

Geologiset tekijät matkailukeskusten kestävä kehityksen suunnittelussa

Ulpu Väisänen, Peter Johansson, Kristina Lehtinen, Raija Pietilä, Jukka Räisänen ja Pertti Sarala

1 Johdanto

Kasvava matkailu Pohjois-Suomessa asettaa haasteita matkailualueiden suunnittelulle ja kestävä kehityksen turvaamiselle. Tästä syystä on tärkeää selvittää suurten matkailukeskusten vaikutukset ympäristöön ja etsiä ratkaisuja kestävien maankäyttömuotojen toteuttamiseen siten, että matkailun luonnolle aiheuttamat haitat voidaan minimoida. Ekologisesti, kulttuurisesti ja visuaalisesti kestävien matkailualueiden ja niiden taajamarakenteiden suunnittelussa voidaan hyödyntää geologista tietoutta. Geologian tutkimuskeskus on yhtenä kumppanina mukana LANDSCAPE LAB-projektissa, jota koordinoi Lapin yliopiston Arktinen keskus.

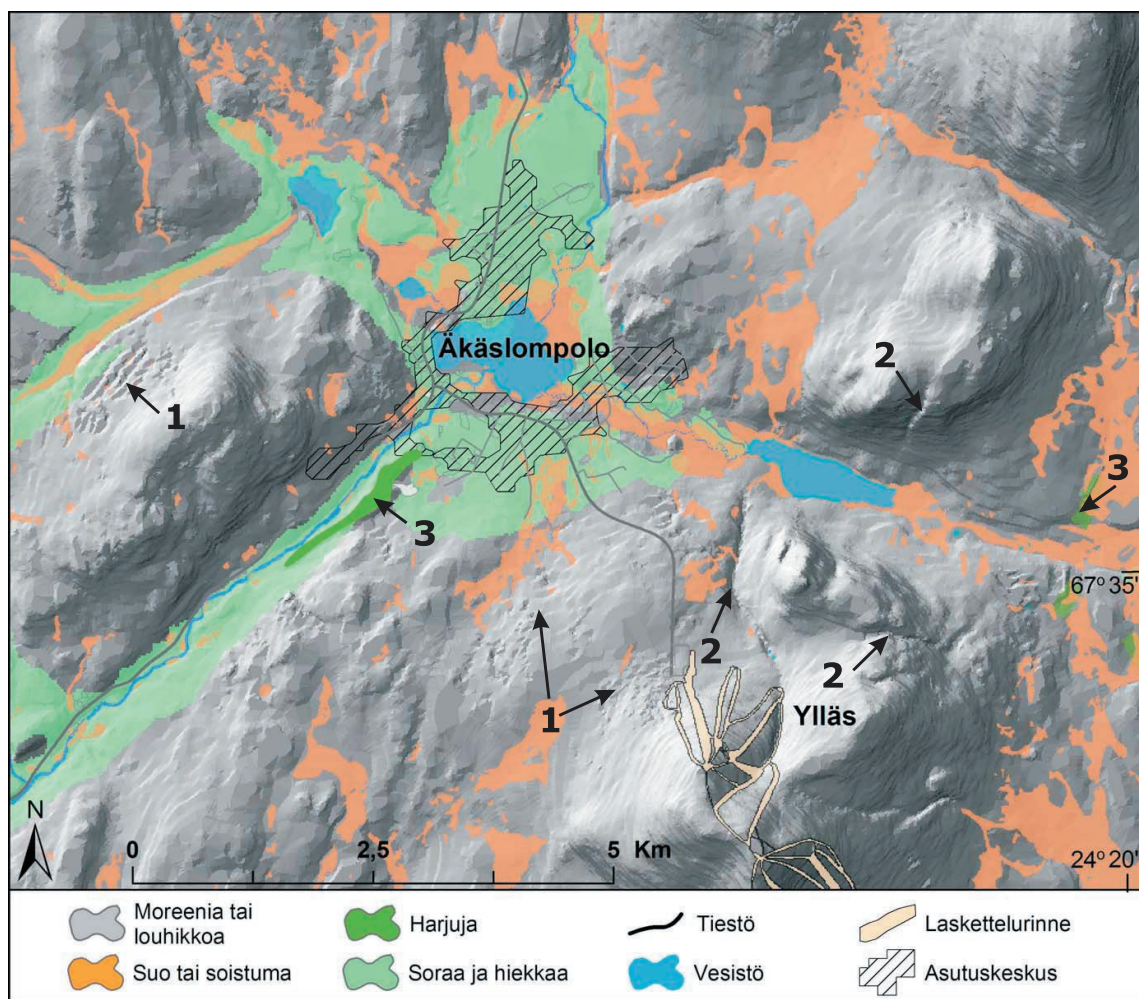
2 Geomorfologia ja geologiset muodostumat

