

# Luonnon virkistyskäytöstä johtuva maaston kuluminen – esimerkialueena Rokua

Satu Aho

## 1 Johdanto

Luontoon suuntautuva matkailu ja luonnon virkistyskäyttö eri muodoissaan ovat merkittäviä luontoresurssin hyödyntäjiä. Luonnon koskemattomuus ja viehätyks ovat usein tärkeimpiä vetovoimatekijöitä, jotka suuntaavat matkailua kansallispuistoihin ja muille virkistysalueille. Kansallispuistot ovatkin luontomatkailevien vetovoimaisimpia kohteita ja niiden kävijämäärät ovat kasvaneet viimeisen kymmenen vuoden kuluessa jopa kaksinkertaisiksi (Ympäristöministeriö 2003). Valitettavasti matkailun ja luonnon välillä voi vallita kuitenkin ristiriita, jota on vaikea ratkaista. Matkailulla ja sen kasvulla on nimittäin aina seurausvaikutuksensa niin positiivisessa kuin negatiivisessakin mielessä (Saarinen 1998, s. 16). Pahimmillaan kasvava matkailu kuluttaa luontoa ja parhaimmillaan pyrkii säilyttämään sen (Hemmi 1995, s. 19).

Luontoon kohdistuva käyttö jättää aina jäljen ja hallitsematon käyttö voi pahimmillaan heikentää sen luontoresurssin arvoa, johon matkailu alueella alkujaan perustui. Ongelmasta tekee erityisen mutkikkaan se, että luonnon käytön vaikutukset kohdistuvat yleensä alueille, joilla on suurta luonnonsuojelullista arvoa (Liddle 1975). Tällöin luonnonsuojelun ja matkailun tavoitteet on pyrittävä sovittamaan yhteen mahdollisimman optimaalisella tavalla. Matkailun ja suojelun välistä suhdetta voidaan pohtia esimerkiksi Hemmin (1995, s. 117) tavoin kysymällä: tuleeko luontoa suojella matkailulle vai matkailijoilta?

Luonnon ja matkailun välistä ristiriitaa voidaan sovittaa esimerkiksi kestävän matkailukehityksen kautta. Tähän yhteyteen kytkeytyy tiiviisti myös käsite kantokyvystä. Termi on lainattu laidunekologiasta ja sen alkuperäinen tarkoitus oli määrittellä tietyn alueen elättämä suurin mahdollinen karjan määrä (Wight 1998, s. 76–77). Matkailuun liitettynä kantokyky kuvaa sitä matkailutoimintojen intensiteettiä, jonka ylittymisen jälkeen fyysinen ympäristö ja matkailijoiden kokemusten laatu muuttuvat huonompaan suuntaan, eikä muutosta enää voida pitää hyväksyttävänä (Järvi- luoma 1995).

Luontomatkailevien kannalta oleellista ekologista kantokykyä voidaan mitata esimerkiksi luonnon kulutuskestävyydellä (Jämbäck 1996, s. 144), joka usein määritellään myös luonnon ekologisiksi kapasiteetiksi. Luonnon kulutuskestävyyden on todettu määräytyvän erilaisten maaperällisten ja

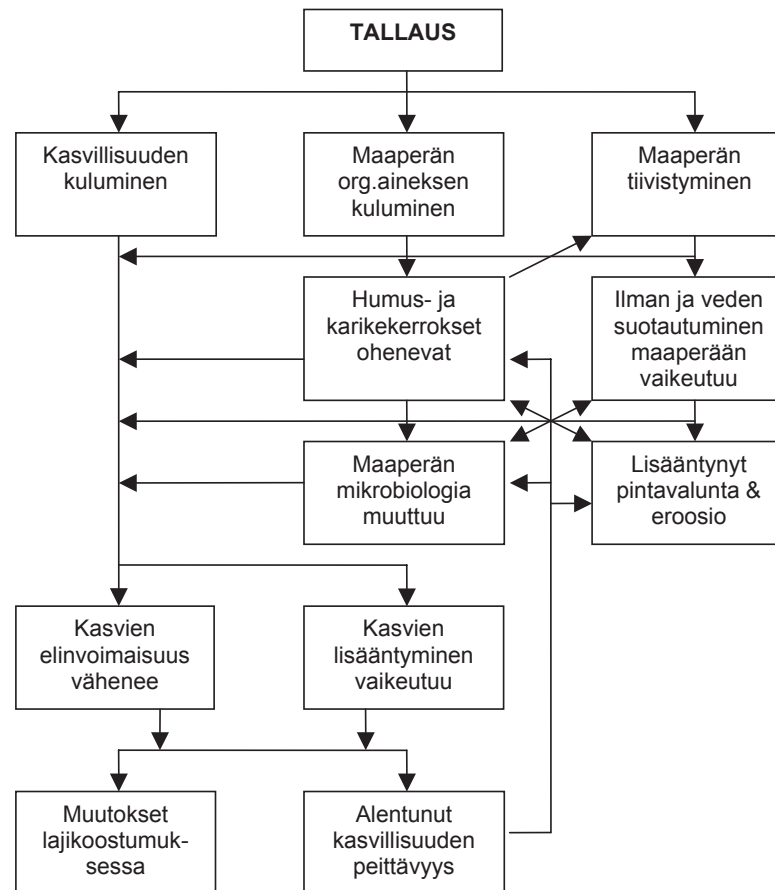
bioottisten tekijöiden vuorovaikutusten summana (Nenonen 1990), mistä johtuu, että erityyppiset alueet kestävät ominaisuuksiensa vuoksi virkistyskäyttöä eri tavoin (Kellomäki ja Saastamoinen 1975, s. 5). Tästä syystä matkailua kehitettäessä onkin oleellista tutkia, kuinka suuren paineen erityyppiset alueet luonnontilan häiriytymättä kestävät ja mitkä tekijät vaikuttavat eri alueiden kantokykyyn (Hoogesteger 1976, s. 40).

Seuraavaksi tutustutaan lyhyesti muutamiin virkistyskäytöstä aiheutuviin kasvillisuus- ja maaperävaikutuksiin sekä luodaan katsaus tekijöihin, jotka vaikuttavat luonnon kulutuskestävyyteen ja maaston kulumiseen. Tämän jälkeen esitellään Life-rahoitteisen Rokuan ekologinen matkailuym-  
päristö -hankkeessa suoritettu tutkimus, jonka tavoitteena oli tuottaa perustietoa Rokuan alueen kulutuskestävyydestä ja maaston kulumisesta. Kyseisen tutkimuksen tulokset ovat osaltaan apuna luonnon ja matkailun yhteensovittamisessa sekä ekologisesti kestävämmän virkistyskäytön kehittämisessä alueella.

