

Geologiaa ja geofysiikkaa teekkareille

– massakursseja ja geoympäristötekniikan diplomi-insinöörejä

KIRSTI LOUKOLA-RUSKEENIEMI, MARKKU PELTONIEMI,
EEVALIISA LAINE, TERO HOKKANEN JA PIETARI SKYTTÄ

Geologiaa ja geofysiikkaa on opetettu jo 69 vuoden ajan Teknillisessä korkeakoulussa. Geologian professorin oppituoli perustettiin ennen toista maailmansotaa ja geofysiikan professuurikin 1980-luvun alussa. Koulutusohjelman sisältö on vaihdellut aikojen kuluessa. Alun perin geologian opetus palveli kaivannaisteollisuuden tarpeita. Geofysiikka sen sijaan on ollut alusta alkaen oma pääaineensa ja TKK:lla onkin koulutettu merkittävä osa Suomen geofyysikoista.

Vuonna 2005 geologia ja geofysiikka siirrettiin TKK:ssa Materiaali- ja kalliotekniikan osastolta Rakennus- ja ympäristötekniikan osastolle ja perustettiin uusi geoympäristötekniikan pääaine, joka sisältää erityisesti geologian, geofysiikan, geomatematiikan ja geokemian opetusta.

Geologian ja geofysiikan massaopetusta

Rakennusgeologian perusteiden kurssi kuuluu pakollisena kaikille rakennus- ja ympäristötekniikan osaston opiskelijoille ja sen vuoksi aktiivisesti

kurssia suorittavien opiskelijoiden lukumäärä on tänä syksynä niinkin korkea kuin 168.

Rakennusgeologian perusteet tarjoaa yleistä tietoa geologiasta ja geofysiikasta. Luentojen (27 tuntia) lisäksi kurssiin liittyy yhtä suuri määrä harjoituksia. Mineraali- ja kivilajiharjoituksissa opetellaan käsinäytteiden avulla tunnistamaan tavallisimpia mineraaleja ja kivilajeja. Esimerkkeinä tehtävistä mainittakoon seuraavat: ”Laita laatikossa olevat mineraalit järjestykseen tiheyden mukaan keveimmästä raskaimpaan” ja ”Tunnista laatikossa olevat kivilajit ja aseta ne oikealle paikalleen 1:100 000 -mittakaavaisella kallioperäkartalla, minkä jälkeen etsi karttalehden paikka 1:1 000 000 -mittakaavaiselta koko Suomen kallioperäkartalta” (kuva 1). Tunnistustaidot koetellaan kokeessa, jossa kurssilaiset saavat eteensä muutamia mineraali- ja kivilajinäytteitä. Geofysikaalisiin mittausten menetelmiin opiskelijat tutustuvat maastossa ja tulkitsemalla mittauksissa saatuja tuloksia.

Suuri osallistujamäärä aiheuttaa haasteita paitsi mineraali- ja kivilajiharjoituksille myös geofysiikan harjoituksille; sellaisena kai voitaneen



Kuva 1. Teekkarit Jenni Nieminen ja Risto Pietilä rakennusgeologian perusteiden harjoituksissa. Kuva: Pietari Skyttä

pitää ”liukuhihnaa”, jossa viikon ajan oppilaita syötetään toisesta päästä tekemään seismisiä mittaustuloksia ja toisesta päästä laitetaan kotiin tulkitsemaan mittaustuloksia ja siinä välissä assistentti ja laboratorioinsinööri ”pyörittävät hihnaa” aamusta iltapäivään!

Geologian opetusta verkossa

Kurssilaisten ja opettajien käytössä on suljettu internet-pohjainen järjestelmä, Optima, jossa hallinnoidaan kurssin opetusmateriaalin jako, kurssin aikataulujen ylläpito sekä tiedot harjoitusten suoritustavoista, -ajoista ja -vaatimuksista. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Optimassa opiskelijat katselevat luentoja ja ”luentomonistetta”, etsivät tietoja harjoitusajoista ja -paikoista sekä suorittavat kurssiin liittyviä harjoituksia. Rakennusgeologian perusteiden kurssilla Optimassa on harjoitusten korjauksen suhteen automatisoituja monivalintatehtäviä. Monivalintaharjoituksista on tullut hyvää palautetta ja oppilaat ovat yllättävänkin ahkerasti käyttäneet jopa useita tunteja harjoituskysymyksiä ratkoessaan ja kysymyksiin oikeita vastauksia googlen avulla etsiessään! Opettajat vastaavasti laittavat järjestelmään luentoesitykset katseltaviksi, täydentävät ”luentomonistetta” ja jakavat tukimateriaalia esim. mineraalitutkimukseen liittyen. Myös kaikenlainen kurssiin liittyvä tiedottaminen on keskitetty Optimaan, jolloin assistenttien sähköpostiliikenne vähenee oleellisesti.

