

Ville Soininen

# RANTAL Aiduntamisen VAIKUTUKSET RANNIKON UIMAVESIIN

Saastelähteiden jäljittäminen ja  
rannikon vesien rehevöityneisyys

Opinnäytetyö  
Ympäristötekniologia, YAMK

2020



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Ville Soininen	Insinööri (YAMK)	Tammikuu 2020
<b>Opinnäytetyön nimi</b>		
Rantalaiduntamisen vaikutukset rannikon uimavesiin -Saastelähteiden jäljittäminen ja rannikon vesien rehevöityneisyys		101 sivua 6 liitesivua
<b>Toimeksiantaja</b>		
Kalajoen kaupunki		
<b>Ohjaajat</b>		
Yliopettaja Arto Sormunen, FT dos. Tarja Pitkänen, ELL Inkeri Eronen		
<b>Tiivistelmä</b>		
<p>Rantalaiduntamisen vaikutuksia tutkittiin uimakausien 2018 ja 2019 aikana kolmessa eri kohteessa Perämeren rannikolla. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, missä määrin uimavesiin voi päätyä ulosteperäisiä epäpuhtauksia rantalaitumilta ja voiko ulosteperäisestä saastumisesta aiheutua terveyshaittaa uimavesien välityksellä. Lisäksi tutkimuksessa seurattiin uimavesien ravinnepitoisuuksia, sillä Perämeren rannat voivat olla voimakkaasti rehevöityneitä ja jopa umpeenkasvaneita.</p>		
<p>Vesinäytteistä määritettiin suolistoperäistä saastumista kuvaavat indikaattoribakteerit, joilla arvioitiin veden hygieenistä laatua suhteessa uimavesiasetuksessa 177/2008 säädettyihin laatuluokkiin. Vedessä esiintyvien ulostebakteerien lähteitä jäljitettiin isäntäspesifisiksi tunnistettujen geenisekvenssien havaitsemiseen perustuvaa kvantitatiivista PCR-tekniikkaa hyödyntäen. Tällä menetelmällä selvitettiin, esiintyykö vesinäytteessä naudoista, lampaista, ihmisistä, koirista, hevosista, sioista ja lokeista sekä yleisemmin linnuista peräisin olevaa ulostetta. Lisäksi tutkittiin valikoitujen taudinaiheuttajamikrobien esiintymistä uimavesissä. Näillä menetelmillä osoitettiin ulosteperäisen saastumisen lähteet analyysivalikoimaan kuuluneiden eläinlajien osalta sekä arvioitiin saastumisen merkittävyyttä ja vesien virkistyskäyttöön liittyvää riskitasoa. Lisäksi ranta-alueiden vesien tilaa seurattiin tutkimalla typpi- ja fosforipitoisuuksia sekä niiden jaksottaista vaihtelua. Tuloksia verrattiin ELY-keskusten vuosina 2018-2019 laatimaan sisempien ja ulompien rannikkovesien ekologisen tilan arvioon.</p>		
<p>Kuivalla ja kuumalla uimakaudella 2018 ei havaittu yhtään uimavesien saastumistapahtumaa. Uimakausi 2019 oli viileä ja loppukesää kohden sateinen, jolloin kahdessa kohteessa havaittiin yhteensä kolme uimavesien saastumistapahtumaa. Yhden saastumistapahtuman aiheuttajaksi voitiin osoittaa laiduneläinten ulosteet ja yhden uimarannan edustalla olevassa saareissa esiintyvä suuri lintupopulaatio. Lisäksi ranta-alueiden vedet kärsivät etenkin fosforikuormituksesta. Fosforia on ranta-alueen vesissä sisempiä ja ulompia rannikkovesiä runsaammin.</p>		
<p>Tutkimuksessa voitiin osoittaa, että laiduneläinten ulosteet voivat aiheuttaa merkittävää ulosteperäistä saastumista lähialueen uimavesille. Tämän vuoksi rantalaiduntamista ei tule käyttää ympäristöhoitokeinona uimarantojen välittömässä läheisyydessä. Lisäksi kokonaisravinneseurannassa havaittiin vesistön sisältävän runsaasti fosforia, joka osaltaan kiihdyttää rannikkoalueella ongelmaksi koettua rantojen ruovikoitumista ja umpeenkasvamista.</p>		
<b>Asiasanat</b>		
Uimavesien ulosteperäinen saastuminen, saastelähteiden jäljittäminen, Perämeren rehevöityminen, rantalaiduntaminen		

Author (authors)	Degree	Time
Ville Soininen	Master of Engineering	January 2020
<b>Thesis title</b> Impacts of the Coastal Pastures on Bathing Water - Microbial Source Tracking and Eutrophication of Coastal Waters		101 pages 6 pages of appendices
<b>Commissioned by</b> City of Kalajoki		
<b>Supervisor</b> Principal Lecturer Arto Sormunen, PhD, Adjunct Professor Tarja Pitkänen, LVM Inkeri Eronen		
<p><b>Abstract</b></p> <p>Impacts of the coastal pastures were examined during bathing seasons 2018 and 2019 on three beaches on the coast of the Bothnian Bay. The study aimed to specify if the grazing cattle on coastal meadows would affect the bathing water quality and thus can cause waterborne health risks to swimmers. As the coast of the Bothnian Bay is known to be highly eutrophicated and overgrown, the nutrients of bathing water were also monitored.</p> <p>Fecal indicator bacteria were analyzed for the evaluation of hygienic quality of the bathing water. The results were compared to the bathing water quality regulations. Fecal contamination sources were tracked by using quantitative PCR methods, which can identify fecal bacteria originating from cattle, sheep, humans, dogs, horses, swine, gulls and poultry. Moreover, the occurrence of selected pathogens was analyzed. The significance of fecal contamination was examined, and contamination sources were indicated by these methods. These observations formed the basis for the evaluation of public health risks originating from cattle feces on coastal pastures near the beaches. The nutrient content of coastal waters was monitored by nitrogen and phosphorous samples. The results were compared to the assessment of ecological state in the Bothnian Bay implemented by Centre for Economic Development, Transport and the Environment in 2018-2019.</p> <p>The weather in the bathing season 2018 was dry and hot. The fecal indicator bacteria levels were low. The weather in the bathing season 2019 was temperate and rainy. Three incidents of fecal contamination were detected on two beaches with high counts of fecal bacteria in bathing water. Based on the fecal source tracking results, one of the incidents originated from the feces of the grazing cattle and another from the feces of the nesting birds proximate to the beach. In addition, the coastal waters were observed to suffer from eutrophication. The main concern is the high phosphorous concentration in the water.</p> <p>This study indicated that the cattle of the coastal meadows could cause considerable fecal contaminant load to the bathing waters in their vicinity. Evidently, cattle should not be grazing too near public beaches. Furthermore, coastal water was detected to contain abundantly phosphorus, which could catalyze, for example, the growth of the reed bed.</p>		
<p><b>Keywords</b></p> <p>Fecal contamination of recreational waters, microbial source tracking, eutrophication of the Bothnian Bay, coastal meadows</p>		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	UIMAVESIEN VALVONTA JA VESISTÖJEN VIRKISTYSKÄYTTÖ .....	10
2.1	Uimarantojen ylläpito sekä uimavesien laadun valvonta ja raportointi .....	10
2.2	Vesistöjen virkistyskäyttö ja niiden vaikutukset hyvinvointiin .....	12
2.3	Virkistyskäyttöön ja matkailuun liittyvä kaupallinen merkitys Suomessa.....	13
3	VESIEN LAADUN HYGIEENINEN ARVIOINTI JA SAASTELÄHTEIDEN JÄLJITTÄMINEN .....	14
3.1	Indikaattoribakteerit uimavesien laadun seurannassa .....	15
3.1.1	<i>E. coli</i> ja suolistoperäiset enterokokit indikaattoribakteereina .....	16
3.1.2	Rannikon ja sisämaan vesillä omat laatuluokituksen raja-arvot.....	17
3.2	Saastelähteiden jäljittäminen .....	18
3.2.1	PCR-menetelmään liittyvää epävarmuutta.....	19
4	MIKROBIEN SÄILYMINEN UIMAVESISÄ JA UIMARIN ALTISTUMINEN TAUDINAIHEUTTAJILLE.....	20
4.1	Uimarin altistuminen uimavesivälitteisille infektiolle .....	20
4.2	Mikrobien säilyminen vesiympäristössä ja rantahiekassa .....	22
4.3	Saastumisen kesto ja ennustettavuus .....	23
4.4	Ihmisperäiset mikrobit yleensä eläinperäisiä haitallisempia .....	24
4.5	Zoonoosit.....	25
4.6	Uimavesivälitteisiä epidemioita .....	26
5	TUTKIMUSALUEEN VESISTÖN OMINAISPIIRTEET .....	27
5.1	Perämeren fysikaaliset ominaispiirteet .....	27
5.1.1	Vähäsuolaista murtovettä .....	28
5.1.2	Veden virtaukset ja korkeuden vaihtelu .....	29
5.1.3	Perämeren lämpeneminen.....	30
5.2	Ravinnekuormitus ja rehevöityminen .....	30
5.2.1	Sisäinen kuormitus .....	32

5.3	Pintavesien luokittelun periaatteet .....	33
5.3.1	Pintavesien tilan ekologinen ja kemiallinen luokittelu.....	33
5.3.2	Pintavesien käyttökelpoisuusluokittelu.....	34
5.4	Perämeren ekologinen tila hankealuetta ympäröivillä vesistöalueilla.....	35
5.5	Tulevaisuuden näkymät.....	35
6	RANTAL Aiduntaminen .....	36
6.1	Perinnebiotoopit.....	37
6.2	Rantaniittyjen kasvi- ja eliölajisto .....	38
6.3	Ravinnekiertoa rantalaitumella.....	40
6.4	Rantalaiduntamisen ongelmakohtia.....	41
6.5	Luonnonlaitumien imagolliset ja taloudelliset hyödyntämismahdollisuudet .....	43
6.6	Ympäristöhoitosopimukset tukevat perinnebiotooppien hoitoa .....	43
7	TUTKIMUSKOhteet JA TUTKIMUSMENETelmät.....	45
7.1	Tutkimuskohteet .....	45
7.1.1	Tutkimuskohde A.....	45
7.1.2	Tutkimuskohde B.....	46
7.1.3	Tutkimuskohde C.....	47
7.1.4	Vertailukohde V .....	48
7.2	Vesien hygieenisen laadun arviointi.....	49
7.3	Veden laatuluokan arvioiminen.....	50
7.4	Näytteenotto .....	51
7.5	Tutkimuksen aineisto .....	51
7.6	Näytteiden analysointimenetelmät .....	52
8	TULOKSET.....	54
8.1	Taudinaiheuttajamikrobien esiintyminen.....	54
8.2	Indikaattoribakteerit ja uimavesiluokat .....	55
8.3	Suolistoperäisten saastelähteiden jäljittäminen .....	56
8.4	Saastumistapahtumat tutkimuskohteissa.....	57
8.4.1	Nautakarjan aiheuttama ulosteperäinen saastumistapahtuma .....	57

8.4.2	Lintujen aiheuttama ulosteperäinen saastumistapahtuma .....	58
8.5	Mikrobiologisten muuttujien välistä vertailua .....	61
8.6	Havaintopaikkojen väliset erot saastelähteissä .....	61
8.6.1	Laiduneläimiin viittaavan markkerin esiintyminen tutkimuskohteissa .....	61
8.6.2	Lintuihin ja erityisesti lokkeihin viittaavien markkereiden esiintyminen tutkimuskohteissa .....	63
8.7	Rantojen rehevöityneisyys .....	64
9	TULOSTEN TARKASTELU .....	67
9.1	Uimavesien hygieeninen laatu ja saastelähteiden jäljitys .....	67
9.1.1	Sää ja uimavesien laatu .....	67
9.1.2	Saastumiseen vaikuttavan välietäisyyden tarkastelua .....	68
9.1.3	Nautakarjan aiheuttama ulosteperäinen saastumistapahtuma .....	69
9.1.4	Lintujen aiheuttama ulosteperäinen saastumistapahtuma .....	70
9.1.5	Lampaiden vaikutus jäi vähäiseksi .....	71
9.1.6	Uimareihin kohdistuvat terveysriskit .....	71
9.2	Rantojen rehevöityneisyys .....	72
9.3	Yhteenveto rantalaiduntamisesta Perämeren rannikolla .....	74
9.4	Tulosten luotettavuus .....	76
9.4.1	Aineistoon ja vaikutusten arviointiin liittyvät puutteet .....	77
9.4.2	Huomioitavaa saastelähteiden jäljityksestä .....	78
9.4.3	Huomioitavaa kokonaisravinnenäytteistä .....	79
9.4.4	Huomioitavaa hankealueesta .....	80
10	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	81
10.1	Toimenpide-ehdotukset .....	81
10.2	Jatkotutkimustarpeet .....	82
	LÄHTEET .....	83

## LIITTEET

Liite 1. NÄYTTEENOTTOSUUNNITELMA 2018

Liite 2. SAASTELÄHTEIDEN JÄLJITYSTULOKSET

Liite 3. INDIKAATTORIMIKROBIEN TULOKSET 2018-2019

Liite 4. UIMAVESIEN VALVONTANÄYTTEIDEN TULOKSET 2008-2017

## 1 JOHDANTO

Rantaniityt ja hakamaat ovat perinnebiotyyppejä, jotka ovat katoavaa maisemaa laiduneläinten ja rehuntuotannon siirryttyä viljellyille ja keinolannoitetuille pelloille. Rantalaiduntamista on pyritty elvyttämään ja palauttamaan ympäristönhoitokeinona, sillä Perämeren ranta-alueet ovat voimakkaasti ruovikoituneita ja umpeen kasvaneita. Rantalaiduntamisella on monia positiivisia vaikutuksia ympäristöön, mutta merkittävin hyöty saavutetaan avartuvien niittyjen maisemallisista arvoista sekä rantaniityille palaavien alkuperäislajien ja eliöstön monipuolistumisesta. (Lehtomaa ym. 2018a, 242-247; Niemelä 2012, 7) Rantalaidunten uudelleen yleistyessä ei ole välttytty kaikilta lieveilmiöiltä. Muun muassa huoli hygieniahaitoista ja niiden terveysriskeistä on noussut esiin virkistysalueiden käyttäjien ja valvontaviranomaisten keskuudessa.

Rantalaiduntamisen ongelmakohdat keskittyvät pääosin eläinten vesihuoltojärjestelyihin, sillä tyypillisellä rantalaitumella eläimet käyvät juomassa rannassa. Eläinten liikkua vesirajan tuntumassa voi ulosteita päätyä suoraan vesistöön sekä ranta-alueen huuhtoumavyöhykkeelle. Myös varsinaisilta laidunalueilta voi ulosteperäistä ainesta huuhtoutua vesistöön voimakkaiden sateiden ja suurien vedenkorkeuden vaihtelujen vuoksi. Karjanlannassa voi esiintyä ihmisille infektioita aiheuttavia mikrobeja, joista merkittävin riski liittyy EHEC-bakteeriin ja *Cryptosporidium*-alkueläimeen (Ruokavirasto 2019b; THL 2015). Ulosteeet kuitenkin sekoittuvat ja laimenevat rannikolla suhteellisen suureen vesimäärään, mutta paikallisesti vedenvaihtuvuudessa voi olla eroja. Tämän vuoksi tutkimuskohteiksi valittiin laidunalueiden sijoittelun ja rannikon erityispiirteiden perusteella vaihtelevia uimarantoja.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, missä määrin rantalaitumilta voi päätyä uimavesiin ulosteperäisiä epäpuhtauksia. Vesien hygieenistä laatua tutkittiin uimakausien 2018 ja 2019 aikana kolmessa eri kohteessa Perämeren rannikolla Siikajoella ja Raahessa. Vesinäytteistä määritettiin yleistä suolistoperäistä saastumista kuvaavat indikaattoribakteerit, joilla arvioitiin veden hygieenistä laatua uimavesiasetuksessa säädettyihin raja-arvoihin vertailemalla. Vedessä esiintyvien ulostebakteerien lähteitä jäljitettiin isäntäspesifiksi tunnistettujen geenisekvenssien havaitsemiseen perustuvaa kvantitatiiv-



vista PCR-tekniikkaa (qPCR) hyödyntäen. Tällä menetelmällä pystyttiin selvittämään, esiintyykö vesinäytteessä naudoista, lampaista, ihmisistä, koirista, hevosista, sioista ja lokeista sekä yleisemmin linnuista peräisin olevaa ulostetta. Lisäksi tutkittiin valikoitujen taudinaiheuttajamikrobien esiintymistä uimavesissä. Näillä menetelmillä voitiin osoittaa ulosteperäisen saastumisen lähteet valikoimaan kuuluneiden muuttujien osalta sekä arvioida saastumisen merkittävyyttä ja vesien virkistyskäyttöön liittyvää riskitasoa.

Perämeren rannikolla on suhteellisen paljon rantalaitumia, minkä vuoksi alue soveltui hyvin tämän tutkimuksen toteuttamiseen. Tutkimuksessa kerätystä uudesta tiedosta on hyötyä arvioitaessa laidunalueiden vesistöille aiheuttamia hygieenisistä riskejä. Näiden pohjalta laadittiin ehdotuksia toimenpiteistä, joilla hygieniahaittoja voidaan vähentää ja mahdollisuuksien mukaan estää. Tavoitteena on edistää vesiympäristön kestävä, monipuolista ja turvallista käyttöä.

Tämän hankkeen yhteydessä tutkittiin uimavesien ravinnepitoisuuksia seuraamalla kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksia sekä niiden jaksottaista vaihtelua. Ravinnepitoisuuksien selvittäminen antoi tietoa rantojen rehevöityneisyydestä ja ravinnekuormituksen vähentämisen tarpeesta. Tästä on hyötyä arvioitaessa toimenpiteitä, joilla voidaan edistää Perämeren sekä yleisemmin Itämeren tilaa, joka ei nykyisellään ole hyvä (SYKE ja ELY-Keskukset 2019).

Tämän tutkimushankkeen päärahoittajana on Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (POP-ELY). Muina hankkeen rahoittajina ovat Kalajoen kaupunki ja Siikajoen kunta. Hanke on toteutettu yhteistyössä Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) kanssa.

## **2 UIMAVESIEN VALVONTA JA VESISTÖJEN VIRKISTYSKÄYTTÖ**

Vesiluonnolla on merkittäviä hyvinvointi- ja terveyshyötyjä; luonto houkuttaa liikkumaan ja sosiaaliseen kanssakäymiseen, jotka puolestaan tukevat henkistä ja fyysistä hyvinvointia. Uiminen, vapaa-ajankalastus ja veneily ovat suosituimpia vesien virkistyskäytönmuotoja. Noin 70 % suomalaisesta aikuisväestöstä harrastaa jotain vesiin liittyvää virkistystoimintaa. Rannikon virkistyskäytöllä on suuri merkitys myös liiketoiminnalle ja palveluille, etenkin maaseudulla. Suomen matkailuelinkeino onkin kasvanut ja kansainvälistynyt muita toimialoja nopeammin ja siitä on tullut myös kansallisesti merkittävä vientitoimiala ja työllistäjä. Ympäristön hyvä tila on elinehto vesistöjen hyödyntämiseen hyvinvointipalveluissa ja matkailussa. (MMM 2016, 7, 14, 17.)

### **2.1 Uimarantojen ylläpito sekä uimavesien laadun valvonta ja raportointi**

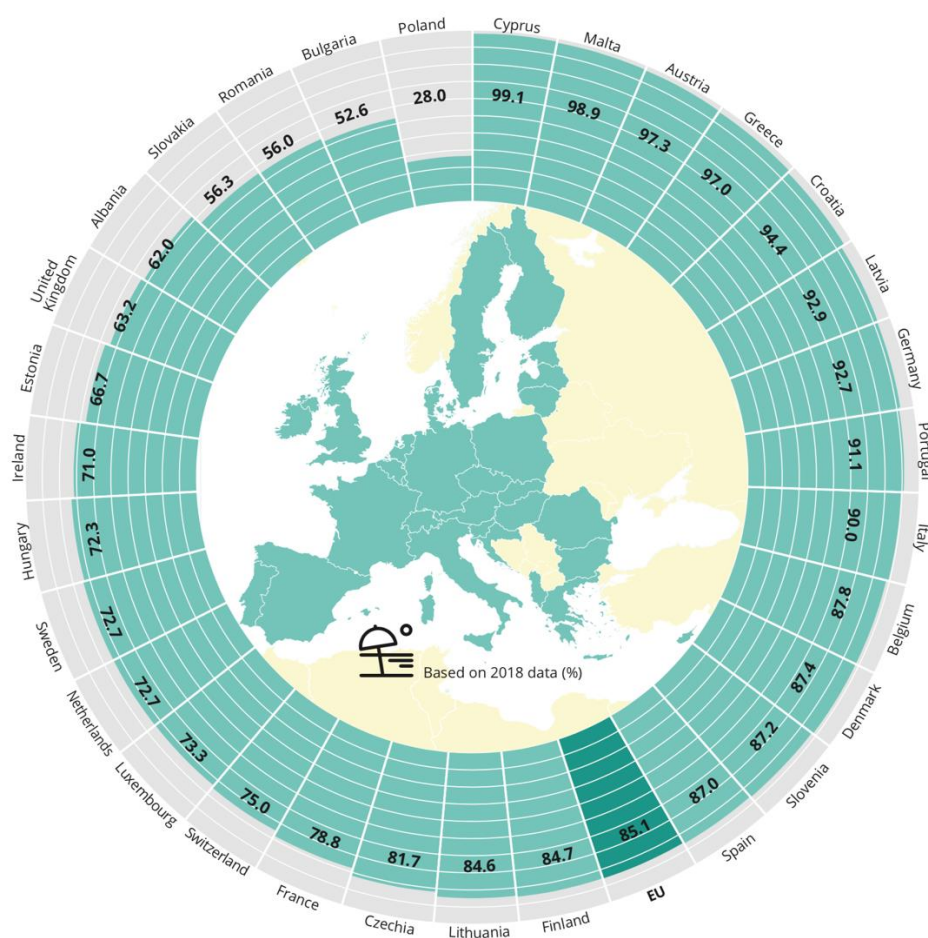
Yleisen uimarannan ylläpidosta vastaa joko sen omistaja tai haltija. Tällaisia tahoja ovat esimerkiksi kunnat, kyläyhdistykset, jakokunnat, leirintäalueet ja hotellit. Uimarannan ylläpitäjän tehtävänä on huolehtia, että uimarannalla tiedotetaan uimareita uimaveden laadusta ja uimarannan turvallisuuteen liittyvistä tekijöistä. Ylläpitäjän velvollisuus on myös säännöllisesti tarkastaa alue ja huolehtia uimarannan siisteydestä. Ylläpitäjä laatii yhteistyössä kunnan terveydensuojeluviranomaisen kanssa uimarannan uimavedenlaadun seuranta-kalenterin ennen uimakauden alkua (STMa 177/2008).

Kuntien terveydensuojeluviranomaiset puolestaan valvovat uimarantojen veden laatua mm. keräämällä uimavesinäytteitä sekä tarkkailemalla sinilevän ja jätteiden esiintymistä. Yleisten uimarantojen uimavesien valvontatutkimustulokset raportoidaan Euroopan komissiolle jokaisen uimakauden jälkeen. Tämä koskee uimarantoja, joissa arvioidaan käyvän huomattava määrä uimareita päivässä (STMa 177/2008). Raportointia ei kuitenkaan tehdä ns. pienistä yleisistä uimarannoista, joissa ei odoteta käyvän huomattavaa määrää uimareita (STMa 354/2008).

Suomessa uimakaudella 2018 oli 76 Euroopan komissiolle raportoitavaa yleistä uimarantaa rannikkoalueella, mikä on yksi vähemmän kuin uimakausilla 2015-2017. Uimavesien laatu noudattelee hyvin samankaltaista linjaa

vuodesta toiseen ja suurimmat muutokset nähdään erinomaisen ja hyvän laatuokan välillä. Uimavesien laatu on vaihdellut uimakausilla 2015-2018 siten, että erinomaiseen luokkaan on luokiteltu 58,4 % - 68,8 %, hyvään luokkaan 14,3 % - 22,1 %, tyydyttävään luokkaan 5,2 % - 7,9 % ja huonoon luokkaan 0,0 % - 2,6 % rannikon uimarantakohteista. (EEA 2019a.) Uimakaudella 2018 Suomessa rannikon ja sisämaan uimavesistä sairastui ainakin 180 uimaria. Tiedossa on, että sairastumisia aiheuttivat ainakin norovirukset ja kampylobakteerit sekä rannikon vesissä esiintyneet *Vibrio cholerae* -bakteerit (Valvira 2019b, 3).

Keskimääräisesti Suomen uimavedet ovat laadultaan eurooppalaista keskitasoa (Kuva 1). Suomessa kuitenkin rannikon uimavedet ovat laadultaan keskimääräistä heikompilaatuista. Sisämaan uimavedet ovat puolestaan eurooppalaisittain kärkiluokkaa. (EEA 2019b, 13–15.)



Kuva 1. Erinomaiseen laatuokkaan kuuluvien uimarantojen osuus Euroopassa. Mukana sekä sisämaan että rannikon uimavedet. Kuva: EEA (2019b, 6)

Suomen ja Ruotsin rannikon uimavedet ovat kokonaisuutena laadultaan heikompiä kuin esimerkiksi Saksan ja Tanskan, joilla osa rannikosta sijoittuu Itämeren lisäksi Pohjanmeren puolelle. (EEA 2019b, 13–15.) Suomessa ja Skagerrakin salmea lukuun ottamatta myös Ruotsissa koko rannikko on Itämerä.

Huonoimpaan luokkaan luokiteltujen uimavesien voidaan katsoa olevan niin saastuneita, että uimisesta voi aiheutua terveyshaittaa uimareille, mikäli vettä niellään (EEA 2019b, 5). Jos uimavesi luokitellaan huonoksi, kunnan terveys- ja ympäristöviranomaisen on yhdessä uimarannan ylläpitäjän kanssa selvitettävä syyt uimaveden huonoon laatuun. Tarvittaessa kunnan terveys- ja ympäristöviranomainen antaa uimisen välttämistä koskevan ohjeen tai kieltää uimisen kyseisellä uimarannalla joko määräaikaista tai pysyvästi. (STMa 177/2008.)

## **2.2 Vesistöjen virkistyskäyttö ja niiden vaikutukset hyvinvointiin**

Yli puolet suomalaisista asuu alle puolen kilometrin päässä jostain vesistöä (Heiskanen ym. 2017, 1). Suomalaisten keskuudessa kävelyn jälkeen suosituin ulkoiluharrastus on uiminen luonnon vesissä. Aikuisväestöön kuuluvista 2/3 käy uimassa ja uintikertoja kertyy vuodessa keskimäärin 25. Yli puolella uintia harrastavista uimaranta on korkeintaan kolmen kilometrin päässä ja kolmannes kaikista uimakerroista tapahtuu lähietäisyydellä eli korkeintaan puolen kilometrin päässä. Hyvin tyypillisesti myös suositaan samoja uimapaikkoja. (Neuvonen & Sievänen 2011, 48, 71.) Vesiympäristöissä rentoudutaan, virkistyy ja palaututaan arjen toiminnasta sekä harrastetaan monenlaisia aktiviteetteja. Kesäajan aktiviteetteja ovat esimerkiksi uiminen, kalastaminen, veneily, melonta, sup-lautailu, lintujen havainnointi ja muu luontoharrastaminen. Lisäksi suurin osa noin 500 000 loma-asunnosta sijaitsee vesistöjen äärellä. Loma-asuntojen rannat ovat tärkeitä luontoharrastuksille, kuten uimiselle ja kalastamiselle. (Eskelinen ym. 2018, 12.)

Viimeaikaiset tutkimukset (Garrett ym. 2019; Gascon ym. 2017; Paasanen ym. 2019; Völker & Kristemann 2015; Völker ym. 2018; White ym. 2010) tukevat sitä käsitystä, että sekä urbaanit että luonnon vesiympäristöt voivat tarjota lukuisia terveyden ja hyvinvointiin liittyviä etuja samalla tavalla kuin viheralueetkin. Tosin viheralueidenkin virkistävä vaikutus paranee, jos niihin liittyy vesielementtejä. Tutkimuksissa on havaittu mm. vesiympäristöillä olevan ihmisiä

liikuntaan kannustavia ja terapeuttisia, stressiä ja mielenterveyden häiriöitä vähentäviä vaikutuksia. Näiden terveysetujen on arvioitu vaikuttavan erityisen positiivisesti heikommassa asemassa olevaan väestöön.

Vesiympäristön täytyy olla laadultaan kuitenkin hyvä ja riittävän helposti saavutettavissa, että siitä on hyötyä virkistyskäytölle. Esimerkiksi saavutettavuutta voi rajoittaa fyysiset, taloudelliset ja kulttuuriset seikat. Jos vesiympäristöt ovat kaukana, liikenneyhteydet huonot tai alueet varattu muuhun käyttöön, kuten suojeluun tai tuotannolliseen toimintaan, niitä ei voi arjessa hyödyntää. Myös pysyvät tai ajoittaiset ongelmat veden laadussa yhtä lailla heikentävät vesistöjen virkistyskäytön mahdollisuuksia. (Eskelinen ym. 2018, 12.)

### **2.3 Virkistyskäyttöön ja matkailuun liittyvä kaupallinen merkitys Suomessa**

Vesialueet ovat tärkeitä taloudellisen toiminnan kannalta. Vesien tilan heikkeneminen vaarantaa useiden elinkeinotoimintojen harjoittamisen edellytykset, kun taas vesien hyvän tilan saavuttaminen mahdollistaa vesien käytön kestäväen kasvun ja elinkeinotoimintojen monipuolistumisen. Tärkeitä liiketoiminnan osa-alueita ovat esimerkiksi luonto- ja virkistysmatkailu, vesiliikenne ja kalatalous. (MMM 2016, 3.)

Matkailu on Suomessa jatkanut kasvuaan heikentyneestä taloudellisesta tilanteesta huolimatta. Luontomatkailun kasvu on ollut siitä kaikkein merkittäväntä. Noin puolet Suomen matkailusta on arvioitu liittyvän luontoon ja neljäsosan olevan varsinaista luontomatkailua, johon myös vesistöt liittyvät merkittävästi. Pääministeri Sipilän sinisen biotalouden kansallisessa kehityssuunnitelmassa 2025 arvioitiin, että vesivarojen kaupallista potentiaalia on merkittävästi vielä hyödyntämättä. Esimerkiksi hyvinvointimatkailun edistämiseksi voidaan panostaa puhtaisiin vesistöihin ja vesiaktiiviteetteihin, terveysliikuntaan ja hoiwaan sekä saunaperinteisiin ja ruokaan liittyvien palvelujen kehittämisessä. Vesistöihin liittyvän matkailun ja sen arvon kasvun odotetaan jatkuvan (Taulukko 1), mutta se edellyttää vesistöjen hyvää tilaa. (MMM 2016, 3, 7–8.)

Taulukko 1. Arvio vesihyvinvointiin ja -matkailuun liittyvästä kasvupotentiaalista.  
Taulukko: MMM (2016, 8)

Kasvutavoite	2014	2025
Vesistöihin liittyvän matkailun kokonaiskysyntä*	2 mrd €	3 mrd €
Vesistöihin liittyvän matkailun vuotuinen työllisyysvaikutus**	21 000 HTV	27000 - 36 000 HTV
Vesistöjen vuotuinen virkistyskäyttöarvo	1,0-1,3 mrd €	1,3-1,7 mrd €***
Virkistyskäyttäjien lukumäärä	3,8 milj. hlöä	+10 %****

\* Matkailun kokonaiskysynnästä (13,4 mrd, ja noin 20 mrd v. 2025 /TEM) vesistömatkailun osuudeksi oletettu 15 %

\*\* Työllisyysvaikutukset arvioitu kerrannaisvaikutuksineen (HTV) ja tehty oletus, että 75 % luontomatkailusta liittyy vesistömatkailuun

\*\*\* Edellyttää vesien hyvää tilaa, laskettu ns. VIRVA-mallilla, SYKE (malli laskee rehevyyden vaikutusta rantakiinteistön virkistyskäyttöarvoon virkistyskokemuksen laadun ja määrän kautta)

\*\*\*\* Edellyttää vesistöjen hyvää tilaa (Vesterinen 2010). Impacts of changes in water quality on recreation behavior and benefits in Finland)

Myös vapaa-ajan asutus on monille kunnille merkittävä tulonlähde, sillä joka viidennessä kunnassa on enemmän vapaa-ajanasuntoja kuin vakituisia asun-  
toja. Kunnan väkimäärä voi jopa kaksinkertaistua kesäisin. Vuoden 2014 las-  
kelmien mukaan vapaa-ajan asumisen työllisyysvaikutus oli noin 60 000 työ-  
paikkaa. (MMM 2016, 3, 7–8.)

### 3 VESIEN LAADUN HYGIEENINEN ARVIOINTI JA SAASTELÄHTEIDEN JÄLJITTÄMINEN

Pääasiassa pintavesien mikrobit ovat vesissä luonnostaan eläviä ympäristön mikrobeja. Osa näistä mikrobeista voi myös aiheuttaa ihmisille infektioita. Uimavedet yleensä sisältävät yhdistelmän taudinaiheuttajamikrobeja ja tavanomaisia, ihmiselle harmittomia mikrobeja. Nämä voivat olla peräisin esimerkiksi ihmisistä, laiduneläimistä, kotieläimistä, maataloustoiminnasta, jätevesistä tai luonnoneläimistä, kuten linnuista (Kuva 2). (WHO 2003, 53, 102.)



Kuva 2. Suuret lintupopulaatiot aiheuttavat herkästi hygieniahaittoja. Kuva Jyrki Raatikainen

### 3.1 Indikaattoribakteerit uimavesien laadun seurannassa

Uimavesien laatua valvotaan ja luokitellaan Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2006/7/EY mukaisesti, jonka perusteella on annettu kansalliset nk. uimavesiasetukset STM 177/2008 ja STM 354/2008. Asetusta STM 177/2008 sovelletaan yleisille uimarannoille, joissa odotetaan käyvän huomattava määrä uimareita päivässä. Yleisille uimarannoille asetus vaatii myös laskemaan uimavesiluokan ja laatimaan uimavesiprofiilin. Pienille yleisille uimarannoille, joissa ei odoteta käyvän huomattavaa määrää uimareita päivässä, sovelletaan asetusta STM 354/2008.

Uimavesien laatua seurataan tutkimalla ulosteperäistä saastumista indikoivien *Escherichia coli*-bakteerien ja suolistoperäisten enterokokkien lukumääriä (Taulukko 2). Sisämaan uimavesille ja rannikon uimavesille on asetettu toisistaan poikkeavat toimenpideraja-arvot. Toimenpideraja-arvojen ylitykset tarkoittavat käytännössä sitä, että terveydensuojeluviranomaisen täytyy ryhtyä selvittämään, voiko uimavesistä aiheutua uimareille terveyshaittaa (STTV 2008, 30). Jos uimavesi on luokiteltu huonoksi, terveydensuojeluviranomaisen on

annettava uimisen välttämistä koskeva ohje, tai uiminen on kiellettävä kyseisellä uimarannalla (STMa 177/2008).

Taulukko 2. Uimavesien toimenpiderajat Suomessa (STMa 177/2008; STMa 354/2008)

Muuttuja	Sisämaan uimavedet	Rannikon uimavedet
Suolistoperäiset enterokokit pmy/mpn/100ml	400	200
<i>Escherichia coli</i> pmy/mpn/100ml	1000	500

Uimaveden laadun arviointi ja luokitus laaditaan neljän viimeisimmän uimakauden seurantalenterien mukaan otettujen näytteiden tuloksien ja niistä laskettujen prosenttipisteiden perusteella (Taulukko 3). Uimavedet luokitellaan erinomaiseksi, hyväksi, tyydyttäväksi tai huonoksi. Mitä huonompaan luokkaan uimavesi luokitellaan, sitä todennäköisempää on suolistoperäisten taudinaiheuttajien esiintyminen uimavedessä. Uimavesi on luokiteltava huonoksi, jos viimeisimmän arviointijakson valvontatutkimustuloksista lasketut 90. prosenttipisteet ovat suuremmat kuin tyydyttävää laatua osoittavat arvot. (STTV 2008, 11, 20–24).

Taulukko 3. Uimavesien laatuluokittelu asetuksen STM 177/2008 mukaisesti

Rannikon uimavedet ja jokisuiden vaihettumisalueet			
Muuttuja	Erinomainen laatu	Hyvä laatu	Tyydyttävä laatu
Suolistoperäiset enterokokit pmy/mpn/100ml	100*	200*	185**
<i>Escherichia coli</i> pmy/mpn/100ml	250*	500*	500**
Sisämaan uimavedet			
Muuttuja	Erinomainen laatu	Hyvä laatu	Tyydyttävä laatu
Suolistoperäiset enterokokit pmy/mpn/100ml	200*	400*	330**
<i>Escherichia coli</i> pmy/mpn/100ml	500*	1000*	900**
*Perustuu 95. prosenttipisteeseen			
**Perustuu 90. prosenttipisteeseen			

### 3.1.1 *E. coli* ja suolistoperäiset enterokokit indikaattoribakteereina

*E. coli*-bakteeria pidetään parhaana käytettävissä olevana suolistoperäisen saastumisen indikaattoribakteerina, eikä *E. coli*-bakteeri merkittävässä määrin lisäännä muissa ympäristöissä kuin suolistossa. *E. coli*-bakteeri kuuluu normaaliin suolistoflooraan niin ihmisillä kuin tasalämpöisillä eläimilläkin ja on sen vuoksi suora indikaattori uimaveden suolistoperäisestä saastumisesta. *E. coli*-bakteerin esiintyminen kertoo tuoreesta ulosteperäisestä saastumisesta, sillä *E. coli*-bakteerin inaktivoitumisaika on suolistoperäisiä enterokokkeja nopeampi sekä makeassa vedessä että merivedessä. Myös enteriset virukset



sekä alkueläimet kestävät ympäristön aiheuttamaa stressiä *E. coli*-bakteeria paremmin. Jotkut *E. coli*-bakteerit ovat myös itsessään taudinaiheuttajia, kuten EHEC O157:H7. (WHO 2009, 5; EPA 1999, 14; STTV 2008, 12–13.)

