

Maan ilma ja vajovesi

S. Kasi

Kajavankatu 6 B45, 04230 Kerava

Abstract

Soil gas and water percolation. The air in soil influences percolating water differently in summer and winter. The effects are caused by the temperature dependence of air solubility in water. In winter percolating water warms up, loses a part of the dissolved air, and causes air flow upwards. even for to melt snow. In summer infiltrated water cools down, dissolves air, and air flow is into the soil. In summer above deep groundwaters in eskers there occuring ice layers probably are caused by water evaporation into stony very porous layers.

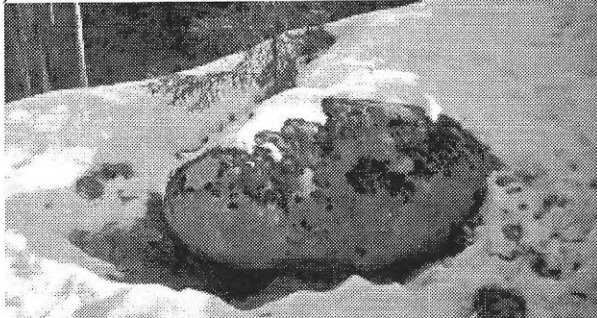
1. JOHDANTO

Maaperän ilma liikkuu herkästi. Suotautuva vesi patjamaisena aiheuttaa siihen painetta, ja maan ilmakaasu purkautuu, ehkä sivulle ehkä veden läpi. Samoin kuin arvioidaan, että maanilma on kyllästynyt vesihöyryllä, voitane olettaa että suotautuva vesi, vajovesi, on kyllästynyt ilmalla.

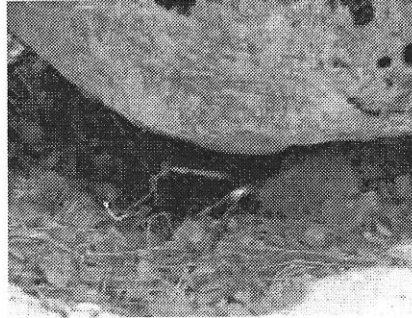
2. HAVAINTOJA

Okko (1957) esitteli Suomesta 28 paikkaa, joilla lumi keskitalvellakin on sulanut maaperästä nousevan ilman vaikutuksesta.

a)



b)



Kuva 1. a) Lumeton paikka Lammin pohjoisosassa (Okko, 1957) 7.3.2003. b) Maasta nousevan ilman lämpötilan ja kosteuden mittaus 7.3.2003

Käydessäni kuluva vuoden maaliskuun 7. pñä Lammilla Mustasupan viereisen mäen päivi-paikalla (Okko, 1957) mittasin maasta nousevan ilman lämpötilaa ja kosteutta. Ulkoilman lämpötila oli $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja suhteellinen kosteus 68 %. Kiven alta nousevan kaasun lämpötila oli $+4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja suhteellinen kosteus 100 %.

Leiviskä (1914) valokuvasi Turun Myllymäen leikkauksesta löytynyttä keskikesän jääkerrosta kesän 1913 lopulla. Myös Okko (1969) ja Tynni (1972) havaitsivat jääkerroksia ja yhdistivät sen harjuissa tapahtuviin ilmavirtauksiin. GTK:ssa on minulle kerrottu soranotossa harjuilta Hannusmalmen P67118-I344125 ja Latostenmäki (karttalehdellä 2044 05 Ridasjärvi) löytyneistä jääkerroksista. Okon (1957) esittämän Mäntsälän Levannon pälvipaikan mäen kuvan hra Vainen jälkeläinen vuonna 2001 kyseisen mäen soranotto paikalla kertoi mäestä löytyneen jäätä ja savea. Okko (1957) olettaa, että Levannon luoteispuolen mäillä olisi samanlaisia esiintymiä. Lähellä Myllymäellä tein havainnot vuosien 2001 ja 2003 talvina pienistä pälvistä.

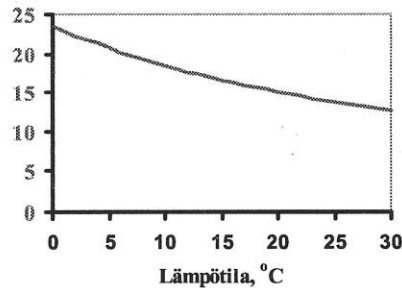
Kesällä ilmavirtaus on päinvastainen kuin talvella. Kesällä virtaus suuntautuu alas harjun sisään. Pohjaveden pinta on jäätyneen kerroksen alapuolella.

3. SELITYKSET

Olen selittänyt (Kasi, 2001) maaperän ilmavirtaukset johtuviksi siitä, että ilman liukeneminen veteen riippuu lämpötilasta, ja tästä aiheutuvista maanilman painevaihteluista.