Mineraaleja ja kivilajeja opetetaan myös käyttäen omia geologian opetusmateriaaleja <http://www.opigeologia.fi>. Sivusto tarjoaa ytimekkäitä esityksiä teoriaosuuksista, valokuvia kivi- ja mineraalinäytteistä ja interaktiivisia tehtäviä kuten mineraalien tunnistaminen. Käytännön taitoja opetettaessa verkossa esitettävien tehtävien ja esimerkkien pitää olla yhteydessä kontaktiopetukseen ja käytännön harjoitteluun. Siten esimerkiksi kuvatut näytteet löytyvät myös harjoituskokoelmista ja esimerkeissä käytetyt kalliokohteet sijaitsevat mahdollisimman lähellä korkeakoulua, jotta opiskelijoilla olisi mahdollisuus myös itsenäisesti tutustua näytteisiin ja opeteltaviin piirteisiin kalliopaljastumilla. Opigeologiaa-sivuilta löytyvät myös kurssisivut, joiden kautta osa opetusmateriaalista on jaossa myös muiden yliopistojen geologian opiskelijoille.

GEOLOGI 58 (2006)

Geoympäristötekniikan kurssit

Tekniikan kandidaatin opintoihin kuuluu seuraavia geoympäristötekniikan kursseja:

- Rakennusgeologian perusteet,
- Kallioperä- ja maaperägeologia,
- Rakennegeologia,
- Ympäristögeologia,
- Sovelletun geofysiikan perusteet ja
- Geologian ja geofysiikan kenttäkurssi.

Syventäviin opintoihin kuuluvat kurssit:

- Geofysiikan ympäristötutkimusmenetelmät,
- Hydrogeologia,
- Sovellettu geokemia,
- Geomatemaattiset menetelmät,
- Geologinen 3D-mallinnus ja
- Geoympäristötekniikan kenttäkurssi.

Kallioperä- ja maaperägeologian kurssilla opetellaan perinteisen mikroskoopinnin lisäksi muun muassa paikkatietojärjestelmien soveltamista geologiaan. Geoinformatiikan ja sovelletun matematiikan käyttöön geologiassa perehdytään kurssilla Geomatemaattiset menetelmät (<http://www.opigeologia.fi/kurssit/>). Geologisen 3D-mallinnuksen kurssissa yhdistetään vanhat tutut kartoituskäytännöt uusiin tietotekniisiin työkaluihin. Kurssilla on useita vierailuvia luennoitsijoita ja siihen osallistuu TKK:n opiskelijoiden lisäksi myös Helsingin yliopiston geologian opiskelijoita ja jatko-opiskelijoita (kuva 2).

Uusi syventymisvaihtoehto on hydrogeokemiallinen mallinnus. Jos se kiinnostaa, geoympäristötekniikan lisäksi kannattaa opiskella vesi- ja ympäristötekniikkaa ja suorittaa myös Applied Hydrogeochemistry- erikoismoduuli. Moduuli on 20 opintopisteen laajuinen kurssikokonaisuus. Uudessa tutkinto-ohjelmassa kolme opintopistettä vastaa noin kahta vanhan koulutusohjelman opintoviikkoa.

