PULTEREIDEN EKSKURSIO 2017
KROATIA

PULTERIT
1960
TURKU ✷ ÅBO

Pulterit Kroatiassa, *Aleksei Myller* 2

Kroatian ja lähialueiden geologiaa, *Jouko Heyno* 4

Rannikko-Kroatian geologia, *Leevi Grönlund ja Teemu Anttilainen* 8

Kroatian geologisia luonnonvaroja, *Henrik Englund ja Tuomas Miettinen* 11

Vranjacan karstiluola, *Sunna Kitti ja Pirita Leijonakallio* 14

Krkan kansallispuisto, *Tuomas Gråsten ja Mathias Lauraeus* 17

Velika Paklenica, *Samuel Bronstein* 20

Hrvatski geološki institut – Kroatian geologian tutkimuskeskus, *Mikko Uotinen* 24

Pulterit Kroatiassa

Aleksei Myller, ekskursiovastaava

Kun geologian opiskelijat Suomessa haluavat lähteä ekskursiolle, he haluavat lähteä erilaiseen paikkaan, jonka geologia eroaa suomalaisesta. Tämän takia Pulterit päättivät lähteä Kroatiaan tutkimaan kalkkikiviä ja nauttimaan aurinkoisista rannoista. Matkaan lähti loppujen lopussa neljätoista opiskelijaa, vaikka alussa oli enemmänkin, mutta kesätyöt ja muu ohjelma söi ihmisiä pois. Haluaisin kiittää Nordkalk oy:tä ja Loimu ry:tä, sillä ilman heidän tukea matkan järjestäminen olisi paljon haastavampaa.

Matka alkoi Zagrebista, Kroatian pääkaupungista, jossa ekskursiovastaavan piti koko päivän leikkiä emosorsaa ja poimia geologeja kaduilta ja ohjata ensimmäiselle majoitukselle. Varsinaista ohjelmaa ei ollut vielä seuraavanakaan päivänä, vaan kaikki tutki kaupunkia ja sen rakennusten kivijalkoja itsenäisesti tai pienissä porukoissa. Tavattiin sattumalta myös muitakin suomalaisia opiskelijoita, teekkareita Tampereelta.

Kolmantena päivänä otettiin autot ja lähdettiin ensin Baracin luolaan, joka on Plitvicen kansallispuiston läheisyydessä. ”Kai se on sitten auki tänään” sanoin minä, manasin. Luola olikin juuri sinä päivänä kiinni remonttitöiden takia. No, käytiin kuitenkin luolan suulla tutkimassa aluetta ja orgaanista jätettä kalkkikivissä ja jatkettiin matkaa Plitvicen kansallispuistoon. Vaikka sää oli sumuinen ja sadetta tihkui, niin maisemat olivat kauniimpia mitä olen nähnyt. Porrastetut vesiputoukset valuttavat vettä järvestä toiseen. Onneksi turistisesonki oli jo päättynyt ja ”kehno” sää säikäytti muitakin ihmisiä. Näin mikään ei häirinnyt olemaan rauhassa lähellä luontoa.

Myöhään illalla päästyään Splitiin meitä odotti ludekatastrofi, mikä pakotti vaihtamaan yösijaa. Yritä löytää 14:lle hengelle paikkaa kello yksitoista illalla. Joten jakauduimme pienempiin porukoihin ja tavattiin seuraavana päivänä rannalla auringonpaisteessa. Vaikka oli jo syyskuu, sitä Splitissä ei huomannut. Aurinko paahtaa, turisteja riittää ja hinnatkin Zagrebia korkeammat. Tekisi mieli jäädä pidemmäksi aikaa, mutta oli jatkettava ohjelmaa.

Baracin luolan korvikkeeksi löysimme Vranjacan luolan lähellä Splitiä, joten käytiin tutkimassa tippukiviä ja kuuntelemaan luolan omistajan improvisoitua stalaktiitti marimbaa. Sen jälkeen matkamme jatkui Krkan kansallispuistoon, joka muistutti Plitviceä, mutta oli kuitenkin erilainen sekä ulkoisesti, että jonkin verran geologisesti. Muutamat geologit virkistyivät uimalla vesiputousten kohinan kanssa (Kuva 1). Päivä päättyi pieneen Novigrad Dalmatia nimiseen kylään, jossa majoituttiin, syötiin ja mentiin nukkumaan.

Seuraavana aamuna oli vähän aikaa tutkia kylän katuja ja linnakkeen raunioita kukkulalla. Mutta piti jatkaa Velika Paklenican kanjoniin. Kanjonissa oli yllättävän paljon ihmisiä kiipeilemässä jyrkkiä seiniä helteessä. Kiipesimme jonkin verran polkuja pitkin kanjonia ylöspäin, mutta tiukka aikataulu pakotti jatkamaan takaisin Zagrebiin palauttamaan autoja.

Viimeinen päivä Kroatiassa vietettiin Zagrebissa, josta matka alkoikin. Käytiin vierailemassa paikallisella geologian tutkimuskeskuksella HGI:lla. Meidän otettiin hyvin vastaan ja esiteltiin

paikkoja ja toimintaa. Päivän päätteeksi kaikki kasaantui samaan ravintolaan viimeiselle päivälliselle ennen paluumatkaa Suomeen. Loppujen lopuksi matka sujui hyvin ja palaisin Kroatiaan takaisin tutkimaan geologiaa tarkemmin.

