



**TURUN  
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen  
tiedekunta

**Kasvupaikkatekijöiden yhteys harsosammalen  
(*Trichocolea tomentella*) esiintymiseen Sydänojan  
lähteiköllä (Salo, Varsinais-Suomi)**

Marja Hallikainen

Biologia

LuK-tutkielma

Laajuus: 6 op

7.4.2024

Turku

LuK-tutkielma

**Pääaine:** Biologia

**Tekijä(t):** Marja Hallikainen

**Otsikko:** Kasvupaikkatekijöiden yhteys harsosammalen (*Trichocolea tomentella*) esiintymiseen Sydänojan lähteiköllä (Salo, Varsinais-Suomi)

**Ohjaajat:** Sanna Huttunen, Jukka Suhonen

**Sivumäärä:** 15 sivua

**Päivämäärä:** 14.3.2024

---

Indikaattori- eli ilmentäjälajeja käytetään luontoarvoiltaan merkittävien elinympäristöjen ja ympäristön muutosten havaitsemiseen. Harsosammal (*Trichocolea tomentella*) on keskiravinteisen lähteisyyden indikaattori, joka kasvaa varjoisissa lähteiköissä ja lähdepurojen varsilla. Harsosammal on vuoden 2019 uhanalaisuus selvityksessä luokiteltu vaarantuneeksi (VU). Lähteiköt on luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa vuodelta 2018 määritelty Etelä-Suomessa erittäin uhanalaisiksi (EN). Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää, saneleeko kasvupaikkatekijät harsosammalen esiintymistä Sydänojan (Salo, Varsinais-Suomi) lähteikön sisällä. Indikaattorin voidaan olettaa olevan suhteellisen tarkkarajainen kasvupaikkavaatimuksissaan. Pienialaisen vaihtelun ilmaisevaa lajia voisi hyödyntää uhanalaisiin luontotyyppeihin kohdistuvien epäsuotuisten muutosten havaitsemiseen resurssitehokkaasti. Tässä tutkielmassa on kasvupaikkatekijöiksi valittu lähdeveden pH, sähkönjohtavuus ja lämpötila sekä mittauspisteen ylle levittäytyvän kasvillisuuden peittävyys. Tutkimukseen valitut kasvupaikkatekijät ovat lähteikköihin sidoksissa olevien sammalten habitaatti- ja lajiyhteisöselvityksissä yleisesti käytettyjä ympäristömuuttujia. Veden kemiallinen koostumus on juurettomille ja ilman kehittyntä kuljetussolukkoa vetensä ja ravinteensa ottaville sammalille merkitsevä olosuhdetekijä. Lähdeveden ympärivuotisesti suhteellisen tasaisena pysyvä lämpötila luo joillekin sammalille otollisen kasvuympäristön. Se ja kasvupaikan varjostuneisuus vaikuttavat myös kasvupaikan pienilmastoon. Tutkimuksen aineisto on kerätty Sydänojan lähteiköllä heinäkuussa 2021 neljän peräkkäisen maastopäivän aikana. Veden ominaisuudet on mitattu maastokäyttöön tarkoitettulla mittarilla paikan päällä ja peitteisyys on arvioitu silmäämääräisesti suoraan mittauspisteen yläpuolelta. Jokaiselle tutkimuksen harsosammalkasvustolle on maastossa määritelty vakioituja etäisyyksiä käyttäen kolme verrokkipistettä. Tilastollisessa testauksessa ei löytynyt merkittävää eroa mittauspisteluokkien välillä kasvupaikkaolosuhteissa, toisin sanoen viitteitä kasvupaikkatekijöiden yhteydestä harsosammalen esiintymiseen lähteiköllä ei havaittu. Tähän on luultavasti syynä se, että tutkimuksen rajatulla alueella ei kasvupaikkatekijöissä ole merkittävää vaihtelua tai vielä todennäköisemmin se, että verrokkipisteet on valittu liian läheltä kasvustoja, ja laajemmalla alueella otostamalla mahdollinen yhteys sammalen esiintymisen ja olosuhteiden vaihtelun välillä olisi löytynyt. Tulevaisuudessa harsosammalen kasvupaikkavaatimusten selvittämiseen tulisi sisällyttää useampi vertailukelpoinen lähteikkö.

---

**Avainsanat:** harsosammal, indikaattori, ilmentäjälaji, kasvupaikkatekijä

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
1.1	Sydänojan lähteikkö .....	2
1.2	Harsosammal.....	5
1.3	Ympäristötekijät tutkimuksessa .....	6
2	Menetelmät.....	7
2.1	Harsosammalpiisteet .....	7
2.2	Verrokkipiisteet .....	7
2.3	Kasvupaikkatekijät .....	8
2.4	Tilastolliset analyysit .....	9
3	Tulokset.....	9
4	Pohdinta .....	11
	Lähteet.....	14

## 1 Johdanto

Niin kutsutut indikaattori- eli ilmentäjälajit ovat usein elinympäristövaatimuksiltaan rajoittuneita ja kertovat siten esiintymisellään suoraan elinalueensa olosuhteista (Siddig ym. 2016). Indikaattorilajeja käytetäänkin luontoarvoiltaan merkittävien elinympäristöjen tunnistamiseen sekä ympäristön muutosten havaitsemiseen. Sammalet ovat ympäristön muutosten suhteen erinomaisia indikaattoreita, sillä juurettomina kasveina sekä pääasiallisesti ilman erikoistuneita kuljetussolukoita ne ottavat veden ja ravinteet koko pinnallaan, mikä tekee niistä alttiita esimerkiksi ilmansaasteille ja vesiympäristön muutokselle (Becker Scarpitta ym. 2017, Ceschin ym. 2011). Sammalissa on lukuisia indikaattoreiksi soveltuvia, olosuhdevaatimuksiltaan kohtuullisen tarkkoja lajeja (Bes ym. 2018, Ceschin ym. 2011). Esimerkiksi lähteikköjen luokittelu perustuu suurelta osin niille ominaisen, sammalista koostuvan pohjakerroksen lajiston esiintymiseen ravinteisuudeltaan samankaltaisissa paikoissa. Eutrofiset eli runsasravinteiset lähteiköt ylläpitävät vaatelialimpia, karbonaatteja suosivia sammalia kuin mesotrofiset eli keskisravinteiset tai oligotrofiset eli niukkaravinteiset lähteiköt (Eurola ym. 2015).