Geologia luo pohjan maan pinnanmuodoille. Kallioperä vaikuttaa suurmuotojen, kuten tunturien, laaksojen, kurujen ja rotkojen sekä vesistöjen syntyyn. Pienmuodot ovat pääosin mannerjäätikön kerrostamia moreenikumpuja ja -selänteitä tai sulamisvesien muodostamia harjuja ja uomastoja.

Alueen suurmuodot määräytyvät suurelta osin kallioperän kivilajien koostumuksen ja rakenteen perusteella. Nämä vaikuttavat kallion rapautumisherkkyyteen ja kulumiskestävyyteen. Näyttävimmät suurmuotomme, tunturit, ovat ympäristön kivilajeja kulutusta kestävämpinä jääneet muistoksi muinaisesta vuoristosta, kun ympäröivä pehmeämpi tai rikkonaisempi kiviaines on kulunut pois. Myös kallioperän ruhjeilla ja siirroksilla, joista pääosa on syntynyt jo kallioperän syntyvaiheessa, on ollut suuri vaikutus pinnanmuotojen kehitykseen. Eroosio on ollut voimakkainta näissä kallioperän heikkousvyöhykkeissä, joihin on syntynyt laaksoja, rotkoja ja kuruja. Myös vesistöt ovat keskittyneet kallioperän painanteisiin.

Pienimuotoisemman topografian synnyttävät maaperämuodostumat voidaan jakaa kulutus- ja kasau-
mamuodostumiksi syntytapansa perusteella. Mannerjäätikö on liikkueessaan kerrostanut liikkeen suuntaan nähden pitkittäisiä (esim. drumliinit) tai poikittaisia (esim. De Geer- tai Rogen-moreenit) moreenimuodostumia. Jäätikön sulamisvaiheessa sulamisvedet ovat kerrostanee lajittuneesta aineksesta koostuvia harjuja, deltoja ja sandureita. Jäätikön sulamisvesien aiheuttamia kulutusmuotoja ovat esimerkiksi lieveuomat, joita tavataan tuntureiden rinteillä, sekä ekstramarginaaliset uomat.

Geomorfologia ja geologiset muodostumat ovat matkailualueiden synnyn kannalta merkittäviä tekijöitä, koska ne ohjaavat asutuksen sijoittumista ja ihmisten liikkumista. Vesistöreitit ja jäätikön sulamisvesien synnyttämät lajittuneet muodostumat ovat edesauttaneet pysyvän asutuksen syntyä. Esimerkiksi Äkäslompolon kylä Ylläksellä sijaitsee jäätikköjokien kerrostamalla deltalla Äkäslompolonjärven rannalla (kuva 1). Tasaisuutensa sekä helpon rakennettavuuden ansiosta deltamuodostuma on ohjannut rakennusten sijoittumista alueella. Kulkureitit ovat syntyneet luonostaan kallioperän ruhjevyöhykkeisiin ja jäätiköiden muovaamiin laaksoihin. Tunturit ja kalliojyrkänteet sekä lieveuomat, kurut ja harjut ovat suosittuja luontomatkailukohteita.