Myös suolistoperäisiä enterokokkeja esiintyy sekä ihmisten että tasalämpöisten eläinten ulosteissa. Ihmisen ulosteessa kuitenkin enterokokkeja on yleensä vähemmän kuin *E. coli*-bakteereja, kun taas eläinten ulosteessa yleensä enterokkeja esiintyy enemmän. Suolistoperäisiä enterokokkeja käytetään yleisesti suolistoperäisen saastumisen indikaattoribakteereina, mutta joidakin enterokokkiryhmän lajeja on tavattu myös maaperästä. Enterokokit säilyvät vesiympäristöissä *E. coli*-bakteeria paremmin. (STTV 2008, 13.)

Saastumisen ajankohtaa voidaan jossain määrin arvioida vertailemalla suolistoperäisten enterokokkien ja *E. coli*-bakteerien esiintymistä näytteessä. Enterokokkilöydökset yhdessä *E. coli*-bakteerilöydösten kanssa viittaavat yleensä tuoreeseen saastumiseen, kun taas enterokokkilukumäärien ollessa *E. coli*-bakteerin lukumääriä suuremmat, voi kyseessä olla jo aikaisemmin tapahtunut saastuminen. (STTV 2008, 13.)

Lisäksi uimavesivälitteisten riskien arvioinnissa on hyvä ottaa huomioon, että nämä indikaattoribakteerit kuvaavat ainoastaan ulosteperäistä saastumista. Ulosteperäisillä indikaattoribakteereilla ei ole todettu olevan yhteyttä vapaasti elävien mikro-organismien, kuten vibrioiden esiintymiseen vedessä. Indikaattoribakteerit eivät myöskään erottele eläin- ja ihmisperäistä saastumista. Tämän vuoksi indikaattoribakteerit eivät välttämättä anna riskien hallintatoimenpiteiden kannalta riittävän tarkkaa kuvaa uimariin kohdistuvista mikrobiologisista riskeistä. (EPA 1999, 5–6, 12; WHO 2003, XXIII.) Infektioriskin voidaan kuitenkin arvioida olevan tavanomaista suurempi, mikäli uimavedessä todetaan indikaattoribakteereja suurina lukumäärinä (STTV 2008, 12).

### **3.1.2 Rannikon ja sisämaan vesillä omat laatuluokituksen raja-arvot**

Indikaattoribakteerien osoituskyvyn luotettavuus vaihtelee suolaisen ja makean veden välillä. Suolistoperäiset enterokokit sopivat hyvin sekä meriveden että makean veden laadun arviointiin mutta *E. coli*-bakteerin osalta tilanne on toisenlainen. *E. coli*-bakteerit sopivat hyvin makean veden laadun arviointiin

mutta huonosti merivedelle, sillä nähtävästi suolainen vesi nopeuttaa *E. coli*-bakteerin inaktivoitumista. (WHO 2003, 66, 71, 74.)

Indikaattoribakteerien määrä uimavedessä ja siitä koituva riski uimarille ei ole yhdenvertainen merivedessä ja makeassa vedessä. Useissa tutkimuksissa on havaittu merivedessä uineiden saavan noin kaksi kertaa useammin oireita kuin makeassa vedessä uineiden, kun indikaattoribakteerien määrä vedessä on ollut samankaltainen. Tulos nähtävästi johtuu indikaattoribakteerien nopeammasta inaktivoitumisesta merivedessä kuin makeassa vedessä. Merivesi ei kuitenkaan vaikuta kaikkien taudinaiheuttajamikrobien säilymiseen ja etenkin virukset säilyvät hyvin myös merivedessä. Tämä johtaa siihen, että merivedessä on makeaa vettä enemmän tautia aiheuttavia mikrobeja samankaltaisissa indikaattoribakteeripitoisuuksissa. Tämä voi selittää sen, miksi merivedessä uineilla esiintyy enemmän vatsaoireita olosuhteiden ollessa samankaltaiset. (WHO 2003, 68, 71; WHO 2009, 22.)

Murtovesivyöhykkeissä suolaisuus on vaihtelevaa ja voi olla vaikeaa päättää, arvioidaanko vedenlaatua merivedelle vai makealle vedelle annetuilla ohjeistoilla (WHO 2003, 72). Toistaiseksi tämän tyyppisissä ympäristöissä käytetään tiukempia merivedelle asetettuja laatuolosuhteita arvioitaessa vedenlaatua (STMa 177/2008; STMa 354/2208). Tämä rantalaiduntamisen vaikutuksia tutkiva hanke on toteutettu Perämeren rannikolla, joka on maailman vähäsuolaisin merialue. Perämeren pohjoisosissa suolaa on pintavedessä noin 2,5-3,5 g/1000 ml, kun maailman merillä keskiarvo on 35 g/1000ml. (ScienceDaily 2019; Uusitalo ym. 2018, 30.)

### **3.2 Saastelähteiden jäljittäminen**

Uimavesien suolistoperäisen saastumisen lähteitä voidaan jäljittää niin kutsutuilla saasteenlähteen jäljittämis- eli MST -näytteillä (Microbial Source Tracking). Näytteistä voidaan tutkia valikoimaan kuuluvia markkereita, jotka ovat isäntäspesifisiä eli tunnistavat eläinlajin, jonka ulostebakteereista on kyse (Taulukko 4). MST-näytteiden analyysissä käytettävä kvantitatiivinen PCR-menetelmä perustuu tutkittavan geenin DNA:n osoittamiseen ja kvantitointiin standardisuoran avulla. DNA pohjainen menetelmä ei erottele onko tutkittava

geenisekvenssi peräisin elävistä vai kuolleista mikrobeista. Elinkykyisten mikrobien tunnistamiseksi käytetään RT-qPCR-menetelmää, jossa geenimionistuksen kohteena on bakteerisolujen RNA. RNA käännetään ennen qPCR-analyysiä komplementaariseksi DNA:ksi käänteiskopiointientsyymin (RT, reverse transcriptase) avulla. Kvantitatiiviset PCR-menetelmät antavat viitteellisen arvon mikrobin runsaudesta näytteessä, joten saastumisen merkittävyyttä on arvioitava suhteessa bakteerien viljelymenetelmien antamiin tuloksiin. Viljelyllä ja (RT)-qPCR menetelmillä samoista näytteistä saadut tulokset eroavat yleensä toisistaan ainakin jonkin verran. Lisäksi on hyvä tunnistaa, että DNA:ta on solussa pienempi kopiolumäärä kuin RNA:ta. RNA voidaan siis havaita, vaikka DNA:ta ei, mutta tällöin bakteerien määrä on todennäköisesti vähäinen. (Pitkänen ym. 2015, Rytkönen 2019.)

Taulukko 4: Isäntäspesifiset ulosteperäisen saastumisen markkerit ja niiden selitteet (Rytkönen 2019)

Saastelähteiden jäljitysnäytteet (MST)		
Markkeri	Kohde	Havaitsee
GenBac3	DNA+RNA	Yleinen suolistoperäinen saastuminen
Rum-2-Bac	DNA+RNA	Naudat, lampaat
Pig-2-Bac	DNA+RNA	Siat
GFD	DNA+RNA	Yleisesti linnut
Gull4	DNA+RNA	Lokit
HF183	DNA+RNA	Ihmiset
DogmtDNA		Koirat
SheepmtDNA		Lampaat
HorsemtDNA		Hevoset

### 3.2.1 PCR-menetelmään liittyvää epävarmuutta

PCR-tekniikkaan on suhtauduttu sen herkkyyden takia osin epäluuloisesti eikä sen avulla saatuja tuloksia ole aina helppo tulkita. Reaktiossa tuotetun DNA-määrän perusteella ei voida päätellä näytteen sisältämää mikrobimäärää, sillä PCR-reaktion aikana syklien teho heikkenee säännönmukaisesti, mutta myös näytteen komponentit saattavat estää DNA-polymeraasia. Näin ollen tulos antaa vain viitteellisen tiedon mikrobin runsaudesta näytteessä, mikä voi vaikeuttaa tulosten tulkintaa. Nukleiinihapoista pelkästään DNA:han perustuvat menetelmät eivät erottele lisääntymiskykyistä ja -kyvyttömiä mikrobia toisistaan, millä voi olla merkitystä tulosten tulkinnan kannalta. PCR-testit eivät yleensä ole standardoituja, joten eri testien välillä saattaa olla suuria herkkyyseroja. (Ranki-Pesonen 1994.)

## **4 MIKROBIEN SÄILYMINEN UIMAVESISSÄ JA UIMARIN ALTISTUMINEN TAUDINAIHEUTTAJILLE**

Uudessa taudinaiheuttajamikrobeille altistutaan suun ja hengitysteiden sekä ihon kautta suorassa kosketuksessa saastuneeseen veteen (EPA 1999, 8). Infektiolähteen arvioiminen on usein haasteellista varsinkin sellaisten taudinaiheuttajien osalta, joilla on useampia infektioreittejä tai pitkä itämisaika. Toisaalta, infektiivisen annoksen ylittäviä määriä taudinaiheuttajia esiintyy uimavesissä yleensä vain lyhyen aikaa. Vaikka vedessä esiintyisi taudinaiheuttajamikrobeja, niiden suorien terveystvaikutusten arviointi tai uimaveden osoittaminen infektion aiheuttajaksi voi olla haasteellista. Esimerkiksi pelkästään saman taudinaiheuttajamikrobin eri kantojen ja lajien välillä voi olla merkittävä ero virulenssissa eli kyvyssä aiheuttaa infektoita. Virulenssi voi myös muuttua, kun taudinaiheuttaja kulkeutuu vesistöissä useiden kantajien kautta. (WHO 2003, 9, 18, 53; WHO 2009, 8.)

### **4.1 Uimarin altistuminen uimavesivälitteisille infektioille**

Terveysriskejä arvioitaessa on tarpeen huomioida tekijöitä, kuten terveyshaitan merkittävyyttä ja todennäköisyyttä tai kuinka suosittu uimapaikka on, eli kuinka paljon uimareita voi altistua uimaveden epäpuhtauksille. Osa riskeistä voi olla vakavia ja toiset lievempiä. Henkilön riskiin saada infektio vaikuttaa erilaiset biologiset tekijät, kuten ikä, sukupuoli, ravitsemus ja raskaus tai kehon puolustusmekanismit, kuten ihon laatu, kyynelnesteen lysotsyymi, lima ja hiki, ruoansulatuskanava ja fagosytoosi. Esimerkiksi kohtuullinen liikunta edesauttaa immunitetin tilaa, kun taas liian kova harjoittelu voi heikentää sitä. Myös tietyt lääkkeet voivat häiritä henkilön immunitettia. Toisaalta aiempi altistuminen taudinaiheuttajalle voi johtaa tilapäiseen tai pitkäkestoiseen vastustuskykyyn. (WHO 2003, 7–9; WHO 2005, 12, 28.)

Tietyt ihmisryhmät voivat olla riskialttiimpia uimavesivälitteisille altisteille. Eriyisesti pienet lapset, vanhukset ja heikentyneestä immunitetista kärsivät ihmiset ovat riskiryhmiä. Varsinkin lapsien osalta suurempi riskialttius selittyy uimakäyttäytymisellä ja vielä kehittyvällä immuunijärjestelmällä. Lapset oleskelevat vedessä aikuisia pidempiä aikoja ja lapset juovat tarkoituksellisesti tai tahattomasti suurempia määriä vettä. Vanhusten ja immuunipuutteisten suu-

remppi riski selittyy heidän heikentyneestä puolustuskyvystänsä taudinaiheuttajia vastaan. Vanhusten ja immuunipuutteisten henkilöiden uimavesivälitteisistä riskeistä on kuitenkin vain vähän tutkittua tietoa. (WHO 2003, 5; WHO 2009, 2.)

Merkittävä epävarmuus arvioitaessa uimariin kohdistuvaa riskiä ja uimarin alttiutta sairastua uimaveden tautia aiheuttavista mikrobeista liittyy itse altistumisen tasoon. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi niellyn veden määrää sekä hengitysteiden ja ihon altistumista saastuneelle vedelle sekä infektiosta aiheutuvan sairauden vakavuutta ja todennäköisyyttä. Vedessä vietettyä aikaa ja tapahtuman aikana niellyn veden määrää on vaikea määrittää. On kuitenkin esitetty arvioita, että suun ja nenänielun kautta niellyn veden määrä olisi vain noin 100 ml tyypillisen uintitapahtuman aikana. Silti tämä määrä voi olla riittävä esimerkiksi ruoansulatuskanavan infektioiden. (EPA 1999, 8–9.)

Taudinaiheuttajamikrobit voivat aiheuttaa ruoansulatuskanavan, ylähengitysteiden, korvien, nenäontelon ja ihon infektoita. Infektion aiheuttava mikro-organismien määrä vaihtelee mikrobin ominaisuuksista, altistumistilanteesta, tartunnan saaneen herkkydestä ja immunitetin tilasta riippuen. Immunitettiin liittyen paikallisten ihmisten ja vieraiden välillä voi olla suuria eroja herkkydessä sairastua. Vierailta taudinkuva voi myös olla rajumpi. Monien virus-ten, loisten ja alkueläinten infektiannon on niin pieni, että muutama elinkel-poinen mikro-organismiyksikkö riittää infektion aiheuttamiseen. Todellisuudessa elimistö yleensä altistuu yhtä aikaa useille eri taudinaiheuttajamikro-beille ja näiden yhteisvaikutuksia ei tunneta kovin hyvin. Uimavesivälitteiset infektiot ovat pääsääntöisesti lieviä; lähinnä suhteellisen nopeasti ohimenevää vatsatautia. Infektio voi kuitenkin olla myös vakava ja johtaa jopa infektion saaneen henkilön menehtymiseen. (WHO 2003, 53, 91; WHO 2009, 22.)

Silmäoireiden määrä lisääntyy merivedessä uidessa mutta veden laadusta riippumatta vesi heikentää silmän immuunipuolustusta ja johtaa lisääntyneisiin oireisiin. Ulostteella saastuneen veden ei tiedetä lisäävän silmäoireita. Iho-oreiden ja uimaveden ulosteperäisen saastumisen välinen yhteys on epäselvä ja eri tutkimuksissa on saatu vaihtelevia tuloksia. Ihon ruhjeet ja haavat puolestaan voivat olla alttiita infektiolle, mutta ulosteperäiseen saastumiseen liitty-

vää näyttöä ei ole. Haavainfektioiden taustalla voi olla myös esimerkiksi vesissä luonnostaan elävät mikro-organismit kuten vibriobakteerit. (WHO 2003, 55, 102–104.)

Tartunnassa saatujen mikrobien määrä suhteessa infektiin tarvittavaan annokseen, uimarin yksilöllinen vastustuskyky, tartuntareitti ja mikrobin taudinaiheuttamiskyky eli virulenssi vaikuttavat siihen, aiheuttaako mikrobi infektion. Tartunnan saanut voi myös olla oireeton kantaja. Jokaisella taudinaiheuttajamikrobilla on tietty infektiivinen annos, joka voi aiheuttaa infektion ihmiselle. Eri taudinaiheuttajilla tämä voi vaihdella yhdestä elinkykyisestä mikrobista aina satoihin tuhansiin mikrobeihin. Esimerkiksi suolistoinfektiin tarvittava norovirusannos on muutamia kymmeniä viruksia, kun taas salmonellabakteeria tarvitaan keskimäärin 100 000 bakteerin annos. Norovirusripulia sairastavan ulosteessa voi olla jopa sata miljardia virusta grammassa ulostetta, joten uimaveden laimentunutkin ripuliuloste voi helposti infektoida muita uimareita. Salmonella puolestaan ei tartu kovinkaan helposti infektiin tarvittavan suuren bakteerimäärän vuoksi. Taudinaiheuttajamikrobit ovat haitallisimpia henkilöille, joiden immuniteetti on voimakkaasti heikentynyt, sillä heille voi lähes mikä tahansa taudinaiheuttaja aiheuttaa vakavan infektion. (Lumio 2018.)

#### **4.2 Mikrobien säilyminen vesiympäristössä ja rantahiekassa**

Suolistoperäiset taudinaiheuttajat eivät lisäänty vesissä, mutta voivat säilyä elinkykyisinä sopivissa olosuhteissa pitkiäkin aikoja. Useilla mikrobeilla on myös kyky muuntua paremmin ympäristön stressiä kestäväksi. Veden lämpötilalla on suuri merkitys mikrobien säilyvyyteen ja useissa tutkimuksissa on havaittu suolistoperäisten bakteerien, virusten ja alkueläinten säilyvän elinkykyisinä viileissä vesissä paremmin kuin lämpimissä. Suomen oloissa vesien lämpötila on monien suolistoperäisten mikrobien elinkyvylle suosiollinen. Auringon UV-säteilyllä on puolestaan mikrobien elinkykyä heikentävä vaikutus ja varsinkin herkkiä säteilylle ovat esimerkiksi kryptosporidioiden oocystat, giardian kystat ja bakteerit; parhaiten säteilyä kestävät virukset (Hijnen ym. 2006). Veden ominaisuudet kuitenkin vaikuttavat UV-säteilyn tehoon. Suomessa humuspitoisissa luonnonvesissä UV-säteilyn vaikutus jää todennäköisesti kirkasvetisiä vesistöjä vähäisemmäksi. (Hokajärvi ym. 2008, 45–48.)

Mikrobit tarvitsevat kasvuunsa hiiltä, typpeä, fosforia ja rikkiä. Rehevöityneissä vesistöissä on runsaasti ravinteita mikrobien käyttöön, mikä johtaa runsaaseen mikrobikasvuun. Suolistoperäiset mikrobit, mukaan lukien taudinaiheuttajat, eivät juurikaan lisäänty vesissä ja suolistoperäisten mikrobien elinkyky voi jopa heikentyä muiden mikrobien lisääntyessä. Esimerkiksi ameebat ja planktonit saalistavat ravinnokseen vedessä esiintyviä muita mikrobeja, vaikkakin saalistuksen merkitys uimavesien laadulle on epäselvä. (Hokajärvi ym. 2008, 48; Weiskerger ym. 2019, 17.) Runsaasti ravinteita sisältävät vedet kuitenkin suosivat merivedessä ja murtovedessä luonnostaan esiintyvien vibriobakteerien lisääntymistä. Suomessa mm. Perämeren rannikko on alue, jonne voi muodostua otolliset olosuhteet vibriobakteerien kasvulle etenkin pidempien hellejaksojen aikana. (THL 2019.)

Mikro-organismit ovat merkittävä osa rantahiekkaa ja muuta rantaympäristöä. Bakteerit, virukset, sienet ja loiset, joista osa on taudinaiheuttajia, elävät rantahiekassa, sedimentissä ja kivissä, jonne ne voivat myös muodostaa suojaavan biofilmin. Voimakas aallokko voi sekoittaa rantahiekkaa ja sedimenttiä tai rikkoa rannoille muodostunutta biofilmiä ja vapauttaa mikrobeja uimaveteen. Rantahiekan on havaittu useissa tutkimuksissa sisältävän yleensä ympäröivää vettä enemmän indikaattoribakteereita ja muita mikrobeja, joten kontakti rantahiekkaan voi lisätä terveystarpeita (Heaney ym. 2014; Sabino ym. 2014; Zampieri ym. 2017). Hienon hiekan on myös havaittu sisältävän enemmän mikrobeja kuin karkean hiekan (Skalbeck ym. 2010; Staley ym. 2016; Vogel ym. 2017) mutta myös muut hiekan ominaisuudet voivat vaikuttaa rantahiekan mikrobiflooraan. Mikrobien elinkykyyn hiekassa ja sedimentissä vaikuttaa esimerkiksi ravinteiden määrä, sillä niukkaravinteisessa ympäristössä mikrobit voivat inaktivoitua nopeasti. (Weiskerger ym. 2019.) Näiden havaintojen perusteella varsinkin lapsille kostea rantahiekka on tietynasteinen riski.

### **4.3 Saastumisen kesto ja ennustettavuus**

Sateet, tuuli, veden virtaukset, veden korkeuden vaihtelu ja rannikon ominaispiirteet voivat hetkittäin heikentää uimaveden laatua. Etenkin voimakas sade voi heikentää uimaveden laatua merkittävästi esimerkiksi jätevesilaitosten ylikuormituksen ja ohijuoksuksien vuoksi sekä eläinten ulosteiden huuhtoutut-

tua metsistä, laitumilta ja urbaaneilta alueilta joko suoraan uimaveteen tai esimerkiksi jokien tuomana laajemmalta huuhtouma-alueelta. Sateiden jälkeen etenkin jokien mikrobilukumäärä voi kasvaa merkittävästi. Esimerkiksi Ackerman ja Weisberg (2003) havaitsivat eteläisessä Kaliforniassa tekemässään tutkimuksessa, että myrskyn jälkeen uimavesien bakteerien lukumäärät olivat koholla noin viiden päivän ajan, vaikkakin kolmen päivän sisällä uimavedet pääosin täyttivät uimavedelle asetetut paikalliset laatuvaatimukset. Sateen aiheuttama saastuminen voi olla tunnusomainen piirre tietyille rannoille. Tapauskohteisesti voi olla tarpeellista tiedottaa uimareita sateiden vaikutuksista uimaveden laatuun ja välttämään uimista kohonneen riskin vuoksi voimakkaiden sateiden aikana ja jälkeen. (WHO 2003, 52, 63, 77.)

#### **4.4 Ihmisperäiset mikrobit yleensä eläinperäisiä haitallisempia**

Saastumiselle otollisiin olosuhteisiin vaikuttavat merkittävästi veden vaihtuvuus sekä uimareiden tiheys vedessä. Jos vesi vaihtuu hitaasti, kuten lammissa, järvissä sekä merien lahdissa ja poukamissa, voi uimareista peräisin oleva uimaveden saastuminen aiheuttaa jopa merkittävän terveysriskin. Yleisesti ottaen ihmisistä peräisin oleva uimaveden saastuminen aiheuttaa uimareille merkittävämmän riskin kuin eläinperäinen saastuminen ennen kaikkea ihmisen ulosteen sisältämien virusten vuoksi. On epätodennäköistä, että eläimet kantavat ihmisiin tarttuvia viruksia. (EPA 2012, 36; WHO 2003, 80–81, 84; WHO 2009, 5.)

Lukuisissa tutkimuksissa on havaittu, että uimareihin kohdistuneet terveyshaitat ovat olleet pääosin peräisin ihmisten ulosteista riippumatta siitä, onko uitu makeassa vedessä tai merivedessä. Yleisesti oletetaan, että eläinten uloste sisältää vähemmän ihmiselle tautia-aiheuttavia mikrobeja ja näin ollen eläinperäinen uloste aiheuttaa merkittävästi ihmisperäistä ulostetta vähäisemmän uimavesivälitteisen riskin (Soller ym. 2010; Schoen & Ashbolt 2009; WHO 2003). Tämän vuoksi käytettäessä ainoastaan ulosteperäistä saastumista indikoivien bakteerien määrää arvioitaessa uimariin kohdistuvaa riskiä, voi riskin merkittävyys huomattavasti ylikorostua. (EPA 2012, 36; Harwood ym. 2017; WHO 2003, 84.) Kansalliset säädökset eivät erittele vedenlaatuvaatimusten kriteereissä saasteen lähdettä, vaikka riskin suuruus on eri (Soller 2010 ym.;



STMa 177/2008; STMa 354/2008; 2006/7/EY). Viimeaikaiset tutkimukset ovatkin antaneet viitteitä siitä, että ainoastaan perinteisten indikaattoribakteerien lukumäärillä tehty arvio uimavesien laadusta ei ole riittävä turvaamaan uimareiden terveyttä (Weiskerger ym. 2019, 5).

Eläinperäiset ulosteet voivat aiheuttaa uimareille terveyshaittaa etenkin paikoissa, joissa uimavesiin päätyy eläinten ulosteita suuria määriä. Riskiin vaikuttaa merkittävästi, minkä eläimen ulosteesta on kyse. Esimerkiksi vesistöissä, joihin päätyy paljon ulosteita maataloudesta, on havaittu yhteys *E. coli*-bakteerin ja kampakylobakteerien esiintymisen välillä. Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa on myös havaittu, että joidenkin eläinten ulosteet, etenkin karjan, voivat aiheuttaa ihmisperäiseen saastumiseen verrattavan riskin (Soller ym. 2010). Kaiken kaikkiaan on siis tärkeää tunnistaa paikalliset erityispiirteet ja siihen vaikuttavat ulosteperäisen saastumisen riskit, sillä ne eivät ole samat kaikkialla vesistöissä. (EPA 2012, 36–38.)

#### 4.5 Zoonoosit

Eläintauti on sairaus tai tartunta, joka voi tarttua suoraan tai välillisesti eläimestä toiseen eläimeen tai ihmiseen. Eläimistä ihmisiin tai ihmisestä eläimiin leviäviä tartuntoja kutsutaan zoonooseiksi. Infektio voi olla bakteerien, virusten, sienien tai loisten aiheuttama. Tyypillisiä zoonooseja ovat esimerkiksi kryptosporidit, listeria, EHEC, kampakylobakteerit ja salmonellat. Osa zoonooseista voi aiheuttaa huomattavan terveysriskin, vaikka eläintautitilanne Suomessa on maailmanlaajuisesti tarkasteltuna erinomainen. (Ruokavirasto 2019b; THL 2015.) Esimerkiksi EHEC-bakteerin esiintyminen suomalaisessa karjassa on huomattavan paljon vähäisempää yhdysvaltalaiseen karjaan verrattuna (NCBI 2014) ja salmonellojen esiintyminen karjassa on Suomessa selvästi harvinaisempaa kuin useimmissa muissa EU-maissa (Ruokavirasto 2019b).

Merkittävin laiduneläimiin liittyvä riski on enterohemorraginen *E. coli* eli EHEC, joista tunnetuin on serotyyppi O157:H7. Bakteeria esiintyy yleisimmin nautakarjan ja muiden märehäntijöiden, kuten lampaiden ja vuohien ruuansulatuskanavassa, josta sitä erittyy ajoittain myös ulosteisiin. EHEC voi tarttua helposti ja aiheuttaa ihmisille vakavia sairauksia, mutta eläimillä se ei yleensä aiheuta

tautia. Tartunta saadaan yleensä saastuneesta elintarvikkeesta tai maatiloilla suoraan ulosteista tapahtuvana tartuntana. Tartunta voi myös levitä ihmisestä toiseen. Uloste- ja ristikontaminaation kautta EHEC-bakteerit voivat joutua myös uimaveteen. Tutkimusten mukaan alatyypin 0157 esiintymistiheys suomalaisissa naudoissa on noin 1 % ja sitä on todettu noin 3-18 nautatilalla vuositain. (Ruokavirasto 2019b; WHO 2003, 91.)

Toinen laiduneläimiin liittyvä riski on vasikkaripulia aiheuttava *Cryptosporidium parvum*-alkueläin. Kryptosporideilla on suora elämänkierto ja tartunta leviää ulosteen välityksellä vasikasta toiseen. Myös oireeton vasikka voi olla tämän taudinaiheuttajan kantaja. *C. parvum*-tartunta esiintyy tyypillisesti 1-2 viikon ikäisillä vasikoilla. Yli viiden viikon ikäisissä vasikoissa kryptosporideja esiintyy enää harvoin. Sairastunut vasikka erittää ulosteeseen suuria määriä kryptosporidioiden kestromuotoja ookystia, jotka ovat valmiiksi sporuloituneita eli infektiivisessä muodossa olevia. Tartuntatiloilla on todettu usein kryptosporidien lisäksi myös muita ripulinaiheuttajia, erityisesti rotavirusta. Viime vuosina *C. parvum*-alkueläintä on todettu Suomessa aikaisempaa enemmän ja on esiintynyt useita tapauksia, joissa ihmiset ovat saaneet tartunnan ripulia sairastaneista vasikoista. Kaikki kryptosporidilajit eivät aiheuta ihmiselle tauteja ja niitä voi esiintyä nisäkäs-, lintu-, kala- ja matelijalajeilla. Kryptosporidit ovat kuivuutta lukuun ottamatta erittäin kestäviä ulkoisia olosuhteita vastaan ja ookystat voivat säilyä useita kuukausia kosteassa ja viileässä ympäristössä. (Ruokavirasto 2019b.)

#### **4.6 Uimavesivälitteisiä epidemioita**

Suomessa uimavesivälitteiset epidemiat ovat yleensä noroviruksen aiheuttamia. Bakteereista puolestaan kampylobakteeri on yleisin uimavesivälitteisten tautien aiheuttaja. (Kauppinen ym. 2017; Ruokavirasto 2019c; Valvira 2019b) Suomessa on raportoitu kaikkiaan neljä EHEC-epidemiaa, joista yksi on ollut uimavesivälitteinen. Tämän uimavesiepidemian aikana todettiin lähes 20 tautitapausta. Paikkana oli matala uimaranta pienessä sisämaan järvässä, jossa lapset matalikoissa uidessaan nielivät saastunutta vettä. (Kokki 1998; Ruokavirasto 1997.)

Tautia aiheuttavien bakteerien, kuten EHEC 0157:H7 ja *Shigella sonnei* sekä alkueläimien, kuten *Giardia lamblia* ja *Cryptosporidium parvum* aiheuttamia epidemioita on yleensä esiintynyt erittäin pienissä ja matalissa vesistöissä, joissa käy paljon lapsia uimassa. Epidemiologiset tutkimukset ovat osoittaneet, että taudinaiheuttajan välittäjänä usein ovat uimarit itse ja uimareista yleensä lapset. Pienissä vesistöissä, joissa vesi ei vaihdu, epidemioiden aikana on usein paljon sairastapauksia. (WHO 2003, 56–57.)

## 5 TUTKIMUSALUEEN VESISTÖN OMINAISPIIRTEET

Itämeri on yksi maailman suurimmista murtovesialtaista, jonka huuhtouma-alue on noin neljä kertaa suurempi kuin meren pinta-ala. Itämeri on kauttaaltaan matala ja 1/3 osa siitä on vain alle 30 metriä syvä, joten Itämeren vesitilavuus on sen pinta-alaan nähden pieni. Itämeri on erittäin herkkä erilaisille ympäristön aiheuttamille kuormituksille, varsinkin ravinteille, jotka kertyvät vesistöön. Laajalta huuhtouma-alueelta tulee paljon etenkin typpi- ja fosforikuormitusta, joka on suurimmaksi osaksi ihmistoiminnasta peräisin. (HELCOM 2018, 12, 19)

### 5.1 Perämeren fysikaaliset ominaispiirteet

Perämeri on Itämeren pohjoisin osa ja se ominaispiirteiltään muistuttaa enemmän järveä kuin merta. Alhainen suolapitoisuus, mataluus ja pitkä jääpeitteinen kausi ovat Perämerelle tyypillisiä piirteitä. Lisäksi maa kohoaa Perämerellä noin 8-9 mm vuodessa ja sen vuoksi rantavyöhyke on jatkuvassa ja rannikon mataluuden vuoksi varsin nopeassa muutoksessa. Itämeren veden vaihtumiseen kokonaisuudessaan on arvioitu eri laskelmiin perustuen kuluvan noin 30-50 vuotta (Ilmatieteenlaitos s.a.a). Perämeressä vesi vaihtuu kuitenkin varsin nopeasti, noin viidessä vuodessa, sillä Perämereen virtaa vuosittain jokivettä noin 7 % koko sen tilavuudesta. Perämeressä makean veden osuus saattaakin olla kokonaisuudessaan jopa 40 %. (Ekholm-Peltonen ym. 2015, 27–28.)

### 5.1.1 Vähäsuolaista murtovettä

Itämeri on sijaintinsa puolesta varsin eristyksissä, sillä ainoa yhteys muihin meriin käy kapeiden Tanskan salmien kautta. Tämä on myös ainoa reitti, josta Itämeri saa suolaista merivettä. Tämän vuoksi Itämeren suolapitoisuus pysyy varsin matalana ja vähenee edelleen kohti pohjoisempia osia. Näiden erityispiirteiden vuoksi Itämeren vesi on siis luonteeltaan lähinnä murtovesityyppistä eikä niinkään suolaista merivettä, jota valtamerillä tavataan. (HELCOM 2018, 12) Pintaveden suolaisuus vaihtelee Itämeressä ja alhaisimmillaan se on Perämeressä, jossa suolaa on vedessä 2,5-3,5 promillea (Uusitalo ym. 2018, 30).

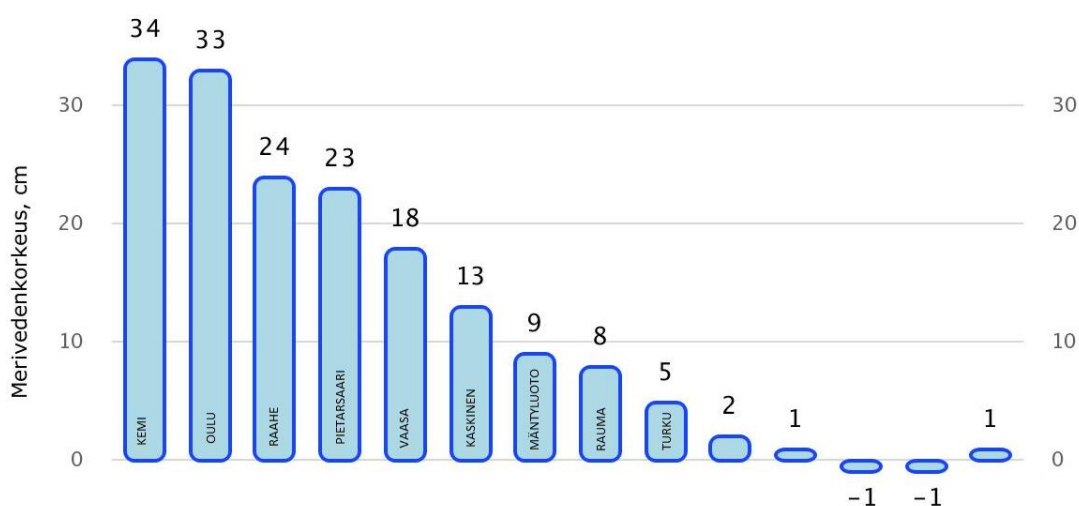
Itämeren pääaltaalla ja Suomenlahdessa on havaittavissa voimakasta syvyys-suuntaista vaihtumista, joka muodostaa halokliinin eli suolaisuuden harppauskerroksen. Halokliini estää pohja- ja pintavesien sekoittumisen. Perämerellä ei esiinny suolaisuuden harppauskerrosta. Tämä johtuu siitä, että Pohjanlahtea erottaa Itämeren pääaltaasta suolaisemman alusveden virtausta heikentävä Saaristomeren ja Ahvenanmeren kynnys. Perämerelle suolaista vettä virtaakin lähinnä pääaltaan pintakerroksesta. Perämereen laskee suuria jokia, joista leviää makeaa vettä laajalle alueelle, joten suolapitoisuus pysyy alhaisena. Jokisuistojen läheisyydessä ja syvälle mantereeseen työntyvien lahtien pohjukoissa vesi voi olla jopa lähes suolatonta. (Pitkänen & Lehtoranta 2010, 241; Uusitalo ym. 2018, 30.)

Perämeren happitilanne on kauttaaltaan hyvä, eikä merkittävää happikatoa ole havaittavissa. Tilanne on aivan toinen kuin Itämeren pääaltaan syvänteissä, joissa veden voimakas kerrostuneisuus estää vesien sekoittumisen, mikä johtaa happivarojen katoon. Perämeren hyvään tilaan vaikuttaa Selkämereltä virtauksien mukana tuleva hapekas päällysvesi vesien hyvän sekoittumisen ohella. Tämän lisäksi Merenkurkun kynnys käytännössä suojelee Perämeren Itämeren pääaltaan vähähappiselta alusvedeltä. Ainoastaan joillakin rannikon läheisillä alueilla, jonne kohdistuu voimakasta kuormitusta ja jossa veden vaihtuvuus on heikkoa, voi muodostua happitilanteeltaan heikompia vesialueita. (Kallio ym. 2019, 9.)

### 5.1.2 Veden virtaukset ja korkeuden vaihtelu

Itämeressä virtaukset ovat pääosin tuulen aiheuttamia mutta myös ilmanpaine-erot ja tiheyserot vesimassojen välillä vaikuttavat virtauksiin. Pinnanläheinen resultanttivirtaus on pääosin vastapäiväinen ja syvän veden virtauksiin vaikuttavat pohjan muodot. Virtaukset ovat kuitenkin riippuvaisia säätilasta ja ovat siksi vaihtelevia eikä valtamerillä tavattavien pysyvien virtausten kaltaisia merivirtoja esiinny. Lounaistuulet ovat Itämerellä vallitsevia ja ne yhdessä maapallon pyörimisen kanssa saavat Itämerellä aikaan vain pitkäaikaisena keskiarvona havaittavan vastapäivään tapahtuvan kiertoliikkeen. Merivesi on massaltaan paljon ilmaa painavampaa, joten sen virtaus ei heti pysähdy säätilan muututtua. Tämän vuoksi kovien tuulten tynnyttyä merivesi voi virrata vielä tynnelläkin säällä voimakkaasti. (Ilmatieteenlaitos s.a.b.; Uusitalo ym. 2018, 28.)

