

**Pro Gradu –tutkielma**

**Luontotyypin, maalajin ja maapohjan kaltevuuden  
vaikutus polkujen kulumiseen Etelä-Konneveden  
kansallispuistossa**

**Sini Malminiemi**



**Jyväskylän yliopisto**

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Ekologia ja evoluutiobiologia

21.06.2016

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Bio- ja ympäristötieteiden laitos  
Ekologia ja evoluutiobiologia

Malminiemi, S.: Luontotyypin, maalajin ja maapohjan kaltevuuden vaikutus polkujen kulumiseen Etelä-Konneveden kansallispuistossa

Pro Gradu –tutkielma: 45 s.  
Työn ohjaaja: FT Elisa Vallius  
Tarkastajat:  
Kesäkuu 2016

---

Hakusanat: Etelä-Konneveden kansallispuisto, kuluminen, kävijävaikutus, reittisuunnittelu retkeily, tallaus

## TIIVISTELMÄ

Luonnonympäristöihin suuntautuvan matkailun ja luonnon virkistyskäytön suosio on jatkuvassa kasvussa. Luontomatkailulla on positiivisia vaikutuksia terveydellisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti, mutta kasvaneiden kävijämäärien on todettu muuttavan myös alueen luontoa. Monilla alueilla merkittävin kävijävaikutus on maapohjan kulumisen tallauksen vaikutuksesta. Suomessa suosituimpia luontomatkailukohteita ovat kansallispuistot. Kansallispuistoja hallinnoiva Metsähallitus pyrkii minimoimaan virkistyskäytön luontovaikutuksia muun muassa puistosuunnittelulla. Kun tiedetään maapohjan kulumisherkkyys eri kasvupaikkatyypeissä, uudet retkeilyreitit voidaan sijoittaa tallausta paremmin kestäville alueille. Tietojen avulla pystytään myös ennakoimaan olemassa olevien polkujen kulumista. Etelä-Konneveden kansallispuistossa tehdyssä tutkimuksessa haluttiin selvittää, miten luontotyyppi, maalaji ja maapohjan kaltevuus vaikuttavat polkujen kulumiseen alueella ja miten kulumisen saattaisi näkyä kansallispuistoon rakennettavilla uusilla retkeilyreiteillä. Vanhalta Kalajan kierros -retkeilyreitiltä mitattiin polun leveys ja syvyys 50 metrin välein ja näistä mittauksista polun mittauspisteille laskettiin kokonaiskuluma. Polun kuluneisuutta verrattiin eri luontotyyppi- ja maalajiryhmissä sekä eri kaltevuuksissa. Tuloksista ilmeni, että polku on kuluneinta tasaisella maalla suomalaisessa maastossa ja rinteessä kangasmaastossa. Kansallispuistoon suunnitellun uuden reitin varrella on sekä suoalueita että jyrkkiä rinteitä. Maapohjan kulumista näillä alueilla voisi ehkäistä esimerkiksi pitkostamalla suolla kulkevat polut ja rinteessä ohjata käyntiä loivimmasta kohtaa.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Mathematics and Science  
Department of Biological and Environmental Science  
Ecology and Evolutionary Biology

Malminiemi, S.: The effect of biotope, soil type and soil gradient on trail erosion in Etelä-Konnevesi National Park

Master of Science Thesis: 45 p.  
Supervisor: PhD Elisa Vallius  
Inspectors:  
June 2016

---

Key Words: Etelä-Konnevesi National Park, nature based tourism, outdoor recreation, trail erosion, trail planning, trampling, visitor impact

## **ABSTRACT**

Nature based tourism and the recreational use of natural areas is in constant growth. Nature tourism is beneficial for local community and economy along with that natural areas have positive impacts on the visitor's health. However, it has been noted that the growing numbers of visitors have impacts on the natural environment, one of the biggest being soil erosion, especially on trails. The most popular areas for nature based tourism and outdoor recreation in Finland are the state's National Parks. Metsähallitus (the National Government of Forestry), which governs the National Parks, is using trail planning to minimize the visitor impact in natural areas. In this thesis it was studied how biotope, soil type and soil gradient affect the area's sensitivity to trampling in the newly founded Etelä-Konnevesi National Park. The trail width and depth were measured every 50 meters on the old trail and the entire detrition status was calculated for each measurement point. The data was compared in different biotopes, soil types and gradients. The results were that on flatland the trail was most worn in mires and on slopes in heath forests. When planning new trails in Etelä-Konnevesi National Park or maintaining existing ones, the way the trails are affected by trampling should be taken into account. For example trails crossing peatland should be duckboarded in order to protect the soil and hillside trails should be directed to more gentle slopes.

## Sisältö

<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>5</b>
1.1. Suojelualueet virkistyskäytössä.....	5
1.2. Virkistyskäytön vaikutukset .....	5
1.3. Tallaus ja maapohjan kuluminen.....	7
1.3.1. Kävijöiden käyttäytymisen ja kävijämäärien vaikutus kulumiseen .....	7
1.3.2. Kasvillisuuden ominaisuuksien vaikutus kulumiseen .....	9
1.3.3. Maalajin vaikutus kulumiseen .....	10
1.3.4. Jyrkkyyden vaikutus kulumiseen.....	11
1.4. Muutokset viihtyvyydessä kävijävaikutusten seurauksena .....	11
1.5. Kävijävaikutusten minimointi ja ehkäisy .....	12
1.5.1. Kansallispuistorakentaminen ja tiedotus .....	12
1.5.2. Suojelun suunnitteluohjelmat .....	13
1.6. Tutkimuskysymykset.....	13
<b>2. AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	<b>14</b>
2.1. Etelä-Konneveden kansallispuisto .....	14
2.2. Aineiston keruu .....	16
2.3. Aineiston käsittely .....	18
2.4. Tilastolliset analyysit.....	21
<b>3. TULOKSET</b> .....	<b>21</b>
3.1. Luontotyypit .....	22
3.2. Maalajit.....	23
3.3. Maapohjan kaltevuus.....	24
<b>4. TULOSTEN TARKASTELU</b> .....	<b>27</b>
4.1. Luontotyypin, maalajin sekä maapohjan kaltevuuden vaikutukset polkujen kulumiseen.....	27
4.2. Kalajan kierroksen kuluneisuus ja polun kulumisherkyys uudella reitillä.....	29
4.2.1. Polkuverkoston kestävyys .....	33
4.3. Tutkimuksen heikkoudet ja mahdolliset virhelähteet.....	33
4.4. Johtopäätelmät.....	34
<b>KIITOKSET</b> .....	<b>35</b>
<b>KIRJALLISUUS</b> .....	<b>35</b>
<b>LIITTEET</b>	

## 1. JOHDANTO

### 1.1. Suojelualueet virkistyskäytössä

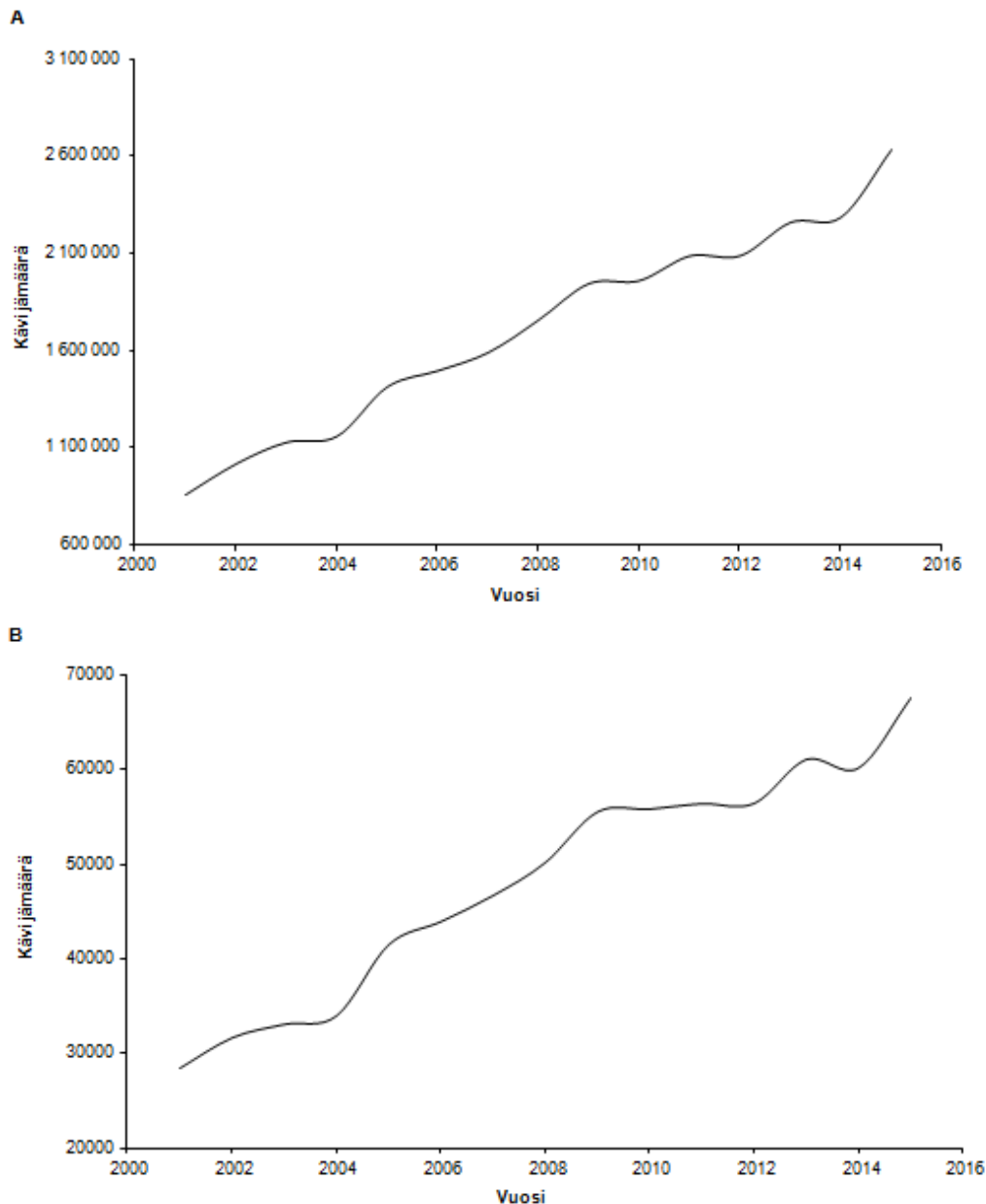
Luonnonympäristöihin suuntautuvan matkailun, luontoturismin, osuus maailmanlaajuisessa matkailussa on kasvanut huomattavasti viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana (Newsome ym. 2013). Erityisesti suojelualueet houkuttelevat matkailijoita, sillä suojelustatus, esimerkiksi kansallispuisto, takaa alueiden luonnonmukaisuuden. Suomessa luontoa ja sitä edustavia suojelualueita markkinoidaan niin ulkomaisille kuin kotimaankin matkailijoille: ”Luonto on Suomen matkailun suurin vetovoimatekijä ja ohittamaton osa Suomikuvaa.” (Metsähallitus 2016c) Suuri osa luontomatkailusta, retkeilystä ja vaeltamisesta suuntautuukin valtion omistamiin kansallispuistoihin tai erämaa-alueille.

Ensimmäisten kansallispuistojen perustaminen lähti kansallisaatteen pohjalta ja Suomeen ensimmäiset kansallispuistot perustettiin vuonna 1938 (Metsähallitus 2013). Alueiden katsottiin olevan tärkeitä suomalaisen luonnon esittäjiä ja säilyttäjiä. Vielä tuolloin retkeily kansallispuistoissa ei ollut kovin yleistä, mutta 1900-luvun lopulla puistoista kehitettiin retkeilijöitä houkuttelevia luontokohteita. Kansallispuisto voidaan perustaa alueelle, joka on luonnonsuojelun kannalta merkittävä: alueella saattaa elää uhanalaiseksi luokiteltua lajistoa tai siltä löytyy harvinaisia tai arvokkaita ekosysteemejä (Metsähallitus 2013). Kansallispuisto voidaan perustaa myös alueelle, jonka katsotaan olevan kulttuuriperinnöllisesti merkittävä ja luonnonympäristöltään edustava. Yhtä tärkeä edellytys on luontomatkailun mahdollisuus. Kansallispuistojen kävijämäärät ovat kasvaneet tasaisesti epäilemättä markkinoinnin, runsaan informaation ja palveluiden ansiosta (Kuva 1) (Metsähallitus 2016a). Nykyisin myös sosiaalinen media tarjoaa näkyvyyttä puistoille (Newsome ym. 2013).

Usein suuren yleisön mielenkiinnosta on hyötyä arvokkaille luonnonympäristöille, sillä se kiihdyttää erilaisten suojelualueiden, kuten kansallispuistojen, syntyä (esim. Johnsen 2005, Marion & Reid 2007, Heikkinen & Matila 2013, Newsome ym. 2013). Siten luontomatkailulla on positiivisia vaikutuksia alueen luontoon. Newsome ym. (2013) toteavat monin esimerkein, että luonnonvaraiset alueet käytetään usein joka tapauksessa, olipa kyseessä sitten luontomatkailua varten rauhoitettu alue tai puuntuotantoon varattu talousmetsä. Tämä huomioiden luonnonsuojelun ehtona perustettu retkeilyalue nähdään pienempänä pahana. Siikamäki ym. toteavat tutkimuksessaan (2015), että biologisesti monimuotoiset alueet houkuttelevat kävijöitä luonnostaan enemmän kuin alueet, joiden biologinen monimuotoisuus on pieni. Näinpä on tavallaan myös luontevaa, että luonnon virkistyskäyttö suunnataan juuri monimuotoisuudessaan arvokkaille suojelualueille.

### 1.2. Virkistyskäytön vaikutukset

Luonnon virkistyskäyttö on arvokas ekosysteemipalvelu (Chan ym. 2006), jonka suosio on ollut nousussa viime aikoina ja ennustetaan nousevan vastakin (Newsome ym. 2013). Kaikkosen ym. (2014) suomalaisissa kansallispuistoissa suorittamat tutkimukset vahvistavat käsitystä, että luonnossa liikkumisella olisi niin fyysistä kuin psyykkistäkin terveyttä edistäviä vaikutuksia. Suojelu- ja retkeilyalueet ovat oivallisia kohteita myös ympäristökasvatuksessa. Yksilön kehittäessä luontosuhdettaan saattaa myös luonnonsuojelullinen ja positiivinen ajattelu ympäristöstä lisääntyä. Kansallispuiston perustamisella on osoitettu olevan merkittävä vaikutus myös alueen yhteisölle (esim. Saarinen 2003, Perttula 2006, Puhakka 2007). Selvityksissä on todettu kansallispuistojen kiihdyttävän alueen matkailua ja tuovan huomiota syrjäseuduille. Tätä kautta erityisesti alueilla, jossa matkailu muodostaa pääasiallisen tulonlähteen, retkeilyalueilla on suuri merkitys.



Kuva 1. Kansallispuistojen vierailijamäärät ovat kaksinkertaistuneet viime vuosikymmenen aikana (Metsähallitus 2016a). A kuvaa kävijämäärien kasvua kaikissa Suomen kansallispuistoissa yhteensä. B kuvaa kävijämäärien kasvua keskimäärin yhdessä kansallispuistossa.

Käyttämisen jäljet ovat kuitenkin alkaneet näkyä myös suojelualueiden luonnossa (Newsome ym. 2013). Jotunheimenin kansallispuiston kävijävaikutuksia Norjassa tutkinut Johnsen (2005) esittää, että kaikenlaisella virkistyskäytöllä on vaikutusta kansallispuistojen luontoon ja vaikutus voi olla negatiivista. Ihmisen vaikutus luonnonympäristöön alkaa heti suojelualueen perustamisesta. Suomalaisissa kansallispuistoissa ylläpidetään tiettyä palvelutasoa, joka tekee puistoista houkuttelevia retkikohteita. Suurin stressi ympäristölle saattaaakin aiheutua palveluvarustusten rakentamisesta, mutta toisaalta se on kuitenkin kertaluontoista. Palveluvarustus lisää kansallispuistovierailijan turvallisuutta ja luonnon kantokykyä alueella, mutta sen ylläpitäminen vaatii aktiivista huoltoa ja monitorointia. Kulkuneuvoa vaativat huollot pyritään suorittamaan talvisin, jolloin lumikerros suojaa maastoa (Metsähallitus 2010).

Itse kävijöillä ja kävijöiden toiminnalla voi olla arvaamattomia vaikutuksia alueen eläimiin (esim. Mainini ym. 1993, Aho 2005, Johnsen 2005, Heikkilä 2007, Reed &

Merenlender 2008, Newsome ym. 2013), maaperään (Ilkka 2014) ja kasveihin (Dale & Weaver 1974, Koivuniemi 2006, Newsome ym. 2013, Rankin ym. 2015). Esimerkiksi luontomatkailun vaikutusta putkilokasveihin Australiassa tutkivat Rankin ym. (2015) toteavat, että luontoturismi ja luonnonalueiden virkistyskäyttö tulisi huomioida maailmanlaajuisesti kasveille potentiaalisesti haitallisena toimintana. Luontomatkailua ja luonnon virkistyskäyttöä ei kuitenkaan vielä kaikkialla tunnusteta merkittäväksi uhaksi ympäristölle eikä sille välttämättä anneta painoarvoa suojeleohjelmissa (Ballantyne & Pickering 2013).

Negatiiviset kävijävaikutukset aiheuttavat ristiriidan luonnonsuojelun ja matkailun välille. Luontomatkailu ei saisi heikentää alueen suojelutasoa ja taas toisaalta virkistyskäytön mahdollisuus on yksi kansallispuistojen perustamisen edellytyksistä Suomessa. Puhakka (2007) on todennut, että nykyisin luonnonsuojelua ohjaa yhä enemmän taloudellinen puoli ja myös suojelualueista pyritään hyötymään yksityisesti tai alueellisesti. Luontoa ei siis suojella pelkästään luonnon itsensä takia.

### 1.3. Tallaus ja maapohjan kuluminen

Lähes kaikkia suojelualueita yhdistävä ongelma ja yksi selkeimmin erottuvista kävijävaikutuksista on maapohjan kuluminen (esim. Aho 2005, Johnsen 2005, Koivuniemi 2006, Ilkka 2014). Virkistyskäytön aiheuttamaa maapohjan kulumista ilmenee poluilla, polkujen ulkopuolella, nähtävyyksipaikoissa sekä erityisesti tauko- ja leiriytymispaikoilla, minkä lisäksi maastoon voi käytön seurauksena syntyä kokonaan uusia, ylimääräisiä polkuja (Newsome ym. 2013). Kellomäki & Saastamoinen (1975) käyttävät termiä ekologinen kapasiteetti (ecological capacity), joka tarkoittaa alueen fyysistä ja biologista kykyä kestää käyttöä. Ekologiseen kapasiteettiin vaikuttavat muun muassa maaperän ravinteet, kosteus, maaperän koostumus, lämpötila sekä kasvilajien ominaisuudet (Kellomäki & Saastamoinen 1975). Myös vuodenaika vaikuttaa kulumiseen ja sulan maan aikana vaikutus on luonnollisesti voimakkaampi, mutta lumen tiivistyminen tallauksen seurauksena voi kuluttaa pintakasvillisuutta myös talvella (Hemmi 1995 sit. Koivuniemi 2006).

Tallaaminen muuttaa maaperän ekologiaa (Kellomäki & Saastamoinen 1975). Se vahingoittaa kasvillisuutta usein pysyvästi, muuttaa vahinkoalueen kasvi- ja mikroyhdyskuntia ja tiivistää maata ja tämän seurauksena lisää pintavaluntaa ja eroosiota (Aho 2005). Maapohjan kuluessa ja alkuperäisen kasviston kuollessa avautuu uusi kilpailutilanne, jossa retkeilijän vaatteiden ja kenkien kautta alueelle saattaa levitä vieraita pioneerilajeja, jotka muuttavat alueen mikroilmastoa, maaperän ravinteikkuutta ja valonsaantia (Aho 2005, Koivuniemi 2006, Newsome ym. 2013). Polkuja pitkin maastoon leviävät myös erilaiset patogeeneit (Newsome ym. 2013). Ballantyne & Pickering (2013) ovat selvittäneet virkistyskäytön vaikutuksia uhanalaisiin kasveihin Euroopassa ja todenneet kaikista virkistyskäytön vaikutuksista tallauksen olevan suurin uhka uhanalaisiksi listatuille putkilokasveille.

