

Riina Simunaniemi

**NAUTATILOJEN VALUMAVESIEN
VAIKUTUS VESISTÖIHIN**
Riskitekijät kryptosporidioosin vesivälitteiseen
leviämiseen

Opinnäytetyö

Insinööri (YAMK)

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (Ylempi AMK)
Tekijä/Tekijät	Riina Simunaniemi
Työn nimi	Nautatilojen valumavesien vaikutus vesistöihin – riskitekijät kryptosporidioosin vesivälitteiseen leviämiseen
Toimeksiantaja	Terveysten ja hyvinvoinnin laitos
Vuosi	Toukokuu 2021
Sivut	60 sivua, liitteitä 8 sivua
Työn ohjaaja(t)	Tuula Kettunen ja Anna-Maria Hokajärvi

TIIVISTELMÄ

Tartuntatautirekisteriin kirjattujen kryptosporidioosien määrä on kasvanut Suomessa voimakkaasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Tapausten lisääntymisen syitä Suomessa selvitetään Kryptosporidioosi – nouseva zoonoosiuhka nautakarjoissa (KRYPTO) -hankkeessa. *Cryptosporidiumin* ookystat voivat kulkeutua karjatiloilta ympäristöön ja vesistöihin aiheuttaen riskin vesivälitteisille epidemioille uima- ja juomaveden kautta. Ympäristössä nämä ookystat ovat kestäviä eli ne kestävät erilaisia ympäristöolosuhteita hyvin. Ookystat voivat saastuttaa pinta-, uima- ja talousvesiä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa kokonaiskuva käytännöistä ja riskitekijöistä, jotka vaikuttavat kryptosporidien leviämiseen tiloilta ympäristöön ja ympäröiviin vesistöihin. Opinnäytetyössä nautatilallisille tehtiin kysely, joilla näitä tekijöitä kartoitettiin. Kyselytutkimus toimitettiin tilallisille Valion sähköisiä viestintäkanavia ja Eläinten terveys ETT ry:n verkkosivujen kautta. Aineistolle tehtiin kuvailua ja riskitekijöiden pohdintaa lajittelun, vertailun ja frekvenssien avulla. Lisäksi aineistosta tutkittiin tilastollisesti, voiko kyselyssä esille tulleista tekijöistä jokin liittyä vasikoiden kryptosporidioositartuntoihin.

Kyselyyn vastasi 90 tilallista. Kyselyn vastauksista löydettiin kryptosporidien ja muiden ulosteperäisten päästöjen ympäristöön leviämisen riskitekijöitä. Vastauksissa usein esiintyviä tekijöitä, joita voidaan pitää riskitekijöinä ovat esimerkiksi lannan varastointia erityisesti vesistön läheisyydessä, lannan levitys kosteana vuoden aikana ja laitumien ja lannan varastointitilojen sijainti vesistöjen läheisyydessä. Huomionarvoista oli myös kiinteistökohtaisien jätevedenpuhdistamoiden, jotka voivat olla ihmisperäisten ulostepäästöjen lähteitä, suuri osuus vastanneiden tilojen joukossa.

Tutkimuksen kautta saatiin tietoa tilojen käytännöistä, jotka voivat johtaa kryptosporidien leviämiseen ympäristöön. Syntyneen tiedon avulla on mahdollista suunnitella keinoja vesistö päästöjen vähentämiseksi. Kryptosporidit voivat aiheuttaa terveysriskin vesien virkistyskäyttäjille ja myös talousveden käyttäjille, jos käytössä olevat käsittelymenetelmät eivät riitä poistamaan kryptosporideja talousveden valmistuksen yhteydessä. Saatujen tietojen perusteella ei voida arvioida riskien suuruutta, mutta niitä voidaan hyödyntää aihepiirin jatkotutkimuksissa.

Asiasanat: kryptosporidioosi, maatalous, valumavesi, vesivälitteinen epidemia

Degree	Master of engineering
Author (authors)	Riina Simunaniemi
Thesis title	Effect of the cattle farms' runoff waters on surface waters – risk factors for waterborne transmission of cryptosporidiosis
Commissioned by	Finnish institute for health and welfare
Time	May 2021
Pages	60 pages, 8 pages of appendices
Supervisor	Tuula Kettunen and Anna-Maria Hokajärvi

ABSTRACT

The number of the cryptosporidiosis cases has increased strongly in Finland during the last decade. *Cryptosporidium* oocysts can be carried to the environment and water systems from cattle farms. Oocysts are durable in the environment, in other words, they last various environmental conditions well. Oocysts can contaminate the surface water, recreational water and drinking water. *Cryptosporidium* can cause waterborne outbreaks through exposure during swimming or drinking water consumption.

The objective of the thesis was to form an overall view of the practices and risk factors affecting *Cryptosporidium* oocysts spreading from cattle farms to the environment and surrounding waters. Material was collected by a survey from livestock farms. The questionnaire survey was submitted to farmers via electronic communications channels of Valio and Eläinten terveystietojärjestelmän (ETT ry's website). The data were described and risk factors were considered through sorting, comparison and frequencies.

The survey was answered by 90 farmers. Risk factors for cryptosporidiosis and other fecal emission were found in the responses to the survey. Common risk factors were, for example, the storage of manure, especially near surface water bodies, the application of manure during wet seasons and on pastures on the near water bodies. A large proportion of private household wastewater treatment systems was also noted and can be a risk to water safety.

The study provided information on farm practices that may contribute to the spread of *Cryptosporidium* oocysts to the environment and possibly to water bodies. These practices can pose health risk to recreational water and also to domestic water users, if the existing water treatment methods are not sufficient to remove oocysts during domestic water production. This information can be used in further research in the field.

Keywords: cryptosporidiosis, agriculture, runoff water, waterborne outbreak,

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KIRJALLISUUSKATSAUS.....	7
2.1	<i>Cryptosporidium</i>	7
2.2	Kryptosporidioosi Suomessa	8
2.3	Tartuntareitit.....	10
2.4	<i>Cryptosporidium</i> ympäristössä	12
2.4.1	Esiintyminen ympäristön pinta- ja uimavesissä	13
2.4.2	Kausivaihtelu	15
2.5	Maatalous ja vesistöt	17
2.5.1	Maatalouden vesistökuormitus ja sen vähentäminen	18
2.5.2	Pintaveden käyttö alkutuotannossa	22
2.6	<i>Cryptosporidium</i> talousvedessä	22
2.7	<i>Cryptosporidiumin</i> aiheuttamat epidemiat	24
2.7.1	<i>Cryptosporidiumin</i> aiheuttamat vesivälitteiset epidemiat maailmalla	25
2.7.2	<i>Cryptosporidiumin</i> aiheuttamat epidemiat Suomessa	26
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	26
3.1	Kryptosporidioosi – Nouseva zoonoosiuhka (KRYPTO) hanke.....	26
3.2	Kyselytutkimus.....	27
4	KYSELYN TULOKSET	29
4.1	Taustatiedot.....	29
4.2	Jäteveden käsittely	31
4.3	Lannan varastointi ja levitys	33
4.4	Jaloittelutarhojen, laitumien ja iglutarhojen käyttö ja ominaisuudet.....	39
4.5	Vesistöjen ja uima- paikkojen sijainti nautatilojen läheisyydessä	39
5	TULOSTEN TARKASTELU	43
5.1	Tulosten luotettavuus	49
5.2	Jatkotutkimustarpeet.....	49

6	JOHTOPÄÄTÖKSET	50
	LÄHTEET	51
	LIITTEET	

Liite 1. Kyselylomake

Liite 2. Tilastollisten testien tulokset

1 JOHDANTO

Kryptosporidit ovat alkueläimiä, jotka aiheuttavat infektoita eläimillä ja ihmisillä. *Cryptosporidiumin* aiheuttamaa tautia kutsutaan kryptosporidioosiksi. (Centers for Disease Control and Prevention 2019.) Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) ylläpitämään tartuntatautirekisteriin ilmoitettujen kryptosporidioositapausten määrä on noussut voimakkaasti viimeisen kymmenen vuoden aikana: vuonna 2011 raportoituja tapauksia oli 22 kappaletta ja vuonna 2020 571 kappaletta. Määrä on 25-kertaistunut vuosikymmenessä. Tartuntojen määrä on kasvanut voimakkaasti etenkin vuoden 2015 jälkeen. (THL 2021.)

Sairastuneet eläimet ja ihmiset erittävät runsaasti ookystia, ja ne voivat kulkeutua valumavesien tai jäteveden kautta ympäristöön. Tartunnan saaneet kotieläimet voivat aiheuttaa vesiympäristön saastumisen, joten esimerkiksi maatalouden käytännöt ovat tärkeässä roolissa ookystien kulkeutumisessa. (Carey ym. 2004, 820.) *Cryptosporidiumin* ookystat ovat ympäristössä erittäin kestäviä eli ne kestävät hyvin erilaisia ympäristöolosuhteita (Slifko ym. 2000). Kryptosporidit voivat levitä esimerkiksi talousveden tai uimaveden välityksellä ja aiheuttaa näin epidemioita ihmisille.

Tapausten voimakkaan lisääntymisen syitä Suomessa selvitetään käynnissä olevassa Kryptosporidioosi – nouseva zoonoosiuhka nautakarjoissa KRYPTO – hankkeessa, jonka yhden työpaketin osana tämä opinnäytetyö tehdään. Työn toimeksiantajana on Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Opinnäytteen pohjana on nautatilallisille tehty kyselytutkimus. Kyselylinkki lähetettiin Valion sähköisiä viestintäkanavia käyttäen maitotilayrittäjille ja se oli myös saatavilla Eläinten terveys ETT ry:n verkkosivuilla.

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva niistä käytännöistä ja riskitekijöistä, jotka vaikuttavat kryptosporidien leviämiseen tiloilta ympäristöön ja ympäröiviin vesistöihin. Suomessa vesivälitteisiä *Cryptosporidiumin* aiheuttamia epidemioita ei ole ollut, mutta mahdollisiin vesivälitteisiin epidemioihin on tarpeen varautua ennalta. Toisena tavoitteena on koota yhteen toimenpiteet ja lainsäädännölliset keinot, joilla kryptosporidien leviämistä ympäristöön voidaan vähentää tai estää.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 *Cryptosporidium*

Cryptosporidium on alkueläin, joka aiheuttaa infektioita eläimillä ja ihmisillä. *Cryptosporidium* on merkittävä keskivaikean ja vaikean ripulin aiheuttaja maailmanlaajuisesti. Sen aiheuttamaan ripulitautia kutsutaan kryptosporidioosiksi (Ryan ym. 2016, 535). Kryptosporidioosi voi tarttua lajista riippuen eläimestä ihmiseen, ihmisestä eläimeen tai ihmisestä toiseen (taulukko 1). Suoran ulostekontaktin lisäksi se tarttuu välillisesti kryptosporidien ookystia sisältävällä ulosteella saastuneen veden tai elintarvikkeen välityksellä. (Centers for Disease Control and Prevention 2019.)

