavuuspaino. Vertailun helpottamiseksi turvekerroksen syvyys ilmoitettu senttimetreinä mätäspinnan tasosta.

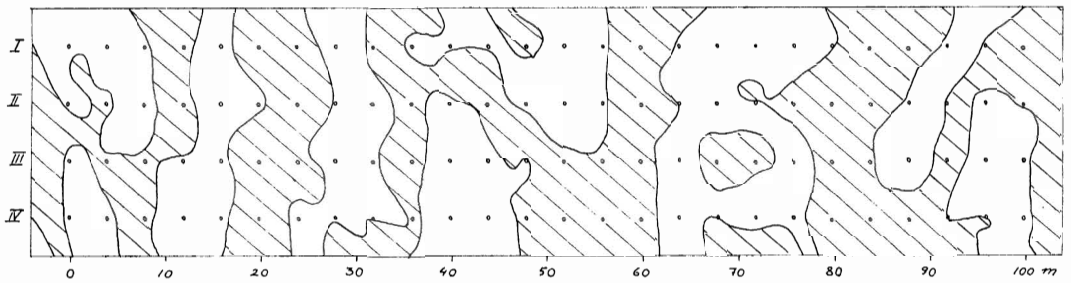
Table 1. Peat type, degree of decomposition and bulk density of hummock and level-area peat.

Turvekerros Peatlayer cm	Mätästurve Hummock peat		Tasapintaturve Level-area peat	
	Turvelaji ja maatumisaste Peat type and decomposition	Til.paino Bulk density	Turvelaji ja maatumisaste Peat type and decomposition	Til.paino Bulk density
10—15	NErS-t H <sub>1</sub>	0.05		
23—28			ErS-t H <sub>1</sub>	0.06
30—35	NErS-t H <sub>2-3</sub>	0.08		
43—48			ErS-t H <sub>5</sub>	0.09
50—55	ErS-t H <sub>5</sub>	0.10		
63—68			ErS-t H <sub>3</sub>	0.06



Kuva 2. Kaivolinjojen I—IV profiilit sekä pohjavesipinta korkeimmillaan (×), keskimäärin (•) ja alimmillaan (°).

Fig. 2. Profiles of well transects I—IV and the highest (×), average (•) and lowest (°) ground-water level.



Kuva 3. Kaivolinjien I—IV sijainti koekentällä. Viivoitetut alueet mättäitä, valkoiset alueet tasa-pintaa.  
 Fig. 3. Well transects I—IV in the experimental field. Hatched areas hummocks, white areas level peat.

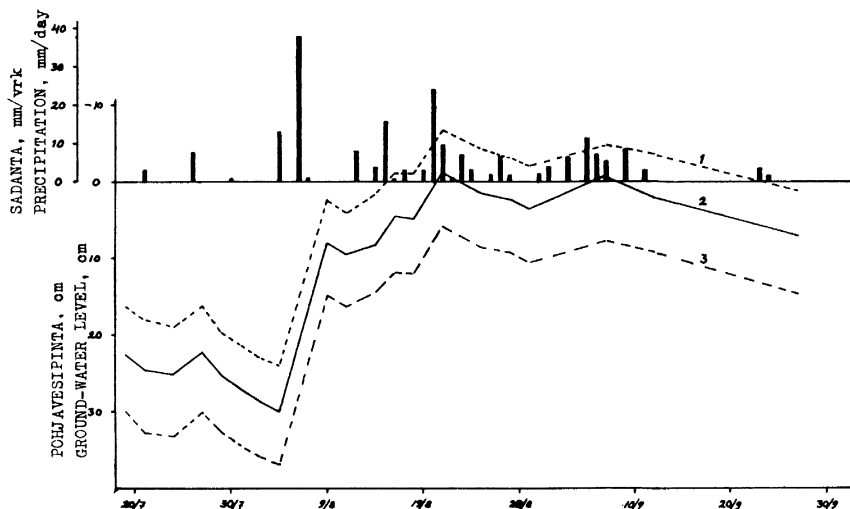
Pohjavesipinnan mittauksia suoritettiin 19/7—27/9 1967 välisenä aikana. Mittauskertoja oli 20. Sateiden aiheuttaman hajonnan pienentämiseksi pyrittiin noudattamaan Heikuraisen (1967, s. 14) käyttämiä rajoituksia mittaushetken suhteesta erisuuruisiin sateisiin. Vedenpinnan etäisyys kaivon 0-tasosta mitattiin teräsmittanauhalla 2 mm:n tarkuudella mahdollisuuksien mukaan varoen mittaaajan painon aiheuttamaa pohjavesipinnan nousua kaivossa.