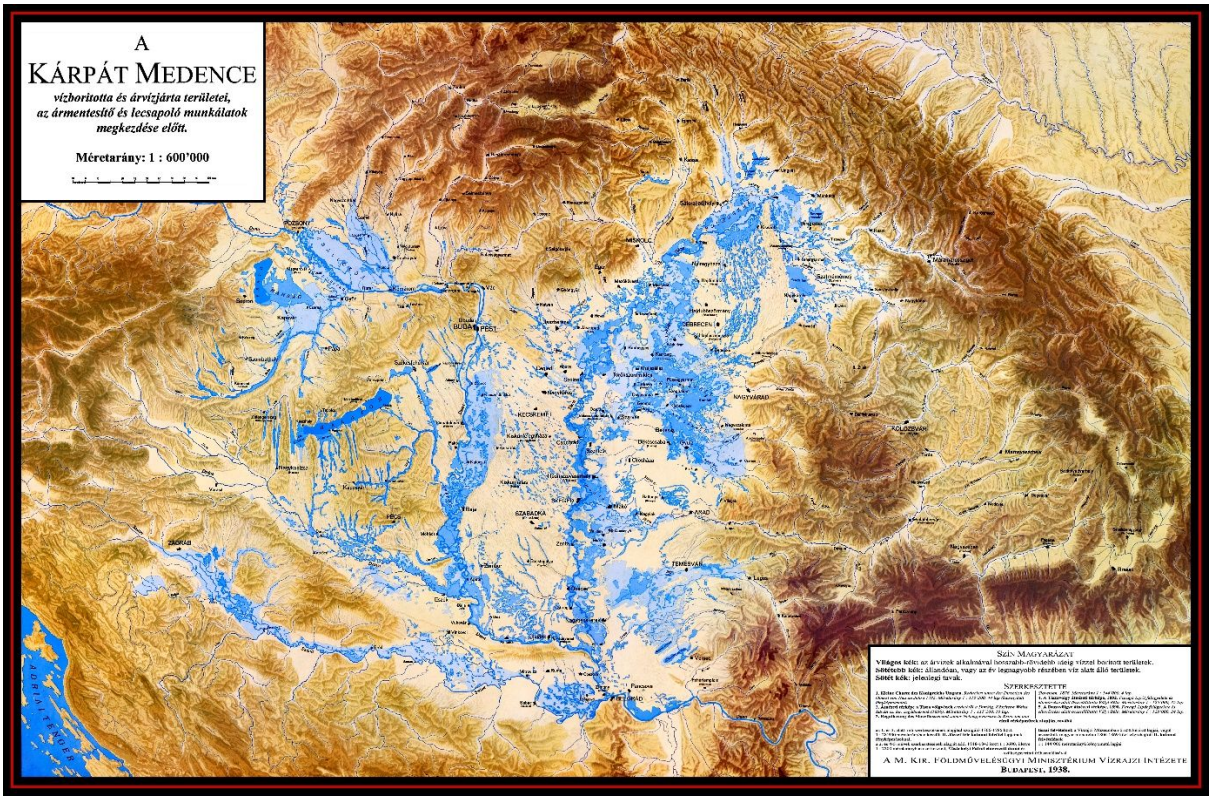
Kuva 1: Geologeja uimassa Krkan kansallispuistossa

Kroatian ja lähialueiden geologiaa

Jouko Heyno

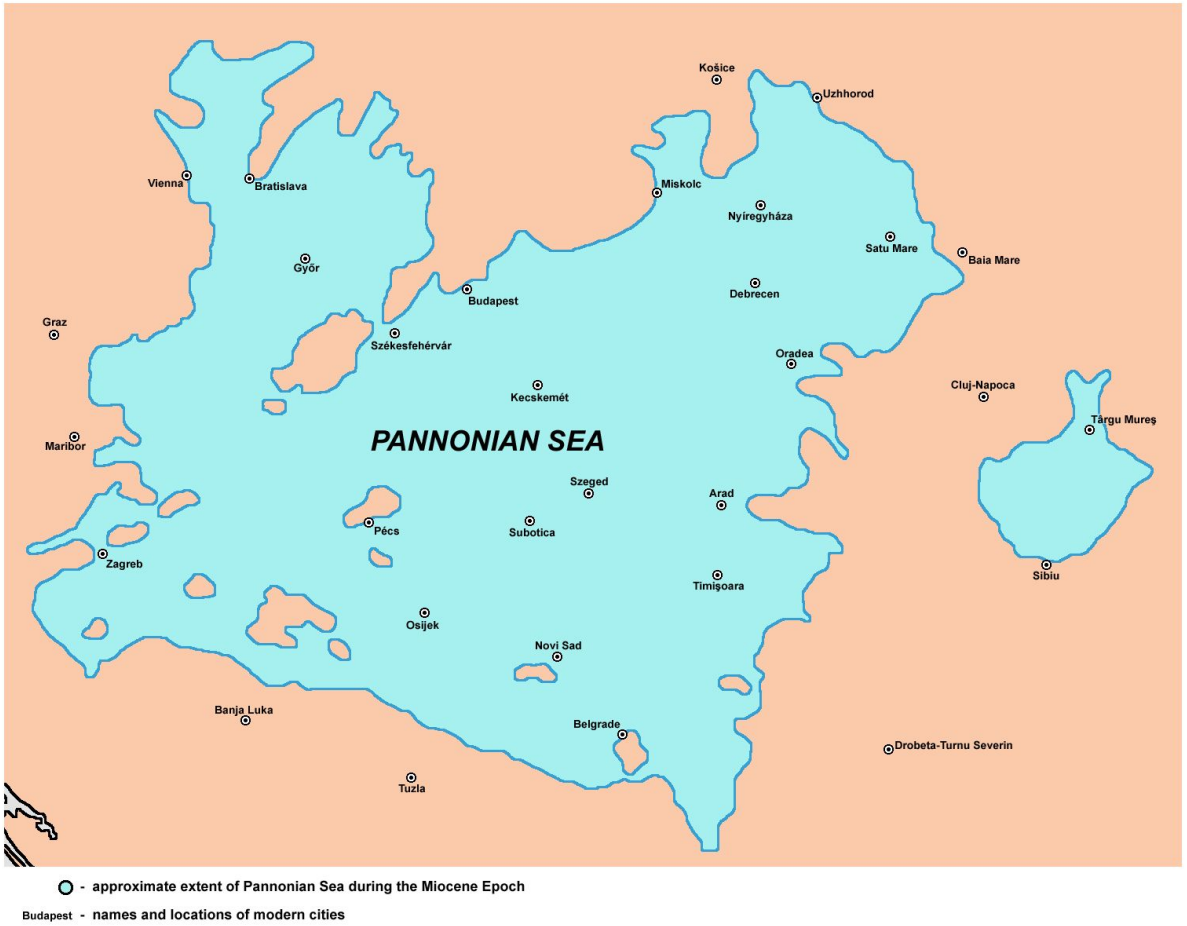
Matkan tarkoituksena oli tutustuminen Kroatian, erityisesti Dalmatian rannikon, geologisiin muodostumiin ja alueen geohistoriaan. Kroatian alue voidaan jakaa geologisesti kolmeen pääosaan: Dalmatian rannikko ja sen kalkkikivivyöhyke, Papuk ja Krndija-vuoristot maan pohjoisosassa ja väliin jäävä maan pääosa, hedelmällinen Savan ja Dravan tulvatasanko, jossa sijaitsee maan pääkaupunki, Zagreb.