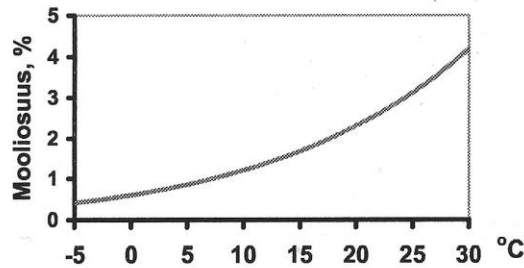
Kuva 2a

Ilmaa vedessä, ppm



Kuva 2b

Vesihöyryä maan ilmassa



Myös voimme väittää, että ilmavirtausten mukana liikkuu ilman kyllästämä vesihöyry.

Kesäsateet ovat lämpimämpiä kuin pohjavesi ja maaperä vakiolämpötila-alueessa muutaman metrin syvyydestä alkaen. Lämmin suotautuva vajovesi jäähtyy ja sitoo itseensä maaperän ilmaa. Ilman paine laskee ja maahan tulee uutta ilmaa ylhäältä. Ilmiö on selvästi näkyvissä, kun pohjavesi on syvällä ja maaperä on sopivan paljon huokosta kivikkoa. Isokivisessä glasifluviaalisessa kivikossa isot huokostilat ovat ilman tai veden täyttämiä. Ilman lämpötilan kasvaessa sen kyllästämän vesihöyryn määrä kasvaa. Pohjaveden yläpuolisessa vedellä

kyllästymättömässä vyöhykkeessä vesihöyryä haihtuu maaperän vedestä. Höyrystymisen vaatiman huomattavan korkean lämmön (2501 J/g, 0 °C) vesi ottaa maaperässä välittömästi ympäristöstään, siis vesipinnalta. Nestemäisen veden lämpötila laskee ja jäätymistä tapahtuu. Harjussa kivien väliset isot huokokset näyttävät vaikuttavan ilmiötä lisäävästi. Toisaalta vesi suotautuu isojen huokosten kautta nopeasti. Myös savella näyttää olevan ilmiöön vaikutusta.

Lämpöliikkeen diffuusiokerroin vedessä on noin 30 kertaa suurempi kuin ilman. Siitä syystä ilmamolekyylien diffuusion aikavakio tasapainotilan saavuttamiseksi vesikappaleissa on noin 30 kertaa pitempi. Maaperässä suotautuvassa 12 cm paksussa vesikerroksessa on laskettu diffuusion 90 %:sti toteuttavan lämmönjohtumisen tapahtuvan ajassa 1 d, mutta ilmapitoisuuden vastaavan muutoksen vaativan 29 d (Kasi 2002). Normaalin sateen vesipisaroiden vastaavat diffuusion tapahtuvat sateen aikana (Kasi 2003). Kuinka paljon konvektio lyhentää näitä aikavakioita, ei ole selvitetty.

Havaintojen perusteella (luku 2) jäätyneen kerroksen alla on suhteellisen tiivis maakerros ja maalajien rakeisuus on suureksi osaksi iso jääkerroksesta maanpintaan tai hyvin lähelle maanpintaa. Höyrystymistä 2500 J/g vastaa $(5 \text{ K} * 4,21 \text{ J/K} + 334 \text{ J})/\text{g} * 7,0 \text{ g}$ määrän vettä kiteytyminen lämpötilasta +5 °C. Kesällä imeytyvän veden lämpötila on 10-20 °C. Se suotautuu suhteellisen nopeasti, lämpötila laskee, maanilmaa liukenee suotautuvaan veteen lisää ja maanilman paine laskee. Paine kasvaa normaaliksi, kun ylhäältä tulee lämmintä ilmaa suotautuvaa vettä nopeammin. Ks. kuvat 2. Huomaa kuvasta 2b, että lämpimän ilman kyllästämiseksi vesihöyryä haihtuu vedestä suhteellisen paljon.

4. EHDOTUS

Paljon ilmiökokonaisuudesta on käsittääkseni tutkittavissa laboratoriossa.

LÄHTEET

- Kasi, S., 2001. Harjujen tuuletus johtuu ilman liukoisuudesta veteen. *XX Geofysiikan Päivät* Helsingissä, toim. M. Airo ja S. Mertanen. *Geofysiikan Seura*. 57-60.
- Kasi, S., 2002. Air movement in soil hydrology; effect of air solubility in water. *Proceedings of the XXXVI Annual Conference of the Finnish Physical Society*. University of Joensuu, Dep. of Physics, Selected papers 7, 276.
- Kasi, S., 2003. Air solubility and thermal time constants in water precipitation. *Proceedings of the XXXVII Annual Conference of the Finnish Physical Society*. University of Helsinki, Report series in physics **HU-P-265**, 398.
- Leiviskä, I., 1914. Kivinen jääkerros sorakukulassa lähellä Turku. *Esitelmät ja Päytäkirjat 1913*, II, 73-84 + 10 valokuvaa. Suomalainen tiedeakatemia. Helsinki 1914.
- Okko, M., 1969. Pysyvä jääkerros harjuineksessa lähellä Lahtea. *Geologi* **21**(7), 108-109.
- Okko, V., 1957. On the thermal behaviour of some Finnish eskers. *Fennia* **81**(5), 1-38.
- Tynni, R., 1972. Ympärivuotisesti jäätynyt glasifluviaalinen kerrostuma Laukaalla. *Geologi* **24**(4), 47-48.