Mikäli haluaa ennustaa maaperän kulumista esimerkiksi retkeilyreittien suunnittelua varten, tulisi ymmärtää kulumiseen vaikuttavia tekijöitä. Lopputulokseen vaikuttavat ympäristön ominaisuuksien lisäksi kävijämäärät, ihmisten käyttäytyminen, kulkutapa sekä alueella harrastetut aktiviteetit (esim. Cole & Spildie 1998, Newsome ym. 2013).

#### 1.3.1. Kävijöiden käyttäytymisen ja kävijämäärien vaikutus kulumiseen

Pääosin tallauksesta aiheutuva maaston kuluminen sijoittuu valmiille, jo olemassa oleville tai merkityille poluille tai niiden välittömään läheisyyteen (Kuva 2). Ylimääräisiä polkuja syntyy muun muassa silloin, kun leiriytyjät etsivät sopivaa telttapaikkaa tai polttopuita koskemattomasta maastosta (Koivuniemi 2006) tai kulkijat oikaisevat pois valmiilta

polulta esimerkiksi ottaakseen kuvia, etsiäkseen parempaa kulkureittiä rinteessä, kiertääkseen esteen tai risteysalueella lyhentääkseen matkaansa. Dale & Weaver (1974) ovat havainneet, että helpompi maasto houkuttelee kulkijoita kulkemaan myös rinnakkain ja tämä leventää alueella kulkevaa polkua.

Suurin osa esimerkiksi kansallispuistovierailuista suuntautuu puistossa oleviin kohteisiin: nähtävyyks- ja näköalapaikoille, nuotiopaikoille, autiotuville, laavuille tai kodille. Vaikka kaikki puiston vierailijat kävisivät samassa kohteessa, kaikki eivät silti välttämättä kulje sinne samaa reittiä pitkin. Tästä seuraa se, että nähtävyyks- ja leirintäalueet sekä reittien solmukohdat kuluvat eri tavalla kuin niille vievät ja niiden välillä kulkevat polut. Ilkka (2014) on selvittänyt pro gradu -työssään maaperän kulumiseen vaikuttavia tekijöitä Sipoonkorvessa yhtenä muuttujana muun muassa etäisyys parkkipaikoilta. Hän toteaa, että etäisyys on merkittävä tekijä jopa lyhyillä, suoraviivaisilla reiteillä. Hänen tutkimuksessaan kävijämäärissä ja kulumisessa tapahtui muutoksia lyhyilläkin matkoilla siten, että valtaosa kävijöistä ja tätä myöten tallauksesta sijoittui lähelle polkujen lähtöpisteitä. Ilkka epäilee, että lähdettyään polulle osa kulkijoista saattaa pian poiketa pois polulta marjojen tai sienien toivossa tai kääntyä takaisin päin.

Kuluminen riippuu myös liikkumistavasta (esim. Cole & Spildie 1998, Ilkka 2014). Suomen kansallispuistoissa maa-alueilla saa liikkua jokamiehenoikeudella eli muutoin kuin moottoriajoneuvolla. Kävellessä patikointi on suosituin tapa liikkua puistoissa, mutta myös maastopyöräily ja jossain määrin myös ratsastus ovat lisänneet suosiotaan. Sekä kävelijän, pyöräilijän että ratsukon kulutusvaikutus on voimakkainta ensimmäisten käyntien aikana (Cole & Spildie 1998, Ilkka 2014) eikä polkujen syntyminen vaadi montaa käyntiä. Andrés-Abellán ym. (2005) tutkivat maapohjan kulumista virkistysalueella Espanjassa. He toteavat, että vilkkaimmin käytetyillä alueilla maaperä kului, kasviston monimuotoisuus kärsi ja jo ensimmäiset käynnit herkällä alueella muuttivat lajistoa. Myös Johnsen (2005) on huomannut, että suurin muutos maapohjassa tapahtuu jo matalalla käyttöpaineella ja vaikutukset tasoittuvat käyttöpaineen kasvaessa. Kuluminen ei siis ole suoraan verrannollinen käytön intensiteettiin. Näin toteavat myös Marion & Cole (1996) tutkimuksessaan ja Aho Metlan työraportissa 2005. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että tallauksen suurimmat vaikutukset esiintyvät käytön alkuvaiheessa ja tasaantuvat tietyllä tasolla käyttöpaineen kasvaessa (esim. Bates 1935).



Kuva 2. Syvään uurtunutta vuoristopolkua Skotlannissa. Kuva on kirjoittajan oma.



Dale & Weaver (1974) ovat puolestaan huomanneet kasvavan vierailijamäärän olevan yhteydessä polun levenemiseen ja vaikutuksiin polun ulkopuolella. Heidän mukaansa metsäpoluilla, joilla vieraili alle 1000 kävijää vuosittain, tallauksen merkittävät vaikutukset ylettyivät alle metrin päähän polun reunasta, mutta käytön kasvaessa vaikutusalue polun ulkopuolella laajeni. Kulumista esiintyy siis jo vähäisillä kävijämäärillä ja suurimmat muutokset maastossa, esimerkiksi uusien polkujen syntyminen, tapahtuvat ensimmäisten kävijöiden vaikutuksesta. Kävijämäärien ja käytön intensiteetin kasvu taas näkyy polkujen levenemisenä (Dale & Weaver 1974).

### 1.3.2. Kasvillisuuden ominaisuuksien vaikutus kulumiseen

Maaperän kuluessa ensin kuluu pois kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuus, joiden alta paljastuu kuolleista kasvinosista koostuva karikkekerros. Karikkekerroksen hajottua pintaan avautuu maastuneista kasvin osista muodostuva humuskerros, joka kangasmetsissä peittää mineraalimaata. Orgaaninen kenttä-, pohja-, karike- ja humuskerros ylläpitävät kasvupaikan maaperän hedelmällisyyttä ja huokoisuutta ja nopeuttavat sadeveden imeytymistä maaperään. Kun kasvillisuus on kulunut pois, sääilmiöt, erityisesti vesisade, jatkavat eroosion työtä (Cole 1983). Orgaanisten kerrosten kulumisnopeus riippuu monesta tekijästä.

Kellomäki & Saastamoinen (1975) ovat selvittäneet alueen ravinteikkuuden (luontotyyppin) yhteyttä tallauksen sietokykyyn. He ovat tutkineet tallausvaikutuksia Pohjois-Suomessa ja toteavat, että tallauksen sietokyky vaihtelee kasvupaikan ravinteikkuuden mukaan niin, että karut jäkälä- ja kanervatyypin kankaat sekä kosteammat lehtomaiset kankaat kestävät kulutusta vähemmän kuin puolukka- ja mustikkatyypin kankaat. Samankaltaisia tuloksia ovat saaneet myös Malmivaara-Lämsä ym. (2008) pääkaupunkiseudulla suorittamissaan tutkimuksissa.

Monet, muun muassa Cole (1978 ja 1995), Cole & Spildie (1998) ja Liddle & Greig-Smith (1975), ovat tutkineet erityisesti kasvimorfologian vaikutusta kulumiskestävyyteen. Näissä tutkimuksissa on todettu eri kasvilajien kestävän tallausta eri tavoin. Cole (1995) toteaa tutkimuksessaan, että yksistään kasvien lajiominaisuudet selittävät yli puolet eroista tallauksen kestävydessä. Hän kirjoittaa kasvien tallauksen sietokyvyn (resistance) lisäksi toipumiskyvystä (resilience), jotka yhdessä määrittävät, kuinka hyvin alueen kasvusto kestää tallaamista. Sieto- ja toipumiskyvyt vaihtelevat lajeittain ja osalla lajeista terveet yksilöt voivat esimerkiksi kestää tallausta hyvin, mutta kärsineet yksilöt toipuvat huonosti. Colen tutkimusten mukaan suurin tallauksen sietokyky on luonnostaan matalakasvuilla tai mätästävillä lajeilla, mutta kasvit vahingoittuttuaan toipuvat hitaasti (esim. Cole 1978, Cole 1995 ja Cole & Spildie 1998). Myös Bates (1935), Burden & Randerson (1971) ja Liddle & Greig-Smith (1975) ovat todenneet matalakasvuisten lajien sietävän tallausta parhaiten. Huonoiten tallausta sietävät korkeat ruohovartist kasvit, mutta niiden on todettu toipuvan vahingoista paremmin kuin esimerkiksi varpukasvien (Cole & Spildie 1998). Myös Rankin ym. (2015) ovat todenneet alueen virkistyskäytön uhkaavan eniten ruohovartistia kasveja ja varpuja. Metsäntutkimuslaitoksella kulumistutkimuksia tehneet Löfström ym. (2009) ovat sen sijaan todenneet, että suomalaisessa metsässä yleiset varvut, kuten puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), mustikka (*Vaccinium myrtillus*), kanerva (*Calluna vulgaris*) ja variksenmarja (*Empetrum nigrum*) kestävät hyvin tallauksen aiheuttamaa kulumista ja sopivat esimerkiksi sen takia tiheästi käytettyjen alueiden istutuslajeiksi. Nopeasti uudisversoja kasvattavat, maavarsien avulla levittäytyvät ja juuret syväälle maahan kasvattavat varvut toipuvat myös nopeammin tallauksen aiheuttamista vaurioista.

Burden & Randersonin (1971) tutkimusalueella tallausta kestäviä lajeja olivat muun muassa heinäkasveihin kuuluvat niittynurmikka (*Poa pratensis*) ja punanata (*Festuca rubra*). Tallauksesta nopeasti toipuvia lajeja olivat muun muassa sananjalka (*Pteridium*

*aquilinum*), karvamesiheinä (*Holcus lanatus*) sekä varjomuratti (*Hedera helix*). Erityisen herkkinä kasveina Burden & Randerson mainitsevat kanervan (*Calluna vulgaris*), harmaakellokanervan (*Erica cinerea*) ja tuoksusimakkeen (*Anthoxanthum odoratum*). Myös Colen (1978) tutkimuksessa eniten muutoksia biomassassa tapahtui puuvartisilla varvuilla.

Aktiivisesti käytetyllä alueella tallausta hyvin sietävät kasvit yleistyvät ja tallausta huonosti kestävät vähenevät (Bates 1935, Aho 2005). Liddle & Greig-Smith (1975) ovat saaneet selville koppisiemenisten kasvien tallauskestävyyttä käsittelevässä tutkimuksessaan, että yksisirkkaiset kasvit kestävätkä kevyttä tallausta keskimääräistä huonommin kuin kaksisirkkaiset kasvit ja häviävät näille lajeille uusissa, tallaamisen aiheuttamissa kilpailuolosuhteissa. Heidän tutkimuksessaan voimakkaammin tallatuilla alueilla yksisirkkaisia esiintyi kuitenkin kaksisirkkaisia enemmän. Kasviyhteisöjen koostumus siis muuttuu tallaamisen myötä ja saattaa heilahdella tallauksen voimakkuuden mukaan. Liddle & Greig-Smith (1975) suosittelevat yksi- ja kaksisirkkaisten ominaisuuksien käyttöä kulumisen arvioinnissa siten, että piste, jossa kaksisirkkaiset häviävät tallauksen voimakkuuden seurauksena, toimisi raja-arvona, jonka jälkeen tulisi harkita huoltotoimenpiteitä.

Joskus tallauksen myötä kadonneen kasvillisuuden korvaavat tulokaslajit, niin sanotut sekundaarilajit, jotka sietävät kulutusta paremmin (Bates 1935). Koska alkuperäinen kasviyhteisö on yleensä tallauksen aikaansaamaa kasviyhteisöä monipuolisempi, tallaus vähentää myös alueellista monimuotoisuutta (Kellomäki & Saastamoinen 1975). Kävijöiden vaikutukset ylettyvät tiettyyn pisteeseen asti myös polkujen ulkopuolella kasvavaan lajistoon. Kutsun tässä tutkielmassa polkuvaikutukseksi sitä kemiallista, fysikaalista tai biologista vaikutusta, joka olemassa olevalla polulla ja tätä pitkin kulkevalla kävijällä on polun ulkopuolelle. Näitä ovat esimerkiksi mikroilmaston muutos polun välittömässä läheisyydessä, valon määrän ja kosteuden lisääntyminen, ravinteiden lisääntyminen ja vähentynyt kilpailu puiden juuriston kanssa (Dale & Weaver 1974).

Dale & Weaver (1974) ovat tutkineet polkuvaikutusta eri kasvilajeihin ja saaneet tulokseksi, että osa kasveista kärsii ja osa hyötyy polun läheisyydestä. Joihinkin lajeihin kulumisen ei vaikuta lainkaan. Heidän tutkimuksessaan polun läheisyydestä hyötyivät muun muassa niittynurmikka (*Poa pratensis*), valkoapila (*Trifolium repens*) ja voikukka (*Taraxacum officinale*), jotka myös Cole (1978) mainitsee omassa tutkimuksessaan. Nuokkotalvikki (*Orthilia secunda*) sen sijaan katosi polun lähetyviltä kokonaan. Kaiken kaikkiaan Dale & Weaver saivat tulokseksi, että polun läheisyys vaikuttaa kasveihin 1–4 metrin säteellä polun reunasta, josta suurin vaikutus sijoittuu 1–2 metrin säteelle polun reunasta.

Cole (1978) kirjoittaa, että tallaus ei vaikuta kasvillisuuden peittävyysasteen kauempana kuin metrin päässä polulta. Pelkkä kasvillisuuden peittävyysasteen tutkiminen ei kuitenkaan ota huomioon lajistossa mahdollisesti tallauksen seurauksena tapahtuneita muutoksia. Cole (1978) esittääkin, että matalan intensiteetin tallaus saattaa jopa lisätä kasvustoa polun välittömässä läheisyydessä, sillä nopeasti alaa valtaavat sekundaarilajit hyötyvät tallauksen tuomasta tilasta, valosta ja kosteudesta. Myöhemmässä tutkimuksessaan Cole (1983) tosin kirjoittaa, että polkujen leveneminen ja syveneminen on suurempi huoli kuin kasvillisuuden muutos polun ympärillä.

### 1.3.3. Maalajin vaikutus kulumiseen

Alueen kasvillisuus on luonnollisesti linkittynyt alueella vallitsevaan maalajiin. Suojaavan orgaanisen kerroksen puuttuessa paljas maapohja tiivistyy tallauksen seurauksena. Tallaamisen jälkeen kulumisen jatkuu myös muiden tekijöiden seurauksena. Yksi

merkittävä maaperää kuluttava voima on veden liikkeet. Cole & Fichtler (1983) havaitsivat tutkimuksessaan, että jo vähän käytetyllä paljaan mineraalimaan retkeilyalueella sadevesi imeytyi 30 % heikommin kuin ympäröivässä metsässä. Kun maaperä ei pysty pidättämään kaikkea sadevettä, mineraalimaan pinnalle jäänyt vesi valuu maapohjan kaltevuuden seurauksena kuljettaen mukanaan pinta-ainesta. Kaltevilla poluilla pintaa pitkin valuva sadevesi saattaa uurttaa polkua yhä syvemmäksi.

Maaperän kulumisherkkyyteen vaikuttavat maalajin lisäksi murtumisherkkyyks, veden pidätyskyky ja orgaaninen ja kemiallinen koostumus (Liddle 1997 sit. Ilkka 2014). Selkimäki & Mola-Yudego (2011) toteavat Kolin kansallispuistossa tekemässään kulumistutkimuksessa polkujen olevan leveimmillään kalliopohjalla ja syvimmillään moreenipohjaisilla mailla. Parhaiten tallauksen aiheuttamaa kulumista vastustivat rehevillä niityillä ja lehtomaisella kankaalla kulkevat polut. Tämä saattaa johtua siitä, että runsasravinteisilla kasvupaikoilla kasvillisuus on vastustuskykyisempää talleamisen aiheuttamalle kulumiselle ja siten suojelee myös maapohjaa kulumiselta.

#### 1.3.4. Jyrkkyyden vaikutus kulumiseen

Kasvillisuuden ja maalajin lisäksi kulumiseen vaikuttaa maapohjan kaltevuus (Aho 2005). Kaltevuuden vaikutusta kulumiseen selvittäneissä tutkimuksissa (esim. Bratton ym. 1979, Aho 2005, Selkimäki & Mola-Yudego 2011) on todettu kaltevuuden oleva erittäin merkittävä, ellei merkittävin tekijä maanpinnan kulumisessa ja rinteessä kulkevien polkujen syvenemisessä ja levenemisessä. Metsäntutkimuslaitoksen Rokuan kansallispuistossa suorittamassa talleustutkimuksessa maa oli eroosioherkempää rinteessä kuin tasaisella pohjalla ja herkimmillään 25 talleuskertaa riitti rikkomaan humuskerroksen (Aho 2005). Rinteessä veden valumisen aiheuttama eroosio kasvaa ja taas toisaalta kävelijän jalan aiheuttama paine kohdistuu maan pintaan eri kulmassa, viistosti rinteeseen nähden, verrattuna tasamaalla kävelevään.

Kaltevuuskulman vaikutuksesta kulumisintensiteettiin ollaan eri mieltä. Osassa tutkimuksista kulumista tapahtui eniten loivemmassa rinteessä (esim. Bratton ym. 1979), kun joissakin suurin kuluminen tapahtui jyrkemmässä rinteessä (esim. Quinn ym. 1980). Myös sen suhteen, kulkeeko polku rinteessä sivusuunnassa vai kohtisuoraa rinnettä kohti, maapohjan kulumisessa on havaittu eroja kumpaankin suuntaan (Ilkka 2014).

#### 1.4. Muutokset viihtyvyydessä kävijävaikutusten seurauksena

Kävijöiden luontovaikutuksilla voi olla vaikutusta myös itse puistossa vierailijoihin ja vaikutus voi olla negatiivista (Aho 2005, Newsome ym. 2013), vaikkakin Floyd ym. (1997) kirjoittavat suhtautumisen olevan pitkälti kulttuurisidonnaista. Hillary ym. toteavat tutkimuksessaan (2001), että vaikka alueen kulumisen ei suoranaisesti vaikuttaisikaan vierailijoiden luontokokemukseen, monet kuitenkin huomaavat sen. Aho (2005) puolestaan kirjoittaa kulumisen vähentävän alueen esteettistä arvoa ja kävijöiden luontokokemuksen laatua, mikä voi vaikuttaa kävijämääriin laskevasti. Kulunut alue koetaan vähemmän koskemattomaksi ja luonnonmukaiseksi. Maapohjan kulumisen ohella vierailijoiden luontokokemukseen vaikuttava asia on epäilemättä roskien määrä alueella. Väärin hävitettyinä roskat saattavat myös aiheuttaa terveysriskejä ja vaikuttaa alueen ekosysteemiin muun muassa myrkyttämällä maaperää ja vesistöjä, houkuttelemalla vieraslajeja ja vahingoittamalla eliöitä (Newsome ym. 2013). Australiassa tehdyssä kyselytutkimuksessa 71 % vastaajista ilmoitti roskien määrän olevan yksi erittäin merkittävä luontoelämyksen laatuun vaikuttava tekijä (Morin ym. 1997 sit. Newsome ym. 2013).

Kävijämäärien jatkuvasta kasvusta saattaa ennen pitkää seurata myös reittien ruuhkautuminen. Pietilä tutkii pro gradu -työssään (2012) virkistysalueiden sosiaalista

painetta kohteenaan Nuuksion kansallispuisto. Sen lisäksi, että ympäristön kulumisella ja roskaantumisella on vaikutusta kävijöiden viihtyvyyteen, retkeilyreittien ruuhkautuminen saattaa laskea alueen luonnonmukaista tilaa kävijöiden silmissä. Vaikka suomalaisten kansallispuistojen kävijämäärät eivät kilpailekaan maailman suosituimpien kansallispuistojen kävijämäärien kanssa, Pietilä toteaa, että suomalaisten voidaan olettaa olevan herkkiä pienellekin ruuhkaisuuden kokemukselle. Täten ongelma ei riipu niinkään kävijämääristä vaan retkeilyalueisiin liitetystä mielikuvista ja odotuksista. Reittien ruuhkautumiseen ja ruuhkaisuuden kokemiseen pystytään Pietilän mukaan vaikuttamaan puiston vyöhykkeistämällä, rakenteilla ja polkusuunnittelulla.