## 2 Virkistyskäytön vaikutukset luonnonympäristöön

Luonnon virkistyskäytön vaikutukset voidaan tunnistaa epätoivottuna muutoksena tietystä perustasosta (Buckley 2003), yleensä muuttumattomista luonnonoloista. Hammitt ja Cole (1987, s. 6) ovat määritelleet epätoivotun muutoksen haitallisiksi vaikutuksiksi, jotka kohdistuvat maaperään, kasvillisuuteen, eläimistöön ja vesistöihin jollain tietyllä virkistysalueella. Kaikki virkistyskäyttöön liittyvät toiminnot voivat potentiaalisesti häiritä luonnonympäristön tasapainoa, mutta näkyvin vaikutus syntyy retkeilijöiden aiheuttaman tallauksen kautta (kuva 1). Tallaus tiivistää maaperää, kuluttaa kasvillisuutta ja saa pahimmillaan aikaan kasvittomien alojen syntymisen ja tätä kautta eroosion voimistumisen alueella (Hemmi 1995, s. 36–37). Tallaukseen verrattavissa olevia kulutusvaurioita voivat aiheuttaa myös polku- tai moottoripyörät, hevoset (Wilson ja Seney 1994), autot ja työkoneet sekä talviaikana moottorikelkat (Vuolanto ja Tuhkanen 1982). Virkistyskäytön kuluttava vaikutus kohdistuu kuitenkin vain harvoin koko retkeilyalueeseen, vaan yleensä se on kanavoitunut käyttöä ohjaaville poluille ja taukopaikoille, joilla retkeilijät viettävät suurimman osan ajastaan. Luonnon virkistyskäyttö onkin luonteeltaan hyvin keskittynyttä (Hammitt ja Cole 1987, s. 128).

Kulumisprosessi sen paremmin kuin luonnonympäristökään eivät ole staattisia, vaan niihin kohdistuvat vaikutukset muuttuvat sekä ajassa että tilassa. Useat tutkimukset osoittavat, että suhde virkistyskäytön aiheuttamien vaikutusten ja alueen käytön määrän välillä ei ole lineaarinen (Cole 2004, s. 11). Tämä tarkoittaa sitä, että suurimmat muutokset luonnonympäristössä tapahtuvat jo alhaisella käyttömäärällä ja parin ensimmäisen vuoden aikana, jonka jälkeen virkistyskäyttö aiheuttaa enää vain hieman lisävaikutuksia ympäristöön. Esimerkiksi Hoogesteger (1976, s. 44) on todennut, että kulunut alue autiotupien ympäristössä ei laajene vuosi vuodelta, vaan kulumisen on pahinta tupien rakentamisen yhteydessä ja heti sen jälkeen.



Kuva 1. Tallauksen vaikutukset luonnonympäristöön (Cole 2004, kuvan 1 pohjalta).

## 2.1 Vaikutukset kasvillisuuteen

Kasvillisuuden tuhoutuminen tallauksen johdosta on virkistyskäytön ensimmäinen ja samalla myös näkyvin vaikutus (Kellomäki 1977, s. 153), joka alentaa sekä virkistysalueen esteettistä arvoa että retkeilijöiden viihtymistä ja kokemusten laatua. Tallauksen aiheuttama kulutus kohdistuu kasvillisuuteen sekä suoraan että epäsuoraan. Suora kulutus ruhjoo kasveja, jolloin niiden elinikä alenee ja lisääntymismahdollisuudet heikkenevät (ks. kuva 1). Epäsuorat vaikutukset puolestaan ilmenevät paikan mikroilmaston tai maaperän rakenneominaisuuksien muuttumisena, joiden seurauksena kasvien veden- ja ravinteidenotto sekä menestyminen vaikeutuvat (Kaakinen ym. 1982, s. 27; Hammitt ja Cole 1987, s. 61). Voimakas kulutus vaikuttaa myös puiden kasvuun (Nylund ym. 1980, de Gouvenain 1996, Jämbäck 1997).

Edellä mainittujen lisäksi virkistyskäyttö aiheuttaa sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia muutoksia kasvivyhdyskunnissa. Kvantitatiiviset muutokset näkyvät esimerkiksi kasvillisuuden peittävyiden ja biomassan vähenemisenä kulutuksen kasvaessa (Kellomäki 1973, s. 97). Kasvillisuuteen kohdistuvat laadulliset vaikutukset ilmenevät pitkällä aikavälillä mm. kasvilajikoostumuksen muutoksena. Kulutuksen seurauksena alkuperäinen, tallaukselle herkkä kasvillisuus yleensä tuhoutuu, jonka jälkeen se korvautuu paremmin kestäväillä lajeilla, ns. sekundaarilajistolla (Hoogesteger 1976; Kaakinen ym. 1982, s. 27; Whinam ja Chilcott 2003). Hoogestegerin (1976) Koillis-kairan autiomajojen ympäristössä suoritettujen tutkimusten mukaan sekundaarinen kasvillisuus

syRJäyttää alkuperäisen kasvillisuuden noin 8–10 vuoden kuluessa kulutuksen alkamisesta. Voimakkaan tallauksen seurauksena tällaista kulutusta keStävää kasvillisuutta ei kuitenkaan pääse syntymään, vaan alue jää kasvittomaksi.

Kasvillisuuden kulumisen ja uusiutumisen suhteeseen vaikuttaa ratkaisevasti kulutuksen määrä ja laatu (Cole 2004, s. 11), mutta myös kulutuksen ajoittumisella eri vuodenaikoihin on merkitystä (mm. Gallet ja Rozé 2002). Yleisesti voidaan todeta, että alueet, jotka ovat voimakkaan virkistyskäytön alaisia, kuluvat yleensä enemmän kuin alueet, joita käytetään harvemmin (Cole 1992). Lisäksi erilaiset käyttäjäryhmät vaikuttavat luonnonympäristöön ja sen kulumiseen hyvin eri tavalla: moottori- tai polkupyörällä ja hevosella liikkuminen kuluttaa kasvillisuutta luonnollisesti enemmän kuin retkeileminen kävellen (Wilson ja Seney 1994). Kulutuksen ajankohtaan liittyen talviaikaisen käytön on todettu olevan kasvillisuudelle vähemmän kuluttavaa (Gallet ja Rozé 2002). Suomen olosuhteissa tämä johtuu erityisesti lumipeitteen suojaavasta vaikutuksesta, joka ehkäisee kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuteen kohdistuvaa suoraa kulutusta (Nenonen 1990, s. 13). Pensaat ja taimet sen sijaan kärsivät helposti talvellakin, erityisesti jos lumipeite on hyvin ohut (Hammitt ja Cole 1987, s. 69).