Cryptosporidium-lajeja on tunnistettu yli 30. Ihmisille suurimman osan (yli 90 %) infektioista aiheuttavat *Cryptosporidium hominis* ja *Cryptosporidium parvum*. *Cryptosporidium parvum* on merkittävin zoonoottinen laji eli se voi tarttua eläimestä ihmiseen. Se aiheuttaa 1–2-viikon ikäisille vasikoille ripulia. (Smith & Nichols 2010; Eläinten terveys ETT ry 2017; Xiao 2010, 86.) Muita ihmiselle mahdollisesti infektioita aiheuttavia lajeja ovat muun muassa *Cryptosporidium meleagridis* ja *Cryptosporidium cuniculus* ja joissain tapauksissa myös *Cryptosporidium canis* ja *Cryptosporidium felis* ovat liittyneet ihmisen kryptosporidioosiin. Myös muilla lajeilla, kuten *Cryptosporidium ubiquitumilla* ja *Cryptosporidium viatorumilla*, on potentiaalia aiheuttaa infektioita ihmisille. (Cacciò & Putignani 2014, 48; Nichols ym. 2014, 83.) Taulukossa 1 on esitetty osa *Cryptosporidium*-lajeista ja niiden isäntäeläimistä.

Cryptosporidiumin ookysta on halkaisijaltaan 4–6 µm. Ookystia on kahta tyyppiä; ohutseinäisiä ja paksuseinäisiä. Jälkimmäiseksi mainitut erittyvät isännästä ympäristöön. (Center for Disease Control and Prevention 2019.) Ookystat ovat infektiivisiä heti, kun ne erittyvät ulosteeseen (Yoder & Beach 2007; Ruokavirasto 2018a.) Alkueläin on hyvin tarttuva, sen infektiivinen annos on pieni ja vain kymmenkunta ookystaa riittää aiheuttamaan taudin (Chappell ym. 2006, 851; Dupont ym. 1995). *C. parvumilla* infektoituneet vasikat voivat erittää ulosteeseen kymmeniä miljoonia ookystia, jopa 6×10^7 ookystaa grammassa ulostetta (Uga ym. 2000, 27; Fayer ym. 1998, 52). Sairastunut ihminen

voi erittää miljoona ookystaa muutamassa millilitrassa ulostettaan, jopa 9,2 x 10⁵ ookystaa per ml (Goodgame ym. 1992, 704).

Taulukko 1. Olennaiset *Cryptosporidium*-lajit ja niiden isäntäeläimet. (Ryan ym. 2014.)

Laji	Isäntä	Viite
<i>C. parvum</i>	karja, jrsijät, ihminen	Ryan ym. 2014 mukaan Tyzzer 1912
<i>C. hominis</i>	ihminen	Morgan-Ryan ym. 2008.
<i>C. andersoni</i>	nauta	Lindsay ym. 2000.
<i>C. baileyi</i>	kana, ankka	Current ym. 1986.
<i>C. bovis</i>	nauta	Fayer ym. 2005.
<i>C. canis</i>	koira	Fayer ym. 2001.
<i>C. cuniculus</i>	jänis, ihminen	Inman & Takeuchi 1979.
<i>C. felis</i>	kissa	Ryan ym. 2014 mukaan Iseki 1979.
<i>C. galli</i>	linnut	Ryan ym. 2003.
<i>C. meleagridis</i>	lintu, ihminen	Slavin 1955.
<i>C. muris</i>	hiiri, jrsijät	Tyzzer 1910.
<i>C. pestis</i>	nauta	Slapeta 2006.
<i>C. ryanae</i>	nauta	Fayer ym. 2008.
<i>C. scrofarum</i>	sika	Kvac ym. 2013
<i>C. suis</i>	sika	Ryan ym. 2004.
<i>C. viatorum</i>	ihminen	Elwin ym. 2012.
<i>C. ubiquitum</i>	nauta, jrsijät, ihminen	Fayer ym. 2010
<i>C. tyzzeri</i>	hiiri, jrsijät	Ren ym. 2012.

Kryptosporidioosi aiheuttaa vesiripulin, joka useimmiten rajoittuu itsestään. Taudin itämisajan vaihteluväli voi olla 2–22 vuorokautta (Chappell ym. 2006; Dupont ym. 1995; Autio ym. 2012). Henkilöt, joilla on heikentynyt immuunipuolustus, voivat kärsiä hallitsemattomasta ripulista, joka voi olla pahimmillaan hengenvaarallinen (Chalmers & Davies 2010). Hoitavaa lääkitystä tai rokotusta ei toistaiseksi ole (Ryan ym. 2016, 535).

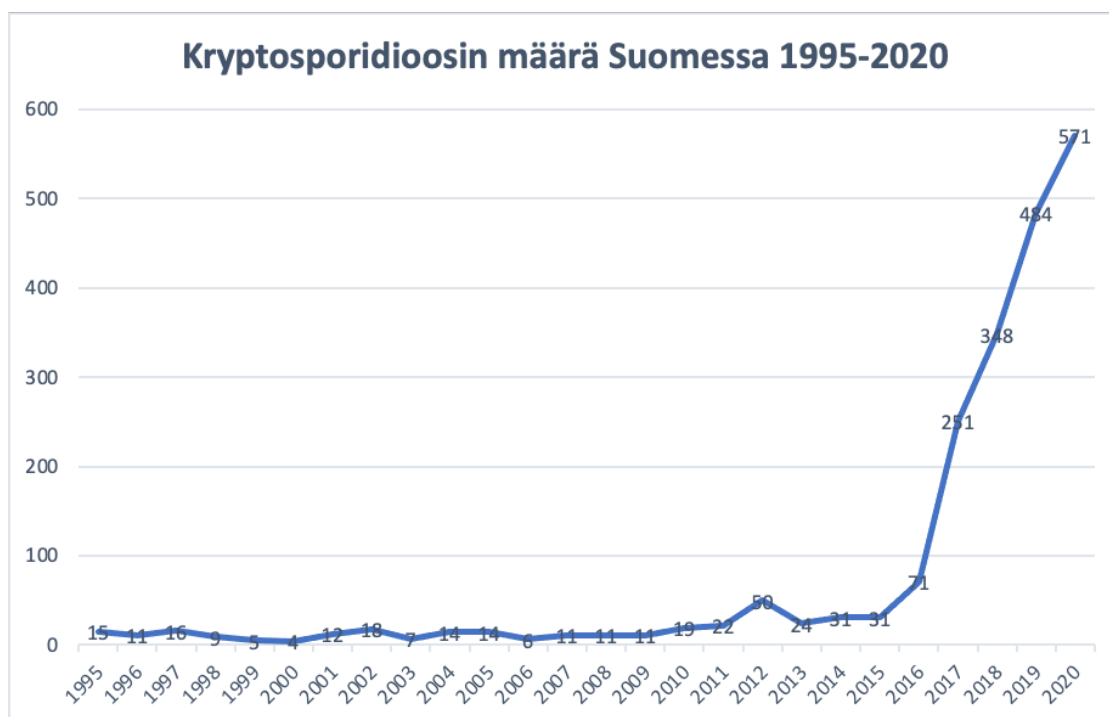
2.2 Kryptosporidioosi Suomessa

Terveystieteiden tutkimuskeskus (THL) ylläpitää tartuntatautirekisteriä, johon ilmoituksia tartuntataudeista ja niitä aiheuttavista mikrobilöydöksistä voivat tehdä lääkärit ja laboratoriot (THL 2019). Rekisteriin ilmoitettavat taudit ja niitä aiheuttavat mikrobit jaetaan kolmeen luokkaan. Ensimmäinen luokka on yleis-

vaaralliset tartuntataudit, toinen valvottavat tartuntataudit ja kolmas muut ilmoitettavat löydökset. *Cryptosporidium* kuuluu näistä luokista kolmanteen eli muihin ilmoitettaviin mikrobilöydöksiin. (THL 2020a.) Tartuntatautirekisterin tilastotietokannasta voi hakea kryptosporidioosiin sairastuneiden määrän vuosittain tai kuukausittain 1995 vuodesta lähtien sairaanhoitopiireittäin. (THL 2021.)

Tartuntatautirekisteriin ilmoitettujen kryptosporidioositapausten määrä on noussut voimakkaasti viimeisen vuosikymmenen aikana (kuva 1). Esimerkiksi vuonna 2011 raportoituja tapauksia oli 22 kappaletta ja vuonna 2020 niitä oli 571 kappaletta. Vuosina 2014 ja 2015 tartuntoja on ollut 31 kappaletta vuodessa, minkä jälkeen niiden määrä on kasvanut voimakkaasti. (THL 2021.) Kryptosporidioositartunnat ovat vuonna 2020 lisääntyneet koronavirusepidemiasta huolimatta. Vuonna 2020 ulkomaan suuntautuvat matkat vähentyivät ja käsihygienian merkitys korostui (Tilastokeskus 2021; THL 2020b.) Näin ollen kryptosporidioositartunnat ovat todennäköisesti kotoperäisiä eikä lisääntynyt käsihygienia ole auttanut hillitsemään tartuntoja.

Osittain ihmisten kryptosporidioositartuntojen lisääntymistä selittävät lisääntyneet *C. parvum*-löydökset vasikoilla, mutta myös kliinisten näytteiden diagnostiikassa toteutettu PCR-menetelmän käyttöönotto. Tartuntatautirekisteriin vuosien 1995 ja 2016 välillä ilmoitetuista kryptosporidiooseista suurin osa on todettu mikroskopoimalla ja vuonna 2017 puolestaan yli puolet taudinmäärityksistä perustui PCR-testiin. Lisäksi tilakäyntejä tekevät eläinlääkärit olivat raportoineet lisääntyneistä vasikoiden ripulitartunnoista, jotka oli pikatestillä varmistettu *C. parvumiksi* (Suokorpi ym. 2019, 1635–1639.) Nautakarjoissa todettujen *C. parvum* tartuntojen määrä on kasvanut myös vuosien 2012–2018 välillä. (Zoonosikeskus s.a.) Myös esimerkiksi Norjassa ja Ruotsissa ihmisten kryptosporidioosin määrä on lisääntynyt nopeammin vuodesta 2016 alkaen (Robertson ym. 2021; Folkhälsomyndigheten 2021.)