Dalmatian kalkkikivivyöhykkeen pohjoispuolinen osa kuuluu nk. Pannonian altaaseen, joka vielä 1800-luvulla, ennen alueen kastelu- ja kuivatusjärjestelmien rakentamista, oli valtava tulvatasanko:



Kuva 2: 1800-luvun Kroatian tulva-alueet

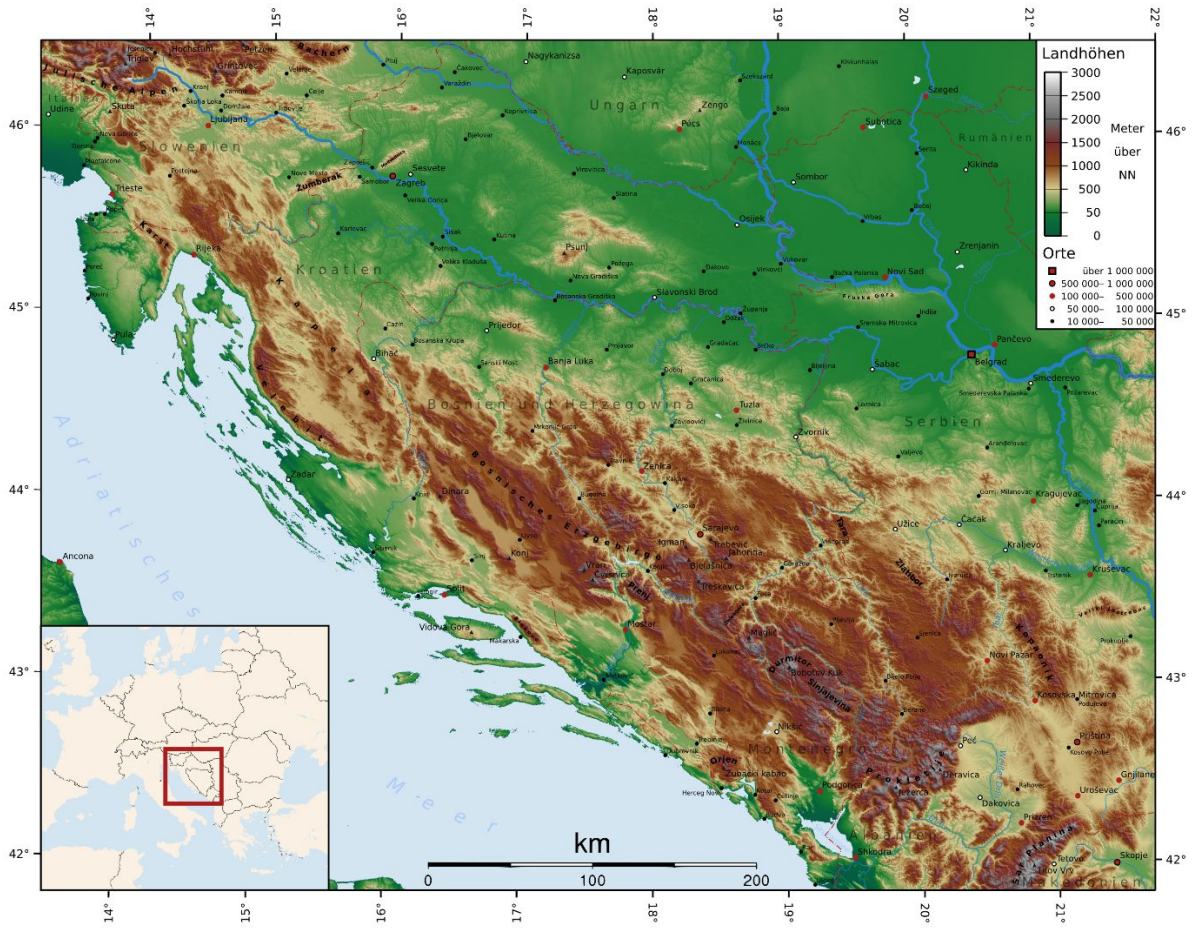
Alueen geologinen historia kertoo, että mioseenikaudella (n. 5 – 23 Ma) aluetta peitti yhtenäinen meri:



Kuva 3: Pannonian meri

Tämän merialueen kuivettua paljastuneen Dinaaristen Alppien ja Dalmatian välisen tulvatasangon sedimenttikerrostumat ovat pääasiassa Pannonianmeren pohjasedimenttejä. Merkittävää on, että kalkkikivikerrostumien rapautumisesta seurannut eroosio on toteutunut pääasiassa kalsium- ja muiden, vähäisempien, karbonaattikivien liukenemisena, joten varsinaista saostuvaa materiaalia on ollut äärimmäisen vähän.

Maan lounaisosaa reunustavat Dinaariset Alpit, jonka osa on myös Dalmatian rannikon kalkkikivivyöhyke ja sen karstiluolat:



Kuva 4: Kroatian rannikon vuoristot.

Tämä vuoristo jatkuu melko yhtenäisenä Italiasta aina Albanian kautta Pohjois-Kreikkaan. Geologisesti alue oli opiskelijan kannalta melko ”tylsä”, sen pääasiallinen muodostuma oli valtava kalkkikivikerrostuma, joka on Afrikan mantereen työntyessä pohjoiseen noussut lähes 60 asteen kulmassa pystyyn. Näin eri kerrostumat ovat tulleet selvästi näkyviin, ja kalkkikiven ja vulkaanisen toiminnan vuorottelu on selvästi nähtävissä. Plitvicen luonnonpuistossa tämä näkyi selvästi putouksina, järvinä, joita erotti toisistaan tuffivalli, ja niitä yhdistävinä koskina ja muina vesiväylinä. Kalkkikivipohja piti veden kirkkaana ja alueet vaikuttivat kalaisilta.

