



Kuva 1. Siltakivi Virolahden Sydänkylässä. Sillan pituus on 4 m, leveys 1,5 m ja paksuus 30–40 cm. Sen laki nousee 70 cm ympäristöstään. Puolimetrisen kataja sinnittelee sillan alla vuonna 2006. Kuva: S. Kielosto.

Fig. 1. Siltakivi (Bridge Stone) at Sydänkylä, Virolahti. The length of the bridge is 4 m, width 1,5 m and thickness 30–40 cm. Its top rises 70 cm from its environment. A half metre long juniper stays up under the bridge in year 2006. Fig. S. Kielosto.

Siltakivi ja kumppanit – ensimmäiset Suomessa tunnistetut A-taitokset (A-tent) ja niiden varhaismuodot blisterit (blister)

SAKARI KIELOSTO JA AIMO KEJONEN

Meitä askarrutti pitkään suomalaisen kalliomaiseman kummajaisena geologi Kieloston maaperän peruskartoituksen yhteydessä 1986 havaitsema, Virolahden Sydänkylässä

oleva, Siltakiveksi kutsuttu lohkkarekaari (kuva 1). Vaikka lähistöllä oli rapakivialueelle tyyppillinen, moron oton yhteydessä syntynyt kalliosilta ja muistikuvana Ahvenanmaan Jätinkahva (Jättehandtaget), tämä silta ei sopinut

kummankaan syntytapaan. Koska sen rakenne poikkesi selvästi muistakin Suomessa tunnetuista, rapautumisen ja mannerjäätikön toiminnan synnyttämistä kallio- ja lohkaresilloista (esim. Kejonen 2007), aloimme pohtia ilmiötä tarkemmin.

Kirjallisuustutkimuksen ja googletuksen jälkeen tunnistimme rakenteen kallioperän rakoilun ja sivuttaispaineen synnyttämäksi muodostumaksi, jollaista kansainvälisessä geologisessa ja geomorfologisessa kirjallisuudessa nimitetään termeillä *A-tent* (Twidale 1982, Twidale and Bourne 2003, 2009, Twidale and Vidal Romani 2005) tai *pop-up* (Coates 1964, Sbar and Sykes 1973). *A-tent* on nykyään vaikiintuneempi nimitys. Suomeksi käännettynä se tarkoittaa harjateltoa tai A-teltoa eli vanhanmallista englantilaista sotilasteltoa. Koska tällaista muodostumaa ei aiemmin ole Suomessa kuvattu, ehdotamme siitä käytettäväksi suomenkielistä termiä **A-taitos**.

Siltakivi (karttalehdellä 3042 07 Klamila, koordinaatit: x=6711,20, y=3522,44, z=36 m) sijaitsee vajaan kilometrin lounaaseen Virolahden Sydänkylän Laukkallionmäeltä. Se koostuu kahdesta alla olevasta kalliosta irronneesta laatasta, jotka ovat toisiinsa nojaten koholla. Ne muodostavat siltaa tai teltoa muistut-

tavan rakenteen. Laatat ovat runsaat 1,5 m ja 2,5 m pitkät, 1,5 m leveät ja 30–40 cm paksut. Niiden alla oleva vapaa tila on 1,5 m x runsaat 3 m ja harjan kohdalla 70 cm korkea. Muodostuma on rapakivigraniittia. Laatat ovat harjan taitoksen kohdalta lujasti kiinni toisisa-

saan. Siltakivi ei jäänyt lajissaan ainoaksi. Viimeksi kuluneiden parin vuoden aikana uusia Siltakiven kaltaisia muodostumia löytyi Kymenlaaksosta, Viipurin rapakivialueelta, Häppilän Laukkovuorilta (3042 07 Klamila, x=6712,45, y=3521,91, z=48 m, kuvat 2 ja 3) ja Kattilaisten Luotosenkankaalta (3042 07 Klamila, x=6719,80, y=3522,65, z=47 m), Pohjanmaalta porfyyristä Vaasan graniittia olevilta kallioalueilta Uusikaarlepyyn Storbötelttä (1334 11 +2312 02 Pensala, x=7024,56, y=2428,56, z=50 m) ja Mustasaaren Platsbergetiltä (1333 06 Mullola, x=7006,56, y=1551,67, z=27 m), Savosta porfyyrigraniittia olevalta alueelta Heinäveden Vihtarinniementä (4221 04 Kerma, x=6924,68, y=4439,36, z=89 m) sekä Pohjois-Karjalasta kiillegneissi-alueelta Pyhäselän Kivenaluksesta (4241 02 Heinävaara, x=6935,00, y=3658,11 z=107 m, kuva 4). Kaikissa edellä mainituissa paikoissa, Kivenaluksen A-taitosta lukuun ottamatta, A-taitoksia muodostavat laattalohkareet ovat harjansa suunnassa 1–2,5 m pitkiä ja 1–2,5 m leveitä ja 8–45 cm paksuja. Niiden alla oleva onkalo on 8–40 cm korkea ja lohkaresien alle muodostuneen tilan pinta-ala 1–2,5 m x 1–3,2 m. Esimerkiksi Häppilän Laukkovuorten A-taitoksen harjakorkeus (kuvat 2 ja 3) on 22 cm.