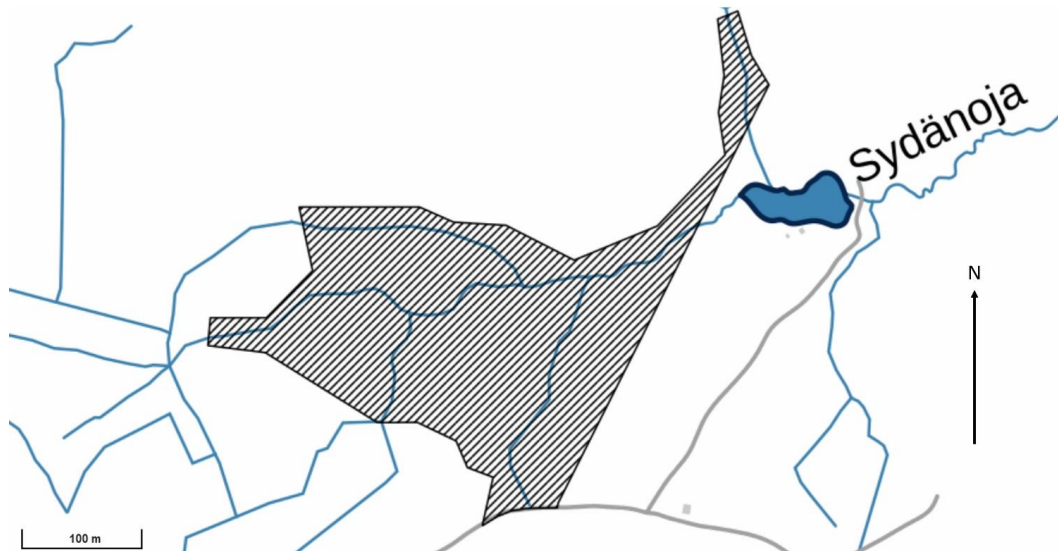
Vesikemia (pH, sähkönjohtavuus), veden lämpötila ja lehvästön peittävyys ovat sammalten habitatti- ja lajiyhteisöselvityksissä yleisesti käytettyjä ympäristömuuttujia (mm. Couvreur ym. 2016, Tessler ym. 2014, Juutinen & Kotiaho 2011, Hedenäs & Kooijman 2004). Vesiympäristön olosuhteiden tarkastelu ei rajoitu ainoastaan varsinaisiin vesisammaliin (kuten esim. Tessler ym. 2014, Ceschin ym. 2011, Virtanen ym. 2009), vaan ulottuu myös muihin lähteikköihin sidoksissa oleviin sammaliin (mm. Bes ym. 2018, Couvreur ym. 2016, Virtanen ym. 2009, Hedenäs & Kooijman 2004). Tässä opinnäytetyössä tarkoitukseni on selvittää veden pH:n, sähkönjohtavuuden ja lämpötilan sekä lehvästön peittävyyden yhteys harsosammalen (*Trichocolea tomentella*) esiintymiseen Sydänojan lähteiköllä (Salo, Varsinais-Suomi). Harsosammal on mesotrofisen lähteisyyden indikaattorilaji (Eurola ym. 2015). Indikaattorilajina harsosammalen voi odottaa olevan suhteellisen tarkkarajainen kasvupaikkavaatimuksissaan.

Tutkimuksessani pyrin selvittämään, ovatko harsosammalen vaatimukset kasvupaikalleen havaittavissa jo suhteellisen pienellä alalla, eli Sydänojan suojelualueen noin kuuden hehtaarin alueella (kuva 1). Sydänojalla harsosammalta kasvaa alueen sisällä hajautuneesti (kuva 2). Indikaattorin herkkyys ympäristön vaihtelevuudelle voisi palvella uhanalaisille elinympäristöille – kuten Etelä-Suomen lähteiköt ovat (Lammi ym. 2018) – epäsuotuisten muutosten havaitsemisessa niiden alkuvaiheessa, jolloin myös ehkäisevät toimenpiteet saataisiin alulle nopeasti

(Siddig ym. 2016). Muun muassa metsänkäyttö muuttaa usein pitkäaikaisesti olosuhteita (Juutinen & Kotiaho 2009, Dynesius & Hylander 2007), ja teiden suolaus saattaa vaikuttaa suoraan pohjaveden sähkönjohtavuuteen (Juutinen ja Kotiaho 2011). Varsinkin lähteiden luonnontilan muutoksen yhteydestä niiden sammallajiston koostumukseen on saatu viitteitä (Juutinen & Kotiaho 2009, Heino ym. 2005).