Ihmistoiminnan kannalta erityisesti Dalmatian rannikko vaikutti äärimmäisen köyhältä ja luotaantyöntävältä. Ruokamultakerrosta ei varsinaisesti ollut päässyt kehittymään, koska alueen jyrkät muodostumat ovat johtaneet siihen, että sadeveden virtaus on voimakasta. Toisaalta kalkkikivi syöpyy happamassa sateessa, ja näin vesi imeytyy suoraan kallioperään, syövyttää sinne luolastoja ja pitää maan kuivana. Karbonaattiperusta johtaa myös siihen, että rapautuminen päätyy liukenemiseen, ei sedimentoitumiseen, joten vähät ravinteet, joita maassa on, virtaavat Adrianmereen. Toisaalta tämä taas lisää kalastuksen mahdollisuuksia, mutta vain kapealla rantakaistaleella.

Historiallisesti Dalmatia on myös mielenkiintoinen, Se on ollut Venetsialle tärkeä omistus ja laivaväylä, koska Adrianmeren etelärannikko ei ole ollut turvallinen, ei merenkulullisesti eikä sotilaallisesti (merirosvojen takia).

Valitettavasti en saa tähän runsasta omaa kuva-ainestoani, josta olen videoidut pätkät siirtänyt exkursion omalle FB-sivulle. Lisää kuvia kommentteineen tulee, kun saan kuvat siirrettyä.

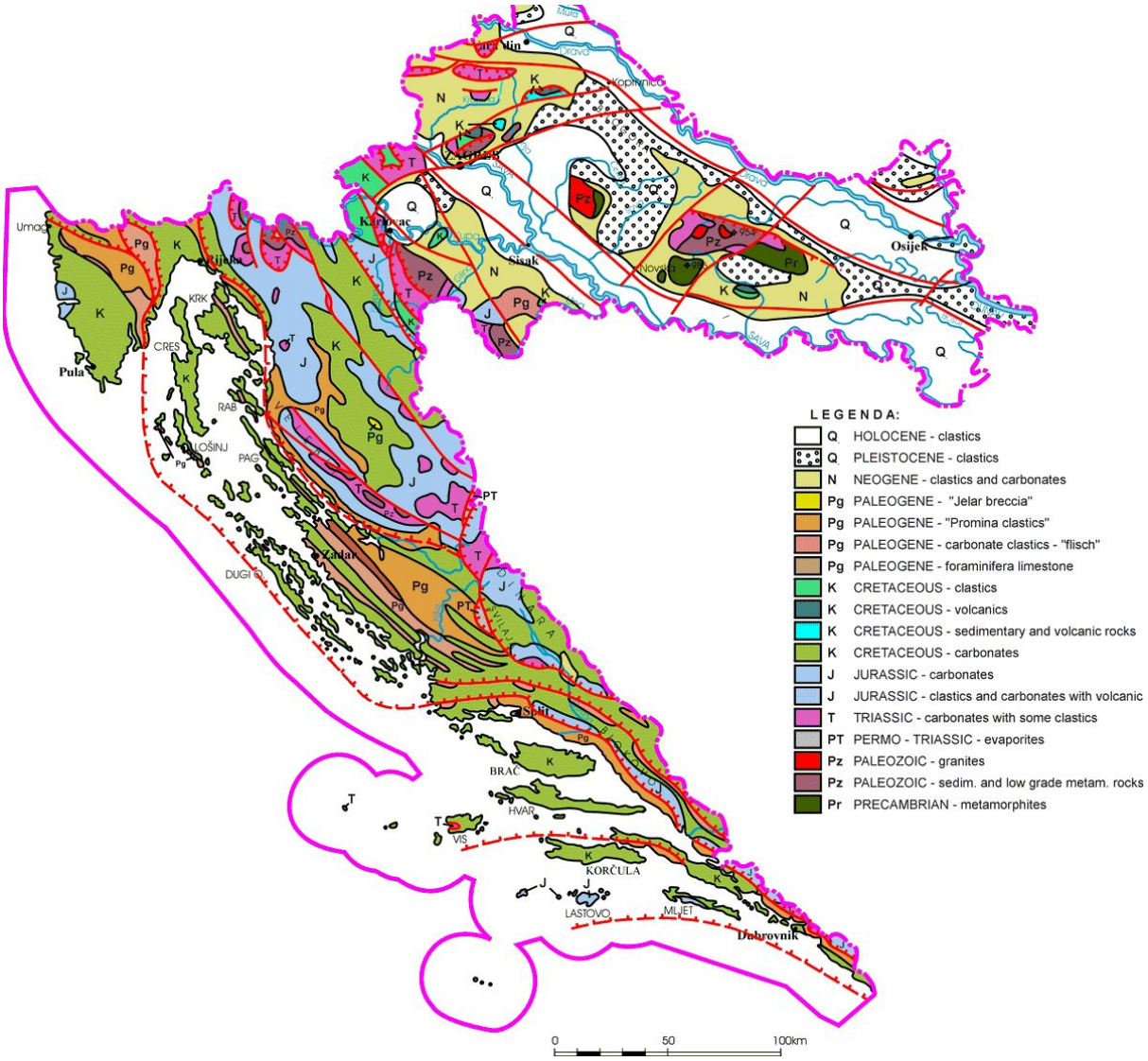
Rannikko-Kroatian geologia

Leevi Grönlund ja Teemu Anttilainen

Kroatia sijaitsee Etelä-Euroopassa Adrianmeren rannalla. Kroatia n kallioperässä esiintyy kivilajeja aina prekambrisista metamorfisista kivilajeista nuoriin holoseenin aikana kondolisoituneisiin sedimenttikiviin. Vanhempia magma - ja metamorfisia kiviä tavataan yleisesti enemmän kauempana mantereella, kun taa s rannikon geologiaa luonnehtivat nuoremmat liitu - ja paleogeenikauden karbonaatit ja klastiset sedimenttikivet.

Rannikon geologia selittyy pitkälti liitukaudella esiintyneen Tethysmeren aikana kerrostuneista sedimenteistä. Tethysmeri alkoi kehittyä myöhäisellä permikaudella noin 250 miljoonaa vuotta sitten Pangean hajotessa Gondwanaksi ja Lauraasiaksi . Noin 140 miljoonaa vuotta sitten Tethysmeri oli kehittynyt nämä kaksi mannerta erottavaksi suureksi vesialtaaksi, johon kerrostuivat liitukautiset merenpohjan sedimentit. Myöhemmin näiden kerrosten päälle kerrostui paleogeenikauden karbonaatteja ja klastisija sedimenttejä. Kalkkikivissä tavataan usein myös foraminifera-fossiileja, joiden avulla on voitu selittää yhä tarkemmin kerrostumien stratigrafiaa.