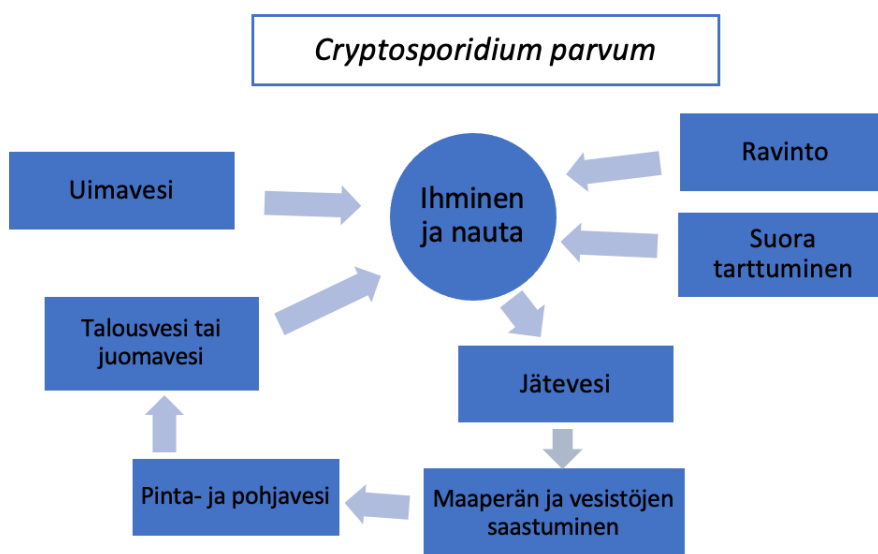
Kuva 1. Tartuntatautirekisteriin raportoitujen ihmisten kryptosporidioositapausten määrä Suomessa vuosina 1995–2020 (THL 2021)

Vuonna 2012 kryptosporidioosia on Suomessa pidetty alitutkittuna ja alidiagnoituna tautina. Tällöin raportoidut kryptosporidioositapaukset olivat pääasiassa yksittäisiä matkailijoiden ripulitauteja. Epidemioita oli tuolloin kuvattu Suomessa muutamia. (Autio ym. 2012.) Vuosina 2004–2006 toista yleistä ripulitauteja aiheuttavaa alkueläintä *Giardiaa* testattiin yli 70 kertaa niin paljon kuin *Cryptosporidiumia*, mikä todennäköisesti johtui siitä, että kryptosporidioosianalyysi ei tällöin kuulunut rutiininomaisesti tehtäviin tutkimuksiin, vaan hoitavan lääkärin oli pyydettävä sitä aina erikseen. (Rimhanen-Finne ym. 2011, 739.)

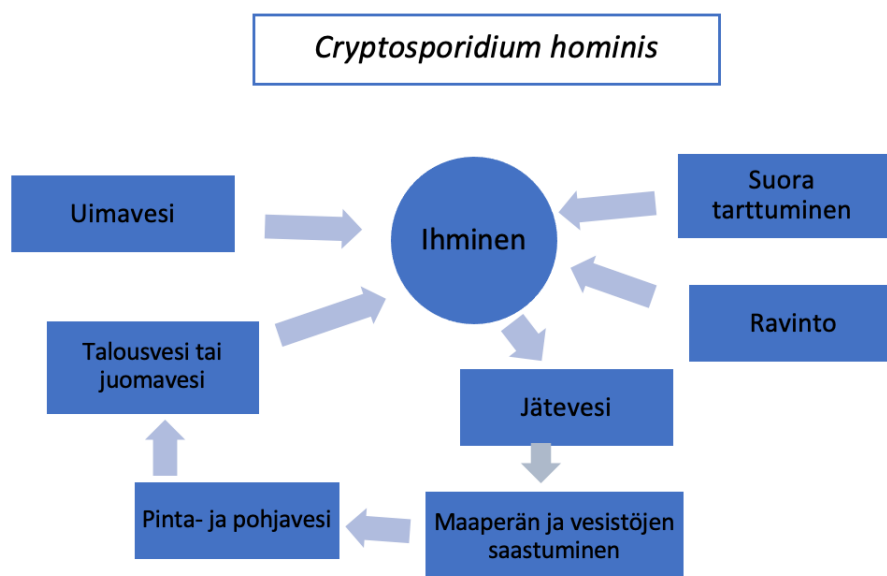
2.3 Tartuntareitit

Cryptosporidium leviää ulosteen välityksellä, joko suorassa kontaktissa tai epäsuoraan välittäjäaineen välityksellä. Suora leviäminen voi tapahtua suorassa ulostekontaktissa ihmisten välillä tai zoonoottisesti eläimestä ihmiseen. Tyypillisesti epäsuora leviäminen tapahtuu saastuneen juoma- tai uimaveden tai elintarvikkeiden välityksellä. (Xiao 2010, 80; Ryan ym. 2016, 536.)

Ihmisillä infektio johtuu pääasiassa kahdesta lajista, joista ensimmäinen on *C. parvum*, jota esiintyy yleisesti vasikoilla (kuva 2). Toinen laji on ihmispesifinen *C. hominis*, joka tarttuu ihmisestä toiseen ja voi levitä jäteveden mukana (kuva 3) (Cacciò & Pugatini 2014, 44). Vaikka *C. parvum* voi levitä myös ihmisten välillä, pääasialliset riskitekijät liittyvät kontaktiin maatalan eläimien kanssa, erityisesti vasikoiden kanssa tai tartunnat liittyvät karjan ulosteilla kontaminoituneen veden tai ruoan käyttöön (Cacciò & Chalmers 2016, 473). Kuvassa 2 on esitetty *C. parvum*in ja kuvassa 3 *C. hominis*in tärkeimmät tartuntareitit.



Kuva 2. *C. parvum*in pääasialliset tartuntareitit (Cacciò & Putignani 2014, 64)



Kuva 3. *C. hominis*in pääasialliset tartuntareitit (Cacciò & Putignani 2014, 64)

Todennäköisesti *C. parvum* ja *C. hominiksen* riskitekijät ovat erilaisia johtuen maantieteellisistä olosuhteista, eri isäntäeläimistä, tartuntaketjuista ja esiintyvyydestä (Cacciò & Pugatini 2014, 51). Myös Lake ym. (2007, 805) havaitsivat tutkimuksessaan, että *C. hominiksen* ja *C. parvum* riskitekijöitä tulisi tarkastella erikseen. Esimerkiksi *C. hominiksen* suurimpien riskitekijöitä verrattuna *C. parvumiin* olivat asuminen alueilla, joilla oli paljon korkean sosioekonomisen aseman omaavia henkilöitä ja joilla on paljon pieniä lapsia sekä asumisen kaupunkimaisilla alueilla. Sen sijaan asuinpaikkaa ympäröivä maatalous ja huono vesien käsittely olivat merkittäviä riskejä *C. parvum* aiheuttamalle taudille. (Lake ym. 2007.) Ennen vuotta 2010 Iso-Britanniassa, muissa Euroopan maissa ja Uudessa-Seelannissa *C. parvum* on aiheuttanut hieman enemmän infektioita verrattuna *C. hominikseen*. (Xiao 2010.) Sitä vastoin Yhdysvalloissa, Australiassa, Kiinassa ja Japanissa *C. hominis* on aiheuttanut enemmän infektioita verrattuna *C. parvumiin*. (Cacciò & Pugatini 2014, 57.)

Tartuntoja on saatu myös muun muassa uima-altaista ja vesipuistoista. Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa todettiin, että uinti käsittelemättömässä makeassa vedessä ja uiminen uima-altaassa ovat riskitekijöitä. Myös australialaisessa tutkimuksessa on havaittu uinnin uima-altaissa olevan kryptosporidioosin riskitekijä, mutta tutkimuksessa ei kuitenkaan tunnistettu eri *Cryptosporidium*-lajeja. Matkustaminen on myös merkittävä riskitekijä. (Cacciò & Pugatini 2014, 51; Roy 2004, 2944; Robertson ym. 2002.)

2.4 *Cryptosporidium* ympäristössä

Kuten aiemmin on mainittu, *Cryptosporidium*-alkueläimellä on useita isäntälajeja ja sen ookystia on lähes kaikkialla ympäristössä (Xiao 2010, 80). Tehokaiden keinojen puute ympäristökuormituksen vähentämiseksi on suurin este tautien torjunnan kannalta. Ennaltaehkäisevät hygieniatoimenpiteet ja hyvä taudin hallinta ovat tärkeimpiä keinoja kryptosporidioosin leviämisen torjumiseksi. (Robertson ym. 2014, 166.)

Cryptosporidiumin ookystat ovat ympäristössä erittäin kestäviä, ne selviytyvät hyvin esimerkiksi viileässä ja kosteassa ympäristössä. (Slifko ym. 2000, 1379; Carey ym. 2004, 821; Chalmers & Davies 2010.) Kuivuminen, äärimmäiset lämpötilat, pH, UV-valo ja altistuminen haitallisille biologisille nesteille, kuten

esimerkiksi virtsan ammoniakille, ovat tekijöitä, jotka heikentävät kryptosporidien ookystien selviytymistä ympäristössä (Smith & Nichols 2010, 62). Ikään-tyneet ookystat kestävät huonommin ympäristön muutoksia ja desinfiointia-ineita (Carey ym. 2004, 821.) Myös Olson ym. (1999) havaitsivat tutkimukses-
saan lämpötilan vaikuttavan ookystien hajoamiseen ympäristössä. Tutkimuk-
sessa tutkittiin ookystien selviytymistä vedessä, naudun lannassa ja maape-
rässä. Ookystat pystyivät selviytymään ja pysyivät tartuttavina yli 12 viikkoa
vedessä, maaperässä ja lannassa -4 °C:een lämpötilassa, vaikka niiden
määrä väheni ajan kuluessa. Samanlaisia havaintoja oli myös 4 °C:een läm-
pötilassa, mutta ookystien määrä väheni nopeammin eivätkä näytteet olleet
tartuttavia yhtä kauan kuin -4°C:ssa. Ookystien hajoaminen maaperässä,
ulosteissa ja vedessä nopeutui 25 °C lämpötilassa ja näytteet olivat tartuttavia
vähemmän aikaa.

Ookystat kulkeutuvat maaperässä tai sen pinnalla voiden kulkeutua sieltä lo-
pulta vesistöihin saakka. Ookystien ja maaperän hiukkasten vuorovaikutuk-
sesta on ristiriitaisia tutkimuksia. Eräässä tutkimuksessa ookystien ei ole ha-
vaittu kiinnittyvän vedessä oleviin maaperän partikkeleihin (Dai & Boll 2003).
Tutkittaessa maatalouden valumia havaittiin kuitenkin merkittävä ookystien
kiinnittyminen saveen; sekä hiekkasaveen ja hiekkamultaan silloin, kun lantaa
ei ollut mukana (Kuczynska ym. 2005). Äskettäin julkaistussa tutkimuksessa
Cryptosporidiumin ookystia on löydetty myös joen sedimenteistä (Mphephu
ym. 2021).