## **1.5. Kävijävaikutusten minimointi ja ehkäisy**

### **1.5.1. Kansallispuistorakentaminen ja tiedotus**

Aho (2005) toteaa, että virkistyskäytöllä tulee aina olemaan jonkinlaista vaikutusta luonnonympäristöön eikä sitä pystytä täysin estämään, mutta vaikutusten hallinnalla esimerkiksi maaperän kulumista pystytään minimoimaan. Näitä ovat muun muassa koordinoitu rakentaminen, merkittyjen retkeilyreittien luominen luontomatkailualueella ja ihmisten opastaminen pysymään poluilla. Myös Johnsen (2005) toteaa tutkimuksessaan, että kulutuksen keskittyminen merkityille poluille saattaa olla parempi vaihtoehto kuin että vähäinenkin kulutus jakaantuisi tasaisesti muualle maastoon. Näin toteavat myös Marion & Cole (1995) leiriytymispaikoista. Newsome ym. (2013) kirjoittavat, että vaikka haitallisia vaikutuksia esiintyisi pienellä alueella, suurin osa suojelualueesta jäisi kuitenkin koskemattomaksi. He toteavat myös, että kävijävaikutusten alainen alue pitää suhteuttaa suojelualueen kokoon, sillä pienillä suojelualueilla on suurempi riski altistua haitallisille kävijävaikutuksille.

Myös taukopaikkarakentamisella pystytään vaikuttamaan alueen kulumiseen. Koivuniemi (2006) toteaa Pallas-Ounastunturin kansallispuistossa toteuttamassaan pro gradu -tutkimuksessa taukopaikan rakenteiden sijoittamisen vaikuttavan maapohjan kulumiseen. Hän sai tulokseksi, että mitä kauempana rakenteet toisistaan olivat, sitä enemmän tapahtui liikkumista ja alueen maapohja kului. Nuotiopaikan Koivuniemi listaa yhdeksi tärkeimmäksi rakenteeksi. Hän painottaa, että taukopaikat tulisi sijoittaa kulutusta kestäville luontotyypeille ja että rakenteiden sijoittelu on tärkeää ottaa huomioon uusia leiriytymis- ja levähdysalueita suunniteltaessa. Myös Cole (1991) on tätä mieltä. Suunnitteluhenkilökunnalla tulisi tätä varten olla runsaasti tietoa virkistyskäytön vaikutuksista (Koivuniemi 2006). Myös Aho (2005) toteaa, että retkeilyreittien hallinnan tulisi aina pohjautua hyvään pohjatyöhön ja suunnitteluun.

Ruuhka-aikoina retkeilyreitit ovat erityisen suuren rasituksen alla, jos kävijämääriä ei rajoiteta. Osassa maailman kansallispuistoista käytössä on rajoitusmenetelmä, jossa suojelualueelle päästetään kerrallaan vain tietty määrä ihmisiä. Suomalaisissa kansallispuistoissa tämä saattaisi olla hankalasti toteutettavissa ja ristiriidassa jokamiehenoikeuksien kanssa. Koivuniemi (2006) ehdottaa rajoituskäytäntöä vain suuremmille ryhmille, jolloin ryhmän tulisi ilmoittaa retkestään etukäteen puiston kävijävirtaa valvovalle taholle ja suurten ryhmien oleskelua puistossa pystyttäisiin näin porrastamaan. Cole (1991) on toisaalta todennut, että esimerkiksi telttailualueen oikeanlaisella sijoittamisella pystytään ennaltaehkäisemään maaston kulumista yhtä tehokkaasti kuin käytön rajoittamisella.

Eri kansallispuistoissa kuluneiden alueiden elvyttämiseksi on ehdotettu muun muassa kuluneimpien reittien ja taukopaikkojen sulkemista ja käynnin hienovaraisista ohjaamista muille alueille (Bratton ym. 1979, Aho 2005, Koivuniemi 2006). Tutkimusten mukaan kävijöitä pystytään ohjailemaan parhaiten tiedottamisella (Johnsen 2005, Marion & Reid

2007). Marion & Reid (2007) toteavat, että retkeilijän käytökseen vaikuttaa parhaiten tiedon jakaminen koskien aluetta ja kävijävaikutuksia. Kun aidatut alueet ja kieltokyltit vaikuttavat negatiivisesti ihmisten suhtautumiseen ja käytökseen kansallispuistossa, toimii omaehtoinen tiedon vastaanottaminen väylänä positiiviseen muutokseen. Kaiken kaikkiaan alueen ja rakenteiden kehittäminen nähdään rajoittamista parempana keinona (Bratton ym. 1979).

### 1.5.2. Suojelun suunnitteluohjelmat

Maailmalla on käynnissä monia kestävän luontomatkailun ohjelmia, jotka kannustavat ja opastavat kävijöitä ympäristöystävälliseen retkeilyyn ja auttavat suojelualueiden hallinnoijia kehittämään aluetta kävijäkestävämmäksi (esim. Marion & Reid 2007, Newsome ym. 2013). Alueen onnistunut suunnittelu estää suuremmat suojelualueelle sattuvat vahingot ja käyttäjien väliset konfliktit sekä ohjaa päätöksentekoa tulevaisuudessa, mutta suunnittelu on usein erittäin haastavaa (Newsome ym. 2013). Alueen hoidossa näet tasapainotellaan jatkuvasti eri näkökulmien välillä: esimerkiksi täysin esteetön liikkuminen koskemattomalla alueella uhkaa luonnonsuojeluarvoja, mutta liian rakennettu ympäristö vähentää kävijän alkuperäisen luonnon kokemista. Suunnitteluohjelmat antavat suosituksia suojelun suunnitteluun, mutta eivät sisällä tarkkoja toteuttamisohjeita.

Metsähallituksen kestävän luontomatkailun linjaus noudattelee yhdysvaltalaisista LAC-ohjelmaa (Limits of Acceptable Change) (Metsähallitus 2010). LAC luotiin 1985 tarkoituksena löytää kaikille suojelualueille pätevä, helppo keino määrittää ympäristön ekologinen kantokyky (Cole & Stankey 1997). Ohjelma pyrkii löytämään kompromissin ristiriidassa olevien tavoitteiden, esimerkiksi suojelun ja luonnon virkistyskäytön välille (Newsome ym. 2013). Se ei anna valmiita ohjeita, vaan on ohjenuorilla ja askelmilla varustettu prosessi, jossa luodaan omat hoitotoimenpiteet alueelle. Erilaisten kävijävaikutusten alaisille alueille määritellään standardit, joissa alueen halutaan pysyvän. Standardeja varten määritellään indikaattorit, joiden tulee olla helposti ja tarkasti mitattavissa ja joiden tulee reagoida kävijäpaineeseen ja hoitotoimenpiteisiin. Indikaattoreita monitoroimalla tiedetään hoitotoimenpiteiden tarve. LAC-ohjelman heikkoutena voidaan todeta olevan se, että ellei standardeista päästä yhteisymmärrykseen, ohjelma ei toimi (Newsome ym. 2013).

Metsähallituksessa virkistyskäyttöä pyritään ohjaamaan vyöhykkeistämällä, palvelurakenteilla ja opastuksella (Metsähallitus 2010). Lisäksi valtion luonnonsuojelualueilla toteutetaan sopeutuvan hoidon ja suunnittelun ideaa, jossa on tarkoituksena "hyödyntää toiminnan kehittämisessä kaikkea saatavissa olevaa tietoa", niin uusinta tutkimus- ja seurantatietoa kuin palautetta alueen käyttäjiltä. Näin hoidossa ja suunnittelussa pyritään sopeuttamaan toimintaa kertyneen tiedon pohjalta.

Metsähallitus on myös uusintanut roskattoman retkeilyn ohjeistustaan ja jätteidenkeräyspisteitä retkeilyreittien varsilla vähennetään (Metsähallitus 2014a). Tämä vähentää reiteille tehtävää huoltoajoa ja säästää siten myös ympäristöä. Heikkinen & Matila arvelevat tiedotuksen toimineen, sillä roskaaminen Lapin luonnonsuojelualueilla on vähentynyt vuoden 1984 jälkeen (Heikkinen & Matila 2013). Valistukseen ei kuitenkaan ole saanut roskaamista täysin loppumaan.

## 1.6. Tutkimuskysymykset

Suomessa virkistyskäytön vaikutuksia suojelualueisiin on tutkittu varsin vähän, vaikka ympäri maailmaa niitä on tutkittu aktiivisesti jo yli vuosikymmenen ajan (Newsome ym. 2013). Esimerkiksi virkistyskäytön aiheuttama maapohjan kulumisen voi olla uhka niin ympäristölle itselleen kuin virkistyskäytöllekin, vaikka muun muassa Ilkka (2014) omassa pro gradussaan toteaaakin: "Enemmän kuin ekologisenä ongelmana, polkujen ja

leirintäalueiden kulumista voidaan pitää esteettisenä ja mahdollisesti turvallisuusongelmana." Kuitenkin, mikäli kulumista voitaisiin ennakoida, voitaisiin pitkäaikainen retkeilyreitistö suunnitella ja rakentaa suoraan alueelle, joka kestää käyttöä (Cole 1983). Tämä olisi taloudellisestikin kestävä ratkaisu, kun reittejä ja rakenteita ei tarvitsisi uusia usein. Cole (1983) kuuluttaa myös jatkuvan polkujen kuntoarvioinnin perään. Liian usein korjaavat toimenpiteet tapahtuvat vasta, kun vakavaa kulumista on jo tapahtunut. Jatkuvalla monitoroinnilla retkeilyreittien kunto voitaisiin pitää vakaalla tasolla ja vaikutuksiin puuttua jo ennen kuin ongelmia ilmenee.

Pro gradu -työssäni tutkin, miten kasvupaikan ominaisuudet vaikuttavat maaperän kulumisherkkyyteen retkeilyreiteillä. Tutkimuskohteenani on vastikään perustettu Etelä-Konneveden kansallispuisto ja tarkempaan tarkastelualueenani Enonniemen rakennettavat retkeilyreitit. Rajasin tutkimuksen juuri tälle alueelle, koska keskityn työssäni lähinnä kävellen liikkuihin vierailijoihin ja Kalajanvuoren polku sekä Vuori-Kalajan rannalla oleva laavu ovat olleet virkistyskäytössä jo ennen kansallispuiston perustamista. Kyseinen alue on myös kansallispuistovierailun ydinaluetta: Metsähallitus aikoo ohjata maissa tapahtuvaa kansallispuistovierailua juuri Kalajanvuoren ja Loukkuvuoren alueille (Metsähallitus 2014b).

Pro gradu -tutkimukseni pyrkii vastaamaan kysymykseen, miten luontotyyppi, maalaji ja maapohjan kaltevuus vaikuttavat polun kulumiseen Kalajan kierroksen retkeilyreiteillä. Tulosten perusteella on mahdollista arvioida, miten virkistyskäytön aiheuttama kulumisen tulee todennäköisesti näkymään Enonniemen suunnitelluilla uusilla reiteillä. Tutkimusmetodini on analyttinen lähestymistapa alueelle, jossa on sekä koskemattomaa, luonnonmukaista aluetta että havaittavia kävijävaikutuksia (Cole 1978). Polkutietojen hankinnassa käytetään Colen (1983) nopean kartoituksen tekniikkaa (rapid survey techniques), jonka perusteella pystytään arvioimaan olemassa olevan polun kokonaiskuntoa sekä missä kulumista tapahtuu ja miksi. Nämä tiedot ovat arvokkaita suunniteltaessa kokonaan uusia reittejä koskemattomalle alueelle tai korjattaessa kulunutta reittiverkostoa (Cole 1983). Kellomäki & Saastamoinen (1975) ovat todenneet, että vaikka tietyltä alueelta mitattu ekologinen kapasiteetti ei kuvaakaan alueella vallitsevien kasvillisuustyyppien absoluuttista kulutuskestävyyttä eikä siten ole yleistettävissä laajemmin, saatuja tietoja voidaan silti käyttää kävijävaikutusten ehkäisyssä lähialueella. Näin alueen virkistysaktiviteetit voidaan järjestää kestäväällä ja ympäristöä kunnioittavalla tavalla.

Kirjoittaessani pro graduani Metsähallitus on jo suunnitellut ja osin toteuttanutkin uudet retkeilyreitit Enonniemen alueelle. Tulosten tarkastelussa pyrin keräämäni ja analysoimani mittauksen perusteella antamaan kuntoarvion vanhoille, olemassa oleville reiteille, arvioimaan uusien, jo suunniteltujen reittien kestävyttä sekä antamaan suosituksia reittirakenteiden suhteen, mikäli Enonniemen reittejä aiotaan tulevaisuudessa kunnostaa tai muuttaa.

## **2. AINEISTO JA MENETELMÄT**

### **2.1. Etelä-Konneveden kansallispuisto**

Etelä-Konneveden kansallispuisto sijaitsee puoliksi Keski-Suomen ja Pohjois-Savon puolella ja on Keski-Suomen maakunnan viides ja Pohjois-Savon maakunnan kolmas kansallispuisto (Metsähallitus 2016b) (Kuva 3). Kansallispuisto kattaa koko Konnevesijärviältaan, sen saaristoa, Enonniemen alueen sekä useita laikkuja itärannalla pinta-alan ollessa kaiken kaikkiaan 15 km<sup>2</sup>. Puiston luonnossa yhdistyvät jylhät vaaramaastot, kallionaluslehdot sekä erämainen järvisyys. Alueella elää useita rauhoitettuja lajeja, kuten

kalasääski (*Pandion haliaetus*), liito-orava (*Pteromys volans*) ja pohjantikka (*Picoides tridactylus*). Kirkasvetinen Konnevesi tarjoaa korvaamattoman elinalueen luonnontilaiselle järvitaimenelle (*Salmo trutta m. lacustris*) ja saarien ja rantojen runsas lahoppuusto monille selkärangattomille. Puiston alueella sijaitsevat myös kulttuuriperintökohteet: Toussunlinnan kalliomaalaukset sekä Pohjois-Lanstun karsikot. Kalajanvuori on ollut tunnettu näköalapaikka jo 1800-luvulta lähtien.

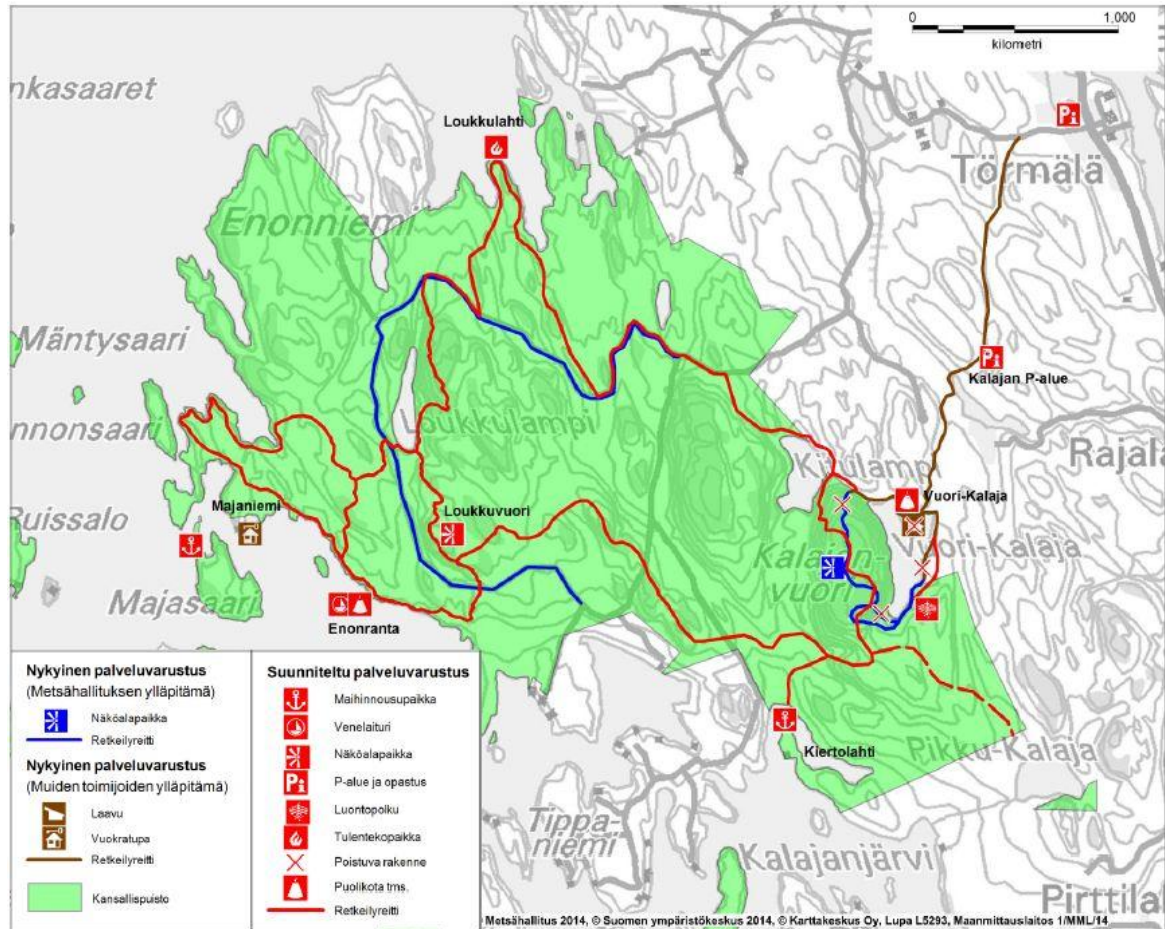


Kuva 3. Etelä-Konneveden kansallispuiston sijainti.

Kansallispuistolle varatut alueet on alunperin tarkoitettu luonnonsuojelualueiksi rantojen ja vanhojen metsien suojeluasetuksella (Mäkelä ym. 2013). Suojelualueen tarkoituksena on säästää Konneveden järven erämaiset kalliiorannat rakentamattomina ja alueen arvokkaat elinympäristöt suojaten alueella elävää monimuotoista ja harvinaista lajistoa. Alueella sijaitsee myös Natura2000-suojeluhankkeeseen kuuluvia alueita. Verrattuna muihin luonnonsuojelualueisiin kansallispuiston hoidossa keskitytään enemmän virkistys- ja matkailukäytön kehittämiseen (Metsähallitus 2015b). Puiston perustamisen tavoitteena on ollut houkuttaa alueelle virkistyskäyttöä ja päivittää palveluvarustus käytön vaatimalle tasolle. Rautalammin ja Konneveden kunnat ovat olleet aktiivisia toimijoita kansallispuiston perustamisvaiheessa ja kuntien toiveena on matkailun lisääntyminen alueella (Suomen luonnonsuojeluliitto 2013). Kansallispuiston perustamisen jälkeen retkeilyalueen kävijämäärät kasvoivatkin 50 % vuodesta 2014 vuoteen 2015 ja luontomatkauskäytön odotetaan kasvavan yhä (Mäkelä ym. 2013, Metsähallitus 2014b).

Kansallispuistossa voi liikkua muun muassa veneillen, meloen, kävellen, pyöräillen sekä talvisin hiihtäen ja luistellen (Metsähallitus 2015a). Vesillelasku- ja rantautumispaikkoja on useita ja Konneveden saarista löytyy laavuja ja telttailualueita yön yli viipyville. Mantereella retkeilevät ohjataan pääasiassa Enonniemen alueelle, jolle rakennettua uutta retkeilyreitiverkostoa tulisi yhteensä noin 15 km (Metsähallitus 2014b). Lähtöpaikkoina toimivat Törmälän loma- ja kurssikeskus ja Kalajan pysäköintialue, jonne kävijän on mahdollista jättää auto. Reittejä ovat vanha Kalajan kierros (2,8 km) sekä uudet, suunnitellut reitit: Loukkuvuoren lenkki, Loukkuvuoren ja Kalajanvuoren välissä oleva yhdysreitti, jolta pääsee myös Kiertolahden rantautumispaikalle ja Kolmen vuoren vaellus (Kuva 4). Vuori-Kalajan rannalta, Kalajan kierroksen varrelta, löytyy nuotio- ja

telttailupaikka sekä laavu, jonka Metsähallitus aikoo suunnitelmien mukaan korvata kodalla.



Kuva 4. Enonniemen alueen nykyinen ja tuleva palveluvarustus ja reitit. Kuva: Metsähallitus.

Mäkelä ym. (2013) ovat esittäneet huolensa suojeleuvaikutuksen heikkenemisestä Etelä-Konneveden kansallispuiston alueella. Ennen kuin lopulliset palvelurakenteet saadaan pystytettyä, puiston suurimpana uhkana nähdään "heikon palveluvarustuksen" myötä aktiivinen virkistyskäyttö, jonka pelätään aiheuttavan kulumista ja häiriötä. Vuonna 2014 kansallispuistoalueella vieraili 9700 kävijää ja kävijämäärän ennustetaan tulevaisuudessa nousevan ainakin 15 000 kävijään vuodessa ja tavoitteena olisi nostaa kävijämäärä kansallispuistossa 25 000:een vuoteen 2030 mennessä (Metsähallitus 2014b). Kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelmassa retkeilyn tällä hetkellä alueelle aiheuttaman kulumisen merkittävyys arvioidaan keskisuureksi ja Metsähallituksen tavoitteena tulevaisuudessa on pitää reittien kulumisen taso korkeintaan yhtä korkeana kuin se on nyt.