Itämerellä ei esiinny havaittavaa vuorovesi-ilmiötä, vaan vuoroveden vaikutus on vain muutamia senttimetrejä. Vedenkorkeus muuttuu lähinnä ilmanpaineen muutosten ja tuulten aiheuttamien lyhytaikaisten ja epäsäännöllisten vaihteluiden vuoksi (Kuva 3). Tuulen vaikutus esimerkiksi lahtien pohjukissa voi olla merkittävää ja suurimmat ääriarvot saavutetaan juuri tämän kaltaisissa paikoissa tuulen kasatessa veden pohjukkaan. (Ilmatieteenlaitos s.a.c.)



Kuva 3. Havainnekuvassa näkyy lounaistuulen vaikutus Perämerellä. Voimakas lounaistuuli painaa vettä kohti Perämeren pohjukkaa. Kuvakaappaus: Ilmatieteenlaitos, merisää (20.8.2019 klo:12.54). Kuvaan on lisätty mittausasemien nimet

Veden edestakainen virtaus Tanskan salmissa muuttaa Itämeren kokonaisvesimäärää, minkä vuoksi vedenkorkeus vaihtelee koko Itämeren alueella. Tämä

ilmiö selittyy vedenpinnan korkeuserosta Itämeren ja Pohjanmeren välillä sekä tuuliolosuhteista salmien alueella. Lisäksi ilmanpaineella on merkitystä, sillä korkeapaineella vedenpinta painuu alas ja matalapaineella se kohoaa. Normaali ilmanpaineen vaihtelu voi aiheuttaa useiden kymmenien senttimetrien vedenkorkeusvaihtelun, sillä yhden millibaarin paine-ero vastaa noin yhtä senttimetriä vedenkorkeudessa. Myös vuodenajoilla on merkitystä. Keskimäärin merenpinnan korkeus on korkeimmillaan joulukuussa ja matalimmillaan huhti-toukokuussa. Vedenkorkeuden lyhytaikainen vaihtelu on puolestaan voimakkaimmillaan marras-tammikuussa ja vähäisintä touko-heinäkuussa. (Ilmatieteenlaitos s.a.c.)

### **5.1.3 Perämeren lämpeneminen**

Koko Itämeri on lämmennyt, mutta alueellisia eroja on. Suurin muutos on tapahtunut Pohjanlahdella, etenkin Perämeren alueella. Vuosien 1970-2008 meteorologisen datan perusteella Pohjanlahdessa ilman lämpötila on noussut yli 0,5°C jokaista vuosikymmentä kohden. Vuosien 1990-2008 satelliittidatan perusteella kesäaikainen veden pintalämpötila on noussut 0,5-0,6°C astetta jokaista vuosikymmentä kohden. Myös alueen pilvisuus ja sadanta on vähentynyt. (Lehmann ym. 2011, 191–194.) Tämänhetkisen arvion perusteella saman suuntainen lämpötilakehitys jatkuu tulevina vuosikymmeninä. Kuluva vuosisadan loppuun mennessä Perämeren kesäajan pintaveden lämpötila arvioidaan nousevan 2-4°C astetta. Syvempien vesikerrosten arvioidaan lämpenevän 0-2°C astetta. (Meier ym. 2012, 3,6; Meier 2015, 244–245.)

## **5.2 Ravinnekuormitus ja rehevöityminen**

Merkittävin rannikkovesien ja avomeren tilaa heikentävä tekijä on liiallinen ravinnekuormitus ja siitä aiheutuva rehevöityminen. Rehevöityminen heikentää merivesien tilaa merkittävästi ja vaikutukset ilmenevät esimerkiksi veden samentumisena, leväkukintoina, veden vaahtoamisena ja pohjaeliöstön kuolemisena (EEA 2016, 17). Rehevöityneisyys johtaa myös runsaaseen mikrobikasvuun vesistöissä (Hokajärvi ym. 2008, 48). Vaikka Suomen ravinnepäästöjen vähentämisellä ei ole suurta vaikutusta koko Itämeren tilaan, riippuu omien rannikkovesiemme laatu Suomessa tehtävistä toiminnoista (VNS 6/2009, 9). Ravinnekuormituksen aiheuttajana on pääasiassa maatalous, mutta fosforia ja

tyypeä päätyy vesistöihin myös haja-asutuksesta, metsätaloudesta ja piste-  
mäisistä kuormituslähteistä kuten jätevedenpuhdistamoista sekä teollisuus- ja  
kalankasvatuslaitoksista. Lisäksi ravinnekuormitusta tulee luonnonhuhuttoutu-  
mana ja tyypeä ilmasta laskeutuneena. Maatalouden osuus Suomen Itämeren  
fosforikuormituksesta on noin 60 % ja typpikuormituksesta noin 50 % (VNS  
6/2009, 10). Rehevöityneisyydestä kärsii 97 % koko Itämeren alueesta, josta  
12 % on luokiteltu huonoimpaan mahdolliseen luokkaan (HELCOM 2018, 6).

Vaikka Perämeren tila onkin Itämeren pääallasta parempi, on rehevöityminen  
ongelmana myös Perämerellä, eivätkä sen rannikkovedet ole hyvässä tilassa.  
Suomen merialueista eniten ravinnekuormitusta virtaa juuri Perämereen joh-  
tuen sen valuma-alueen suuresta koosta. Varsinkin koillisen osan rannikkove-  
sistössä typen- ja etenkin fosforikuormituksen osalta vähennystarve on merkit-  
tävä. Perämeren rannikkoalue on herkkä rehevöitymiselle paitsi sinne kohdis-  
tuvan huomattavan kuormituksen, myös hyvin matalan rannikon vuoksi. Avo-  
merialueella tilanne on parempi, eikä typpipitoisuuksien kasvu ole johtanut  
kasviplanktonin tuotannon tai biomassan määrän kasvamiseen Itämeren pää-  
altaan tapaan. Tämä johtuu siitä, että Perämerellä perustuotantoa rajoittaa  
fosfori typen sijaan. Fosforipitoisuus on sen verran pieni avomerialueella, että  
levät eivät voi hyödyntää runsaita typpimääriä, koska ne tarvitsevat kasvuunsa  
molempia ravinteita tietyssä suhteessa. Viimeisen parinkymmenen vuoden ai-  
kana Perämerellä fosforikuormitus on vähentynyt onnistuneiden toimenpitei-  
den ansiosta, mutta vastaavasti typen osalta kuormituksen lisääntyminen on  
ollut koko Itämeren voimakkainta. (Ekholm-Peltonen ym. 2015, 118–121, 134;  
Kronholm ym. s.a., 91–94; Räike & Knuutila 2018, 74–78.)

Vesien rehevöityminen on keskeinen tekijä rannikoluontotyyppien kannalta ja  
se on vaikuttanut voimakkaasti useisiin maarannan luontotyyppeihin. Rehevöi-  
tyksen vuoksi avoimet rantaluontotyypit ovat ruovikoituneet ja kasvaneet um-  
peen (Kuva 4). Rantaan ajautuvat levämassat tarjoavat kasvualustan mm. jär-  
viruoölle, joka puolestaan vuosien saatossa on edesauttanut rantojen pen-  
soittumista ja puustottumista. Kasvillisuuden muutokset ovat heijastuneet puo-  
lestaan linnustoon ja muuhun eliölajistoon. Rehevöityminen on myös tulevai-  
suudessa yksi merkittävimmistä Itämeren uhkatekijöistä. (Reinikainen ym.  
2018, 72–73.)



Kuva 4. Umpeen kasvanutta ranta-aluetta Perämerellä. Kuva: Ville Soininen

### 5.2.1 Sisäinen kuormitus

Meren pohjasedimentti, jonne laskeutuu ravinteita eloperäiseen ja epäorgaaniseen kiintoainekseen sitoutuneena, muodostaa vesistön suurimman ravinnevaraston. Pohjasedimentissä ravinteet muokkautuvat biologisesti tai kemiallisesti liukoiseen muotoon, mitä tapahtuu etenkin hapettomissa olosuhteissa. Liukoisessa muodossa ravinteet ovat leville käyttökelpoisessa muodossa, mikä lisää leväkukintoja. Ravinteita vapautuu pohjasta kaikilla Suomen merialueilla ja tätä ilmiötä kutsutaan sisäiseksi kuormitukseksi, vaikka ravinteet ovatkin alkuaan peräisin ulkoisista lähteistä. Perämerellä sisäinen kuormitus on vähäisempää kuin monilla muilla Itämeren alueilla, mutta myös Perämeren joillakin rannikkoalueilla sisäinen kuormitus palauttaa ravinteita vesistöön ja kiihdyttää rehevöitymistä edelleen. Perämerellä vesi ei kuitenkaan kerrostu suolaisuuden mukaan, joten alusveteen ei pääse muodostumaan laajalti hapettomia olosuhteita, minkä ansiosta fosfaatit sitoutuvat tehokkaammin merenpohjaan. (Ekholm-Peltonen ym. 2015, 49–50; Uusitalo ym. 2018, 33.)

Ravinteiden vapautuminen pohjasedimentistä on voimakkainta talvella ja keuhällä, jolloin virtaamat ja ravinnekuormitus ovat vähäisiä. Samanaikaisesti



myös kiintoaineen sedimentaatio on vähäistä. Tällöin pohjasedimentistä vapautuvan fosforin määrä voi hetkellisesti ylittää vesistöön tulevan fosforimäärän. Fosforipitoisuuden seuraamisella voidaan saada viitteitä vapautumisen merkittävydestä tarkastelemalla vesistön kasvukauden aikaisia pitoisuusmuutoksia eli nousevatko fosforipitoisuudet pintakerroksessa, vaikka kuormitus on samanaikaisesti vähäisimmillään. (Ekholm-Peltonen ym. 2015, 49.)

### **5.3 Pintavesien luokittelun periaatteet**

Pintavesien tilaa voidaan luokitella eri näkökulmista. Viime aikoina luokittelujen periaatteet ovat yhä enemmän painottuneet ihmistoiminnasta aiheutuneiden vesistöjen muutosten arvioimiseen. Vesistöjen tilaa voidaan myös arvioida niiden hyödyntämisen näkökulmasta, kuten virkistyskäyttöarvosta. Vesistö voi olla esimerkiksi luonnostaan hyvin rehevä ja siten ekologinen tila hyvin lähellä luontaista tilaa, mutta samaisen vesistön virkistyskäyttöarvo voi olla heikko.

#### **5.3.1 Pintavesien tilan ekologinen ja kemiallinen luokittelu**

Pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan arviointi ja luokittelu toteutetaan kuuden vuoden välein. Tilaa arvioidaan ja luokitellaan ihmisten toiminnan aiheuttaman muutoksen voimakkuuden perusteella. Pintavesimuodostumien tila perustuu ekologiseen ja kemialliseen tilaan sen mukaan kumpi niistä on huonompi. Luokittelutyön avulla saadaan tietoa vesistä, jotka tarvitsevat toimia hyvän tilan saavuttamiseksi tai sen ylläpitämiseksi. Vesistöjen ekologinen ja kemiallinen tila on Suomessa luokiteltu kolme kertaa. Viimeisin tilaluokittelu on tehty vuosina 2018-2019. Pintavesien tilan arviointiperusteet on päivitetty vesienhoidon kolmatta suunnittelukautta 2022-2027 varten. Tilaa arvioidaan mm. seuraamalla kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksia vesistössä (Taulukko 5). (Aroviita ym. 2019, 3–4, 107–108, 166.) Sisempien ja ulompien rannikkovesityyppien välinen raja noudattaa pääsääntöisesti viiden metrin syvyskäyrää (Ekholm-Peltonen ym. 2015, 37).

Taulukko 5. Pintavesien tilan arvioinnin luokkarajat kokonaisravinteiden osalta Perämeren rannikkovesissä (Aroviita ym. 2019, 166)

Tyyppi	Muuttuja	Vertailu- arvo	Luokkarajat			
			E/Hy	Hy/T	T/V	V/Hu
Perämeren sisemmät rannikkovedet	Kokonaisfosfori µg/l	9	11	14	18	27
	Kokonaistyyppi µg/l	260	305	340	370	420
Perämeren ulommat rannikkovedet	Kokonaisfosfori µg/l	7,5	9	11	15	20
	Kokonaistyyppi µg/l	225	270	315	350	400
Luokkarajat: E=Erinomainen, Hy=Hyvä, T=Tyydyttävä, V=Välttävä, Hu=Huono						

Arviointi tehdään kokonaisravinnenäytteistä, jotka on kerätty keskikesällä heinäkuun ja syyskuun ensimmäisen viikon välisenä aikana. Arvioinnissa painotetaan kokonaisfosforin tuloksia. Sisempien rannikkovesien arviointia varten kerätään erillisnäytteitä 0-5 m syvyyksistä. Ulompien rannikkovesien seurannan osalta näytteet kerätään 0-10 m syvyydeltä pintakerroksesta ja erillisnäytteistä lasketaan näytekohtainen keskiarvo. (Kauppila 2019, 87, 90–91.) Pintavesien luokittelujen laskenta suoritetaan kaikkien seurantajakson vuosien yli, eikä vuosittain, sillä se kuvaa vedenlaatua edustavammin. Jokaisen havaintopaikan arvona käytetään luokituskauden keskiarvoa ja seurantapaikan arvo on havaintopaikkakohtaisten arvojen keskiarvo. (Aroviita & Mitikka 2019, 36.)

### 5.3.2 Pintavesien käyttökelpoisuusluokittelu

Vesien tilaa voidaan arvioida myös käyttäen yleistä käyttökelpoisuusluokittelua, joka kuvaa vesiemme keskimääräistä veden laatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Laatuluokka määräytyy vesistön luontaisen veden laadun ja ihmisen toiminnan vaikutuksien mukaan.

Tässä arviointimenetelmässä on viisi luokkaa kokonaisfosforille (Taulukko 6). Luokka I kuvaa veden erinomaista tilaa. Tällöin vesistö on luonnontilainen ja yleensä karu. Vesistö soveltuu erittäin hyvin kaikkiin käyttötarkoituksiin. Luokassa II vesistön tila on hyvä ja vesistö on lähes luonnontilainen. Vesistö voi kuitenkin olla lievästi rehevöitynyt. Vesistö soveltuu hyvin eri käyttömuotoihin. Luokka III kuvaa tyydyttävää vesistön tilaa, joka on ihmistoiminnan vuoksi lievästi rehevöitynyt tai veden laatu on muuten muuttunut. Vesistö soveltuu yleensä tyydyttävästi useimpiin käyttömuotoihin. Luokassa IV vesistön tila on välttävä ja vesistö on ihmistoiminnan vuoksi voimakkaasti rehevöitynyt tai vedenlaatu on muuten muuttunut. Vesistö soveltuu yleensä vain sellaisiin käyttötarkoituksiin, joiden vedenlaatuvaatimukset ovat vähäiset. Luokassa V vesistö

on ihmistoiminnan pilaamaa. Vesistön käyttö on rajoittunut joko pysyvästi tai ajoittain. (Mitikka 2015, 4–5.)

Taulukko 6. Vesistön yleisen käyttökelpoisuusluokituksen luokkarajat (Mitikka 2015)

Merivesi	I	II	III	IV	V
	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
Kokonaisfosfori µg/l	<12	13-20	20-40	40-80	>80

#### 5.4 Perämeren ekologinen tila hankealuetta ympäröivillä vesistöalueilla

Koillisen Perämeren sisempien ja ulompien rannikkovesien ekologinen tila on viimeisimmän, vielä alustavan tila-arvion perusteella tyydyttävä (SYKE ja ELY-keskukset 2019; Vesikartta-paikkatietopalvelu). Arvio on tehty vuosina 2012-2017 kerättyjen aineistojen pohjalta. Tila on etenkin ulompien rannikkovesien osalta heikentynyt hyvästä tyydyttävään edelliseen vuonna 2013 tehtyyn tila-arviioon nähden. Tosin arvioinnin ja luokittelun periaatteisiin ja kriteereihin on tullut muutoksia (Arviointi ym. 2019). Tyydyttävässä, välttävässä tai huonossa tilassa olevista rannikkovesimuodostumista valtaosalla on etenkin kokonaisfosforipitoisuuden, mutta myös kokonaistyyppipitoisuuden vähennystarvetta. Esimerkiksi Olkijoki-Siikajoki-Säärenperä -muodostuman vähennystarve on yli 50 % kokonaisfosforipitoisuudesta ja 30-50 % kokonaistyyppipitoisuudesta. Perämerellä fosfori on perustuotantoa rajoittava ravinne, joten etenkin sen vähentäminen on tärkeää. Suurin osa mereen tulevasta kuormituksesta on peräisin jokivesistä, joten kuormituksen vähentämistavoitteet olisivat järkevää kohdistaa valuma-alueille. Joka tapauksessa nykyiset toimenpiteet ovat olleet riittämättömiä ja niitä on joko tehostettava entisestään tai etsittävä uusia ratkaisuja. (Torvinen & Laine 2015, 188–189, 198–200.)

#### 5.5 Tulevaisuuden näkymät

Tulevaisuudessa Itämeri tulee kohtaamaan entistä haasteellisemmat olosuhteet ilmaston muutoksen, demografian ja koko valuma-alueella kasvavan maankäytön-, elintarvikehuollon ja energian tarpeen vuoksi. Hyvä kehitys vaatii kaikkien hallinnon tason toimien avaintekijänä yhteisöjen sopeuttamista kestäväan elämäntapaan. Itämeren mahdollisuuksina nähdään kuitenkin merialueen hyvä tuntemus ja väestön hyvä koulutustaso, joka mahdollistaa edelleen

syventämään tutkimuslaitosten, järjestöjen ja kansalaisten ekologista ymmärrystä ja kehittämään uusia teknisiä ja sosiaalisia innovaatioita. Jo nyt eri instituutioiden ja organisaatioiden keskinäinen tiedonvaihto ja yhteistyökyky ovat myötävaikuttaneet ihmisten toimiin ja tavoitteeseen hyvinvoivasta Itämeren ympäristöstä. Tulevaisuudessa on tärkeää sisällyttää kaikki tieto ja taito ekosysteemipohjaiseen Itämeren hoitoon, kuten myös valtioiden, alueellisten ja globaalien toimenpiteiden kohdistamista kestäviä ja ympäristöä säästäviä ratkaisuja kohti. (HELCOM 2018, 146.)

Kaikesta huolimatta Itämerellä on suuret haasteet edessä. Suomenlahdessa ja Pohjanlahdessa arvioidaan olevan yhteensä typpeä 2 miljardia kg ja fosforia 99 miljoonaa kg. Itämeressä on valtava määrä ylimääräisiä ravinteita, joita ei tällä hetkellä hyödynnetä, koska se ei ole taloudellisesti kannattavaa. Tulevaisuudessa uusien teknisten ratkaisujen ja biologisten menetelmien avulla niiden hyödyntäminen voi tulla mahdolliseksi. Näistä voi jopa muodostua uutta yritystoimintaa, joka samalla parantaa ympäristön tilaa. Esimerkiksi teollisella levientuotannolla voi olla tulevaisuudessa mahdollista sitoa hiilidioksidia ja ravinteita vaikkapa teollisuuslaitosten päästöistä. Myös vedessä kasvavien biomassojen hyödyntämistä bioenergian raaka-aineena on tutkittu ja siitä voi tulla yksi kestävä energiantuotannon ratkaisu. Lisäksi erilaiset tuotannolliset symbioosit, kuten vesi-, ravinne- ja energiatalouden yhteensovittaminen ja kehittäminen ovat tulevaisuuden huomattava mahdollisuus. (MMM 2016, 12–13, 17.)

## **6 RANTALAUDUNTAMINEN**

Perinteisen kaltainen luonnonniittyjen (Kuva 5) ja vesiniittyjen hyödyntäminen laiduntamalla ja niittämällä piti aikoinaan maiseman avarana ja niityt matala-kasvuisina. Luonnonniittyjen hyödyntäminen alkoi vähentyä merkittävässä määrin jo 1900-luvun alkupuolella, mutta 1950-luvulla maatalouden rakennemuutoksen myötä niiden hyödyntäminen väheni jyrkästi. Laiduntamisen ja niiton loputtua kasvillisuudessa tapahtuneet muutokset ovat johtaneet luontotyyppien ja lintulajien muutoksiin. Merenrantaniittyjä arvioidaan olevan jäljellä noin 6 200 ha, mistä 2 000 ha on jo ruovikoitunut; kunnostuskelpoisia rantaniittyjä puolestaan arvioidaan olevan noin 12 000 ha (Lehtomaa ym. 2018b, 712).



Kuva 5. Laiduneläimet pitävän rantakasvillisuuden matalana. Kuva Jyrki Raatikainen.

Viime aikoina rantaniittyjen laiduntaminen on alkanut elpymään ja peruskunnostustoimenpiteillä on jo saavutettu myönteisiä tuloksia niittykasvillisuuden ja eliöstön palautumisessa perinteisen kaltaiseksi (Niemelä 2012, 7). Rantaniittyjä voidaan kunnostaa ja hoitaa esimerkiksi maakasvillisuuden tai vesikasvillisuuden niitolla, vesakon tai puiden raivauksella, laiduntamalla ja ruoppaamalla sekä yhdistelemällä eri hoitokeinoja. Hoitokeinoista laidunnus sopii hyvin laajoille ja avarille ranta-alueille, joita halutaan hoitaa mahdollisimman pienin kustannuksin. (Javanainen ym. 2013, 2,4–5.) Merenrantaniityt on arvioitu äärimmäisen uhanalaiseksi luontotyyppiä, joita pyritään elvyttämään rantalaiduntamisella (Lehtomaa ym. 2018a, 243–247). Rantojen hoitaminen kuitenkin vaatii jatkuvaa työtä sekä tukijärjestelmää hoidon myönteisten vaikutusten pysyvyyden ja vaikuttavuuden takaamiseksi (Pessa ym. 2005, 39).

## 6.1 Perinnebiotoopit

Perinnebiotoopit ovat monipuolisin ja runsaslajisin elinympäristömme, mutta samalla myös uhanalaisin (Raatikainen ym. 2017, 14). Perinnebiotoopilla tarkoitetaan ketoa, niittyä, lehdesniittyä, hakamaata, metsälaidunta tai nummea, jossa on nähtävissä selviä merkkejä laidunnuksesta tai alueen käytöstä karjan

rehuntuotantoon (Ruokavirasto 2019a, 1). Merenrantaniityt kuuluvat perinnebiotooppeihin, jotka ovat syntyneet perinteisen niitty- ja laiduntalouden tuloksina, eivätkä ne säily ilman jatkuvaa hoitoa. Perinnebiotooppien määrä kokonaisuudessaan on laskenut Suomessa alle yhteen prosenttiin siitä, mitä se oli 1800-luvun lopulla. Elinympäristöjen väheneminen näkyy monien eliöiden taantumisena ja uhanalaistumisena. (MMM 2003, 1.) Perinnebiotoopit on inventoitu viimeksi 1990-luvulla ja uusi valtakunnallinen inventointi toteutetaan vuosien 2019-2021 aikana (SYKE 2019).

Maatalouspolitiikan muuttuessa ja maatalouden koneellistumisen myötä niityille ei enää ollut käyttöä. Niittyjä raivattiin runsaasti vilja- ja nurmipelloiksi, metsitettiin ja osa käyttämättömänä jäi kasvamaan umpeen. Varsinkin rannoilla sijaitsevien niittyjen umpeenkasvua, ruovikoitumista ja kasvimassan keraantymistä ovat kiihdyttäneet rehevöityneet vesistöt. Myös maankäytön muutokset ovat hävittäneet perinnebiotooppeja esimerkiksi vesirakentamisen ja ruoppausten sekä teiden, asuntojen, mökkien ja tuotantolaitosten rakentamisen myötä. Rakentamisessa ja kaavoituksessa ei ole juuri huomioitu perinnebiotooppien säilyttämistä. Suomen toisessa uhanalaisarvioinnissa (2018) havaittiin perinnebiotooppien tilanne erittäin heikoksi. Perinnebiotoopit ovat kokonaisuudessaan hyvin uhanalaisia eikä säilyviksi luokiteltavia luontotyyppejä ole. Esimerkiksi merenrantaniityt ovat äärimmäisen uhanalaisia. Todennäköisesti perinnebiotooppien luontotyyppejä on Suomesta jo kokonaan hävinnytkin. Mitkään perinnebiotooppien luontotyypeistä eivät ole Suomessa enää yleisiä, eivätkä ne ole kokonaispinta-alaltaan laajoja, joten suojelutoimenpiteille on merkittävä tarve. (Lehtomaa ym. 2018a, 242–247.)

## **6.2 Rantaniittyjen kasvi- ja eliölajisto**

Kasvillisuuden lajikirjon kannalta niiton ja laidunnuksen hyödyt täytyy arvioida tapauskohtaisesti. Jos rantavoimat riittävät pitämään rannan avoimina, puuttomina, pensaattomina ja ruovikoitumattomina, laidunnus voi olla tarpeetonta tai sillä voi olla kielteinen vaikutus kasvien lajikirjoon. Itämeren rehevöitymisen myötä merenrantaniittyjen lajisto on taantunut ja yhä vähenevissä määrin rannat pysyvät avoimina ilman hoitoa. Etenkin järviruohon voimakas lisääntyminen on vaikuttanut haitallisesti lähes kaikkiin muihin merenrantojen kasveihin.

Ilman hoitoa järviruoko valtaa suurimman osan rantaniityistä. Merenrantaniityille ominaisista kasveista noin neljäsosa on luokiteltu uhanalaisiksi tai silmäläpidettäväksi. Suurimmalla osalla uhanalaisista merenrantalajeista laidunnus tai niitto on välttämätön hoitotapa taantumisen pysäyttämiseksi. Merenrantojen kotoperäisistä kasvilajeista noin 60 % hyötyy laidunnuksesta ja niitosta, kun taas haitallisia vaikutuksia tiedetään olevan ainoastaan kahteen kotoperäiseen kasvilajiin. Positiiviset vaikutukset ovat havaittavissa erityisesti nautakarjan laiduntamisesta. (Pykälä 2007, 59–61.)

Laajojen ruovikkoalueiden lisääntyminen on suosinut niille tyypillisten lintulajien menestymistä, kun taas avoimille rantaniityille tyypilliset lajit ovat taantuneet (Below & Mikkola-Roos 2007, 24). Syynä tähän on merenrantaniittyjen uhanalaistuminen ja sitä myötä niille tyypillisen eliöstön yksipuolistuminen. Merenrantaniittyjen kunnostamisessa ja hoidossa kannattaa suosia laajoja alueita, sillä liian pienille alueille ei välttämättä muodostu toimivaa eliöstön ekologiaa ja vuorovaikutteisuutta. Kunnostustoimien myötä hävinneet lajit palaavat suuremmalla todennäköisyydellä, jos niitä on aiemmin esiintynyt alueella. (Ikonen & Hagelberg 2007, 91.) Rantaniityt ovat tärkeitä pesimäalueita etenkin avointa ympäristöä vaativille vesi- ja rantalinnuille, joista useat ovat uhanalaisia tai silmäläpidettäviä lintulajeja. Myös monet muut linnut hyötyvät rantaniityistä esimerkiksi muuttoaikojen ruokailualueina. (Lehtomaa 2018b, 711.)

Merenrantaniittyjä on Suomessa koko Itämeren rannikkoalueella, mutta yli puolet merenrantaniittyjen pinta-alasta sijaitsee Perämerellä. Rantaniittyjen keskikoko on kasvanut Perämeren rannikolla merkittävästi 1990-luvun lopulla uudelleen alkaneen rantalaidunnuksen ansiosta. Tämän vuoksi Perämeren rannikolta löytyy vielä laajoja laidunnettuja rantaniittyjä. Muilla rannikkoalueilla rantaniityt ovat lähinnä pieniä ja Perämeren ulkopuolella laajoja kokonaisuuksia tavataan vain vähän. (Lehtomaa 2018b, 712.) Perämeren rannikolla sijaitsee myös eniten luontodirektiivin lajeja (Raatikainen ym. 2017, 26).

### 6.3 Ravinnekiertoa rantalaitumella

Peltoja lannoitetaan muun muassa fosforilla, joka on uusiutumaton luonnonvara ja jonka kaivosvarantojen arvioidaan olevan ehtymässä 50-100 vuodessa. Eri tuotantovaiheiden jälkeen lannoitteeksi kaivetusta fosforista merkittävä määrä hukkaantuu, joten nykyisen muotoinen fosforiketju ei ole kestävällä pohjalla. Lisäksi fosfaattikiven kaivostoiminnalla on merkittäviä ympäristövaikutuksia, jonka yhteydessä syntyy myrkyllisiä sivutuotteita. (Cordell ym. 2009.) Luonnonlaitumia ei lannoiteta eikä laitumille yleensä saa myöskään tuoda lisärehua. Rantalaitumilla laiduntavat eläimet siis käyttävät ravinnokseen luonnon tarjoamaa kasvillisuutta, joka jäisi muutoin hyödyntämättä. (Niemelä 2012, 9, 15.)

Laidunnuskausi kestää toukokuulta lokakuulle, jolloin kohteesta riippuen laidunnetaan 3-5 kuukautta. Valtaosa rantalaitumista on tukijärjestelmän piirissä, jolloin laiduntamisessa tulee noudattaa järjestelmän sääntöjä. Esimerkiksi laidunnuspaine pitää mitoittaa hoidettavalle alueelle sopivaksi, jotta kasvustoa on riittävästi laiduneläinten määrään nähden. Jos laiduneläimiä on liian vähän, ei ympäristötilan parantumisen tavoitteita saavuteta. Liian korkea eläinmäärä puolestaan johtaa ravinnon ennen aikaiseen ehtymiseen, mistä seurauksena voi olla kasvipeitteen kulumisen ja maanpinnan rikkoutuminen. Tämä altistaa maaperän kiintoaineksen ja ravinteiden huuhtoutumiselle, sillä kasvillisuus sitoo ravinteita. Tosin lievällä kasvipeitteen kulumisella on myös positiivisia vaikutuksia luonnon monimuotoisuuden kannalta. (Niemelä 2012, 8, 14.)

Jewell ym. (2007) ovat tutkineet nautakarjan käyttäytymistä ja fosforin uudelleenjakautumista Sveitsin Alpeilla kahtena laidunkautena. Tutkimuskohteiden karjalaumoissa oli pääosin emolehmäkarjaa (täysikasvuisia nautoja ja vasikoita). Tutkimuksessa havaittiin eläinten siirtävän ravinteita koko laidunalueelta suhteellisen pienille eläinten lepäily- ja märehtimisalueille, jonne fosforia kerääntyi erittäin voimakkaasti. Käytännössä kuitenkin havaittiin, että valtaosa eläinten lantakasoista sijoittui alempana olevalle laidunnusalueelle. Jewell ym. (2007) mukaan Berry ym. (2002) on laskenut, että yksi emolehmä ja sen vasikka poistaa päivässä fosforia kasvimassan mukana noin 26,2 g ja palauttaa



lannan mukana 22,3 g, joten emolehmälaitumilla lannan mukana siirtyy paikasta toiseen 85 % kasvimassan sisältämästä fosforista. Tosin ravinnonlaadusta riippuen lannan sisältämä fosforimäärä voi vaihdella (Valk ym. 2002).

Märehtijöiden nauttimasta ravinnosta erittyy virtsaan normaalisti hyvin vähän fosforia, alle 1 %. Fosforin erityy voi tiettyjen tekijöiden vuoksi toisinaan olla runsastakin, mutta kokonaisuuden kannalta merkityksetöntä. Myös märehäntijöiden kuolan mukana erittyy fosforia jonkin verran. (Goselink 2015, 13, 28-30; Løvendahl & Sehested 2016, 4580; van Krimpsen ym. 2013, 10.) Typen osalta tilanne on samansuuntainen. Eräässä toisessa Sveitsin Alpeilla tehdyssä tutkimuksessa havaittiin emolehmäkarjan pidättävän nauttimansa ravinnon typestä 6,1 % - 9,2 % (Estermann ym. 2001). Karkeasti arvioiden laiduneläinten ravinnokseen käyttämästä kasvimassan sisältämistä ravinteista poistunee noin kymmenesosan verran kierrosta.

Rantalaitumilla laiduneläinten vaikutuksesta ravinteita siirtyy vesirajan läheisyydestä eläinten suosimille korkeammalla paikalla oleville lepäilyalueille, jolloin ravinteita jää vähemmän vesistön huuhtoutumisvyöhykkeelle. Kasvimassan kierrättämisellä on myös muita etuja ympäristöön. Laidunalueelle lannan mukana palautuvat ravinteet ovat pilkkoutuneet helpommin hajotettavissa olevaan muotoon, joten ravinteet ovat nopeammin kierrätettävissä takaisin kasvien käyttöön. Lisäksi laidunnus huolehtii siitä, että jatkuvasti uudistuva kasvillisuus voi sitoa tehokkaasti alueelle muualta huuhtoutuvia ravinteita. (Niemelä 2012, 14, 19.) Eräässä yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa havaittiin laidunnettujen niittyjen valumavesissä olevan vähemmän esimerkiksi nitraattityppeä (Jackson ym. 2006, 254).

#### **6.4 Rantalaiduntamisen ongelmakohtia**

Jokaisella uimarannalla on omat tunnusomaiset piirteet, jossa ongelmat voivat ilmetä eri paineiden ja tapahtumien yhteisvaikutuksesta. Esimerkiksi kova sade voi aiheuttaa tulvimista läheisiltä laitumilta aiheuttaen uimapaikkojen merkittävää mikrobiologista saastumista (Kuva 6). Saksassa viranomaiset sulkiivat tämän syyn vuoksi kaksi uimarantaa Constance-järvellä vuonna 2014 ja samanlaisten ongelmien vuoksi laiduntaminen kiellettiin Belgian Valloniassa jokivarsilla (EEA 2016, 24). Pääasiallisten saastelähteiden jäljittäminen voi

kuitenkin olla haasteellista, sillä saastumisen taustalla voi olla useita eri lähteitä.



Kuva 6. Laiduneläinten ulosteista voi koitua hygieniahaittaa lähialueen vesistöihin. Kuva Jyrki Raatikainen

Niittoa olisi tarpeen lisätä rantaniittyjen hoidossa. Itämeren rehevöitymisen näkökulmasta rantalaiduntaminen on harmillisesti korvannut niittoa rantaniittyjen ja ruovikoiden hoitomuotona. Tällä on ollut negatiivisia vaikutuksia ravinteiden poistumisen kannalta, sillä niitossa ravinteita poistuu laidunnusta enemmän, mikäli niittojäte kuljetetaan alueelta pois. (Niemelä 2012, 14.) Niiton ja heinänkorjuun korvautuminen laidunnuksella on myös muuttanut niittoniittyjen laatua. Laiduntaminen ei ylläpidä niiton lailla tuoreiden pienruhoniittyjen tai merenrantaniittyjen ominaispiirteitä; kasvilajisto muuttuu. Niitto on nykyään harvinaista ja vain noin 1 % niityistä hoidetaan enää niittämällä. Myös hoidon laadussa on havaittu olevan puutteita lähinnä liian alhaisen laidunpaineen vuoksi, minkä vuoksi hoito ei ole ollut niin vaikuttavaa kuin se voisi olla. (Lehtomaa ym. 2018a, 247.)

Tämän hankkeen yhteydessä kävi ilmi, että loma-asuntojen asukkaat harmittelevat laidunalueilta rannoille ajautuneita ruohotuppoja; ranta muuttuu epäsiistiksi ja vaatii enemmän hoitoa. Laiduneläinten ääntely on koettu toisinaan

häiritseväksi, mutta tämä viihtyvyyteen vaikuttava tekijä on vahvasti kiinni kookijasta itsestään; toiset nauttivat eläinten ääntelystä, toisia se häiritsee. Eläimiä on myös karannut laitumilta, mutta tämän tyyppiset häiriöt eivät ole yleisiä.

## **6.5 Luonnonlaitumien imagolliset ja taloudelliset hyödyntämismahdollisuudet**

Eläinten laiduntaminen luonnonlaitumilla nähdään yleensä positiivisena asiana tilan imagollisista syistä sekä ilmaisen laidunrehun tarjoaman taloudellisen hyödyn vuoksi. Tällöin peltoja jää muuhun käyttöön. Lisäksi kuluttajat ovat entistä ympäristötietoisempia ja huolestuneita tuotantoeläinten hyvinvoinnista. Luonnonlaitumilla on havaittu olevan eläinten terveyden ja hyvinvoinnin kannalta positiivisia vaikutuksia; eläimet ovat parempikuntoisia, lihaksikkaita, niillä on vähemmän jalkaongelmia ja poikimiset sujuvat paremmin. Lampaiden villan laadunkin on havaittu olevan parempaa. Luonnonlaitumet ja perinnebiotoopit käyvät myös luomukarjan laitumiksi (Raatikainen ym. 2017, 19). Maisemallisesti upeiden perinnebiotooppien hoidosta voi olla lisäksi hyötyä eläintiloille, joissa harjoitetaan muun toiminnan ohella maatilamatkailua. Uudempina innovaatioina perinnebiotoopeilta niitetystä heinästä on valmistettu munakenoja sekä niitettyä ruokomassaa on hyödynnetty maanparannusaineena ja bioenergiana. (Lehtomaa ym. 2018a, 249, 251.)

## **6.6 Ympäristönhoitosopimukset tukevat perinnebiotooppien hoitoa**

Perinnebiotooppien hoidon tavoitteena on säilyttää ja vahvistaa alueen kulttuurihistoriallisia ja maisemallisia ominaispiirteitä. Lisäksi tavoitteena on säilyttää esimerkiksi eri luontotyyppien luontainen ja harvinainen eliölajisto. (MMM 2003, 1) Merenrantaniityt kuuluvat luontodirektiivin (92/43/ETY) luontotyyppeihin ja jäsenmaat ovat velvollisia osoittamaan suojelukohteita luontotyyppien turvaamiseksi. Perinnebiotooppien hoito on nykyisin täysin maatalouden ympäristökorvausjärjestelmän sekä luonnonlaidunnusta ja maiseman hoitoa harjoittavien nauta- ja lammastilojen varassa (Lehtomaa ym. 2018a, 247).