Myös sovelletun geofysiikan opetus on uudistunut vuonna 2005 sekä TKK:n tutkintorakenteen, osastosiirron että yleiseurooppalaisen Bolognan sopimuksen seurauksena. Geofysiikan opetus on sijoitettu pääasiassa sovelletun geofysiikan erikoismoduuliin. Ensimmäisen kontaktin geofysiikkaan



Kuva 2. Peter Sorjonen-Ward luennoi 3D-mallinnuskursseilla syksyllä 2006. Kuva: Pietari Skyttä

opiskelijat saavat kuitenkin jo toisena opiskeluvuonna Rakennusgeologian perusteet -kurssin harjoitustöissä ja kursseilla Sovelletun geofysiikan perusteet ja Ympäristögeofysikaaliset menetelmät. Tarjoamme tällä hetkellä seuraavat kurssit geofysiikasta:

- Sovelletun geofysiikan perusteet,
- Geofysiikan ympäristötutkimusmenetelmät,
- Geofysikaaliset maastomittausmenetelmät,
- Geofysikaaliset pohjatutkimusmenetelmät,
- Geophysical Inversion Methods,
- Sovelletun geofysiikan seminaari ja
- Sovelletun geofysiikan jatko-opintojakso.

Tämän lisäksi opetusyhteistyö Helsingin yliopiston Geofysiikan osaston kanssa antaa mahdollisuuden suorittaa opintoja kiinteän maan geofysiikassa. Erityisen tärkeä yhteistyömuoto on kenttäkurssi, johon myös Geologian tutkimuskeskus osallistuu suurella opetuspanoksella.

Sivuaineeksi geoympäristötekniikan opiskelijat voivat valita Rakennus- ja ympäristötekniikan osastolta georakentamisen, tie- ja liikennetekniikan, vesi- ja ympäristötekniikan tai muilta osastoilta esimerkiksi geoinformatiikan. Lisäksi on mahdollista valita kursseja Helsingin yliopistosta.

Opintojen rakenteen kannalta perusero yliopistojen geologikoulutukseen verrattuna on se, että tekniikan kandidaatin tutkinnossa matematiikan,

fysiikan ja tietotekniikan osuus on niin suuri, että geologian ja geofysiikan osuuden riittävyden turvaaminen uudessa tutkintorakenteessa oli aivan erityinen haaste. Uusien erikoismoduulien avulla tämä on kuitenkin diplomi-insinööritason opintokokonaisuudessa mielestämme onnistunut.

Olemme järjestäneet useita jatkokoulutuskursseja, jotka soveltuvat täydennyskoulutukseksi työelämässä toimiville. Geofysiikan alan kursseja järjestetään lähes vuosittain, hydrogeokemiallisen mallinnuksen ja ympäristöriskianalyysin kurssit ovat myös olleet suosittuja.

Tutkimustoiminta on vilkasta

Tällä hetkellä osallistumme neljään EU-projektiin. RAMAS keskittyy Pirkanmaan alueen arseeniasioihin. BIOSHALE selvittää Talvivaaran ja Puolan Lubinin mustaliuskemalmien rikastusprosesseja ja ympäristövaikutuksia. Lisätietoja projekteista saa internet-sivuilta <http://www.gsf.fi/projects/ramas/> ja <http://bioshale.brgm.fr/>. FUNMIG liittyy ydinjätteiden sijoitustutkimuksiin (<http://www.funmig.com/>), samoin PETRUS-niminen juuri alkanut verkottumisprojekti. Ydinjätteiden sijoitustutkimuksiin on lisäksi kotimaista Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimusrahoitusta ja ajoittain myös Posivan rahoittamia tilaustöitä. Lisäksi meillä on menossa useita geokemialliseen tutkimukseen liittyviä yhteistut-

kimuksia eri organisaatioiden kanssa kotimaassa ja ulkomailla.

Soveltavan geoinformatiikan tutkimus keskittyy geostatistiikan menetelmien soveltamiseen maaperän likaantumistapauksissa ja kalliolaadun määrittämiseen paikkatietojärjestelmien ja tilastollisen päättelyn avulla. Viime kesänä kartoitettiin kallion rakenteita neljällä louhoksella. Hangon Lillmärsassa tehtiin lisäksi maatutkamittauksia tavoitteena reunamuodostuman 3D-malli.