#### TULOKSET

Mätäs- ja tasapintakaivojen lukemien keskiarvoina on piirretty pohjavesipinnan ajallinen kulku (kuva 4). Samassa kuvassa esitetään havaintojakson sateiden ajoittuminen. Jo tästä yleiskuvasta havaitaan, että mätäs- ja tasapintakaivojen pohjavesipintojen ero pysyy lähes muuttumattomana. Kuva 5 esittää mätäs- ja tasapintaturpeen samanaikaisesti mitattujen keskimääräisten pohjavesipintojen erotuksen riippuvuutta pohjavesipinnan syvyydestä. Riippuvuussuhdetta osoittava laskelma on katsottava vain suuntaa antavaksi, koska tarkasteltavat tekijät eivät ole täysin eri lukusarjoja. Se, että pohjavesipintojen erotus näyttää pienenevän pohjavesipinnan noustessa, on varsin luonnollista. Pohjavesipinnan ollessa mätästurpeessa esim. 8 cm:n syvyydellä on tasapintakaivojen kohdalla jo keskimäärin 4,5 cm tulvavettä. Vedenpinnan noustessa maanpinnan yläpuolelle tarvitaan suurempi vesimäärä nostamaan edelleen vesipinnan tasoa samalla määrällä kuin turpeessa (mättään kohdalla) (vrt. Sjörs 1948, s. 42). Asiaan vaikuttaa

myös pohjavesikertoimien erilaisuus, johon palataan vielä kirjoituksen lopussa. Samanaikaisesti mitattujen pohjavesipintojen ero mätäs- ja tasapintaturpeessa on keskimäärin 13 cm laskettuna koko havaintoaineistosta. Virta (1966, ss. 38—39) on myös todennut, että pohjavesipinnan kaltevuus (joksi samanaikaisesti mitattujen pohjavesipintojen erotus on käsitettävissä) on joko vakio tai riippuvainen vain pohjavesipinnan korkeudesta saman suon eri pisteissä. Suohydrologisissa laskelmissa on voitukin käyttää olettamusta, että pohjavesipinnan vaihtelut eri puolilla samaa suota ovat yhtäsuuria ja samanaikaisia, joskin tarkkaan ottaen tämä ei pidä täysin paikkaansa ainaakaan välittömästi voimakkaiden sateiden jälkeen (Virta, 1967, ss. 70 ja 74).

Jos vedenläpäisevyys oletetaan samaksi eri osissa tutkittavaa suota, on pohjavesipinta teoreettisesti ajatellen sitä tasaisempi, mitä vettä läpäisevämpää turve on ja pohjavesipinnan kaltevuus sitä suurempi, mitä suurempaa vastusta veden virtaus kohtaa. Turpeen vedenläpäisevyys on suurimmillaankin niin vähäistä, että käytännössä pohjavedenpinta seuraa maanpinnan yleistä kaltevuutta luonnontilaisella suolla, mutta edellä esitetty pitää paikkansa tarkasteltaessa esimerkiksi pohjavesipintojen kaltevuuksia samalla tavoin ojitetuilla soilla, joiden turpeen vedenläpäisevyyydet poikkeavat toisistaan. Kyseessä olevalla kentällä voidaan havaita, että pohjavesipinnan ollessa korkeimmillaan patoavat mättäät tulvaveden pintavesilammikoiksi tasapintapaikoille ja vesipinnan koko kaltevuus on mättäiden kohdalla (kuva 2). Sjörsin (1948, s. 91) mukaan näin on myös pohjavesipinnan ollessa syvällä ja syy pohjavesipinnan kal-