Perinnebiotooppien hoitoa tuetaan ympäristökorvauksen ympäristösopimukseen kuuluvan maatalousluonnon monimuotoisuuden ja maiseman hoitotoimenpiteen tukimuodon avulla. Sopimuksen kestoaika on aina viisi vuotta. Hoidosta

maksetaan korvausta pinta-alan mukaan ja sitä voidaan maksaa vähintään maakunnallisesti arvokkaaksi todetulle perinnebiotooppikohteelle. Toimenpiteiden on perustuttava hyväksytyyn suunnitelmaan ja korvausta maksetaan vuosittain sopimusalueella toteutettavista toimenpiteistä. (ELY 2018.) Kaikkien perinnebiotooppien hoidon määrällinen vähimmäistavoite on ollut vuodesta 2000 lähtien 60 000 ha, mutta tavoitetta on ollut erittäin vaikeaa saavuttaa. Vuonna 2017 hoidossa oli koko maassa n. 30 000 ha. (Lehtomaa ym. 2018a, 251.)

Virheellisesti tai perusteetta maksettu tuki sekä tilanteissa, joissa korvauksensaaja luopuu sopimuksesta ennen sopimuskauden päättymistä, maksettu ympäristökorvaus peritään takaisin. Takaisin perintään voi johtaa esimerkiksi tilanne, jossa korvauksensaaja on salannut sopimuksen tekemiseen oleellisesti vaikuttavia seikkoja tai antanut virheellistä tietoa. Kuitenkin jos sopimuksesta luopumisen syynä on ylivoimainen este, kuten työkyvyttömyys, ympäristökorvausta ei peritä takaisin. Hakijan on esitettävä ylivoimaisesta esteestä riittävät todisteet kirjallisesti. (L192/2013; Ruokavirasto 2019a, 5–6.) Epäselvää tukien takaisin perinnässä aiheuttavat tapaukset, joissa viranomainen kieltää laiduntamisen esimerkiksi ympäristönsuojelulain perusteella. Tilanne on tuensaa- jasta riippumaton, mutta toisaalta tuettu alue ei ole ollut laiduntamalla hoidettavaksi soveltuva. Tämän vuoksi hoitokohteiden valintaan on syytä perehtyä aiempaa huolellisemmin ikävien ristiriitojen jälkiselvittelyjen sijaan.

Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman (Maaseutuohjelma) arvioinnista 2017 havaittiin, että perinnebiotooppien hoidettu ala on kasvanut merkittävästi viiden vuoden takaisesta, mutta edelleenkin tavoitellusta kokonaisalasta ollaan jäljessä. Hoidettua alaa ei siis voi vielä pitää lajiston suojelun kannalta riittävänä. Samaan aikaan luonnonhaittakorvauksen kautta tuettujen luonnonlaitumien, luonnonniittyjen, avoimien hakamaiden, pysyvien laitumien ja pysyvien nurmien määrä on vähentynyt. Näistä lajiston monimuotoisuuden kannalta arvokkaimpien eli luonnonlaitumen, luonnonniittyjen ja avoimien hakamaiden väheneminen on erityisen haitallista. Maaseutuohjelman toimet arvokkaimpien elinympäristöjen määrän lisäämiseksi ovat siis olleet tarkastelujaksolla riittämättömiä ja hoidettujen perinnebiotooppien ja luonnonlaitumien pinta-alaa pitäisi kasvattaa, jotta tavoitteet luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseksi ja turvaamiseksi saavutetaan. (Hyvönen ym. 2017, 65–66.)

## **7 TUTKIMUSKOHTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT**

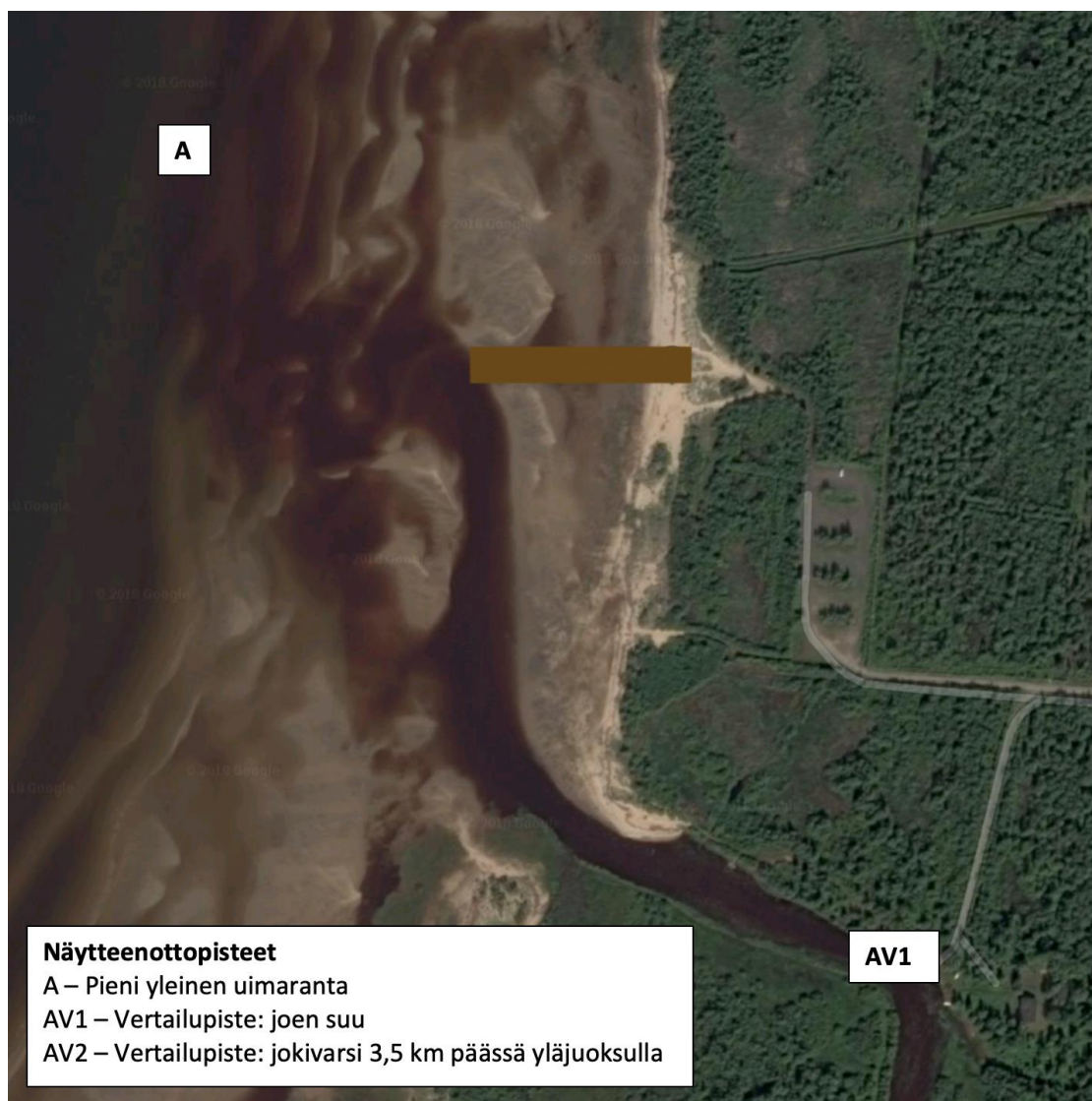
### **7.1 Tutkimuskohteet**

Rantalaiduntamisen hygieenisiä vaikutuksia Perämeren rannikon uimavesiin tutkittiin kolmessa eri kohteessa Siikajoella ja Raahessa (kohteet A, B ja C). Lisäksi tutkimuksessa oli mukana vertailukohteena uimaranta (kohde V), jonka lähistöllä ei ole rantalaitumia, jokia, peltoja tai muita merkittäviä ulosteperäisen saastumisen lähteitä ja jonka uimaveden laatu on ollut pitkän ajan seurannassa lähes moitteetonta. Hygieniavaikutusten lisäksi tutkittiin ravinnepitoisuuksien vaihtelua Perämeren ranta-alueilla.

Vertailukohde V on niin kutsuttu yleinen uimaranta, jossa odotetaan käyvän huomattava määrä uimareita päivässä ja jonka valvontaan sovelletaan STM:n asetusta 177/2008. Tutkimuskohteet A ja C ovat puolestaan pieniä yleisiä uimarantoja, joiden valvonnassa sovelletaan STM:n asetusta 354/2008. Kohde B on yksityinen loma-asunnon ranta eikä sitä valvota asetuksien perusteella.

#### **7.1.1 Tutkimuskohde A**

Tutkimuskohde A on pieni yleinen uimaranta. Kohteeseen laskee kohtuullisen iso joki, jonka vesi sekoittuu rannikon veteen uimarannan edustalla. Rantalaitumia on uimarannan ja joen molemmin puolin. Rantalaitumien lohkot käytännössä ympäröivät uimarannan ja laiduneläimillä on mahdollisuus käydä juomassa ja oleskella vesistövyöhykkeellä aivan uimarannan välittömässä läheisyydessä. Laitumilla laidunnetaan emolehmäkarjaa. Ranta-alueen ympäristö on rantakosteikkoa ja heinikkoa sekä avonaisempaa niittyä, jossa karja laiduntaa. Alueella pesii myös linnustoa. Uimavesinäyte A on kerätty uimarannan uimavedestä, joka on jokisuun ja rannikon vaihettumisaluetta. Vertailupiste AV1 sijaitsee joen suulla. Laidunalueen rantakosteikosta laskee kuivatusojia lähelle joen suuta (AV1), minkä vuoksi laidunalueiden kuormitus voi myös näkyä joen vedenlaadussa tässä havaintopisteessä. Vertailupiste AV2 sijaitsee joessa, noin 3,5 km yläjuoksun suuntaan. Joen varressa on peltoja sekä asutusta. (Kuva 7.)



Kuva 7. Tutkimuskohde A. Kuva: Google Maps

### 7.1.2 Tutkimuskohde B

Tutkimuskohde B on yksityisen vapaa-ajanasunnon ranta. Kohde sijaitsee merenlahdessa, jossa yhteys mereen on pikkuhiljaa kuroutumassa umpeen, mikäli kohdetta ei ruopata. Tätä mereen yhteydessä olevaa matalaa vesiallasta voisi nimittää jonkin asteiseksi fladan esivaiheeksi. Lahdessa on myös pieni huvivenesatama tutkimuskohteen vastarannalla. Alueella pesii lintuja ja lahden ympäristö on osittain Natura-aluetta. Lahdessa ranta-alueen ympäristö on rehevää rantakosteikkoa ja heinikkoa, jossa karja laiduntaa. Etäämpänä havaintopisteistä on myös avonaisempaa rantaniittyä. Uimavesinäyte B on kerätty vapaa-ajanasunnon rannan uimavedestä. Vertailupiste BV1 sijaitsee rantalaitumen edustalla, vajaan kilometrin päässä vapaa-ajanasunnon rannasta B. Karjalla on vertailupisteen BV1 kohdalla mahdollisuus käydä juomassa

vettä. Vertailupiste BV2 sijaitsee puron varressa, vajaan kilometrin päässä lahden pohjukasta. Puron varrella on peltoja ja asutusta. (Kuva 8.)

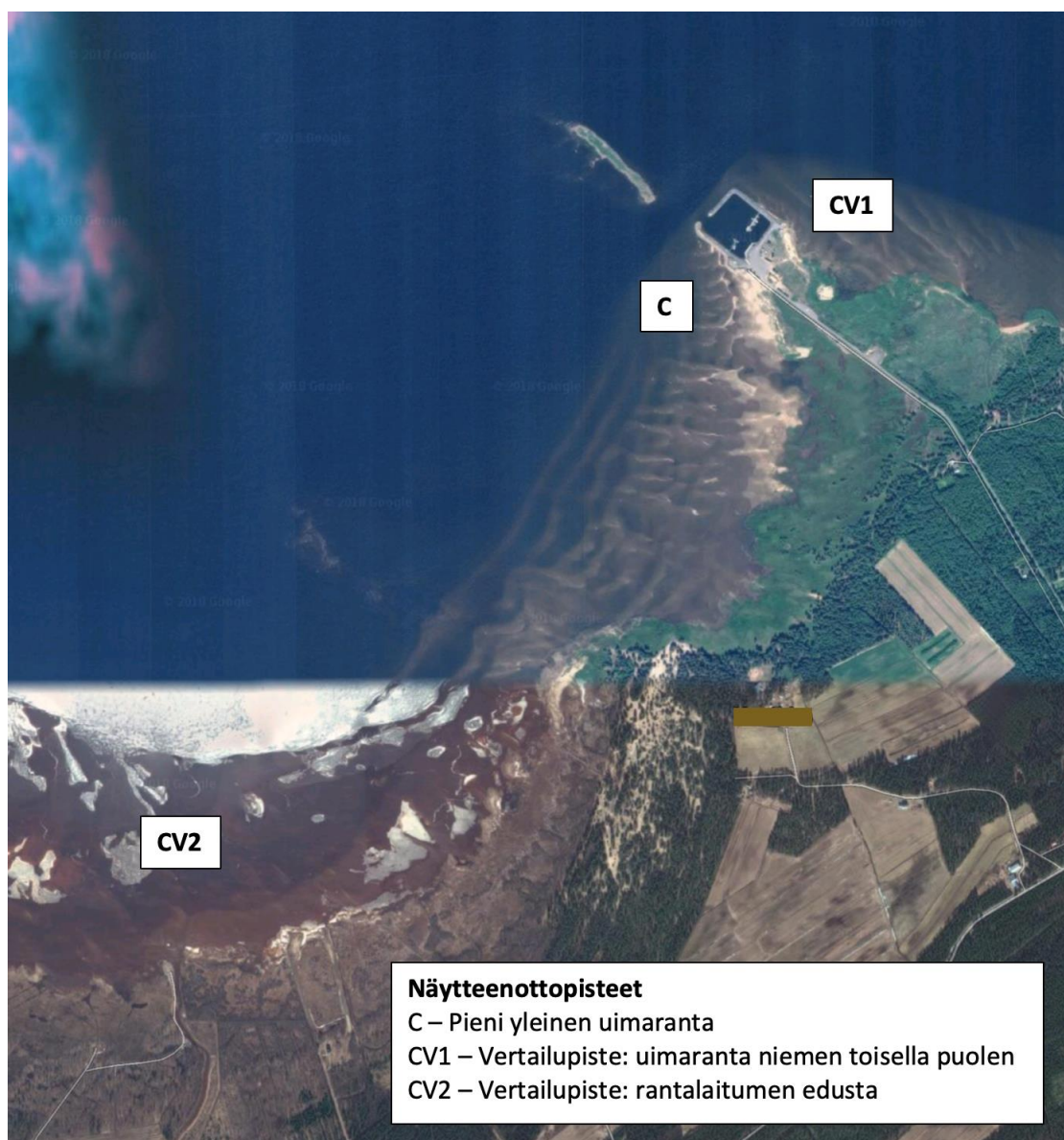


Kuva 8. Tutkimuskohde B. Kuva: Google Maps

### 7.1.3 Tutkimuskohde C

Tutkimuskohde C on niemessä sijaitseva pieni yleinen uimaranta, jonka yhteydessä on pieni huvivenesatama. Niemen kärjen edustalla on myös saari, jossa pesii suuri määrä lintuja. Alueella on loma-asuntoja. Uimarannan välittömässä läheisyydessä on rantalaidun, jossa laidunnetaan lampaista. Uimarannan ja laidunalueen väliin on jätetty pieni kasvillisuusvyöhyke. Laidunalueella on myös vähän matkaa aidattu, mutta käytännössä eläimillä on vapaa pääsy hyvin lähelle uimarantaa. Etäämpänä uimarannasta sijaitsee rantalaitumia, joissa laiduntaa emolehmäkarjaa. Erityisen korkean veden aikaan vesi voi peittää tulvanalaisen vyöhykkeen laidunalueesta. Laidunalue on kuitenkin pinta-alaltaan

kohtuullisen suuri, missä eläimille on tulva-alueen yläpuolista kuivempaa oleskelu-alueita. Kaikilla tämän tutkimuskohteen läheisillä laitumilla on laidunnettu jo pitkään ja ranta-alue on avaraa rantaniittyä. Uimavesinäyte C ja uimarannan vertailunäyte CV1 on kerätty niemen kärjestä eri puolilta niemeä. Vertailupiste CV2 sijaitsee emolehmäkarjalaitumen edustalla, jonne laskee myös puro. Vertailupisteeltä CV2 on hieman alle kaksi kilometriä matkaa uimarannalle C. Laitumen edustalla ranta on erityisen matala ja syvenee hitaasti. Kaikki rantalaitumet ovat uimarannan C puolella niemeä. (Kuva 9.)



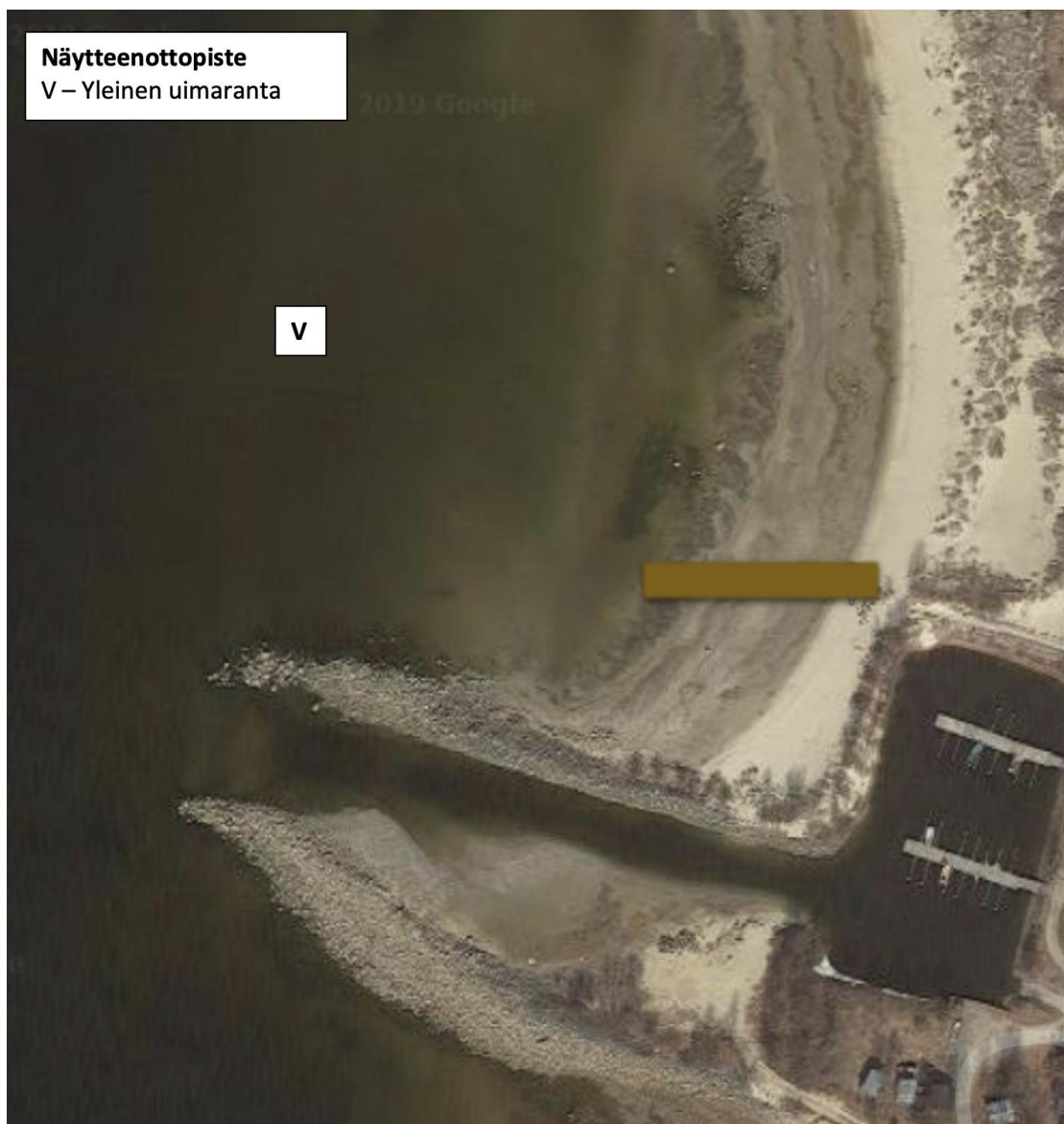
Kuva 9. Tutkimuskohde C. Kuva: Google Maps

#### 7.1.4 Vertailukohde V

Vertailukohde V on yleinen uimaranta, jonka yhteydessä on pieni huvivenesatama. Uimarannan välittömässä läheisyydessä ei ole jokia tai oja. Rannalla ei



tavata suuria lintupopulaatioita eikä alueella ole rantalaitumia. Alueella on loma-asuntoja. Vertailukohteesta kerättiin näytteitä ainoastaan varsinaisen uimarannan uimavedestä. (Kuva 10.)



Kuva 10. Vertailukohde V. Kuva: Google Maps

## 7.2 Vesien hygieenisen laadun arviointi

Saastumisen syitä jäljitettiin isäntäspesifisillä saastelähteen jäljitysnäytteillä (engl. Microbial Source Tracking, MST). Saastumisen merkittävyyttä arvioitiin indikaattorimikrobien eli *E. coli*-bakteerien ja suolistoperäisten enterokokkien lukumääriä tarkastelemalla (ks. Taulukko 2 ja 3, s.16). Saastelähteiden jäljitys-  
näytteistä tutkittiin yleisen bakteeriperäisen saastumisen lisäksi nautojen, lampaiden, koirien, hevosten, sikojen, ihmisten, lокkien ja yleisemmin lintujen ai-

heuttamaa ulosteperäistä saastumista. Lisäksi uimavesistä tutkittiin valikoitujen taudinaiheuttajamikrobien esiintymistä (kampylobakteerit, salmonellat sekä *Cryptosporidium*- ja *Giardia* -alkueläimet).

Tämän tutkimuksen tuloksena laskettiin asetuksen 177/2008 mukaiset uimavesiluokat Valviran Excel-pohjaisella uimavesiluokkalaskurilla (ks. Taulukko 3, s.16). Uimavesiluokat perustuvat neljän seurantavuoden tuloksiin. Tutkimuskohde B on yksityisen loma-asunnon ranta, jolle ei uimavesiluokkaa laskettu puutteellisen seuranta-aineiston vuoksi. Uimavesi luokitellaan erinomaiseksi, hyväksi, tyydyttäväksi tai huonoksi. Tietyin edellytyksin on mahdollista korvata seurantakalenterin mukainen, lyhytkestoisen saastumisen aikana huomiotta jätetty näyte, kun lisänäyte otetaan viikon kuluessa lyhytkestoisen saastumisen päättymisestä. Korvattujen näytteiden määrä saa kuitenkin olla enimmillään yksi näyte uimakautta kohti tai 15 % arviointijakson eli neljän uimakauden seurantakalentereissa esitettyjen näytteiden kokonaismäärästä. Tämän tutkimuksen näytteenotosta tulee huomioida se, että uimakaudella 2019 näytteenottoa on ajoitettu säiden mukaan. Uimavesiluokka laskimessa on kaksi osaa. Toisella määritetään suolistoperäisten enterokokkien ja toisella *E. coli*-bakteerien tulosten perusteella uimavesiluokka. Jos suolistoperäisten enterokokkien ja *E. coli*-bakteerien perusteella määritetyt uimavesiluokat eroavat toisistaan, uimaveden luokaksi valitaan näistä kahdesta huonompi. (STTV 2008, 20-28; Valvira 2019c.)

### 7.3 Veden laatuluokan arvioiminen

Tutkimuskohteista A, B ja C sekä vertailukohteesta V kerättiin kokonaisravinnenäytteitä (kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori) toukokuusta lähtien kevätvaluntojen vaikutusten seuraamiseksi, mutta vesimuodostuman vedenlaatuluokka laskettiin heinä-elokuussa kerättyjen aineistojen pohjalta. Luokitus toteutettiin laskemalla jokaiselle tutkimuskohteelle luokituskauden (2018 ja 2019) ravinnepitoisuuksien keskiarvo. Seurantapaikan eli tutkimuskohteiden A-B-C-D luokituskausien keskiarvoista laskettiin keskiarvo, joka kertoo seurantapaikan vedenlaatuluokan (ks. Taulukko 5, s.34). Tässä tutkimuksessa ei mitattu vesistön tilaa kaikkien pintavesien arviointiperusteissa määriteltyjen muuttujien osalta (kasviplankton, vesikasvit, pohjaeläimet, fysikaalis-kemialliset tekijät,

hydrologis-morfologiset tekijät), vaan tilaa tarkasteltiin ainoastaan kokonaisravinteiden osalta, jotka eivät kerro vesistön tilan kokonaisuutta. Kokonaisravinnepitoisuudet tutkittiin uimarantojen uimavesistä (vesipatsaan syvyys alle 1 m) eikä vertailevia näytteitä eri syvyyksistä tämän vuoksi ole. Tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä vertailutietoa veden laadusta ranta-alueella. Saatuja ravinneluloksia vertailtiin vertailuaineistoon (Vesla-vedenlaatatietokanta), jota ELY-keskukset ja SYKE ovat tuottaneet.

#### **7.4 Näytteenotto**

Näytteenotto suoritettiin standardin *SFS-EN ISO 19458 Vedenlaatu – näytteenotto mikrobiologista tutkimusta varten* mukaisesti. Näytteenottopisteille on määritetty koordinaattipisteet. Standardista poiketen näytteenottopisteet sijaitsevat kohdassa, jossa on noin 0,7-0,8 m vettä (vrt. 1-1,5 m), sillä rantojen mataluuden vuoksi näytteet kerättiin kahlaamalla. Näytteet kerättiin noin 30 cm syvyydestä pinnan alta. Jokivesinäytteet kerättiin jokivarsilta noin 10-20 cm pinnan alta. Vettä kerättiin näytteen analysoineiden laboratorioden ohjeiden mukainen määrä laboratorioden toimittamiin astioihin.

Uimakaudella 2018 uimavesinäytteet kerättiin näytteenottosuunnitelman mukaisesti (Liite 1). Suunniteltujen näytteenottopäivien lisäksi tarkoituksena oli ottaa säiden mukaan ajoitettavia näytteitä. Ajoitettavia näytteitä ei kuitenkaan kerätty, koska koko uimakausi 2018 oli harvinaisen kuuma ja kuiva, eikä saateita ja suurempia myrskyjä tavattu. Tutkimussuunnitelmaa päätettiin muuttaa uimakauden päätyttyä siten, että ajoitettavat näytteet siirrettiin uimakaudelle 2019, jotta vesisateiden mukana laidunalueilta huuhtoutuvien ulosteiden vaikutus uimavesille voitaisiin arvioida. Tutkimushankkeen näytteenoton ajoituksessa hyödynnettiin myös terveydensuojeluviranomaisen keräämiä uimavesien laadun seurantanäytteiden tuloksia uimakaudella 2019.

#### **7.5 Tutkimuksen aineisto**

Tutkimuksen aineisto kerättiin uimakausien 2018 ja 2019 aikana (Taulukko 7). Ravinnenäytteitä kerättiin myös ennen uimakauden alkua. Yksi indikaattoribakteerianalyysi tarkoittaa näytettä, josta on analysoitu *E. coli*-bakteerit ja suolistoperäiset enterokokit. Yksi MST-analyysi tarkoittaa näytettä, josta on analysoitu GenBac3, Rum-2-Bac, Pig-2-Bac, GFD, Gull4, HF183, DogmtDNA,

SheepmtDNA ja HorsemtdDNA -markkerit (ks. taulukko 4 sivu 19). Yksi ravin-  
neanalyysi tarkoittaa näytettä, josta on analysoitu kokonaistyyppipitoisuus ja  
kokonaisfosforipitoisuus. Yksi taudinaiheuttajamikrobianalyysi tarkoittaa näy-  
tettä, josta on analysoitu kampylobakteerit, salmonellat sekä *Cryptosporidium*-  
ja *Giardia* -alkueläimet.

Taulukko 7: Tutkimuksen aineisto. Katso kohdetiedot luku 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3 ja 7.1.4. Kirjain-  
koodit ovat näytteenottopisteitä. Taulukossa on jokaisesta näytteenottopisteestä kerättyjen  
näytteiden lukumäärät kausien 2018 ja 2019 aikana

KAUSI 2018			KAUSI 2019				
<b>INDIKAATTORIBAKTEERIANALYYSIT</b> (sis. <i>E. coli</i> -bakteerit ja suolistoperäiset enterokokit)							
A	5	AV1 5	AV2 5	A	9	AV1 4	AV2 3
B	5	BV1 5	BV2 5	B	3	BV1 2	BV2 2
C	5	CV1 5	CV2 5	C	11	CV1 3	CV2 3
V	5			V	7		
<b>MST-ANALYYSIT</b> (sis. kaikki taulukon 4 markkerit)							
A	5	AV1 5	AV2 5	A	4	AV1 4	AV2 3
B	5	BV1 5	BV2 5	B	3	BV1 2	BV2 2
C	5	CV1 5	CV2 5	C	3	CV1 3	CV2 3
V	5			V	3		
<b>RAVINNEANALYYSIT</b> (sis. kokonaisfosfori ja kokonaistyyppi)							
A	6			A	4		
B	6			B	4		
C	6			C	4		
V	6			V	4		
<b>TAUDINAIHEUTTAJAMIKROBIANALYYSIT</b> (sis. Kampylobakteerit, salmonellat, <i>Cryptosporidium</i> -alkueläin ja <i>Giardia</i> -alkueläin)							
A	2			A	2		
B	2			B	2		
C	2			C	2		

## 7.6 Näytteiden analysointimenetelmät

Indikaattoribakteerit eli suolistoperäiset enterokokit ja *E. coli*-bakteerit on ana-  
lysoitu ScanLab Oy:n laboratoriossa Oulussa (Taulukko 8). Näytteet on otettu  
analysoitavaksi saman päivän aikana näytteenotosta. Näytteet on kerätty la-  
boratorion toimittamiin 500 ml astioihin. Yksi yhteinen 500 ml astia *E. coli*-  
bakteereille ja suolistoperäisille enterokokeille. Kerätty näytemäärä ei vastaa  
analysoitua tilavuutta. (ScanLab s.a.)

Taulukko 8. Indikaattoribakteerien analyysimenetelmät

Laboratorio: ScanLab Oy, Oulu		
MÄÄRITYS	MENETELMÄ	AKKREDITOITU
<i>E. coli</i> -bakteerit	ISO 9308-2:2012	Kyllä
Suolistoperäiset enterokokit	SFS-EN ISO 7899-2:2000	Kyllä
	Enterolert	Kyllä

Valikoimaan kuuluneet taudinaiheuttajamikrobit on analysoitu Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen vesimikrobiologian laboratoriossa Kuopiossa (Taulukko 9). Näytteet on toimitettu laboratorioon näytteenottoa seuraavana aamuna, jossa analyysit aloitettiin välittömästi näytteiden saavuttua. Kampylobakteeri- ja salmonella -analyysia varten uimavettä on kerätty 8 litraa laboratorion toimittamiin astioihin laboratorion ohjeiden mukaisesti. *Giardia*-alkueläin ja *Cryptosporidium*-alkueläin analyysia varten suodatettiin uimavettä Envirocheck HV-patruunoihin (Pall Corporation). Vettä suodatettiin veden sisältämän kiintoaineen mukaan siten, että kun pumpun pumppausteho huomattavasti laski, suodatus lopetettiin. Käytännössä vettä suodatettiin noin 4,5-26 litraa suodatinta kohden. Alkueläimille suodatettiin yksi yhteinen kapseli jokaista näytteenottokertaa kohden. Näyteastioihin kerätty tai HV-patruunaan suodatettu vesimäärä ei vastaa analysoitua tilavuutta. Tulostaulukossa olevat tilavuudet tarkoittavat lopullista analyysitilavuutta. (Rytkönen 2019; THL 2019b.)

Taulukko 9. Taudinaiheuttajamikrobien analyysimenetelmät

Laboratorio: THL:n Vesimikrobiologian laboratorio, Kuopio		
MÄÄRITYS	MENETELMÄ	AKKREDITOITU
Kampylobakteerit	ISO 17995:2005	Ei
Salmonella	ISO 19250:2010	Ei
<i>Giardia</i> -alkueläin	ISO 15553:2006	Ei
<i>Cryptosporidium</i> -alkueläin	ISO 15553:2006	Ei

Saastelähteiden jäljitysnäytteet (MST) on analysoitu Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen vesimikrobiologian laboratoriossa Kuopiossa. Näytteet on toimitettu laboratorioon näytteenotosta seuraavana aamuna, jolloin näytteet on esikäsitelty ja jäädytetty myöhempää analysointia varten. Näytteitä varten on kerätty yhteensä 2 litraa vettä laboratorion toimittamiin astioihin, mutta kerätty vesimäärä ei vastaa analysoitua tilavuutta. Saastelähteiden analyysimenetelmä ei ole standardoitu. Analyysissä käytettävä kvantitatiivinen PCR-menetelmä (qPCR) perustuu tutkittavan geenin DNA:n osoittamiseen ja kvantitoin-

tiin standardisuoran avulla. RT-qPCR-menetelmässä käytetään geenimonistuksen kohteena bakteerisolujen RNA:ta, joka käännetään ennen qPCR-analyysiä komplementaariseksi DNA:ksi (cDNA) käänteiskopiointientsyymien (RT, Reverse Transcriptase) avulla. Vesinäytteistä eristettiin sekä DNA että RNA nukleiinihapot, pois lukien SheepmtDNA, DogmtDNA ja HorsemtdDNA, joista ei eristetty RNA nukleiinihappoja. (Pitkänen ym. 2015, Rytönen 2019; THL 2019b.)

Kokonaisravinnanäytteet on analysoitu Eurofins Environment Testing Finland laboratoriossa Lahdessa (Taulukko 10). Näytteet on toimitettu laboratorioon näytteenotosta seuraavana aamuna. Näytteiden analyysit on aloitettu näytteiden saavuttua laboratorioon. Näytteet on kerätty laboratorion toimittamiin 1000 ml astioihin. Yksi yhteinen 1000 ml astia kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppi -analyysia varten. (Eurofins 2019.)

Taulukko 10: Kokonaisravinnanäytteiden analyysimenetelmät

Laboratorio: Eurofins Environment Testing Finland, Lahti		
MÄÄRITYS	MENETELMÄ	AKKREDITOITU
Kokonaisfosfori	SFS-EN ISO 17294-2 <sup>1</sup>	Kyllä
	SFS-EN ISO 6878 <sup>1</sup>	Kyllä
	ISO 15923-1 <sup>1</sup>	Kyllä
Kokonaistyyppi	SFS-EN ISO 11905-1:1998 <sup>2</sup>	Kyllä
	SFS-EN ISO 11905-2 <sup>2</sup>	Kyllä
	ISO 15923-1, Epa Method 353.1 <sup>2</sup>	Kyllä

<sup>1, 2</sup> Keskenään vertailukelpoisia menetelmiä

## 8 TULOKSET

### 8.1 Taudinaiheuttajamikrobien esiintyminen

Taudinaiheuttajamikrobeja esiintyi uimarantojen vedessä molempina uimakausina 2018 ja 2019 (Taulukko 11). Kampylobakteereja havaittiin esiintyvän varsin yleisesti uimavesissä. Uimakaudella 2018 kampylobakteerihavaintoja tehtiin enemmän (kohde B) ja näytteissä esiintyneet pesäkemäärät olivat korkeampia (kohteet A ja C) kuin uimakaudella 2019. Salmonellaa tavattiin elokuun

näytteissä kohteessa A molempina kesinä ja elokuussa 2019 lisäksi kohteessa C. Tutkimuskohteessa B tehtiin kertaluontoinen havainto *Cryptosporidium*-alkueläimestä, mutta *Giardia*-alkueläintä ei havaittu lainkaan.