Kuva 1. Geologiset muodostumat ovat maisemallisia vetovoimatekijöitä. Tunturit ja kalliojyrkänteet sekä sulamisvesien synnyttämät lieveuomat (1), kurut (2) ja harjut (3) ovat suosittuja luontomatkailukohteita.

3 Suot

Suot ovat tärkeä osa suomalaista luonnonmaisemaa. Ounasselän tunturijakson suot edustavat suo-yhdistymätyypiltään aapasoita (kuva 2). Alavyöhykejaossa pääosa alueesta kuuluu Peräpohjan aapasuovyöhykkeeseen. Aivan pohjoisosa, Pallaksen alue, sijoittuu Metsä-Lapin aapasoihin. Aapasoille tyypillisiä ovat puuttomat keskiosat, jotka koostuvat erilaisista nevoista ja letoista. Reunaosat ovat puustoisia rämeitä tai korpia. Letot edustavat suoluontomme ravinteikkainta osaa. Niillä

esiintyy runsaasti vaatelaita ruskosammalia sekä erilaisia eutrofeja ruohoja. Yleisiä pinnanmuotoja aapasoiden ovat rimmet sekä veden virtaussuuntaan nähden kohtisuoraan olevat jänteet.

Soistuminen ja turpeen kerrostuminen on alkanut alun perin laaksoista, kuruista ja purojen varsilta pian jäätiköitymisen jälkeen. Varsinkin muinaisten jääjärvien tyhjennettyä jäi runsaasti soiden muodostumiselle otollisia maastonkohtia. Aapasuot kuuluvat reunavaikutteisiin ts. minerotrofisiin soihin, eli ne saavat vetensä ja ravinteensa sadevesien lisäksi myös ympäröiviltä mineraalimailta. Etenkin keväiset tulvavedet tuovat suokasvillisuudelle merkittävän ravinnelisan. Alla oleva kallioperä heijastuu omalta osaltaan soiden ravinnetasossa. Vulkaanisten kivien alueilla suotyyppit ovat yleensä rehevempiä kuin happamien graniittien alueilla. Lettojen esiintyminen merkitsee usein kalkkipitoista kallioperää.

Aapasuot ovat vaihtelevan syvyisiä, mutta keskimäärin selvästi ohuempia kuin Etelä-Suomen keidassuot. Keskimääräinen turvepaksuus Lapin läänissä on 1,3 metriä (Virtanen ym. 2003). Turvekerrostuma on yleensä koostumukseltaan vaihteleva ja muodostunut mm. saran, rahkan, ruskosammalten, järviruo'on, raatteen ja suoleväkön jäänteistä. Myös kerrostumien maatumisasteet vaihtelevat melkoisesti. Usein aapasoiden reuna-alueilla tavataan niukkaravinteisia puurahkaturpeita (Johansson ja Kujansuu 2005).

Ounasselän tunturijakson suot ovat pääosin luonnontilaisia. Osa soista on ojitettu metsätalouden käyttöön tai pelloiksi. Aikoinaan jokivarsien sarasoita on hyödynnetty keräämällä 'jänkäheinää'. Soilla on myös merkitystä porojen laidunpaikkoina sekä marjatalouden, erityisesti hillan poiminnan kannalta. Nykyisin soille suuntautuva matkailu on soiden uusi käyttömuoto.



Kuva 2. Kuva Lalvavuomalta, kuva avautuu länteen. Taustalla oikealla Kesänkitunturi ja vasemmalla Ylläs-tunturi. Alue muodostuu monimuotoisesta suokasvillisuudesta, johon kuuluvat esimerkiksi suovalkku, lehtotähtimö sekä erilaiset kämmekät.