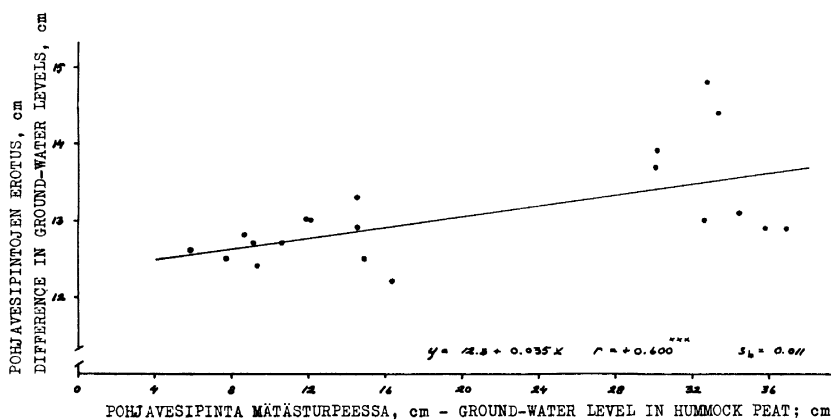
K u v a 4. Pohjavesipintojen ajallinen kulku ja havaintojakson sateiden ajoittuminen (1 = tasapinta-kaivojen, 2 = kaikkien kaivojen ja 3 = mätäskaivojen pohjavesipintojen keskiarvo).

*Fig. 4. Time variations in the ground-water levels and the times of the rains during the observation period (averages for level-area wells (1), all wells (2), and hummock wells (3)).*

tevuuteen tai tasaisuuteen (porrasmaisuu-teen) olisi suon pienmuotoja muodostaneiden turpeiden erilainen vedenläpäisevyys. Tämä ei näy täysin pitävän paikkaansa esiteltävänä olevassa kokeessa. Kuten kuvasta 2 nähdään on pohjavesipinta keskimääräistä kaltevuustasoa syvemmällä tasapintapaikkojen kohdalla mittaustasankohdalla 4/8 -67, jolloin pohjavesipinta oli sy-

vimmillään. Pohjavesipinnan keskiarvoa kuvaavassa pisteiviivassa on havaittavissa sama ilmiö joskin lievempänä.

Selitys lienee löydettävissä haihdunnan voimakkaasta pienenemisestä pohjavesipinnan aletessa. Jos haihduntaa (pintakasvillisuuden haihdunta ja vapaa haihdunta) pohjavesipinnan ollessa 10 cm:n syvyydessä merkitään 100:lla, on eri tutkijoiden



K u v a 5. Mätäs- ja tasapintaturpeessa samanaikaisesti mitattujen keskimääräisten pohjavesipintojen erotuksen riippuvuus pohjavesipinnan syvyydestä (mätästurpeessa).

*Fig. 5. Dependence of differences in average ground-water levels simultaneously measured in hummock and level-area peat on the depth of the ground-water level (in hummock peat).*

esittämistä luvuista laskettavissa 20 cm:n pohjavesipinnan syvyydelle seuraavat suhteellista haihduntaa ilmaisevat arvot: 78 (Päivänen 1964, s. 90), 78 (Heikurainen 1967, s. 29) ja 70 (Paavilainen ja Virrankoski 1967, s. 15). Kyseessä olevassa tutkimuksessa saatiin pohjavesipinnan alenemisen perusteella huomioon ottaen pohjavesikertoimen erilaisuus (ks. Heikurainen 1963 ja Päivänen 1964) ja merkittäessä tasapintaturpeen 10 cm:n pohjavesipintaa vastaavaa haihduntaa 100:lla mätästurpeen 20 cm:n pohjavesipintaa vastaavaksi suhteelliseksi haihdunnaksi 85. Pohjavalunta ei vaikuttane ainakaan saatujen suhteellisten haidunta-arvojen välistä eroa lisäävästi, koska haihtunut vesimäärä pyrkii pikeminkin korvautumaan painovoimapotentialin vaikutuksesta sivusuunnasta tulevasta vedestä.