## 2.2 Vaikutukset maaperään

Maaperä altistuu kulutukselle, kun suojaava kasvillisuus on tallauksen johdosta tuhoutunut. Ilman suojaavaa kasvipeitettä karike- ja humuskerrokset altistuvat kulutukselle ja ohenevat, mikä seurauksena alla oleva mineraalimaa ajan mittaan paljastuu (Bryan 1977, s. 61–62). Erityisen huomattavaa maaperän orgaanisen kerroksen tuhoutuminen on poluilla ja taukopaikoilla, joilla maanpinta voi voimakkaan käytön seurauksena olla jopa täysin paljas. Tämä on varsin huolestuttava ilmiö, sillä suojaavan humuskerroksen puuttuessa paljas mineraalimaa on alttiina veden ja tuulen aiheuttamalle eroosiolle samoin kuin tallauksen aiheuttamalle tiivistymisellekin (Hammitt ja Cole 1987, s. 38–39).

Maaperä tiivistyy, kun maaraakeet puristuvat tallauksen aiheuttaman paineen takia tiukemmin toisiaan vasten. Tästä seuraa huokostilavuuden pieneneminen, jonka seurauksena ilman ja veden suotautuminen maaperään vaikeutuu (Hammitt ja Cole 1987, s. 42–43). Kenties huomattavin maaperän tiivistymisestä johtuva muutos onkin kasvava pintavalunta. Vesi, joka ei pääse suotautumaan maaperään jää virtaamaan maanpinnalle joko leveänä massana tai kanavoituneena pienemmiksi puroiksi (Bryan 1977, s. 62, Hammitt ja Cole 1987, s. 42–43). Maaperän pintakerroksen kokoonpuristuminen aiheuttaa vaikeuksia myös kasvien juurille ja mykorritsasienille, joiden on entistä vaikeampaa edetä tiivistyneessä maassa. Tämä yhdessä pienentyneen maaperän vesipitoisuuden kanssa heikentää kasvien elinmahdollisuuksia (Vuolanto ja Tuhkanen 1982, s. 32, 47) ja viivästyttää kasvillisuuden luontaista palautumista kulutuksesta.

## 3 Luonnon kulutuskestävyys ja siihen vaikuttavat tekijät

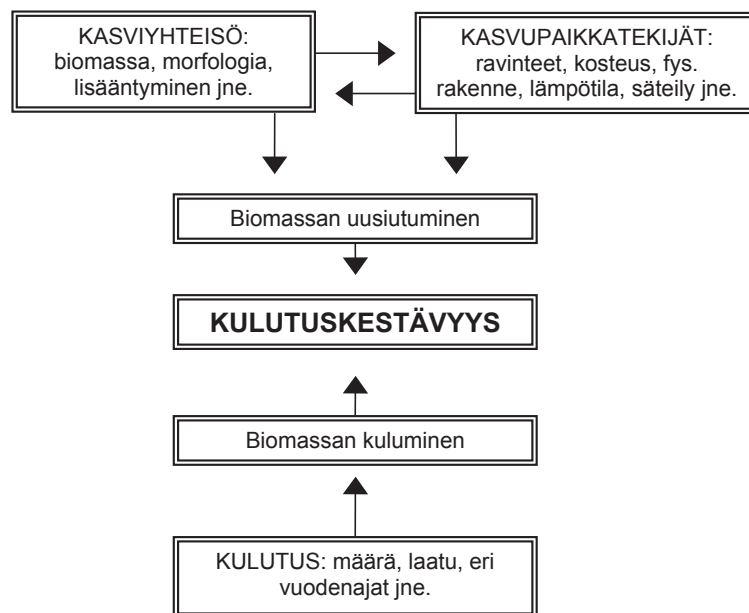
Kun luonnonympäristöön kohdistuu stressivaikutus ihmistoiminnan seurauksena, voi ekosysteemi pyrkiä joko omaksumaan aiheutuneen paineen tai sietämään sitä ilman, että ilmenee merkittäviä muutoksia systeemin rakenteessa tai toiminnassa. Mikäli luonnonympäristö ei kuitenkaan kykene tähän, aiheuttaa stressivaikutus haitallisia muutoksia ekosysteemissä. Tällöin sen kyky, eli kapasiteetti, aiheutettua painetta vastaan on ylittynyt (Vuolanto ja Tuhkanen 1982, s. 14). Luonto-

matkailun kannalta keskeinen on erityisesti luonnon ekologinen kapasiteetti, jonka Kellomäki ja Saastamoinen (1975, s. 5) ovat määritelleet alueen fyysiseksi ja biologiseksi kyvyksi sietää virkistyskäyttöä. Ekologinen kapasiteetti tai ekologinen kantokyky voidaan edelleen jakaa fyysiseen ja biotiseen kantokykyyn. Ensimmäinen kuvaa elottoman luonnon, jälkimmäinen puolestaan elollisen luonnon kykyä sietää erityyppistä rasitusta. Näitä voidaan mitata esimerkiksi kulutuskestävyydellä ja yleisesti voidaankin puhua luonnon kulutuskestävyydestä (Jämbäck 1996, s. 144).

### 3.1 Kasvillisuuden kulutuskestävyys

Luonnon kulutuskestävyydestä puhuttaessa kasvillisuuden sietokykyä pidetään määräävimpänä (Kaakinen ym. 1982, s. 26). Kasvit ovatkin hyviä kulutuskestävyyden indikaattoreita, sillä paikka, jolla kasvaa kulutusta kestävää lajistoa, on yleensä sen vuoksi myös kestävämpi virkistyskäytöstä johtuvia kasvillisuusvaikutuksia vastaan (Hammitt ja Cole 1987, s. 144). Se, miten hyvin tietyn alueen kasvillisuus kestää kulutusta, riippuu monista tekijöistä. Cole (1995, s. 414) nostaa määrääviksi tekijöiksi sekä kasvillisuuden tallauksensietokyvyn (*resistance*) että toipumiskyvyn (*resilience*). Tallauksensietokyvyllä tarkoitetaan kasvillisuuden kykyä sietää siihen kohdistunutta kulutusta ja tätä voidaankin kuvata tietyllä käytön määrällä, jonka kasvillisuus sietää ennen kuin haitallisia muutoksia ilmenee. Toipumiskyky puolestaan tarkoittaa kasvillisuuden kykyä korjata tallauksen aiheuttamat vauriot enemmän tai vähemmän pitkällä aikavälillä. Tätä voidaan kuvata esimerkiksi vuosien määränä, joka vaaditaan kasvillisuuden palautumiseen entisenlaiseksi.