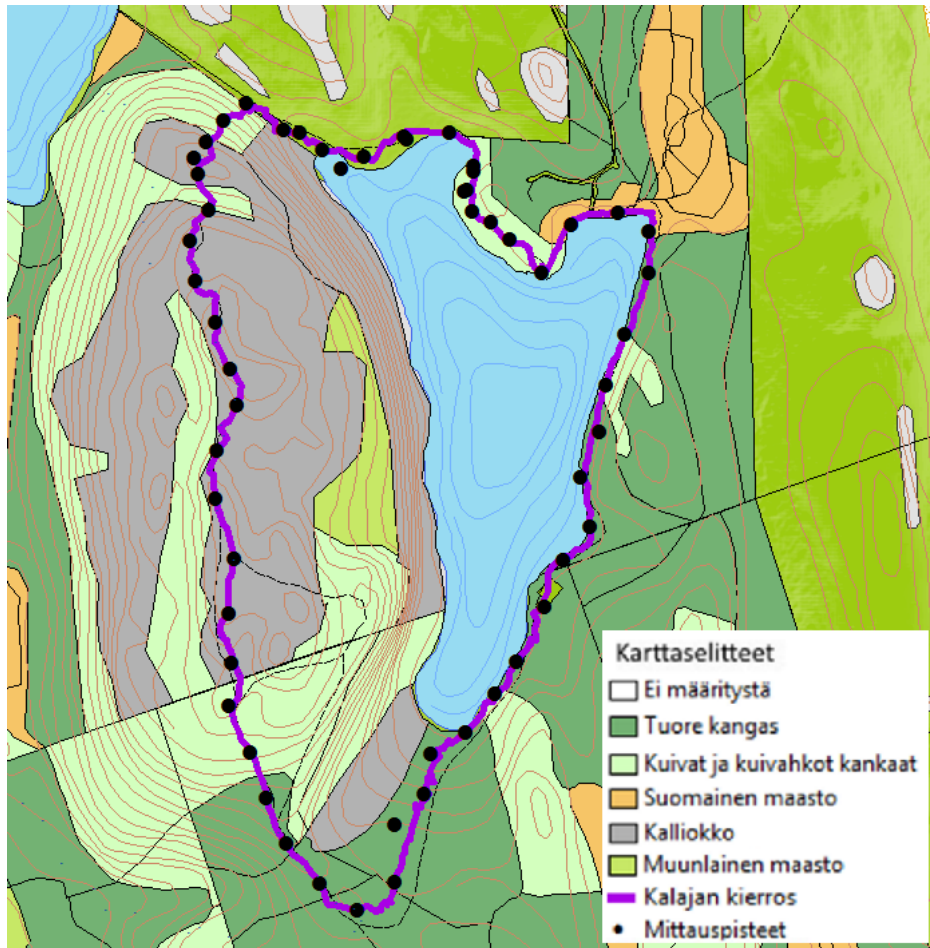
Kävijävaikutuksia ja vaikutuksia Natura2000-alueisiin, muun muassa maapohjan kulumista, Metsähallitus aikoo torjua palvelurakenteiden sijoittelulla ja alueen vyöhykkeistämällä siten, että aktiivisin käyttö ohjataan Enonniemen eteläosiin ja pohjoiselle, erämaisemmalle reitille suuntaavat vain yön yli retkeilijät ja vaeltajat (Metsähallitus 2014b).

## 2.2. Aineiston keruu

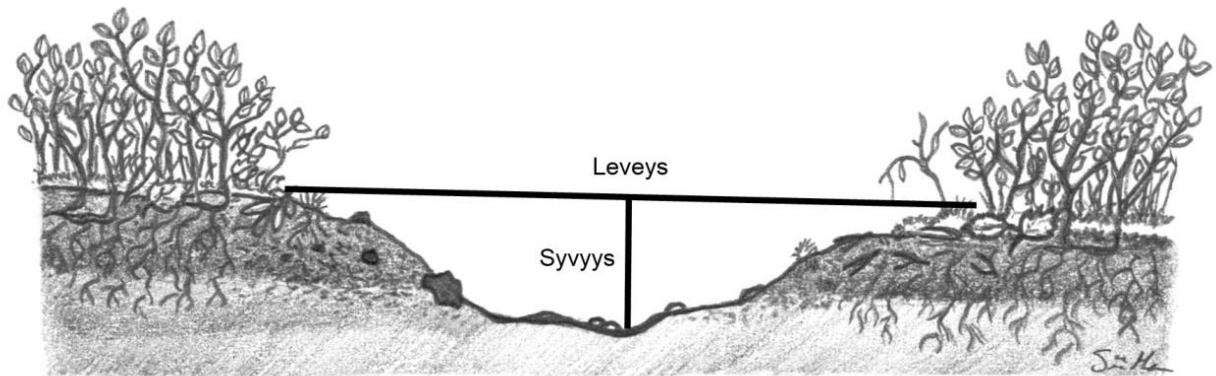
Kesäkuussa 2014 vanhalta Kalajan kierroksen reitiltä mitattiin noin 50 metrin välein polun leveys ja syvyys ja joka mittauspisteeltä otettiin koordinaatit (Kuva 5). Niillä kohdin, missä



mittauspisteelle osui pitkospuut, mittauksia ei tehty. Mittaus lähti Vuori-Kalajan laavun luota ja eteni vastapäivään Kalajan kierroksen reitin ympäri noudatellen Kalajanvuorella koillis- ja etelärinteen polkuja (kuvia mittauspisteiltä liitteessä 1). Polun leveys mitattiin rullamitalla senttimetrin tarkkuudella polkuun nähden kohtisuoraan selvästi koskemattoman kasvillisuuden reunasta toiseen reunaan niin, että myös vaihtumisvyöhyke, mikäli sellaista ilmeni, laskettiin mukaan mittaukseen (Kuva 6). Polun syvyys laskettiin polun leveyden mittaamisen yhteydessä. Syvyys mitattiin viivaimella millin tarkkuudella rullamitan keskikohdasta kohtisuoraa maahan. Lisäksi mittauspisteen kohdalta polun ympäriltä määritettiin neljän metrin etäisyydeltä silmämääräisesti kasvillisuuden valtalajit sekä kasvillisuustyyppiä indikoivat lajit. Valtalajeiksi laskettiin lajit, joilla kasvoi mittauspisteen ympärillä selkeästi useampi yksilö tai joiden kasvusto oli laaja. Indikaattorilajien valinnassa käytettiin apuna teosta: Metsätyypit - opas kasvupaikkojen luokitteluun (Hotanen ym. 2008). Mittauspisteiden väli (50 m) määritettiin Garmin eTrex Legend HCx -laitteella ja askelparimittauksella ja mittauspisteiden koordinaatit sekä reittijälki tallennettiin Trimble GeoXT -laitteella.



Kuva 5. Mittauspisteet Kalajan kierroksen varrella.



Kuva 6. Polun kuluneisuuden mittaaminen Kalajan kierroksella. Leveys mitattiin rullamitalla kulumisen vaihtumisvyöhykkeet mukaan lukien ja syvyys polun keskikohdasta kohtisuoraan maata kohti.

Kalajanvuoren länsipuoleiseen osaan Enonniemeä suunnitellun retkeilyreitiverkoston gpx-muotoiset koordinaatit saatiin Metsähallitukselta syyskuussa 2015. Korkeustiedot alueelle saatiin Maanmittauslaitoksen avoimesta kartta-aineistosta. Aineisto ladattiin joulukuussa 2015 Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta. Aineistoon sisältyivät tutkimusalueen kattavat ruudut N4443B ja N4443D, joissa oli korkeustiedot kahden metrin tarkkuudella ascii grid -tiedostomuodossa ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa.

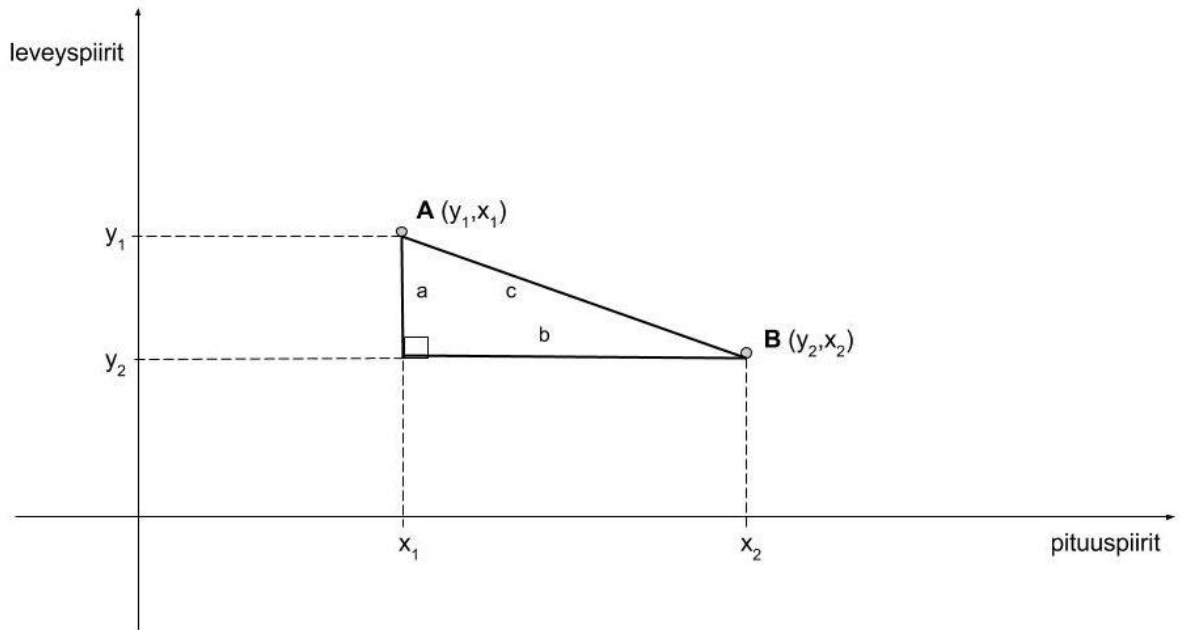
Enonniemen kansallispuistoalueen luontotyyppi- ja maalajitiedot saatiin Metsähallituksen omasta paikkatietoaineistosta tammikuussa 2016. Metsähallitus luovutti SAKTI-järjestelmästä irrotetun biotooppikuvioaineiston ESRIn gbd-kohdeluokkana ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa koodilistauksineen tätä pro gradu -työtä varten ja aineiston käytöstä laadittiin käyttöoikeussopimus.

### 2.3. Aineiston käsittely

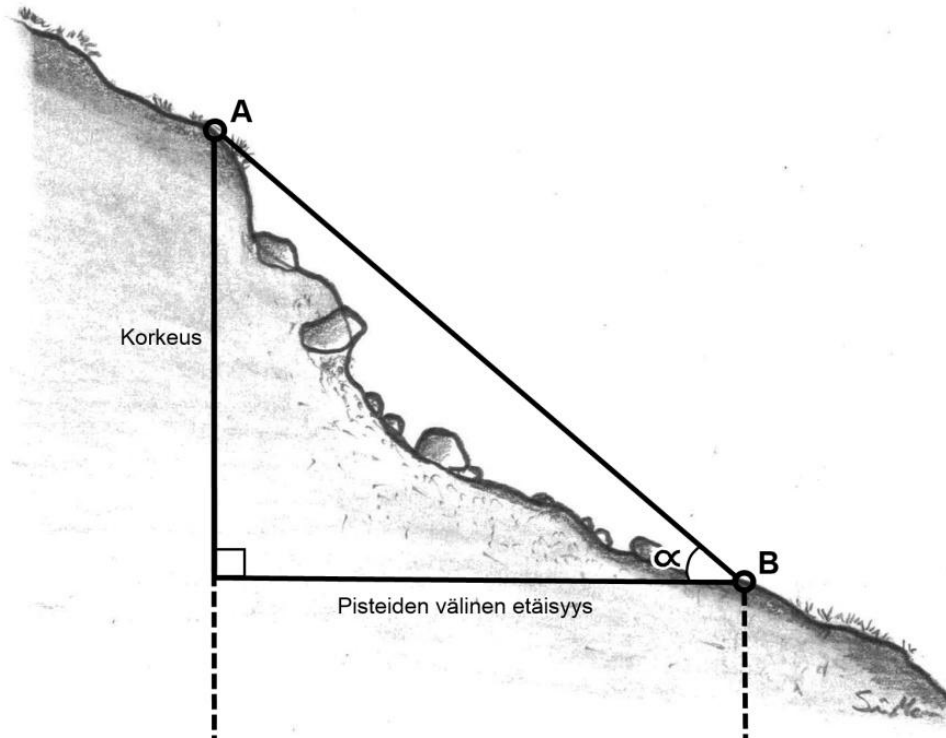
Paikkatietoaineiston tarkastelu ja analysointi suoritettiin ESRIn ArcMap 10.3.1 -ohjelmalla. Tiedostoon luotiin karttapohja kattamaan Enonniemen alue Konneveden ja Rautalammin kuntien rajalla käyttäen Maanmittauslaitoksen avointa kartta-aineistoa. Kalajan kierrokselta itse kerätyt reittipisteet ja mittauspisteiden koordinaatit siirrettiin ohjelmaan ja niille tehtiin differentiaalikorjaus ja tiedosto muutettiin ESRI shapefile -muotoon. Metsähallitukselta saadun uuden retkeilyreitiverkoston reittipisteiden koordinaatit muutettiin ETRS-TM35FIN-koordinaateiksi ja tiedosto muutettiin ESRI shapefile -muotoon.

Uuden retkeilyreitien reittipisteet muutettiin ArcMapissa viivaksi ja yksinkertaistettiin simplify line -toiminnolla koordinaattipisteiden vähentämiseksi, minkä jälkeen aineistoa vielä siistittiin poistamalla viivapisteitä käsin. Pisteiden poistolla ja aineiston siistimisellä pyrittiin rajaamaan aineisto analyysin kannalta järkevän kokoiseksi sekä poistamaan heikon satelliittiyhteyden tai harha-askelten aiheuttamia heittoja koordinaateissa. Aineiston siistimisen seurauksena pisteiden välimatkoista tuli pitempiä kuin Kalajan kierroksella GPS-laitteella ja askelparimitalla mitatuista 50 metrin matkoista, mutta pisteiden välimatkat pyrittiin pitämään yhtä pitkinä. Siistimisen jälkeen viivamuotoinen reitti muutettiin ArcMapin toiminnoilla takaisin pisteiksi. Metsähallituksen biotooppikuvioaineisto tuotiin ohjelmaan ja kuvioiden, mittauspisteiden ja reittien ulkonäköä muokattiin tasojen ominaisuuksista.

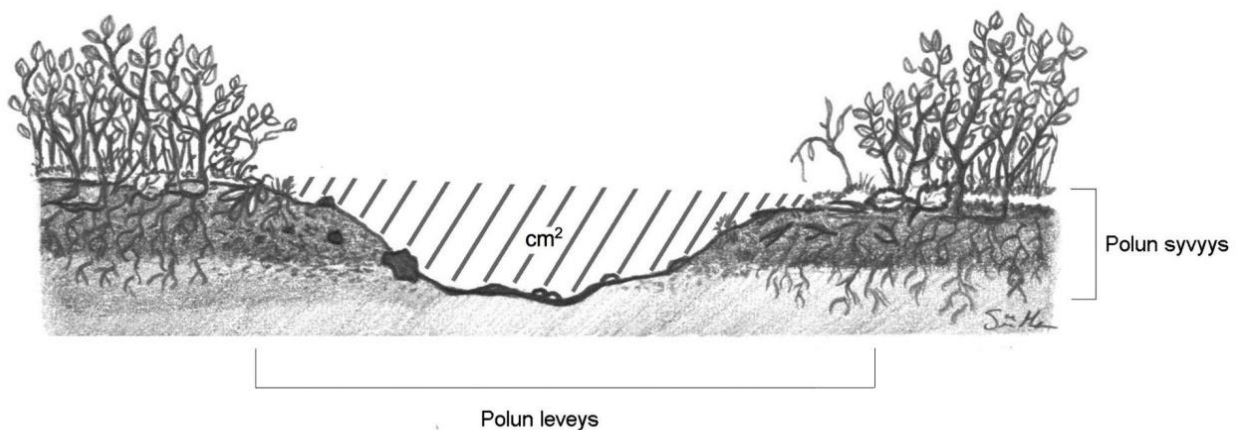
Sekä Kalajan kierrokselta itse kerättyihin koordinaattipistetietoihin että Metsähallitukselta saatuihin uuden retkeilyreitit karsittuihin koordinaattipistetietoihin lisättiin Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta saadut korkeustiedot. Tämän jälkeen pisteiden koordinaatti- ja korkeustiedot siirrettiin Excel- taulukkolaskentaohjelmaan, missä sijainti- ja korkeustietojen avulla laskettiin pisteiden väliset etäisyydet (Kuva 7) sekä polun keskimääräinen kaltevuus vierekkäisten pisteiden välille (Kuva 8). Mitatuista polun leveyksistä ja syvyyksistä laskettiin mittauspisteille myös kokonaiskuluma, joka laskettiin leveyden ja syvyyden tulona (Kuva 9).



Kuva 7. Maastopisteiden etäisyyksien laskeminen. Laskettiin pisteiden paikkatietoaineistosta vierekkäisten pisteiden leveyskoordinaattien ( $y$ ) ja pituuskoordinaattien ( $x$ ) välinen erotus, joista saatiin pisteiden välisen suorakulmaisen kolmion kateettien pituudet. Tällöin pisteiden välinen etäisyys on sama kuin kolmion hypotenuusan pituus, joka lasketaan Pythagoraan lauseella:  $a^2 + b^2 = c^2$  eli  $c = \sqrt{(y_1 - y_2)^2 + (x_1 - x_2)^2}$ .



Kuva 8. Pisteiden välisen kaltevuuskulman laskeminen. Korkeustietoaineistosta laskettiin vierekkäisten pisteiden korkeuserot (metriä merenpinnan yläpuolella). Pisteiden välinen kaltevuuskulma laskettiin trigonometrisellä funktiolla:  $\tan \alpha = \frac{|\text{korkeusero}|}{\text{etäisyys}}$ .



Kuva 9. Polun kokonaiskuluman laskeminen mittauspisteellä. Kuluma laskettiin jokaiselle mittauspisteelle kertomalla mitattu leveys mitatulla syvyydellä, jolloin saatiin polun poikkileikkauksen pinta-ala.

Joissakin luontotyypeissä ja maalajeissa havaintoja oli vain muutama, mikä vaikeuttaa tilastollisten testien tekemistä ja vaikuttaa niiden luotettavuuteen. Jotta jokainen mittaushavainto saataisiin hyödynnettyä, tehtiin ryhmittelyä uudestaan. Pienten ryhmien havainnot yhdistettiin sellaisiin ryhmiin, joiden keskiarvot polun kuluneisuuden suhteen olivat lähellä yhdistettyjen ryhmien keskiarvoja. Luontotyypeissä kuivat ja kuivahkot kankaat yhdistettiin omaksi ryhmäkseen ja räme- ja korpilahavainnot omaksi ryhmäkseen. Tämän jälkeen eri luontotyyppiryhmiä oli yhteensä neljä: kuivat ja kuivahkot kankaat,

suomainen maasto, kalliokko sekä tuore kangas (Taulukko 1). Maalajeissa soramoreeni, hienoainesmoreeni ja moreeni yhdistettiin omaksi kivennäismaaryhmäksi, jolloin maalajiryhmiä oli yhteensä kolme: kivennäismaa, turve ja kallio (Taulukko 2).

Taulukko 1. Luontotyyppihavaintojen yhdistäminen luontotyyppiryhmiksi.

Luontotyyppiryhmät (havainnot)	Luontotyyppi	Havainnot (N)
Kuivat ja kuivahkot kankaat (9)	kuiva kangas	2
	kuivahko kangas	7
Suomainen (6)	räme	2
	korpi	4
Kalliokko (13)		13
Tuore kangas (14)		14
<b>Yhteensä</b>		<b>42</b>

Taulukko 2. Maalajihavaintojen yhdistäminen maalajiryhmiksi.