Taulukko 11: Taudinaiheuttajamikrobien esiintyminen uimavesissä 2018 ja 2019

VALIKOITUJEN TAUDINAIHEUTTAJAMIKROBIEN TULOKSET					
TUTKIMUS-KOHDE	Päivämäärä	Lämpökestoiset kampakyobakteerit (viljelytulos)	Salmonella (viljelytulos)	<i>Giardia</i> (IMS + mikroskopointi)	<i>Cryptosporidium</i> (IMS + mikroskopointi)
A	5.6.2018	Ei todettu / 2 220 ml	Ei todettu / 3 100 ml	Ei todettu / 4 750 ml*	Ei todettu / 4 750 ml*
	13.8.2018	10-100 pmy/l	Todettiin / 1000 ml	Ei todettu / 7 250 ml*	Ei todettu / 7 250 ml*
	8.7.2019	Ei todettu / 2 220 ml	Ei todettu / 4 100 ml	Ei todettu / 8 500 ml*	Ei todettu / 8 500 ml*
	26.8.2019	1-10 pmy/l	Todettiin / 1000 ml	Ei todettu / 2 600 ml*	Ei todettu / 2 600 ml*
B	5.6.2018	> 10 pmy/l	Ei todettu / 900 ml	Ei todettu / 450 ml*	Todettiin (2 ookystaa/450 ml)*
	13.8.2018	10-100 pmy/l	Ei todettu / 4 100 ml	Ei todettu / 5 000 ml*	Ei todettu / 5 000 ml*
	8.7.2019	Ei todettu / 2 220 ml	Ei todettu / 1 100 ml	Ei todettu / 9 500 ml*	Ei todettu / 9 500 ml*
	26.8.2019	Ei todettu / 2 220 ml	Ei todettu / 4 100 ml	Ei todettu / 10 000 ml*	Ei todettu / 10 000 ml*
C	5.6.2018	10-100 pmy/l	Ei todettu / 1 100 ml	Ei todettu / 3 750 ml*	Ei todettu / 3 750 ml*
	13.8.2018	Ei todettu / 2 220 ml	Ei todettu / 4 100 ml	Ei todettu / 7 250 ml*	Ei todettu / 7 250 ml*
	8.7.2019	Ei todettu / 2 220 ml	Ei todettu / 4 100 ml	Ei todettu / 7 500 ml*	Ei Todettu / 7 500 ml*
	26.8.2019	1-10 pmy/l	Todettiin / 1000 ml	Ei todettu / 3 750 ml*	Ei todettu / 3 750 ml*

\*Lisäksi tulos varmennettu qPCR; DNA, RNA menetelmillä

## 8.2 Indikaattoribakteerit ja uimavesiluokat

Uimakaudella 2018 ei tavattu uimavesien ulosteperäistä saastumista merkittävässä määrin ja uimavedet täyttivät indikaattoribakteerien lukumäärien osalta uimavesiasetusten STM 177/2008 ja STM 354/2008 laatuvaatimukset. Uimakaudella 2019 tutkimuskohteessa A todettiin yksi ja kohteessa C kaksi uimavesien ulosteperäistä saastumistapahtumaa. (Liite 3)

Yksityisen loma-asunnon uimarannalta B kerättyjen uimavesinäytteiden perusteella uimaveden laatu on ollut erinomaista, yhtä toukokuussa 2018 kerättyä näytettä lukuun ottamatta (Liite 3). Toukokuuta ei kuitenkaan lasketa uimakaudeksi. Tälle kohteelle ei voi laskea uimavesiluokkaa, sillä kohteen uimavesistä ei ole neljän vuoden seurantatietoa (STMa 177/2008).

Vertailukohteen V uimaveden laatu oli erinomainen ja siten selkeästi parempi kuin tutkimuskohteiden A ja C laatu (Liite 3).

### Uimavesiluokat

Uimavesiluokat (Taulukko 12) laskettiin tämän tutkimushankkeen eli vuosien 2018 ja 2019 tuloksien sekä terveydensuojeluviranomaisen uimavesien seurantaluloksien 2016 ja 2017 pohjalta (Liitteet 3 ja 4). Vertailukohteen V seurantalenterin mukaisista näytteistä on korvattu yksi näyte uimakaudelta

2017. Kohteiden A ja C luokitus ei parane, vaikka luokituksessa jätettäisiin yksi saastumistapahtuman aikainen näyte huomioimatta jokaista uimakautta kohden.

Taulukko 12. Rannikon uimavesiluokat

KOHKE	RANNIKON UIMAVESILUOKKA
Tutkimuskohde A	Huono
Tutkimuskohde B	Ei laskettu. Ei riittävää seurantatietoa.
Tutkimuskohde C	Huono
Vertailukohde V	Erinomainen

### 8.3 Suolistoperäisten saastelähteiden jäljittäminen

Vaikka uimavesien laatu on hyvä ja täyttää uimavesille asetetut laatuvaatimukset ja suositukset, on pintavesissä käytännössä aina havaittavissa ulosteperäisiä epäpuhtauksia. Saastumisen merkittävyys puolestaan vaihtelee kohdeesta ja ajankohdasta riippuen. Saastelähteiden jäljitysnäytteiden tulokset on esitetty liitteessä 2.

Kaikissa hankkeen aikana kerätyissä jokivesinäytteissä (AV1, AV2 ja BV2) havaittiin laiduneläinten Rum-2-Bac-ulostemarkkereita. Rannikon puolella (A, B, BV1, C, CV1, CV2, V) ei kuitenkaan tavattu laiduneläinten ulostemarkkereita alkukesästä, ennen rantalaiduntamiskauden alkua kerätyissä näytteissä. Laiduntamisen aloittamisen jälkeen laiduneläinten ulostemarkkereita oli havaittavissa yleisesti uimavesissä, mutta kuivina jaksoina vain vähäisissä määrin (Liite 2/1).

Lokkien ulosteiden vaikutus uimavesien laatuun on voimakkaimmillaan alkukesästä, sillä lokkien ulostemarkkeria Gull4 havaittiin pääsääntöisesti alkukesästä loppukesää huomattavasti enemmän. Yleisesti lintuihin viittaavaa ulostemarkkeria GFD oli havaittavissa vaihtelevasti koko uimakauden ajan. (Liite 2/2.)

Kahden kohteen uimavesissä esiintyi Ihmisten HF183-ulostemarkkeria vähäisissä määrin. Kohteessa A ihmisperäistä ulostemarkkeria esiintyi toistuvasti ja kohteessa B tehtiin kertaluontoinen havainto. Joen varsilta kerätyissä näytteissä AV1, AV2 ja BV2 ihmisperäistä markkeria esiintyi yleisesti. (Liite 2/3)

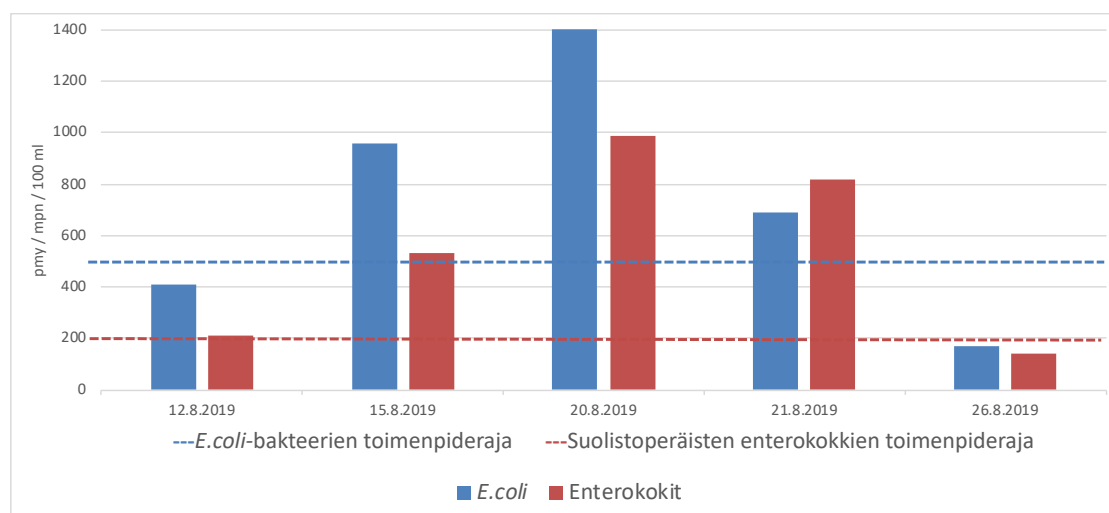


Koirien DogmtDNA-markkerista tehtiin ainoastaan kertaluontoinen havainto kohteessa A. Lampaiden SheepmtDNA, sikojen Pig-2-Bac ja hevosten Horsemtdna -markkereita ei havaittu lainkaan missään kohteessa.

## 8.4 Saastumistapahtumat tutkimuskohteissa

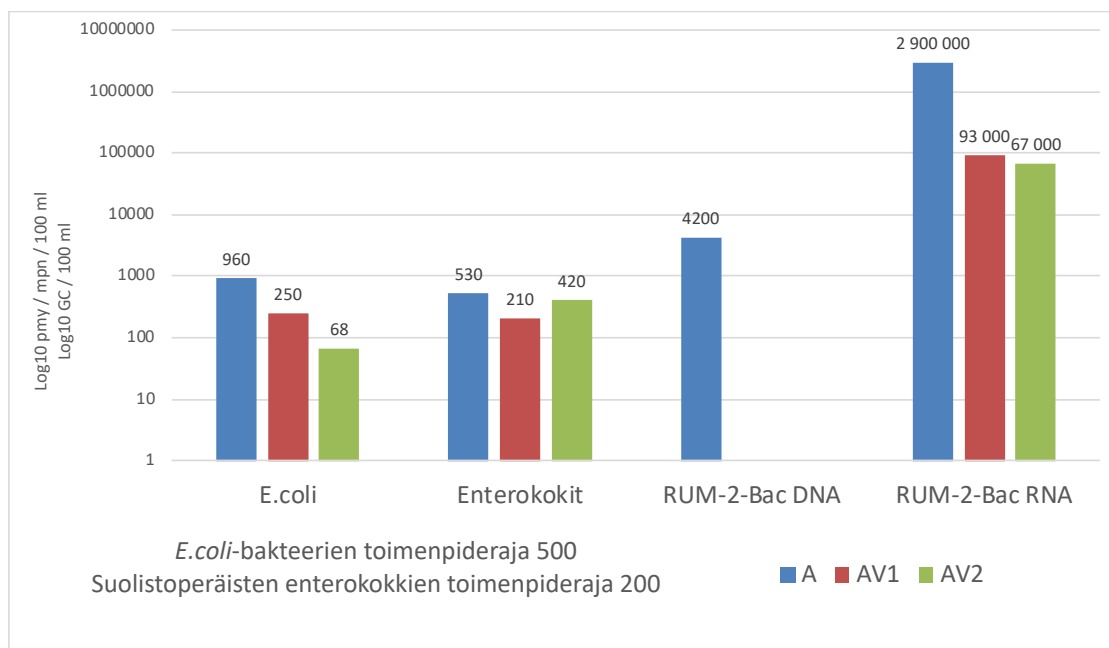
### 8.4.1 Nautakarjan aiheuttama ulosteperäinen saastumistapahtuma

Elokuussa 2019 havaittiin uimaveden saastumistapahtuma tutkimuskohteessa A (Kuva 11). Tapahtuman johdosta uimaranta asetettiin uimakieltoon terveys- ja ympäristöministeriön toimesta. Saastumistapahtuman aikana sekä *E. coli*-bakteerien että suolistoperäisten enterokokkien lukumäärät olivat uimavedessä korkeita ainakin seitsemän vuorokauden ajan.



Kuva 11: Saastumistilanteen indikaattoribakteerilukumäärät tutkimuskohteen A uimarantavedessä elokuussa 2019

Rannikolla olevan uimarannan A uimavesi oli muiden muuttujien, paitsi suolistoperäisten enterokokkien osalta, selvästi joen suulla olevan vertailupisteen AV1 ja ylempänä joessa olevan vertailupisteen AV2 vettä heikompileatuisempaa (Kuva 12). Uimarannan näytesteessä A havaittiin merkittävässä määrin laiduneläimistä peräisin olevia Rum-2-Bac-markkereita, joita oli selvästi enemmän kuin joen suulla otetussa näytteessä AV1 sekä ylempää joesta otetussa näytteessä AV2. Uimarannan A vedessä todettiin Rum-2-Bac-markkeria sekä DNA- että RNA -kopioina, kun taas vertailupisteiden jokivesinäytteissä ainoastaan RNA-pohjaisia kopioita. Markkerinäytteissä ei noussut esille muita saastumista selittäviä lähteitä (Liite 2).

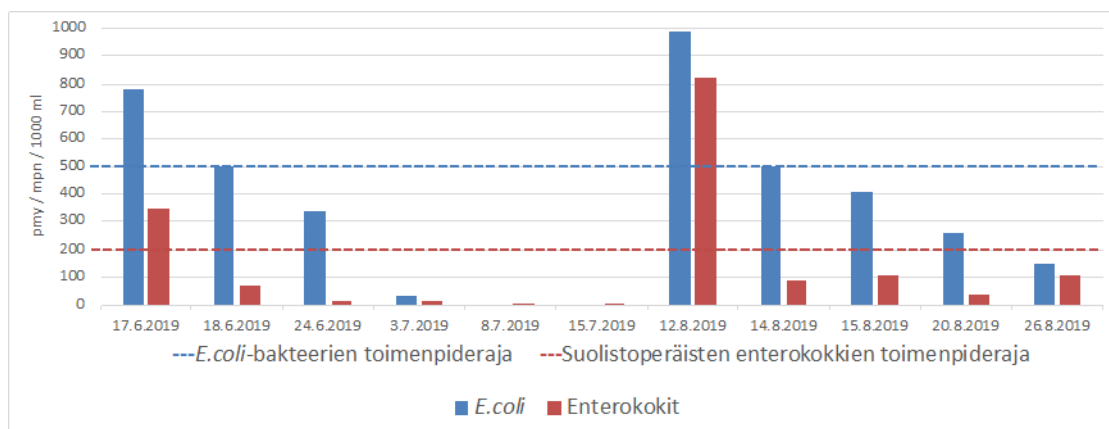


Kuva 12: Uimavedenlaadun vertailu havaintopaikkojen A-AV1-AV2 välillä 15.8.2019 havaitun saastumistapahtuman aikana

Uimarannan A uimavesissä ihmisperäiseen saastumiseen viittaavia HF183-markkereita havaittiin rannikon uimavesinäytteissä toistuvasti vähäisiä määriä (Liite 2/3). Jokivesinäytteissä AV1 ja AV2 puolestaan ihmisperäistä markkeria havaittiin selvästi enemmän ja lähes kaikissa näytteissä. Etenkin pisteessä AV1 ihmisperäinen markkeri oli selvästi havaittavissa, sillä pisteessä esiintyi toistuvasti sekä DNA- että RNA -pohjaisia HF183-markkereita.

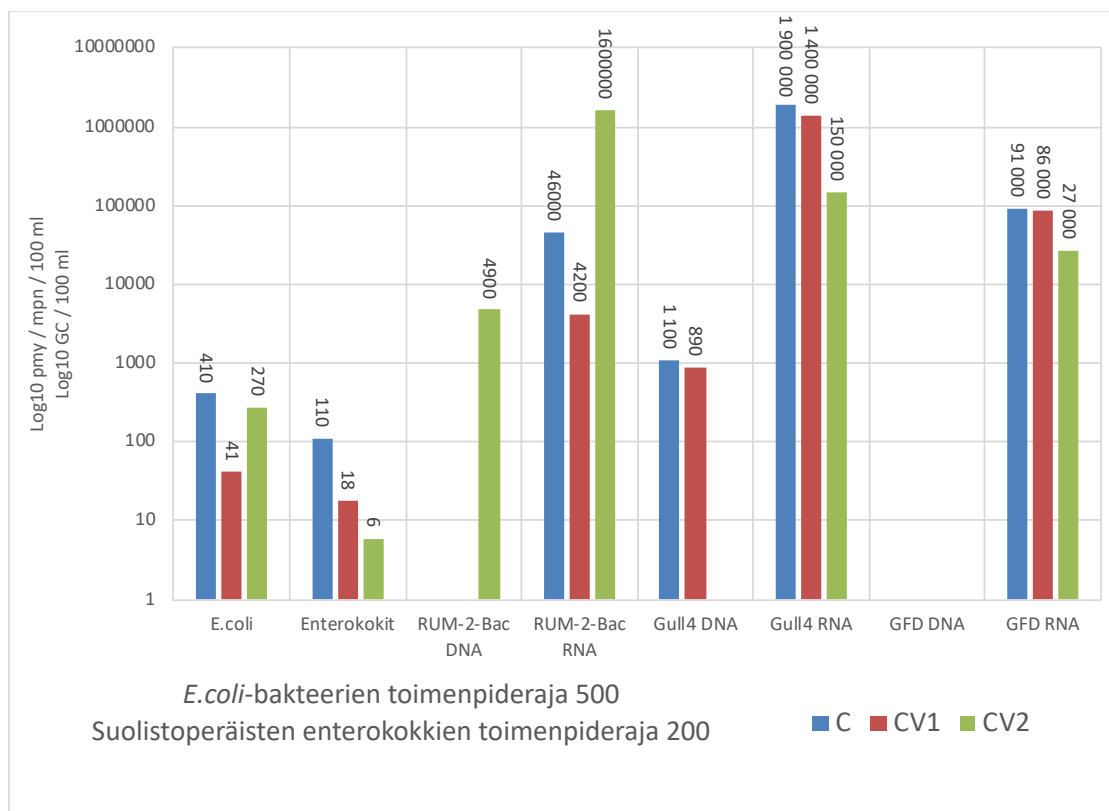
#### 8.4.2 Lintujen aiheuttama ulosteperäinen saastumistapahtuma

Kesäkuussa ja elokuussa 2019 havaittiin uimavesien saastumistapahtumat tutkimuskohteessa C, kun suolistoperäisten indikaattoribakteerien lukumäärät uimavedessä ylittivät yksittäiselle näytteelle asetetut raja-arvot (Kuva 13). Kesäkuussa havaitun saastumistapahtuman aikaan näytteenottajan havaintojen perusteella vesi oli tavanomaista korkeammalla. Uimaranta asetettiin elokuussa uimakieltoon terveydensuojeluviranomaisen toimesta. Saastumistapahtumien alkuun *E. coli*-bakteerien sekä suolistoperäisten enterokokkien lukumäärät ovat korkeita mutta suolistoperäisten enterokokkien lukumäärät laskevat *E. coli*-bakteereja nopeammin saastumistapahtumien aikana.



Kuva 13: Tutkimuskohteessa C havaittiin kaksi uimavesien ulosteperäistä saastumistapahtumaa uimakaudella 2019

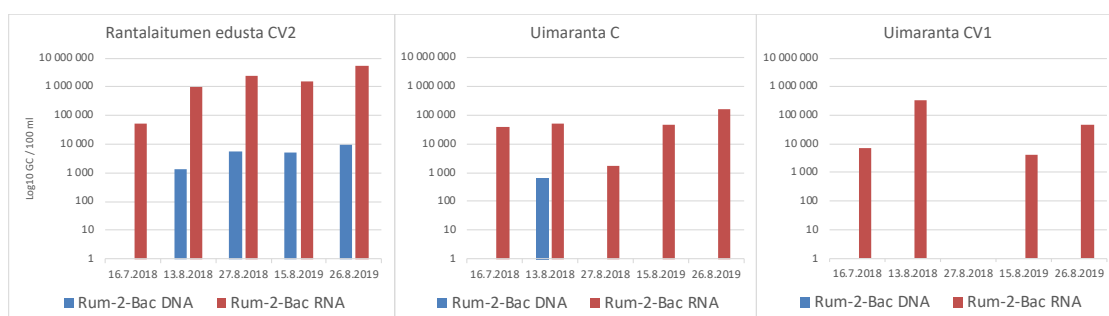
Viranomaisvalvonnassa havaittiin 12.8.2019 selvä uimavesien saastumistapahtuma ja tämän johdosta kerättiin saastelähteiden jäljitysnäytteet 15.8.2019. Kolme päivää tapahtuman jälkeen uimavesien laatu oli edelleen laadultaan selvästi heikentynyt. Uimarannan näytenpisteen C ja niemen toisella puolella olevan näytenpisteen CV1 uimavesien laadussa oli suhteellisen suuri eroavaisuus (Kuva 14), mutta vaihtelua veden laadussa niemen molemmin puolin nähtiin läpi molempien uimakausien (Liite 3).



Kuva 14: Uimavedenlaadun vertailu havaintopaikkojen C-CV1-CV2 välillä 15.8.2019 havaitun saastumistapahtuman aikana

Tämän saastumistapahtuman yhteydessä havaittiin vähäisissä määrin laiduneläimistä peräisin olevia Rum-2-Bac-uloستمarkkereita uimarannan näytesteissä C ja CV1, siten, että rantalaidunten puoleisessa pisteessä C kuitenkin enemmän. Nautakarjalaitumen edustalta kerätyssä näytteessä CV2 puolestaan havaitaan laiduneläinten markkereita huomattavasti enemmän. Laidunalueen edustalla CV2 Rum-2-Bac-markkeria on sekä DNA- että RNA -pohjaisina kopioina, kun taas uimarannan havaintopisteissä C ja CV1 ainoastaan RNA-pohjaisina kopioina. Laidunalueen edustalla CV2 on *E. coli*-bakteerien lukumäärät koholla, kun taas uimarannalla C on *E. coli*-bakteerien lisäksi myös suolistoperäiset enterokokit koholla. Lokkien Gull4 ja yleistä lintumarkkeria GFD esiintyi runsaasti niemen näytesteissä C ja CV1, kun taas lintujen vaikutus on selvästi vähäisempää laidunalueen edustalla CV2. Uimarannan havaintopisteissä C ja CV1 loki-markkeria Gull4 on sekä DNA- että RNA -pohjaisina kopioina, kun taas nautakarjalaitumen edustalla ainoastaan RNA-pohjaisina kopioina.

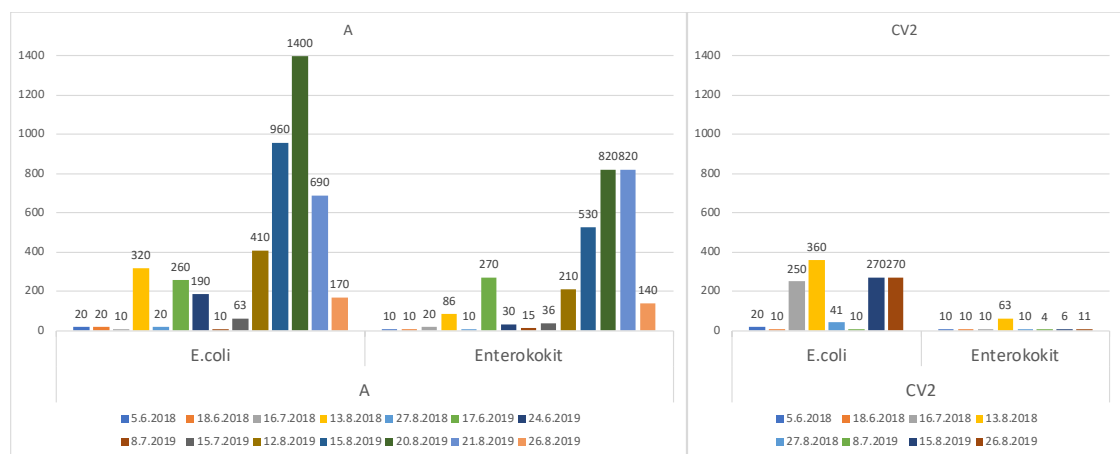
Tutkimuksen tulokset antavat viitteitä siitä, että laiduneläinten vaikutus voimistuu kohti loppukesää (Kuva 15). Vaikutus on havaittavissa erityisesti nautakarjalaitumen edustalla olevassa havaintopisteessä CV2. Tuloksien mukaan vaikutus on sama sekä DNA- että RNA -pohjaisten kopioiden osalta. Kahden kilometrin päässä olevan uimarannan havaintopisteissä C ja CV1 vaikutus ei ole yhtä selvästi havaittavissa ja Rum-2-Bac-markkeria esiintyy uimarannalla huomattavasti vähäisemmissä määrin.



Kuva 15. Nautojen ulosteiden laimeneminen rantalaitumelta CV2 kohti uimarantaa C, josta edelleen uimarannan toiselle puolen niemeä CV1. *Huomio: Kuvassa huomioitu vain ne näytteet, jolloin havaittu nautoihin viittaavaa markkeria Rum-2-Bac. Alkukesästä näytteissä ei havaittu Rum-2-Bac-markkeria lainkaan. Näytteet kerätty 16.7.2018, 13.8.2018, 27.8.2018, 15.8.2019 ja 26.8.2019.*

## 8.5 Mikrobiologisten muuttujien välistä vertailua

Kohteissa A sekä CV2 laiduneläimiin viittaavaa Rum-2-Bac markkeria on yleisesti sekä DNA- että RNA -pohjaisina kopioina, joten selvää laiduneläimiin viittaavaa saastumista on havaittavissa molemmissa havaintopisteissä (liite 2/1). Tosin kohteessa A DNA-kopioiden määrä on pääsääntöisesti alhainen (usein alle määritysrajan). Kohteiden välillä on kuitenkin indikaattoribakteerien määrissä selvä ero. Rantalaitumen edustalla olevassa havaintopisteessä CV2 havaitaan, että *E. coli*-bakteerien määrä vedessä on kohonnut, mutta suolistoperäiset enterokokit eivät vaikuttaisi kohoavan samassa suhteessa. Havaintojen perusteella vaikuttaisi, että naudoista peräisin oleva uloste esiintyy uimavesissä lähinnä *E. coli*-bakteerien kohonneina määrinä. Uimarannalla A, jossa laiduneläimiin viittaava saastuminen tapahtui, ei vastaavaa ilmiötä havaita. Molempia indikaattoreita havaitaan yleisesti uimarannalla A ja lukumäärien perusteella niiden havaitaan myös seuraavan saman suuntaista kehitystä näytteenottokertojen välillä. (Kuva 16.)



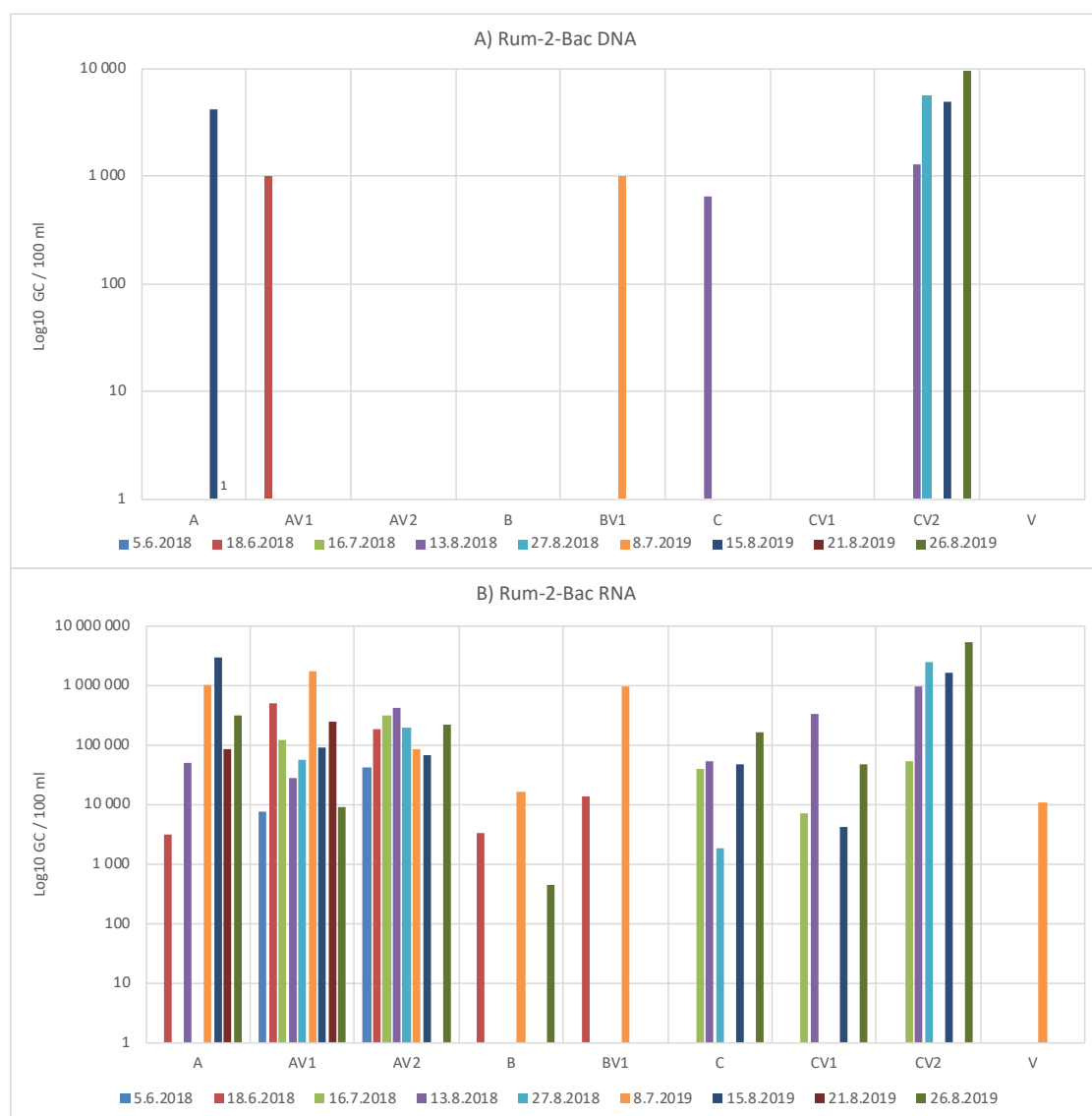
Kuva 16. Uimarannan A ja laidunalueen edustan CV2 indikaattorimikrobipitoisuuksien vertailu. Kuvassa havainnoidaan kaikki tutkimushankkeen aikana kerätty aineisto, jota on enemmän tutkimuskohteesta A kuin tutkimuskohteesta CV2

## 8.6 Havaintopaikkojen väliset erot saastelähteissä

### 8.6.1 Laiduneläimiin viittaavan markkerin esiintyminen tutkimuskohteissa

Laiduneläimiin viittaavan Rum-2-Bac-markkerin esiintyvyys vaihtelee kohteittain (Kuva 17). Rantalaitumen edustan havaintopisteessä CV2 on laiduneläinten vaikutukset kaikkein selvimmin havaittavissa, kun tarkastellaan DNA-poh-

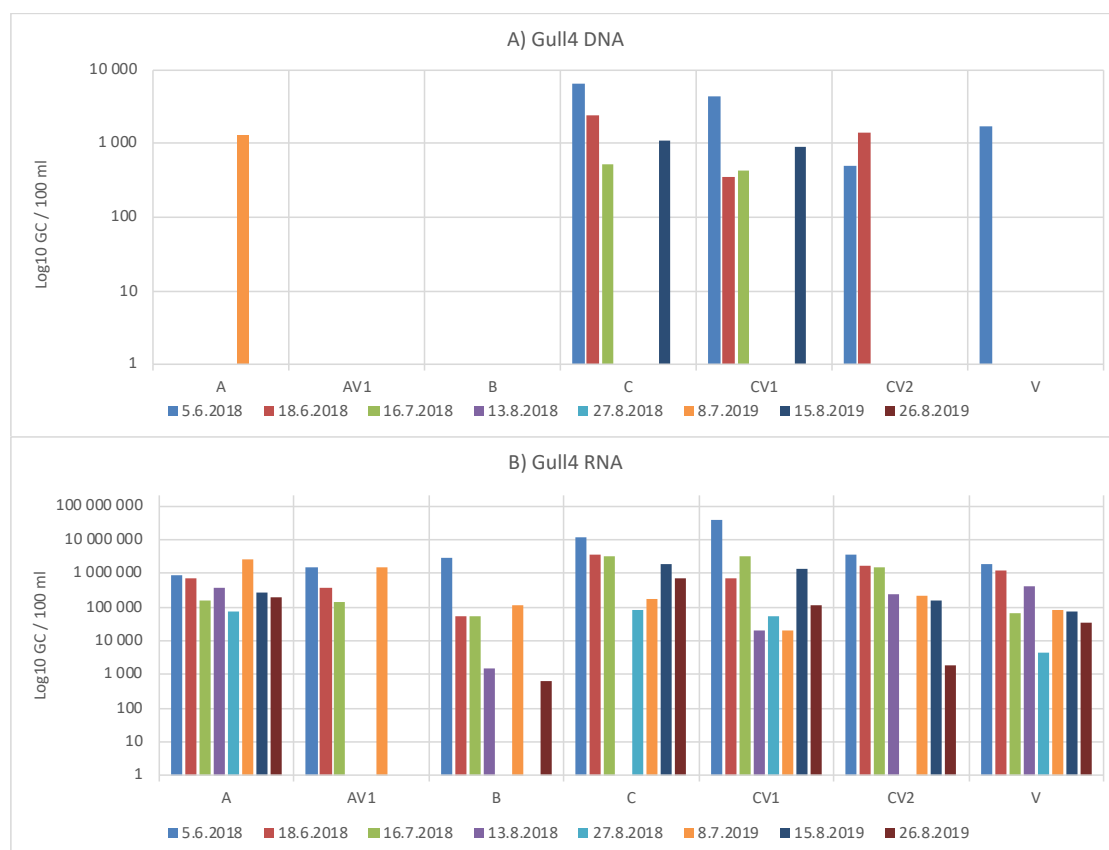
jaisia nautoihin ja lampaisiin viittaavaa Rum-2-Bac markkeria. Laidun on avonainen ja tässä kohteessa on nautakarjan tavattu laiduntavan myös aivan vesirajan tuntumassa. Laidunkauden aikana rantalaitumen edustalla CV2 etenkin *E. coli*-bakteereja oli runsaasti (Liite 3, Kuva 16), mutta tulokset eivät ylittäneet uimavesiasetusten toimenpideraja-arvoa kertaakaan. Myös uimarannalla A on havaittavissa laiduneläimiin viittaavaa Rum-2-Bac-markkeria, etenkin elokuussa tapahtuneen saastumisen aikana, jolloin markkeria esiintyi runsaasti sekä DNA- että RNA -pohjaisina kopioina. Uimarannalle A laskevassa jokivedessä on toistuvasti havaittavissa laiduneläinten ulostemarkkereita, mutta pääosin vain RNA-kopioina mikä viittaa vähäisempään saastumisen kokonaismäärään.



Kuva 17. Laiduneläimiin viittaavaan markkerin Rum-2-Bac vertailu eri havaintopaikkojen kesken

### 8.6.2 Lintuihin ja erityisesti lokkeihin viittaavien markkereiden esiintyminen tutkimuskohteissa

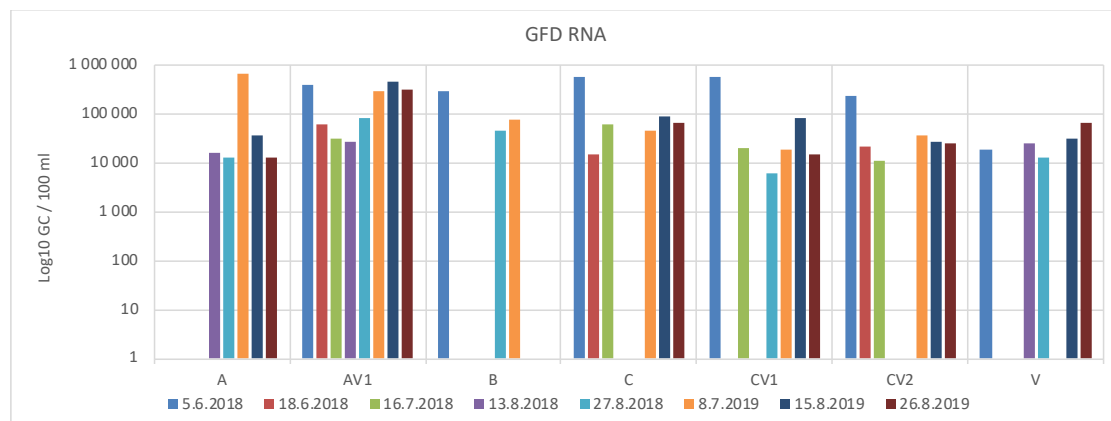
Linnuista peräisin olevaa ulostesaastumista vertailtaessa havaitaan, että uimarannan läheisen suuren lintupopulaation vaikutukset tulevat selvästi esiin havaintopaikoissa C ja CV1, kun tarkastellaan DNA-pohjaista lokkimarkkeria Gull4 (Kuva 18A). Paikoissa C ja CV1 esiintyy yleisesti lokeista peräisin olevaa Gull4-ulostemarkkeria sekä DNA- että RNA -pohjaisina kopioina, mikä viittaa runsaaseen lokeista peräisin olevaan ulostesaastumiseen. Muissa kohteissa esiintyy yleensä vain lokkimarkkerin RNA-kopioita, mikä viittaa vähäisempään saastumisen kokonaismäärään. Lokkien ulosteiden runsaudessa on havaittavissa jonkin asteista keskittymistä alkukesään, mutta uimarannalla C elokuussa tapahtuneen uimavesien saastumisen aikana lokkimarkkeria on edelleen runsaasti havaittavissa.



Kuva 18. Lokkimarkkerin Gull4 vertailu uimarantojen välillä

Yleistä lintumarkkeria GFD esiintyi vaihtelevasti kaikissa kohteissa. Lintuongelmasta kärsivällä uimarannalla C/CV1 ei kuitenkaan näiden tulosten perusteella esiinny poikkeuksellisen paljon yleistä lintumarkkeria kevään 2018 näytettä lukuun ottamatta (Kuva 19). Vuonna 2019 ei kerätty näytettä keväällä.

DNA-pohjaista GFD-markkeria ei havaittu lainkaan yhdessäkään näytteessä. Lisäksi on hyvä huomioida, ettei GFD-markkeri havaitse lokiin ulostetta (Rytönen 2019).



Kuva 19: Yleisen lintumarkkerin GFD vertailu uimarantojen välillä. GFD markkeria ei havaittu lainkaan DNA-pohjaisina kopioina

## 8.7 Rantojen rehevöityneisyys

ELY-keskukset ovat laatineet alueensa vesien tila-arviot, joiden pohjalta SYKE on laatinut valtakunnallisen yhteenvedon vesien tilasta vuosina 2012-2017 kerättyjen aineistojen pohjalta. Tämän hankealueen sisempien ja ulompien rannikkovesien ekologinen tila on viimeisimmän, vielä alustavan tila-arvion perusteella tyydyttävä. Tämän hankealueen rannikkovesissä on havaittu aiemmissakin tila-arvioissa etenkin fosforia olevan varsin runsaasti (Ekholm-Peltonen ym. 2015, 118–120).