2.4.1 Esiintyminen ympäristön pinta- ja uimavesissä

Cryptosporidiumista on tullut merkittävä ulosteilla saastuneessa vedessä le-
viävä taudinaiheuttaja kehittyneissä valtioissa (Slifko ym. 2000, 1383). Sairas-
tuneet eläimet ja ihmiset erittävät runsaasti ookystia ulosteisiinsa, ja ne voivat
kulkeutua jäteveden tai valumavesien kautta vesistöihin ja olla siten uhka vesi-
turvallisuudelle. Tartunnan saaneet kotieläimet voivat aiheuttaa vesiympäris-
tön saastumisen, joten maatalouden käytännöt ovat tärkeässä roolissa ookys-
tien kulkeutumisessa. (Carey ym. 2004, 820.) *Cryptosporidiumin* ookystia on
havaittu pintavesissä ympäri maailmaa. Niiden esiintyminen pintavesissä on

ongelmallista, koska pintavedet liittyvät usein virkistyskäyttöön, kuten uimavesiin, tai talousveden valmistukseen ja voivat näin aiheuttaa riskin ihmisten terveydelle. (Cacciò & Putignani 2014; Daraei ym. 2020.)

Burnetin ym. (2014) havaitsi suurta alueellista ja ajallista vaihtelua alkueläinten jakautumisessa vesistöalueilla. Maankäytön, valuma-alueen ominaisuuksien ja sateiden havaittiin olevan tärkeimmät tekijät alkueläinten kulkeutumisen kannalta. Burnetin ym. (2014) tutkimuksessa havaittiin korkeimmat ookystien määrät sillä alueella, jolla oli suurin väestön- ja karjantiheys. Matalimmat *Cryptosporidiumin* ookystien määrät olivat metsäisellä alueella.

Isossa-Britanniassa eri *Cryptosporidium*-lajien esiintymistä Caldew-joen valuma-alueella tutkittaessa ookystien lisääntyneet määrät vesinäytteissä liittyivät sateisiin ja sateiden määrään. Tutkimuksessa valuma-alueen topografia eli maanpinnan muodot vaikuttivat esiintyvyyteen, alangolla ookystia havaittiin vesinäytteissä enemmän kuin ylängöllä. Pintavesistä ja eläinten ulosteissa havaittiin viittä eri *Cryptosporidium*-lajia. Yleisin pintavesistä löydetty laji oli *C. andersoni*, mutta myös *C. parvumia* todettiin. Eläimistä *C. parvum* oli levinnyt laajasti koko valuma-alueella, ja sitä esiintyi eniten vasikoilla. *C. parvum* oli tutkimuksessa ainoa kaikissa tutkituissa näytematriiseissa esiintyvä laji, jota esiintyi tuotantoeläimissä, villieläimissä ja vesinäytteissä. (Robinson ym. 2011.)

Daraei ym. (2020) maailmanlaajuisessa kirjallisuuskatsauksessa ja meta-analysissä tutkittiin *Cryptosporidium*-lajien esiintymistä vedessä. Katsaus perustuu 81 julkaisuun, jossa on käsitelty yhteensä 210 eri tutkimusta. Katsauksen mukaan *Cryptosporidiumin* lajeja esiintyi eniten jätevedessä (46,9 %), pintavesissä (45,3 %) ja raakavedessä (31,6 %). Vertailluista vesityypeistä vähiten *Cryptosporidium* lajeja esiintyi merivedessä (0,20 %) ja uima-allasvesissä (7,5 %). (Daraei ym. 2020, 9498.)

Ligda ym. (2020) Kreikassa tehdyssä tutkimuksessaan havaitsivat kahden vuoden näytteenottojakson aikana *Cryptosporidiumin* ookystia 47,1 %:ssa jokien pintavesinäytteistä. Korkeimmat lukumäärät havaittiin talven ja kevään aikana. Sekä vesi- että eläinten ulostenäytteistä yleisimmin tunnistettiin laji *C.*

parvum ja sen esiintyvyys pintavedessä korostaa veden välityksellä tarttuvan infektion riskiä. (Ligda ym. 2020, 1.)

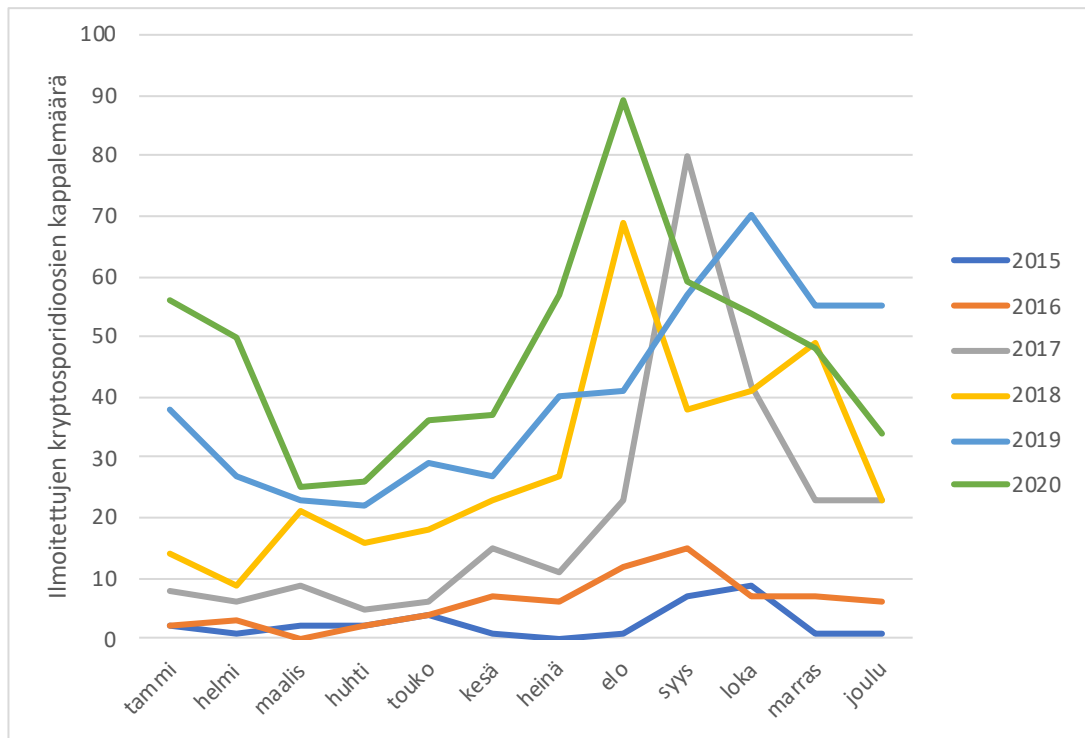
Lounais-Suomessa pintavesistä *Cryptosporidium*-suvun ookystien esiintymistä on tutkittu neljänä peräkkäisenä vuodenaikana syksystä 2000 syksyyn 2001. Tutkimuksessa kerättiin 139 vesinäytettä 30 kohteesta joki- ja järvivesistä. *Cryptosporidium*-lajeja esiintyi yleisimmin kesällä 2001 ja harvemmin talvella 2001 verrattuna muihin näytteenottoaikoihin. Näytteistä positiivisia *Cryptosporidiumille* oli järvivesissä 11,4 % ja jokivesissä 13,8 %. Tuloksissa on lisäksi esitetty tulokset Aurajoessa, jossa positiivisia näytteitä oli 7,7 % ja Kokemäenjoessa, jossa *Cryptosporidiumia* ei havaittu. (Hörman ym. 2004.)

2.4.2 Kausivaihtelu

Cryptosporidium-alkueläimen esiintymisen kausivaihtelu on erilaista maantieteellisestä alueesta riippuen. Tartuntareittien erojen vuoksi on todennäköistä, että kausivaihtelu voi vaihdella myös eri *Cryptosporidium*-lajien välillä. (Cacciò & Putignani 2014, 56.) Euroopassa tehdyissä tutkimuksissa on havaittu esimerkiksi sateiden ja kostean vuodenajan lisäävän *Cryptosporidiumin* ookystien esiintymistä pintavesissä (Burnet ym. 2014; Robinsson ym. 2011).

Iso-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa on havaittu, että kryptosporidioosien esiintymisen huippuja ovat *C. parvumin* osalta myöhään keväällä ja *C. hominiksen* osalta syksyllä. Tämän oletetaan johtuvan siitä, että *C. parvum*-alkueläimelle altistutaan karjan poikimiskauden aikana. *C. hominiksen* aiheuttamat tartunnat liittyvät matkustaminen ja altistuminen muun muassa saastuneelle uima- tai talousvedelle ja ne sijoittuivat syksyyn. (McLauchlin ym. 2000; Cacciò & Putignani 2014, 56.) Kryptosporidioosin kausiluonteisuutta koskevassa meta-analysissä, joka perustui 61 tutkimukseen, lämpötilan ja sademäärän nousu liittyi kryptosporidioosin ilmaantuvuuden lisääntymiseen. Sateen todettiin olevan vahva kausittainen tekijä kryptosporidioosille kosteassa trooppisessa ilmastossa. Toisaalta leudossa ilmastossa kryptosporidioosin esiintymisen lisääntymiseen liittyvä vahva kausiluonteinen tekijä oli lämpötila. (Jagai ym. 2009.) Vuonna 2011 Suomessa ei ole havaittu kausiluonteisuutta kryptosporidioosin esiintymisessä (Rimhanen-Finne ym. 2011). Tarkasteltaessa tartuntatautirekisteristä Suomen kryptosporidioositartuntoja havaitaan,

että vuosien 2015–2020 korkeimmat kuukausittaiset tartuntojen määrät osuvat elo- ja lokakuun välille (kuva 4).



Kuva 4. Tartuntatautirekisteriin ilmoitettujen kryptosporidioosien määrä kuukausittain vuosien 2015–2020 välillä (THL 2021).

Bodley-Tickell ym. (2002) havaitsivat Isossa-Britanniassa pintavesinäytteiden *C. parvum* ookystien määrässä kausiluonteisuutta, suurimmat määrät ja korkein esiintyminen havaittiin syksyllä ja talvella. Tutkimuksessa ei havaittu kuitenkaan yhteyttä sateen ja kryptosporidien ookystien määrän välillä. (Bodley-Tickell ym. 2008.)

Kanadassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin pintavesinäytteissä *Cryptosporidium* ookystia erityisesti syksyllä. Kryptosporidien määrä ja indikaattoribakteerien, kuten *Escherichia colin*, koliformisten bakteerien, *Clostridium perfringensin* ja suolistoperäisien enterokokkien, välillä havaittiin lisäksi positiivinen korrelaatio. Tutkimuksessa havaittiin paikkakohtaisesti ja kausittain merkittäviä positiivisia korrelaatioita kryptosporidien ookystien ja indikaattoribakteerien lukumäärien välillä pääasiassa syksyllä ja talvella. *Cryptosporidium*-alkueläinten esiintymisen havaittiin myös liittyvän voimakkaammin virtaamaan kuin sateeseen. (Wilkes ym. 2009.)