Myöhemmin liitukauden lopussa sekä kenotsooisen maailmankauden aikana Tethysmeri sulkeutui Afrikan litosfääri laatan törmätessä Euraasian laattaan. Tethymeren pohjalle syntyneet kerrostumat päätyivät mukaan orogeniaan muokaten niiden sijaintia ja asentoa kallioperässä. Orogenian yhteydessä syntyi rannikkoalueelle lukuisia reverssisiirroksia, jonka seurauksena nuorempia mereisiä sedimenttikiviä työntyi vanhempien kivilajien päälle.



Kuva 5: Kroatian kallioperäkartta http://www.startmaps.com/croatia - maps

Kroatian maapinta-alan topografiasta noin puolet on karstimaata, joka selittyy kalkkikiven runsaudella. Kalkkikivi koostuu pääasiassa kalsiitista, joka liukenee herkästi hiilihappoon. Sadeveden reagoidessa ilmakehän hiilidioksidin kanssa syntyy laimeaa hiilihappoliuosta. Tämä hiilihappopitoinen vesi liuottaa tehokkaasti rannikkoalueen kalkkikivimuodostumia synnyttäen rakoja ja uurteita ja näiden verkostoja. Lopulta jatkuneen liukenemisen myötä muodostuu maanalaisia jokia ja luolastoja jopa yli kilometrin syvyyteen maanpinnasta. Kroatian alueen lukemattomista luolista on tilastoitu yhteensä 49 yli 250m syvyydessä, 14 yli 500m syvyydessä ja 3 yli 1000m syvyydessä. Näissä luolastoissa esiintyy usein tippukivimuodostumia, jotka syntyvät kalsiittipitoisen veden poistuessa rakosysteemistä saostaen kalsiitin kallion pinnalle.

Kuva 6: Kalkkikivikallion yhteyteen saostuneita tippukivimuodostumia.

Kroatian geologisia luonnonvaroja

Henrik Englund ja Tuomas Miettinen

Geoturismi Kroatiassa

Kroatiassa on paljon turistikohteita, jotka houkuttelevat luonnontieteilijöitä ja erityisesti geologeja. Kroatiassa ollaankin kiinnitetty huomiota kestävään turismiin, joka onkin tärkeää, sillä helposti vaurioituvia ja suosittuja turistikohteita on runsaasti Kroatiassa. Ekskursiollamme vierailimme Plitvicen, Velika Paklenican ja Krkan kansallispuistoissa. Tämän lisäksi vierailimme Vranjaca luolassa. Kohteissa huomasin, että rajoituksia oli Suomalaisiin luontokohteisiin verrattuna melko paljon. Kalastaminen ja merkittyjen polkujen ulkopuolella liikkuminen oli lähes kaikissa kohteissamme kiellettyä. Lisäksi Vranjaca luolassa sai kulkea vain oppaan kanssa (myös turvallisuussyistä). Kuitenkin Kroatian geologisessa instituutissa (HGI) ollaan melko yksimielisesti sitä mieltä, että turismi rasittaa luontoa liikaa ja luonnonpuistoissa liikkumista tulisi rajoittaa vielä entisestään etenkin sesonkiaikaan. Muun muassa Plitvicen kansallispuisto on vaarassa menettää Unescon-maailmanperintökohde statuksensa, koska vierailijoiden määrä ja runsas rakentaminen aiheuttavat liikaa rasitusta luonnolle. Vierailimme Plitvicen kansallispuistossa ekskursiollamme 25.9.2017.

Tunnetuin ”varsinainen” geoturismi kohde on Papuk geopark, Joka sijaitsee Slavoniassa (itä-Kroatiassa). Papuka kansallispuistossa on hyvin suuria topografia vaihteluita, jotka ovat suurimmaksi osaksi syntyneet kahdessa eri orogeniavyöhykkeessä (dinarides ja Carpathines). Lisäksi Papukan kansallispuisto on suureksi osaksi muinaista merenpohjaa, jossa on vielä tänäkin päivänä nähtävissä runsaasti merkkejä vulkanismista. Emme valitettavasti päässeet käymään kyseisessä geoparkissa sen hankalan sijainnin vuoksi.

Kuva 7: Plitvicen kansallispuisto

Maakaasu ja öljy Kroatiassa

Kroatia tuottaa pieniä määriä maakaasua ja öljyä. Kroatian öljyvarojen uskotaan olevan noin 70m barrelia ja maakaasuvarojen noin 880bn ft3 (The UK Sunday Times). Adrian meren rannikolta etsitään Kroatialle jatkuvasti uusia öljy ja maakaasu esiintymiä. Maalla suurimmat esiintymät sijaitsevat Kroatian pohjois- ja koillisosissa. Kroatiassa vaikuttavin öljy-yhtiö on INA-industrija nafte, d.d.

Mineraalivarat

Kroatian merkittäviin mineraali esiintymiin kuuluvat kvartsihiekka, bentoniitti, keramiikassa ja tiilien teossa käytetyt savet, kipsi, dolomiitti, kalkkikivi, sora, rakennuskivi ja merisuolat. Kroatiasta löytyy myös jonkin verran bauksiittia. Kroatian kaivos teollisuus onkin tästä syystä keskittynyt rakennus kivi louhoksiin, kivi murska agregaatti ja sora/hiekka kaivantoihin. Myös kroatian sementti teollisuus pärjää kohtuu hyvin johtuen kalkki ja savi esiintymien määrästä. Pääasiallinen rakennus kivi louhos alue on kroatian rannikoilla. Suurin osa Agregaatti tuotannosta tapahtuu sisämaassa. Kaikkiaan geologisten luonnonvarojen kaivuu alueita on 626 jotka yhdessä kattavat 378 kuutiokilometriä.

Pohjavesivarat

Karsti luolat ovat yksi suurimmista pohjavesi lähteistä kroatiassa. Kroatian pohja vedet ovat hyvin neutraaleja pH arvoiltaan johtuen kalkkipitoisten kivilajien liukenemisesta. Kroatian pohjavesi HGI:ssä yhteinen mielipide oli: Pohjavesivarat ovat suurimmassa osassa maata juomakelpoisia ja

koko maassa saastuneisuus ei iso ongelma paitsi mikrobiologisen saastumisen on olemassa oleva vaara osassa karstiluolia.