Pyhäselän Kivenaluksen A-taitos poikkeaa jonkin verran muista. Kun muut A-taitokset ovat jokseenkin tasaisilla kallioilla, on Kivenaluksen A-taitos melko jyrkän rinteiden reunalta. Taitoksen harjan suunta on vinossa kulkemassa rinteiden vieton suuntaan nähden. Kivenaluksen A-taitoksen alkuvaiheen muodostava

ASIASANAT

Rapautuminen, neotektoniikka, A-taitos, blisteri, rapakivi, Vaasan graniitti, Suomi, Finlandia-talo.

Weathering, neotectonics, A-tent, pop-up, blister, rapakivi granite, Vaasa granite, Finland, Finlandia Hall.



Kuva 2. Laukkovuorten A-taitos Virolahden Häppilässä on kansainvälisen mittapuun mukaan keskiverto-muodostuma. Tosin laattojen paksuus on uskomattoman ohut, 8 cm. Mitta on asetettu parin metrin pituisen harjan kohdalle. Laattojen nousu kiinteästä kalliopinnasta on harjan kohdalla 22 cm. Tämä A-taitos sijaitsee noin 1,5 km pohjoisluoteeseen Siltakivestä (kuva 1). Kuva: S. Kielosto.

Fig. 2. The Laukkovuori A-tent at Häppilä, Virolahti is considered to be an average type of formation according to the international standard. The thickness of the tablets is even incredibly thin, only 8 cm. The measuring tape is set along the couple metres long top of the A-tent. The rise of the tablets from the solid rock surface is 22 cm at this top. This A-tent is situated approximately 1,5 km to the north northwest from Siltakivi (Picture 1). Fig. S. Kielosto.



Kuva 3. Laukkovuorten A-taitoksen alla oleva tila mataloituu kumpaankin suuntaan (oikealle ja vasemmalle) noin 2 metrin päähän asti. Huomaa, että harjan taitoskohta ei ole suora rakosuunta vaan murros-pinta. A-taitoksen ja kallion välinen tila on pysynyt ihmeen avoimena ja puhtaana. Kuva: S. Kielosto.

Fig. 3. The space under the Laukkovuori A-tent becomes lower to the both directions (right and left) to a distance of approximately 2 metres. Note that the top area of the A-tent is not a straight crevice, but a fractured surface. The space between the A-tent and the rock has stayed miraculously open and clean. Fig. S. Kielosto.

rako oli loivasti lounaaseen viettävän liuskeisuuden suuntainen. Sen yläpuolinen kalliolaatta oli kiilamainen, yli 5 m pitkä, 2,1 m leveä ja paksummasta päästään 1,2 m ja ohuemmasta 0,8 m paksu. A-taitoksen muodostuessa laatta katkesi niin, että alarinteen puoleisen laatan osan pituus on reilut 3,5 m, leveys 2,1 m ja paksuus 1-1,2 m ja ylärinteen puoleisen pituus reilut 1,5 m, leveys 2,1 m ja paksuus 0,8 m. Laattojen alla olevan tilan leveys on kuvassa 4 näkyvän suuaukon luona 1,6 m ja harjankorkeus 60 cm. Onkalo poikkeaa muista tunnetuista A-taitoksista sikäli, että sen alla oleva luolatila on hieman yli metrin päässä kuvassa näkyvästä suuaukosta lähtien lähes täynnä

moreenia. Suurempi laatta on halkeillut 2-3 päällekkäiseksi laataksi, ja yksi siitä irronnut pikkulaatta on kiilautunut taitoksen harjan väliin.