## 1.1 Sydänojan lähteikkö

Sydänojan lähteikkö sijaitsee Salon Hajalassa E18-moottoritien pohjoispuolella noin 1,2 km liittymästä numero 12 luoteeseen. Sydänojalla on tehty harsosammalkasvustojen inventointi syksyllä 2020, ja alue on rajattu luonnonsuojelualueeksi 2021 (kuvat 1 ja 2). Lähteikkö sijaitsee ympäröivää maastoa alempana notkossa, ja sitä ympäröivät mäntyvaltaiset metsätalousvaikutteiset kangasmetsät (kuva 3A). Lähteikön oma vaihettuu notkon kaltevilla reunoilla melko selvärajaisesti rahkasammalvoittoisesta hetteiköstä käenkaalin kautta varpukasvillisuuden ilmentämäksi kangasmetsäksi. Pohjavesi jatkaa purkausaukoista kulkuaan maaston muotoja mukaillen muodostaen myös allikoita. Paikoin lähteikön uomien törmät ovat jyrkät ja lähdevaikutus selvästi heikompi (kuva 3B). Pohjaveden purkausaukkojen läheisyydessä maa on usein kauttaaltaan vettä vettä, jolloin varsinaista uomaa ei erotu (kuva 4A). Muutamassa kohdassa pohjavesi purkautuu niin kutsutun tihkupinnan läpi, jossa lähteisyys on havaittavissa lähinnä sammallajiston kautta (kuva 4B). Harsosammalen esiintyminen on Sydänojan lähteiköllä painottunut sen eteläosaan.



*Kuva 1. Sydänojan luonnonsuojelualue. Muokattu kuvakaappaus Paikkatietoikkunasta ([www.paikkatietoikkuna.fi](http://www.paikkatietoikkuna.fi)), SYKEn avoimet aineistot (CC BY 4.0), yksityisten mailla olevat luonnonsuojelualueet (YSA). [6.1.2024].*



*Kuva 2. Harsosammalsiintymät tutkimuksessa. Ruuhkaisimmassa etelähaarassa 12 esiintymää. Karttaesitys on kuvakaappaus maastossa Karttaselain-sovelluksessa tallennetuista esiintymien sijaintitiedoista.*



*Kuva 3. (A) Sydänojan lähteikköä ympäröivä maasto on kangasmetsää ja itse lähteikkö sijaitsee ympäröivää maastoa selvästi alempana. (B) Lähteikön uomat eroavat toisistaan huomattavasti rakenteeltaan: paikoin törmät ovat hyvin jyrkät (vrt. kuva 4A). © Marja Hallikainen*



*Kuva 4. (A) Pohjaveden purkausaukkojen läheisyydessä maa on usein kauttaaltaan vettä eikä selvää rajaa uoman ja kuivan maan välillä ole. (B) Harsosammalversoja muun sammal-lajiston seassa tiheällä kasvustolla. © Marja Hallikainen*

## 1.2 Harsosammal

Harsosammal (kuva 5A-B) on isohko, maastossa helposti tunnistettava kirkkaan vihreä monivuotinen maksasammal. Sen kasvupaikkoja ovat varjoiset korpilähteiköt, lähdepurojen varret ja tihkupainanteet. Harsosammal kasvaa humuksella, mutta myös lahoppuulla. Harsosammal hyötyy lähteikköjen pienilmastosta, jonka vaikutuksesta kasvukausi on pidempi ja kasvualusta pysyy myös talvella sulana (Laaka-Lindberg ym. 2009). Sen levinneisyys onkin mereinen (Laaka-Lindberg ym. 2009). Vuoden 2019 Suomen lajien uhanalaisarvioinnissa harsosammal on määritelty vaarantuneeksi (VU), johon syinä ovat vesirakentaminen, ojitus ja turpeenotto, metsien uudistamis- ja hoitotoimet sekä rakentaminen (Juutinen ym. 2019). Nämä toimet uhkaavat luonnollisesti harsosammalen kasvupaikkoja.



*Kuva 5. (A) Harsosammal kasvaa muun muassa lähdepurojen varsilla happipitoisella humuksella. (B) Harsosammal on helposti tunnistettava, suurikokoinen maksasammal. © Marja Hallikainen*



### 1.3 Ympäristötekijät tutkimuksessa

Vesikemia (pH, sähkönjohtavuus) vaikuttaa lähteikköjen sammalajiston koostumukseen (mm. Tyler & Olsson 2016, Virtanen ym. 2009). Lähdeveden kemiallinen koostumus heijastaa pohjaveden kanssa kosketuksissa olevan maa- ja kallioperän koostumusta (Korkka-Niemi & Salonen 1996).

Nesteen pH (happamuus) kertoo sen vetyionien määrän. Suomessa sadeveden pH on noin 5 tai alle, pohjaveden 6,5. Pohjaveden happamuus riippuu siitä, miten kauan se viipyy maaperässä (Korkka-Niemi & Salonen 1996). Vetyionikonsentraatio vaikuttaa ravinteiden saatavuuteen: matalamman pH:n korkea vetyionipitoisuus hankaloittaa kasvien ravinteiden saantia vetyionien syrjäyttäessä liuoksessa kasveille hyödylliset kationit. Sammalissa on pH:n suhteen niin generalisteja kuin spesialisteja (Tessler ym. 2014).

Pohjaveden sähkönjohtokyky riippuu siihen liuenneiden ionien määrästä. Sähkönjohtokyvystä voidaan päätellä veden elektrolyyttipitoisuus. Pääkationit (kalsium, magnesium, natrium ja kalium) ja -anionit (bikarbonaatit, sulfaatit ja kloridit) muodostavat 90 % aineiden kokonaismäärästä liuoksessa (Korkka-Niemi & Salonen 1996). Sähkönjohtavuudella on todettu olevan yhteys lähteikköjen sammalajistoon (Bes ym. 2018, Kapfer ym. 2012). Lajiston monimuotoisuus on usein yhteydessä matalampaan sähkönjohtavuuteen (Miller ym. 2021).