Maalajiryhmät (havainnot)	Maalaji	Havainnot (N)
Kivennäismaa (23)	soramoreeni	1
	hienoainesmoreeni	8
	moreeni	14
Turve (6)		6
Kallio (13)		13
<b>Yhteensä</b>		<b>42</b>

## 2.4. Tilastolliset analyysit

Mittausaineisto siirrettiin IBM SPSS Statistics 23 -ohjelmaan ja sille tehtiin normaalisuustestit. Kolmogorov-Smirnov ja Shapiro-Wilk -testit antoivat toisistaan poikkeavia tuloksia, mutta Levenen testin mukaan kuitenkin suurimmassa osassa vertailtavia ryhmiä varianssit olivat yhtä suuret. Näissä tapauksissa voitiin ryhmien vertailussa käyttää merkitsevyydet todennäköisemmin löytäviä parametrisia testejä. Niissä tapauksissa, missä vertailtavien ryhmien varianssit eivät olleet yhtä suuret, käytettiin parametrittomia testejä. Korrelaatiotesteissä käytettiin varmuuden vuoksi parametritonta Spearmanin korrelaatiota ryhmien pienen otannan vuoksi.

Polun leveyden ja syvyyden välistä riippuvuutta testattiin Spearmanin korrelaatiokertoimella, jotta nähtäisiin, ovatko polun kulumistavat toisistaan riippuvaisia. Luontotyyppi- ja maalajiryhmien vaikutusta polkujen kulumiseen testattiin yleistetyllä lineaarisella mallilla (GLM), jossa maapohjan kaltevuus huomioitiin kovariaattina. Tällä haluttiin selvittää luontotyyppi- ja maalajiryhmien sekä maapohjan kaltevuuden yhteisvaikutus. Koska on oletettavaa, että luontotyypit ja maalajit ovat riippuvaisia toisistaan, näiden yhteisvaikutusta ei testattu. Maapohjan kaltevuuden vaikutusta polkujen kulumiseen yksistään testattiin korrelaatioanalyysillä. Ryhmille, joista löytyi tilastollisesti merkitseviä eroja keskiarvojen väliltä, tehtiin parittaiset vertailut.

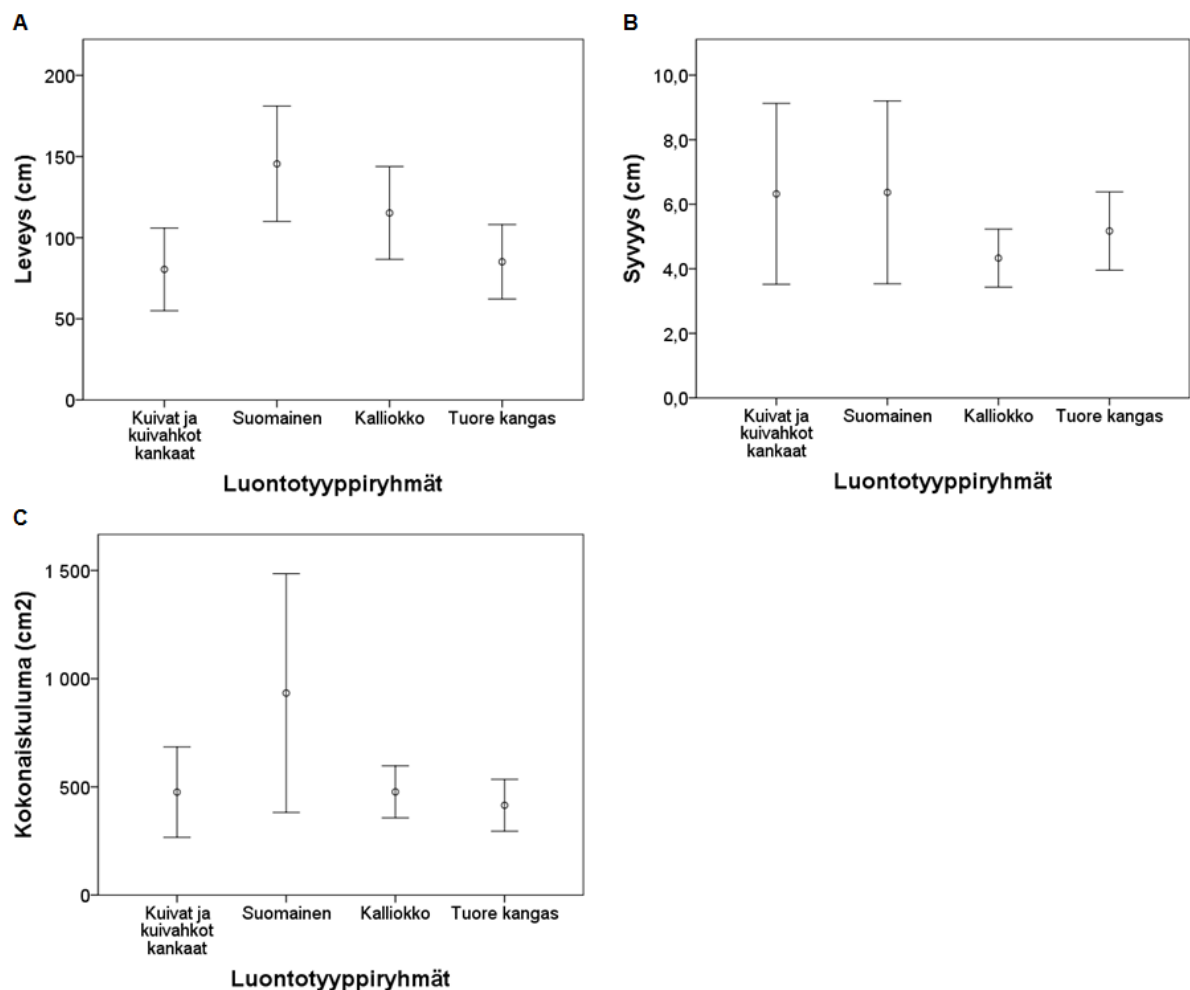
## 3. TULOKSET

Tutkimuksessa tarkastelluissa mittauspisteissä polun levenemisen ja syvenemisen välillä ei havaittu merkitsevää korrelaatiota (Spearman:  $N = 42$ ,  $P = 0,120$ ). Kyseessä on siis kaksi aivan erilaista maanpinnan kulumistapaa, jotka yhdessä muodostavat polun kokonaiskuluman.

Suurin osa mittauspisteistä sijaitsi kivennäismaalla tuoreilla kankailla ja kalliolla (Liite 2). Tuoreilla kankailla valtapuuna oli enimmäkseen kuusi (*Picea abies*) ja kenttäkerroksen valtalajina mustikka (*Vaccinium myrtillus*). Osasta mittauspisteiltä, erityisesti rinteessä rannan tuntumassa, lajistosta löytyi lehtomaisiakin lajeja, kuten käenkaali (*Oxalis acetosella*) ja metsäimarre (*Gymnocarpium dryopteris*). Kalliolla lajisto koostui pääasiassa varpukasveista: mustikasta, puolukasta (*Vaccinium vitis-idaea*), kanervasta (*Calluna vulgaris*), sekä poronjäkälistä (*Cladonia rangiferina*) (Liite 2).

### 3.1. Luontotyypit

Luontotyyppiryhmissä aineisto voitiin testata parametrisella yleistetyllä lineaarisella mallilla vain polun leveyden (Levene:  $F = 0,623$ ,  $P = 0,605$ ) ja syvyyden ( $F = 1,565$ ,  $P = 0,214$ ) suhteen, jolloin kokonaiskuluman ( $F = 2,893$ ,  $P = 0,048$ ) suhteen käytettiin parametritonta Kruskal-Wallis testiä (Kuva 10). Kalajan kierroksen mittauspisteiltä kerättyssä aineistossa tilastollisesti merkitseviä eroja löytyi polun leveyden keskiarvoissa, mutta ei syvyyden keskiarvoissa (Taulukko 3). Luontotyypillä oli kuitenkin vaikutusta myös polun syvyyteen, kun kaltevuuskulma huomioitiin kovariaattina. Myös kokonaiskulumassa löytyi luontotyyppiryhmien väliltä tilastollisesti merkitsevää eroa (Kruskal-Wallis:  $\chi^2 = 10,462$ ,  $N = 42$ ,  $df = 3$ ,  $P = 0,015$ ).



Kuva 10. Polun leveyden (A), polun syvyyden (B) ja polun kokonaiskuluman (*leveys* × *syvyys*) (C) keskiarvot ja keskihajonta kuivilla ja kuivahkoilla kankailla (N = 9), suomalaisessa maastossa (N = 6), kalliokossa (N = 13) ja tuoreella kankaalla (N = 14).

Taulukko 3. Luontotyyppin ja kovariaattina käytetyn kaltevuuskulman vaikutus polun leveyteen ja syvyyteen Kalajan kierroksella.

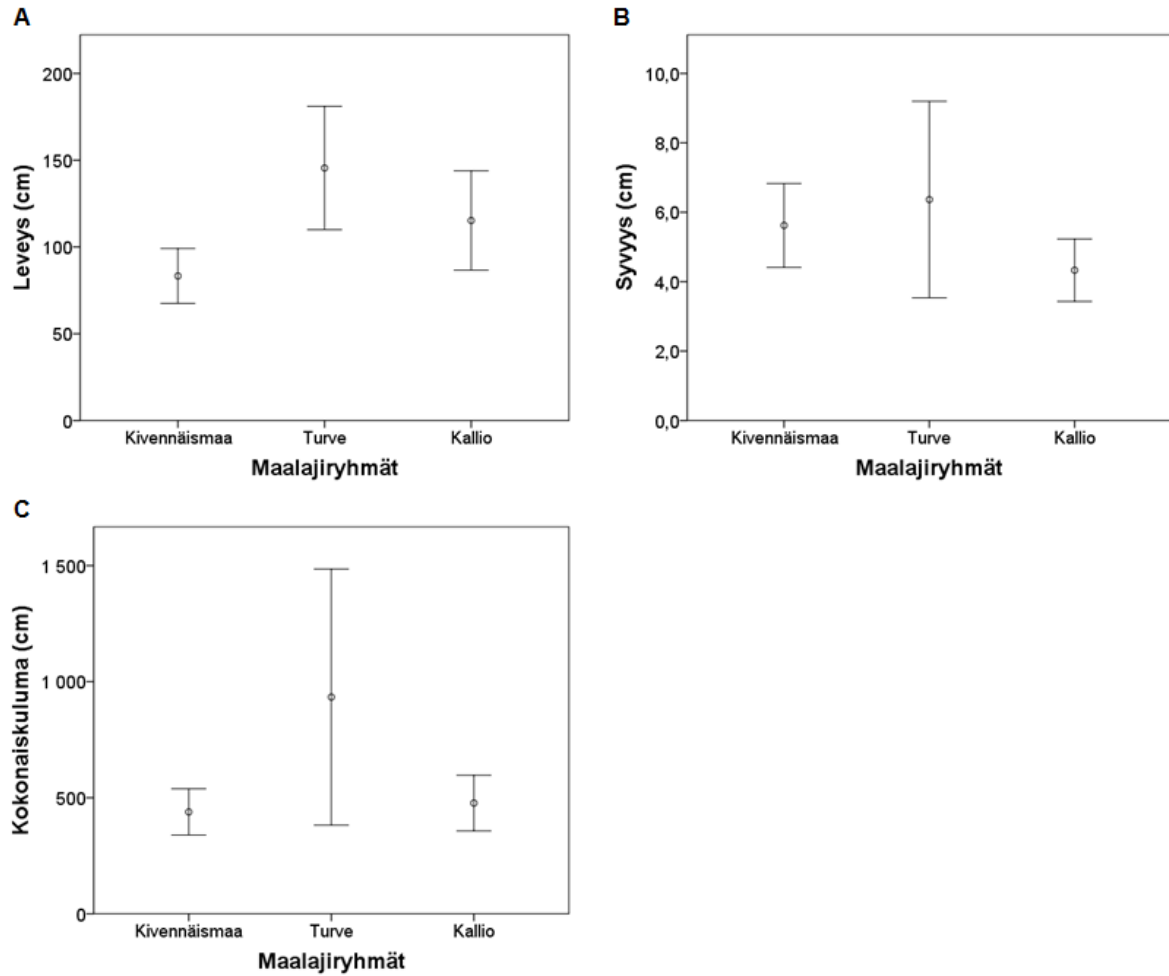
		df	Mean Square	F	P
Luontotyyppiryhmät	Leveys	3	7027,361	4,200	0,012
	Syvyys	3	14,448	2,845	0,051
Kaltevuuskulma	Leveys	1	52,235	0,031	0,861
	Syvyys	1	39,126	7,704	0,009
Error	Leveys	37	1673,284		
	Syvyys	37	5,078		

Parittaisissa vertailuissa kävi ilmi, että ilman kovariaattia tarkasteltaessa polun syvyyksissä ei ole luontotyyppiryhmien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa. Polun leveyden suhteen merkitseviä eroja keskiarvoissa löytyi suomalaisen maaston ja kaikkien kangasmaastojen väliltä (Tukey:  $P = 0,020$ ) polkujen ollessa keskimääräistä leveämpiä suomalaisessa maastossa. Suomalaisessa maastossa myös laskettu kokonaiskuluma oli suurempi kuin kuivilla ja kuivahkoilla kankailla (Mann-Whitney:  $U = 48,0$ ,  $N = 15$ ,  $P = 0,012$ ), kalliikoissa ( $U = 8,0$ ,  $N = 19$ ,  $P = 0,005$ ) ja tuoreella kankaalla ( $U = 9,0$ ,  $N = 20$ ,  $P = 0,005$ ).

### 3.2. Maalajit

Maalajiryhmissä aineisto voitiin testata parametrisella yleistetyllä lineaarisella mallilla vain polun leveyden (Levene:  $F = 0,925$ ,  $P = 0,405$ ) ja syvyyden ( $F = 1,685$ ,  $P = 0,199$ ) suhteen, jolloin kokonaiskuluman ( $F = 4,365$ ,  $P = 0,019$ ) suhteen käytettiin parametritonta Kruskal-Wallis testiä (Kuva 11). Kalajan kierroksen mittauspisteiltä kerätyssä aineistossa tilastollisesti merkitseviä eroja löytyi sekä polun leveyden että syvyyden keskiarvoissa (Taulukko 4). Lisäksi kovariaattina ollut kaltevuuskulma vaikuttaa polun syvyyteen. Polun kokonaiskulmassa löytyi tilastollisesti merkitsevä ero maalajiryhmien välillä (Kruskal-Wallis:  $\chi^2 = 10,016$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0,007$ ).

Parittaisissa vertailuissa kävi ilmi, että ilman kovariaattia tarkasteltaessa polun syvyyksissä ei ole maalajiryhmien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa, vaikka GLM-testi löysikin tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien väliltä. Leveyden suhteen vertailtaessa polut olivat leveämpiä turvemaalla kuin kivennäismaalla (Tukey:  $P = 0,004$ ). Kokonaiskuluma oli myös suurempi turvepohjaisilla poluilla kuin kivennäismaapohjaisilla (Mann-Whitney:  $U = 123,0$ ,  $N = 29$ ,  $P = 0,002$ ) ja kalliopohjaisilla ( $U = 8,0$ ,  $N = 19$ ,  $P = 0,005$ ) poluilla. Kallio ja kivennäismaa eivät eronneet toisistaan kokonaiskuluman suhteen.



Kuva 11. Polun leveyden (A), polun syvyyden (B) ja polun kokonaiskuluman (*leveys* × *syvyys*) (C) keskiarvot ja keskihajonta kivennäismaalla (N = 23), turpeella (N = 6) ja kalliolla (N = 13).

Taulukko 4. Maalajin ja kovariaattina käytetyn kaltevuuskulman vaikutus polun leveyteen ja syvyyteen Kalajan kierroksella.

		df	Mean Square	F	P
Maalajiryhmät	Leveys	2	10481,526	6,421	0,004
	Syvyys	2	18,242	3,559	0,038
Kaltevuuskulma	Leveys	1	54,137	0,033	0,856
	Syvyys	1	39,523	7,711	0,008
Error	Leveys	38	1632,383		
	Syvyys	38	5,125		

### 3.3. Maapohjan kaltevuus

Maapohjan kaltevuuden vaikutusta polkujen kulumiseen tarkasteltiin korrelaatioanalyysillä. Spearmanin testi ei löytänyt korrelaatiota polun kaltevuuden ja leveyden (Spearman: N = 42, P = 0,723), kaltevuuden ja syvyyden (N = 42, P = 0,706) tai kaltevuuden ja kokonaiskuluman väliltä (N = 42, P = 0,893).

Kun eri luontotyyppi- ja maalajiryhmiä vertailtiin pareittain ilman kaltevuuskulmaa, polun syvyyksissä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä. Kuitenkin, kun kaltevuuskulma huomioitiin kovariaattina, sekä luontotyyppiryhmissä että maalajiryhmissä



löytyi tilastollisesti merkitseviä eroja polun syvyyden suhteen. Maapohjan kaltevuus vaikuttaa siis polun kulumiseen syvyyssuunnassa luontotyyppin ja maalajin kautta. Jokaiselle luontotyyppi- ja maalajiryhmälle laskettiin Spearmanin korrelaatiokerroin suhteessa kaltevuuskulmaan (Taulukot 5 ja 6). Korrelaatio testattiin jokaiselle ryhmälle erikseen, koska eri luontotyypit ovat yhteydessä maalajiin ja koska jyrkkyyshavainnot eivät jakaudu tasaisesti eri luontotyyppi- ja maalajiryhmiin, vaan saattavat sekoittaa tuloksia. Tuloksista nähdään, että kaltevuuskulmalla on vaikutusta kokonaiskulmaan tuoreilla kankailla luontotyyppiryhmissä ja kivennäismaalla maalajiryhmissä.

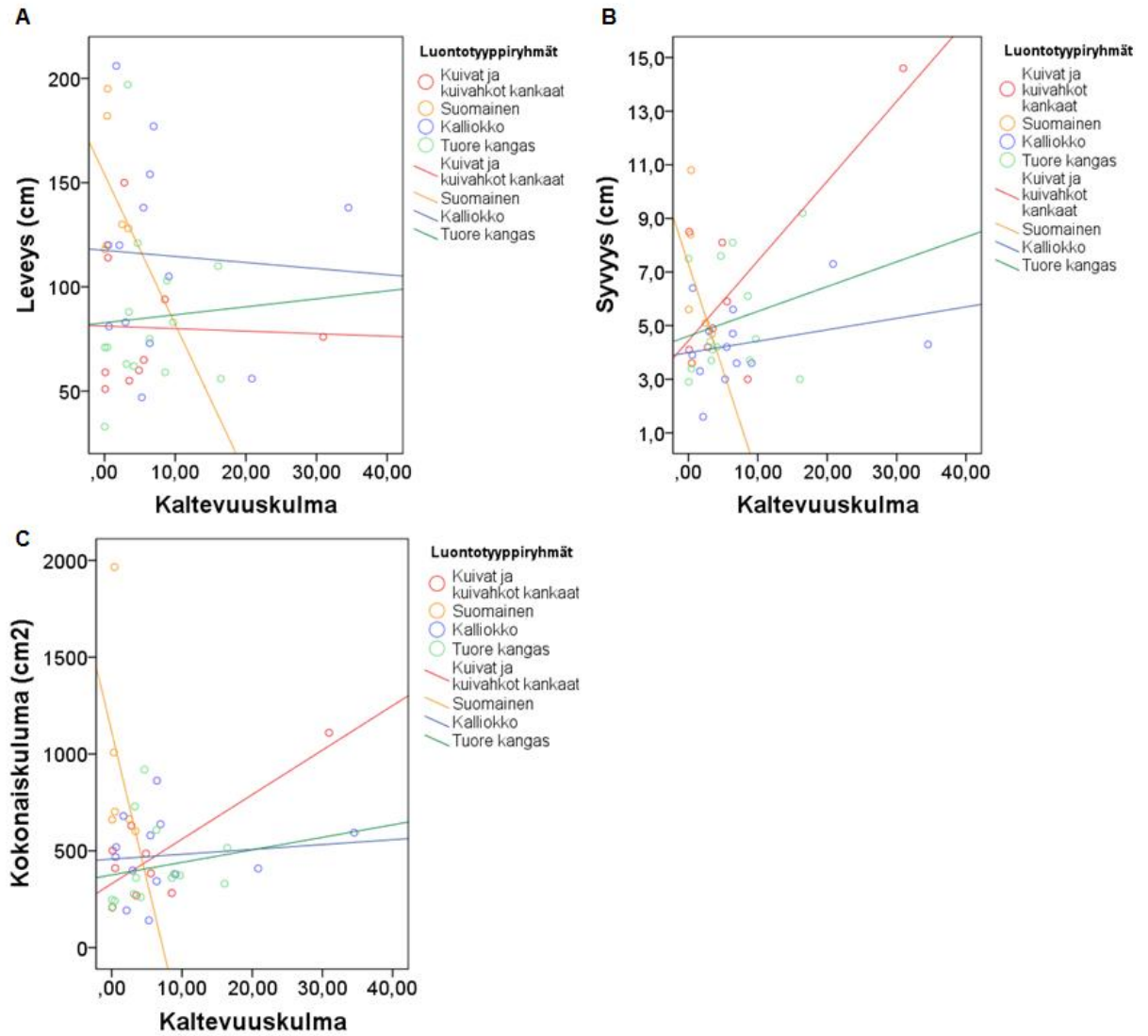
Taulukko 5. Kaltevuuskulman ja polun kulumisen väliset korrelaatiot (Spearman) eri luontotyyppiryhmissä.