Koska kaivojen 0-tasot eivät olleet kiinteitä, vaan liikkuivat suonpinnan mukana (vrt. Heikurainen 1967, s. 13), ei suonpinnan liikkumista ja sen mahdollisia eroja mätäs- ja tasapintaturpeessa ole voitu seurata. Edellä esitettyä haihdunnan erilaisuuden vaikutusta pohjavesipintaan pienentää ilmeisesti turpeen pinnan laskeutuminen pohjavesipinnan aletessa, sillä kuvan 2 suonpinta perustuu sateisena aikana (15/8 -67) suoritettuun vaaitukseen. Kosteampien tasapintapaikkojen kuivumisesta aiheutuva painuminen (kutistuminen) on

ilmeisesti voimakkaampaa kuin mätästurpeen (vrt. Sjörs 1948 s. 92).

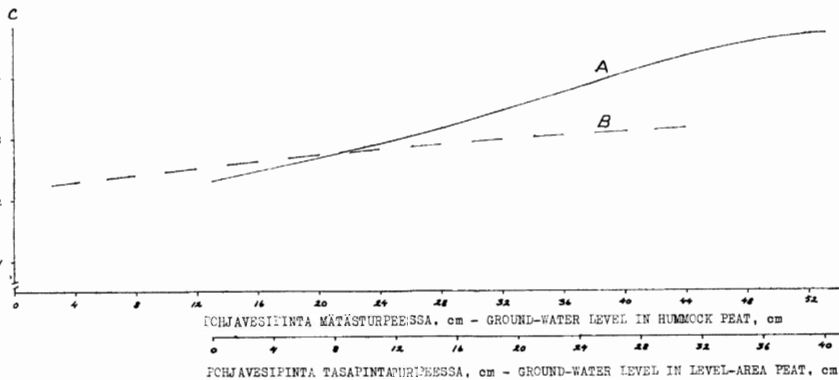
Mätäs- ja tasapintaturpeesta otettujen turveprofiilien pohjavesikertoimet määritettiin aiemmin esitetyllä menetelmällä (Päivänen 1964). Kuvassa 6 ko. kertoimien kuvaajat on esitetty lomittain, koska tasapinnat olivat keskimäärin 13 cm matalammalla kuin mättäät. Turpeen lievistä erilaisuudesta johtuvat pohjavesikertoimien erot on otettava huomioon turpeen vesivarastoa arvioitaessa ja toisaalta pohjavesipinnan muutoksia vesimääräksi muutettaessa.

Pintaturpeen vesipitoisuus oli huomattavasti suurempi tasapintaturpeessa kuin mätästurpeessa kuten taulukosta 2 nähdään.

Taulukko 2. Pintaturpeen vesipitoisuus pohjavesipinnan ollessa eri etäisyyksillä suonpinnasta.

Table 2. Water content of surface peat when the ground-water level varies.

Pohjavesipinta, cm Ground-water level, cm	Pintaturpeen (16 cm paksu kerros) vesipitoisuus, til. % Water content of surface peat, vol. %	
	Tasapintaturve Level-area peat	Mätästurve Hummock-peat
8	90	85
16	80	74
24	72	64



Kuva 6. Pohjavesikerroin (C) mätäs- (B) ja tasapintaturpeessa (A).

Fig. 6. Ground-water coefficient (C) in hummock (B) and level-area peat (A).