Tässä tutkimuksessa tutkittiin kokonaisravinnepitoisuuksia uimarannoilla. Tutkimuskohteiden A, B, C ja V luokituskauden 2018-2019 keskiarvojen perusteella laskettiin tutkimusalueena olleen Raahe-Siikajoki seurantapaikan ranta-alueelle vedenlaatuluokka (Taulukko 13). Vedenlaatuluokka laskettiin Perämeren sisempien rannikkovesien luokkarajojen mukaisesti. Tulosten perusteella typen osalta tilanne on hyvä, mutta ranta-alueella on fosforia paljon ja fosforin osalta luokaksi muodostui välttävä. Tuloksia verrattiin myös Vesla-vedenlaatu-tietokannan aineistoon ja fosforipitoisuudet ovat alueen rannoilla sisempää ja ulompaa rannikkovyöhykettä suurempia.

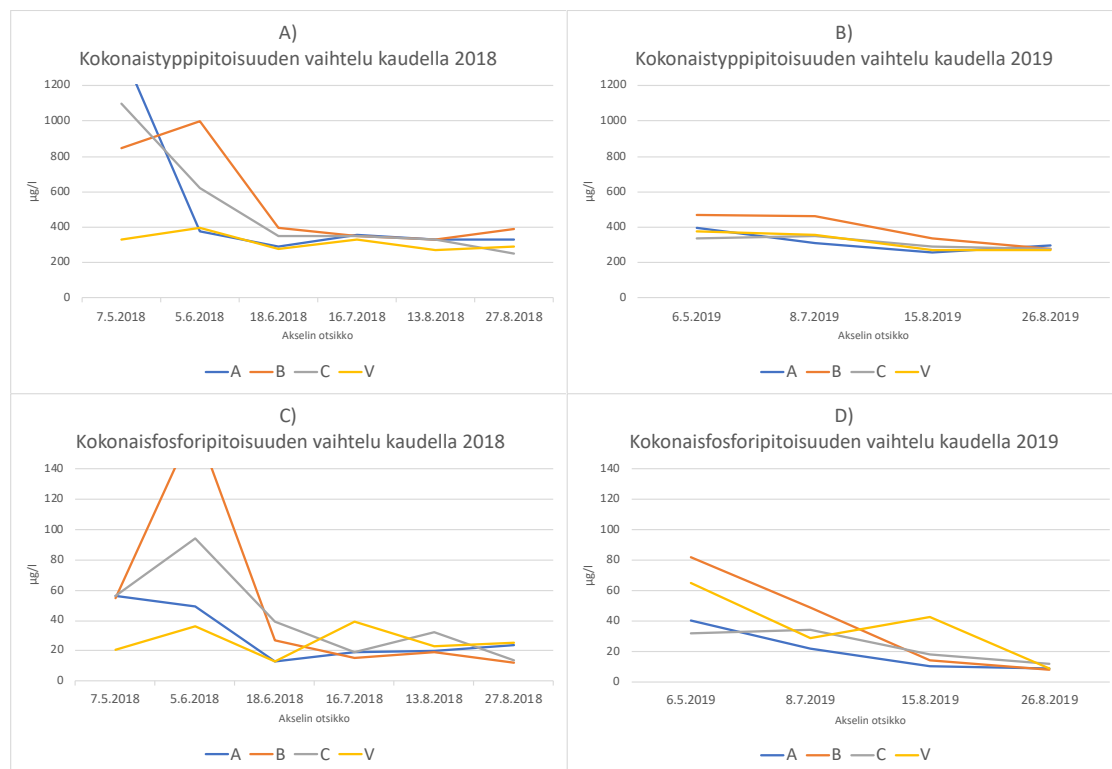


Taulukko 13: Tutkimuksen kokonaisravinneaineisto. Taulukkoon on laskettu aineiston pohjalta pintavesien vedenlaatuluokka ja käyttökelpoisuusluokka. Vedenlaatuluokka ja käyttökelpoisuusluokka määrytyvät tutkimuskohteiden luokituskauden keskiarvojen keskiarvosta

PVM.	RAVINTEET		PINTAVESIEN KEMIALLINEN LUOKKA		PINTAVESIEN KÄYTTÖKELPOISUUSLUOKKA	
	TN kok.tyyppi µg/l	TP kok.fosfori µg/l	Havaintopaikan keskiarvo kok.tyyppi µg/l    kok.fosfori µg/l		Kokonaisfosfori	
<b>TUTKIMUSKOHDE A</b>						
7.5.2018	1400*	56	Ei huomioida	Ei huomioida		IV
5.6.2018	380	49	Ei huomioida	Ei huomioida		IV
18.6.2018	290	13	Ei huomioida	Ei huomioida		II
16.7.2018	360	19				II
13.8.2018	330	20				II-III
27.8.2018	330	24	340	21		III
6.5.2019	400	40	Ei huomioida	Ei huomioida		III-IV
8.7.2019	310	22				II
15.8.2019	260	10				I
26.8.2019	300	9	290	14		I
	Luokituskauden keskiarvo		315	17,5	Uimakausien 15.6-31.8. keskiarvo	1,9
					Mittauskauden keskiarvo	2,5
<b>TUTKIMUSKOHDE B</b>						
7.5.2018	850	55	Ei huomioida	Ei huomioida		IV
5.6.2018	1000	170	Ei huomioida	Ei huomioida		V
18.6.2018	400	27	Ei huomioida	Ei huomioida		III
16.7.2018	350	15				II
13.8.2018	330	19				II
27.8.2018	390	12	357	15		I
6.5.2019	470	82	Ei huomioida	Ei huomioida		V
8.7.2019	460	49				III
15.8.2019	340	14				II
26.8.2019	280	8	360	24		I
	Luokituskauden keskiarvo		358,5	19,5	Uimakausien 15.6-31.8. keskiarvo	2,0
					Mittauskauden keskiarvo	2,8
<b>TUTKIMUSKOHDE C</b>						
7.5.2018	1100	56	Ei huomioida	Ei huomioida		IV
5.6.2018	620	94	Ei huomioida	Ei huomioida		V
18.6.2018	350	39	Ei huomioida	Ei huomioida		III
16.7.2018	350	19				II
13.8.2018	330	32				III
27.8.2018	250	14	310	22		II
6.5.2019	340	32	Ei huomioida	Ei huomioida		III
8.7.2019	350	34				III
15.8.2019	290	18				II
26.8.2019	280	12	307	21		II
	Luokituskauden keskiarvo		308,5	21,5	Uimakausien 15.6-31.8. keskiarvo	2,4
					Mittauskauden keskiarvo	2,9
<b>TUTKIMUSKOHDE V</b>						
7.5.2018	330	21	Ei huomioida	Ei huomioida		III
5.6.2018	400	36	Ei huomioida	Ei huomioida		III
18.6.2018	280	13	Ei huomioida	Ei huomioida		II
16.7.2018	330	39				III
13.8.2018	270	23				III
27.8.2018	290	25	297	29		III
6.5.2019	380	65	Ei huomioida	Ei huomioida		IV
8.7.2019	360	29				II
15.8.2019	270	43				IV
26.8.2019	270	9	300	27		I
	Luokituskauden keskiarvo		298,5	28	Uimakausien 15.6-31.8. keskiarvo	2,6
					Mittauskauden keskiarvo	2,8
*Poikkeava näytteenotto kohta						
Seurantapaikan (A-B-C-V) luokituskauden 2018-2019						
Keskiarvo		TN	320	TP	21,5	Keskiarvo 2,2- 2,75
Vedenlaatuluokka		Hyvä		Välttävä		Käyttökelpoisuusluokka Hyvä - Tyydyttävä

Fosforipitoisuuksia tarkasteltiin myös pintavesien käyttökelpoisuusluokitusta hyödyntäen. Ihmiselle vesistön virkistyskäyttökelpoisuudella on lähinnä merkitystä vesistöjen ollessa jääpeitteestä vapaana ja uimiselle lähinnä uimakauden 15.6-31.8 välisenä aikana. Tarkastelimme käyttökelpoisuusluokitusta sekä uimakauden että koko havaintojakson aikana. Tulva-aikoina keväisin voi vesien laatu olla varsin heikkoa, mutta tälle lyhytaikaiselle veden laadun heikkenemiselle ei kuitenkaan tule antaa liian suurta painoarvoa. Käyttökelpoisuusluokituksessa uimavesien keskimääräinen laatu on fosforin osalta hyvä uimakauden aikana mutta kevätvaluntojen aikaiset tulokset mukaan laskettuna luokitus laskee tyydyttävän luokan tasolle (Taulukko 13).

Kevätvaluntojen aikaiset vaikutukset olivat vaihtelevia tutkimushankkeen aikana vuosina 2018 ja 2019 (Kuva 20). Keväällä 2018 sekä tyypeä että fosforia huuhtoutui runsaasti vesistöön. Keväällä 2019 lumien sulaminen ei aiheuttanut merkittäviä tulvia ja huuhtoumien vaikutukset jäivät vähäisemmiksi. Keväällä 2019 tyypeä huuhtoutui huomattavasti edellisvuotta vähemmän, mutta fosforia havaittiin osassa havaintopisteistä edelleen varsin runsaasti.



Kuva 20: Kokonaisravinnepitoisuuksien vaihtelua kausina 2018 ja 2019

Loppukesää kohden vuosi 2019 oli melko sateinen, mutta sateiden vaikutus ei ollut nähtävissä vesistön ravinnepitoisuuksissa. Elokuussa 2019 sateista huolimatta fosforipitoisuudet vesistössä olivat pääsääntöisesti hieman alhaisemmat kuin erittäin kuivan elokuun 2018 aikana. Kaudella 2018 sekä fosforin että typen määrissä on havaittavissa selvempää vaihtelua, kun taas kaudella 2019 sekä typen että fosforin määrä laski koko kauden ajan vertailukohtetta V luokkuun ottamatta. Vertailurannan pisteessä V on pääsääntöisesti fosforia tutkimuskohteiden vesiä enemmän heinä-elokuun aikana ja fosforin määrä myös vaihtelee muita kohteita selvemmin. (Kuva 20.)

## **9 TULOSTEN TARKASTELU**

### **9.1 Uimavesien hygieeninen laatu ja saastelähteiden jäljitys**

#### **9.1.1 Sää ja uimavesien laatu**

Uimakaudella 2018 uimavesien laatu oli indikaattoribakteerien lukumäärillä mitattuna erinomainen, kun taas uimakaudella 2019 havaittiin tutkimuskohteissa A ja C yhteensä kolme uimaveden ulosteperäistä saastumistapahtumaa. Uimakausi 2018 oli poikkeuksellisen kuiva, kuuma ja aurinkoinen. Uimakausi 2019 oli puolestaan viileä, pilvinen ja loppukesää kohden varsin sateinen. Sateiden tiedetään yleisesti heikentävän uimavesien laatua uimarannoilla, jotka ovat sääilmiolle alttiita (WHO 2003, 52, 63, 77). Tämän tutkimuksen tulokset puoltavat tätä tulkintaa uimarantojen A ja C osalta. (vrt. uimakausien 2018 ja 2019 tuloksia, Liite 3).

Uimavesiasetus STM 354/2008 ei edellytä laskemaan uimavesiluokkia pienille yleisille uimarannoille. Tässä tutkimuksessa kuitenkin luokat laskettiin soveltaen yleisten uimarantojen valvontaan käytettävää uimavesiasetusta STM 177/2008. Uimavesiluokat antavat hyvän ja helposti ymmärrettävän luokituksen uimavesien yleisestä laadusta ja ilmentävät hyvin mahdollisten toimenpiteiden tarvetta riippumatta siitä, onko kyseessä yleinen vai pieni yleinen uimaranta. Kohteissa A ja C havaittiin tässä tutkimuksessa uimavesien ulosteperäisiä saastumistapahtumia. Lisäksi terveydensuojeluviranomaisen pitkän ajan seurannassa on kyseisissä kohteissa havaittu ulosteperäisiä saastumistapahtumia useina uimakausina. Kohteiden uimavesiluokat luokittuivat huonoiksi.

On ilmeistä, että kohteiden uimavedet ovat alttiita uimavesien ulosteperäiselle saastumiselle jatkossakin, ellei saastumista ehkäiseviin toimenpiteisiin ryhdytä.

Nautojen ulosteisiin viittaavaa Rum-2-Bac-markkeria ei tavattu uimavesissä alkukesästä lainkaan, sillä laitumilla ei alkukesästä vielä laidunnettu. Laidunnuksen alettua uimavesissä tavattiin nautojen ulosteisiin viittaavaa markkeria yleisesti mutta vaihtelevissa määrin. Jokivesissä puolestaan markkeria esiintyi jo ennen rantalaidunnuksen alkamista ja voi viitata esimerkiksi pelloille levitetyn lietelannan huuhtoutumiin.

Tutkimuskohteen A uimarannan eteläpuolella, noin 8 kilometrin päässä, on jätevedenpuhdistamon purkuputki. Uimarannan A uimavesissä ihmisperäiseen saastumiseen viittaavia HF183-markkereita havaittiin toistuvasti vähäisiä määriä. Jokivesinäytteissä markkeria havaittiin selvästi enemmän ja lähes kaikissa näytteissä. Jätevesien purkuputkella ei näiden tulosten perusteella näyttäisi olevan vaikutusta uimarannan vedenlaadulle. Jokeen puolestaan todennäköisesti päätyy osa kiinteistöjen jätevesistä.

Tämän hankkeen ulkopuolisissa tutkimuksissa havaittiin hankealueen uimavedessä luonnostaan eläviä, ihmisille erilaisia infektioita aiheuttavaa *Vibrio cholerae*-bakteereja. Mikrobin kasvun arvellaan olevan yhteydessä meriveden korkeaan lämpötilaan vuoden 2018 hellejakson aikana. Runsaasti ravinteita sisältävät vedet suosivat merivedessä ja murtovedessä luonnostaan esiintyvien vibriobakteerien lisääntymistä. (THL 2019.)

### **9.1.2 Saastumiseen vaikuttavan välietäisyyden tarkastelua**

Uimarannan C ja rantalaitumen CV2 välinen etäisyys on noin kaksi kilometriä. Tutkimuksessa havaittiin, että karjasta peräisin olevan Rum-2-Bac-markkerien lukumäärät ovat laidunalueen edustalla olevassa vedessä selvästi suurempia, kuin uimarannalla C ja pitoisuudet edelleen vähenevät edettäessä etäämmälle uimarannalle toisella puolella niemeä CV1. Rantalaitumen CV2 edustalla *E. coli*-bakteerit ovat selvästi koholla heinä-elokuun aikana 2018 ja 2019, mutta vastaavaa nousua suolistoperäisten enterokokkien osalta ei havaittu. Myös Soller ym. (2010) on havainnut, että *E. coli*-bakteeri voi olla suolistoperäisiä

enterokokkeja täsmällisempi indikaattori arvioimaan nautakarjan ulosteiden esiintymistä vesissä.

Perämeren sisempien rannikkovesien vaihtumiseen kuluu aikaa viikoista kuu-kausiin (Aroviita ym. 2019, 124), joten mahdollisen saastumistapahtuman korjaantumiseen vaikuttaa oletettavasti laimenemisen ohella merkittävästi myös suoliston mikrobien luontainen inaktivoituminen ympäristöolosuhteissa (ks. Hokajärvi ym. 2008; Weiskerger ym. 2019). Kohonneet mikrobilukumäärät ovat havaittavissa yleensä vain suhteellisen lyhyen aikaa (WHO 2003, 52). Voi olla mahdollista, että laidunalueen CV2 edustalla tapahtunut saastuminen ei enää vaikuta uimarannalle C saakka tai viipymän takia ainakin merkittävät vaikutukset ovat harvinaisia. Tämän kohteen edustalla ranta on erittäin matalaa, ja Perämerellä vallitsevat lounaistuulet (Ilmatieteenlaitos s.a.b.) painavat usein vettä laidunalueelta kohti uimarantaa. Tilanne kuitenkin vaihtelee, sillä Perämerellä tuuli hallitsee pintavirtauksien suuntia, joten pitkän ajan keskivirtaamat eivät anna tietoa minkään tietyn ajankohdan virtaussuunnasta (Westerlund 2018, 15). Tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että haasteellisissakin olosuhteissa kahden kilometrin suojaetäisyys on riittävä. Useimmissa kohteissa todennäköisesti lyhempikin etäisyys lienee riittävä.

### **9.1.3 Nautakarjan aiheuttama ulosteperäinen saastumistapahtuma**

Tutkimuskohteessa A havaittiin yksi uimavesien saastumistapahtuma, jolloin *E. coli*-bakteerien ja suolistoperäisten enterokokkien lukumäärät olivat korkeita. Tapahtuman yhdeksi merkittäväksi aiheuttajaksi tulosten perusteella voitiin osoittaa nautakarjan ulosteet, sillä Rum-2-Bac-markkerin määrä oli selvästi kohonnut mitattaessa sekä DNA- että RNA -pohjaisia kopioita. Todennäköisesti myös joen mukana uimarannalle kulkeutui epäpuhtauksia, sillä etenkin ylempänä jokivarressa enterokokkilukumäärät olivat melko suuria.

Tässä tutkimuksessa ei havaittu korkeita enterokokkilukumääriä kohteessa CV2, vaikka *E. coli*-bakteerien lukumäärät kohosivatkin heinä-elokuun aikana 2018 ja 2019 vesistössä, jonne päätyi nautojen ulosteita rantalaitumelta. Myös Soller ym. (2010) on varovaisesti arvioinut, että *E. coli*-bakteerit voivat indikoida luotettavammin karjan ulosteita kuin suolistoperäiset enterokokit. Korkeiden enterokokkilukumäärien vuoksi on mahdollista, että tutkimuskohteessa A

saastumistapahtuman taustalla on muitakin ulosteperäisen saastumisen lähteitä, kuin vain rannalla laiduntavat naudat.

Kohteessa A nautakarjalaitumet ympäröivät uimarannan ja karjalla on vapaa pääsy rannikolle laiduntamaan ja juomaan. Uimavesien saastumistapahtuman aikana karja on todennäköisesti laiduntanut uimarannan välittömässä läheisyydessä olevia laitumen lohkoja. Tämän tutkimuksen tulokset antavat viitteitä siitä, että rantalaitumet rajautuvat liian lähelle uimarantaa, eikä uimarannan välittömässä läheisyydessä olevia, rantaan asti rajautuvia lohkoja tulisi laiduntaa uimakauden 15.6-31.8 välisenä aikana.

#### **9.1.4 Lintujen aiheuttama ulosteperäinen saastumistapahtuma**

Tutkimuskohteessa C havaittiin kaksi ulosteperäistä saastumistapahtumaa. Ensimmäisestä tapahtumasta ei tehty saastelähteen osoittavaa näytteenottoa, mutta toisen saastumistapahtuman aiheuttajaksi voitiin osoittaa linnuista peräisin oleva uloste. Tässä kohteessa uimavesien saastumistapahtumia on tavattu useina vuosina ja syyksi on arveltu uimarannan edustalla olevassa saarella pesivä suuri lintupopulaatio. Epäilyjä on kohdistunut myös läheisiin rantalaitumiin.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat käsitystä siitä, että linnut ovat tässä kohteessa pääasiallinen uimavesien saastumisen aiheuttaja. Nautojen ulosteita havaittiin uimarannan havaintopisteissä vain vähäisiä määriä, lampaiden ulostebakteereja ei havaittu uimavedessä lainkaan. Lokkien ja muiden lintujen on havaittu olevan merkittävä uimavesien saastumisen aiheuttaja muissakin tutkimuksissa (Araújo ym. 2014; Mughini-Gras ym. 2016; Pitkänen ym. 2015). Lisäksi lokkien ulosteen tiedetään sisältävän runsaasti *E. coli*-bakteereja ja suolistoperäisiä enterokokkeja; suhteessa enemmän kuin monien muiden lintujen kuten hanhien tai nokikanojen (Alm ym. 2018; Fogarty ym. 2003; Meerburg ym. 2011; Soller ym. 2010). Tutkimuskohteessa C on uimarannan välittömässä läheisyydessä paljon lintuja, joista valtaosa on lokkeja. Tässä kohteessa uimavesien pilaantumisen ehkäisemiseksi lienee tehokkainta karkottaa lokkeja vähemmäksi. Esimerkiksi Goodwin ym. (2016) ja Converse ym. (2012) havaitsivat lokkien karkottamisen parantavan merkittävästi uimavesien laatua.

### 9.1.5 Lampaiden vaikutus jäi vähäiseksi

Tämän tutkimushankkeen yhteydessä jäi osittain epäselväksi uimarannan C välittömässä läheisyydessä sijainneen lammaslaitumen merkitys uimavesien laadulle. Lampaiden ja nautakarjan ulosteita on perinteisesti tutkittu samalla Rum-2-Bac-markkerilla, sillä se reagoi molempien eläinten ulosteisiin ja tätä markkeria uimavesissä tavattiinkin. Tämän tutkimushankkeen yhteydessä tehdyssä rinnakkaistutkimuksessa THL otti käyttöön lampaiden ulosteille spesifisen SheepmtDNA-markkerin, jota ei kuitenkaan uimavesissä tavattu lainkaan. Rum-2-Bac-markkeri siis tässä kohteessa viittaa nautakarjalaitumen vaikutuksiin. On mahdollista, että lampailla laidunnetut rantaniityt aiheuttavat vähemmän hygieniahaittoja uimavesille, kuin nautakarjan rantalaiduntaminen. Tätä oletusta tukevat Pykälän (2001) ja Pehrsonin (1998) havainnot lampaiden ja hevosten taipumuksesta laiduntaa kuivemmilla alueilla, toisin kuin naudat, jotka laiduntavat tyypillisesti myös vesirajan tuntumassa (Niemelä 2012, 8 mukaan). Avoimeksi kysymykseksi tämän tutkimuksen jälkeen jäi, kuinka suurella laidunnuspaineella uimarannan viereistä lammaslaidunta varsinaisen hankkeen aikana laidunnettiin, sillä uimarannan ylläpitäjä sekä valvontaviranomaiset eivät tehneet havaintoja lampaista jokaisella näytteenottokerralla. Laidunalue on kuitenkin varsin suuri ja lampailla on mahdollisuus vaeltaa koko laidunalueella.

### 9.1.6 Uimareihin kohdistuvat terveysriskit

Uimareiden infektioriskin näkökulmasta sillä on merkitystä, missä määrin uimavesissä on taudinaiheuttajamikrobeja. Taudinaiheuttajia on erilaisia, eikä kaikkia mahdollisia taudinaiheuttajamikrobeja ollut tämän tutkimuksen yhteydessä mahdollista analysoida. Tutkimukseen valikoituja ulosteperäisiä taudinaiheuttajamikrobeja todettiin esiintyvän tutkimuksen aikana molempina uima-kausina 2018 ja 2019. Odotetusti kampakylobakteereja havaittiin esiintyvän yleisesti uimavesissä, sillä kampakylobakteeria esiintyy kaikkien tasalämpöisten eläinten ja erityisesti lintujen suolistossa (Mughini-Gras ym. 2016). Myös salmonellaa tavattiin molempina kesinä. Lisäksi *Cryptosporidium*-alkueläimestä tehtiin kertaluontoinen havainto; *Giardia*-alkueläintä ei havaittu lainkaan. Tutkittujen taudinaiheuttajamikrobien osalta tuloksia voidaan pitää tavanomaisina luonnon pintavesille (ks. Hokajärvi ym. 2008; Weiskerger ym. 2019) eikä mitään erityisen hälyttävää havaittu.

Uimareihin kohdistuvaa infektioriskiä arvioitaessa on tärkeää ottaa huomioon saastumisen lähde. Yleensä on ajateltu, että uimavesien ihmisperäinen ulostesaastuminen on eläinperäistä suurempi riski uimarille (WHO 2003, 84). Rantalaiduntamiseen liittyvää riskitasoa arvioitaessa on otettava kuitenkin huomioon, että karjan aiheuttama ulostesaastuminen on todettu vastaavan riskeiltään ihmisperäistä saastumista (Ashbolt & Schoen 2009; Soller ym. 2010). Näin ollen olisi perusteltua, ettei uimarantojen välittömässä läheisyydessä tulisi laiduntaa lainkaan siten, että karjalla on vapaa pääsy rannikon tulvanalaiselle vyöhykkeelle.

Perinteiset indikaattorimikrobit eivät erottele saasteen lähdettä, mikä voi johtaa riskin yliarviointiin. Saastelähteiden jäljitysnäytteiden antama tieto on hyödyllistä todellisten riskien tunnistamisessa. (Harwood ym. 2018.) Tässä tutkimuksessa havaittiin, että kaikissa uimavesissä oli käytännössä aina eläinperäistä ulostetta, mutta myös satunnaisesti ihmisperäistä ulostetta. Tämän vuoksi tulevaisuudessa olisi hyödyllistä analysoida vesinäytteistä tavanomaisen viljelytekniikkaan perustuvien indikaattoribakteerianalyyysien lisäksi myös qPCR-tekniikkaan pohjautuen saastumisen lähteen osoittavia mikrobeja. Näin todellisten riskien arvioiminen ja tarvittavien toimenpiteiden kohdistaminen olisi helpompaa.

## 9.2 Rantojen rehevöityneisyys

Perämeren Suomen-puoleisen rannikon tiedetään kärsivän laajasti liiallisesta fosforista, joka on Perämerellä perustuotantoa rajoittava ravinne (Kronholm ym. s.a., 91,93). Myös tämän tutkimuksen tulosten perusteella havaittiin, että fosforia on ranta-alueilla varsin runsaasti. Fosforipitoisuudet kuitenkin vähenevät kohti lähempänä rannikkovyöhykettä ja edelleen kohti ulompaa rannikkovyöhykettä (*vrt.* Vesla-vedenlaatutietokannan aineisto), joiden tila on luokiteltu viimeisimmän pintavesien vedenlaatuluokka-arvioinnissa vuosina 2018-2019 tyydyttäväksi (SYKE ja ELY-keskukset). Typen osalta tilanne on parempi ranta-alueen vesissä, mutta vähennystarvetta senkin osalta on. Vesien virkistyskäytön näkökulmasta vesistön tila on edelleen pääosin hyvä, mutta vesistön rehevöityneisyys on vaikuttanut osaltaan rantojen ruovikoitumiseen, leviämiseen ja umpeenkasvamiseen, joka vähentää rantojen virkistyskäyttöarvoa.



Toistaiseksi Perämerellä ei rehevöityneenkään ole tavattu laajoja sinilevä-esiintymiä (Antikainen ym. 2009, 13–16; Fleming-Lehtinen ym. 2018). Tulevaisuudessa tilanne voi kuitenkin heikentyä, ellei ravinnekuormitusta saada merkittävästi vähennettyä. Perämeren lämpeneminen vaikuttaa tällä hetkellä väistämättömältä (Meier 2015), joka yhdessä meren suolapitoisuuden laskun sekä yhä rehevöityvän vesistön kanssa voi johtaa sinileväkukintojen yleistymiseen (Andersson ym. 2015; Olofsson ym. 2019).

Rantalaiduntamisen hyötyjä on osin perusteltu karjan kasvuun sitoutuvien ravinnteiden poistumisella rantaniityiltä. Rantalaiduntaminen täten mahdollisesti vähentäisi vesistöjen ravinnetaakkaa. (Raatikainen ym. 2017, 18.) Tutkimuksessa havaittiin vertailukohteen uimavesissä heinä-elokuun aikana olevan pääsääntöisesti enemmän fosforia kuin tutkimuskohteiden, mutta tyyppien osalta trendi on samankaltainen kaikissa kohteissa. Tämän aineiston pohjalta ei kuitenkaan voida vielä vetää johtopäätöksiä laiduneläinten fosforikuormitusta vähentävistä vaikutuksista alueen vesistöön, sillä vertailukohteen fosforipitoisuuksissa on selvää pitoisuuden nousua jaksoina, kun kuormitus on samaan aikaan vähäisimmillään ja voi näin ollen myös viitata esimerkiksi sisäiseen kuormitukseen tai pistemäiseen kuormituslähteeseen (ks. Ekholm-Peltonen ym. 2015, 49–52). Näiden havaintojen pohjalta voidaan kuitenkin todeta, että rantojen laidunnuspaine on sopiva ravinnevirtojen näkökulmasta. Liiallinen laidunnuspaine voisi aiheuttaa maaperän eroosiota ja siten lisätä ravinnekuormitusta vesistöön (Niemi 2012, 8, 20), mutta näiden havaintojen perusteella ainakaan liiallisesta maaperän kulumisesta ei ole merkkejä.

Itämeren tulevaisuuden näkymät ovat haasteelliset, sillä esimerkiksi maatalouden ja liikenteen vaikutuksia on vaikea vähentää. Itämeren tilanne ei muutenkaan korjautu nopeasti, vaikka toimenpiteitä Itämeren tilan parantamiseksi tehdään. Itämeren eheytyminen vaatii vuosikymmeniä ennen kuin toimenpiteiden vaikutukset ovat nähtävissä kokonaisuudessaan (Ahtiainen ym. 2010, 209). Monia Itämeren tilaa parantavia toimenpiteitä on jo tehty, kuten jätevesien puhdistamista on tehostettu. Tälläkin saralla on jo Suomessa kuitenkin saavutettu piste, jossa lisäpanostuksilla ei ole katsottu saavutettavan enää kustannuksiin nähden vastaavaa ympäristönsuojelullista hyötyä (VNS 6/2009, 11-12).

Maatalous on ylivoimaisesti merkittävin typen ja fosforin ihmistoiminnasta johdettavan kuormituksen lähde. Maataloudesta peräisin olevan kuormituksen merkittävä vähentäminen on haasteellista ja useat toimenpiteet perustuvat neuvontaan, ohjaukseen ja vapaaehtoisuuteen. Uusia menetelmiä ravinne- ja kiintoainekuormituksen vähentämiseen tarvitaan. (Ekholm-Peltonen ym. 2015, 56–57, 161–163.) Toisaalta on käyty keskustelua maatalouden ilmastovaikutuksista ja sitä kautta ihmisten ruokailutottumuksien voi odottaa hiljalleen muuttuvan ympäristöä vähemmän kuormittavaan suuntaan. Esimerkiksi on esitetty, että kasvispainotteisen ruokavalion tuotanto vaatisi huomattavasti vähemmän fosforilannoitteita lihapainotteiseen ruokavalioon verrattuna (Cordell ym. 2009). Myös uusilla teknologioilla, tuotannollisilla symbiooseilla tai ympäristönhoidollisilla ja kiertotalouteen tähtäävillä toimilla voi olla tulevaisuudessa ratkaiseva vaikutus Itämeren tilaan. Haasteet ovat kuitenkin suuret ja ympäristön tilan parantamiseen tai edes nykyisen tilan säilyttämiseen tähtäävät tavoitteet vaativat pitkäjänteistä työtä ja merkittäviä toimenpiteitä Itämeren hyväksi.

### **9.3 Yhteenveto rantalaiduntamisesta Perämeren rannikolla**

Rantalaiduntamisen ongelmat tulevat esille lähinnä silloin, kun eläimet laiduntavat yleisten uimarantojen ja vapaa-ajanasuntojen läheisyydessä. Mitään tarkkaa rajaa sopivaksi välietäisyydeksi ei voi antaa, koska jokainen ranta on ominaispiirteiltään erilainen. Siksi jokainen kohde on arvioitava tapauskohtaisesti. Arvioinnissa tulee kuitenkin huomioida, että laiduneläimet voivat kantaa ihmisiin herkästi tarttuvia ja vakavia infektioita aiheuttavia mikrobeja, kuten EHEC-bakteereja (Ruokavirasto 2019b). Tämän vuoksi on syytä noudattaa varovaisuusperiaatetta, eikä rantalaitumia pidä perustaa uimarantojen välittömään läheisyyteen. Yhtenäisten käytäntöjen varmistamiseksi olisi järkevää määrittää ohjeellinen uimarantojen ja rantalaitumien välinen minimietäisyys. Nykykäytännön mukaan laiduntamista voidaan rajoittaa, jos laiduntamisesta aiheutuu haittoja. Ympäristönsuojelulain 527/2014 nojalla rajoittaminen on mahdollista hygienia- ja terveysyistä silloin, kun lähellä on esimerkiksi uimarantoja ja vapaa-ajan asutusta. Terveystoimintalain 763/1994 ja uimavesiasetuksen 177/2008 nojalla taas yleinen uimaranta voidaan asettaa käyttökieltoon joko määräaikaaisesti tai pysyvästi, mikäli uimavesi voi aiheuttaa uimarille terveyshaittaa. Toivottavaa kuitenkin olisi, että uimarantoja ei tarvitsisi sulkea,

vaan haittoja pyrittäisiin ennalta ehkäisemään nykyistä huolellisemman suunnittelun ja riskinkartoituksen perusteella.

Nykyinen käytäntö riskien kartoittamisessa tukisopimuksien liitteeksi ei ole ollut riittävän perusteellista, sillä rantalaiduntamista toteutetaan paikoissa, jotka voivat aiheuttaa hygieniahaittoja. Jos laiduntamisesta on aiheutunut häiriöitä, kaikkia riskejä ei ole arvioitu oikein. Vesistöjä voivat kuormittaa myös muut lähteet, kuten esimerkiksi suuret lintupopulaatiot tai joet, jolloin uimarantaan kohdistuva kokonaiskuormitus voi muodostua liian suureksi. Tämän vuoksi jatkossa voisi olla hyvä käytäntö vaatia esimerkiksi tukihakemusten liitteeksi paikallisviranomaisten lausunnot, jotta laiduntamiseen liittyvät ongelmakohdat tulisivat otetuiksi huomioon riittävällä vakavuudella ennen tukipäätösten tekemistä. Tämä mahdollistaisi tunnistettuja haittoja vähentävien toimenpiteiden vaatimista tukien saamisen edellytykseksi. Tällaisia toimenpiteitä voisivat olla esimerkiksi laidunalueiden aitaaminen vesirajan yläpuolelle ja eläinten juomavesihuollon järjestäminen muualla laitumella rannan sijaan (Niemelä, 2012, 9). Tosin vesihuollon järjestäminen on yleensä hankalaa ja voi johtaa laidunhankkeen kaatumiseen.

Tukisopimuksien ehtojen tulkintaa tulisi selventää; tulkitaanko laiduntamisen keskeyttäminen karjan kasvattajasta riippumattomaksi tekijäksi, jos viranomaisen kieltää laiduntamisen hygieniahaittojen vuoksi? Nykyisellään tukisopimukset tehdään viideksi vuodeksi kerrallaan eikä laiduntamista voi lopettaa kesken sopimuskauden tai jo maksetut tuet peritään takaisin. Tämän vuoksi laiduntamisen keskeyttäminen kesken tukisopimuskauden on kestänytöntä karjankasvattajan näkökulmasta. Myös paikallisviranomaisilla voi olla tämän vuoksi liian korkea kynnyks keskeyttää toiminta. Mikäli laidunnus lopetetaan karjankasvattajasta riippumattomien tekijöiden vuoksi, ei tukien takaisin perintää tulisi toimittaa niiltä vuosilta, kun niittyjä on käytetty laiduntamiseen.

Euroopan unionin luontodirektiivi (92/43/ETY) edellyttää jäsenmaita osoittamaan perinnebiotyypeille suojelualueita, joten rantaniittyjen laiduntamiselle täytyy löytyä tulevaisuudessakin sopivia kohteita. Rantalaiduntamisen positiiviset vaikutukset rantaniittyjen biotooppiin ovat kiistattomat (Lehtomaa 2018b; Pykälä 2007), joten rantalaiduntamista myös kannattaa pyrkiä elvyttämään. Lisäksi tämän päivän ympäristötrendit suosivat luonnonmukaisia vaihtoehtoja;

karjan laiduntaminen luonnonniityillä keinolannoitettujen peltojen sijasta on kestävä kehityksen mukainen ja eläinten hyvinvointia edistävä ratkaisu (Lehtomaa ym. 2018; Raatikainen ym. 2017). Rantalaitumet sopivat luomutuotantoon ja vapaana laiduntavat eläimet voivat muodostaa lajilleen tyypillisiä laumoja ja toteuttaa lajinmukaista käyttäytymistä (MTK 2018; Raatikainen 2017, 19). Rantaniittyjen laiduntamisessa tulee kuitenkin ottaa aiempaa tarkemmin huomioon lähistöllä olevat häiriintyvät kohteet, sillä laiduntamisesta ei saa muodostua terveyshaittaa esimerkiksi uimareille. Tosin sopivien hoitokohteiden löytäminen paikoista, joissa ei esimerkiksi ole loma-asutusta, voi olla haasteellista.

#### **9.4 Tulosten luotettavuus**

Vesistöjen ulosteperäiseen saastumiseen voivat vaikuttaa esimerkiksi voimakaiden sateiden laiturilta, pelloilta tai urbaaneilta alueilta huuhtomat ulosteet sekä laiturille ja lintujen pesimäalueille hetkellisenä piikkinä nouseva merivesi (WHO 2003, 77). Tulosten luotettavuuden parantamiseksi tämän tutkimuksen tuloksia tulkittaessa on pyritty huomioimaan uimavesien laatuun vaikuttavien sääilmiöiden vaihtelu mahdollisuuksien mukaan. Tutkimuksessa myös pyrittiin ajoittamaan näytteenottoa vesisateiden sekä vesistön hydrologisten muutosten mukaisesti erilaisiin tilanteisiin. Käytännössä tämä kuitenkin osoittautui varsin haasteelliseksi toteuttaa, sillä esimerkiksi veden korkeuden vaihtelun huippulukemia tavataan vain harvakseltaan ja varsin nopeasti ohimenevinä luonnonilmiöinä. Näytteenottosuunnitelmaa kuitenkin muutettiin siten, että poikkeuksellisen kuivan uimakauden 2018 näytteenottoa siirrettiin sääolosuhteiden mukaan ajoitettavien näytteiden osalta uimakaudelle 2019, jotta aineistossa saatiin huomioitua sateiden aiheuttamien huuhtoumien vaikutuksia.