4 Pohjavesi

Hyvälaatuinen pohjavesi on tärkeä luonnonvara. Pohjavettä syntyy sade- ja sulamisvesien imeytyessä maahan. Osa sadevedestä haihtuu suoraan tai kasvillisuuden kautta, ja osa kulkeutuu pintavaluntana vesistöihin. Maaperään imeytyvän veden määrään vaikuttavat kasvillisuus, maanpinnan muodot, pintakerroksen kosteus, maalajien raekoko, kerrosrakenne ja tiiveys. Pohjavettä varastoituu eniten lajittuneisiin karkearakeisiin (sora, hiekka) ja paksuihin maakerroksiin sekä kallioperässä ruhjeisiin ja rakoihin. Pohjavesi purkautuu maanpintaan alavissa kohdissa usein lähteinä tai suoraan vesistöihin. Etenkin tunturialueilla on paljon lähteitä, joiden vedenantoisuus on usein niin suuri, että se riittäisi useiden talojen tarpeisiin.

Pohjaveden laatuun vaikuttavat maaperään imeytyvän veden sisältämät suolat, maa- ja kallioperän rakenne ja niiden mineraalikoostumus sekä ihmistoiminta. Pohjaveteen liuenneiden aineiden määrä kasvaa viipymän pidetessä. Pitoisuudet ovat pienimmät nopeasti vaihtuvissa lähdevesissä. Esimerkiksi hienoaainespitoisissa moreenissa liuenneiden aineiden määrä on yleensä moninkertainen verrattuna vettä hyvin johtavien karkeiden maalajien pohjaveteen. Syvällä kallioperän halkeamissa ja ruhjeissa pohjaveden kierto on hidasta ja veteen liuenneiden aineiden pitoisuudet suurimmat (Lahermo 1970). Pohjaveteen liuenneet aineet heijastavat kallioperän tai siitä syntyneen maaperän mineraalikoostumusta. Kallioperän koostumus näkyy etenkin porakaivoissa, sillä niissä liuenneiden aineiden pitoisuudet ovat suurempia kuin maakaivoissa.



Matkailualueiden vesihuollon turvaamiseksi pohjavesialueiden kartoitus ja veden laadun tutkiminen ovat tärkeä osa alue-suunnittelua. Luontomatkailussa voidaan hyödyntää myös retkeilyreittien varrella sijaitsevia lähteitä (kuva 3), joiden luonnontilaisena ja puhtaana pitäminen on tärkeää. Lähteissä pohjaveden kierto on nopeaa ja siitä johtuen veteen liuenneiden aineiden määrät pieniä. Tästä ovat osoituksena veden pienet sähkönjohtavuusarvot. Alkuaineiden, myös raskasmetallien, pitoisuudet ovat niissä enimmäkseen vain muutamia mikrogrammoja litrassa, usein jopa alle määrittäysrajan.

Kuva 3. Luonnontilainen lähde Kahvikeitaalla Yllästunturin juurella, retkeilyreitillä.

5 Maaperän rakennettavuus

Maaperä ja sen maalajit yhdessä pohjaveden kanssa muodostavat sen ympäristön, joka määrittelee maaperän rakennettavuuden. Sen perusteella valittu perustamistapa puolestaan vaikuttaa rakennushankkeen pohjarakennuskustannuksiin. Rakennettavuutta määriteltäessä keskeisiä tekijöitä ovat 1. maalajien kantavuus, routivuus, kokoonpuristuvuus ja kaivettavuus, 2. kantavan pohjan syvyys pehmeiköillä, 3. maanpinnan kaltevuus, 4. pohjavesi ja 5. maa- ja kallioaineksen käyttökelpoisuus (Kauranne ym. 1972). Ensimmäiset neljä tekijää vaikuttavat perustamistapaan ja maanpinnan kaltevuus vaikuttaa tasauksiin ja luiskauksiin. Maa- ja kallioaineksen käyttökelpoisuus vaikuttaa alueiden varaamiseen raaka-ainelähteiksi.