Sovelletussa geofysiikassa olemme saaneet rahoituksen vuoden 2007 alusta kahdelle uudelle projektille: *Improving the Estimation of Water storage with a Combination of High-Accuracy Satellite and Ground Gravity Data and Hydrogeological Modelling* (Suomen Akatemian rahoitus) ja *Maakosteuden jakautuminen ja sen muutoksen monitorointi hydrogeologisen mallin rakentamiseksi Metsähovin tutkimusasemalla* (K.H. Renlundin säätiön rahoitus). Ensin mainitussa tutkitaan ja kehitetään mahdollisuutta hyödyntää painovoimamittauksia paikallisen sekä alueellisen vesivarannon arviointiin ja kääntäen. Jälkimmäisessä hankkeessa kehitetään ja rakennetaan magneettiseen ydinresonanssiin perustuvia mittauselementtejä, joiden avulla voidaan arvioida maan kosteuden määrää, mitä tietoa voidaan edelleen käyttää hyväksi sekä alueen hydrogeologista mallia laadittaessa että tarkennettaessa painovoimamallia.

Lisäksi Maa ja vesitekniikan tuki sekä Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön rahoittavat hanketta *Älykäs kalatie*. Se voitti vuonna 2005 Lahden tiede- ja yrityspuiston järjestämän ympäristöaiheisten ideoiden kilpailun. Tässä poikkitieteellisessä tutkimus- ja kehityshankkeessa on mukana tutkijoita TKK:n eri laboratorioista sekä Helsingin yliopistosta.

Laitekantaa on uudistettu

Geofysikaalinen laitekantamme on uudistunut kahden viime vuoden aikana. Meillä on käytössä uusi maatutkakalusto useilla eri antennilla, mukaan lukien 1600 MHz järjestelmä ("betonitutka"), uusi 24-kanavainen seismografi vertikaali- ja horisontaaligeofoneilla sekä GPS-RTK-paikannuslaitteisto, joka perustuu sekä uuteen VRS-tekniikkaan että kiinteään tukiasemaan. Kun

joukkoon vielä lisää toimivan maavastuslaitteiston voi hyvällä syyllä todeta, että kykenemme monenlaisiin ja vaativiin geofysiikan mittauksiin. Lisääntynyt tutkimustoiminta mahdollistaa myös laitekannan uudistamisen ja laajentamisen tarpeen mukaan. Kehitämme uuden betonitutkamme sovellusmahdollisuuksia ja pyrimme löytämään yhteistyökumppaneita sekä TKK:n sisältä että rakennusteollisuudesta. Seismiikassa uusi moderni laitteisto tarjoaa geoteknisiin pohjatutkimuksiin monia uusia sovellusmahdollisuuksia, joita parhaillaan selvitämme.

Hankimme myös XRF-laitteen, jolla voi määrittää paitsi kivi- ja maaperänäytteiden myös vesinäytteiden kemiallista koostumusta melkoisen hyvällä tarkkuudella. Lisäksi olemme panostaneet hielaboratorion ajanmukaistamiseen.

Geoympäristötekniikan henkilökunta ottaa mielellään vastaan uusia ideoita toiminnan kehittämiseksi!

Yhteystiedot: Teknillinen korkeakoulu, Geoympäristötekniikka, PL 6200, 02015 TKK. Käyntiosoite: Vuorimiehentie 2A, Otaniemi, Espoo. Yksikön sihteerin puhelinnumero: 09-451 2790.

Yksikön kotisivut: [http:// geo.tkk.fi](http://geo.tkk.fi)

Kirsti Loukola-Ruskeeniemi, geologian professori
Markku Peltoniemi, geofysiikan professori
Heikki Niini, emeritusprofessori
Eevaliisa Laine, geologian lehtori
Tero Hokkanen, geofysiikan assistentti
Pietari Skyttä, geologian assistentti
Jalle Tammenmaa, laboratorioinsinööri
Seija Latvala, erikoislaboratoriomestari
Marja Rönkä, sihteeri

Tutkijat: Klaus Einsalo, Mira Markovaara-Koivisto, Annika Parviainen ja Matti Viikari. Vuodesta 2007 alkaen lisäksi Pirjo Isosaari ja Ida Öhman.

Dosentit: Esko Eloranta, Ilmo Kukkonen, Eevaliisa Laine, Auli Niemi ja Lauri Pesonen.

Erikoisopettajat: Nuria Marcos, Heikki Rainio, Norbert Szabo ja Sirkku Tuominen.