Paikalliset ilmasto-olosuhteet määräävät paljolti pohjaveden lämpötilan (Korkka-Niemi & Salonen 1996). Lähteiköt tarjoavat niihin sidoksissa olevalle eliöstölle suhteellisen tasaiset olosuhteet ympäri vuoden (Eurola ym. 2015). Lähdeveden kasvuympäristön lämpötilaa tasaava vaikutus saattaa olla suotuisa myös joillekin sammalajeille (Bes ym. 2018). Kauempana purkausaukosta vesi on ollut kauemmin altistuneena ympäristön lämpötilalle ja sen lämpötilavaihteluja tasaava vaikutus heikentyy. Lehvästön peittävyuden kasvupaikalla on todettu olevan jossain määrin yhteydessä yksittäistenkin lajien esiintymiseen (Couvreur ym. 2016). Monille sammalille suotuisa tasaisen kostea mikroilmasto pysyy osaltaan yllä muun kasvillisuuden suoman tuulen- ja auringonsuojan turvin.

## 2 Menetelmät

### 2.1 Harsosammalpiisteet

Osa vuoden 2020 inventoinnissa löydetystä harsosammaleesiintymistä ei soveltunut käytettäväksi tässä tutkimuksessa hankalan sijaintinsa takia: Vaikka tutkimus sijoittui ajallisesti keskelelle pitkää hellejaksoa (heinäkuu 2021), oli lähteikkö suurilta osin niin vettynyt, että kaikkien kartoitettujen kasvustojen luokse pääseminen ei onnistunut. Kaiken kaikkiaan tutkimukseen soveltuvia harsosammalkasvustoja kertyi 16. Näistä kasvustoista 7 sijaitsi uoman palteella, 6 lahoppuulla uoman välittömässä läheisyydessä ja 3 oli hajanaisina kasvustoina tihkupinnoilla. Tihkupinnoilla kasvoi harsosammalta sekä selkeästi rajattavissa olevina mättäinä, että kokonaisuudessaan joitain kymmeniä prosentteja alasta kattavina yksittäisten hajaversojen esiintyminä.

Harsosammalkasvustojen koko vaihteli yksittäisten, pienimmillään vain 10\*10 cm tuppaiden ja laajojen, jopa 400\*600 cm tihkupintojen välillä. Kriteerinä kasvustojen erillisyydelle oli vähintään metrin etäisyys toisistaan kasvustojen reunoista mitattuna. Harsosammalkasvustojen yksilöllinen sijainti tallennettiin Karttaselain-mobiilisovelluksen avulla ETRS-TM35FIN-koordinaatteina ja maastossa kasvusto merkittiin työskentelyn helpottamiseksi puisella seipäällä, johon pisteen yksilöllinen tunnistenumero oli merkattu. Varsinainen tarkka mittauspiste harsosammalkasvustolle määriteltiin koko kasvuston pituus- ja leveysjanojen leikkauspisteen avulla. Tihkupinnoilla, joissa harsosammalta kasvoi hajaversoina, toimi näin saatu esiintymän keskipiste myös todellisena mittauspisteenä. Mättäinä kasvavien esiintymien tarkka mittauspiste määriteltiin joko välittömästi kasvuston eteen (myötävirtaan) tai kasvuston taakse (vastavirtaan), jos siihen muodostui seisovan veden allas.

### 2.2 Verrokkipisteet

Kaikille harsosammalpiisteille pyrittiin määrittelemään verrokkipisteet 1, 3 ja 5 metrin päähän harsosammalkasvuston reunasta veden virtausta myötäisesti seuraten. Ensimmäinen, metrin päässä sijaitseva verrokkipiste mitattiin harsosammalkasvuston ulkoreunasta sammalkasvuston koosta riippumatta. Seuraavat, kolmen ja viiden metrin päässä sijaitsevat pisteet mitattiin ensimmäisestä mittauspisteestä kahden ja neljän metrin päähän käsittäen jokainen verrokkipiste korkeintaan muutaman neliösentin kokoisena, jolloin pistemäisten mittauskohtien etäisyydet

pysyivät todellisina. Ensimmäisen verrokkipisteen etäisyys siis harsosammalmittauspisteen keskipisteestä vaihteli, mutta verrokkipisteiden etäisyys toisistaan ei. Näin välttyttiin isoimpien harsosammalkasvustojen kohdalla mittaamasta lähimmän verrokkipisteen kasvupaikkatekijöitä sammalesiintymän sisältä. Veden virtaamaa seuraamalla pisteiden sijainti toisiinsa nähden pysyi linjamaisena. Verrokkipisteiden valinnassa pyrittiin löytämään kunkin pistelinjan alkupäässä sijaitsevaa harsosammal pistettä veden virtauksen ja syvyyden osalta mahdollisimman hyvin vastaavat mittauspisteet ylimääräisten muuttujien vaikutuksen minimoimiseksi. Sekä virtaus että syvyys arvioitiin silmämääräisesti. Virtauksen ja syvyyden arviointi koski lähinnä pistelinjoja, joiden veden ominaisuudet mitattiin seisovasta tai virtaavasta vedestä. Tihkupintoja vastaavien verrokkipisteiden löytäminen osoittautui haastavammaksi, sillä vetinen maa päättyi usein jo muutaman metrin etäisyydellä uomaan tai kuivaan maahan. Tihkupintojen tapauksessa osa verrokkipisteistä jäikin määrittämättä ja mittaukset niiden osalta puutteelliseksi (taulukko 1). Kuten harsosammalkasvustoista, myös verrokkipisteistä tallennettiin pistekohtaiset koordinaatit.