Tulosten luotettavuutta pyrittiin varmistamaan myös huomioimalla paikallinen uimavesien laadun vaihtelu valitsemalla näytteenottopisteet siten, että varsinaisen tutkittavan uimaveden lisäksi on otettu näytteitä lähialueilta ja uimaveen mahdollisesti vaikuttavista ympäröivistä vesistöistä, lähinnä rannikolle laskevista jokivesistä. Näytteenottopisteille, joista näytteet otettiin standardin SFS-EN ISO 19458 mukaisesti, on määritetty koordinaattipisteet, mutta vedenkorkeudenvaihteluiden johdosta todellinen näytteenottopiste vaihteli hie-

man. Näytteenottopiste tulisi valita standardin suosituksen mukaisesti kohdasta, jossa vesipatsaan syvyys on 1-1,5 metriä. Perämeren rannat ovat kuitenkin erittäin matalia ja näytteet on kerättävä kahlaamalla. Näytteet on kerätty pääsääntöisesti kohdasta, jossa vesipatsaan syvyys on noin 0,7-0,8 metriä.

Tutkimushankkeen ajankohdasta on hyvä huomioida, että uimakausi 2018 oli Suomen oloissa harvinaisen kuiva, kuuma ja aurinkoinen. Suolistoperäisiä indikaattoribakteereja havaittiin varsin pieninä lukumäärinä uimavesissä. Lämpimät uimavedet yhdessä auringon UV-säteilyn vaikutuksesta ovat voineet vaikuttaa indikaattoribakteerien tavanomaista nopeampaan inaktivoitumiseen, joka sinällään voi antaa hieman vääristyneen kuvan uimavesivälitteisistä riskeistä, sillä osa taudinaiheuttajista voi kestää indikaattorimikrobeja paremmin ympäristön stressiä (ks. Hokajärvi ym. 2008). Toisaalta vesistöjen ollessa tavanomaista lämpimämpiä, suosivat ne myös erityyppisiä mikrobeja ja riskit voivat liittyä osittain eri tekijöihin, kuten luonnossa vapaasti elävien vibriobakteerien voimakkaaseen lisääntymiseen vesistössä (THL 2019).

Ravinnepitoisuuksia tutkittaessa satunnaista vaihtelua voi esiintyä merkittävisäkin määrin. Esimerkiksi voimakkaat ja pitkäkestoiset sateet voivat huuhtoa ravinteita laajalta alueelta, mikä puolestaan voi näkyä vesistössä kohonneina ravinnepitoisuuksina. Lisäksi hajakuormituksen vaikutukset vaihtelevat ja pistemäiset lähteet vaikuttavat paikallisesti. Kaikki alueet eivät kuitenkaan ole yhtä lailla alttiina merkittäville ravinnevirroille. (Ekholm-Peltonen ym. 2015, 51–52) Tutkimuksen luotettavuuden parantamiseksi valikoitiin neljä havaintopaikkaa Perämeren rannoilta, joiden keskiarvosta muodostettiin tila-arvio kokonaisravinnepitoisuuksien osalta.

#### **9.4.1 Aineistoon ja vaikutusten arviointiin liittyvät puutteet**

Tutkimushankkeissa näytteiden ottoa on mahdollista toteuttaa vain rajallisesti. Ympäristön olosuhteet muuttuvat kuitenkin jatkuvasti ja otettu näyte kuvaa tutkittavan ympäristön tilaa lähinnä vain näytteenottohetkellä. Esimerkiksi uimaveden ulosteperäisen saastumisen aiheuttaneen tapahtuman tavoittaminen näytteenotolla on osin sattumanvaraista, sillä kohonneet ulostebakteerilukumäärät ovat havaittavissa vedessä yleensä vain suhteellisen lyhyen aikaa (EEA 2016, 40; WHO 2003, 52). Näytteenoton luotettavuutta heikentää myös

se, että mikrobit jakaantuvat tutkittavaan uimaveteen aina epätasaisesti (Hokajärvi ym. 2008, 56; WHO 2009, 8).

Ravinnekuormituksen vaikutus rannikon vesistössä riippuu biologisesti käyttökelpoisten ravinteiden määrästä ja kuormituksen vuodenaikaisesta jakautumisesta, joka vaihtelee huomattavasti kuormituslähteittäin (Ekholm-Peltonen ym. 2015, 49). Harvinaisempiakin ravinnekuormituspiikkejä tavataan aika ajoin. Yksi vaikuttavimmista ilmiöistä ovat satunnaiset Pohjanmerestä tulevat suu-remmat suolapulssit, jolloin raskas ja suolainen merivesi työntää vanhan, happottoman ja ravinteikkaan Itämeren syvänteiden veden pintaan tuoden mukanaan voimakkaasti ravinteita sisältävää alusvettä (Andersson ym. 2015; HELCOM 2018, 50). Lyhyen ajan seurannassa tämän tyyppiset ilmiöt voisivat antaa eksessiivisen kuvan ravinnepitoisuuksista etenkin fosforin osalta. Tämä tutkimus toteutettiin kahden vuoden aikana, joka on ravinnepitoisuuksien vaihtelun seuraamiselle varsin lyhyt aika.

#### 9.4.2 Huomioitavaa saastelähteiden jäljityksestä

Tämän rantalaidunhankkeen näytekantaa hyödynnettiin THL:n koordinoimassa rinnakkaistutkimuksessa, jossa kehitettiin saastelähteiden jäljitykseen käytettävää qPCR -analytiikkaa (Rytönen 2019). Rinnakkaistutkimuksessa havaittiin, että eri saastelähteiden jäljitysnäytteiden tarkkuudessa ja luotettavuudessa on eroja. Yleistä ulosteperäistä saastumista kuvaava markkeri GenBac3 perustuu *Bacteroidales*-bakteerilahkon bakteerien geeneihin ja markkeri soveltui hyvin nisäkkäiden ulosteiden havaitsemiseen mutta heikosti lintujen. On siis mahdollista, että lintujen ulosteessa tämän lahkon bakteereja on vähemmän kuin nisäkkäiden. Lokkien ulosteille spesifinen Gull4-markkeri esimerkiksi perustuu *Bacteroidales*-bakteerilahkon sijasta *Catellibacillus marimammaliium*-bakteerin geeneihin.

Rytöksen (2019) tutkimuksessa varsin luotettaviksi markkereiksi osoittautuivat lokkien ulosteita havaitseva Gull4, nautojen ja lampaiden ulosteille spesifinen Rum-2-Bac, sikojen Pig-2-Bac, hevosten HorsemtDNA ja lampaiden SheepmtDNA -markkerit. Myös yleinen lintumarkkeri GFD havaittiin käyttökelpoiseksi. GFD-markkeri voi kuitenkin osoittaa todellisuutta vähäisempää kontaminaatiota, mikä tulee huomioida saastumisen merkittävyyttä arvioitaessa.

Heikoimmin menestyi ihmisperäistä saastumista osoittava HF183-markkeri, joka reagoi yhdyskuntien jäteveden lisäksi jossain määrin lokkien, karjan, lampaiden, hevosten, koirien, sikojen ja jäniksien ulosteisiin. Eri eläinkuntien ulostebakteerien kanssa havaitun ristiin reagoinnin vuoksi ihmisperäiseen saastumiseen viittaavat tulokset voidaan tulkita vain suuntaa antavina ja havainnot vaativat jatkoselvittelyä asian varmistamiseksi.

Eri eläinkuntien, kuten nisäkkäiden ja lintujen ulostebakteereille spesifiset markkerit perustuvat eri geeneihin (Rytkönen 2019, 24–25), joten DNA- ja RNA -kopioiden määriä ei voi vertailla keskenään eri eläinkuntien välillä. DNA- ja RNA -kopioiden esiintyminen samassa näytteessä antaa kuitenkin merkkejä vähäistä merkittävämmästä saastumisesta (Pitkänen ym. 2015, 14). Näytetulosten tulkittavuuden ja saastelähteen jäljittämisen helpottamiseksi tutkimuksessa käytettiin vertailupisteitä jokaisessa tutkimuskohteessa. Kattava vertailuaineisto helpotti hahmottamaan eroja tavanomaisesta ja poikkeavasta markerilukumäärästä eri tapahtumien välillä.

#### **9.4.3 Huomioitavaa kokonaisravinnenäytteistä**

Tämän hankkeen ravinneseuranta on tehty ranta-alueilta, mikä ei vastaa pintavesien vedenlaatuluokkien ohjeistusta näytteenottokohdista. Normaalisti näytteitä kerätään etäämpää rannikolta useista eri syvyyksistä sekä kerätään kokoomanäytteitä (vrt. Aroviita ym. 2019). Tämän tutkimuksen tulokset perustuvat vain yhdestä syvyydestä kerättyihin näytteisiin. Kokonaisravinnenäytteet on kerätty uimarannoilta noin 0,3 metrin syvyydestä pinnalta katsoen kohdasta, jossa vesipatsaan syvyys on alle 1 metri. Ravinnepitoisuuksien tarkasteluun käytimme kuitenkin vedenlaatuluokituksessa annettuja raja-arvoja, jotta voimme vertailla ranta-alueiden veden laatua sisempien ja ulompien rannikkovesien laatuluokkaan. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia ranta-alueiden vedenlaatua ja vertailla tuloksia SYKE:n ja ELY-keskusten vuosina 2018-2019 tekemään sisempien ja ulompien rannikkovesien vedenlaatuluokitukseseen.

#### 9.4.4 Huomioitavaa hankealueesta

Tämä hanke on toteutettu rannikkoalueella eikä näitä tuloksia pidä soveltaa sisämaan vesistöihin, kuten järviin ja lampiin, niiden hyvin erityyppisten ominaispiirteiden vuoksi. Erityyppisissä vesistöissä voi laiduntamisesta koituvien riskien merkittävyys vaihdella. Esimerkiksi Saksassa on järvenrantalaitumia jouduttu kieltämään uimavesien saastumisien vuoksi (EEA 2016, 24). Myös rannikolla voi olla alueita, joissa mikrobien lukumäärän laimeneminen veteen on avonaista rannikkoaluetta hitaampaa, kuten vaikkapa lahdissa (WHO 2003, 81). Vesi voi myös jäädä veden korkeuden vaihtelujen ja pohjan epätasaisuuksien, kuten vedenalaisten dyynien vuoksi seisomaan lammikkoina rannikon uimarannoilla (Kuva 21). Tällaisissa matalissa lammikoissa, joissa vesi jää seisomaan, voi veden laatuun liittyvät ongelmat erityisesti korostua (Silva ym. 2014). Jokaisen uimarannan erityispiirteiden vuoksi riski on arvioitava aina tapauskohtaisesti.



Kuva 21. Matalilla rannoilla vesi lammikoituu. Kuva Jyrki Raatikainen



## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kuivina ja vähäsateisina jaksoina rantalaiduntamisesta ei vaikuttaisi olevan merkittävää terveyshaittaa vesien virkistyskäytölle ainakaan silloin, kun suojaetäisyys uimarantaan on riittävä. Voimakkaat ja pitkäkestoiset sateet puolestaan heikentävät uimavesien laatua rantalaitumilta huuhtoutuvien ulosteiden vuoksi. Havaintojen perusteella rantaniittyjä ei tule laiduntaa uimarantojen välittömässä läheisyydessä uimakauden aikana. Lisäksi tutkimuksessa saatiin viitteitä siitä, että *E. coli*-bakteeri ilmentää suolistoperäisiä enterokokkeja luotettavammin nautakarjan aiheuttamaa ulosteperäistä saastumista.

Koillisen Perämeren ranta-alueiden vesissä on runsaasti fosforia. Perämeri kärsii rehevöityneisyydestä, vaikka tilanne onkin Itämeren pääallasta parempi ainakin siltä osin, ettei Perämeri kärsi jokavuotisista laajoista sinileväesiintymistä. Kuitenkin ranta-alueiden umpeen kasvaminen ja ruovikoituminen on merkittävä ongelma, jota vesistön rehevöityneisyys on osaltaan kiihdyttänyt. Tulevaisuuden näkymät ovat huolestuttavat; Perämeren tila on vaarassa edelleen heikentyä vesistön lämpenemisen, suolapitoisuuden vähenemisen ja voimakkaan ravinnekuormituksen johdosta.

### 10.1 Toimenpide-ehdotukset

#### Hygieenisten haittojen ehkäisemiseksi

1. Laiduntamista on syytä rajoittaa hygienia- ja terveyssyistä etenkin yleisten, mutta myös yksityisten loma-asuntojen uimarantojen välittömässä läheisyydessä. Suojaetäisyys tulee kuitenkin määrittää tapauskohtaisesti. Mikäli laidunalue on jo perustettu lähelle häiriintyvää kohdetta ja ongelmia havaitaan, tulisi haittoja pyrkiä vähentämään esimerkiksi aitaamalla laidunalue vesirajan yläpuolelle sekä mahdollisuuksien mukaan järjestämään laidunalueen vesihuolto siten, ettei karja vietä aikaa vesirajan läheisyydessä.

2. Tukisopimuksien yhteyteen olisi hyvä ottaa käytäntöön lausunnotmenettely, jossa paikallisille ympäristönsuojelu- ja terveydensuojeluviranomaisille varataan mahdollisuus lausua uusista sekä uusittavista tukisopimuskausista. Paikalliset olosuhteet ja mahdolliset ongelmakohdat eivät välttämättä tule muutoin huomioiduksi riittävällä tasolla.

3. Tukisopimuksien ehtojen tulkintaa olisi hyvä tarkentaa siten, ettei tukia perittäisi viljelijältä takautuvasti takaisin, mikäli laidunnus joudutaan lopettamaan hallinnollisten toimien vuoksi kesken sopimuskauden, kun se johtuu vesistön hygieniahaitoista laiduntamisen vuoksi.

4. Karjatilallisen tulisi huomioida, että sairaita yksilöitä tai vakavia infektoita kantavaa karjaa ei sijoiteta rantalaitumille. Tämä on erityisen tärkeää etenkin tilanteissa, joissa karjatilalla on tavattu EHEC-bakteeria. Lisäksi viime aikaisen huomattavan kryptosporidioositapausten lisääntymisen vuoksi alle kahden viikon ikäisiä vasikoita ei tulisi sijoittaa rantalaitumille tiloilta, joissa on tavattu *Cryptosporidium parvum*-alkueläinta.

#### Vesistöalueen tilan parantamiseksi

5. Siikajoen ja Raahen rannikkoalueen vesistö kärsii etenkin fosforikuormituksesta. Rantojen rehevöitymisen estämiseksi toimenpiteet olisivat kannattavinta kohdistaa etenkin fosforikuormituksen vähentämiseen. Laajemmin Perämerellä on tarvetta myös typpikuormituksen vähentämiseen.

## **10.2 Jatkotutkimustarpeet**

Tutkimuksessa saatiin viitteitä siitä, että naudat saattavat aiheuttaa lampaista enemmän hygieniahaittoja läheisille uimavesille. Näitä alustavia havaintoja ei voida pitää tämän näytön pohjalta ohjeellisina, vaan näyttöä tarvitaan enemmän. Tutkimuksessa on otettava huomioon mm. laidunalueen hoitamiseen tarvittava eläinmäärä, joka on todennäköisesti eri lampaiden ja nautojen tapauksessa. Lisäksi on osoitettava, aiheutuuko nautoista enemmän hygieniahaittoja kuin lampaista, silloin kun rantaniityn hoidollinen tavoite on sama.

**LÄHTEET**

Ackerman, D. & Weisberg, S.B. 2003. Relationship between rainfall and beach bacterial concentrations on Santa Monica Bay beaches. *Journal of Water and Health* 7/2003, 188-192. WWW-dokumentti. Saatavissa:

[https://www.researchgate.net/profile/Stephen\\_Weisberg/publication/8331739](https://www.researchgate.net/profile/Stephen_Weisberg/publication/8331739)  
[viitattu 18.12.2019]

Ahtiainen, H., Artell, J., Helin, J., Huhtala, A., Hyytiäinen, K. & Koikkalainen, K. 2010. Miten vertailla Itämeren suojelun kustannuksia ja hyötyjä? Teoksessa Bäck, S., Ollikainen, M., Bonsdorff, E., Eriksson, A., Hallanard, E.-L., Kuikka, S., Viitasalo, M. & Walls, M. (toim.) *Itämeren tulevaisuus*. Tampere: Gaudeamus Helsinki University Press Finland, 208-219.

Alm, E.W., Daniels-Witt, Q.R., Learman, D.R., Ryu, H., Jordan, D.W., Gehring, T.M. & Domingo, J.S. 2018. Potential for gulls to transport bacteria from human waste sites to beaches. *Science of The Total Environment* 615, 123-130.

Andersson, A., Högländer, H., Karlsson, C. & Huseby, S. 2015. Key role of phosphorus and nitrogen in regulating cyanobacterial community composition in the northern Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 164, 161-171.

Antikainen, R., Holmberg, M., Kauppila, J., Kauppila, P., Ketola, T., Korpinen, P., Lepistö, A., Lepistö, L., Pietiläinen, O.-P., Pitkänen, H., Rantanen, P., Rekolainen, S., Räike, A., Santala, E., Similä, J., Tamminen, T. & Vuorenmaa, J. 2009. Teoksessa Pietiläinen, O.-P. (toim.) *Yhdyskuntien typpikuormitus ja pintavesien tila*. Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja 46/2008. PDF-dokumentti saatavissa: <https://core.ac.uk/download/pdf/14926979.pdf>  
[viitattu 22.12.2019]

Araújo, S., Henriques, I.S., Leandro, S.M., Alves, A., Pereira, A. & Correia, A. 2014. Gulls identified as major source of fecal pollution in coastal waters: A microbial source tracking study. *Science of the Total Environment* 470-471, 84-91.

Aroviita, J. & Mitikka, S. 2019. Käytännön toteutus. Teoksessa Aroviita, J., Mitikka, S., Vienonen, S. (toim.). 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019, 30-44. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/306745> [viitattu 19.11.2019]

Aroviita, J., Mitikka, S. & Vienonen, S. (toim.). 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/306745> [viitattu 19.11.2019]

Below, A. & Mikkola-Roos, M. 2007. Ruovikoiden ja rantaniittyjen hoidon merkitys linnuille. Teoksessa Ikonen, I. & Hagelberg, E. (toim.) Ruovikot ja merenrantaniityt. Luontoarvot ja hoitokokemuksia etelä-suomesta ja virosta. Suomen ympäristö 37/2007. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38394/SY37\\_2007\\_Ruovikot\\_ja\\_merenrantaaniityt.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38394/SY37_2007_Ruovikot_ja_merenrantaaniityt.pdf?sequence=1) [viitattu 2.1.2020]

Converse, R.R., Kinzelman, J.L., Sams, E.A., Hudgens, E., Dufour, A.P., Ryu, H., Santo-Domingo, J.W., Kelty, C.A., Shanks, O.C., Siefring, S.D., Haugland, R.A. & Wade, T.J. 2012. Dramatic Improvements in Beach Water Quality Following Gull Removal. *Environmental Science and Technology* 2012, 46, 18, 10206-10213.

Cordell, D., Drangert, J.-O. & White, S. 2009. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environmental Change* 19, 292-305.

EEA. 2016. European water policies and human health – Combining reported environmental information. EEA Report No 32/2016. PDF-dokumentti saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/publications/public-health-and-environmental-protection/#parent-fieldname-title> [viitattu 13.10.2019]

EEA. 2019a. Finnish bathing water quality in 2018. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/assessments/state-of-bathing-water/country-reports-2018-bathing-season/bwd2018-nationalreport-fi.pdf/view> [viitattu 22.10.2019]

EEA. 2019b. European Bathing Water Quality in 2018. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/publications/european-bathing-water-quality-in-2018> [viitattu 22.10.2019]

Ekholm-Peltonen, M., Heikkinen, M., Moilanen, E., Kangaskokko, J., Nuortimo, E., Rintala, J., Tertsunen, J., Torvinen, S., Tuohimo, J. & Virtanen, K. 2015. Teoksessa Laine, A. (toim.) Vesien tila hyväksi yhdessä. Oulujoen-linjojen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen raportteja 76/2015. PDF -dokumentti saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B576254CB-CBE2-4819-AD09-F80D0FF6AD29%7D/115312> [viitattu 19.12.2019]

ELY. 2018. Maaseutumaiseman hoitoon voi hakea rahoitusta. Elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskuksen tiedotteita 2018. Päivitetty 9.3.2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/maaseutumaiseman-hoitoon-voi-hakea-rahoitusta> [viitattu 12.9.2019]

EPA. 1999. EPA Action Plan for Beaches and Recreational Waters. PDF-dokumentti saatavissa:  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwivu57coc3hAhU84KYKHabLCeY-QFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fpub.epa.gov%2Ffeims%2Ffeimscomm.getfile%3Fp\\_download\\_id%3D438425&usg=AOvVaw0I602uWUokLUybjT2\\_0RiJ](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwivu57coc3hAhU84KYKHabLCeY-QFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fpub.epa.gov%2Ffeims%2Ffeimscomm.getfile%3Fp_download_id%3D438425&usg=AOvVaw0I602uWUokLUybjT2_0RiJ)  
[viitattu 10.8.2019]

EPA. 2012. Recreational Water Quality Criteria. United States Environmental Protection Agency. PDF-dokumentti saatavissa: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/rwqc2012.pdf> [viitattu 6.8.2019]

Eskelinen, P., Smeds, P., Soini, K., Tuohimetsä, S. & Vehmasto, E. 2018. Hyvinvointia luonnonvesistä. Vesiympäristöistä palveluja arkeen, matkailuun, opetukseen sekä sosiaali- ja terveyssektorille. Luke Luonnonvarakeskus. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/543219/Hyvinvointialuonnonvesista.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 21.10.2019]

Estermann, B.L., Wettstein, H.-R., Sutter, F. & Kreuzer, M. 2001. Nutrient and energy conversion of grass-fed dairy and suckler beef cattle kept indoors and on high altitude pasture. Institute of Animal Nutrition, Institute of Animal Science, Swizz Federal Institute of Technology ETH. Animal Research, EDP Sciences 50, 477-493. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00889845/document> [viitattu 20.10.2019]

Eurofins. 2019. Akkreditoitu testauslaboratorio. PDF-dokumentti. Päivitetty 20.6.2019. Saatavissa: [https://www.finas.fi/Documents/T039\\_A39\\_2019.pdf](https://www.finas.fi/Documents/T039_A39_2019.pdf) [viitattu 20.1.2020]

Fleming-Lehtinen, V., Kauppila, P., Nygård, H., Suomela, J., Kotamäki, N. & Cederberg, T. 2018. Rehevöitymistilan arvio. Teoksessa Ekebom, J., Korpinen, S., Laamanen, M., Lahtinen, T., Paavilainen, P. Suomela, J. (toim.) Suomen meriympäristön tila 2018. Suomen ympäristökeskus SYKE:n julkaisuja 4/2018, 116-124. PDF-dokumentti saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/274086> [viitattu 22.12.2019]

Fogarty, L.R., Haack, S.K., Wolcott, M.J. & Whitman, R.L. 2003. Abundance and characteristics of the recreational water quality indicator bacteria *Escherichia coli* and enterococci in gull faeces. *Journal of Applied Microbiology* 94, 865-878.

Garrett, J.K., Clitherow, T.J., White, M.P., Wheeler, B.W. & Fleming, L.E. 2019. Coastal proximity and mental health among urban adults in England: The moderating effect of household income. *Health & Place* 59, 2019, 102200.

Gascon, M., Zijlema, W., Vert, C., White, M.P. & Nieuwenhuijsen, M.J. 2017. Outdoor blue spaces, human health and well-being: A systematic review of quantitative studies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 220, 1207-1221.

Goodwin, K.D., Gruber, S., Vondrak, M. & Crumpacker, A. 2016. Watershed Assessment with Beach Microbial Source Tracking and Outcomes of Resulting Gull Management. *Environmental Science & Technology* 50, 9900-9906. Google Maps. Karttapalvelu. Saatavissa: <https://www.google.fi/maps> [viitattu 10.5.2018]

Goselink, R.M.A., Klop, G., Dijkstra, J. & Bannink, A. 2015. Phosphorus metabolism in dairy cattle. A literature study on recent developments and gaps in knowledge. Wageningen UR Livestock Research, Wageningen. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://edepot.wur.nl/363222> [viitattu 20.10.2019]

Harwood, V., Shanks, O., Korajkic, A., Verbyla, M., Ahmed, W. & Iriate, M. 2017. General and host-associated bacterial indicators of faecal pollution. In: J.B. Rose and B. Jiménez-Cisneros. (toim.) Global Water Pathogen Project. <http://www.waterpathogens.org> (A.Farnleitner, and A. Blanch (toim.) Part 2 Indicators and Microbial Source Tracking Markers) <http://www.waterpathogens.org/book/bacterial-indicators> Michigan State University, E. Lansing, MI, UNESCO. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://doi.org/10.14321/waterpathogens.6> [viitattu 27.11.2019]

Heaney, C.D., Exum, N.G., Dufour, A.P., Brenner, K.P., Haugland, R.A., Chern, E., Schwab, K., J., Love, D., C., Serre, M., L., Noble, R. & Wade, T., J. 2014. *Science of The Total Environment* 497-498, 440-447.

Heiskanen, A.-S., Hellsten, S., Vehviläinen, B. & Putkuri, E. 2017. Tuhansien vesien maa. Ihmisen ja ilmaston vaikutukset näkyvät vesiluonnossamme. SYKE Suomen ympäristökeskus: Ympäristön tila -katsaus 1/2017. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/177569/YT\\_A4\\_4s\\_20170321\\_FI\\_web.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/177569/YT_A4_4s_20170321_FI_web.pdf?sequence=4&isAllowed=y) [viitattu 21.10.2019]

HELCOM. 2018. State of the Baltic Sea – Second HELCOM holistic assessment 2011-2016. *Baltic Sea Environment Proceedings* 155. PDF-dokumentti saatavissa: <http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP155.pdf> [viitattu 19.12.2019]

Hijnen, W., A., M., Beereendonk, E., F. & Medema, G., J. 2006. Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: A review. *Water Research* 40, 3-22.

Hokajärvi, A-M., Pitkänen, T., Torvinen, E. & Miettinen, I.T. 2008. Suolistope-  
räisten taudinaiheuttajamikrobien esiintyminen luonnonvesissä – Kirjallisuus-  
katsaus terveysriskeistä ja niiden suuruuteen vaikuttavista tekijöistä. *Kansan-  
terveyslaitoksen julkaisuja* 1/2008. PDF-dokumentti saatavissa: [http://www.jul-  
kari.fi/bitstream/handle/10024/80487/2008b01.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/80487/2008b01.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
[viitattu 18.12.2019]

Hyvönen, T., Honkatukia, M. & Kiviharju, E. 2017. Luonnon monimuotoisuus.  
Teoksessa Yli-Viikari, A. & Aakkula, J. (toim.) *Maaseutuohjelman  
ympäristöarviointi - Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelma 2014-  
2020*. Helsinki: Luonnonvarakeskus, 58-66. PDF-dokumentti. Saatavissa:  
[http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540249/luke-  
luobio\\_54\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540249/luke-<br/>luobio_54_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [viitattu 12.9.2019]

Ikonen, I. & Hagelberg, E. 2007. Ruovikoiden ja merenrantaniittyjen hoitosuo-  
situksia. Teoksessa Ikonen, I., Hagelberg, E. (toim.) *Ruovikot ja merenrantanii-  
tyt. Luontoarvot ja hoitokokemuksia Etelä-Suomesta ja Virosta*. Lounais-Suo-  
men Ympäristökeskus. *Suomen ympäristö* 37/2007, 90-96. PDF-dokumentti.  
Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/han-  
dle/10138/38394/SY37\\_2007\\_Ruovikot\\_ja\\_merenrantaniityt.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/han-<br/>dle/10138/38394/SY37_2007_Ruovikot_ja_merenrantaniityt.pdf?sequence=1)  
[viitattu 2.1.2020]

Ilmatieteenlaitos s.a.a. Veden vaihto. WWW -dokumentti. Saatavissa:  
<https://ilmatieteenlaitos.fi/veden-vaihto> [viitattu 20.12.2019]

Ilmatieteenlaitos s.a.b. Itämeren viratukset. WWW -dokumentti. Saatavissa:  
<https://ilmatieteenlaitos.fi/veden-virtaus> [viitattu 21.10.2018]

Ilmatieteenlaitos s.a.c. Vedenkorkeusvaihtelut Suomen rannikolla. WWW -do-  
kumentti. Saatavissa: <https://ilmatieteenlaitos.fi/teematietoa-vedenkorkeus>  
[viitattu 28.12.2018]



Javanainen, K., Kemppainen, R., Orjala, M., Perkonoja, M. & Saarni, K. Rytinää ruovikoihin – Väkettä vesiin. Ohjeita ranta-alueiden hoitoon. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen opas 3/2013. PDF-dokumentti. Saatavissa: [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/90405/Opas\\_3\\_2013.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/90405/Opas_3_2013.pdf?sequence=2&isAllowed=y) [viitattu 21.10.2019]

Jackson, R.D., Allen-Diaz, B., Oates, L.G. & Tate, K.W. 2006. Spring-water Nitrate Increased with Removal of Livestock Grazing in a California Oak Savanna. *Ecosystems* 9, 254-267.

Jewell, P.L., Käuferle, D., Güsewell, S., Berry, N.R., Kreuzer, M. & Edwards, P.J. 2007. Redistribution of phosphorus by cattle on a traditional mountain pasture in the Alps. *Elsevier Agriculture, Ecosystems & Environment* volume 122, issue 3, 11/2007.

Kallio, K, Malinen, R., Rönkä, O., Bonn, C., Salminen, P., Jutila, H. & Lindberg, W. 2019. Merialuesuunnittelu. Pohjoisen Selkämeren, Merenkurkun ja Perämeren suunnittelualueen ominaispiirteet 1.4.2019. Euroopan meri- ja kalatalousrahasto. PDF-julkaisu. Saatavissa: <https://www.merialuesuunnittelu.fi/wp-content/uploads/2019/04/Pohjoinen-alue-ominaispiirreraportti-9.4.2019-1.pdf> [viitattu 19.10.2019]

Kauppila, P. 2019. Fysikaalis-kemialliset laatutekijät. Teoksessa Aroviita, J., Mitikka, S., Vienonen, S. (toim.) Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019, 90-94. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/306745> [viitattu 19.11.2019]

Kauppinen, A., Al-Hello, H., Zacheus, O., Kilponen, J., Maunula, L., Huusko, S., Lappalainen, M., Miettinen, I., Blomqvist, S. & Rimhanen-Finne, R. 2014. Increase in outbreaks of gastroenteritis linked to bathing water in Finland in summer 2014. *Euro Surveillance* 2017, 22(8). PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5356438/pdf/eurosurv-22-30470.pdf> [viitattu 2.1.2020]

Kokki, M. 1998. EHEC-infektiot Suomessa. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. WWW-dokumentti saatavissa: <https://www.duodecim-lehti.fi/lehti/1998/3/duo80048> [viitattu 17.4.2019]

Kronholm, M., Albertsson, J. & Laine, A. (toim.). s.a. Perämeri Life. Perämeren toimintasuunnitelma. PDF-dokumentti. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.show-File&rep=file&fil=BOTHNIAN-BAY\\_Management.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.show-File&rep=file&fil=BOTHNIAN-BAY_Management.pdf) [viitattu 18.12.2020]

Lehmann, A., Getzlaff, K. & Harlaß, J. 2011. Detailed assessment of climate variability in the Baltic Sea area for the period 1958 to 2009. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.int-res.com/articles/cr\\_oa/c046p185.pdf](https://www.int-res.com/articles/cr_oa/c046p185.pdf) [viitattu 19.12.2019]

Lehtomaa, L., Ahonen, I., Hakamäki, H., Häggblom, M., Jantunen, J., Jutila, H., Järvinen, C., Kemppainen, R., Kandelin, H., Laitinen, T., Lipponen, M., Mussaari, M., Pessa, J., Raatikainen, K.J., Raatikainen, K., Tuominen, S., Vainio, M., Vieno, M. & Vuomajoki, M. 2018b. Perinnebiotoopit. Teoksessa Kontula, T. & Raunoa, A. (toim.) Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja - Osa 2: Luontotyyppien kuvaus. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161234> [viitattu 23.10.2019]

Lehtomaa, L., Ahonen, I., Hakamäki, H., Häggblom, M., Jutila, H., Järvinen, C., Kemppainen, R., Kandelin, H., Laitinen, T., Lipponen, M., Mussaari, M., Pessa, J., Raatikainen, K.J., Raatikainen, K., Tuominen, S., Vainio, M., Vieno, M. & Vuomajoki, M. 2018a. Perinnebiotoopit. Teoksessa Kontula, T. & Raunoa, A. (toim.) Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja - Osa 1: tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018, 225-254. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161233> [viitattu 23.10.2019]

Løvendahl, P. & Sehested, J. 2016. Short communication: Individual cow variation in urinary excretion of phosphorus. *Journal of Dairy Science* 99, 4580-4585.

Lumio, J. 2018. Infektioiden tartunta, taudin synty ja leviäminen. Duodecim terveyskirjasto. Päivitetty 7.10.2018. WWW-dokumentti saatavissa: [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00569](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00569) [viitattu 27.4.2019]

L192/2013. Laki maatalouden tukien toimeenpanosta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130192> [viitattu 12.9.2019]

L527/2014. Ympäristönsuojelulaki. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527> [viitattu 23.12.2019]

L763/1994. Terveystoimintalaki. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763> [viitattu 23.12.2019]

Meerburg, B.G., Koene, M.G.J. & Kleijn, D. 2011. Escherichia coli Concentrations in Feces of Geese, Coots, and Gulls Residing on Recreational Water in The Netherlands. Vector-Borne and Zoonotic Diseases 11. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/vbz.2010.0218> [viitattu 17.12.2019]

Meier, H.E.M., Eilola, K., Gustafsson, B.G., Kuznetsov, I., Neumann, T. & Savchuk, O.P. 2012. Uncertainty assessment of projected ecological quality indicators in future climate. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:947590/FULLTEXT01.pdf> [viitattu 19.12.2019]

Meier, M. 2015. Projected Change—Marine Physics. Teoksessa Bolle, H.J., Menenti, M., Rascool, I.S. (toim.) Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Springer International Publishing AG Switzerland, 243-252. PDF-dokumentti saatavissa: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-16006-1.pdf> [viitattu 19.12.2019]

Mitikka, S. 2015. Yleinen käyttökelpoisuusluokitus. Suomen ympäristökeskus SYKE julkaisuja 2015. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC1C37484-04C6-43CE-95BF-E30D2BB78A29%7D/78231> [viitattu 6.4.2019]

MMM. 2003. Perinnebiotooppien hoidon ohjevihkonen 3. Perinnebiotooppien hoidon suunnittelu ja rahoitus. Maa- ja metsätalousministeriö ja Suomen ympäristökeskus SYKE julkaisuja 2003. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://docplayer.fi/2655733-Perinnebiotooppien-hoidon-suunnittelu-ja-rahoitus.html> [viitattu 3.1.2020]

MMM. 2016. Kasvua vesiosaamisesta ja vesiluonnonvarojen kestävästä hyödyntämisestä. Sinisen biotalouden kansallinen kehittämissuunnitelma 2025. Päivitetty 25.11.2016. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://mmm.fi/documents/1410837/1516671/Sinisen+biotalouden+kehittämissuunnitelma+25.11.2016/59427dec-711b-4ca3-be28-50a93702c393> [viitattu 21.10.2019]

MTK. 2018. Luomutuotanto. WWW-dokumentti. Päivitetty 4.12.2018. Saatavissa: <https://www.mtk.fi/-/luomu> [viitattu 19.12.2019]

Mughini-Gras, L., Penny, C., Regimbeau, C., Schets, F.M., Blaak, H., Duim, B., Wagenaar, J.A., de Boer, A., Cauchie, H.-M., Mossong, J. & van Pelt, W. 2016. Quantifying potential sources of surface water contamination with *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. *Water Research* 101, 36-45.

NCBI. 2014. Regional Variation in the Prevalence of *E. coli* O157 in Cattle: A Meta-Analysis and Meta-Regression. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. Päivitetty 1.4.2014. WWW-dokumentti saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3972218/> [viitattu 10.9.2019]

Neuvonen, M. & Sievänen, T. 2011. Luonnon virkistyskäytön kysyntä 2010 ja kysynnän muutos. Teoksessa: Sievänen, T. & Neuvonen, M. (toim.) 2011. Luonnon virkistyskäyttö 2010. Metlan työraportteja 212, 37-79. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2011/mwp212.pdf> [viitattu 21.10.2019]

Niemelä, M. 2012. Eläimet rantaan – kyllä vai ei? Opas kestävään rantalaiduntamiseen. Natureship julkaisuja 2012. Jyväskylä: Kopijyvä Oy. PDF -dokumentti. Saatavissa: [http://www.vanajavesi.fi/2018/wp-content/uploads/2013/12/rantalaiduntamisen\\_opas.pdf](http://www.vanajavesi.fi/2018/wp-content/uploads/2013/12/rantalaiduntamisen_opas.pdf) [viitattu 20.10.2019]

Ollikainen, M. 2010. Ovatko Suomen vesiensuojelun painopisteet kohdillaan? Teoksessa Bäck, S., Ollikainen, M., Bonsdorff, E., Eriksson, A., Hallanard, E.-L., Kuikka, S., Viitasalo, M. & Walls, M. (toim.) Itämeren tulevaisuus. Tampere: Gaudeamus Helsinki University Press Finland, 222-237.