A-taitosten ohella kaikilla em. alueilla on Kivenaluksen A-taitoksen ympäristöä lukuun ottamatta muodostumia, joissa yksi tai useampi A-taitos on murtunut. Tällöin laatat ovat työntyneet osittain päällekkäin (kuvat 5 ja 8). Kaikkien A-taitosten lähialueilla on kallion pinnasta irronneita laattamaisia pintalohkareita.

Kun tutkimme avokallioalueita Virolahden ja Vaasan tienoon A-taitosten ympäristöissä, totesimme paikoin 1-3 neliömetrin suu-



Kuva 4. Pyhäselän Kivenaluksen A-taitos. Sen muodostavat laatat ovat poikkeuksellisen paksut ja osittain rikkoutuneet. Taitoksen alustan toinen pää on lähes täynnä moreenia. Kuva: A. Kejonen.

Fig. 4. The Kivenalus A-tent at Pyhäselkä. The tablets that it consists of are exceptionally thick and partially broken. The other end of the hollow under the A-tent is nearly full of till. Fig. A. Kejonen.



Kuva 5. Murtunut A-taitos Uusikaarlepyyn Storbötetillä. Kallion pinta on lähialueella lähes yhtenäisen irtonaisten, 1-2 m pitkien, 0,7-2 m leveiden ja 10-20 cm paksujen laattojen peittämä. Laatan takana olevan männyn paksuuskasvu on aiheuttanut A-taitoksen murtumisen. Kuva: A. Kejonen.

Fig. 5. A broken A-tent at Storbötet, Uusikaarlepyy. The rock surface in the nearby area is nearly totally covered by homogenous, loose, 1–2,5 m long, 0,7–2 m wide and 10–20 cm thick tablets. The thickness growth of the pine behind the tablet has caused the break of the A-tent. Fig. A. Kejonen.

ruisia alueita, joilla kalliopinnalla oleva laatta oli alustastaan irti siten, että se kuului kairan äänestä. Näissä paikoissa on A-taitosten alkuvaiheita, joissa pintalaatta on käyrästynyt muodostaen eräänlaisen kivikuplan (kuvat 6 ja 8). Tätä A-taitoksen kehitysvaihetta kutsutaan englanninkielisessä kirjallisuudessa termeillä *blister* tai *arched slab* (Twidale 1982, Twidale and Vidal Romani 2005). Koska muodostumalla ei ole suomalaista nimitystä, ehdotamme siitä käytettäväksi termiä **blisteri**. Pieniä, alle neliömetrin blistereita löytyi Laukkovuorten lisäksi muualtakin Virolahdelta, mm. Sydänkylän Natturilta ja Koivukylän Sysimäeltä ja Vaasan itäpuolelta Mustasaaren Platsbergetiltä ja Vöyri–Maalahden alueelta Kasakhälornalta.

Havainnollinen esimerkki blistereistä on keskellä Helsinkiä Finlandia-talon ulkoseinä-

verhouksessa (kuva 7), jossa yksittäisten laattojen kiinnityspisteitä tosin on vain neljä luonnossa olevien ”päätykiinnitysten” sijaan. Laattoja käyristää sama mekanismi kuin Siltakiveä ja muita A-taitoksia. Carraran marmorin rapautuminen laajentaa seinän laattoja, jolloin ne käyristyvät (Lehtinen ja Lehtinen 2008). Kun ne lopulta murtuvat, ne muotoutuvat A-taitoksiksi, elleivät putoa maahan pystyltä seinältä. Laatat vaihdettiin viimeksi 1999. Kulu-
neiden reilun 10 vuoden aikana ne ovat taipuneet 13–25 mm.

Muodostumien synty, ikä ja niiden säilymiseen vaikuttavat tekijät

A-taitoksen kehitys alkaa siten, että kallion pintaosaan syntyy pinnansuuntaista rakoilua (Twidale 1982, Twidale and Vidal Romani 2005). Suomessa sitä syntyy kallion pintaosan kulumisen ja mannerjäätikön sulamisen aiheuttaman kuormituksen laukeamisen, maankohoamisen (kuva 8A, vrt. myös Laitakari and Aro 1985) ja kallion pintaosan rapautumisen aiheuttaman tilavuuden kasvun tuloksina. Rapautumisen aiheuttama tilavuuden kasvu johtuu osin kivilajimineraalien muuttumisesta rapautumismineraaleiksi ja osin rapautumisen yhteydessä syntyvästä, kallion pinnan tai isomman raon suuntaisesta mikrorakoilusta (Falk and Patton 1982, Twidale and Vidal Romani 2005). Eräissä tapauksissa kallionpinta on rapautumisen tuloksena noussut niin, että rapakalliossa olevat rapautumattomat juonet ovat rikkoutuneet ja niiden kulkusuunta on kallion laajetessa muuttunut (Falk and Patton 1982, Lahti ja Laitakari 1982, Heikkinen 1984). Samaan aikaan laajenemisen kanssa A-taitoksen rakennetta muokkaa kalliiossa vaikuttava sivuttainen paine (kuvat 8B, 8C, 8D). A-taitoksen syntyessä kivilaatta ensin käyristyy (kuvat 8B, 6 ja 7). Tällöin syntyy rakkulamai-