*Taulukko 1. Mittauspistekohtaiset otoskoot. Taulukon lyhenteet ovat, harsosammalkasvusto (Tt), metrin päässä mittauslinjan aloittaneesta harsosammalkasvustosta sijaitseva verrokkipiste (V1), kolmen metrin päässä linjan aloittavasta harsosammalkasvustosta sijaitseva verrokkipiste (V3) ja viiden metrin päässä linjan aloittavasta harsosammalkasvustosta sijaitseva verrokkipiste (V5).*

Mittauspiste	n
Tt	16
V1	12
V3	14
V5	14

### 2.3 Kasvupaikkatekijät

Kasvupaikan varjostuneisuus arvioitiin kohtisuoraan mittauspisteen yläpuolelta silmämääräisesti 4 m<sup>2</sup> alalta. Varjostuneisuuden arviointia ei tässä tutkimuksessa rajoitettu pelkkään lehvästön peittävyYTEEN, sillä sammalet ovat kasvutavaltaan suhteellisen matalia, jolloin myös esimerkiksi korkea saniaiskasvusto riittää varjostamaan niitä ja vaikuttamaan sammalkasvustoa ympäröivään mikroilmastoon. Pilvisyys oli jokaisena neljänä maastotyöpäivänä toisiaan vastaan eikä häirinyt varjostuneisuuden arviointia. Lähdeveden pH, sähkönjohtokyky ja lämpötila mitattiin maastossa Milwaukee Instrumentsin MW803 monitoimimittarilla, joka ilmaisee

jokaisen edellä mainitun suureen yhdellä mittauskerralla saamat arvot. Laitteen nesteeseen upotettavan kärjen elektrodi huuhdeltiin vesijohtovedellä pisteiden välillä. Muuten laitteen käytössä noudatettiin valmistajan tarjoamia ohjeita. Pisteissä, joissa lähdevesi seiso i tai virtasi altaassa suoritettiin mittaukset suoraan vedestä. Tihkupintojen ja niiden verrokkipisteiden vesi sen sijaan pakotettiin esille upottamalla matala, tilavuudeltaan 2 dl muoviasia vettyneeseen maahan, ja mittaus suoritettiin näin muodostuneesta lammikosta sen veden asetuttua.

## 2.4 Tilastolliset analyysit

Taulukoiduille pistetyyppikohtaisille mittaustuloksille suoritettiin tilastolliset analyysit SAS Enterprise Guide -ohjelmiston Linear models -valikkotyökaluja käyttäen. Varianssianalyysiin selittäväksi muuttujaksi asetettiin pistetyyppi, joita tutkimuksessa oli neljä: harsosammalpieste (Tt) ja verrokkipisteet kolmelle eri etäisyydelle (V1, V3 ja V5). Kullekin selitettävälle muuttujalle (pH, sähkönjohtokyky, lämpötila, peitteisyys) suoritettiin oma analyysinsä. Varianssianalyysin oletukset eivät täytyneet pH:n ja peitteisyyden kohdalla, joten näille suoritettiin lisäksi ei-parametrinen Kruskal-Wallis test i.

## 3 Tulokset

Taulukkoon 2 on koottu eri kasvupaikkatekijöiden tunnusluvut pistetyypeittäin. Kaikkien mittauspistetyyppien lähdeveden pH:n keskiarvo oli alle neutraalin ( $\text{pH} < 7$ ). Yksittäisistä mittaustuloksista korkein pH mitattiin harsosammalpiesteestä (taulukko 2). Eri pistetyypeistä mitatuissa pH:n arvoissa ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa (ANOVA:  $F_{3,52} = 0,93$ ,  $p = 0,43$ ). Kokeuspohjaisesti sähkönjohtokyky sai maastomittauksissa muuttujista vaihtelevimpia arvoja. Mittauksen häiriöherkkyys esimerkiksi humuspartikkeleille on mahdollinen. Sähkönjohtokyvyssä (ANOVA:  $F_{3,52} = 1,76$ ,  $p = 0,17$ ) ei ollut merkittävää eroa eri pistetyyppien välillä. Myöskään veden lämpötilan suhteen pistetyyppien välillä ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa (ANOVA:  $F_{3,52} = 0,55$ ,  $p = 0,65$ ).

Sähkönjohtavuuden tavoin myös peitteisyys vaihteli mittauspisteissä kohtuullisen paljon. Avonaisinta oli niiden harsosammalpiesteiden päällä, jotka kasvoivat uoman palteella: uoma aikaansa luonnollisen aukon muuhun kasvillisuuteen, vaikka monin paikoin sen poikki makasikin esimerkiksi kaatuneita puita. Peitteisintä oli sellaisten harsosammalkasvustojen päällä, jotka

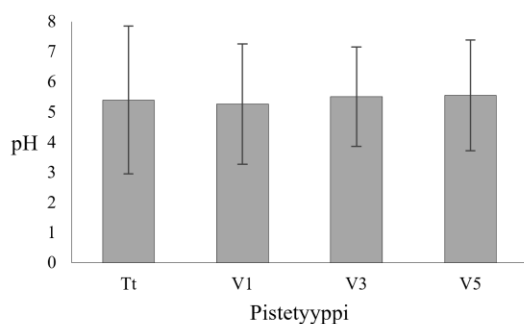
kasvoivat puun tai saniaistuppaan juurella. Niin ikään peitteisyydessä ei ollut pistetyyppien välillä tilastollisesti merkittävää eroa (ANOVA:  $F_{3,52} = 0,24$ ,  $p = 0,87$ ).