		Kuivat ja kuivahkot kankaat	Suomainen	Kalliokko	Tuoreet kankaat
Leveys	Rs	0,350	0,486	0,008	0,189
	P	0,356	0,329	0,979	0,517
	N	9	6	13	14
Syvyys	Rs	0,233	-0,600	0,234	0,293
	P	0,546	0,208	0,442	0,310
	N	9	6	13	14
Kokonaiskuluma	Rs	0,267	-0,371	0,115	0,547
	P	0,488	0,468	0,707	0,043
	N	9	6	13	14

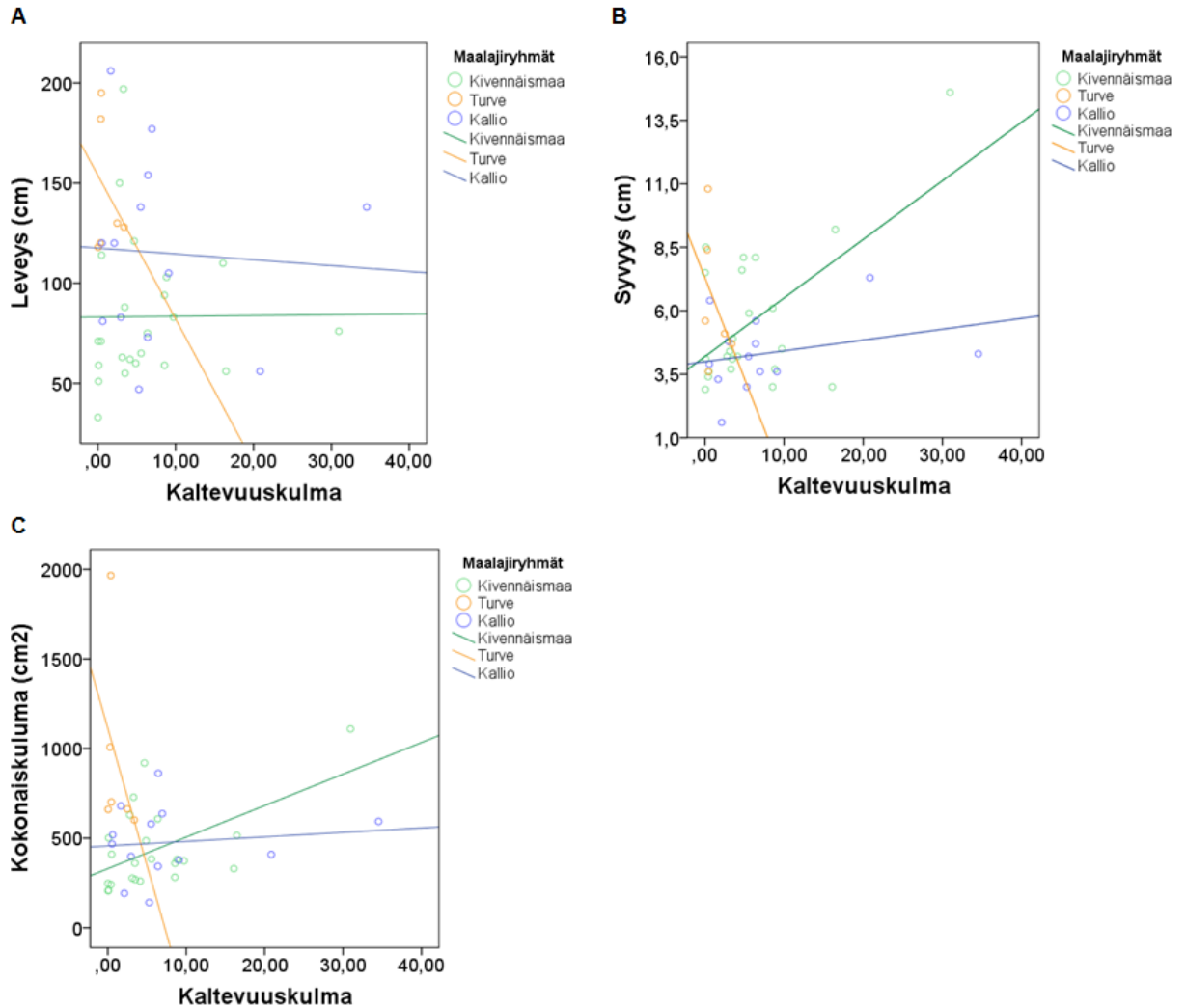
Taulukko 6. Kaltevuuskulman ja polun kulumisen korrelointi eri maalajiryhmissä.

		Kivennäismaa	Turve	Kallio
Leveys	Rs	0,205	0,486	0,008
	P	0,348	0,329	0,979
	N	23	6	13
Syvyys	Rs	0,280	-0,600	0,234
	P	0,196	0,208	0,442
	N	23	6	13
Kokonaiskuluma	Rs	0,430	-0,371	0,115
	P	0,041	0,468	0,707
	N	23	6	13

Polun kulumisesta kaltevassa ympäristössä piirretyt kuvaajat (Kuva 12 ja 13) näyttävät havaintojen jakautumisen eri kaltevuuksissa. Kuvaajista nähdään, että suurin osa Kalajan kierroksen havainnoista sijoittuu 10 astetta loivempaan rinteeseen ja leveimmät polut löytyvät näiltä loivemmilta alueilta suomalaisesta maastosta. Polut syvenevät maapohjan kaltevuuden kasvaessa ja syvimät polut löytyvät kivennäismaalta, kuivilta ja kuivahkoilta kankailla. Kokonaiskulmaltaan polut ovat vain hieman kuluneempia kaltevassa maastossa.



Kuva 12. Maapohjan kaltevuuden vaikutus polun leveyteen (A), syvyyteen (B) ja kokonaiskulumaan (C) eri luontotyypeillä.



Kuva 13. Maapohjan kaltevuuden vaikutus polun leveyteen (A), syvyyteen (B) ja kokonaiskulumaan (C) eri maalajiryhmissä.

## 4. TULOSTEN TARKASTELU

### 4.1. Luontotyypin, maalajin sekä maapohjan kaltevuuden vaikutukset polkujen kulumiseen

Tulosten mukaan sekä luontotyyppi että maalaji vaikuttavat polkujen leveyksiin ja kokonaiskulumaan. Tasaisessa maastossa kulkeva polku on kuluneinta suomalaisessa räme- ja korpimaastossa ja vähiten kulunutta kangasmaastossa. Tulokset tukevat käsitystä suomalaisen ympäristön herkkyydestä: muun muassa Kaakinen ym. (1982, sit. Aho 2005) ovat todenneet polkujen levenevän kosteammassa maaperässä. Toisaalta poikkeaviakin havaintoja löytyy: esimerkiksi Selkimäki & Mola-Yudego (2011) ovat todenneet eritoten kalliopohjaisilla luontotyypeillä kulkevat polut verrattain leveämmiksi kuin polut muissa luontotyypeissä. Samoin Törn ym. (2009, sit. Ilkka 2014) ovat kirjoittaneet polkujen olevan leveämpiä kuivissa ja puolikuivissa metsissä verrattuna kosteaan maastoon. He mainitsevat tutkimuksessaan myös, että kosteassa maastossa polut olivat keskimääräistä syvempiä, kun omista tuloksistani tasaisella maalla polun syvyydessä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri luontotyyppi- tai maalajiryhmien välillä. Vaikka polut eivät tulosten

perusteella olekaan suomalaisessa maastossa kalliokkoa merkitsevästi leveämpiä, suomalaisen maaston kokonaiskuluma on kalliokossa kulkevan polun kokonaiskulumaa merkitsevästi suurempi. Tämä johtunee siitä, että polut ovat syvempiä suomalaisessa maastossa kuin kalliolla, vaikkeivät tilastollisesti merkitsevästi.

Suomaisen maaston kulumisen havaitsee luonnossa käytännössä ja useimmiten soistuneet alueet onkin pitkostettu virkistys- ja retkeilyalueilla. Polun leveyteen suomaastossa saattaa vaikuttaa veden kertyminen polun painanteisiin. Ihmiset mieluummin kiertävät kosteat kohdat polulla ja hakevat kuivempaa jalansijaa polun vierestä, jolloin polku pikkuhiljaa levenee. Avosoilla saattaa myös olla vähemmän pohjakerroksen kasvillisuutta suojaavaa kenttäkerroksen kasvillisuutta verrattuna muihin luontotyyppeihin. Suomaisen maaston ja muunlaisen maaston kulutuskestävyyksiä on ilmeisesti kuitenkin vertailtu tieteellisissä tutkimuksissa varsin vähän.

Pelkkä maapohjan kaltevuus ei korreloi polun kuluneisuuden kanssa. Tämä on aikaisemman tutkimuksen valossa yllättävää, sillä aikaisemmat tutkimukset ovat todenneet maapohjan kaltevuuden merkittäväksi tekijäksi polkujen kulumisessa (esim. Bratton ym. 1979, Aho 2005, Selkimäki & Mola-Yudego 2011). Sen sijaan luontotyyppi- ja maalajiryhmien yhteistarkastelu maapohjan kaltevuuden kanssa paljasti, että maapohjan kaltevuudella on yhteys polkujen syvenemiseen eri luontotyyppi- ja maalajiryhmissä. Luontotyypeillä yksistään ei näyttänyt olevan vaikutusta polun syvenemiseen.

Luontotyyppillä ja maalajilla on siis vaikutusta polun levenemiseen ja kokonaiskulumaan tasaisella maalla, mutta myös syvenemiseen kaltevalla pinnalla. Ilkka (2014) on saanut syvyyden suhteen samanlaisia tuloksia. Rinteessä maalajin muovautuvuus tallauksen aiheuttaman paineen johdosta sekä koostumuksesta riippuvat valumisominaisuudet korostuvat. Omien tulosteni perusteella kaltevalla pinnalla kulkeva polku on kuluneinta kivennäismaalla kangasmaastossa. Asiaan saattaa vaikuttaa se, että mittausalueella kaltevalla pinnalla sijaitsevien kallioiden tai soisen maan määrä on vähäinen, kallioperäisen maan kulumisen syvyysuunnassa on rajattua tai se, että havaintoja kangasmaastosta ylipäätään on enemmän.

Kun maapohjan kaltevuuden ja polun kuluneisuuden korrelaatiota tarkasteltiin eri luontotyyppiryhmissä, maapohjan kaltevuus korreloi polun kokonaiskuluman kanssa tuoreilla kankailla. Kuvaajista katsottuna polun syvyys näyttäisi kuitenkin korreloivan maapohjan kaltevuuden kanssa kuivilla ja kuivahkoilla kankailla tuoreita kankaita enemmän. Voi olla, että erot parametrittoman testin ja kuvaajien välillä selittyvät otosten vähyydellä. Kun otoskoot ovat pieniä, yksittäisillä mittauksilla on suuri painoarvo. Aikaisempienkaan tutkimusten perusteella ei voida suoraan sanoa, kumpi kangasmaastoista on kulutuskestävämpää, koska tulokset ovat osin ristiriitaisia (esim. Burden & Randerson 1971, Cole 1978, Löfström ym. 2009).

Vertailtaessa tuoreiden ja kuivien ja kuivahkojen kankaiden kulutuskestävyyttä alueen lajistolla on merkittävä osuus. Aikaisemman tutkimuksen valossa lajistoa tarkasteltaessa tuoreilla kankailla voisi olettaa olevan parempi kulutuskestävyys. Tuoreilla kankailla yleisemmin esiintyvillä ruohovartisilla kasveilla on parempi toipumiskyky kuin kuivemmilla kankailla yleisillä varpukasveilla (Cole & Spildie 1998) ja varvuissa taas esimerkiksi mustikka on varreltaan taipuisampi ja kestävämpi kuin puolukka ja kanerva (Malmivaara-Lämsä ym. 2008). Pohjakerroksen sannalet taas saattavat kestää kulutusta paremmin kuin kuivat ja helposti hajoavat jäkälät. Parempi sieto- ja toipumiskyky tekee tuoreiden kankaiden kenttä- ja pohjakerroksen lajistosta tallauskestävämmän. Myös Kellomäki & Saastamoinen (1975) ovat todenneet tuoreiden kankaiden olevan kulutuskestävämpiä kuin kuivien ja kuivahkojen kankaiden. Toisaalta taas monella Kalajan kierroksen tuoreen kankaan mittauspisteellä esiintyi lehtomaisuuteen viittaavaa lajistoa (Liite 2). Kellomäen & Saastamoisen (1975) mukaan tallauksen sietokyky lehtomaisilla

kankailla on hieman alhaisempi kuin tuoreilla kankailla. Voi olla, että lehtomainen lajisto on osaltaan vaikuttanut polkujen kulumiseen Kalajan kierroksella.

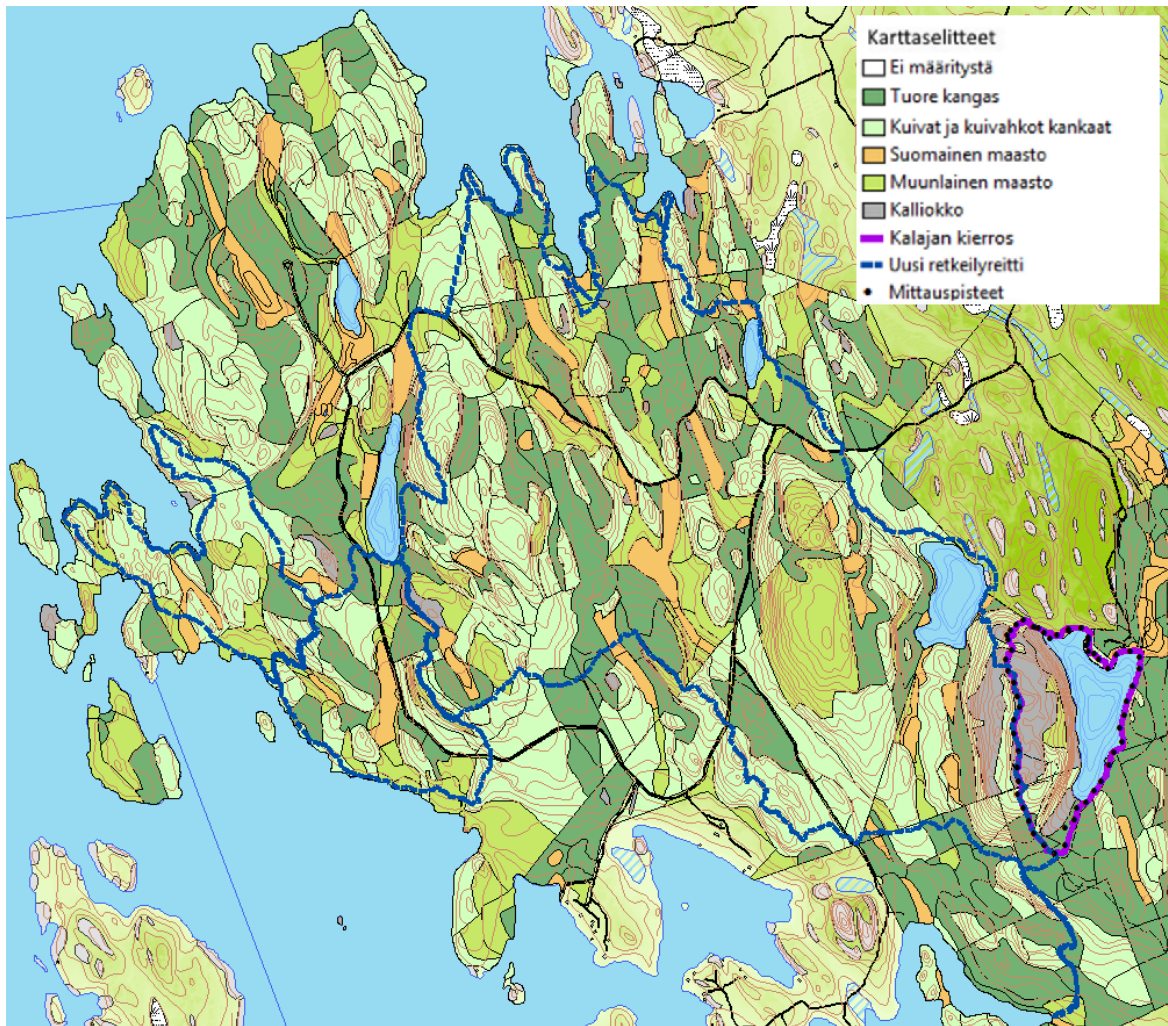
Polun leveyden on aiemmissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä kävijämäärien kasvuun, kun taas käytön intensiteetillä ei tutkimusten perusteella näyttäisi olevan yhteyttä polkujen kulumiseen syvyysuunnassa (Dale & Weaver 1974). Havaitsemani erot polun syvyyksissä tasaisella ja kaltevalla maalla saattavatkin selittyä vesieroosiolla. Kaltevaa pintaa pitkin valuva vesi siirtää maa-ainesta mukanaan ja valuma hakeutuu maastossa valmiiksi syviin kohtiin eli poluille. Cole (1983) epäilee nimenomaan vesierosion olevan päätekijänä niin vähän kuin paljon käytettyjen polkujen syvenemisessä.

#### **4.2. Kalajan kierroksen kuluneisuus ja polun kulumisherkyys uudella reitillä**

Kalajan kierroksella polku on levein tasaisella maalla sijaitsevassa suomalaisessa maastossa ja syvin rinteessä kangasmaastossa. Kokonaisuutena tarkasteltaessa polku on varsin hyvässä kunnossa. Huonokuntoisinta polku on pitkostamattomilla kosteikoilla, joilla polku on levinnyt paikoin jopa kaksi metriä leveäksi patikoiden kiertäessä kosteimpia kohtia. Sekä laavun läheisyydessä Vuori-Kalajan järven rannalla että näköalapaikalla Kalajanvuoren päällä risteilee useampia merkityn reitin ulkopuolella kulkevia polkuja ja maapohjan kasvillisuus on kulunut kokonaan pois. Etelä-Konneveden kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelmassa (Metsähallitus 2014b) on linjattu vanhan retkeilyreitin uudelleen merkitsemisestä. Kalajan kierros -retkeilyreittiä on tarkoitettu siirtämään loivemmasta kohtaa Kalajanvuorta. Siirtoa on perusteltu turvallisuussyistä, mutta reitin siirto loivempaan rinteeseen on hyvä asia myös maapohjan kulumisen kannalta. Loivemmassa rinteessä polku ei syvene yhtä herkästi ja säilyy kulkukelpoisena pitempään. Tarvittaessa jyrkimpiin kohtiin voi suunnitella askelmia tai kaidetta avuksi nousussa ja laskussa. Reitillä siirron lisäksi olisi Kalajan kierroksen ylläpidon kannalta tarpeellista pitköstää Vuori-Kalajan järven pohjoisrantaan pitkin suomalaisessa maastossa kulkeva polku tai vaihtoehtoisesti ohjata kulku kauemmaksi rannan kosteikosta. Laavun ympärillä maapohjan kulumista tulee tarkkailla.

Kalajanvuoren länsipuolelle Enonniemeen suunniteltu reitti kulkee varsin samanlaisessa ympäristössä kuin Kalajan kierros, jolla mittaukset tehtiin, joten maanpinnan kulumisen voi ennen pitkää olettaa ilmenevän samalla tavalla. Uusi reitti mutkittelee kuivien, kuivahkojen, tuoreiden ja lehtomaisten kankaiden sekä soiden mosaiikissa (Kuva 14). Maasto on luontotyypeiltään monimuotoista ja uudella alueella polku kulkee myös lehtomaisilla kankailla ja lehdoissa, joista ei ole tutkimusdataa Kalajan kierrokselta. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että polku on kulutusherkintä kosteilla suoalueilla sekä rinteessä kuivilla, kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla, mutta esimerkiksi lehtomaisilta tai karukkokankailta ei ole mittaustuloksiin perustuvaa tietoa. Aikaisemman tutkimuksen perusteella kumpikin luontotyyppi on kulumiselle herkempää kuin esimerkiksi tuore kangas (Kellomäki & Saastamoinen 1975, Malmivaara-Lämsä ym. 2008).