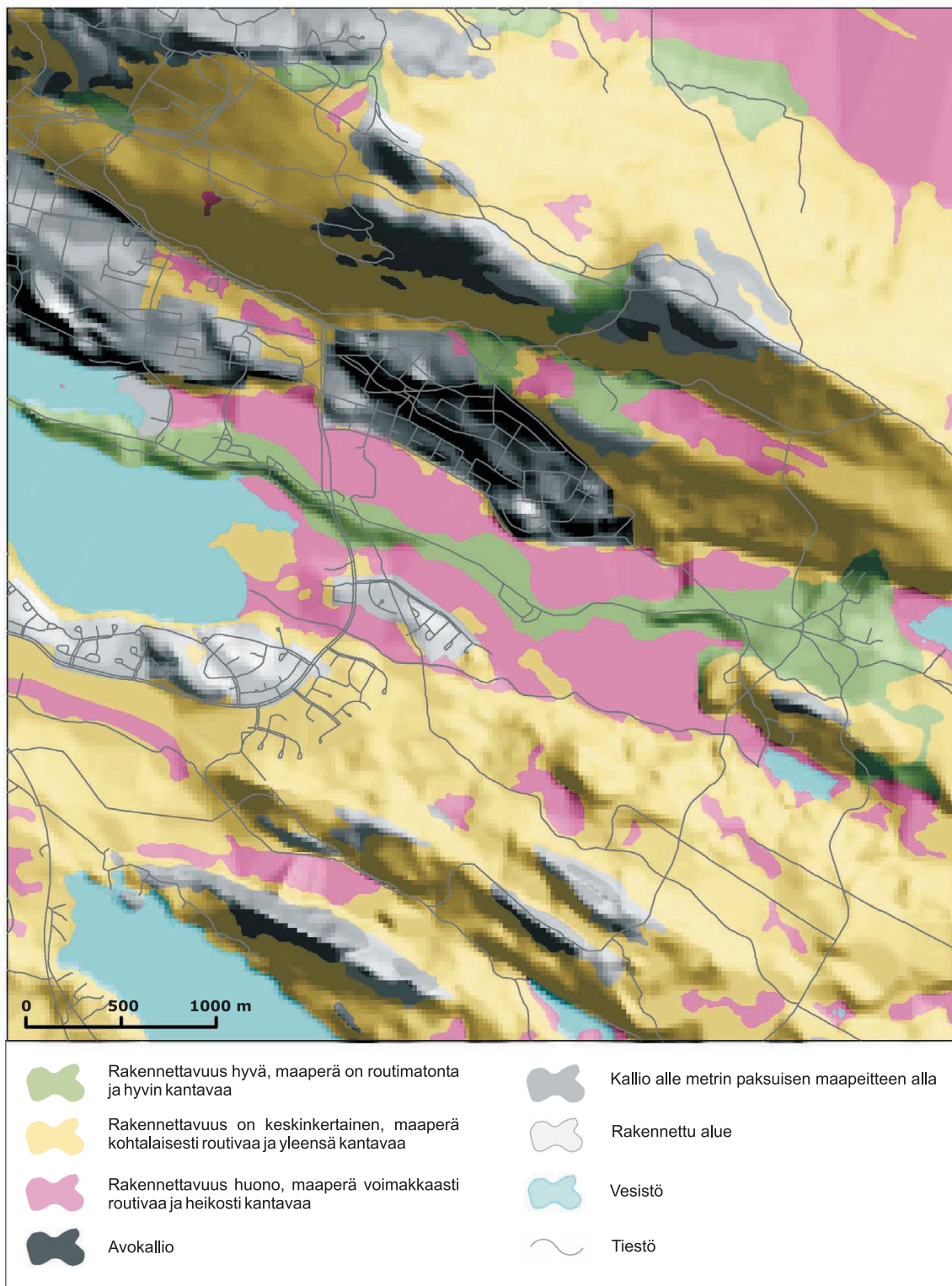
Rakennettavuudeltaan maaperä luokitellaan GEO-luokituksen mukaan seuraavasti: 1. kallio sekä alle metrin syvyydellä oleva kallioma, 2. moreeni, 3. karkearakeiset maalajit eli sora ja hiekka, 4. hienorakeiset maalajit eli siltti ja savi sekä eloperäiset maalajit eli turve ja lieju (Johansson ja Kujansuu 2005) (kuva 4). Kalliomaat ovat maarakentamisen kannalta sikäli ongelmattomia, että ne kantavat eivätkä roudi. Kallion louhinta tosin lisää rakennuskustannuksia merkittävästi. Keski-Lapissa yleisenä esiintyvä rapakallio eroaa kallioalueista siinä, että se on kohtalaisen hyvin vettä läpäisevää, ja joissakin tapauksissa se pidättää vettä ollen routivaa (Kujansuu ja Hyypä 1995). Tunturien lähellä kallioalueet rajoittuvat usein rakkaan, joka on pakkasrapautumisen tuloksena syntynyttä kivikkoa. Rakka on rakennettavuudeltaan heikkoa.

