

# Vedenkierron maanalaisia ilmiöitä

Servo Kasi

Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos, geofysiikka, servo.kasi@helsinki.fi

## Abstract

*Water cycle contains routes above and below the soil surface. Above groundwater the soil air should be considered. Liquid, gas (vapor) and ice water occur in soils above the proper groundwater. Air flow velocities and temperatures in special esker sites are measured. The ice above the proper groundwater is assumed to occur in shallow perched ground-waters.*

## 1. JOHDANTO

Vesi haihtuu ilmakehään, muodostaa pilviä ja sataa maahan nesteenä, lumena, rakeina. Maan pinnalta vesi, paitsi ylös, liikkuu myös (imeytyy) maan sisään ja osin suotautuu pohjavedeksi. Koko vedenkiertoon ([USGS, 2011](#)) kuuluvat myös maanpinnan-alaisen veden liikkeet.

Vesi evapotransporoituu maaperästä kasvien käytössä, suotautuu pohjaveteen ja kulkeutuu maanpinnalle, osin kyllästymättömässä maavyöhykkeessä ja pohjavedestä (Grip ja Rodhe, 1988, Niimi ja Niimi, 1995, Mälkki, 1999) puroihin, lähteisiin, järviin, jokiin ja meriin. Itse vedestä tulisi tietää mahdollisimman paljon (esim. Franks, 2000 ja 1984), mutta Franks valittaa, että kirjojensa välillä tieto on kovin vähän lisääntynyt (Mitkä ovat nesteveden H<sub>2</sub>O-polymerit?). Vaikka eri maalajen (ääripäissä kivikko ja savi) vedenjohtavuuksilla on valtavat erot, veden ja siihen liittyvien muiden aineiden kulkua ja kulkeutumista pitää mallintaa (mm. Kasi, 1995, 2005b).

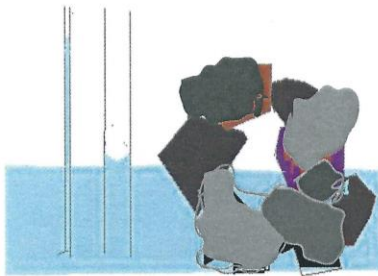
Maaperässä vesi esiintyy kaikissa luonnollisissa olomuodoissaan: nesteenä, kaasuna (höyrynä) ja myös jäänä (Tynni, 1972, Kasi, 2005a, 2008). Maaperän ilmalla on merkittävä vaikutus vajoveden suotautumisnopeuteen, ja ilmeisesti maaperässä esiintyvään jäähän (Kasi, 2005a, [2006](#)).

## 2. LÄMPÖTILA, ILMAVIRTAUKSET JA HARJUN KESÄJÄÄ

Lemmelä, et al. (1981) mittasivat 5 vuotta kuukausittain maaperän lämpötilaprofiilin pinnalta pohjaveteen, 7 m syvyydessä, asti. Pohjavedessä lämpötila pysyi liki vakiona  $5,6 \pm 0,5$  °C. Tuloksista näkee, että lämpötilan muutos siirtyy maanpinnalta syvemmälle kuukausi-skaalassa. Suppien pohjalla lämpötilat kesälläkin ovat 0..10 °C. Lammin Mustasupan pohjalla Kasi (2006) mittasi heinä-elokuussa 2004 3,5..4,2 °C arvoja.

Arvellaan, että harjuista soraa otettaessa kesällä löytyvä jääkerros johtuu orsivesiesiintymästä. Tynnin (1972) tutkimia jää todettiin syntyneeksi vuoden 1954 jälkeen. Harjuihin ja mäkiin liittyy todennäköisesti runsaasti orsivesiä. Harjuilla löytyy yläosista kohtia, joissa kesällä maa

vetää sisäänsä lämmintä ilmaa, ja samoin kohdin säännöllisesti talvella maasta nousee lämmintä ilmaa, joka jopa sulattaa lumeen paljaita kohtia. Eniten olen tästä viime vuosikymmenellä tehnyt havaintoja Lammin Leiriharjulla ja sen Mustasupalla (Kasi, 2006).



Maan imemä vesi vajoaa nopeasti maan kanavia pitkin tai etenee patjamaisesti. Olen mitannut ilmavirtauksia lähellä Leiriharjun lakea olevan kiven alla olevaan kanavaan ja viereisen Mustasupan pohjalla, myös 27.-30.7.2004 sattuneen myrskysateen jälkeen (Kasi, 2006).

Kuva 1. Hiushuokoisuutta (kapillaarisuutta). Sitä ei ole pohjaveden pinnalla kivikossa.

Matalassa orsivedessä oletan tapahtuvan haihtumisen vaikutuksesta viilenemistä. Pintalämpötilassa +4 °C oleva vesi painuu orsivesikerroksen pohjaan. Vähitellen kerros alkaa jäätyä kuin lampi.

#### LÄHTEET

- Franks, F., 2000, Water – a matrix of life, and 1984, Water. RSC (Royal Society of Chemistry, UK) Paperbacks.
- Grip, H., ja A. Rodhe, 1988. *Vattnets väg från regn till bäck*. Hallgren & Fallgren. Uppsala.
- Kasi, S., 1995, Uutta vettä ja sen saasteiden kulkemiseen maaperässä. *XVII Geofysiikan Päivät*, 37-39.
- Kasi, S., 2001, Harjujen tuuletus johtuu ilman liukoisuudesta veteen. *XX Geofysiikan Päivät*, 57-60.
- Kasi, S., 2003, Maan ilma ja vajovesi. *XXI Geofysiikan Päivät*, 53-55.
- Kasi, S., 2005a, Probable reason for summer freezing of esker water. Proceedings of the XXXIX Annual Conference of Finnish Physical Society, Teknillisen korkeakoulun fysiikan laboratorion julkaisuja **229**, 118.
- Kasi, S., 2005b, Ilma maassa ja suotoveden yhtälöt, *XXII Geofysiikan Päivät*, 67-70.
- Kasi, S., 2006, Hydrological influence of soil air. Report *NHP 49* (the XXIV Nordic Hydrological Conference), 209-215.
- Kasi, S., 2008, Water dynamics (also thermal) under (and on) the ground and good measurements for use in simulations. Proceedings of the XLII Annual Conference of Finnish Physical Society, Report series in physics, University of Turku, **L 31**, 136.
- Lemmelä, R., Y. Sucksdorff ja K. Gilman, 1981, Annual Variation of Soil Temperature at Depths 20 to 700 cm in an Experimental Field in Hyrylä, South-Finland during 1969 to 1973. *Geophysica* 17, Nos. 1-2, 143-154.
- Mälkki, E., 1999. Pohjavesi ja pohjaveden ympäristö. Tammi, Helsinki.
- Niini, H., ja S. Niini, 1995, Vesigeologia. *TKK-IGE-C-17*.
- The earthDr, 2011, Introduction to Basic Ground-Water Flow.
- Tynni, A., 1972, Ympärivuotisesta jäätyneet glasifluviaalinen kerrostuma Laukaalla. *Geologi* **24**, 47-48.
- USGS (U.S. Geological Survey), 2011, The Water Cycle - Water Science for Schools.