Suoalueilla kulkevat polut kuluvat lähinnä leveyssuunnassa ja rinteessä syvyysuunnassa. Polun syvenemiseen vaikuttaa maapohjan kaltevuus. Kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuden kuluessa pois vesieroosio uurttaa polusta syvemmän. Merkitsevän maapohjan kaltevuuden selvittämiseksi täytyy kuitenkin tehdä lisätutkimuksia. Aineistossani on tällä hetkellä liian vähän havaintoja, jotta voitaisiin havaita tilastollisilla menetelmillä, millä kaltevuuksilla maapohja on selvästi kuluneempaa. Kummallakin reitillä voidaan olettaa, että polkuja kuljetaan kumpaankin suuntaan, joten ei ole tarvetta ottaa huomioon liikkeen suunnan vaikutusta kulumiseen rinteissä.

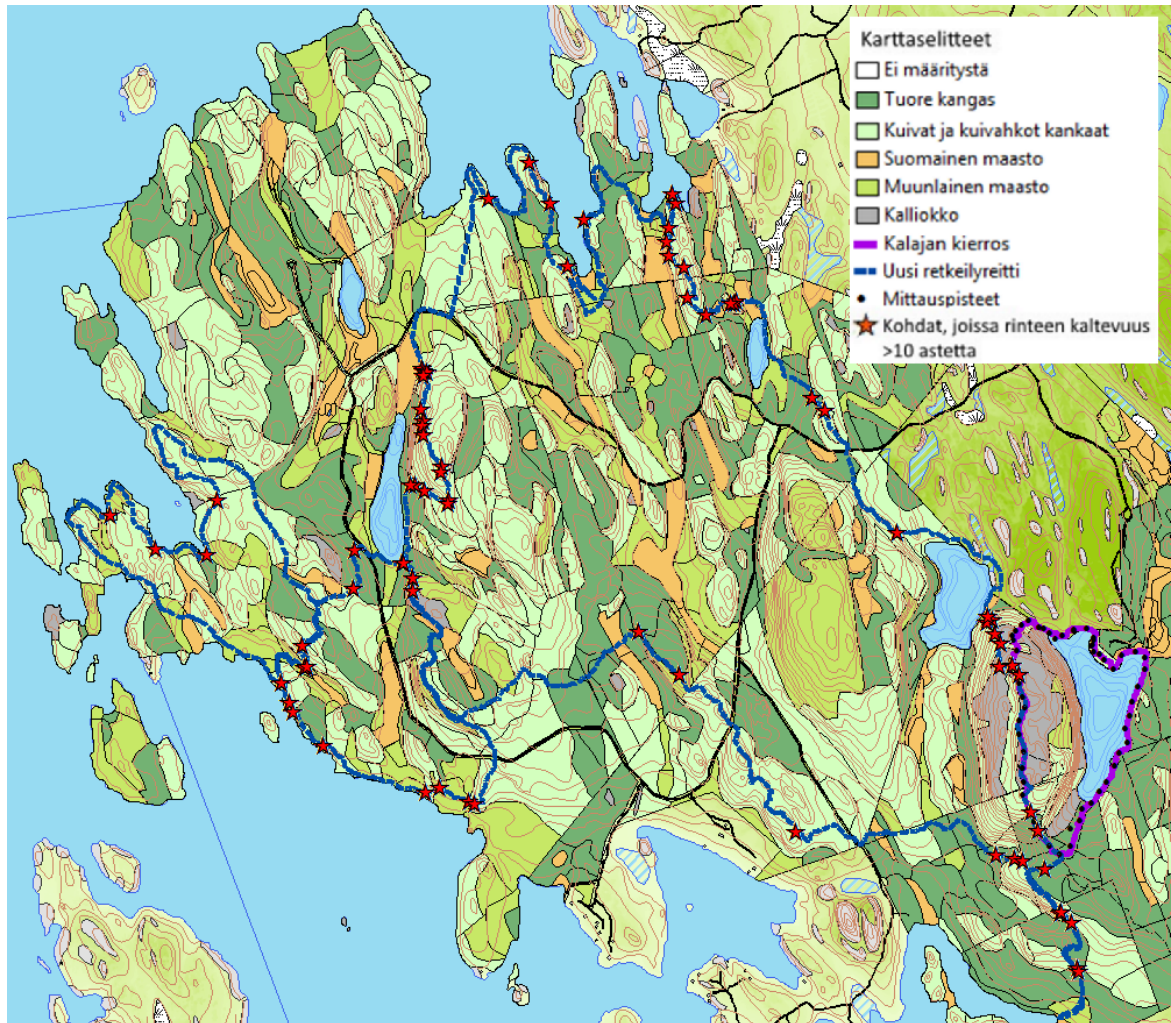


Kuva 14. Enonniemen suunniteltu uusi polku (sinisellä katkoviivalla) kulkee monenlaisessa maastossa. Kalajan kierros (violetilla) säilytetään lähes entisellään muutamaa reittimuutosta lukuun ottamatta.

Aineiston vähäisyys ja se, ettei aineisto ollut normaalisti jakautunutta pakotti käyttämään maanpinnan kaltevuuden ja kulumisen välistä korrelaatiota mitattaessa parametritonta testiä. Todennäköisesti osittain testivalinnan vuoksi tulosten perusteella on mahdotonta selvittää kaltevuudelle selkeää raja-arvoa, jonka ylityksen jälkeen tallauksella olisi tilastollisesti merkitsevä vaikutus polun kulumiseen. Myös kaltevuusvaihtelut mittausalueella olivat vähäiset: Kalajan kierroksella suurin osa mittauspisteistä sijoittui alle 10 astetta kaltevaan maastoon. Silti jo näillä kaltevuusasteilla oli havaittavissa eri luontotyyppi- ja maalajiryhmissä vaikutusta polun kulumiseen syvyysuunnassa. Tarvitaankin lisätutkimuksia, jotta maanpinnan kaltevuuden merkitsevät raja-arvot voidaan määrittää. Enonniemen suunniteltu polku kulkee ajoittain maastossa, jonka maapohjan kaltevuus on yli 10 astetta. Tämän kaltevuusrajan ylittävät, kangasmaastossa kulkevat polkukohdat on merkitty karttaan punaisilla tähdillä (Kuva 15). Polun syvenemisen ehkäisemiseksi jyrkimmissä rinteissä polku kannattaisi ohjata sivurinteeseen, tosin Ilkka (2014) on todennut myös poikittaisen kaltevuuden vaikuttavan kulumiseen. Mikäli maapohjaa haluaa suojella kulumiselta rinteessä, yksi vaihtoehto on rakentaa rinteeseen portaat. Tämä toimenpide vaatii resursseja ja aiheuttaa taloudellisia kustannuksia. Mielenkiintoista olisi tarkastella, onko pelkän tukikaiteen pystyttämällä rinteeseen samanlaisia maaperän kulumista ehkäiseviä vaikutuksia. Kaidetta tukena käyttämällä osa



rinteessä kulkevan aiheuttamasta paineesta välittyisi kaiteen kautta ja saattaisi näin pienentää kulumisriskiä.

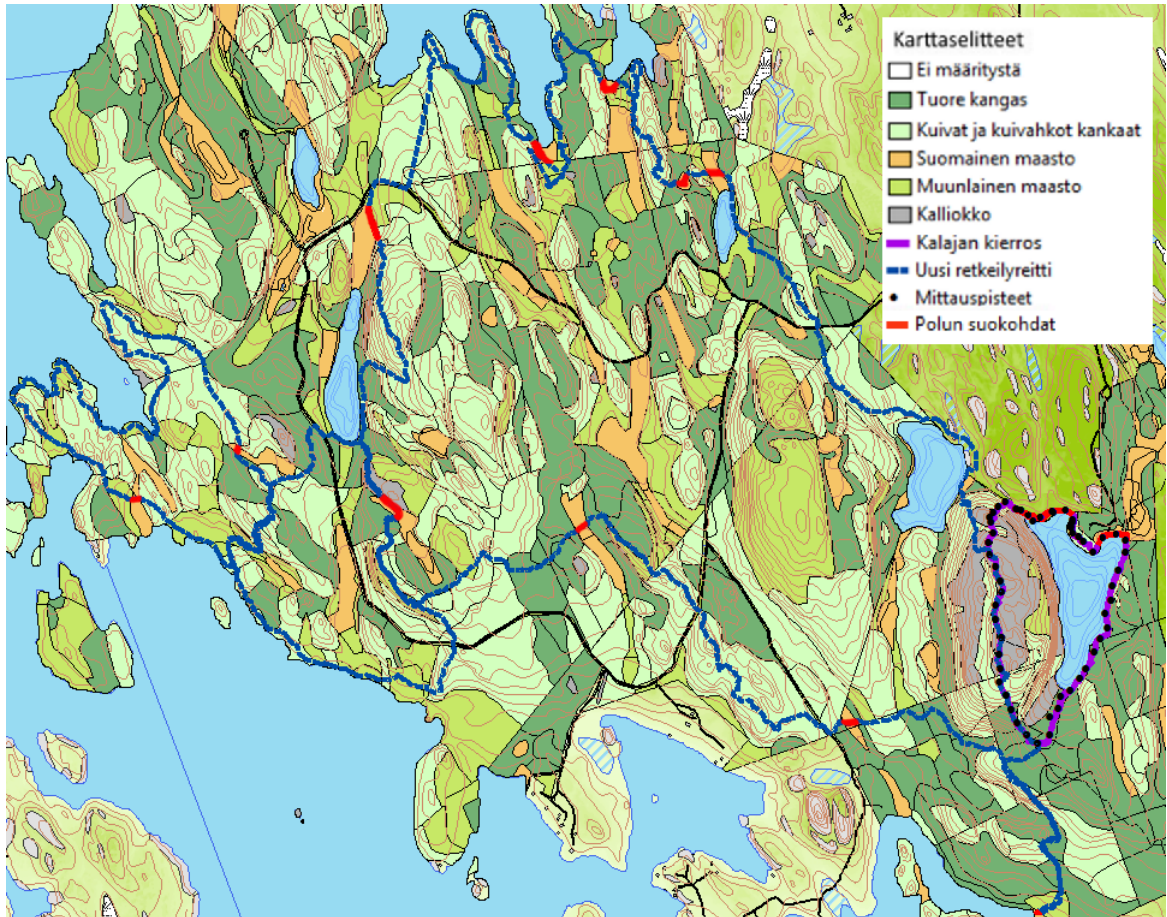


Kuva 15. Uuden retkeilyreitit kohdat, joilla maapohjan kaltevuus ylittää 10 astetta, on merkitty punaisilla tähdillä.

Uusi reitti kulkee muutamassa kohdassa suomalaisen alueen poikki (Kuva 16). Muutoin polku pysyttelee suoalueiden reunassa. Suoraan kostean suon läpi kulkevalle polulle kannattaisi rakentaa pitkospuut, jotta polkujen hallitsematon leviäminen kosteassa maastossa ennaltaehkäistäisiin. Jatkossa polkuja kannattaa myös suunnitella kiertämään suoalueet reunoilta. Soiden reuna-alueilla maaperä ei välttämättä ole niin kosteaa, että vesi valuisi poluille ja aiheuttaisi kulkijoiden väistämisen seurauksena polun leviämisen. Näissä tapauksissa polut eivät siis leviä hallitsemattomasti ja kulkijalla saattaa silti olla hyvä näkyvyys suolle.

Kalajanvuoren lisäksi retkeilyreitti kulkee kallioisella pinnalla Loukkuvuoren alueella (Kuva 17). Etelä-Konneveden kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelmassa on mainittu kallioalueilla esiintyvän yhteensä viittä valtakunnallisesti uhanalaista tai silmälläpidettävää lajia sekä kahta alueellisesti uhanalaista lajia (Metsähallitus 2014b). Tämän kannalta olisi hyvä välttää kallioalueita reitillä tai vaihtoehtoisesti tarkistaa uhanalaisten lajien esiintyminen suunnitellulla reitillä.





Kuva 16. Retkeilyreitin kohdat, joilla polku kulkee suomalaisen alueen läpi, on piirretty punaisella.



Kuva 17. Uusi retkeilyreitti kulkee muun muassa Loukkuvuoren laella, missä kasvaa paljon jäkälää. Kuva on kirjoittajan oma.



#### 4.2.1. Polkuverkoston kestävyys

Metsähallitus on vyöhykkeistänyt kansallispuiston Enonniemen alueen siten, että suurin kävijäpaine ohjataan niemen eteläosan poluille: Kalajan kierrokselle ja Loukkuvuoren lenkille. Suurimman osa näiden reittien käyttäjistä voidaan olettaa olevan päiväretkeilijöitä tai melontavaelluksella rantaan poikkeavia. Pieni osa käyttäjistä saattaa olla myös useamman päivän vaeltajia, jotka suuntaavat reittinsä myös niemen pohjoisosiin. Enonniemen luoteiskulma on jätetty kokonaan polkuverkoston ulkopuolelle ja on syrjävyöhykettä, jolle ei oleteta juurikaan kohdistuvan käyttöä. Pieni syrjävyöhyke jää myös niemen keskelle polkujen ja metsäteiden väliin. Muun muassa Suomen luonnonsuojeluliiton Keski-Suomen piiri on toivonut lausunnossaan Enonniemen alueelle vyöhykejaon mukaista syrjäaluetta, jolle ei ohjattaisi lainkaan virkistyskäyttöä (Suomen luonnonsuojeluliitto 2013). Syrjävyöhykkeistä kannattaakin pitää kiinni ja kannustaa vierailijoita käyttämään valmiita kulkureittejä esimerkiksi reittimerkein ja viitoituksin.

Colen (1983) mukaan erilaiset rakenteet reiteillä auttavat moniin jo olemassa oleviin ongelmiin, mutta kunnollinen reittisuunnittelu auttaa lähes kaikkiin ongelmiin. Etelä-Konneveden kansallispuiston reittiverkostosuunnitelmassa polut ovat levinneet Enonniemen kannalta tarkasteltuna suhteellisen laajalle alueelle. Maaperän kulumista voi olettaa näkyvän reittiverkoston kaikissa osissa, sillä vaikka suurin osa kävijäpaineesta suuntautuisi eteläisille reiteille, kulumista ilmenee jo vähäisellä käytöllä. Kävijöiden ohjaaminen mahdollisimman laajalle alueelle toki vähentää ja ennaltaehkäisee ruuhkaisuuden tunnetta poluilla, mutta toisaalta käytön keskittäminen pienemmälle alueelle on maapohjan kulumisen kannalta kokonaisuudessa kestävämpää. Uuden retkeilyreitit lisäksi maastossa kulkee metsäautotie, joka omalta osaltaan vielä lisää reittivaihtoehtojen monipuolisuutta. Lisäksi moottoriajoneuvolla kuljettava tie helpottaa puiston huoltotöitä.

Taukopaikkoja on suunniteltu Vuori-Kalajan rantaan, Enonlahden ja Keskilahden väliseen niemeen Enonniemen pohjoisrannassa sekä Enonrantaan Enonniemen etelärantaan. Näiden lisäksi vesiltä päin lähestyville rakennetaan mairinnousupaikka Kiertolahteen. Riippuen Enonniemeen suuntautuvan vaellustoiminnan määrästä taukopaikkojen kulumiseen kannattaa kiinnittää huomiota. Mitä useampia taukopaikkoja alueella on, sitä pienempi vaikutus kävijöillä on yksittäiseen taukopaikkaan (Cole 1991). Tällä hetkellä suunnitellut taukopaikat ovat kaikki kuivahkoilla kankailla. Tulevaisuudessa myös taukopaikkojen suunnittelussa tulisi ottaa huomioon alueen ekologinen kapasiteetti: vallitsevan luontotyypin ja maalajin kulutuksen kestävyys. Colen (1995) ja Malmivaara-Lämsän ym. (2008) mukaan pitkäaikaisen kulutuksen alueilla kasvillisuuden toipumiskyky määrittää alueen ekologista kapasiteettia enemmän kuin kasvillisuuden kulutuksen sietokyky. Esimerkiksi Kellomäki & Saastamoinen (1975) toteavat, että yleensä erinomaisiksi telttailualueiksi mielletyt jäkälä- ja kanervakankaat eivät ole suositeltavia taukopaikkakäyttöön hitaan uusiutumistahtinsa vuoksi.

#### 4.3. Tutkimuksen heikkoudet ja mahdolliset virhelähteet

Tutkimukseni on hyvin soveltava ja hyödyntää objektiivista numeerista aineistoa, mutta myös subjektiivista arviota retkeilyreitit kunnosta. Mahdolliset laskuvirheet ja virheet aineiston hallinnoinnissa saattavat vaikuttaa tuloksiin. GPS-laitteiden ja eri ohjelmien käyttö ja huolimattomuus- tai osaamattomuusvirheet ovat mahdollisia.

Mittauspisteiden välinen etäisyys on laskettu askelparimitalla, joka ei kokemattomalla ole kovin tarkka mittari, ja GPS-laitteella. Kalajan kierros -retkeilyreitit varrella oli useampi kohta, jossa GPS-laitteen kuuluvuus oli heikko eikä laite saanut

yhteyttä satelliitteihin. Tämän takia mittauspisteiden paikkatiedot ja etäisyydet toisistaan saattavat heittää jonkin verran.

Maapohjan kaltevuus on kaikilla tarkasteltavilla reiteillä laskettu pisteiden välille eikä välttämättä kuvaa täydellisesti tilannetta juuri mittauspisteellä. Lisäksi uudella reitillä pisteet eivät välttämättä sijaitse yhtä tasaisin välimatkoin kuin Kalajan kierroksella, vaikka välimatkat yritettiin käsin pisteitä poistettaessa pitää mahdollisimman yhtämittaisina. Pisteiden välinen etäisyys vaikuttaa kaltevuuskulmaan ja luotettavuus tämän suhteen saattaa vaihdella uudella reitillä.

Tulevia kävijävaikutuksia uudella reitillä arvioitaessa tulee ottaa huomioon, että minulla ei ole varmaa tietoa tallauskerroista Kalajan kierroksen polulla, jolla mittaukset tehtiin. Oletettavaa on, että kussakin mittauspisteessä tallausmäärät ovat olleet samat, jolloin pisteet ovat vertailukelpoisia keskenään. Arvioitaessa uuden polun kulumista ennusteet ovat kuitenkin yleisiä, eikä ole mahdollista sanoa, millä tallausmäärillä vaikutukset ilmenevät.

Se, että eri luontotyyppi- ja maalajiryhmissä ei löytynyt tasaisella maalla eroja polun syvyyksissä, saattaa johtua siitä, ettei eroja oikeasti ole tai siitä, että polut kuluvat syvyysuunnassa eri tavoin eri alueilla. Polkujen syvyys mitattiin polun keskikohdasta, kun esimerkiksi Ilkka (2014) on omassa tutkimuksessaan mitannut polun syvyyden polun syvimmästä kohtaa. Ilkka tosin toteaa, että polkujen maksimisyvyyden mittaus ei ole tarpeeksi tarkka menetelmä polkujen välisen eron löytämiseen. Myös polun profiilia olisi voitu selvittää valituilla mittauspisteillä ottamalla syvyysmitat useammasta kohtaa koko polun leveydeltä, esimerkiksi käyttämällä Colen (1983) kuvaamaa tekniikkaa. Epäilen kuitenkin tällaisten mittausten hyödyllisyyttä tässä tutkimuksessa.

#### 4.4. Johtopäätelmät

Etelä-Konneveden kansallispuistossa jo olemassa olevat reitit ovat hyvässä kunnossa lukuun ottamatta kaikkein kosteimpia alueita, joiden kohdalla reittiä on helppo parantaa pitkospuilla. Enonniemeen rakennettava uusi retkeilyreitiverkosto tuo puistoon yli 10 km uutta huollettavaa polkua. Tallaukselle herkkien alueiden tunnistaminen auttaa ylläpitämään luonnonalueita ja helpottaa huoltotoimenpiteitä, kun esimerkiksi retkeilyreitien kulumisen tarkastelu voidaan kohdistaa suoraan herkille alueille. Helpoin tapa ennaltaehkäistä maapohjan kulumista on ennakoiti reittien suunnitteluvaiheessa. Ilmaantuvien ongelmien käsittely jälkikäteen ad hoc -tyylisesti on kalliimpaa ja tehottomampaa. Vaikka Kalajan kierrokselta mitatut arvot eivät kuvaa aukottomasti kyseessä olevien luontotyyppi- ja maalajiryhmien kulutuskestävyyttä eivätkä ole yleistettävissä muihin kansallispuistoihin, Kalajanvuoren länsipuolelle suunnitelluilla poluilla, ennen suojarakenteita, kulumisen voidaan olettaa ilmenevän samalla tavalla ja, käyttöpaineen vakiintuessa, samalla intensiteetillä kuin tutkitulla Kalajan kierroksen retkeilyreitillä. Oletuksena on, että polut ovat leveämpiä soisessa maastossa ja syvempiä kaltevassa kangasmaastossa. Lisäksi aikaisempien tutkimusten pohjalta voidaan odottaa kävijävaikutusten näkyvän jo vähäisellä käytöllä (esim. Bates 1935, Marion & Cole 1996, Cole & Spildie 1998, Aho 2005) ja käytön intensiteetin kasvun näkyvän polkujen levenemisenä (Dale & Weaver 1974). Siellä, missä polkujen kulumisella ei tarvitse pelätä olevan suurta ekologista vaikutusta, kulumista tulisi tarkastella ennen kaikkea kävijöiden näkökulmasta ja viihtyvyyden kannalta (Cole 1983).