Moreenit (pohjamoreeni ja kumpumoreeniaines) muodostavat yleensä kantavan rakennuspohjan, jolle tiet ja kunnallistekniikka voidaan perustaa ilman erityistoimenpiteitä. Hienoaineksen määrän mukaan moreeni voi olla heikosti tai kohtalaisesti routivaa. Useat tunturikeskukset, kuten Levin ja Äkäslompolon kylien ylärinteet, on rakennettu pohjamoreenimaalle, joten siellä olevien rakennusten maavaraisen perustamisen edellytyksenä onkin toimivan routasuojauksen järjestäminen. Moreenien maanrakennusominaisuudet riippuvat raekoostumuksesta, tiiveydestä, kivisyydestä ja lohkaraisuudesta. Ne ja maanpinnanmuotojen vaihtelut vaikuttavat myös moreenimaiden kulkukelpoisuuteen. Runsas pintalohkaraisuus on erityisesti kumpumoreenialueiden ongelma, joka vaikuttaa maan kaivettavuuteen ja esimerkiksi metsäteiden rakentamiseen. Vähäkivisillä kumpumoreenialueilla moreeniaines on usein pohjamoreenia löyhempää ja hiekkaisempaa ja se sisältää usein hiekkaisia välikerroksia. Moreeniaines on silloin routimatonta tai vähän routivaa ja rakennettavuudeltaan pohjamoreenialueita parempaa.

Karkearakeiset maalajit muodostavat rakentamisen kannalta parhaimman ja kustannuksiltaan edullisimman maapohjan. Ne eivät roudi, kantavat hyvin ja painuvat vain vähän kasaan. Rakennukset ja maarakenteet voidaan yleensä aina perustaa maavaraisesti ilman erityistoimenpiteitä. Monet Pohjois-Suomen kylät ja tiet on rakennettu karkearakeisille maalajeille, mikä osoittaa, että aikaisemminkin on tiedetty näiden maalajien hyvät rakennettavuusominaisuudet. Jäätikköjokikerrostumien, erityisesti harjujen ongelmina ovat jyrkät rinteet ja vaihtelevat pinnanmuodot. Niiden seurauksena maapohjaa pitää ennen rakentamista usein luiskata. Soraiset ja hiekkaiset rantakerrostumat ovat myös hyviä rakennuspohjia. Hiekkaiset jokikerrostumat ovat usein pohjaveden vaivaamia ja sisältävät turve- tai liejuvälimerroksia. Hienorakeisia maalajeja, silttejä (hieno hietä) esiintyy maaperän ylimpänä kerroksena järvien ja jokien rannoilla, esimerkiksi Äkäslompolossa. Ne kantavat heikosti, routivat ja häiriintyvät jo kaivun aikana. Silttiin tehdyissä kaivannoissa reumat sortuvat herkästi (Salonen ym. 2002).