Kasvillisuuden kulutuskestävyys määrittyy näin ollen biomassan tuhoutuminen/uudistuminen -suhteen kautta. Kasvillisuuden uusiutumiseen vaikuttavat etupäässä monet kasvupaikkatekijät, joista tärkeimpiä ovat ravinteet, kosteus, maaperän ominaisuudet sekä kasvupaikan valo- ja lämpöolot. Biomassan kulumiseen puolestaan vaikuttavat kulutuksen määrä, laatu ja ajoittuminen (Kellomäki ja Saastamoinen 1975). Tätä dynaamista tapahtumasarjaa on havainnollistettu kuvassa 2.



Kuva 2. Kasvillisuuden kulutuskestävyyteen vaikuttavat tekijät (Kellomäki ja Saastamoinen 1975, kuvan 1 pohjalta).

Colen (1995) suorittamat tallauskokeet osoittavat, että parhaiten kulutusta kestävät kasvilajit, jotka ovat kooltaan pieniä, ja joilla on mätästävä, ruusukemainen kasvutapa, pitkät juuret, pieni lehtipinta-ala ja nopea lisääntyminen. Näin ollen monet heinät kestävätkin melko hyvin kovaakin kulutusta (Liddle 1975), kun taas leveälehtiset ruohot (Vuolanto ja Tuhkanen 1982, s. 33) sekä jäykän varren omaavat varvut ja pensaat (Whinam ja Chilcott 2003) ovat tallaukselle usein hyvin herkkiä. Karujen kasvupaikkojen alhainen kulutuskestävyys johtuu niiden runsaasta jäkäläkasvillisuudesta (Kellomäki 1977, s. 156). Erityisesti kaikki poronjäkälälajit on todettu hyvin herkiksi kulutukselle. Kosteana jäkälä on taipuisaa ja kestävä kulutuksen vaurioitumatta, mutta kuivalla säällä se on erittäin haurasta, niin että jokainen astuttu askel jää näkyviin vuosikausiksi. Jäkälät ovat herkkiä myös siksi, että ne ovat hitaita uusiutumaan. Ahti (1957, s. 11) onkin arvioinut, että kuivaan jäkälikköön tallatun jäljen korjautuminen ennalleen kestävä noin 30 vuotta. Palleroporonjäkälän kohdalla tilanne on vielä heikompi; sen uusiutuminen normaaliksi jäkäläpeitteeksi voi viedä jopa 90 vuotta.

Kellomäki ja Saastamoinen (1975) ovat havainneet, että kasvupaikan ravinteisuuden ja kulutuskestävyyden suhde on käyräviivainen. Tämä tarkoittaa, että mustikka- ja puolukkatyyppin tuore kangas on kestävämpi kulutusta vastaan kuin kuivahkot ja sitä karummat kankaat sekä toisaalta hyvin rehevät kasvillisuustyyppit. Tallaukselle kaikista arimpia ovat siis kuivat ja karukkokankaat, joiden kasvillisuuden toipumiskyky on hyvin heikko. Myös lehdot ja lehtomaiset kankaat ovat herkkiä, mutta niiden kasvillisuuden uudistuminen on nopeaa, mikä parantaa niiden kulutuskestävyyttä. Cole (1992, s. 262) kuitenkin toteaa, että voimakkaan virkistyskäyttöpaineen alaisilla alueilla kasvupaikan kulutuskestävyydellä ei juurikaan ole vaikutusta kasvillisuuden säilymiseen. Voimakkaasti käytetyillä alueilla vauriot ovat lähes vääjäämättömiä ja näillä muutoksen suuruus ei enää riipukaan kasvillisuuden, vaan pikemminkin maaperän kulutuskestävyydestä (Bryan 1977).

### 3.2 Maaperän kulutuskestävyys ja topografian vaikutus

Maalajit kestävätkin tiivistymistä hyvin eri tavoin. Alttiita tiivistymiselle ovat varsinkin hienot, vähän orgaanista ainesta sisältävät maalajit, joiden kosteuspitoisuus on usein suuri. Tällaisia ovat esimerkiksi paljon savesta sisältävät maalajit (Hammitt ja Cole 1987, s. 42) sekä hiesu ja hieta. Maaperän kulutuskestävyyteen vaikuttaa tiivistymisresistanssin ohella myös mekaaninen kulutuskestävyys, mikä tarkoittaa maaperän kykyä kestää rikkoontumatta ja jauhaantumatta tallauksesta huolimatta. Tässä mielessä dyynihiekka on todettu kulutuskestävyydeltään heikoimmaksi, sillä sen kantavuus heikkenee tallattaessa (Jämbäck 1996, s. 149). Yleisesti lajittumattomat maalajit kestävätkin kulutusta paremmin kuin lajittuneet, johtuen niiden laajasta raekokovalikoimasta (Kaakinen ym. 1982, s. 29).

Luonnon kulutuskestävyyteen vaikuttaa edellä mainittujen maaperätekijöiden ja kasvillisuuden lisäksi myös rinteiden kaltevuus. Yleistettynä voidaan sanoa, että kaltevuuden kasvaessa kulutuskestävyys pienenee ja eroosioherkkyys kasvaa (Hammitt ja Cole 1987, s. 153). Hankalin tilanne on erityisesti lajittuneesta aineksesta muodostuneilla rinteillä, joilla kasvipeite kuluu herkästi ja uusiutuminenkin on hitaampaa kuin tasaisessa maastossa (Jämbäck 1996, s. 150). Coleman (1981, Hammitt ja Cole 1987, s. 153 mukaan) on esimerkiksi todennut rinteessä sijaitsevien polkujen syvyyden ja leveyden lisääntyvän suuremman kaltevuuden myötä. Saman ilmiön ovat havainneet myös Kaakinen ym. (1982, s. 30), jotka korostavat topografian vaikutusta polkujen sijoittumiseen ja rakenteeseen. Tasaisilla mailla polut pysyvät helpommin selvärajaisina ja kapeahkoina, kun taas kaltevuuden, samoin kuin myös kosteuden, kasvaessa polut usein levenevät ja haaroittuvat.

Erityisen herkkiä kulumiselle ovat hienosta lajittuneesta sedimentistä koostuvat dyynialueet, joihin myös tutkimusalueena oleva Rokua kuuluu. Näillä alueilla kulutuksen paljastama irtonainen

maa-aines lähtee helposti liikkeelle tuulen ja sadeveden vaikutuksesta erityisesti kaltevilla pinnoilla. Maastoon syntyvät polku-urat kaivautuvat tällöin helposti ympäröivää maastoa syvemmälle maahan. Rokualla nämä ns. polkukanjonit voivatkin paikoin olla jopa puoli metriä vallitsevan maanpinnantason alapuolella (Krökki 1999).