*Taulukko 2. Muuttujien keskiarvot mittauspistetyypeittäin (\*), keskihajonta, vastaavat minimi- ja maksimiarvot, otoskoko n sekä alempi ja ylempi 95 % luottamusväli kullekin keskiarvolle. Taulukon lyhenteet ovat, harsosammalkasvusto (Tt), metrin päässä mittauslinjan aloittaneesta harsosammalkasvustosta sijaitseva verrokkipiste (V1), kolmen metrin päässä linjan aloittavasta harsosammalkasvustosta sijaitseva verrokkipiste (V3) ja viiden metrin päässä linjan aloittavasta harsosammalkasvustosta sijaitseva verrokkipiste (V5). Koko aineiston minimi- ja maksimiarvot on lihavoitu.*

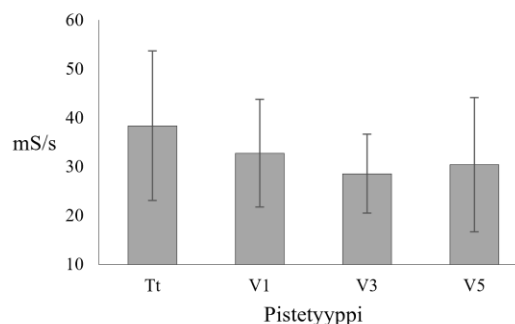
* muuttuja	keski-arvo	keski-hajonta	minimi	maksimi	n	alempi lv 95%	ylempi lv 95%
pH	5,39	0,52	4,37	<b>6,12</b>	16	5,11	5,67
sähkönjohtavuus	38,38	15,31	21	69	16	30,22	46,53
veden lämpötila °C	13,95	2,45	<b>8,4</b>	18,1	16	12,64	15,26
Tt peittävyys %	71,2	21,81	30	<b>98</b>	15	59,12	83,28
pH	5,26	0,67	<b>3,98</b>	5,87	12	4,84	5,69
sähkönjohtavuus	32,75	11	19	50	12	25,76	39,74
veden lämpötila °C	14,09	2	11,6	17,9	12	12,83	15,36
V1 peittävyys %	65,67	27,48	<b>10</b>	<b>98</b>	12	48,2	83,13
pH	5,51	0,4	4,68	6,03	14	5,28	5,74
sähkönjohtavuus	28,57	8,07	<b>17</b>	42	14	23,91	33,23
veden lämpötila °C	13,46	1,65	10,7	16,6	14	12,51	14,42
V3 peittävyys %	72,71	22,07	40	<b>98</b>	14	59,97	85,46
pH	5,55	0,3	5,1	6,04	14	5,38	5,73
sähkönjohtavuus	30,43	13,75	20	<b>75</b>	14	22,49	38,37
veden lämpötila °C	13,23	1,84	10,1	<b>18,3</b>	14	12,17	14,29
V5 peittävyys %	67,71	24,59	20	<b>98</b>	14	53,52	81,91

Lähdeveden pH:lle ja kasvupaikan peitteisyydelle suoritetuissa ei-parametrisissa Kruskal-Wallis testissä pistetyyppien välillä ei löytynyt merkitseviä eroja, ja niiden tulokset olivat siten yhtenevät edellä esitettyjen varianssianalyysien kanssa. Tulosten graafinen tarkastelu tukee analyysien tuloksia: kaikkien neljän kasvupaikkatekijän pistetyyppikohtaiset keskiarvot ovat liki toisiaan keskihajontojen limittyessä myös suurilta osin (kuvat 6A-D).

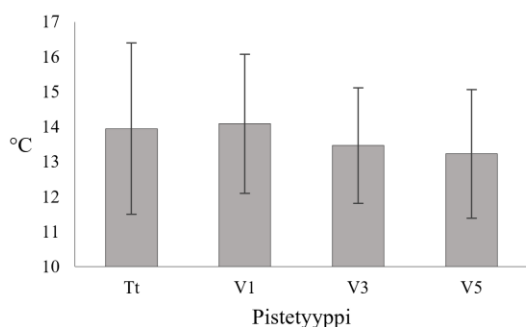
A) vetyionipitoisuus



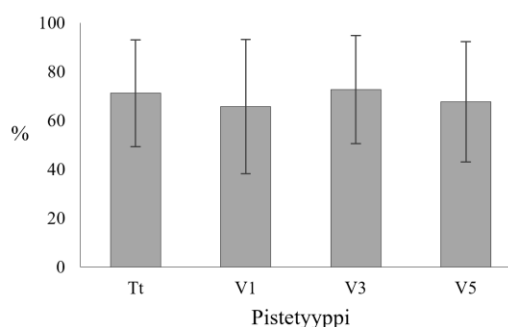
B) sähkönjohtokyky



C) lämpötila



D) peitteisyys



Kuva 6. Keskiarvot ja keskihajonnat mitatuille kasvupaikkatekijöille. A: veden happamuus (pH), B: sähkönjohtavuus (mS/s), C: veden lämpötila(°C) ja D: päällyskasvuston peittävyys (%) mittauspisteellä.

Kasvupaikkatekijöistä keskenään korreloivat pH ja lämpötila ( $r = 0,541$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 56$ ) sekä lämpötila ja sähkönjohtokyky ( $r = 0,36$ ;  $p = 0,006$ ;  $n = 56$ ). Usein keskenään korreloivat pH ja sähkönjohtokyky (esimerkiksi Miller ym. 2021). Tästä aineistosta niiden välistä korrelaatiota ei kuitenkaan löytynyt ( $r = 0,12$ ;  $p = 0,395$ ;  $n = 56$ ).