Kun otetaan vielä huomioon, että pohjavesipinnan ollessa esim. 8 cm:n syvyydellä tasapintaturpeessa, niin se on mättäiden kohdalla keskimäärin 21 cm:n syvyydellä, joten vastaavat pintaturpeen vesipitoisuusprosentit ovat 90 ja 67. Tämä osoittaa myös haihdunnalle alttiina olevan vesimäärän suuruussuhteita. Ilmeisesti veden kapillaarinen nousu on mättästurpeessa huomattavasti huonompaa kuin tasapintaturpeessa. Edellä olevat esimerkkiluvut on saatu Heikuraisen ym. (1964) esittämällä menetelmällä.

#### YHTEENVETO

Mättästurpeen vesipintaa porrastava vaikutus tuli esille ainoastaan pohjavesipinnan

ollessa erittäin korkealla niin, että tasapintapaikoilla oli jo tulvavettä. Pohjavesipinnan "notkot" kuivana aikana tasapintojen kohdalla lienevät selitettävissä haihdunnan ja pohjavesipinnan välisen korrelaation avulla. Suonpinnan liikkeiden selvittämiseksi pyritään jatkotutkimuksissa sitomaan ainakin osa pohjavesikaivojen 0-tasoista kiinteästi perusmaahan. Mätäs ja tasapintaturpeen erilaisuus on otettava huomioon käytettäessä pohjavesipintaa turpeen vesitalouden kuvaajana. Tämä kävi ilmi sekä pohjavesikertoimen että pintaturpeen vesipitoisuuksien mittaustuloksista. Esitetyt tulokset ovat vasta lyhyeltä havaintojaksolta ja yhdeltä koekentältä, joten ne on katsottava vain ennakkotiedonannon luonteiseksi.

#### KIRJALLISUUTTA

- Aartolahti, T. 1966. Keidassoiden pinnanmuodoista ja niiden kehityksestä. Suo 17:2. Helsinki.
- Eurola, S. 1962 Über die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. Ann. Bot. Soc. Vanamo 33.2.
- Heikurainen, L. 1963. On using ground water table fluctuations for measuring evapotranspiration. Acta forest. fenn. 76.5.
- „, 1967. Hakkuun vaikutus ojitettujen soiden vesitalouteen. Summary: On the influence of cutting on the water economy of drained peat lands. Acta forest. fenn. 82.2.
- „, Päivänen, J. and Sarasto, J. 1964. Ground water table and water content in peat soil. Acta forest. fenn. 77.1.
- Paavilainen, E. ja Virrankoski, K. 1967. Tutkimuksia veden kapillaarista noususta turpeessa. Summary: Stu-

- dies on the capillary rise of water in peat. Folia for. Inst. For. Fenn. 36.
- Päivänen, J. 1964. Menetelmä pohjavesikertoimen ja pintakasvillisuuden haihdunnan määrittämiseksi. Summary: A method to determine the ground water coefficient and the ground vegetation transpiration. Suo 15:6. Lahti.
- Sjörs, H. 1948. Myrvegetation i Bergslagen. Summary: Mire vegetation in Bergslagen, Sweden. Acta phytogeogr. succ. 21:1—299.
- Virta, J. 1966. Measurement of evapotranspiration and computation of water budget in treeless peatlands in the natural state. Comm. Phys.-Math. Soc. Sci. Fenn. 32.11.
- „, 1967. Kohosuon vedenkorkeuden laske-  
misesta. Summary: Computing the water level of a raised bog. Suo 18:5. Helsinki.

#### SUMMARY:

#### GROUND-WATER LEVEL AND WATER CONTENT OF PEAT IN AN OPEN LOW-SEDGE SWAMP WITH *SPHAGNUM FUSCUM* HUMMOCKS

The ground-water level and the water content of peat in the hummocks and level areas (between hummocks) of an open low-sedge swamp were studied. Figure 3 shows the well locations in the experimental field.