Burnetin ym. (2014, 1023) tutkimuksessa havaittiin alkueläinten pintavesissä esiintymisessä kausiluonteisuutta, suurin esiintyvyys havaittiin kosteana vuodenaikana. Tutkimusalueella havaittiin rankkasateiden jälkeen merkittäviä alkueläinkuormitusta (Burnet ym. 2014, 1029). Myös muissa tutkimuksissa Yhdysvalloissa, Saksassa ja Australiassa on havaittu, että sadetapahtumat, myrskyt ja pintavalunta vaikuttavat kryptosporidien esiintyvyyteen ja lukumäärään (Atherholt ym. 1998, Kistemann ym. 2002; Signor ym. 2005.) Kistemann ym. (2002) havaitsivat, että jos valuma-alueella esiintyi merkityksellisiä loiskontaminaation lähteitä, niin myös *Cryptosporidiumin* lukumäärät nousivat merkittävästi näiden tapahtumien aikana.

2.5 Maatalous ja vesistöt

Suomessa maatalousmaan osuus kaikesta maapinta-alasta on melko pieni (7,4 %). Sen osuus eri puolilla maata vaihtelee, esimerkiksi Varsinais-Suomessa osuus on 30 %, Etelä-Pohjanmaalla 20 % ja Uudellamaalla 20 %. (Tattari 2015b, 19.) Suomessa viljelykäytössä olevat pellot sijaitsevat pääasiassa Suomenlahden, sekä Saaristo-, Selkä- ja Perämeren rannikoilla. Koko maan peltoalasta Järvi-Suomessa sijaitsee alle 20 %. Pellot sijaitsevat useimmiten melko lähellä vesistöjä. Peltojen kuivatusvesien purkupisteestä lähimpään alapuolella olevaan vesistöön on matkaa keskimäärin 2,3 kilometriä, mediaaniarvon ollessa 1 km. (Tattari ym. 2015b, 17.) Vesienhoito Suomessa suunnitellaan vesienhoitoalueittain (VHA) ja niitä on viisi kappaletta Manner-Suomessa. Kaikille vesienhoitoalueille on laadittu vesienhoitosuunnitelmat ja toimenpideohjelmat. Niiden avulla voidaan saavuttaa vesien hyvä tila. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2020.)

Maatalouden ympäristötuki

Maatalouden ympäristötukijärjestelmän osana ympäristötoimenpiteitä on toteutettu laajasti vuodesta 1995 lähtien. Tähän tukijärjestelmään on sitoutunut maataloista ja niiden peltoalasta yli 90 %. (Tattari ym. 2015b, 41.) Maataloudelle on täydentäviä ehtoja, jotka muodostuvat lakisääteisistä hoitovaatimuksista, hyvän maatalouden ja ympäristön vaatimuksista. Nämä ehdot ovat useimpien viljelijätukien ehtona. Täydentävissä ehdoissa vesistöihin vaikutta-

via vaatimuksia ovat muun muassa pientareet ja suojakaistaleet vesistöjen läheisyydessä. Lisäksi pohjavesialueilla on erilaisia ehtoja esimerkiksi kesanto-
peltojen kasvipeitteisyydestä ja haitallisten aineiden säilytyksestä. (Ruokavirasto 2021a.) Lakisääteiset ympäristöön liittyvät hoitovaatimukset liittyvät lannan ja lannoitteiden käyttöön ja varastointiin sekä luonnon suojelemiseen maatalousmaalla. (Ruokavirasto 2021a.) Lannan käyttöä ja varastointia koskevasta lainsäädännöstä on enemmän tietoa tämän työn kappaleessa 2.5.1.

Ympäristökorvaus on yksi tuki, jota haettaessa tulee noudattaa täydentäviä ehtoja. Ympäristökorvaukseen sisältyvät ympäristösitoumus ja -sopimukset. Sitoumuksen perustasolla tarkoitetaan täydentävien ehtojen ja tiettyjen asetusten vaatimuksia. Ympäristökorvausta puolestaan maksetaan toimenpiteistä, jotka ylittävät perustason. (Ruokaviraston 2021b.) Korkeampaan tukitasoon oikeuttavat esimerkiksi peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys ja suojavyöhykkeet (Ruokavirasto 2021c).

2.5.1 Maatalouden vesistökuormitus ja sen vähentäminen

Maatalouden vesistökuormitus aiheutuu karjataloudesta ja peltoviljelystä. Pohjoismaissa pintavalunnasta ja peltojen ravinnehuuhtoutumisesta suurin osa muodostuu kasvukauden ulkopuolella, kuten syysateiden aikana, kun vesi kyllästää maaperän ja talviolosuhteissa lumen sulamisen aikaan. (Tattari ym. 2015a, 18; Ulén ym. 2012.) Maa-aineksen irtoamista voi tapahtua myös sade-
pisaroiden vaikutuksesta. Yleensä tällä ei Pohjoismaissa ole suurta vaikutusta, koska sateiden voimakkuus on suhteellisen pieni. (Ulén ym. 2012.)

Pelloille levitettävä lanta voi sisältää ravinteiden lisäksi taudinaiheuttajamikrobeja. (Ruokavirasto 2019a). Kuten aiemmin on mainittu, kryptosporidit erittyvät karjan ulosteisiin ja ovat ympäristössä hyvin eri olosuhteita kestäviä. Vesistökuormituksen laajuus ja voimakkuus riippuvat muun muassa valuma-alueen ominaisuuksista, maankäytön laajuudesta ja tehdyistä toimenpiteistä. Toimenpiteitä ravinne- ja kiintoainekuormituksen vähentämiseksi tiloilla tehdään pellolla, pellon reunoilla ja ulkopuolella. (Tattari ym. 2015b, 9; 41.)

Eroosioksi kutsutaan maa-aineksen irtautumista esimerkiksi veden ja jään aiheuttamien voimien vuoksi ja irronneen aineksen kulkeutumista veden mu-

kana. Se aiheuttaa haittoja maaperälle ja vesistöille. Eroosioaines, joka sisältää runsaasti ravinteita, köyhdyttää maaperää ja samalla kulkeutuessaan pintavesiin heikentää vedenlaatua. Suomessa merkittävin eroosion muoto on peltoalueilla tapahtuva vesieroosio ja se aiheutuu vesisateista sekä lumensulanasta sekä niiden aiheuttamasta pintavalunnasta. Vesieroosion määrä Suomessa on selkeästi pienempi kuin useissa muissa maissa, koska sateet eivät ole niin rankkoja ja maastossa on suhteellisen pienet korkeuserot. Ensisijaisesti eroosion aiheuttamat ongelmat liittyvät maa-ainekseen kiinnittyneen fosforin kulkeutumiseen pintavesiin, ojien pohjien liettymiseen ja pintavesien saameutumiseen. Lisäksi muitakin ravinteita, raskasmetalleja ja torjunta-aineita kulkeutuu pintavesiin sitoutuneena maa-ainekseen. (Franti 2009, 153–154.)

Maan hyvä mururakenne vähentää tehokkaasti kiintoaineksen ja ravinteiden pintavaluntaa pellolta ja näin myös eroosiota. Orgaaninen aines parantaa maan mururakennetta. Mitä enemmän pintamaassa on orgaanista ainesta sitä pienempi eroosioherkyys on. Maa on kuitenkin alttiimpaa eroosiolle maan mururakenteen rikkouduttua, esimerkiksi kynnön ja muun muokkauksen jälkeen. (Franti 2009, 159; Tattari ym. 2015a, 18.)

Eroosion torjunnalla koetetaan vähentää sadepisaroiden vaikutusta pintavaluntaan ja maa-ainekseen, hidastaa virtausnopeutta ja parantaa maan rakenteen pysyvyyttä. Tärkeimpiä toimenpiteitä eroosion vähentämiseksi peltoalueilla ovat kasvukauden ulkopuolinen kasvipeitteisyys ja etenkin syksyllä kevennetyt muokkausmenetelmät tai muokkauksen tekemättä jättäminen, jolloin voidaan säilyttää maan rakennetta ja lisätä veden imeytymistä maaperään. Eroosioalttiutta maanpinnalla vähennetään ensisijaisesti viljelymenetelmillä ja pinnan muotoilulla. (Franti 2009, 165.)

Pellon reunalla vesiensuojelutoimenpiteenä käytetään suojavyöhykkeitä. Niillä tarkoitetaan kaltevan pellon vesistöön tai vesiuomaan rajoittuvia alueita, jotka poistetaan viljelystä. (Tattari ym. 2015b, 41.) Jotta suojavyöhykkeet toimivat tehokkaasti, virtaus niiden läpi tulee olla koko alueen yli tasaista, eikä maata syövyttäviä oikoreittejä saa syntyä (Franti 2009, 166). Peltojen ulkopuolella tehtäviksi toimenpiteiksi lukeutuvat kosteikot, jotka pidättävät ylemmältä valuma-alueelta tulevaa kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. Kosteikkojen määrä

Suomessa on pieni ja niiden vaikutus maatalouden ravinne- ja kiintoainekuormituksen määrään on vähäinen. (Tattari ym. 2015b, 42.)

Maatalouden vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta koskeva lainsäädäntö

Ympäristösuojelulain tarkoituksena on muun muassa ehkäistä ympäristön pilaantumista. Lain 140. §:n mukaan pintavesien osalta on tavoiteltava kaikessa toiminnassa sellaista laatua, jossa vesiympäristölle haitallisista tai vaarallisista aineista ei aiheudu terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantumista. (Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.)

Valtioneuvosten asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta on annettu vuonna 2014, ja se määrää maataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta. Myöhemmin asetuksesta käytetään nimeä nitraattiasetus. Asetus on tullut voimaan 1.4.2015. Asetuksella täytäntöön pannaan Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivi (91/676/ETY), joka on annettu vesien suojelemisesta maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta. Nitraattiasetuksen tavoitteena on vähentää ja ehkäistä lannan ja muiden lannoitteiden käsittelystä, varastoinnista ja käytöstä sekä eläintuotannosta aiheutuvia päästöjä pohjavesiin, pintavesiin, ilmaan ja maaperään. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18.12.2014/1250.)