Edellä mainittujen tekijöiden vuoksi suoraan ylöspäin nousevat reitit voivat osoittautua kulumisen kannalta ongelmallisiksi. Paitsi vaellustoiminnan aiheuttama maaston kulumisen, myös vesieroosion voima, on rinteessä tutkitusti suurempaa verrattuna tasaiseen maastoon (esim. Bryan 1977). Cerdán (1997) mukaan vesieroosion voimakkuuteen vaikuttavat rinteiden kaltevuuden ohella myös kasvillisuuden peittävyys ja vesisateen intensiteetti; näin ollen vesivirtauksen kuluttava vaikutus lisääntyy kasvipeitteen puuttuessa ja kaltevuuden kasvaessa.

## 4 Maaston kulumisen Rokualla

Rokua sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla kolmen kunnan, Muhoksen, Utajärven ja Vaalan alueella. Tämä ympäröivästä suolakeudesta kohoava erikoislaatuinen harju- ja dyynimuodostuma muotoutui viimeisen jääkauden aikana ja sai lopullisen muotonsa sitä seuranneina vuosituhansina erilaisten luonnonvoimien myötä (Aartolahti 1973, s. 5, Koutaniemi 1985, s. 11). Rokua kuuluu-kin Sotkamosta kohti Pohjanlahtea kulkevaan harjujaksoon, mutta itse Rokuan kohdalla harjun morfologia noudattelee Tuomikosken (1987, s. 11) mukaan enemmänkin deltamaista syntytapaa. Muodostuman perimmäisen geomorfologisen muodon selvittäminen on ollut vaikeaa, sillä koko Rokuaa luonnehtii nykyisin yhtenäisen dyynikenttä, joka muodostui kuivan boreaalikauden aikana lännenpuoleisten tuulten vaikutuksesta. Rokuan pintakorkokuvaa luonnehtivat lisäksi lukuisat suppakuopat sekä muodostuman alarinteitä kehämäisesti kiertävät rantavallit (Aartolahti 1973).

Vallitsevista kasvuolosuhteista johtuen Rokua on erittäin karua ja sen kasvillisuus onkin muodostunut kuivuutta ja vähäravinteisuutta sietävistä lajeista. Kasvilajisto on täten hyvin niukkaa ja koostuu pääasiassa pohjakerrosta peittävästä jäkälästä ja kenttäkerroksen harvoista varvuista. Rokuan jäkälälajisto onkin varsin runsasta ja hyvin kehittyntä, sillä alueella ei ole laidunnettu poroja sitten 1800-luvun (Aartolahti 1973, s. 37, 45). Kasvillisuuden karuuden ja maaperän huonon kantavuuden vuoksi Rokuan maasto on erittäin herkkää kaikenlaiselle ihmistoiminnalle. Ongelmana on myös kasvillisuuden hidas uusiutuminen, minkä vuoksi kasvillisuus ei kykene peittämään kulumisen aiheuttamia jälkiä tarpeeksi nopeasti vaan hienojakoinen mineraaliaines jää paljaaksi ja on täten alttiina tuulen ja virtaavan veden eroosio toiminnalle. Erityisen vaikea tilanne on dyyniharjanteilla ja suurimpien supprien rinteillä (vastaavasta tilanteesta Kalajoen Hiekkasärkillä Jämbäck 1995).

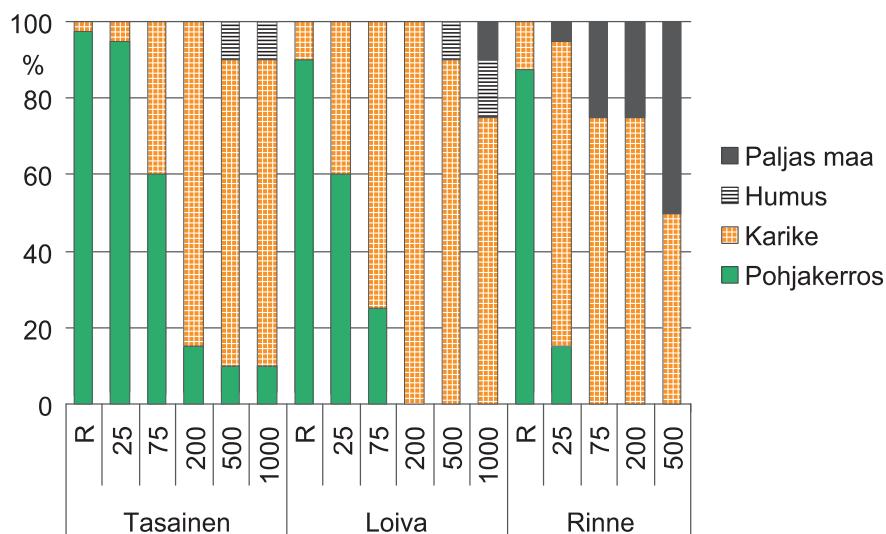
Rokuan maaston kulutuskestävyyttä ja kulumista on tarkasteltu keväällä 2004 aloitetun tutkimuksen kautta. Työn eräänä tavoitteena oli tuottaa tietoa virkistyskäytön aikaansaamasta kulumisprosessista tavalla, joka olisi hyödynnettävissä alueen luontomatkailukäyttöä kehitettäessä. Aihetta lähestyttiin mm. kasvillisuuden tallauskokeiden avulla, joiden tarkoituksena oli tutkia karukokankaan kasvillisuuden altistumista lyhytkestoiselle kulutukselle. Koe suoritettiin maaston eri kaltevuuksilla lisäten tallauksen intensiteettiä 0 tallauskerrasta aina 1 000 tallauskertaan saakka. Maaston kaltevuuden suhteen erotettiin siis kolme erilaista tutkimusalaa: tasainen maa, loiva rinne (12°) ja rinne (25°). Tutkimusaloille rajattiin edelleen erilliset tutkimuslinjat, joille suoritettiin linjakohtaiset tallauskäsittelyt. Koeasetelmassa pyrittiin noudattamaan Colen ja Bayfieldin (1993) laatimia standardeja. Kulumisen indikaattoreina kokeessa toimivat tutkimuslinjojen kasvillisuuden peittävyys sekä linjoille syntyneiden polkujen leveys ja syvyys.

#### 4.1 Tallauksen vaikutukset kasvillisuuden peittävyteen

Tallauksen todettiin vähentävän kasvillisuuden peittävyttä suuresti. Varsinkin jäkälän dominoima pohjakerros oli hyvin herkkää ja useilla tutkimuslinjoilla jo vähäinen tallaus rikkoi ohuen humuskerroksen ja paljasti mineraalimaan. Puolukan hallitsema kenttäkerros oli tässä suhteessa hieman kestävämpää, sillä vasta keskinkertainen tallaus vähensi peittävyttä merkittävästi.