The time variations of the ground-water level and the rains of the observation period are shown in figure 4. The difference between the ground-water levels simultaneously measured in level-area and

## TURPEEN pH:n MITTAUSMENETELMIÄ

### JOHDANTO

Maan sisältämien ravinteiden mobilisointuminen kasveille käyttökelpoiseen muotoon sekä kasveille sopivina määrinä ja aikoina sekä ravinneionien pääsy kasveihin riippuvat suurelta osalta pH:sta. Lähes kaikki kasvit, myös puut ottavat ravinteensa pääasiallisesti orgaanisista kerroksista, jotka ovat voimakkaasti puskuroituneita pH-vaihteluita vastaan. Tämä puskuroituminen ei kuitenkaan riitä elintoimintojen ollessa vilkkaimmillaan. Siksi orgaanisten aineiden pääosin tai kokonaan muodostamisissa maissa pH:n paikalliset ja ajalliset vaihtelut ovat suuria etenkin näiden heterogeenisuuden ja sen seurauksena hyvin vaihtelevan hajaantumisalttiuden johdosta (Lutz & Chandler 1949, Russell 1950, Small 1954, Wilde 1954, Bowser & Leat 1958, Lötschert & Horst 1962 ja Vézina 1965).

Nykyisen lasielektrodeilla varustettuihin mittareihin ja standardikonsentraatioisiin suolaliuoksiin perustuvan pH-käsitteen (esim. Wilde, Voigt & Iyer 1964, Peech 1965) tultua yleisesti hyväksytyksi on pH-mittauksesta tullut varsin tavallinen maa-analyysin osa.

Tämän tutkielman tarkoituksena on tarkastella eräiden kivennäismailla yleisesti käytettyjen pH-mittausmenetelmien sovel-

tuvuutta turvemaille siinä valossa, johon ne asettuvat nykyisten tietojen ja tutkimusaineistomme pohjalta.

### AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuskohteeksi valittiin varsinainen sararäme, jonka turvekerroksen paksuus oli hiukan alle metrin. Pohjaveden pinta oli näytteiden oton aikaan alimmillaan 35, korkeimmillaan 15 cm:n syvyydessä. Kohteen silmämääräisesti homogeenisimpaan osaan rajoitettiin aarin suuruinen alue, jolta arpomalla valittiin kymmenen yhden neliömetrin kokoista ruutua. Näiltä otettiin näytteet 0—5 cm:n syvyydestä turvekerroksen pinnasta lukien yhdeksän kertaa kesä—elokuussa, osaksi sateisten ja osaksi saateettomien kausien aikana.

Näytteet käsiteltiin välittömästi laboratoriossa Gorhamin (1960), Van Groenewoudin (1961) ja Vézinan (1965) kehittämällä ja käyttämällä ja niistä jossain määrin modifioituilla menetelmillä:

(1a) Tuore 20 cm<sup>3</sup> näyte, josta oli poistettu elävät ja suurimmat kuolleet juuret, lietettiin 20 ml:aan tislattua vettä. Lietoksen lämpötila pidettiin mahdollisimman lähellä näytteen alkuperäistä lämpötilaa. pH mitattiin tunnin kuluttua.

(1b) Näyte kuivattiin ilmakeiväksi, min-

hummock peat seems to decrease as the ground-water table rises close to the peat surface (figure 5). This is partly due to the fact that when water depth at the hummocks is e.g. 8 cm, the level areas are flooded by an average 4.5 cm of water. The differences in the ground-water coefficients of the hummock and level-area peats also affect the situation (figure 6). The term ground-water coefficient refers to the ratio of ground-water level change to the water volume responsible for the change (see Heikurainen 1963). At the highest ground-water level, the hummocks

dam the flood water, causing the formation of surface ponds in the level areas, and the water level slopes only at the hummocks (figure 2). During dry periods, on the contrary, the ground-water level is deeper than the average gradient would indicate at the level areas. An explanation is probably that evaporation decreases considerably with the sinking of the ground-water table. The capillary rise of water is considerably smaller in hummock peat than in level-area peat, as is shown in the table on page 22 by the water-content percentages in peat.