Nitraattiasetuksen 4. §:ssä on säädetty varastointitilojen, jaloittelalueiden ja ruokinta- ja juottopaikkojen sijoittamisesta. Niitä ei saa esimerkiksi sijoittaa tulvanalaiselle alueelle tai alle 50 metrin etäisyydelle vesistöistä tai talousvesikäytössä olevasta kaivosta, eikä myöskään alle 25 metrin päähän valtaojasta. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 4. §.) Lannan varastointitilojen tulee riittää ainakin vuoden aikana kertyvälle lannalle. Lisäksi, jos kuivalantaa kertyy tilalla enintään 25 m³ vuoden aikana tai jos tilalla varastoidaan saman verran kuivalantaa, voidaan se varastoida tiiviillä siirtolavalla tai vastaavalla alustalla, joka peitetään katteella tai katoksella. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 5. §.)

Rakenteellisista vaatimuksista on säädetty nitraattisetuksen 7. §:ssä muun muassa lannan varastointitiloille. Rakenteelliset vaatimuksen koskevat 1.4.2015 jälkeen rakennettuja lantaloita. Lantaloiden, lantakourujen ja muiden lannan johtamiseen käytettävien rakenteiden on oltava vesitiiviitä. Asetuksen mukaan lietelantalat tulee kattaa kelluvalla tai kiinteällä katteella. Lisäksi kuivalantala tulee kattaa tai peittää niin, että sadevedet eivät pääse varastointitilaan. Lannan kuormaaminen on tehtävä kovapohjaisella alustalla, jolta varisut tai imeytynyt lanta voidaan tarvittaessa kerätä talteen. Jaloittelualueita on myös hoidettava niin, ettei ravinnepäästöjä aiheudu pinta- tai pohjavesiin. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 7. §.) Kuivalantaa saa poikkeustilanteessa varastoida aumassa. Tällöinkään varastoinnista ei saa aiheutua vesistön pilaantumista. Aumaa ei saa sijoittaa tulvanalaiselle alueelle, eikä alle 100 metrin päähän vesistöstä tai valtaojasta. Auman pohjalle tulee levittää 20 cm kerros nestettä sitovaa ainetta ja auma on peitettävä tiivistä. Alusta tulee muotoilla niin, että ympäristöön ei pääse valumaan nesteitä. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 8. §.)

Lannan levittäminen pelloille on kielletty 1.11.–31.3. välisenä aikana. Jos lantaa ei voida poikkeuksellisten sääolosuhteiden takia hyödyntää lannoitteena pelloilla kasvukauden aikana, voidaan kieltoajasta poiketa marraskuun loppuun asti. Tällaisena poikkeuksellisena sääolosuhteena voidaan pitää tilannetta, jossa pellon märkyys runsaiden sateiden tai vähäisen haihdunnan takia estänyt lannan syyslevityksen viimeistään lokakuussa. Talven yli kasvipeitteisenä pidettäville pelloille lantaa ei saa levittää syyskuun 15. päivästä eteenpäin muuten kuin sijoittamalla. Lannoitteita ei myöskään saa levittää routaan-tuneeseen tai lumipeitteiseen maahan. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 10. §.) Lannan levittäminen on kielletty viisi metriä lähempänä vesistöä ja myös seuraavan viiden metrin vyöhykkeellä lannan pintalevitys on kielletty, jos peltoa ei muokata vuorokauden kuluessa levityksestä. Samassa pykälässä säädetään, että talousveden hankintaan käytettävien kaivojen tai lähteiden ympärille on jätettävä 30 – 100 metrin levyinen vyöhyke, johon ei voi levittää lantaa. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 10. §.)

2.5.2 Pintaveden käyttö alkutuotannossa

Suomessa pintavettä voidaan käyttää alkutuotannossa, esimerkiksi kastelu-, puhdistus-, pesu- tai jäähdytysvetenä. Lisäksi vettä voidaan käyttää tuotantoeläimien juomavetenä sekä vesiviljelyssä. Käytettävän veden laadulla voi olla tärkeä merkitys tuotteiden ja elintarvikkeiden turvallisuuden kannalta. Elintarviketurvallisuuden kannalta veden laadulla on suuri merkitys erityisesti silloin, kun vesi on kosketuksissa esimerkiksi kasvisten syötävän osan kanssa ja kasviksia ei kuumenneta ennen syömistä. Tällöin käytettävän veden laatu tulee selvittää. Vesinäytteestä tulee tutkia *E. coli* ja suolistoperäiset enterokokit, sekä arvioitava väri ja haju, sekä luonnonvesistä syanobakteerien esiintyminen. Vedessä ei myöskään saa olla esimerkiksi pieneliöitä tai loisia, jotka voisivat vaarantaa saatavien elintarvikkeiden turvallisuutta. Laadun tutkimista ei kuitenkaan vaadita, jos kyseessä on esimerkiksi altakastelujärjestelmä, jolloin vesi ei kosketa kasvien syötäviä osia. (Ruokavirasto 2018b.) Yhdeksi riskienhallintakeinoksi on esitetty, että marjojen ja kasvisten huuhtelua ja kastelua luonnonvesillä tulee välttää (Hallavuo & Johansson 2010).

Ulkomailla ja Suomessa elintarvikevälikkeiset *Cryptosporidium*-epidemiat ovat liittyneet hedelmiin ja vihanneksiin, koska ne syödään usein raakana. (Cacciò & Pugatini 2014, 68; Robertson & Chalmers 2013.) Kryptosporidien aiheuttamista epidemioista on kerrottu lisää tämän työn kappaleessa 2.7.

2.6 *Cryptosporidium* talousvedessä

Ookystat voivat päätyä valuma- ja jätevesistä pinta- ja pohjaveteen ja lopulta kulkeutuminen talousveteen on mahdollista. Gallas-Lindemann ym. (2012, 9) ovat tutkineet *Giardian* ja *Cryptosporidiumin*, siirtymistä saastelähteestä juomaveteen. Tutkimuksessa otettiin vuosien 2009–2011 välillä 396 vesinäytettä, josta jätevesinäytteitä oli 206, juomavesinäytteitä 136 ja uimavesinäytteitä 54. *Cryptosporidiumin* ookystia löytyi 31,1 % jätevesinäytteistä ja 9,5 % juoma- ja pintavesistä. (Gallas-Lindemann ym. 2012, 9.) Äskettäin julkaistun Daraein ym. (2020) maailmanlaajuisen meta-analyysin mukaan *Cryptosporidiumia* on esiintynyt 25,5 %:ssa juomavesistä, 31,6 %:ssa raakavesistä ja 18,8 %:ssa pohjavesistä. Tutkimuksessa havaittiin, että esiintyvyys käsitellyssä vedessä

oli pienempi kuin käsittelemättömässä vedessä. Siksi asianmukaisten vedenkäsittelymenetelmien käyttö vähentämään kryptosporidien määrää on tärkeää. (Daraei ym. 2020.)

Robertson ym. (2021) ovat tehneet Norjassa riskinarviota juomavedessä olevista alkueläimistä. Ensimmäinen selvitys aiheesta on tehty vuonna 2009 ja uudelleen vuonna 2020. Norjassa suurin osa juomavedestä valmistetaan pintavedestä. Vuoden 2009 selvityksessä havaittiin, että kryptosporidioosin ilmaantuvuus Norjan väestössä on todennäköisesti suhteellisen vähäistä vaikakin aliarvioitua. Silloin on arvioitu, että vesilähteet ovat laajasti, mutta matalalla tasolla saastuneet alkueläimillä. Epidemioiden puute myös viittasi siihen, että monissa vedenkäsittelylaitoksissa on alkueläimiä vastaan tehokkaita käsittelymenetelmiä, kuten UV-käsittely tai membraanisuodatus. Vuoden 2020 selvitykseen kerättiin tietoa muutoksista vuosien 2009–2020 välillä. Kryptosporidioosista on Norjassa tullut raportoitava tauti vuonna 2012 ja vuodesta 2016 asti tartuntalukumäärät ovat nousseet. Norjassa vuonna 2009 UV-käsiteltyä talousvettä toimitettiin 50 % ja vuonna 2020 osuus oli 85 %. Vuosien 2009 ja 2018 välillä Norjassa on analysoitu 870 raakavesinäytettä ja 230 käsiteltyä talousvesinäytettä alkueläinten varalta. Suurin osa näytteistä oli negatiivisia, mutta myös positiivisia löydöksiä *Cryptosporidiumin* ookystien osalta raportointiin. Kaikkien positiivisten havaintojen ja analyysien yksityiskohtia ei ollut tiedossa, esimerkiksi ei ollut varmuutta oliko analyysit suoritettu akkreditoitussa laboratorioissa, eikä lajin tai genotyypin määrittämisen tuloksia ollut tiedossa. Johtopäätöksenä vuonna 2020 oli, ettei loisten esiintymisestä Norjan vesilähteissä näytä olevan selkeämpää näyttöä kuin yli vuosikymmen aiemmin, koska oleellisten tulosten raportointi oli puutteellista. (Robertson ym. 2021, 1–8.)

Desinfiointimenetelmät

Kryptosporidien ookystat kestävät hyvin yleisesti käytettyjä desinfiointiaineita kuten klooriyhdisteitä, jota käytetään yleisesti talousveden desinfioinnissa sekä uima-altaissa (Chalmers & Davies 2010; Slifko ym. 2000, 1379). *Cryptosporidium* voi olla ongelmallinen vesilaitoksille, koska se voi olla yleinen pintavesissä ja pintavedestäkin löytyvät alkueläimen ookystat ovat välittömästi

tartuttavia, kun ne erittyvät isännästään. Ookystat säilyvät elinkelpoisina tavanomaisesta klooridesinfiointissa. (Rochelle & Giovanni 2014, 490.) Lisäksi useimmat vanhemmat laitokset käyttävät menetelmiä, jotka on suunniteltu sameuden ja orgaanisen materiaalin poistamiseen, mutta niitä ei ole suunniteltu kryptosporidien ookystien kokoluokan hiukkasten poistamiseen. Toimivia desinfiointimenetelmiä *Cryptosporidiumin* poistamiseksi vedestä ovat esimerkiksi klooridioksidi, otsoni ja UV-valo. (Monis ym. 2014, 532–542.)

Ruotsin Östersundissa tapahtuneen suuren *Cryptosporidiumin* aiheuttaman vesivälitteisen epidemian aikaan Östersundin merkittävimmällä vedenkäsittelylaitoksella oli käytössä otsonointikäsittely ja juomaveden desinfiointiin käytettiin myös klooriamiinia. Näiden käsittelyiden havaittiin olevan riittämättömiä *Cryptosporidiumin* ookystien poistamiseksi tai inaktivoimiseksi. Ookystia havaittiin raaka- ja juomavedessä vielä kuukausia epidemiapiikin jälkeen. Epidemian jälkeen pitkäaikaiseksi ratkaisuksi Östersundissa alkueläinten vähentämiseksi asennettiin UV-desinfiointilaitteisto vedenkäsittelyyn. Tämän lisäksi putkia huuhdottiin jatkuvasti epidemian jälkeen. (Wideström ym. 2014, 578–588.)