Kuva 6. A-taitoksen alkutaival – blisteri Häppilän Laukkovuorilta. Laatta on molemmista päistään kiinni kalliossa, mutta kohonnut keskiosastaan (mitan kohdalla) noin 5 cm alustastaan. Mitta on asetettu harjan kohdalle. Laatan leveys on noin 0,5 m ja pituus 2,5 m. Kuva: S. Kielosto.

Fig. 6. Blister – an A-tent at its starting point on the Laukkovuori hills at Häppilä. The tablet is fastened by its both ends to the rock, but its central part (over the measuring tape) rises about 5 cm from its platform. The measuring tape is set under the top of the structure. The width of the tablet is about 0,5 m and the length is 2,5 m. Fig. S. Kielosto.



Kuva 7. Helsingin Finlandia-talon seinän blistereitä ilta-aurion valon korostamina 17.10.2010. Kuva: S. Kielosto.

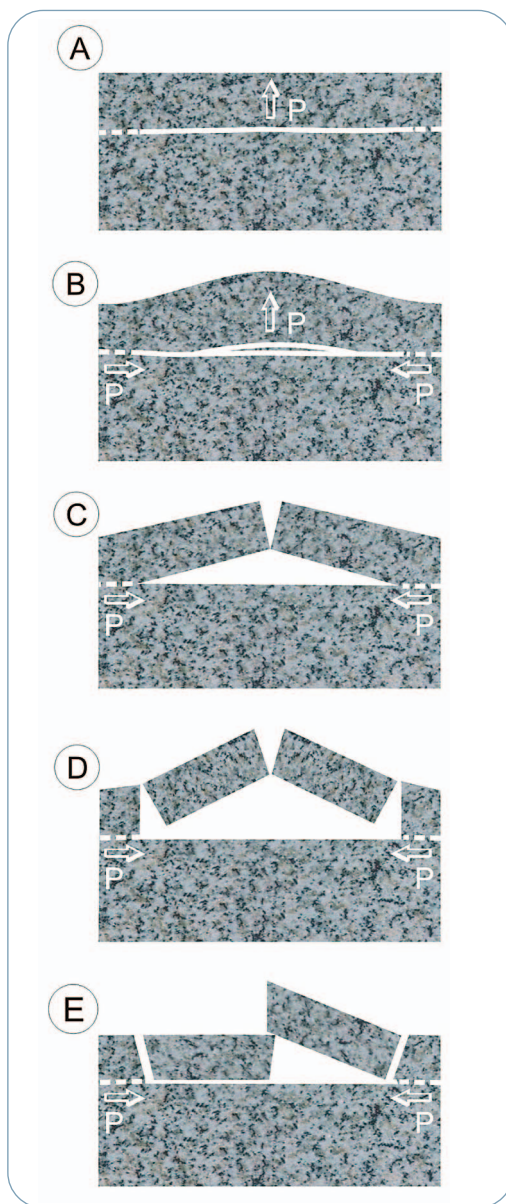
Fig. 7. Blisters on the wall of the Finlandia Hall at Helsinki highlighted by the evening sunlight 17.10.2010.

Fig. S. Kielosto.

nen, kaareutunut kivi eli blisteri. Kehityksen jatkuessa blisteri murtuu keskeltä (kuva 8C) ja viimeksi taitoksen ulkosyrjiltä (kuva 8D), jolloin syntyy A-taitos (*A-tent*). Puristuksen jatkuessa A-taitos kohoaa vähitellen yhä korkeammaksi. Mikäli taitoksen jossain saumassa tapahtuu lipsahdus, laatta työntyy toisen päälle, A-taitos särkyä ja syntyy ylityöntynyt laatta (*overlapping slab*) (kuvat 8E ja 5).