Tutkimuksen aikana on noussut esiin lukuisia kysymyksiä jatkotutkimuksia ajatellen. Esimerkiksi tapa, jolla arvioimme maapohjan kaltevuuden polulla olevien pisteiden välille, antaa ainoastaan polun suuntaisen kaltevuuden. Ilkka (2014) on omassa pro gradu -työssään huomionnut myös poikittaiscaltevuuden ja todennut sillä olevan merkitystä polun kulumiseen. Tulevissa kulumistutkimuksissa kannattaakin huomioida maapohjan kaltevuus

myös poikittain polkuun nähden. Lisäksi tutkimusaineiston pienuus ei mahdollistanut maapohjan kaltevuuden merkitsevien raja-arvojen määrittämistä. Tieto siitä, missä kaltevuuksissa polun kulumisen syvyysuunnassa poikkeaa muista merkitsevästi, auttaisi määrittämään, kuinka jyrkille rinteille polkua ei kannata ohjata.

Keräämäni aineisto mahdollistaa myös pitkittäistutkimusten aloittamisen Kalajan kierroksen retkeilyreitillä. Mittauspisteiden koordinaattiaineiston ansiosta uusien kulumismittausten tekeminen samoissa pisteissä on mahdollista. Olisi mielenkiintoista tietää, miten polut kuluvat tulevaisuudessa, kun kävijämäärät alueella todennäköisesti nousevat. Pysyvätkö polkujen kulumakeskiarvot samoina käytön intensiteetin kasvaessa ja miten erilaiset rakenteet, muun muassa pitkostaminen, muuttavat eroja maapohjan kulumisessa luontotyyppien välillä? Uusi koskematon alue antaa myös mahdollisuuden tarkastella maapohjan kulumista eri elinympäristöissä alusta lähtien. Siinä, missä Kalajan kierros ennustaa Enonniemen uusien polkujen tulevaisuutta, uuden retkeilyreitit muovautuminen kuvastaa Kalajan kierroksen kulumishistoriaa. Mielenkiintoista olisi myös selvittää tarkemmin, minkälaisia luontotyyppikohtaisia eroja maapohjan kulumisessa on. Jälleen tutkimukseni aineiston pienuuden vuoksi jouduin tekemään uudelleen ryhmittelyjä, jolloin kyseisenlaista vertailua luontotyyppitasolla ei voitu tehdä.

Luonnon virkistyskäytöllä on monia hyviä vaikutuksia ja on tärkeää, että luonnossa retkeily mahdollistetaan vastakin esimerkiksi suunnittelemalla rakenteet myös käyttäjää huomioiden. Erityisillä suojelualueilla tulisi huomioida myös virkistyskäytön haitalliset vaikutukset luonnonympäristöön. Kansallispuistojen alkuperäinen tehtävä suomalaisen luonnon ja kansallismaisemien suojelijana (Metsähallitus 2013) tulisi pitää ensisijaisena tavoitteena puistojen suunnittelussa ja turvata alueen luonnon monimuotoisuus kävijöiden ohjaamisella, valistamisella, rajoituksin ja rakentein. Olen samaa mieltä kuin Reed & Merenlender (2008) siitä, että suojelualueiden virkistyskäytön tulee olla tasapainossa ekosysteemien suojelun kanssa.

## KIITOKSET

Haluan erityisesti kiittää ohjaajaani Elisa Valliusta ymmärtäväisestä ja kärsivällisestä ohjaustyöstä, Anssi Lensua, joka auttoi minua ArcMap-ohjelman ja paikkatietoaineiston käytössä ja analysoinnissa, sekä Harri Högmanderia hänen neuvoistaan tilastotestien kanssa. Kiitos myös Metsähallitukselle paikkatietoaineistosta sekä arvokkaasta oppitunnista aineiston hankinnan suhteen. Lopuksi kiitos ystäville GIS-lablassa ja sen ulkopuolella sekä perheelle henkisestä tuesta kirjoitusprosessin aikana.

## KIRJALLISUUS

- Aho S. 2005. Luonnon virkistyskäytöstä johtuva maaston kulumisen – esimerkialueena Rokua. *Metlan työraportteja* 20: 80–91.
- Andrés-Abellán M., Del Álamo J.B., Landete-Castillejos T., López-Serrano F.R., García-Morote F.A. & Del Cerro-Barja A. 2005. Impacts of visitors on soil and vegetation of the recreational area "Nacimiento del Río Mundo" (Castilla-la Mancha, Spain). *Environmental Monitoring and Assessment* 101: 55–67.
- Ballantyne M. & Pickering C.M. 2013. Tourism and recreation: a common threat to IUCN red-listed vascular plants in Europe. *Biodivers Conserv* 22: 3027–3044.
- Bates G.H. 1935. The vegetation of footpaths, sidewalks, cart-tracks and gateways. *The Journal of Ecology* 23: 470–487.
- Bratton S.P., Hickler M.G. & Graves J.H. 1979. Trail erosion patterns in Great Smoky Mountains National Park. *Environmental Management* 3(5): 431–445.
- Burden R.F. & Randerson P.F. 1971. Quantitative studies of the effects of human trampling on vegetation as an aid to the management of semi-natural areas. *Journal of Applied Ecology* 9(2): 439–457.

- Chan K.M.A., Shaw M.R., Cameron D.R., Underwood E.C. & Daily G.C. 2006. Conservation Planning for Ecosystem Services. *PLoS Biology* 4(11): 2138–2152.
- Cole D.N. 1978. Estimating the Susceptibility of Wildland Vegetation to Trailside Alteration. *Journal of Applied Ecology* 15(1): 281–286.
- Cole D.N. 1983. Assessing and Monitoring Backcountry Trail Conditions. *Aldo Leopold Wilderness Research Institute* 97.
- Cole D.N. 1991. Modeling Wilderness Campsites: Factors That Influence Amount of Impact. *Environmental Management* 16(2): 255–264.
- Cole D.N. 1995. Experimental trampling of vegetation. II. Predictors of resistance and resilience. *Journal of Applied Ecology* 32(1): 215–224.
- Cole D.N. & Fichtler R.K. 1983. Campsite Impact on Three Western Wilderness Areas. *Environmental Management* 7(3): 275–288.
- Cole D.N. & Spildie D.R. 1998. Hiker, horse and llama trampling effects on native vegetation in Montana, USA. *Journal of Environmental Management* 53: 61–71.
- Cole D.N. & Stankey G.H. 1997. Historical development of Limits of Acceptable Change: conceptual clarifications and possible extensions. *US Forest Service*: 5–9.
- Dale D. & Weaver T. 1974. Trampling Effects on Vegetation of the Trail Corridors of North Rocky Mountain Forests. *Journal of Applied Ecology* 11(2): 767–772.
- Floyd M.F., Jang H. & Noe F.P. 1997. The relationship between environmental concern and acceptability of environmental impacts among visitors to two U.S. national park settings. *Journal of Environmental Management* 51: 391–412.
- Heikkilä T. 2007. *Luontomatkailun vaikutukset nisäkäspopulaatioihin Pallas-Yllästunturin kansallispuiston taukopaikoilla*. Pro gradu –tutkielma. Helsingin yliopisto, 59 s.
- Heikkinen A. & Matila K. 2013. *Lapin retkeilyalueen roskaantuminen ja sen muutokset vuodesta 1984 vuoteen 2012*. Metsätalouden koulutusohjelman opinnäytetyö. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, 65 s.
- Hillary M., Nancarrow B., Griffin G. & Syme G. 2001. Tourist perception of environmental impact. *Annals of Tourism Research* 28(4): 853–867.
- Hotanen J-P., Nousiainen H., Mäkipää R., Reinikainen A. & Tonteri T. 2008. *Metsätyypit - opas kasvupaikkojen luokitteluun*. Metsäkustannus Oy, Hämeenlinna.
- Ilkka E. 2014. *Polkujen kulumiseen vaikuttavat tekijät Sipoonkorvessa*. Luonnonmaantieteen Pro gradu –tutkielma. Helsingin yliopisto, 87 s.
- Johnsen J.B. 2005. The consequences of nature tourism. Mountain tourism in Jotunheimen national park and Utladalen special landscape area as a case study. *Acta Geographica-Trondheim* 10: 89–101.
- Kellomäki S. & Saastamoinen V-L. 1975. Trampling tolerance of forest vegetation. *Acta Forestalia Fennica* 147.
- Koivuniemi P. 2006. *Retkeilijöiden aiheuttama kasvillisuuden kuluminen ja roskaantuminen Pallas-Ounastunturin taukopaikoilla*. Ekologian ja Ympäristöhoidon Pro gradu –tutkielma. Jyväskylän yliopisto, 58 s.
- Liddle M.J. & Greig-Smith P. 1975. A Survey of Tracks and Paths in a Sand Dune Ecosystem. II. Vegetation. *Journal of Applied Ecology* 12(3): 909–930.
- Löfström I., Salemaa M., Linden L. & Mononen J. 2009. *Ekologinen ennallistamiskoe Espoon Myyrinkalliossa*. Metsäntutkimuslaitos, 12 s.
- Mainini B., Neuhaus P. & Ingold P. 1993. Behaviour of marmots *Marmota marmota* under the influence of different hiking activities. *Biological Conservation* 64: 161–164.
- Malmivaara-Lämsä M., Hamberg L., Löfström I., Vanha-Majamaa I. & Niemelä J. 2008. Trampling tolerance of understorey vegetation in different hemiboreal urban forest site types in Finland. *Urban Ecosyst.* 11: 1–16.
- Marion J.L. & Reid S.E. 2007. Minimising visitor impacts to protected areas: The efficacy of low impact education programmes. *Journal of Sustainably Tourism* 15(1): 5–27.
- Marion J.L. & Cole D.N. 1996. Spatial and temporal variation in soil and vegetation impacts on campsites. *Ecological Applications* 6(2): 520–530.
- Metsähallitus 2010. Suojelualueiden hoidon ja käytön periaatteet. *Metsähallituksen luonnonuojelujulkaisuja* Sarja B 127.

- Metsähallitus 2013. Kansallispuistojemme historiaa. <http://www.luontoon.fi/retkikohteet/kansallispuistot/Sivut/kansallispuistojemmehistoriaa.aspx> Luettu 20.3.2014.
- Metsähallitus 2014a. Roskaton retkeily. [www.luontoon.fi/RetkeilynABC/ymparistovinkit/roskatonretkeily/Sivut/Default.aspx](http://www.luontoon.fi/RetkeilynABC/ymparistovinkit/roskatonretkeily/Sivut/Default.aspx) Luettu 20.3.2014.
- Metsähallitus 2014b. Etelä-Konneveden kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja* Sarja C.
- Metsähallitus 2015a. Etelä-Konneveden aktiviteetit. <http://www.luontoon.fi/etela-konnevesi/aktiviteetit> Luettu 22.9.2015.
- Metsähallitus 2015b. Etelä-Konneveden kansallispuistolle hoito- ja käyttösuunnitelma. <http://www.metsa.fi/fi/web/guest/etelakonnevesisuunnittelu> Luettu 7.10.2015.
- Metsähallitus 2016a. Metsähallituksen kansallispuistojen käyntimäärät 2001-2015. <http://www.metsa.fi/kansallispuistotyhteensa> Luettu 17.2.2016.
- Metsähallitus 2016b. Kansallispuistot – Upeinta Suomea. <http://www.luontoon.fi/kansallispuistot> Luettu 11.5.2016.
- Metsähallitus 2016c. Luonto- ja eräpalveluista hyvinvointia Suomeen. <http://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/lp/Esitteet/luontojaerapalvelut.pdf> Luettu 11.5.2016.
- Mäkelä M-H., Ihantola A-R., Ekosaari J., Mattila J., Pekkinen M. & Virta S. 2013. Etelä-Konneveden suojelualuekokonaisuuden hoito- ja käyttösuunnitelma. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja* Sarja C.
- Newsome D., Moore S.A. & Dowling R.K. 2013. *Natural Area Tourism – Ecology, Impacts and Management*. 2nd Edition. Channel View Publications, Bristol.
- Reed S.E. & Merenlender A.M. 2008. Quiet, Nonconsumptive Recreation Reduces Protected Area Effectiveness. *Conservation Letters* 1: 146–154.
- Perttula M. 2006. Suomen kansallispuistojärjestelmän kehittyminen 1960–1990-luvuilla ja U.S. National Park Servicen vaikutukset puistojen hoitoon. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja A 155.
- Puhakka R. 2007. Kansallispuistojen kasvava merkitys luontomatkailun kohteina ja aluekehittämisen välineinä. *Metlan työraportteja* 52: 139–152.
- Pietilä M. 2012. *Nuuksion kansallispuiston virkistyskäytön ohjaus ruuhkaisuuden kokemuksen näkökulmasta*. Matkailumaantieteen Pro gradu –tutkielma. Helsingin yliopisto, 106 s.
- Quinn N.W., Morgan R.P.C. & Smith A.J. 1980. Simulation of soil erosion induced by human trampling. *Journal of Environmental Management* 10: 155–165.
- Saarinen J. 2003. Luontomatkailun kehittäminen ja tutkimus Suomessa. *Metlan työraportteja* 20: 119–129.
- Selkimäki M. & Mola-Yudego B. 2011. Estimating and modelling the resistance of nature to path erosion in Koli National Park, Finland. *Boreal Environment Research* 16(3): 218–228.
- Siikamäki P., Kangas K., Paasivaara A. & Schroderus S. 2015. Biodiversity attracts visitors to national parks. *Biodivers Conserv* 24: 2521–2534.
- Suomen luonnonsuojeluliitto 2013. Lausunto Metsähallituksen selvityksestä Etelä-Konneveden kansallispuiston perustamisedellytyksistä. <http://www.sll.fi/keski-suomi/luonto/lausunto-kpedellytykset-konnevesi> Luettu 22.9.2015.
- Rankin B.L., Ballantyne M. & Pickering C.M. 2015. Tourism and recreation listed as a threat for a wide diversity of vascular plants: A continental scale review. *Journal of Environmental Management* 154: 293–298.



### Kalajan kierroksen mittauspisteiden ympäristöä kirjoittajan kuvaamana



Kalajan kierroksen laavulta Vuori-Kalaja-lammelle päin. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.



Kuivahkon kankaan ja rämeen rajalla laavulta Kalajanvuorelle päin. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.





Märkää polkua korvessa Vuori-Kalajan pohjoispäässä. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.



Polkua korvessa Vuori-Kalajan pohjoispäässä. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.





Polkua Kalajanvuoren koillisrinteessä. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.



Polkua jyrkässä kohdassa Kalajanvuoren koillisrinteessä. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.





Polku kalliolla Kalajanvuoren laella. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.



Polku tuoreessa kangasmetsässä Kalajanvuoren etelärinteessä. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.





Vanhat pitkospuut Vuori-Kalajan itärannalla. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.



Vuori-Kalajan laavun ympäristöä. Kuvan ottopaikka on merkitty karttaan tähdellä.

### Luontotyypit ja kasvilajisto Kalajan kierroksen mittauspisteillä

Mittauspiste	Mittauspisteen luontotyyppi	Mittauspisteen lajisto
1	Kuivahko kangas	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Dicranum ssp.</i>
2	Kuivahko kangas	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Cladonia rangiferina</i>
3	Kuivahko kangas	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>
4	Räme	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Rhododendron tomentosum</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Carex globularis</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Sphagnum ssp.</i>
5	Räme	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Rhododendron tomentosum</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Sphagnum ssp.</i>
6	Korpi	<i>Picea abies</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Salix ssp.</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Sphagnum ssp.</i>
7	Korpi	<i>Picea abies</i> , <i>Sphagnum ssp.</i>
8	Korpi	<i>Picea abies</i> , <i>Equisetum sylvaticum</i> , <i>Sphagnum ssp.</i>
9	Korpi	<i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Rhododendron tomentosum</i> , <i>Rubus chamaemorus</i> , <i>Sphagnum ssp.</i>
10	Kuivahko kangas	<i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
11	Kalliokko	<i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
12	Kalliokko	<i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
13	Kalliokko	<i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
14	Kalliokko	<i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Cladonia rangiferina</i>
15	Kalliokko	<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Cladonia rangiferina</i>
16	Kalliokko	<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Cladonia ssp.</i>
17	Kalliokko	<i>Populus tremula</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Cladonia rangiferina</i>

18	Kalliokko	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Populus tremula, Vaccinium myrtillus</i>
19	Kalliokko	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Populus tremula, Calluna vulgaris, Vaccinium vitis-idaea, Vaccinium myrtillus, Cladonia rangiferina, Cladonia stellaris, Cladonia arbuscula</i>
20	Kalliokko	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Populus tremula, Calluna vulgaris, Vaccinium vitis-idaea, Vaccinium myrtillus, Cladonia rangiferina, Cladonia stellaris, Cladonia arbuscula</i>
21	Kalliokko	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Populus tremula, Calluna vulgaris, Vaccinium vitis-idaea, Vaccinium myrtillus, Cladonia rangiferina, Cladonia stellaris, Cladonia arbuscula</i>
22	Kalliokko	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Populus tremula, Calluna vulgaris, Vaccinium vitis-idaea, Vaccinium myrtillus, Cladonia rangiferina, Cladonia stellaris, Cladonia arbuscula</i>
23	Kalliokko	<i>Calluna vulgaris, Vaccinium vitis-idaea, Vaccinium myrtillus, Pleurozium schreberi, Cladonia ssp.</i>
24	Kuivahko kangas	<i>Pinus sylvestris, Picea abies, Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus, Pleurozium schreberi, Cladonia ssp.</i>
25	Kuivahko kangas	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus, Pleurozium schreberi, Cladonia ssp.</i>
26	Tuore kangas	<i>Picea abies, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Juniperus communis, Vaccinium myrtillus, Hylocomium splendens</i>
27	Tuore kangas	<i>Picea abies, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Vaccinium myrtillus, Gymnocarpium dryopteris, Convallaria majalis, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>
28	Tuore kangas	<i>Picea abies, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Vaccinium myrtillus, Gymnocarpium dryopteris, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>
29	Tuore kangas	<i>Picea abies, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Vaccinium myrtillus, Gymnocarpium dryopteris, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>
30	Tuore kangas	<i>Picea abies, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Vaccinium myrtillus, Gymnocarpium dryopteris, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>

31	Tuore kangas	<i>Picea abies, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Vaccinium myrtillus, Gymnocarpium dryopteris, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>
32	Tuore kangas	<i>Picea abies, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Vaccinium myrtillus, Gymnocarpium dryopteris, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>
33	Tuore kangas	<i>Picea abies, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Vaccinium myrtillus, Gymnocarpium dryopteris, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>
34	Kuivahko kangas	<i>Pinus sylvestris, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea</i>
35	Tuore kangas	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Juniperus communis, Vaccinium myrtillus, Hylocomium splendens</i>
36	Tuore kangas	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Vaccinium myrtillus, Gymnocarpium dryopteris, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>
37	Tuore kangas	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Vaccinium myrtillus, Gymnocarpium dryopteris, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>
38	Tuore kangas	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Vaccinium myrtillus, Oxalis acetosella, Hylocomium splendens</i>
39	Tuore kangas	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Vaccinium myrtillus, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>
40	Kuiva kangas	<i>Pinus sylvestris, Juniperus communis, Calluna vulgaris, Vaccinium vitis-idaea, Cladonia ssp.</i>
41	Kuiva kangas	<i>Pinus sylvestris, Calluna vulgaris, Vaccinium vitis-idaea, Pleurozium schreberi, Cladonia ssp.</i>
42	Tuore kangas	<i>Picea abies, Pinus sylvestris, Vaccinium myrtillus, Maianthemum bifolium, Hylocomium splendens</i>