2.7 *Cryptosporidiumin* aiheuttamat epidemiat

Useiden tartuntareittien vuoksi kryptosporidioosin epidemiologia on monimutkaista. Kryptosporidioosiepidemioiden ja satunnaisten tapausten tutkiminen on kuitenkin auttanut ymmärtämään paremmin riskitekijöitä ja infektiolähteitä. (Cacciò & Pugatini 2014, 43.) *Cryptosporidium* spp. on toistuvasti luokiteltu maailman johtavaksi alkueläinten aiheuttamien vesiepidemioiden syyksi. *Cryptosporidiumin* aiheuttamia vesiepidemioita on yhdistetty niin talousveteen kuin uimaveteenkin. (Baldursson & Karanis 2011; Efstratiou ym. 2016.)

Erilaisten elintarvikkeiden saastumisia *Cryptosporidiumin* ookystilla on havaittu tutkimuksissa ympäri maailmaa. Nämä tutkimukset ovat usein keskittyneet hedelmiin ja vihanneksiin, koska nämä elintarvikkeet ovat alttiita saastumiselle ja niitä syödään usein raakana tai vähäisen lämpökäsittelyn jälkeen, mikä lisää tartunnan mahdollisuutta. (Cacciò & Pugatini 2014, 68; Robertson & Chalmers 2013.) Lisäksi välittäjäelintarvikkeina ovat olleet pastöroimaton omenasiideri, raaka sipuli ja kanasalaatti (Hallavuo & Johansson 2010).

Aina epidemiat eivät liity suoraan elintarvikkeisiin tai talous- ja uimavesiin. Saksassa havaittiin vuonna 2013 kryptosporidioosiepidemia, jossa ilmoitettiin 167 sairastumista. Epidemia alkoi 6 viikkoa joen laajan tulvimisen jälkeen; tulva-alueella sijaitti leikkikenttiä, lampia, puistoja ja urheilutiloja. Epidemiologiset tutkimukset antoivat näyttöä, että oleskelu kuivuneille tulva-alueilla johti lasten sairastumiseen. (Getler ym. 2015.)

2.7.1 *Cryptosporidiumin* aiheuttamat vesivälitteiset epidemiat maailmalla

Efstratioun ym. (2016) mukaan vuosien 2011 ja 2016 välillä on raportoitu maailmanlaajuisesti ainakin 381 alkueläimen aiheuttamaa vesivälitteistä epidemiaa. Näiden epidemioiden yleisimmäksi aiheuttajaksi oli raportoitu 63 % tapauksissa (239 kpl) *Cryptosporidium* spp. ja näistä tapauksista ainoastaan 38 tapauksessa tunnistettiin tarkemmin epidemian aiheuttanut *Cryptosporidium*-laji. Lajeiksi tunnistettiin 26 epidemiassa *C. hominis*, 11 epidemiassa *C. parvum* ja yhdessä epidemiassa *C. cuniculus*. (Efstratiou ym. 2016.)

Baldurssonin & Karanisin (2011) mukaan vuosina 2001–2010 on maailmanlaajuisesti raportoitu ainakin 199 vesivälitteistä alkueläintein aiheuttamaa epidemiaa. Näiden raportoitujen epidemioiden aiheuttaja oli *Cryptosporidium* spp. 60,3 %:ssa tapauksista. Uimavesiin liittyneitä *Cryptosporidium*-lajien aiheuttamia epidemioita oli vuosien 2011–2016 välillä 48 kappaletta (Efstratiou ym. 2016), kun taas vuosien 2004–2010 välillä niitä oli ollut 65 kappaletta (Baldursson & Karanis 2011).

Tunnetuimman esimerkit *Cryptosporidiumin* aiheuttamista laajoista vesivälitteistä epidemioista ovat tapahtuneet vuonna 2010 Ruotsissa ja vuonna 1993 Yhdysvalloissa. Ruotsin Östersundissa noin 27 000 ihmistä sairastui kryptosporidioosiin vesivälitteisen epidemian seurauksena. Epidemian aiheuttajaksi todettiin *C. hominis*. Ympäristönäytteistä *Cryptosporidiumin* ookystia löydettiin raakavedestä vesilaitokselta, talousvedestä, vedenjakeluverkostossa ja raakavedestä Storsjön järvestä. (Wideström ym. 2014.) Vuonna 1993 Milwaukeeissa *Cryptosporidium* aiheutti massiivisen vesivälitteisen epidemian

jossa noin 400 000 ihmistä sairastui. Ookystat pääsivät kaupungin vedenkäsittelylaitoksen suodatusjärjestelmän läpi. Milwaukeen epidemiaan johtaneiden ookystien lähde ja niiden pääsy Michiganjärvelle on edelleen teoreettinen. Mahdollisia lähteitä olivat nautakarja kahden joen varrella, jätevesiviemärit tai teurastamot. Lisäksi joet, jotka tulvivat kevätsateiden yhteydessä ja lumien sulassa, ovat voineet mahdollisesti kuljettaa ookystia Michiganjärvelle. (Mac Kenzie ym. 1994.)

2.7.2 *Cryptosporidiumin* aiheuttamat epidemiat Suomessa

Kryptosporidioosiepidemiat Suomessa ovat olleet pääasiassa elintarvikevälikkeisiä, ja lisäksi on ollut yksittäistapauksia matkailijoilla, ja eläinten kanssa työskentelevillä. Vasikoiden ja ihmisten tartunnat ovat kuitenkin lisääntyneet. (Suokorpi ym. 2019.) Suomessa vesivälitteisiä *Cryptosporidiumin* aiheuttamia epidemioita ei ole ollut.

Vuonna 2008 Suomessa on todettu *Cryptosporidiumin* aiheuttama ruokamyrkytys-epidemia. Muutaman viikon aikana 72 samassa henkilöstöravintolassa ruokaillutta henkilöä sairastui *C. parvum*-alkueläimen aiheuttamaan ripuliin. Epidemian aiheuttaja oli todennäköisesti ulkomainen salaattisekoitus. (Niskanen ym. 2010.) Vuonna 2012 loka-marraskuussa ilmoitettiin viisi epäilyä kryptosporidioosiepidemiasta. Yhteensä sairastuneita näissä oli 264 henkilöä. Tapauksia yhdisti hollantilainen salaatti. (Pihlajasaari ym. 2016; Åberg ym. 2015.)

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Kryptosporidioosi – Nouseva zoonoosiuhka (KRYPTO) hanke

Ruokaviraston koordinoimassa Kryptosporidioosi – Nouseva zoonoosiuhka nautakarjoissa eli KRYPTO-hankkeessa on tavoitteena selvittää kryptosporidioosin lisääntymisen syitä. Hankkeeseen osallistuvat Ruokavirasto, Terveystieteiden tutkimuskeskus ja hyvinvoinnin laitos, Työterveyslaitos, Eläinten terveys ETT ry, Helsingin yliopisto, Valio Oy ja EU:n loistautien vertailulaboratorio. Hanketta rahoittaa Maatalouden kehittämisrahasto Makera. (Ruokavirasto 2019c; Tutkimussuunnitelma 2019.)

Tämä opinnäytetyö tehtiin osana Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) työpakettia, jossa on tarkoitus selvittää naudatilojen ulosteperäisiä päästöjä vesistöihin ja talousvesijärjestelmiin tiloilla sekä valumavesien roolia kryptosporidien ympäristöön leviämässä. Työpaketissa valitaan 5–10 kappaletta lypsykarjatilaa, joista kerätään vesinäytteitä sekä valuma- että talousvesistä. Tiloille tehtävän kyselyn avulla selvitetään toimintatapoja tiloilla, jotka voivat vaikuttaa kryptosporidien leviämiseen ympäristöön. Tämä opinnäytetyö toteutetaan osana työpakettia laatimalla kysely laajemmalle joukolle naudatiloja. (Tutkimussuunnitelma 2019.)

Opinnäytteen ja työpaketin tavoitteena on lisätiedon hankkiminen ja sen avulla varautuminen talousveden tai virkistyskäytön välityksellä leviäviin *Cryptosporidium*-epidemioihin. Suomessa ei ole ollut vesivälitteisiä *Cryptosporidium*-epidemioita ja veden mahdollista roolia tartuntojen levittäjänä tulee selvittää. Lisäksi työpaketin ja tämän opinnäytetyön avulla voidaan löytää riskitekijöitä kryptosporidien ympäristöön leviämiseen ja niiden avulla pohtia mahdollisia keinoja ennaltaehkäistä ja vähentää kryptosporidien leviämistä tiloilta vesistöihin tai kasteluvesien mukana esimerkiksi vihannesviljelmille. (Ruokavirasto 2019c.)

3.2 Kyselytutkimus

Aineiston kerääminen toteutettiin sähköisellä kyselyllä. Kyselytutkimusten etuna on se, että niiden avulla voidaan kerätä laajojakin tutkimusaineistoja. Lisäksi kyselymenetelmä on tehokas, koska se voidaan toimittaa isolle joukolle. Kyselytutkimuksen heikkouksia voivat olla se, että vastaajat eivät suhtaudu kyselyyn toivotulla vakavuudella, selkeiden vastausvaihtoehtojen laatiminen voi olla haastavaa, kyselyn laatiminen vaatii muutoinkin kattavaa taitoa ja tietoa ja kyselyn saajien vastaamattomuus eli kato. (Hirsjärvi ym. 2009, 195.)

Kyselyn tavoitteena oli selvittää sekä käytäntöjä että toimintaa tiloilla ja niiden pohjalta arvioida riskitekijöitä, jotka voivat edesauttaa kryptosporidien ja ulosteperäisten päästöjen leviämistä tiloilta vesistöihin. Kyselyn 16 kysymystä liittyvät kiinteistön jätevesien käsittelyyn, lannan varastointiin, kuiva- ja lietelannan levittämiseen, nautojen jaloittelu- ja iglutarhojen ja laitumien valumavesiin ja vesistöjen ja uimapaikkojen etäisyyteen kuormituslähteistä (liite 1).