#### 4 Pohdinta

Tutkimuksessa ei käynyt ilmi kasvupaikkatekijöiden yhteyttä harsosammalen esiintymiseen Sydänojan lähteiköllä. Kuten sammalen esittelykappaleessa todettiin, on harsosammal monivuotinen sammal, eikä sen vaste ympäristön muutoksille siten ole yhtä nopea kuin yksivuotisilla organismeilla. Tämä todennäköisesti tekee harsosammalen käytöstä nopeiden ja pienialaisten muutosten havaitsemisessa haastavaa, ja se voi osittain selittää miksi Sydänojalla ei havaittu selvää yhteyttä mitattujen kasvupaikkatekijöiden ja harsosammalen esiintymisen välillä. Lisäksi täysin veden alla kasvavat sammat ovat luonnollisesti alttiimpia ympäristönsä (vesiliuoksen) muutoksille, kun taas humuksella ja lahpuulla kasvavan – vaikkakin lähdeympäristöön

ja mesotrofiaan sidonnaisen – harsosammalen paikallista levittäytymistä lähdeveden kemia ei välttämättä sanele niin voimakkaasti, että se voitaisiin tällaisessa tutkimuksessa havaita.

Harsosammal leviää Euroopassa pääasiassa kasvullisesti (Laaka-Lindberg ym. 2009, Pohjamo ym. 2007). Harsosammalen jokseenkin satunnaiselta vaikuttava esiintyminen Sydänojalla saattaa osaltaan kertoa kasvupaikkaolosuhteiden vaihtelun olevan lähteikön alueella sen verran vähäistä, että harsosammalen esiintymistä alueella eivät mitatut kasvupaikkatekijät merkittävästi sanele, vaan se löytää suhteellisen helposti jalansijan leviäintensä avulla. Toisaalta harsosammal vaikuttaa investoivan enemmän kilpailuun ja kasvuston koon kasvattamiseen kuin leviämiseen (Pohjamo ym. 2007), mikä puolestaan selittänee osittain esiintymisen painottumista tiettyihin lähteikön osiin (kuva 2).

Useampien kasvupaikkatekijöiden sisällyttäminen tutkimukseen saattaisi tuoda lisävalaistusta harsosammalen kasvupaikkamieltymyksiin. Lähteikköjen sammalyhteisötutkimuksissa on käytetty muuttujina muassa kasvupaikan kaltevuutta (Couvreur ym. 2016), samoin kuin tarkempaa veden kemian erittelyä (Couvreur ym. 2016) ja ilmasto-olosuhteita (Miller ym. 2021, Bes ym. 2018). Eri kasvupaikkatekijöiden yhteisvaikutus saattaa myös sanella esiintymistä yksittäisiä tekijöitä voimakkaammin (mm. Miller ym. 2021): kasvupaikan sopivuus on monen tekijän summa. Bioottisten tekijöiden (kilpailu, seuralaislajit) mahdollista vaikutusta pienen alueen sisällä lajin esiintymiseen ei myöskään sovi unohtaa.

Sydänojalla suurin osa harsosammalkasvustoista kasvaa joko humuksella tai lahoppuulla, minkä takia mittauspisteen etäisyydessä kasvustosta oli turvauduttava lähimpään mahdolliseen sen sijaan, että mittaus olisi tehty tarkalleen kasvuston kohdalta (vrt. esim. Hedenäs & Kooijman 2004). En sisällyttänyt analyyseihin tietoa mahdollisista mittausvyöhykkeiden (1,3 ja 5 metriä kasvustosta) päällekkäisyyksistä, toisin sanoen suurimmat etäisyydet tietystä kasvustosta voivat olla toisen kasvuston lähellä ja niin edelleen. Tämä olisi vaatinut tarkempia menetelmiä niin mittauslaitteiston kuin paikkatietoaineiston käsittelynkäin suhteen. Silmämääräisesti voidaan sanoa lähteikön eteläosan kasvustojen ja niiden verrokkipisteiden (kuva 2) olevan tälle virhelähteelle kriittisin osa otannassa.

Pohjaveden purkausaukkojen paikallistaminen olisi edelleen tarkentanut tutkimusta: niiden välittömässä läheisyydessä vesi on ollut lyhyimmän aikaa maanpintaisen ympäristön kanssa kosketuksessa. Purkausaukkojen mukaan ottaminen mittauspisteiden lisäksi olisi voinut tuoda tu-

loksissa esiin selvemman ympäristötekijöiden gradientin suhteessa harsosammalen esiintymiseen, lisänä edellä mainitun limittäisyyden vaikutuksen huomioiminen. Tutkimusalueen lohkoaminen suurempiin osiin (esimerkiksi haarat, joissa kasvaa harsosammalta ja haarat, joissa ei kasva harsosammalta) tai verrokkipisteiden sijainnin täydellinen satunnaistaminen olisi voinut tuoda esille mahdollisen yhteyden mitattujen kasvupaikkatekijöiden ja harsosammalkasvustojen esiintymisen välillä. Toisaalta lähteikön uomien ominaisuudet ovat toisiinsa nähden niin erilaiset, etteivät ne ole suoraan vertailukelpoisia (kuvat 3A ja 4B). Myös otoskoon riittävyys olisi heikentynyt näillä toimenpiteillä.