Sivuttaisen paineen vaikutus voi olla nopea tai hidas. Nopean painevaikutuksen aiheuttavat maanjäristys tai räjähdys. Hitaan painevaikutuksen voivat aiheuttaa useat syyt. Niitä ovat vuoripaine ja/tai kivilaattojen ja kallion pintaosan kemiallisen rapautumisen aiheuttama paine. Jälkimäinen johtuu kiven tilavuuden lisääntymisestä. Sen aiheuttaa kivilajimineraalien muuttuminen rapautumismineraaleiksi. Rinteillä sivuttaispainetta voi aiheuttaa myös kiviaineksen vähittäinen valuminen rinnettä alas. Jopa kasvien kasvu ja metsäpalon tai auringon aiheuttama kuumentuminen ja kokon polttaminen voivat tuottaa sivuttaispainetta (Twidale and Vidal Romani 2005).

A-taitoksia on pidetty toisaalta puhtaasti tektonisena ilmiönä (Campbell 1997, Ericson and Olvmo 2004). Toisaalta on todettu useiden eri tekijöiden tuottavan samanlaisia A-taitoksia (Twidale 1982, Twidale and Vidal Romani 2005). Suomen A-taitosten syntyyn ovat vaikuttaneet useat tekijät. Virolahden A-taitosten synty johtuu lähinnä rapautumisen ja vuoripaineen vaikutuksista. Vaasan alueella ja Heinävedellä rapautuminen on huomattavasti heikompaa, mutta lähialueilla on merkkejä maanjäristysten vaikutuksista kuten niiden synnyttämiä rakoluolia. Vuoripaine on kaikilla näillä alueilla A-taitosten syntyyn vaikuttava tekijä. Kivenaluksen A-taitoksen syntyyn on voinut vaikuttaa myös mannerjäätikkö, sillä kyseisen taitoksen alla on melko runsaasti moreenia. Finlandia-talon blisterit taas ovat



Kuva 8. A-taitoksen kehitys: 8A pintarakovaihe, 8B blisterivaihe, 8C A-taitoksen harja murtuu, 8D A-taitoksen ulkoreunat murtuvat, jolloin A-taitos on saavuttanut kypsyyssvaiheensa, 8E Ylityöntövaihe, jolloin A-taitos osin tuhoutunut.

Fig. 8. The development of an A-tent: 8A The surface fracture phase, 8B The blister phase, 8C The top of the A-tent is breaking, 8D The outer edges of the A-tent are breaking when the A-tent has achieved its phase of maturity, 8E The over-pushing phase when the A-tent is partially destroyed.

puhtaasti rapautumisen, lähinnä kalsiitin kipsiksi muuttumisen aiheuttaman laajenemisen, tulosta.

Virolahdella morokerrosten ja rapautumattoman kallion välissä tavattavat laattamaiset kivet antavat viitteitä siitä, että A-taitosten ja blistereiden syntyyn vaadittavaa sivuttaispuristusta kehittyä rapautumisprosessin tuloksena. Ainakin kallioista irti olevien laattojen osuus on moron peittämien alueiden reunoilla tavanomaista suurempi. Esimerkiksi Siltakivi on kiinteän avokallion ja moroutuneen kallion rajavyöhykkeessä.

A-taitos- ja blisterihavainnot jäivät etsinnöistä huolimatta vähäisiksi Virolahden kivilouhostenkin ympäristössä. Niiden avulla ei juuri voi tehdä päätelmiä kallion jännitystiloihin. Saman voi päätellä laajoilla avokallioalueilla rakoilustakin. Joillakin Australian graniittidomeilla kalliojännitykset ovat niin suuria, että jo poratuista kiven irroitusreitistä huolimatta kallio lohkeaa riveihin nähdessä (Twidale and Bourne 2003). Jos havaintoja on runsaasti, niin kallioiden pääjännityssuunta voidaan kartoittaa A-taitosten ja blistereiden avulla. Näin on tehty mm. Yhdysvaltain länsiosassa, Kaliforniassa (Ericson and Olvmo 2004).