Lähteet:

https://iclg.com/practice-areas/oil-and-gas-regulation/oil-and-gas-regulation-2017/croatia#chaptercontent2
http://www.papukgeopark.com/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=76&lang=en
https://www.total-croatia-news.com/item/14741-ministry-denies-plitvice-lakes-will-lose-unesco-world-heritage-status
https://www.ft.com/content/a1f322fb-fff7-3020-b7ab-3d282c8c4de6
http://www.hgi-cgs.hr/annual/annual_report_2005.pdf
http://www.hgi-cgs.hr/annual/annual_report_2006.pdf
http://www.hgi-cgs.hr/annual/godisnjak_2007.pdf
http://www.hgi-cgs.hr/annual/godisnjak_2008.pdf
http://www.hgi-cgs.hr/annual/godisnjak_2009.pdf
HGI annual report 2016
http://www.hgi-cgs.hr/pdf/Mineralne_sirovine_TAIEX_ljubljana_2007.pdf

Vranjacan karstiluola

Sunna Kitti ja Pirita Leijonakallio

27. syyskuuta vierailimme Vranjacan luolassa, joka sijaitsee Kotlenicen kylän kupeessa, 20 minuutin ajomatkan päässä Splitin kaupungista. Luola on suojeltu luontokohde, jota ylläpitää Pundan suku Kroatian valtion avustamana. Luolan olemassaolo on tiedetty pitkään, ensimmäisestä kammiosta on löydetty neoliittikautisia ihmisasutuksen jälkiä. Stepe Punda löysi toisen kammion vuonna 1903, molemmat luolan kammiot avattiin vierailijoille 1929.Vuosittain luolassa käy 7000 vierailijaa.

Kuva 8: Vranjacan luolan kakkoskammio. Kuvassa näkyy sekä katosta roikkuvia stalaktiittejä sekä maasta kohoavia stalagmiittejä ja niiden muodostamia pylväitä.

Vranjacan kaksi kammiota ulottuvat 65 metrin syvyydelle, kakkoskammio koostuu yhdeksästä pienemmästä kammiosta. Sokkeloisen luolaston kaikkien kammioiden yhteispituudeksi on laskettu 360 m. Luolasto pidetään +10-15 celsiusasteen lämpöisenä ympäri vuoden, jotta se säästyisi suuremmalta rapautumiselta. Vranjacan iäksi on arvioitu 65-70 miljoonaa vuotta, se syntyi maanalaisen Jadro-joen kulutustyönä. Nykyisin Jadro virtaa n. 10 metriä luolan alapuolella ja se laskee lopulta Adrianmereen asti. Joen kulkua on selvitetty väriainetestien avulla, joissa Jadroon laskettiin väriainetta joka myöhemmin ilmestyi Adrianmereen. Vranjacan luola jatkuu vielä syvemmällekin, mutta turvallisuussyistä sinne ei päästetä vierailijoita.

Varnjacan luola on tavanomainen karstiluola, jossa on tippukiviä. Kun Euraasian ja Afrikan laatta törmäsivät, niiden välissä ollut merenpohja muodosti hyvin kalkkipitoista kallioperää, jonka pääminеraaleja ovat karbonaattimineraalit kalsiitti $CaCO_3$ ja dolomiitti $MgCaCO_3$. Nämä mineraalit liukenevat helposti veteen, jonka vuoksi koko seudulla vesi muovaa kallioperää vaivattomasti. tämän vuoksi olosuhteet tippukiviluolien syntymiselle ovat otolliset. Kesällä lämpötila Välimeren alueella nousee korkealle, mikä edesauttaa komponenttien liukenemista veteen.

Kuva 9: Kuvassa näkyy kvartsikiteiden voimakas kiiltely ja tummanpuhuvia oksideja.

Tippukivimuodostelmia on luolassa kahdenlaisia, stalaktiitteja jotka roikkuvat jääpuikon tavoin katossa, sekä stalagmiittejä, jotka ovat lattiasta kohoavia puikkoja. Molemmat syntyvät, kun kallioperästä virtaa kalkkipitoista vettä, jonka karbonaatit saostuvat stalaktiiteiksi ja stalagmiiteiksi. Ne voivat myös yhdistyä muodostaen lattiasta kattoon asti yltävän pilarin. Osa stalaktiitista on sisältä onttoja. Oppaamme demonstroi asiaa soittamalla meille kivan stalaktiittisoolon. Niiden värit vaihtelevat valkoisen, punaisen ja ruskean sävyissä eri oksidipitoisuuksien vaihtelun vuoksi, tärkeimpinä raudan ja mangaanin oksidit. Luolan pohjassa oli paikoitellen savikerrostumia.

Kuva 10: tippukivipylväät voivat olla massiivisia, kuvan pilarit ovat noin 10-metrisiä.

Krkan kansallispuisto

Tuomas Gråsten ja Mathias Lauraeus

27.09.2017 ekskursiomme kohteena oli Krkan kansallispuisto, jonne saavuimme noin 14-15:00 iltapäivällä. Matka kansallispuistoon tehtiin bussikyydillä Krkan kansallispuiton pääsisäänkäynniltä alas laaksoon Krka joen rannalle. Jo bussin ikkunasta saattoi nähdä (kuva 1), että alueen topografia on korkeudeltaan vaihteleva. Krkan alue koostuu merenpohjaan kerrostuneiden biogeenisten karbonaattisedimenttien synnyttämistä kalkkikivistä, jotka ovat niin ikään tektonisten prosessien (poimutus ja haurasdeformaatio) ja mm. veden aiheuttaman rapautumis-/eroosion tuloksena muodostaneet Krkan kanjonin ja muut alueen topografiavaihtelut.

Kuva 11. Bussin ikkunasta otettu kuva Krkan kansallispuistosta.

Krkan alueen kallioperää vallitsee karbonaattisedimenttikivet. Kyseiset kivilajit ovat syntyneet liitu-paleogeenikaudella eli noin 144- 23,03 miljoonan vuoden aikavälillä. Liitu-paleogeenikaudella ilmasto oli hyvin lämmin ja merenpinta suhteellisen korkealla. Olosuhteet olivat täten hyvin suotuisat matalien merien kalkkikuoriselle pieneliöstölle, jotka niin ikään kerrostivat kyseiset karbonaattisedimenttikivilajit matalan meren pohjaan. Eräs pääkivilajeista on nimeltään Istrian kivi (= Istrian stone tai rudistni vapnentci(kroatia)), joka on alkuperältään biogeeninen kalkkikivi, ja

omana erikoisuutenaan omaa metamorfista marmoria vastaavan tiheyden (mm. tästä syystä hyvä rakennuskivi).