Tallausmäärien kasvaessa pohjakerroksen kasvillisuuden peittävydet vähenivät samalla, kun karikkeen ja paljaan maan osuudet vastaavasti kasvoivat (kuva 3). Peittävyden alenema oli kuitenkin hyvin tutkimuslakohtainen ilmiö. Tasaisella maalla 25 tallauskertaa ei juurikaan alentanut pohjakasvillisuuden peittävyttä, kun taas loivassa rinteessä samainen tallauskäsittely alensi peittävyden syntyneen polun kohdalla alkuperäisestä 90 prosentista keskimäärin 60 prosenttiin. Rinteessä pohjakasvillisuuden peittävyden suhteellinen alenema oli vieläkin huomattavampaa, sillä peittävyys kulku-uralla laski jo ensimmäisellä tallauskäsittelyllä alkuperäisestä 88 prosentista noin 15 prosenttiin. Rinteessä pohjakasvillisuus kului siis muita tutkimusaloja nopeammin. Nämä erot kuitenkin tasoittuivat tallausmäärien kasvaessa ja 500 tallauskerran linjoille syntyneet polut olivat lähes kasvittomia kaikilla tutkimusaloilla; tosin tasaisen maan tutkimusalalla kangaskarhunsammalta oli säilynyt jonkin verran myös 1 000 tallauskerran jälkeen.

Rinteiden epästabiilien olosuhteiden vaikutus kulumisprosessiin on hyvin nähtävillä tuloksista. Esimerkiksi rinteiden äärimmäisen ohut humuskerros rikkoutuu jo kevyen tallauksen yhteydessä ja materiaalin heikon kantavuuden vuoksi yksikin askel voi kaivaa maahan kuopan. Rinteessä jo 25 tallauskertaa riitti rikkomaan humuskerroksen ja tallausmäärien kasvaessa myös paljaan maan osuus kasvoi jatkuvasti (kuva 3). Tasaisella maalla mineraalimaa ei paljastunut edes suurimmilla tallausmäärillä, vaan kasvillisuuden tuhouduttua karikkekerroksen alta paljastui maanpintaa suojaava humuskerros. Humuskerroksen paljastumiseen vaadittiin sekä tasaisella maalla että loivassa rinteessä noin 500 tallauskertaa.



Kuva 3. Pohjakerroksen kasvillisuuden, karikkeen, humuksen ja paljaan maan linjakohtaiset peittävydet tutkimuslinjoille syntyneiden polkujen päältä arvioituna. Luvut kuvaavat tallausmääriä, kirjain R puolestaan koskemattomasta referenssilinjasta.

## 4.2 Polun leveys ja syvyys

Tallaus synnytti tutkimuslinjoille silmin havaittavan polun jo hyvin alhaisilla tallausmäärillä, joten näiden kulku-urien leveyttä ja syvyyttä suhteessa ympäröivään maastoon oli mahdollista käyttää peittävyysindeksien ohella kuluneisuuden indikaattorina. Tulokset osoittavatkin, että polut sekä levenivät että syvenivät tallausmäärien kasvaessa.

Polkujen syvyyden suhde tallauksen intensiteettiin osoittautui muodoltaan enemmänkin käyräviivaiseksi kuin lineaariseksi. Tämä tarkoittaa, että tallausmäärien osalta oli mahdollista määrittää piste, jonka jälkeen tallaus aiheutti enää vain hieman lisäkulumista linjalla. Tämä tallauksen intensiteetin ”kynnysarvo” osoittautui kuitenkin erilaiseksi kullakin tutkimusalalla. Rinteessä polut syöpyivät noin 6,5 cm syviksi jo 75 tallauskerralla, jonka jälkeen keskimääräiset syvyydet eivät enää juurikaan kasvaneet. Rinteen eniten tallatulla 500 tallauskerran linjalla kulku-uran keskimääräinen syvyys oli 7 cm. Loivassa rinteessä polut sen sijaan syvenivät tasaisemmin ja syvyyden kasvu tasoittui vasta aivan suurimmilla (500–1 000) tallausmäärillä, jolloin polut olivat suurin piirtein yhtä syviä kuin jyrkemmässä rinteessäkin (25°). Tasaisella maalla polkujen kuluminen oli huomattavasti hitaampaa kuin hiemankin kaltevalla pinnalla ja polkujen syvyydet myös jäivät reilusti alhaisemmiksi kuin muilla tutkimusaloilla. Tutkimusala eroaa kahdesta muusta myös sen suhteen, että 25 tallauskerran kulutus ei aiheuttanut linjalle lainkaan silmin havaittavaa polkua. Alhaisilla kulutustasoilla tutkimuslinjat eroavatkin toisistaan huomattavasti polun syvyyden suhteen.

Myös polkujen leveyttä tarkasteltaessa on havaittavissa samankaltainen tasoittuva trendi kuin polkujen syvyyksissäänkin. Lisäkulutus loivan ja tasaisen maan tutkimusaloilla ei enää vaikuttanut polkujen leveyteen 500 tallauskerran jälkeen. Tutkimusaloja vertailtaessa tasaisen maan tutkimuslinjoille syntyneet kulku-urat olivat muihin tutkimusaloihin verrattuna huomattavasti kapeampia aina reiluun 200 tallauskertaan saakka. Suurimmilla tallausmäärillä eli 500 ja 1 000 tallauskerran linjoilla syntyneet polut olivat keskimäärin 35 cm leveitä kaikilla tutkimusaloilla. Kaikilla kulutustasoilla leveimmät kulku-urat syntyivät loivassa rinteessä, mutta merkittävää eroa jyrkempään rinteeseen ei ollut. Erot polkujen leveyksissä loivan (12°) ja hieman jyrkemmän rinteen (25°) välillä olivat kaikilla kulutustasoilla vain 0,5–1,5 cm.

## 4.3 Rinteen kaltevuuden vaikutus maaston kulumiseen

Aineiston pienuuden ja lukuisten muuttujien vuoksi mahdollisuuksia tilastomatemaattiselle tarkastelulle ei juurikaan ole. Tutkimusaloista kulutuskestävyyttä voidaan kuitenkin tutkia erilaisten kulutuskestävyysindeksien avulla. Tässä tutkimuksessa aihetta on lähestytty Liddlen (1975) tavoin tarkastelemalla sitä tallauskertojen määrää, joka vaaditaan, jotta kasvillisuuden peittävyys linjalla putoaa alle 50 %. Vaadittava tallauskertojen määrä kyseiseen peittävyysalennemaan on tämän aineiston mukaan jokaisella tutkimusalalla erilainen. Tasaisella maalla kasvillisuuden peittävyys syntyneellä polulla putoaa alle 50 % vasta 75 tallauskerran jälkeen. Loivassa rinteessä kyseiseen pudotukseen tarvitaan reilu 25 tallauskerta, kun taas rinteessä 25 tallauskerran jälkeen kasvillisuuden peittävyys on enää vain noin 12 %. Rinteessä riittää siis jo muutama askel rikkomaan ohuen humuskerroksen ja paljastamaan pehmeän dyynihiekan.