Nuorimpia pienten A-taitosten jännitysten laukaisijoita ovat mm. puun juuret, jotka kampeavat lappeita ylös ja raottavat A-taitoksen harjaa kuten esimerkiksi Laukkovuorilla tai aiheuttavat sen lipsahtamisen ylityöntyneeksi laataksi kuten Storböterillä (kuvat 5 ja 9). Kylmissä ja kosteissa oloissa, kuten Suomessa, syntyprosessiin tulevat mukaan lisäksi veden jäätymis- ja sulamisilmiöt. Ne ovat osaltaan vaikuttaneet em. muodostumien syntyyn. Esimerkiksi Lapin rakkojen synnyn alkuvaiheissa A-taitokset ovat todennäköisesti olleet melko yleisiä, mutta hävinneet pakkasrapautumisen edetessä. Pinnanmyötäinen laattarakoilu on tärkeä tekijä sekä A-taitosten että Nattasten limppukasoiksi kutsuttujen toori-

en kehityksessä. Nattaset ovat siten varsin todennäköinen A-taitosten esiintymisalue, joka on syytä tarkistaa. Lounais-Suomen ja Ahvenanmaan rapakivialueet ovat kivilajeiltaan ja geologiselta historialtaan Viipurin rapakivialueen kaltaisia, ja siten erittäin potentiaalisia A-taitosalueita.

A-taitoksia pidetään jääkauden jälkeen syntyneinä eli korkeintaan runsaat 10 000 vuotta vanhoina. Nuorimmat ovat syntyneen ihmismuistin aikana, mm. maanjäristysten ja kallion louhinnan laukaisemina (Twidale and Bourne 2009). Suomessa mannerjäätikön reunan vetäytyminen ja Itämeren muinaiset rantavaiheet tarjoavat hyvän ajoitusmenetelmän maksimi-ikä määrittämiseksi, sillä todennäköisesti A-taitokset eivät kestä ehyenä rantavyöhykkeen vaativissa olosuhteissa (mm. meri/järvijään pusku). Kattilaisten Luotosenkankaan laajasta noin 10 cm kallioista koholla olevasta 15 cm paksusta laatasta on irronnut runsaan 6 neliömetrin kokoinen kappale. Se on työntynyt toistakymmentä metriä muinaisen Itämeren Ancylysjärvivaiheen jäiden puskemana sen ajan rantakivikkoon 0,5–1 m korkeiden kivien päälle pöytämäiseksi asetelmaksi. Virolahden A-taitokset ja blisterit sijaitsevat 20–50 m nykyisen merenpinnan yläpuolella, joten maannousun perusteella niiden enimmäisikä voi olla noin 10 000 vuotta. Pyhäselän ja Heinäveden A-taitoksien enimmäisikä on suunnilleen sama tai ne voivat olla hieman vanhempia. Vaasan itäpuoliset taitokset ovat myös 20–50 m nykyisen merenpinnan yläpuolella, mutta nopean maankohoamisen takia ne ovat enintään 2 500–4 000 vuotta vanhoja.

Koska Virolahden rannikkoseutu on kuu-luisaa rapakivigraniitin louhinta-alueita jo 1700-luvun lopulta lähtien (mm. Pietarin rakentaminen ja monoliitit), pidämme kallio-laattojen vähäisyyttä joillakin merenrannan tuntumassa olevilla kallioilla osaksi ihmistoinnin aiheuttamana. Näin on mahdollisesti



Kuva 9. Todellinen tai pseudo-A-taitos Virolahden Laukkovuorilla. A-taitosmaisen rakenteen alitse kasvava puunjuuri nostaa rakenteen muodostavia laattoja. Harjan nousukorkeus noin 25 cm. Laattojen päät ovat nyt 5 cm:n päässä toisistaan. Oikeanpuoleinen laatta on noin neliömetrin suuruinen. Kuva: S. Kielosto.

Fig. 9. A real or a pseudo-A-tent at the Laukkovuori hills in Virolahti. A root of a tree is growing under the A-tent type structure, and is lifting the tablets that are formed by the structure. The rising height of the top is about 25 cm. The ends of the tablets are currently 5 cm away from each others. The tablet on the right side has a size about 1 square metre. Fig. S. Kielosto.

muutamia A-taitoksia ja blistereitä hävinnyt. A-taitosten tai blisterien kaltaisia laattoja on käytetty myös kotitarvekiviksi ja latomuspyykkeihin. Viime aikoina koneet ovat vaurioittaneet muutamia A-taitoksia. Samoin on käynyt Vaasan itäpuolella, jossa on huomattavan paljon merkkejä vanhakantaisesta, pintalaattoihin kohdistuneesta kiviteollisuudesta. Se ulottuu pronssi- ja rautakautisista Lapinpöydistä 1930-luvulla lohkottuihin porraskiviteelmiin ja Platsbergetillä olevaan pieneen kaivosyhteykseen asti. Suurimmaksi osaksi näille alueille tyypilliset laajat ja sileäpintaisten kallioiden laet ovat luonnostaan muinaisen Itämeren lohkarista puhtaaksi siivoamia.