Krkan alueelle ominaisia muodostumia ovat myös travertiinit, joita pysähdyimme ihmettelemään useampaankin otteeseen. Travertiinit ovat syntyneet vedessä, jossa on korkea Ca2+ -pitoisuus. Travertiinit muodostuvat epätasaisiin paikkoihin joenpohjaan. Kun vettä roiskuu (esim. koskessa), siitä vapautuu hiilidioksidia (CO2), jolloin veden kemiallinen tasapaino muuttuu ja kalsiumkarbonaatti (CaCO3) saostuu vedenalaisiin objekteihin. Travertiinin muodostuessa on bakteereja, sammalia ja levää oltava läsnä, sillä travertiini kiinnittyy niiden pintaan kalsiitin mikrokiteinä (kuvan 2 rakenteet). Travertiinien muodostumiskohtiin kasaantuu orgaanisia sekä epäorgaanisia aineksia, joista syntyy ytimiä, joihin kalsiitti voi saostua. Saostumista varten veden pitää olla ylikylläinen kalsiumkarbonaatin suhteen, pieni pitoisuus orgaanista ainetta sekä pH:n täytyy olla yli 8. Travertiinien muodostuminen on suurinta korkeammissa lämpötiloissa, sekä silloin kun veden virtausnopeus on 0,5-3,5 m/s. Tämänhetkisen joen virtaussuunnan alueella olevaa travertiinia kutsutaan eläväksi travertiiniksi (sitä muodostuu lisää jatkuvasti). Nykypäiväisen virtausalueen ulkopuolella olevia travertiineja kutsutaan kuolleiksi travertiineiksi, jotka voivat olla jopa 125 000 vuotta vanhoja.

Kuva 12. Travertiinirakenteita eroosiopinnalla.

Krka-joessa on yhteensä seitsemän putousta, joista jokaisen virtausmäärät vaihtelevat. Esimerkiksi viimeisen putouksen, Skradinskin, keskimääräinen veden virtaus on 55 kuutiometriä sekunnissa. Krka-joki laskee Prukljan-järven kautta Sibenikiin, josta se päätyy Adrianmereen. Krka-joki on syntynyt, kun merenpinta nousi deglasiaation seurauksena pleistoseenin Würm-jakson aikana. Krkan luonnonpuiston kasvillisuus ja eliöstö on monipuolista. Sieltä on löydetty muun muassa 222 eri lintulajia.

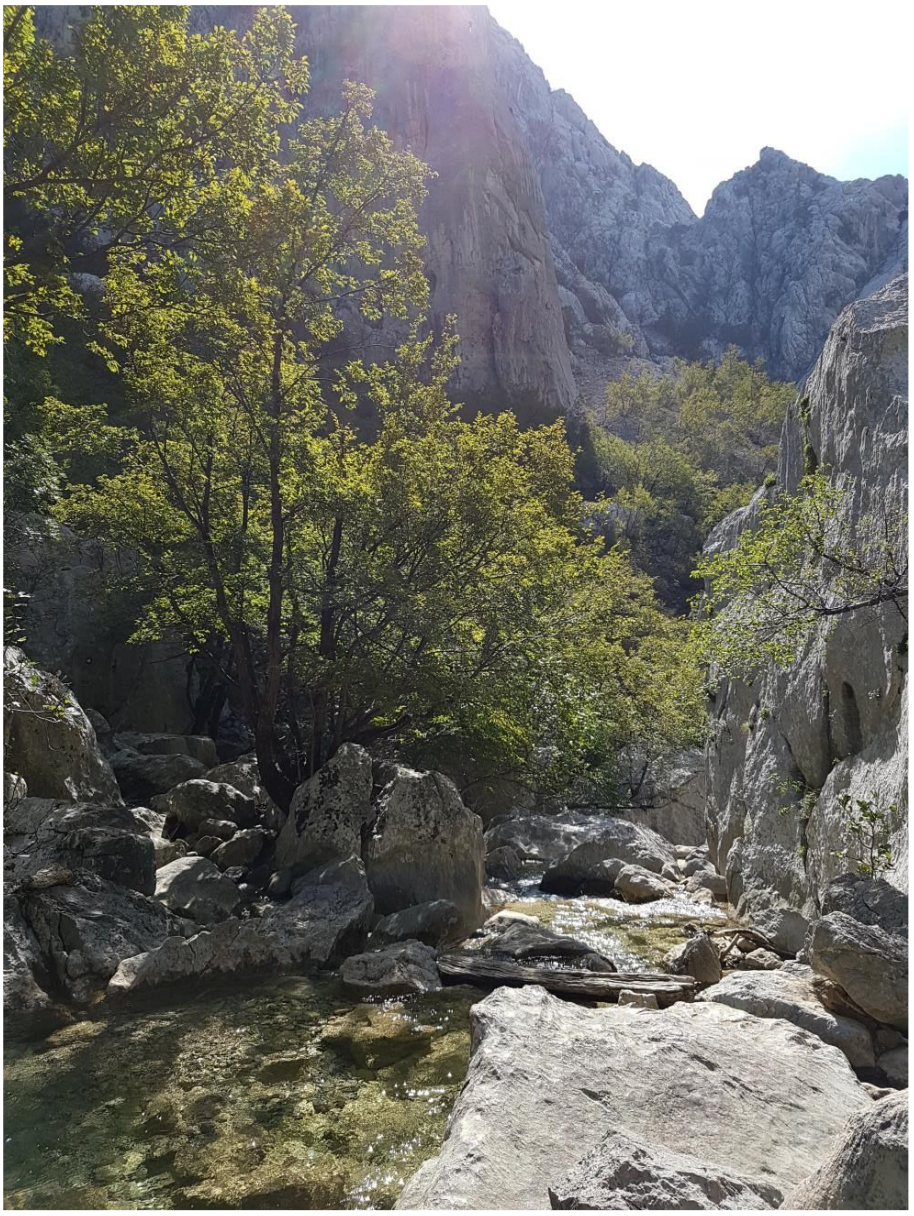
Kuva 13. Skradinskin putoukset.