Harsosammalen kasvupaikkavaatimuksen selvittämisessä vesikemian ja veden lämpötilan sekä kasvupaikan mikroilmaston suhteen olisi tutkimuksiin tulevaisuudessa hyvä sisällyttää useampi lähteikkö, mukaan lukien sellaisia, joissa harsosammalta ei tavata, vaikka esimerkiksi leveysaste, geologia ja topografia eivät poikkea merkittävästi tai niiden eroavuudet otetaan huomioon. Tällä vältettäisiin myös pienen tutkimusalan aiheuttama spatiaalinen autokorrelaatio. Laajemmassa tutkimuksessa saattaisi olla hedelmällistä sisällyttää muuttujaksi ihmislähtöisiä tekijöitä, kuten jo johdannossa mainitut teiden suolauksen taso ja metsänkäyttö. Vaikuttaako ympäröivän metsän käyttö pohjaveden ominaisuuksilta samanarvoisilla lähteiköillä harsosammalen esiintymiseen tai toisin päin – riittääkö suojaisa lähteikkö ylläpitämään harsosammalen esiintymiä, jos esimerkiksi tiesuola muuttaa lähteen vesikemiaa? Näillä lisäyksillä voisi myös terävöittää tutkimustulosten sovellettavuutta suojelutoimenpiteiden tueksi.



## Lähteet

- Ceschin, S., Aleffi, M., Bisceglie, S., Savo, V. & Zuccarello, V. (2011). Aquatic bryophytes as ecological indicators of the water quality status in the Tiber River basin (Italy). *Ecological Indicators* 14:74-81.
- Couvreur, J.-M., San Martin, G. & Sotiaux, A. (2016). Factors affecting the presence and the diversity of bryophytes in the petrifying sources habitat (7220) in Wallonia and the Brussels-Capital Region, Belgium. *International Journal of Agronomy* 16: doi.org/10.1155/2016/5365412
- Bes, M., Corbera, J., Sayol, F., Bagaria, G., Jover, M., Preece, C., Viza, A., Sabater, F. & Fernández-Martínez, M. (2018). On the influence of water conductivity, pH and climate on bryophyte assemblages in Catalan semi-natural springs. *Journal of Bryology* 40:149-158.
- Dynesius, M. & Hylander, M. (2007). Resilience of bryophyte communities to clear-cutting of boreal stream-side forests. *Biological Conservation* 135:423-434.
- Eurola, S., Huttunen, A., Kaakinen, E., Kukko-oja, K., Saari, V., Salonen, V. (2015). *Sata suotyyppiä. Opas Suomen suokasvillisuuden tuntemiseen*. Thule-instituutti, Oulangan tutkimusasema, Oulun yliopisto. Oulu 2015. 112 s.
- Hedenäs, L. & Kooijman, A. (2004). Habitat differentiation within *Palustriella*. *Lindbergia* 29:40-50.
- Heino, J., Virtanen, R., Vuori, K.-M., Saastamoinen, J., Ohtonen, A. & Muotka, T. (2005). Spring bryophytes in forested landscapes: Land use effects on bryophyte species richness, community structure and persistence. *Biological Conservation* 124:539-545.
- Juutinen, R., Syrjänen, K., Korvenpää, T., Laitinen, T., Ahonen, I., Huttunen, S., Korvenpää, T., Kypärä, T., Parnela, A., Ryömä, R. & Ulvinen, T. (2019). Sammalet. Julk.: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. S.157-181.
- Juutinen, R. & Kotiaho, J.S. (2009). Lähteikköjen luonnontilan ja sammallajiston pitkäaikaismuutokset. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 19/2009. 118 s.
- Juutinen, R. & Kotiaho, J.S. (2011). Finnish Forest Act as a conservation tool in protecting boreal springs and associated bryophyte flora. *Boreal Environment Research* 16: 136-148.
- Laaka-Lindberg, S., Anttila, S., Syrjänen, K. (toim.). (2009). *Suomen uhanalaiset sammalet*. Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus. Helsinki 2009. 347 s.
- Lammi, A., Kokko, A., Kuoppala, M., Aroviita, J., Ilmonen, J., Jormola, J., Karonen, M., Kotanen, J., Luotonen, H., Muotka, T., Mykrä, H., Rintanen, T., Sojakka, P., Teeriaho, J., Teppo, A., Toivonen, H., Urho, L. & Vuori, K.-M. (2018). Sisävedet ja rannat. Julk.: Kontula, T. &

Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa I: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. S. 81-116.

Miller, T.K., Heegaard, E., Hassel, K. & Kapfer, J. (2021). Environmental variables driving species composition in subarctic springs in the face of climate change. *Journal of Vegetation Science* 32. doi.org/10.1111/jvs.12955.

Pohjamo, M., Korpelainen, H. & Kalinauskaite, N. (2007). Restricted gene flow in the clonal hepatic *Trichocolea tomentella* in fragmented landscapes. *Biological Conservation* 141:1204-1217.

Proctor, M.C.F. & Tuba, Z. (2002). Poikilohydry and homoihydry: antithesis or spectrum of possibilities? *New Phytologist* 156:327-349.

Siddig, A.A.H., Ellison, A.M., Ochs, A., Villar-Leeman, C. & Lau, M.K. (2016). How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in *Ecological Indicators*. *Ecological Indicators* 60:223-230.

Tessler, M., Truhn, K.M., Bliss-Moreau, M. & Wehr, J.D. (2018). Diversity and distribution of stream bryophytes: Does pH matter? *Freshwater Science* 33:778-787.

Tyler, T. & Olsson, P.A. (2016). Substrate pH ranges of south Swedish bryophytes – Identifying critical pH values and richness patterns. *Flora* 223:74-82.

Virtanen, R., Ilmonen, J., Paasivirta, L. & Muotka, T. (2009). Community concordance between bryophyte and insect assemblages in boreal springs: a broad-scale study in isolated habitats. *Freshwater Biology* 54:1651-1662.