## 5 Kulumisen ennaltaehkäisy ja syntyneiden maastovaurioiden korjaaminen

Maaston karuuden vuoksi Rokuan luonto on erittäin helposti kuluva. Erilaisten toimintojen seurauksena huomattavaa maaston kulumista onkin jo tapahtunut monin paikoin, mikä seikka alentaa muuten niin erikoislaatuisen luonnon esteettisyyttä. Jotta kulumisesta ei muodostuisi tulevaisuudessa merkittävää ongelmaa, on aiheeseen syytä kiinnittää huomiota jo nyt ja pyrkiä ehkäisemään maastovaurioiden synty mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Kysymyksessä on merkittävä teema, sillä matkailualueen esteettisyyden vähetessä hupenevat myös alueella käyvät matkailijat ja sen myötä myös matkailun positiiviset seurausvaikutukset.

Karukkokankaalla suoritettut tallauskokeet osoittavat, että jo muutama kuivalla jäkälillä astuttu askel jättää maastoon jäljen, joka voi säilyä näkyvillä hyvinkin pitkään ja alentaa alueen esteettistä arvoa. Jo vähäinen virkistyskäyttö häiritsee näin ollen alueen luonnontilaa, vaikka intensiivisellä käytöllä vaikutukset ovatkin tuhoisampia. Jonkin asteista luonnon kulumista on siis hyvin vaikea estää, mikäli Rokua halutaan tulevaisuudessakin pitää kävijöille avoimena ulkoilu- ja virkistysalueena. Pahimpia kulumisesta johtuvia ympäristövaikutuksia voidaan kuitenkin pyrkiä minimoimaan vaikutusten hallinnan keinoin. Tämä tarkoittaa, että retkeilyreittien ja virkistysalueiden hallinnan tulisi aina nojata hyvään pohjatyöhön ja suunnitteluun, joilla vältetään suurempien maastovaurioiden syntyminen. Lähtökohtana on yleensä pidetty sitä, että toiminnot sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan kulutuskestävyydeltään parhaille alueille ja vältetään herkästi kuluvia kasvillisuustyyppejä. Aina herkkien alueiden käyttöä ei kuitenkaan ole mahdollista välttää. Näin on tilanne myös Rokualla, jossa suurin osa alueesta on kulumiselle herkkää karua jäkäläkangasta. Perimmäinen ongelma alueella onkin siis se, kuinka pitää maaston kulumisen sallituissa rajoissa.

Lähtökohtana vaikutusten hallinnalle voidaan pitää sitä, että ehkäistään maaston kulumisen olemassa olevien retkeilyreittien ulkopuolella. Tämä vaatii entistä tehokkaampaa kävijöille suunnattua opastusta ja neuvontaa, jonka kautta heitä ohjataan käyttämään jo olemassa olevia retkeilyreittejä ja välttämään kulkemista koskemattomassa maastossa. Myös polkuverkoston rakenteeseen ja kuntoon tulisi kiinnittää suurempaa huomiota. Ajankohtaisia aiheita Rokualla ovatkin pahoin kuluneiden alueiden ennallistaminen sekä turhan tiheän polkuverkoston supistaminen. Rakennetun alueen lähiympäristössä ja matkailutoimipisteiden läheisyydessä polkuverkosto on luonnollisesti tiheä, mutta Jämbäckin (1995, s. 51) mukaan poluston tulisi harventua syvemmällä metsässä. Näin siis laajahkoihin metsiin tulisi jäädä myös poluttomia ja harvapolkuisia alueita, jotka lisäävät alueen luonnontilaisuuden vaikutelmaa. Pahimmin kuluneiden alueiden käyttöä voidaan välttää esimerkiksi sulkemalla tällaisia reittejä ja järjestämällä kiertoteitä kulutuskestävyydeltään paremmille alueille. Muutenkin virkistyskäyttöä suunniteltaessa tulisi suosia kasvupaikkatyypiltään tuoreempia alueita karukkokankaan sijaan, vaikka tämä ei aina kävijän mielestä merkitsisikään upeampia tai mielenkiintoisempia maisemia.

Rokuan virkistyskäyttöä suunniteltaessa tulisi välttää myös toimintojen sijoittamista rinteisiin, joiden kulutuskestävyys on erittäin huono. Rinteessä humuskerros on lähes olematon, joten alla oleva dyynihiekka paljastuu jo muutaman askeleen jälkeen. Rinteen epästabiili ympäristö on lisäksi otollinen tuulen ja sateen eroosiolle, jolloin polut muotoutuvat hyvinkin pian ympäröivää maastoa syvemmiksi ja muodostavat ns. polkukanjoneita. Kulkemista aivan jyrkimmissä rinteissä tulisikin siis välttää. Tämä voi kuitenkin olla suhteellisen vaikeaa, sillä Rokuan maasto on yleisesti kumpuilevaa ja täysin tasaista maastoa on kohtalaisen vaikea löytää. Tämän vuoksi jo olemassa oleville reiteille tulisi yhä enenevässä määrin suunnitella erilaisia suojaavia rakenteita kuten esi-

merkiksi porrastuksia tai maa-ainesta sitovia askelmia. Tämänkaltaiset rakennelmat tietysti vähentävät alueen luonnontilaisuuden vaikutelmaa, mutta oikein toteutettuina ne voivat toimia sekä luonnon esteettisyyttä että kävijöiden viihtyvyyttä parantavana tekijänä.

Ympäristön laadun merkitystä luonnon vetovoimaisuuteen perustuvalla matkailualueelle ei voi kylliksi painottaa. Tolvanen ym. (2004) korostavatkin, että ekologisen kestävyuden tulisi aina toimia lähtökohdana kestäväälle luontomatkailulle, sillä sekä paikallisen väestön että vierailijoiden viihtyvyys ja luontokokemukset ovat suuresti riippuvaisia juuri ympäristön laadusta. Huolehtimalla luonnon matkailu- ja virkistyskäytön ekologisesta kestävyydestä, hoidetaan samalla sitä resurssipohjaa, johon myös matkailun taloudellinen ja sosiaalinen kestävyys pitkällä aikavälillä pohjautuvat.