Olofsson, M., Suikkanen, S., Kobos, J., Wasmund, N. & Karlson, B. 2019. Basin-specific changes in filamentous cyanobacteria community composition across four decades in the Baltic Sea. Harmful Algae 2019 In Press DOI. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.xamk.fi/science/article/pii/S1568988319301581> [viitattu 22.12.2019]

Pessa, J., Aalto, T., Eisto, I. & Rusanen, P. 2005. EU:n Life-rahoituksen avulla saavutettu luonnonsuojeluhyöty. Teoksessa Mikkola-Roos, M., Niikkonen, T. (toim.). Kosteikkojen kunnostuksen ja hoidon parhaat käytännöt kuudella Life-kohteella Suomessa -Life CO-OP -hankkeen tulokset. Helsinki: Erweko Painotuote Oy. PDF-dokumentti saatavissa: <https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/lp/Asarja/a149.pdf> [viitattu 21.10.2019]

Pasanen, T.P., White, M.P., Wheeler, B.W., Garrett, J.K. & Elliott, L.R. 2019. Neighbourhood blue space, health and wellbeing: The mediating role of different types of physical activity. Environment International 131.

Pitkänen, H. & Lehtoranta, J. 2010. Voidaanko Itämeri pelastaa hapettamalla? Teoksessa Bäck, S., Ollikainen, M., Bonsdorff, E., Eriksson, A., Hallanard, E.-L., Kuikka, S., Viitasalo, M. & Walls, M. (toim.) Itämeren tulevaisuus. Tampere: Gaudeamus Helsinki University Press Finland, 240-252.

Pitkänen, T., Hokajärvi, A.-M., Kauppinen, A., Tiwari, A., Zacheus, O. & Miettinen, I. T. 2015. Vesivarojen saastelähteiden jäljitysmenetelmien kehitys. Terveyden ja hyvinvoinninlaitos, loppuraportti 16/2015. PDF-dokumentti saatavissa: [http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/126973/URN\\_ISBN\\_978-952-302-517-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/126973/URN_ISBN_978-952-302-517-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [viitattu 19.12.2019]

Pykälä, J. 2007. Laidunnuksen ja niiton vaikutukset merenrantaniittyjen kasvilajikoostumukseen. Teoksessa Ikonen, I. & Hagelberg, I. (toim.) Ruovikot ja merenrantaniityt. Luontoarvot ja hoitokokemuksia Etelä-Suomesta ja Virosta. Lounais-Suomen Ympäristökeskus. Suomen ympäristö 37/2007, 59-63. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38394/SY37\\_2007\\_Ruovikot\\_ja\\_merenrantaniityt.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38394/SY37_2007_Ruovikot_ja_merenrantaniityt.pdf?sequence=1) [viitattu 21.10.2019]

Raatikainen, K., Mussaari, M., Järvinen, C., Vuomajoki, M. & Raatikainen, K. 2017. Tavoitteet teoiksi! Metsähallituksen luontopalvelujen suuntaviivat perinnebiotooppien hoidolle 2025. Metsähallitus Luontopalvelut, Vantaa. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/lp/Muut/perinnebiotooppien-hoidon-suuntaviivat-2025.pdf> [viitattu 21.10.2019]

Ranki-Pesonen, M. 1994. Onko polymeraasiketjureaktio käytännön mikrobi-diagnostiikkaa? WWW-dokumentti saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/1994/6/duo40130> [viitattu 26.5.2019]

Reinikainen, M., Rytteri, T., Kanerva, T., Kekäläinen, H., Koskela, K., Kunttu, P., Mussaari, M., von Numers, M., Rinkineva-Kantola, L., Sievänen, M. & Syrjänen, K. 2018. Itämeren rannikko. Teoksessa Kontula, T. & Raunoa, A. (toim.) Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja - Osa 1: tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018, 63-80. PDF-dokumentti saatavissa: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161233/Suomen%20luontotyyppien%20uhanalaisuus%202018%20OSA1.pdf> [viitattu 19.10.2019]

Ruokatieto. 1997. Alavuuden EHEC-epidemian alkusyyksi epäillään nyt uimavettä. Ruokatieto Yhdistys ry:n verkkojulkaisu. WWW-dokumentti saatavissa: <https://www.ruokatieto.fi/uutiset/alavuden-ehec-epidemian-alkusyyksi-epailaan-nyt-uimavetta> [viitattu 26.4.2019]

Ruokavirasto. 2019a. Maatalousluonnon monimuotoisuuden ja maiseman hoitoa koskevat sopimusehdot vuonna 2019. Päivitetty 26.3.2019. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/253\\_ehdot\\_2019.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/253_ehdot_2019.pdf) [viitattu 12.9.2019]

Ruokavirasto. 2019b. Eläintaudit. WWW-dokumentti saatavilla: <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/elaintenpito/elainten-terveys-ja-elaintaudit/elaintaudit/> [viitattu 20.8.2019]

Ruokavirasto 2019c. Elintarvike- ja vesivälitteiset epidemiat Suomessa vuosina 2014-2016. Ruokaviraston julkaisuja 2/2019. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/ruokaviraston\\_julkaisuja\\_2\\_2019\\_elintarvike\\_ja-vesivalitteiset\\_epidemiat.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/ruokaviraston_julkaisuja_2_2019_elintarvike_ja-vesivalitteiset_epidemiat.pdf) [viitattu 2.1.2020]

Rytkönen, A. 2019. Microbial Source Tracking Methodology to Identify Fecal Contamination Sources in Surface Waters. University of Oulu. Faculty of Biochemistry and Molecular Medicine. Pro gradu -työ.

Räike, A. & Knuutila, S. 2018. Ravinnekuormitus Itämereen. Teoksessa Ekobom, J., Korpinen, S., Laamanen, M., Lahtinen, T., Paavilainen, P. & Suomela, J. (toim.) Suomen meriympäristön tila 2018. Suomen ympäristökeskus SYKE:n julkaisuja 4/2018, 74-83. PDF-dokumentti saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/274086> [viitattu 19.10.2019]

Sabino, R., Veríssimo, C., Cunha, M., A., Wergikoski, B., Ferreira, F., C., Rodrigues, R., Parada, H., Falcão, L., Rosado, L., Pinheiro, C., Paixão, E. & Brandão, J. 2011. Marine Pollution Bulletin 62, 1506-1511.

ScanLab. s.a. Uima-allasvesi ja uimarantatutkimukset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://scanlab.fi/palvelut-lista/uima-allasvesi-ja-uimarantatutkimukset/> [viitattu 20.1.2020]

Schoen, M.E. & Ashbolt N.J. 2009. Assessing Pathogen Risk to Swimmers at Non-Sewage Impacted Recreational Beaches. *Environmental Science & Technology* 44, 2286-2291.

ScienceDaily. 2019. Sea water. WWW-dokumentti saatavissa: <https://www.sciencedaily.com/terms/seawater.htm> [viitattu 25.4.2019]

SFS-EN ISO 19458. 2007. Veden laatu. Näytteenotto mikrobiologista tutkimusta varten.

Silva, M.R., Bravo, H.R., Cherkauer, D., Klump, J.V., Kean, W. & McLellan, S.L. 2014. *Journal of Great Lakes Research* 40, 778-789.

Skalbeck, J., D., Kinzelman, J., L. & Mayer, G., C. 2010. Fecal indicator organism density in beach sands: Impact of sediment grain size, uniformity, and hydrologic factors on surface water loading. *Journal of Great Lakes Research* 36, 707-714.

Soller, J.A., Schoen, M.E., Bartrand, T., Ravenscroft, J.E. & Ashbolt, N. J. 2010. Estimated human health risks from exposure to recreational waters impacted by human and non-human sources of faecal contamination. *Water Research* 44, 4674-4691.

Staley, Z.R., Robinson, C. & Edge, T.A. 2016. Comparison of the occurrence and survival of fecal indicator bacteria in recreational sand between urban beach, playground and sandbox settings in Toronto, Ontario. *Science of The Total Environment* 541, 520-527.

STMa 177/2008. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta. WWW-dokumentti saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080177> [viitattu 18.12.2019]



STMa 354/2008. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta. WWW-dokumentti saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080354> [viitattu 18.12.2019]

STTV. 2008. Soveltamisopas uimavesiasetukseen 177/2008 -Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 177/2008 yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta. PDF-dokumentti saatavissa: [https://www.valvira.fi/documents/14444/22511/Uimavesiasetuksen\\_soveltamisopas\\_11032008.pdf](https://www.valvira.fi/documents/14444/22511/Uimavesiasetuksen_soveltamisopas_11032008.pdf) [viitattu 20.8.2019]

SYKE. 2019. Valtakunnallinen perinnebiotooppien inventointi 2019–2021. Päivitetty 23.9.2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyypit/Luontotyypien\\_uhanalaisuus/Perinnebiotoopit/Valtakunnallinen\\_perinnebiotooppien\\_inventointi\\_20192021](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyypit/Luontotyypien_uhanalaisuus/Perinnebiotoopit/Valtakunnallinen_perinnebiotooppien_inventointi_20192021) [viitattu 22.10.2019]

SYKE ja ELY -keskukset. 2019. Pintavesien ekologinen tila 2019. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.syke.fi/download/noname/%7BCC3A87BD-62C0-4ABE-885E-20EBC51BA8DC%7D/148939> [viitattu 30.12.2019]

THL. 2015. Zoonoosit. Terveystieteiden tutkimuskeskus. Päivitetty 23.3.2015. WWW-dokumentti saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit/taudit-ja-mikrobit/tautiryhmittain/zoonoosit> [viitattu 20.8.2019]

THL. 2019. Vibrio-suvun bakteerit. Terveystieteiden tutkimuskeskus. Päivitetty 31.10.2019. WWW-dokumentti saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/uimarantavesi/vibrio-suvun-bakteerit> [viitattu 27.11.2019]

THL. 2019b. Analyysivalikoima. WWW-dokumentti. Päivitetty 1.11.2019. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/vesimikrobiologinen-analytiikka/analyysivalikoima> [viitattu 20.1.2020]

Torvinen & Laine (toim.) 2015. Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen toimenpideohjelma 2016-2021. Osa 2. Toimenpiteet. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus raportteja 129/2015. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120153/Raportteja\\_129\\_2015.pdf?sequence=2](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120153/Raportteja_129_2015.pdf?sequence=2) [viitattu 20.11.2019]

Uusitalo, L., Alenius, P., Roiha, P. & Lehtoranta, J. 2018. Suomen meriympäristön fysikaaliset ominaispiirteet. Teoksessa Ekebom, J., Korpinen, S., Laamanen, M., Lahtinen, T., Paavilainen, P. & Suomela, J. (toim.) Suomen meriympäristön tila 2018. Suomen ympäristökeskus SYKE:n julkaisuja 4/2018, 28-33. PDF-dokumentti saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/274086> [viitattu 25.4.2019]

Valk, H., Šebek, L.B.J. & Beynen, A.C. 2002. Influence of Phosphorus Intake on Excretion and Blood Plasma and Saliva Concentrations of Phosphorus in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 85, 2642-2649.

Valvira. 2019a. Uimavesi. WWW-dokumentti. Päivitetty 30.1.2019. Saatavissa: <https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/uimavesi> [viitattu 5.10.2019]

Valvira. 2019b. Valviran kirje 1.4.2019. Yleisten uimarantojen uimaveden laadun valvonta uimakaudella 2019 ja uimarantoja koskevat raportoinnit. PDF-dokumentti saatavissa: <https://www.valvira.fi/documents/14444/250164/2019+Uimavesikirje/c46ee2b5-17d5-acc9-9f21-2656c04fe4bb> [viitattu 2.1.2020]

Valvira 2019c. Yleisten uimarantojen uimaveden luokitus. WWW-dokumentti. Päivitetty 30.1.2019. Saatavissa: [https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/uimavesi/yleisten\\_uimarantojen\\_uimaveden\\_luokitus](https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/uimavesi/yleisten_uimarantojen_uimaveden_luokitus) [viitattu 30.12.2019]

van Krimpen, M.M., Sebek, L., Bikker, P. & van Vuuren, A.M. 2013. Default Phosphorus excretion factors of farm animals. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2393397/8259002/LiveDate\\_2014\\_Task6.pdf/207ebcf9-5971-4b7d-bfbc-d48458e49009](https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2393397/8259002/LiveDate_2014_Task6.pdf/207ebcf9-5971-4b7d-bfbc-d48458e49009) [viitattu 20.10.2019]

Vesikartta. Suomen ympäristökeskus SYKE ja Elinkeino, liikenne ja ympäristökeskus. Paikkatietopalvelu saatavissa: [http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikarttaviewers/Html5Viewer\\_2\\_11\\_2/Index.html?configBase=http://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/VesikarttaKansa/viewers/VesikarttaHTML525/virtualdirectory/Resources/Config/Default&locale=fi-FI](http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikarttaviewers/Html5Viewer_2_11_2/Index.html?configBase=http://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/VesikarttaKansa/viewers/VesikarttaHTML525/virtualdirectory/Resources/Config/Default&locale=fi-FI) [viitattu 20.11.2019]

VNS 6/2009. Valtioneuvoston selonteko Itämeren haasteista ja Itämeri-politiikasta. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/selonteko/Documents/vns\\_6+2009.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/selonteko/Documents/vns_6+2009.pdf) [viitattu 19.10.2019]

Vogel, L.J., Edge, T.A., O'Carroll, D., M., Solo-Gabriele, H., M., Kushnir, C., S., E. & Robinson, C., E. 2017. Evaluation of methods to sample fecal indicator bacteria in foreshore sand and pore water at freshwater beaches. *Water Research* 121, 204-212.

Völker, S., Heiler, A., Pollmann, T., Claßen, T., Hornberg, C. & Kristemann, T. 2018. Do perceived walking distance to and use of urban blue spaces affect self-reported physical and mental health? *Urban Forestry & Urban Greening* 29, 1-9.

Völker, S. & Kristemann, T. 2015. Developing the urban blue: Comparative health responses to blue and green urban open spaces in Germany. *Health & Place* 35, 196-205.

Weiskerger, C.J., Brandão, J., Ahmed, W. Aslan, A. Lindsay Avolio, L. Badgley, B.D., Boehm, A.B., Edge, T.A., Fleisher, J.M., Heaney, C.D., Jordao, L., Kinzelman, J.L., Klaus, J.S., Kleinheinz, G.T., Meriläinen, P., Nshimiyimana, J.P., Phanikumar, M.S., Piggot, A.M., Pitkänen, T., Robinson, C., Sadowsky, M.J., Staley, C., Staley, Z.R., Symonds, E.M., Vogel, L.J., Yamahara, K.M., Whitman, R.L., Solo-Gabriele, H.M. & Harwood, V.J. 2019. Impacts of a Changing Earth on Microbial Dynamics and Human Health Risks in the Continuum between Beach Water and Sand. ResearchGate. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.researchgate.net/profile/Joao\\_Brandao2/publication/330542507\\_Impacts\\_of\\_a\\_Changing\\_Earth\\_on\\_Microbial\\_Dynamics\\_and\\_Human\\_Health\\_Risks\\_in\\_the\\_Continuum\\_between\\_Beach\\_Water\\_and\\_Sand/links/5c5163cd458515a4c7499b8e/Impacts-of-a-Changing-Earth-on-Microbial-Dynamics-and-Human-Health-Risks-in-the-Continuum-between-Beach-Water-and-Sand.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Joao_Brandao2/publication/330542507_Impacts_of_a_Changing_Earth_on_Microbial_Dynamics_and_Human_Health_Risks_in_the_Continuum_between_Beach_Water_and_Sand/links/5c5163cd458515a4c7499b8e/Impacts-of-a-Changing-Earth-on-Microbial-Dynamics-and-Human-Health-Risks-in-the-Continuum-between-Beach-Water-and-Sand.pdf?origin=publication_detail) [viitattu 18.12.2019]

Westerlund, A. 2018. Modelling circulation dynamics in the northern Baltic Sea. University of Helsinki. Institute for Atmospheric and Earth System Research Faculty of Science. Väitöskirja. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/246347> [viitattu 19.10.2019]

White, M., Smith, A., Humphries, K., Pahl, S., Snelling, D. & Depledge, M. 2010. Blue space: The importance of water for preference, affect, and restorativeness ratings of natural and built scenes. *Journal of Environmental Psychology* 30, 482-493.

WHO. 2003. Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1, Coastal and fresh waters. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42591/9241545801.pdf;jsessionid=BD1FFEA839DBF52B2D7453E804EBB8B4?sequence=1> [viitattu 19.12.2019]

WHO. 2005. Water Recreation and Disease – Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality. PDF-dokumentti saatavissa: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/bathing/recreadis.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/recreadis.pdf) [viitattu 19.12.2019]

WHO. 2009. Addendum to the WHO Guidelines for safe recreational water environments, Volume 1, Coastal and fresh waters. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70226/WHO\\_HSE\\_WSH\\_10.04\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70226/WHO_HSE_WSH_10.04_eng.pdf?sequence=1) [viitattu 19.12.2019]

Zampieri, B., D., B., de Oliveira, R.S., Pinto, A.B., Andrade, V.C., Barbieri, E., Chinnellato, R., M. & Oliveira, A., J., F., C. 2017. Abstract Comparison of bacterial densities and resistance in different beach compartments: should water be our main concern? *O Mundo da Saúde* 40A, 461-482.

2006/7/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/7/EY uimaveden laadun hallinnasta ja direktiivin 76/160/ETY kumoamisesta. Annettu 15.2.2006. PDF-dokumentti saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0007&from=EN> [viitattu 10.7.2019]

92/43/ETY. Neuvoston direktiivi luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston suojelusta. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:01992L0043-20070101&qid=1400752170687&from=FI> [viitattu 18.12.2019]

Näytteenotto-ohjelma 2018						
Kohde	Suunnitellut näytteet					Ajoitetut näytteet
	7.touko	5.kesä	18.kesä	16.heinä	13.elo	
Tutkimuskohteet						
<b>A</b>	ravinteet	ravinteet	ravinteet	ravinteet	ravinteet	9 x indikaattorit
		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	9 x markkerit
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	2 x patogeeneit
		patogeeneit			patogeeneit	3 x ravinteet
AV1		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	
AV2		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	
<b>B</b>	ravinteet	ravinteet	ravinteet	ravinteet	ravinteet	9 x indikaattorit
		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	9 x markkerit
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	2 x patogeeneit
		patogeeneit			patogeeneit	3 x ravinteet
BV1		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	
BV2		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	
<b>C</b>	ravinteet	ravinteet	ravinteet	ravinteet	ravinteet	9 x indikaattorit
		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	9 x markkerit
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	2 x patogeeneit
		patogeeneit			patogeeneit	3 x ravinteet
CV1		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	
CV2		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	
Nollakohde						
<b>V</b>	ravinteet	ravinteet	ravinteet	ravinteet	ravinteet	1 x indikaattorit
		indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	indikaattorit	1 x markkerit
		markkerit	markkerit	markkerit	markkerit	1 x ravinteet
indikaattorit =	<i>E. coli</i> - bakteerit ja suolistoperäiset enterokokit					
ravinteet =	kokonaisfosfori ja kokonaistyyppi					
patogeeneit =	salmonella, kampylobakteerit, giardia, cryptosporidium					
markkerit =	GenBac3 yleinen suolistoperäisen saastumisen markkeri, Rum-2-Bac sorkkaeläinspesifinen markkeri, HF183 ihmisperäisen saastumisen markkeri, Gull4 loppispesifinen markkeri, hankkeessa kehitettävä uusi markkeri, joka kattaa ison ryhmän erilaisia lintuja					
ajoitettu näyte sarja =	kaikista näytepisteistä indikaattorit + markkerit sekä lisäksi tutkittavan uimarannan uimavedestä ravinteet					

SAASTELÄHTEIDEN JÄLJITYSTULOKSET: yleinen saastuminen GenBac3, naudat ja lampaat Rum-2-Bac					
KOHDE	Päivämäärä	GenBac3 DNA (GC/100 ml)	GenBac3 RNA (GC/100 ml)	Rum-2-Bac DNA(GC/100 ml)	Rum-2-Bac RNA (GC/100 ml)
VertailukohdeV	5.6.2018	14 000	4 600 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	450	36 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	16.7.2018	13 000	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	3 500	830 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	27.8.2018	9 900	2 600 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	Havaittu (alle määritysajan)	20 000	Ei havaittu	11 000
	15.8.2019	2 300	41 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysajan)
	26.8.2019	600	310 000	Ei havaittu	Ei havaittu
TutkimuskohdeA	5.6.2018	5 400	1 000 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	34 000	7 200 000	Ei havaittu	3 200
	16.7.2018	2 800	1 100 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	15 000	8 000 000	Ei havaittu	49 000
	27.8.2018	6 600	7 900 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	56 000	33 000 000	Havaittu (alle määritysajan)	1 000 000
	15.8.2019	30 000	4 000 000	4 200	2 900 000
	21.8.2019	5 500	1 200 000	Havaittu (alle määritysajan)	86 000
26.8.2019	5 900	2 800 000	Havaittu (alle määritysajan)	310 000	
AV1	5.6.2018	540 000	320 000 000	Ei havaittu	7 800
	18.6.2018	280 000	170 000 000	1 000	510 000
	16.7.2018	180 000	55 000 000	Ei havaittu	120 000
	13.8.2018	380 000	24 000 000	Ei havaittu	28 000
	27.8.2018	120 000	23 000 000	Ei havaittu	58 000
	8.7.2019	96 000	62 000 000	Ei havaittu	1 700 000
	15.8.2019	76 000	37 000 000	Ei havaittu	93 000
	21.8.2019	53 000	13 000 000	Ei havaittu	250 000
26.8.2019	140 000	31 000 000	Ei havaittu	9 100	
AV2	5.6.2018	390 000	42 000 000	Ei havaittu	41 000
	18.6.2018	2 000 000	360 000 000	Havaittu (alle määritysajan)	180 000
	16.7.2018	120 000	43 000 000	Ei havaittu	310 000
	13.8.2018	76 000	20 000 000	Ei havaittu	410 000
	27.8.2018	72 000	21 000 000	Ei havaittu	190 000
	8.7.2019	41 000	50 000 000	Ei havaittu	83 000
	15.8.2019	27 000	17 000 000	Ei havaittu	67 000
	26.8.2019	91 000	36 000 000	Ei havaittu	220 000
TutkimuskohdeB	5.6.2018	180 000	28 000 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	2 900	380 000	Ei havaittu	3 300
	16.7.2018	1 100	97 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	5 200	490 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	27.8.2018	760	3 000 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	5 800	7 100 000	Ei havaittu	16 000
	15.8.2019	610	210 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	26.8.2019	580	280 000	Ei havaittu	450
BV1	5.6.2018	60 000	20 000 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	7 900	2 000 000	Ei havaittu	14 000
	16.7.2018	3 300	75 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	1 700	630 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	27.8.2018	480	3 300 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	11 000	6 400 000	1 000	980 000
	15.8.2019	720	210 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	26.8.2019	450 000	140 000 000	Ei havaittu	120 000
BV2	18.6.2018	640 000	260 000 000	890	1 800 000
	16.7.2018	90 000	110 000 000	Ei havaittu	120 000
	13.8.2018	140 000	11 000 000	Ei havaittu	3 800
	27.8.2018	140 000	68 000 000	Ei havaittu	87 000
	8.7.2019	110 000	68 000 000	2 700	2 600 000
	15.8.2019	38 000	8 600 000	Havaittu (alle määritysajan)	790 000
	5.6.2018	110 000	27 000 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	3 200	1 000 000	Ei havaittu	Ei havaittu
TutkimuskohdeC	16.7.2018	2 200	2 700 000	Ei havaittu	40 000
	13.8.2018	12 000	520 000	650	53 000
	27.8.2018	6 000	2 400 000	Ei havaittu	1 800
	8.7.2019	5 000	250 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	2 200	720 000	Havaittu (alle määritysajan)	46 000
	26.8.2019	5 500	1 200 000	Havaittu (alle määritysajan)	160 000
	5.6.2018	110 000	17 000 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	1 200	64 000	Ei havaittu	Ei havaittu
CV1	16.7.2018	720	800 000	Ei havaittu	7 000
	13.8.2018	25 000	2 200 000	Havaittu (alle määritysajan)	330 000
	27.8.2018	5 700	720 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	5 400	2 200 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	1 400	1 200 000	Ei havaittu	4 200
	26.8.2019	2 200	1 100 000	Havaittu (alle määritysajan)	48 000
	5.6.2018	13 000	29 000 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	1 900	660 000	Ei havaittu	Ei havaittu
CV2	16.7.2018	8 700	4 500 000	Ei havaittu	53 000
	13.8.2018	70 000	7 900 000	1 300	980 000
	27.8.2018	66 000	73 000 000	5 700	2 500 000
	8.7.2019	2 400	810 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	18 000	8 300 000	4 900	1 600 000
	26.8.2019	35 000	12 000 000	9 500	5 200 000

GC, geenikopioiden lukumäärä DNA; kaikki bakteerit. RNA; aktiiviset bakteerit.

SAASTELÄHTEIDEN JÄLJITYSTULOKSET: lokki Gull4, linnut GFD					
KOHDE	Päivämäärä	Gull4 DNA (GC/100 ml)	Gull4 RNA (GC/100 ml)	GFD DNA (GC/100 ml)	GFD RNA (GC/100 ml)
Vertailukohde V	5.6.2018	1 700	1 900 000	Ei havaittu	19 000
	18.6.2018	Havaittu (alle määritysrajan)	1 200 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
	16.7.2018	Ei havaittu	69 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Havaittu (alle määritysrajan)	440 000	Ei havaittu	26 000
	27.8.2018	Ei havaittu	4 700	Ei havaittu	13 000
	8.7.2019	Havaittu (alle määritysrajan)	87 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	Ei havaittu	73 000	Ei havaittu	32 000
	26.8.2019	Ei havaittu	36 000	Ei havaittu	69 000
Tutkimuskohde A	5.6.2018	Havaittu (alle määritysrajan)	900 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
	18.6.2018	Havaittu (alle määritysrajan)	700 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
	16.7.2018	Ei havaittu	150 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
	13.8.2018	Ei havaittu	380 000	Ei havaittu	16 000
	27.8.2018	Ei havaittu	78 000	Ei havaittu	13 000
	8.7.2019	1 300	2 600 000	Ei havaittu	700 000
	15.8.2019	Ei havaittu	260 000	Ei havaittu	36 000
	21.8.2019	Havaittu (alle määritysrajan)	680 000	Ei havaittu	66 000
	26.8.2019	Ei havaittu	200 000	Ei havaittu	13 000
	5.6.2018	Ei havaittu	1 500 000	Ei havaittu	410 000
AV1	18.6.2018	Ei havaittu	360 000	Ei havaittu	65 000
	16.7.2018	Ei havaittu	140 000	Ei havaittu	31 000
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	28 000
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	82 000
	8.7.2019	Ei havaittu	1 500 000	Ei havaittu	310 000
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	460 000
	21.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	80 000
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	330 000
	5.6.2018	Ei havaittu	64 000	Ei havaittu	13 000
	18.6.2018	Havaittu (alle määritysrajan)	4 600 000	Ei havaittu	340 000
AV2	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	28 000
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	120 000
	8.7.2019	Ei havaittu	43 000	Ei havaittu	120 000
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	580 000
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	380 000
	5.6.2018	Havaittu (alle määritysrajan)	2 900 000	Ei havaittu	300 000
	18.6.2018	Ei havaittu	53 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	16.7.2018	Ei havaittu	54 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	1 600	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
Tutkimuskohde B	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	48 000
	8.7.2019	Ei havaittu	110 000	Ei havaittu	80 000
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	26.8.2019	Ei havaittu	620	Ei havaittu	Ei havaittu
	5.6.2018	Havaittu (alle määritysrajan)	1 800 000	Ei havaittu	120 000
	18.6.2018	Ei havaittu	240 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
	16.7.2018	Ei havaittu	95 000	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	40 000	Ei havaittu	12 000
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	26 000
	8.7.2019	Havaittu (alle määritysrajan)	270 000	Ei havaittu	66 000
BV1	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	5.6.2018	Ei havaittu	3 500 000	Ei havaittu	72 000
	18.6.2018	Havaittu (alle määritysrajan)	3 200 000	Ei havaittu	650 000
	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	74 000
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	58 000
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	140 000
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	3 300 000
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	180 000
	5.6.2018	6 400	12 000 000	Ei havaittu	590 000
	Tutkimuskohde C	18.6.2018	2 400	3 500 000	Ei havaittu
16.7.2018		530	3 200 000	Ei havaittu	62 000
13.8.2018		Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
27.8.2018		Ei havaittu	87 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
8.7.2019		Havaittu (alle määritysrajan)	170 000	Ei havaittu	47 000
15.8.2019		1 100	1 900 000	Ei havaittu	91 000
26.8.2019		Havaittu (alle määritysrajan)	680 000	Ei havaittu	66 000
5.6.2018		4 400	38 000 000	Ei havaittu	610 000
18.6.2018		350	740 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
16.7.2018		430	3 400 000	Ei havaittu	21 000
CV1	13.8.2018	Ei havaittu	20 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
	27.8.2018	Ei havaittu	55 000	Ei havaittu	6 300
	8.7.2019	Ei havaittu	20 000	Ei havaittu	19 000
	15.8.2019	890	1 400 000	Ei havaittu	86 000
	26.8.2019	Ei havaittu	110 000	Ei havaittu	15 000
	5.6.2018	510	3 700 000	Ei havaittu	240 000
	18.6.2018	1 400	1 700 000	Ei havaittu	22 000
	16.7.2018	Ei havaittu	1 500 000	Ei havaittu	11 000
	13.8.2018	Ei havaittu	250 000	Ei havaittu	Havaittu (alle määritysrajan)
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
CV2	8.7.2019	Havaittu (alle määritysrajan)	210 000	Ei havaittu	37 000
	15.8.2019	Havaittu (alle määritysrajan)	150 000	Ei havaittu	27 000
	26.8.2019	Ei havaittu	1 900	Ei havaittu	26 000

GC; geenikopioiden lukumäärä. DNA; kaikki bakteerit. RNA; aktiiviset bakteerit.



SAASTELÄHTEIDEN JÄLJITYSTULOKSET: koira DogmtDNA ja ihminen HF183					
KOHDE	Päivämäärä	DogmtDNA DNA (GC/100 ml)	HF183 DNA (GC/100 ml)	HF183 RNA (GC/100 ml)	
VertailukohdeV	5.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
TutkimuskohdeA	5.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	6 400	
	16.7.2018	340	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	27.8.2018	Ei havaittu	Havaittu (allemääritysrajan)	5 800	
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	22 000	
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	19 000	
	21.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	7 800		
AV1	5.6.2018	Ei havaittu	2 300	1 000 000	
	18.6.2018	Ei havaittu	2 000	130 000	
	16.7.2018	Ei havaittu	17 000	400 000	
	13.8.2018	Ei havaittu	Havaittu (allemääritysrajan)	Ei havaittu	
	27.8.2018	Ei havaittu	14 000	280 000	
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	550 000	
	15.8.2019	Ei havaittu	Havaittu (allemääritysrajan)	1 100 000	
	21.8.2019	Ei havaittu	Havaittu (allemääritysrajan)	810 000	
26.8.2019	Ei havaittu	1 800	1 200 000		
AV2	5.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	53 000	
	18.6.2018	Ei havaittu	1 100	500 000	
	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	7 600	
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	270 000	
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	440 000	
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	6 700	
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	230 000	
TutkimuskohdeB	5.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	34 000	
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
BV1	5.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
BV2	5.6.2018	Ei havaittu	Havaittu (allemääritysrajan)	1 800 000	
	18.6.2018	Ei havaittu	5 800	380 000	
	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	13 000	
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	41 000	
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	340 000	
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	1 500	
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
TutkimuskohdeC	5.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
CV1	5.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
CV2	5.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	18.6.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	16.7.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	13.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	3 000	
	27.8.2018	Ei havaittu	Ei havaittu	16 000	
	8.7.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu
	15.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	8 000	
	26.8.2019	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu	Ei havaittu

GC, geenikopioiden lukumäärä. DNA; kaikki bakteerit. RNA; aktiiviset bakteerit.

INDIKAATTORIMIKROBIEN TULOKSET VUOSILTA 2018-2019									
PVM.	KOHDE	R / S	INDIKAATTORIT		PVM.	KOHDE	R / S	INDIKAATTORIT	
	<b>A</b>		(pmy/mpn/100ml) enterokokit e.coli			<b>C</b>		(pmy/mpn/100ml) enterokokit e.coli	
5.6.2018	A	R	10	20	5.6.2018	C	R	20	150
	AV1	S	33	120		CV1	R	50	74
	AV2	S	11	26		CV2	R	<10	20
18.6.2018	A	R	10	20	18.6.2018	C	R	6	14
	AV1	S	35	74		CV1	R	20	52
	AV2	S	42	19		CV2	R	<10	<10
16.7.2018	A	R	20	10	16.7.2018	C	R	40	130
	AV1	S	>70*	120		CV1	R	90	260
	AV2	S	>70*	72		CV2	R	<10	250
13.8.2018	A	R	86	320	13.8.2018	C	R	<10	86
	AV1	S	140	130		CV1	R	30	210
	AV2	S	210	110		CV2	R	63	360
27.8.2018	A	R	<10	20	27.8.2018	C	R	<10	63
	AV1	S	180	200		CV1	R	<10	<10
	AV2	S	270	240		CV2	R	<10	41
17.6.2019	A	R	270	260	17.6.2019	C	R	350	780
24.6.2019	A	R	30	190	18.6.2019	C	R	72	500
8.7.2019	A	R	15	<10	24.6.2019	C	R	17	340
	AV1	S	260	390	3.7.2019	C	R	14	31
	AV2	S	180	56	8.7.2019	C	R	2	<10
15.7.2019	A	R	36	63		CV1	R	1	20
12.8.2019	A	R	210	410		CV2	R	4	<10
15.8.2019	A	R	530	960	15.7.2019	C	R	3	<10
	AV1	S	210	250	12.8.2019	C	R	820**	990
	AV2	S	420	68	14.8.2019	C	R	90	500
20.8.2019	A	R	990	1400	15.8.2019	C	R	110	410
21.8.2019	A	R	820	690		CV1	R	18	41
	AV1	S	130	120		CV2	R	6	270
26.8.2019	A	R	140	170	20.8.2019	C	R	41	260
	AV1	S	130	120	26.8.2019	C	R	110	150
	AV2	S	400	130		CV1	R	21	31
						CV2	R	11	270
	<b>B</b>		(pmy/mpn/100ml) enterokokit e.coli			<b>V</b>		(pmy/mpn/100ml) enterokokit e.coli	
5.6.2018	B	R	110	400	5.6.2018	V	R	<10	<10
	BV1	R	220	380	18.6.2018	V	R	<10	<10
	BV2	S	7	130	16.7.2018	V	R	<10	10
18.6.2018	B	R	<10	10	13.8.2018	V	R	<10	31
	BV1	R	10	<10	27.8.2018	V	R	<10	<10
	BV2	S	3	86	3.6.2019	V	R	12	20
16.7.2018	B	R	<10	<10	17.6.2019	V	R	5	86
	BV1	R	<10	<10	8.7.2019	V	R	<1	<10
	BV2	S	19	110	15.7.2019	V	R	1	<10
13.8.2018	B	R	<10	31	12.8.2019	V	R	13	10
	BV1	R	<10	10	15.8.2019	V	R	26	62
	BV2	S	150	160	26.8.2019	V	R	3	<10
27.8.2018	B	R	<10	10	*Laboratorio virhe. Kasvustoa erittäin runsaasti. **Laboratorio virhe. Arvio, ei standardin mukainen. R=Rannikon vesistön havaintopiste S=Sisämaan vesistön havaintopiste				
	BV1	R	20	52					
	BV2	S	44	86					
8.7.2019	B	R	9	20					
	BV1	R	4	10					
	BV2	S	260	240					
15.8.2019	B	R	4	110					
	BV1	R	1	30					
	BV2	S	310	180					
26.8.2019	B	R	<1	<10					

## UIMAVESIEN VALVONTANÄYTTTEIDEN TULOKSET VUOSINA 2008 - 2017

KOHDE		V		A		C	
pvm	Vuosi	Enterokokit	E.coli	Enterokokit	E.coli	Enterokokit	E.coli
2. kesä	2008	5	25	50	310		
16. kesä		52	370	45	130	5	57
14. heinä		2	24	26	172	6	29
11. elo		1	5	6	18	8	34
1. kesä	2009	2	9	7	34		
15. kesä		5	46	17	82	200	430
23. kesä						4	10
13. heinä		0	2	14	60	0	3
10. elo		20	105	40	240	45	87
1. kesä	2010	1	12	9	10		
15. kesä		2	0	1	0	30	31
13. heinä		3	0	8	20	53	228
10. elo		44	290	9	90	4	38
31. touko	2011	0	0	8	18		
15. kesä		0	0	0	0	26	34
13. heinä		4	10	60	170	40	22
10. elo		6	16	40	1020	400	1540
15. elo				4	12	27	11
4. kesä	2012	0	4	16	31		
18. kesä		7	13	6	29	57	88
16. heinä		1	31	12	82	4	77
13. elo		0	3	200	190	52	160
16. elo				9	0		
3. kesä	2013	9	30				
17. kesä		4	39	20	16	3	0
15. heinä		0	9	120	150	92	550
18. heinä						23	47
12. elo		1	7	0	2	7	9
2. kesä	2014	4	5				
16. kesä		7	19	29	48	39	45
14. heinä		1	0	1	26	7	44
11. elo		1	6	2	66	3	1
1. kesä	2015	15	23				
15. kesä		1	20	90	88	7	5
13. heinä		0	5	44	921	0	17
15. heinä				120	84		
10. elo		0	2	140	93	11	55
1. kesä	2016	35	2				
13. kesä		0	17	27	53	9	11
11. heinä		8	16	44	240	23	210
8. elo		12	62	330	580	>800	>2400
10. elo						690	550
5. kesä	2017	0	1				
19. kesä		64	290	91	240	110	290
17. heinä		3	10	76	36	540	610
20. heinä						69	96
14. elo		660	10	290	250	>2000	>2400
16. elo		1	8			100	770
21. elo						1380	>2400