Velika Paklenica

Samuel Bronstein

Kävimme muutaman tunnin kävelyllä Velika Paklenican V-laaksossa/ kanjonissa (kuva 14). Koillis-lounais-suuntautunut laakso on erodoitunut lähinnä jurakautiseen kalkkikiveen, mutta alempana myös breksioihin. Näiden kontaktissa on erilaisia pleistoseenin sedimenttejä. Kävelimme muutamia kilometrejä kanjonissa kulkevaa polkua pitkin ylöspäin, mutta aikataulusyistä emme tehneet rengasreittiä. Kanjonin kalkkikiviseinämät olivat jyrkät, ja vuoristojoki oli kuluttanut topografialtaan vaihtelevan laakson, jossa vuorottelivat tasaisemmat vesialtaiden ja lehtometsiköiden valtaamat pinta-alat sekä jyrkemmät nousut (kuva 15). Kanjoni on ymmärrettävästi kalliokiipeilijöiden suosiossa, ja mahdolliset kiipeilyreitit ovat melko pitkiä. Kanjoni on ollut tutkimuskohteena väitöskirjatyössä (Marjanac 2012), jota on käytetty myös tässä selostuksessa lähteenä.

Kuva 14. Velika Paklenican kanjoni googlen satelliittikuvassa. Kuvan edustaman alueen leveys on n. 3 km.



Kuva 15. Velika Paklenica.

Pleistoseenin sedimentteihin tutustuimme erityisesti kansallispuiston alkuosassa, jossa oli hyvä paljastuma konglomeraattiin (kuvat 16-17). Kiven klastit koostuivat lähinnä kalkkikivestä, joiden pyöristyneisyysaste oli pyöristynyt - kulmikas - välillä (rounded - subangular) . Kivessä oli havaittavissa jokseenkin irrallisena esiintyviä megaklasteja, ylöspäin hienonevia settejä ja suurta vaihtelua virran energiamäärissä. Seteissä näkyvä syklisyys selittynee toistuvalla prosessilla joka voi liittyä esim. palmikoivan joen mutkitteluun tai jäätikön ablaatio/akkumulaatio - sykliin. Kalkkikivivuoristoa myöhäisempien sedimenttikivien kerrostuminen on pääsääntöisesti selitetty ilman glasiaalisia prosesseja. Marjanac on esittänyt monille sedimenteille kroatiassa glasiaalista alkuperää, mutta hänen näkemykselleen on melko vähän tukea aikaisemmassa kirjallisuudessa, ja Kroatian geologisen tutkimuskeskuksen tutkijoilta saamiemme tietojen perusteella hän ei ole myöskään vielä vakuuttanut maan tämänhetkistä geologista yhteisöä.

Kuva 16. Megaklasti ja suurta vaihtelua sedimentin kerrostaneen virran energiamäärässä.

Kuva 17. Ylöspäin hienonevia settejä sedimenttikivessä, karkeasti punaisin viivoin rajattuna. Linkkuveitsen pituus n. 7cm.

Lähteet:

Omat kuvat ja huomiot

Marjanac, L. 2012. Pleistocene Glacial And Periglacial Sediments Of Kvarner, Northern Dalmatia And Southern Velebit Mt. - Evidence Of Dinaric Glaciation. Väitöskirjatyö. Geologian osasto, Zagrebin yliopisto.

Hrvatski geološki institut – Kroatian geologian tutkimuskeskus

Mikko Uotinen

Kroatian ekskursion viimeisen virallisen päivän, perjantain 28.9.2017 aikana vierailimme HGI:ssa eli Kroatian geologian tutkimuskeskuksessa. Tutustumiskierros alkoi keskuksen aulasta, jossa sisäänkirjautumisen jälkeen tutkimme aulatilan näyttelyä. Esillä oli eri puolilta Kroatiaa kerättyjä fossiileja ja mineraaleja.

Kuva 18: ryhmäkuva HGI:n aulassa.

Alasta siirryimme neuvotteluhuoneeseen, missä seurasimme esitelmää tutkimuskeskuksen toiminnasta, historiasta ja nykyisistä projekteista. HGI on Kroatian suurin geotieteiden ja geotekniikan tutkimuskeskus, joka tuottaa tietoa vesihuollon, maaperän- ja vesien suojeluun, liikenneinfrastruktuurin kehittämiseen, kaupunkisuunnittelun ja mineraalivarantojen arviointiin.

Vuosikertomuksen mukaan vuoden 2016 tärkein projekti HGI:ssä oli 1:100 000 mittakaavan hydrogeologisen kartan laatiminen. Muita projekteja ovat geokemiallisen peruskartan laatiminen, 1:50 000 peruskartan laatiminen ja 1:100 000 mittakaavan geotekninen kartta. Digitaalisten aineistojen määrä on kasvanut HGI:ssa valtavasti ja arkiston aineistoa on digitoitu usean

vuosikymmenen ajalta. Uudet julkaisut ovat saatavilla painetun version lisäksi sähköisinä. HGI:n projekteihin kuuluu myös arkeologisia tutkimuksia, joista tärkein vuonna 2016 oli Pohjois-Kroatiassa sijaitsevat Rooman valtakunnan aikaiset hautakammiot.

Esitelmän jälkeen kiersimme tutkimustiloissa ja laboratorioissa. Laitteet ja menetelmät olivat pitkälti samoja, joita Suomessakin käytetään. Siksi geologin onkin melko helppo siirtyä ulkomaille töihin tuttujen menetelmien ja laitteiden pariin. Ainoastaan elektronimikroskooppi oli vanha 70-luvun malli. Mikroskooppiin oli kytketty modernimpi tietokone, jonka avulla laitetta pystyy kuitenkin käyttämään melko vaivattomasti. Lisäksi pistäydyimme kirjastossa, arkistossa sekä karttatieto-osastolla, josta löytyi tuttuja ohjelmistoja kuten move ja ArcGis. Peruskarttojen lisäksi HGI tuottaa 3D-mallinnettuja karttoja.

Kuva 19: Vanha elektronimikroskooppi tutkimustiloissa.

Kierroksen aikana sekä sen jälkeen meillä oli aikaa esittää kysymyksiä henkilökunnalle. Kierroksen jälkeen Keskustelimme neuvotteluhuoneessa noin tunnin verran. Esitimme henkilökunnalle kysymyksiä HGI:n toiminnasta ja Krotian geologiasta. Vierailu oli erittäin onnistunut ja henkilökunta otti meidät lämpimästi vastaan.