Eloperäiset maalajit, turve ja lieju ovat rakennuslujana lähes käyttökeltvottomia heikon kantavuuden ja suuren kokoonpuristuvuuden vuoksi. Mitä vesipitoisempaa ja paksumpaa eloperäinen

aines on, sitä suurempi on sen kokoonpuristuminen. Mikäli teiden rakentamisessa ei voida kiertää eloperäisten maalajien peittämiä alueita, joudutaan turvautumaan erilaisiin pohjanvahvistustoi-
miin. Jos kerroksen paksuus on pieni, esimerkiksi alle metrin, voidaan rakennettavuudeltaan käyt-
tökelvottomat maamassat kaivaa pois ja korvata rakennusteknisiltä ominaisuuksiltaan paremmil-
la maamassoilla. Metsäteitä rakennettaessa maamassojen vaihdot tulevat liian kalliiksi. Heikkoa
kantavuutta voidaan lisätä talvisaikaan jäädyttämistä hyväksi käyttäen.



Kuva 4. Malliesimerkki rakennettavuuskartasta Rovaniemeltä.

6 Yhteenveto

Geologiset tekijät vaikuttavat siis monella tavalla matkailuun. Maa- ja kallioperän laadun ja koostumuksen tunteminen on tärkeää kulutuskestävyyden kannalta retkeily- ja virkistysalueilla sekä muun maankäytön, kuten loma-asutuksen suunnittelun kannalta. Maaston muodot ja geologiset muodostumat sekä erilaiset suotyypit ovat tärkeitä esimerkiksi luontopolkujen suunnittelussa. Vedен laadun selvittäminen on myös tärkeää. Hyvälaatuista pohjavettä tarvitaan matkailukeskuksissa runsaasti ja sitä voidaan hyödyntää myös retkeilyreiteillä sijaitsevista lähteistä.

Kiitokset

Työtä varten on saatu Euroopan yhteisön LIFE-rahoitustukea.

Kirjallisuus

- Johansson, P., Kujansuu, R. (toim.), Eriksson, B., Grönlund, T., Johansson, P., Kejonen, A., Kujansuu, R., Maunu, M., Mäkinen, K., Saarnisto, M., Virtanen, K. & Väisänen, U. 2005. Pohjois-Suomen maaperä: maaperäkarttojen 1:400 000 selitys. Summary: Quaternary deposits of Northern Finland – Explanation to the maps of Quaternary deposits 1:400 000. Geologian tutkimuskeskus, Espoo – Geological Survey of Finland. 236 s.
- Kauranne, K., Gardemeister, R., Korpela, K. & Mälkki, E. 1972. Rakennusgeologia II. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta, Otaniemi. 530 s.
- Kujansuu, R. & Hyypä, J. 1995. Vuotson kartta-alueen maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Vuotso map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, maaperäkarttojen selitykset, lehti 3742. Geologian tutkimuskeskus. 107 s.
- Lahermo, P. 1970. Chemical geology of ground and surface waters in Finnish Lapland. Bulletin de la Commission Géologique de Finlande 242. 106 s., 1 liite.
- Salonen, V-P, Eronen, M. & Saarnisto, M. 2002. Käytännön maaperägeologia. Kirja-Aurora, Turku. 237 s.
- Sosiaali- ja terveysministeriö 2000. Päätös talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 19.5.2000. STMp 461/00.
- Sosiaali- ja terveysministeriö 2001. Päätös pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 17.5.2001. STMp 401/01.
- Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R-L., Vartiainen, S., Herranen, T. & Jokisaari, R. 2003. Suomen turvevarat 2000. Tutkimusraportti 156. Geologian tutkimuskeskus. 101 s., 7 liitettä.