Suomen A-taitokset muun maailman A-taitoksiin verrattuina

Useimmat kansainvälisessä kirjallisuudessa kuvatut, A-taitoksia muodostavat laatat ovat 1,5–3 m pitkiä, 1–2 m leveitä ja 10–30 cm paksuja. Niiden alle muodostuva onkalo on 10–40 cm korkea ja 1,3–2,5 m pitkä ja leveä. Nousukorkeudeltaan suurin tunnettu A-taitos lienee Australiassa Eyren niemimaalla oleva, jonka onkalo on noin 80 cm korkea, yli 7 m pitkä harjan suunnassa ja 5 m leveä. Sen graniittilaattojen paksuus on noin 60 cm (Twidale 1982, Twidale and Bourne 2009). A-tai-

tokset ovat yleisimpiä graniittisissa kivilajeissa, mutta niitä esiintyy myös useissa muissa kivilajeissa kuten kalkki- ja hiekkakivissä ja joskus liuskeissa. Niitä on eniten lämpimässä ja leudossa ilmastossa, mutta myös Suomea kylmemmillä alueilla. Eniten niitä on kuvattu Australiasta, mutta myös Malesiasta, Guayanasta, Espanjasta, Portugalista, Dartmoorin graniittialueilta Britanniasta, Kiinasta ja Yhdysvalloista ja Kanadasta Kalliovuorilta, Appalakeilta, Teksasista ja Labradorista (Coates 1964, Sbar and Sykes 1973, Peterson 1975, Falk and Patton 1982, Ericson and Olvmo 2004, Twidale 1982, Twidale and Vidal Romani 2005).

Suomesta löydetyt A-taitokset ovat kooltaan ja muilta ominaisuuksiltaan täysin samankaltaisia kuin muualta kuvatut (Twidale 1982, Twidale and Vidal Romani 2005). Myös kivilajit, joissa A-taitoksia yleisimmin esiintyy, ovat samoja kuin muualla kuvatut. Ensimmäiseksi löydetty A-taitos, Siltakivi, on kansainvälisesti ajatellenkin lajinsa poikkeuksellisen komea edustaja.

Lopuksi

Työvälineenämme maastossa oli vuosikymmenet metrin pituinen kaira, jota kävellessä tuli käytettyä usein kävelykeppinäkin. Kallioilla sen sointi paljasti kalliopinnan ohuen laattarakoilun ja rapakivialueilla tietenkin pinnan moroutumisasteen. Harvemmin piikki vuosiensa saatossa on kumeasti kajahtanut – yleensä kimakanpuoleisesti. A-taitokset ja blisterit kuuluvat Suomessa geologian hämärään reuna-alueeseen, johon ei ilmeisestikään ole ollut tarvetta kiinnittää sen kummempaa huomiota. Olemme vakuuttuneita, että A-taitosten, blisterien ja ylityöntyneiden laattojen havaintojen määrä Suomessa kasvaa lähivuosina huomattavasti. Varsinkin kun niitä nyt tiedetään haeskella luonnossa liikuttaessa.

Kiitoksia

Kiitämme Leif Paulinia, Timo Miettistä ja Jouko Lerssiä, joiden hyvän havaintokyvyn takia A-taitosten määrä ja levinneisyysalue on Suomessa huomattavasti laajennut.