## Kirjallisuus

- Aartolahti, T. 1973. Morphology, vegetation and development of Rokuanvaara, an esker and dune complex in Finland. *Fennia* 127. 53 s.
- Ahti, T. 1953. Poronjäkäle – kaunista, mutta arkaa kasvillisuutta. *Suomen Luonto* 3: 9–12.
- Bryan, R.B. 1977. The influence of soil properties on degradation of mountain hiking trails at Grövelsjön. *Geografiska Annaler* 59(1–2): 49–65.
- Buckley, R. 2003. Ecological indicators of tourist impacts in parks. *Journal of Ecotourism* 2(1): 54–66.
- Cerdá, A. 1997. The effect of patchy distribution of *Stipa tenacissima* L. on runoff and erosion. *Journal of Arid Environments* 36(1): 37–51.
- Cole, D.N. 1992. Modelling wilderness campsites: factors that influence amount of impact. *Environmental management* 16(2): 255–264.
- 1995. Experimental trampling of vegetation. II. Predictors of resistance and resilience. *Journal of Applied Ecology* 32: 215–224.
- 2004. Monitoring and management of recreation in protected areas: the contributions and limitations of science. Julkaisussa: Sievänen, T., J. Erkkonen, J. Jokimäki, J. Saarinen, S. Tuulentie, E. Virtanen (toim.). Policies, methods and tools for visitor management – proceedings of the second International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas, June 16–20, 2004, Rovaniemi, Finland. Metlan työraportteja 2. s. 9–16.
- & Bayfield, N.G. 1993. Recreational trampling of vegetation: standard experimental procedures. *Biological Conservation* 67: 209–215.
- Coleman, R. 1981. Footpath erosion in the English lake district. *Applied Geography* 1: 121–131.
- Gallet, S. & Rozé, F. 2002. Long-term effects of trampling on Atlantic Heathland in Brittany (France): resilience and tolerance in relation to season and meteorological conditions. *Biological Conservation* 103: 267–275.
- de Gouvenain, R. C. 1996. Indirect impacts of soil trampling on tree growth and plant succession in the North Cascade Mountains of Washington. *Biological Conservation* 75: 279–287.
- Hammitt, W.E. & Cole, D.N. 1987. *Wildland recreation – ecology and management*. John Wiley & Sons. 337 s.
- Hemmi, J. 1995. *Ympäristö- ja luontomatkailu*. Vapaa-Ajan Konsultit Oy, Virolahti. 357 s.
- Hoogesteger, M. 1976. Kasvillisuuden muuttuminen Koilliskairan autiotupien ympärillä. *Silva Fennica* 10 (1): 40–53.
- Jämbäck, J. 1995. Kalajoen Hiekkasärkkien alueen luonnon tila. *Nordia Tiedonantoja* 2/1995: 3–61.
- 1996. Tarkastelukulmia matkailun ekologiseen kantokykyyn: luonnon kulutuskestävyys ja kuluminen. Julkaisussa: Saarinen, J. & Järviluoma, J. (toim.). *Luonto virkistys- ja matkailuympäristönä*. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 619: 143–163.

- 1997. Tallauksen vaikutus männyn paksuuskasvuun Kalajoen Hiekkasärkillä. Lisensiaatintutkimus, Oulun yliopisto, maantieteen laitos. 24 s.
- Järviluoma, J. 1995. Matkailualueiden kantokyky. Nordia Tiedonantoja, Sarja A 1. s. 31–42.
- Kaakinen, E., Ryyänen, P. & Savola, M. 1982. Pudasjärven Syötteen alueen kasvillisuuskartoitus ja sen käytännön sovellutukset alueen matkailu- ja virkistyskäyttöä varten. Oulun yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 16. 43 s.
- Kellomäki, S. 1973. Tallaamisen vaikutus mustikkatyypin kuusikon pintakasvillisuuteen. *Silva Fennica* 7(2): 96–113.
- 1977. Deterioration of forest ground cover during trampling. *Silva Fennica* 11(3): 153–161.
- & Saastamoinen, V-P. 1975. Trampling tolerance of forest vegetation. *Acta Forestalia Fennica* 147.
- Koutaniemi, L. 1985. Rokua-muodostuma. Julkaisussa: Alestalo, J. & Koutaniemi, L. (toim.). Ekskursio-opas. Oulun yliopisto, maantieteen laitos. s. 11–13.
- Krökki, V. 1999. Rokuan retkeilyreitistöjen kulumisenseuranta. Tutkimusraportti. Metsähallitus, Pohjanmaan-Kainuun luontopalvelut. 13 s.
- Liddle, M. J. 1975. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. *Biological Conservation* 7: 17–36.
- Nenonen, S-P. 1990. Matkailu ja ympäristö. Tutkimus Lapin matkailualueiden luonnonympäristön kulutuskestävyydestä. Lapin seutukaavaliitto, Rovaniemi. 63 s.
- Nylund, L., Nylund, M., Kellomäki, S. & Haapanen, A. 1980. Radial growth of scots pine and soil conditions at some camping sites in southern Finland. *Silva Fennica* 14(1): 1–13.
- Saarinen, J. 1998. Kestävyys, kantokyky ja matkailun kehittyminen: näkökulmia kestävän matkailun problematiikkaan. Julkaisussa: Saarinen, J. & J. Järviluoma (toim.). Kestävyys luonnon virkistys- ja matkailukäytössä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 671. s. 15–31.
- Tolvanen, A., Siikamäki, P. & Törn, A. 2004. Sustainability of boreal and subarctic environment to nature-based tourism. Saatavissa: <http://www.metla.fi/tapahtumat/2004/mmv2/abstracts/oral/tolvanen-et-al.pdf>. [Viitattu 27.6.2005].
- Tuomikoski, M. 1987. Rokuanvaara geologisena ja hydrogeologisena muodostumana. Pro gradu-työ. Oulun yliopisto, geologian laitos. 73 s.
- Vuolanto, S. & Tuhkanen, S. 1982. NEKASU: luonnonsuojelualueiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa. Elollinen luonto. Yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskuksen julkaisuja B 26. 213 s.
- Whinam, J. & Chilcott, N.M. 2003. Impacts after four years of experimental trampling on alpine/sub-alpine environments in western Tasmania. *Journal of Environmental Management* 67: 339–351.
- Wight, P. 1998. Tools for sustainability analysis in planning and managing tourism and recreation in the destination. Julkaisussa: Hall, C.M. & Lew, A.A. (toim.). Sustainable tourism. A geographical perspective. Pearson Education Limited, Harlow. s. 75–91.
- Wilson, J.P. & Seney, J.P. 1994. Erosional impact of hikers, horses, motorcycles and off-road bicycles on mountain trails in Montana. *Mountain Research and Development* 14(1): 77–88.
- Ympäristöministeriö 2003. Toimintaohjelma tukee luontomatkailun työpaikkojen kaksinkertaistamista. Saatavissa: <http://www.valtioneuvosto.fi/vn/liston/base.lsp?r=33830&k=fi&old=754&rapo=1240>. [Viitattu 13.2.2003].