Kirjallisuutta

- Campbell, E.M. 1997. Granite landforms. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 80:101–112.
- Coates, D.F. 1964. Some cases of residual stress effects in engineering work, 679–688. In: Judd, W. R. (edit.) 1964. *The State of Stress in the Earth's Crust*. Elsevier, New York.
- Ericson, K. and Olvmo, M. 2004. A-Tents in the Central Sierra Nevada, California: A Geomorphological Indicator of Tectonic Stress. *Physical Geography* 25:291–312.
- Folk, F.L. and Patton, E.B. 1982. Buttressed expansion of granite and development of grus in Central Texas. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F.* 26:1, 17–32.
- Heikkinen, O. 1984. Porfyrygraniittirapautumista Keski-Suomessa. Pro Gradu-tutkielma (julkaisematon). Maantieteen laitos, Luonnonmaantiede. Helsingin yliopisto, 87 s.
- Kejonen, A. 2007. Suomen 100 – Geologiset kohteet. Karttakeskus, 144 s.
- Lahti, S.I. ja Laitakari, I. 1982. Hämeen rapakallioista ja muista rapautumista (Summary: Weathered bedrock in Häme, Finland). *Geologi* 34:109–115.
- Laitakari, I. and Aro, K. 1985. The effect of jointing in glacial erosion of bedrock hills in southern Finland. *Fennia* 163:369–371.
- Lehtinen, M. ja Lehtinen, J. 2008. Helsingin kaupunkikiviopas. Helsinki, Karttakeskus, 112 s.
- Peterson, J.A. 1975. An A-tent from plateau Labrador. *Australian geographical studies* 13:195–199.
- Sbar, M.L. and Sykes, G.R. 1973. Contemporary compressive stress and seismicity in eastern North America: an example of intra-plate tectonics. *Geological Society of American Bulletin* 84:1861–1881.
- Twidale, C.R. 1982. *Granite Landforms*. Elsevier; Amsterdam–New York–Oxford, 372 s.
- Twidale, C.R. and Bourne, J.A. 2003. Active dislocations in granitic terrain of the Gawler and Yilgarn craton, Australia, and some implications. *South African Journal of Geology* 106:71–84.
- Twidale, C.R. and Bourne, J.A. 2009. On the origin of A-tents (pop-ups), sheet structures, and associated forms. *Progress in Physical Geography* 33:147–162.

Twidale, C.R. and Vidal Romani, J.R. 2005. Landforms and geology of granite terrains. Balkema, Amsterdam, 352 s.

Summary:

Siltakivi (Bridge stone) and the companions – the first A-tents recognized in Finland and their early forms blisters

The first A-tents and blisters that were recognized in Finland were found from the rapakivi granite area at Virolahti, from the Vaasa granite area, from the Vihtarinniemi porphyre granite area at Heinävesi and from the Kivensilmä gneiss hills at Pyhäselkä. They are structures that look like a wall tent and “rock blister” on the surface of the rock. A-tents consist of two tablets that are leaning to each other and to the other tablets closely behind them, or they are leaning to the rock. A hollow like a triangle by its cross-section is therefore appearing under them. The initial phase of an A-tent is called a blister. At that moment the tablet is fastened on the rock from its both ends, but it rise from its central part a bit from its platform. The marble wall tablets of Finlandia Hall at Helsinki are the most intensive blister occurrence in Finland. There is no original Finnish name for these formations.

The A-tents have been described around the world. They are the most common in granite-like rock areas of the arid climate areas. They have been mostly examined in Australia.

The most A-tents described in this article are near the 10–40 cm high average formations that have been measured around the world. Siltakivi (Bridge Stone) at Sydänkylä, Virolahti (height 70 cm), which belongs among the highest in the world, is an exception. The withdrawal of the edge of the continental ice in Finland and the water level phases of the ancient Baltic Sea are providing an excellent maximum age and timing opportunity. The A-tents and blisters at Virolahti are situated 20–50 metres above the cur-

rent Baltic Sea surface. According to the land uplift after the ice age their maximum age is approximately 10 000 years. The A-tents at Pyhäselkä and Heinävesi are supposed to be of same age or a bit older. The A-tents of the Vaasa area are mostly 2 500–4 000 years old.

The first stage of the development of blisters and A-tents is the birth of the horizontal fracturing caused by the weathering, land uplift or the release of the upper loading like the melting of the glacial ice. Then the effects of a horizontal pressure begin to bend surface tablets to blisters, and a further development through valve-like arches to A-tents. The A-tents are results of fractures in such plates and tablets. The effect of the horizontal pressure can be rapid or slow. A rapid effect of pressure may be caused by an earthquake or explosion. This has been experienced in Australia and western USA. A slow effect of pressure may be caused by the rock pressure, by the chemical weathering of the stone tablets or the surface part of the rock, and even by the pressure caused by down-sliding tablets on the hillsides. In some cases, the heat of burning bushes or forests may cause expansion and fracture of the surface tablets in dry regions. In Finland this phenomenon is seen in a small scale on a rock under a Midsummer fire, for instance. In cold areas with high humidity, such as in Finland, the freezing and melting of water is involved in the appearance process. These may - in some cases - have been partially affected in the appearance of the formation mentioned before.

SAKARI KIELOSTO

Geologian tutkimuskeskus

Etelä-Suomen yksikkö

PL 96, 02151 Espoo

E-mail: sakari.kielosto@gtk.fi

AIMO KEJONEN

Geologian tutkimuskeskus

Itä-Suomen yksikkö

PL 1237, 70211 Kuopio

E-mail: aimo.kejonen@gtk.fi