Useimmat kyselylomakkeen kysymyksistä olivat monivalintakysymyksiä, jotka sallivat vastaajien valita samaan kysymykseen useamman vastausvaihtoehdon. Kaikki kysymykset olivat vapaaehtoisia eli niihin ei ollut pakollista vastata. Lähes kaikissa kysymyksissä oli erilaiset vastausvaihtoehdot ja jokaisessa kysymyksessä oli mahdollisuus vastata ”En osaa sanoa” tai ”Ei koske tilaa/rakennusta.” Kyselyssä vältettiin avoimia kenttiä ja niitä kyselyssä olikin vain yksi. Kyselylomake on kokonaisuudessaan liitteessä 1. Kyselyn valmisteltiin yhteistyössä koko KRYPTO-hankkeen tutkimusryhmältä ja kysymyksiä muokattiin saatujen palautteiden ja keskustelun perusteella. Jo etukäteen pohdittiin tilallisten vastausaktiivisuutta ja mahdollista vastaamattomuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Kysely toteutettiin vastaajia yksilöimättä sähköisesti vastattavalla kyselyllä ja se laadittiin Webropol 3.0-ohjelmalla. Kysely oli avoinna vastaajille 20.11.2020–31.1.2021. Kysely on eri reittejä pitkin saavuttanut tuhansia nauatilallisia. Se toimitettiin Valiolaisille maitotilayrittäjille uutiskirjeessä, se oli nähtävillä myös Valion intranetissä Valmassa ja maitotilayrittäjien suljetussa Facebook-ryhmässä. Lisäksi kysely oli nähtävillä ETT ry:n verkkosivuilla julkisena kaikille ja siitä informoitiin myös nautaterveydenhuollon seurantajärjestelmän Nasevan uutissivulla. Muistutusviesti lähetettiin Valion suljetussa Facebook-ryhmässä tammikuun 2021 puolessa välissä.

Webropolista saatu aineisto tuotiin Excel-tiedostona taulukkolaskentaohjelmaan (versio 16.47) ja myös PDF-raporttina. Vastaukset on mahdollista erottaa toisistaan vastausajan perustella. Koska kyselyn avulla etsittiin riskitekijöitä kryptosporidien ympäristöön leviämiseen liittyen, tehtiin pääasiassa aineiston kuvailua ja riskitekijöiden pohdintaa tuotetun aineiston pohjalta. Saatujen vastausten tarkastelua tehtiin aineiston lajittelun, vertailun ja frekvenssien avulla. Esimerkiksi tiloja, joilla vasikoiden kryptosporidioosia oli ollut verrattiin tiloihin, joilla sitä ei oltu havaittu.

Aineiston tilastolliseen käsittelyyn käytettiin SPSS-ohjelmistoa (versio 27), koska haluttiin vertailla kahta eri ryhmää. Ryhmien vertailuun valittiin ristiintaulukointi ja tilastollisen merkitsevyyden havaitsemiseen ei-parametrinen Khiin neliö (χ^2)-testi. Tämä testi sopii aineistoille, jonka muuttujat ovat nominaali- eli

luokitteluasteikolla. Testin tarkoituksena oli selvittää, onko kahden muuttujan välillä tilastollisesti merkitsevää riippuvuutta. (Heikkilä 2014, 200.) Tilastollisessa käsittelyssä vertailtiin tiloja, joilla oli todettu vasikoiden kryptosporidioositartuntoja viimeisen vuoden aikana, niihin tiloihin, joilla vasikoiden kryptosporidioositartuntoja ei ollut viimeisen vuoden aikana ollut. Käsittelyllä etsittiin mahdollisia tekijöitä, jotka voisi olla yhteydessä tai selittää vasikoiden kryptosporidioositartuntoja tiloilla. Kaikki testatut tekijät ovat nähtävissä liitteessä 2. Nollahypoteesina oli, ettei kyselyssä kysytyjen tekijöiden ja vasikoiden kryptosporidioositartuntojen välillä ole riippuvuutta. Merkitsevyystasoksi valittiin $p < 0,05$. Khiin neliö-testin käytön edellytyksenä on, että enintään 20 % odotetuista frekvensseistä saa olla pienempi kuin 5 ja jokaisen odotetun frekvenssin tulee olla suurempi kuin 1 (Heikkilä 2014). Tuloksia, jotka eivät täyttäneet käytön edellytyksiä, ei otettu huomioon, eikä niitä esitetä liitteessä 2.

4 KYSELYN TULOKSET

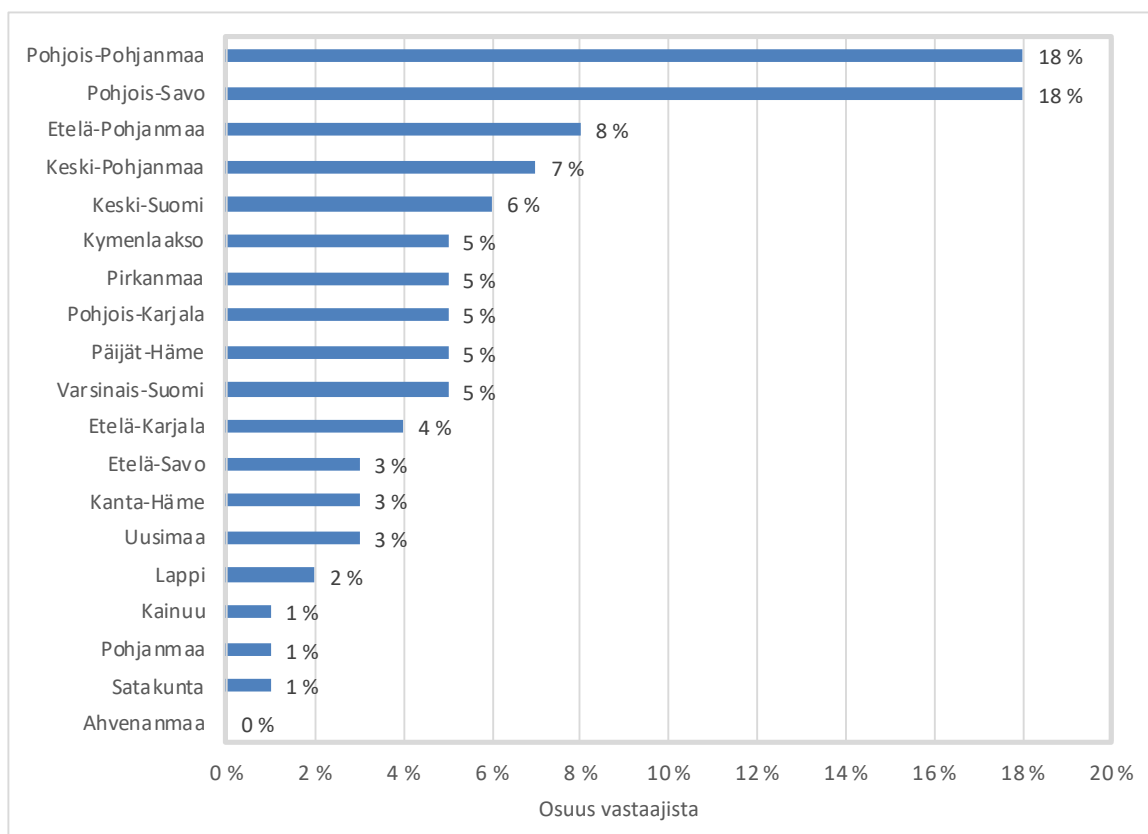
Kyselyyn saatiin 90 vastausta. Tarkkaa vastausprosenttia ei voida laskea, koska linkki on ollut jaossa julkisella verkkosivulla. Kaikista kyselylinkin avanneista lopullisen vastauksen antoi noin 19 % ja vastaamisen aloittaneista 76 % vastasi loppuun saakka (taulukko 2.)

Taulukko 2. Kyselyn seurantalstatot Webropolista.

	Lukumäärä
Vastattu kyselyyn: Julkinen nettilinkki	90
Kysely avattu vastaajien toimesta	462
Vastaaminen aloitettu	117

4.1 Taustatiedot

Kyselyyn vastanneista 87 ilmoitti maakunnan sitä kysyttäessä (kuva 5). Eniten vastaajia oli Pohjois-Pohjanmaalta, Pohjois-Savosta ja Etelä-Pohjanmaalta. Vähiten vastaajia oli Kainuusta, Pohjanmaalta ja Satakunnasta. Ahvenanmaalta ei tullut yhtään vastausta.



Kuva 5. Vastaajien ilmoittamat maakunnat (n=87)

Suurimmalla osalla (92 %, 81/88) vastaajista asuinrakennus sijaitsee samassa pihapiirissä navetan kanssa. Kyselyn lisätiedoissa pihapiiriksi kerrottiin kävelymatka asuinrakennukselta navetalle.

Viimeisen vuoden aikana vasikoiden kryptosporidioosia oli todettu kolmasosalla (n= 30) vastaajien tiloista. Lopuilla (63 %, 57/90) vasikoiden kryptosporidioosia ei ollut todettu tai tutkittu ja kolme tilaa ei osannut sanoa. Tiloista, jotka ilmoittivat vasikoillaan olleen kryptosporidioosia viimeisen vuoden aikana, suurin osa sijoittui Pohjois-Pohjanmaalle (23 %, 7/30), Pohjois-Savoon (13 %, 4/30) ja Etelä-Pohjanmaalle (13 %, 4/30). Tämä maakuntien järjestys on sama kuin maakuntien, joista vastauksia kyselyyn saatiin eniten.

Tilastollisesti vertailtiin, onko kyselyssä oleilla muuttujilla eroa kahden ryhmän eli niiden tilojen, joilla oli ollut vasikoiden kryptosporidioosia viimeisen vuoden aikana ja niiden tilojen, joilla ei ollut vasikoiden kryptosporidioosia, välillä. Khiin neliö (χ^2)-testi tehtiin kaikille kyselyssä esiintyville muuttujille (liite 2).

Suurimmassa osassa tarkasteltuja muuttujia ei havaittu tilastollista merkitsevyyttä ($p < 0,05$), mutta joitakin tilastollisia merkitsevyyksiä löydettiin. Ne on esitetty asiaa koskevien tulosten yhteydessä.

4.2 Jäteveden käsittely

Navetan jätevesien käsittely

Kyselyssä kysyttiin mustan eli käymälävesien ja harmaan eli pesuvesien käsittelystä niin asuinrakennuksessa kuin navetassakin. Navetassa musta jätevesi menee useimmiten lietesäiliöön tai umpikaivoon. Muutamilla vastaajista on käytössään molemmat umpikaivo tai -säiliö ja lietesäiliö ja muutamilla vastaajilla ne molemmat ovat osana muita jäteveden käsittelyjärjestelmiä. Yhdeksän vastaajista oli vastannut, ettei mustan veden eli käymälävesien käsittely koske navettaa. Navetassa harmaan jäteveden käsittelyssä eniten valittu vaihtoehto oli lietesäiliö, tämän jälkeen saostuskaivo ja umpikaivo tai -säiliö. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Navetan jätevesien käsittely (n=90).

	Liete- säiliö	Umpi- kaivo tai -säiliö	Saostus- kaivo	Imeytys- kenttä	Kunnal- listek- niikka	Jokin muu	Ei koske raken- nusta
Musta vesi	40	30	13	7	8	5	9
Harmaa vesi	72	9	10	8	3	3	1

Koska kyseessä oli monivalintakysymys, vastaajat pystyivät valitsemaan useamman vastausvaihtoehdon. Tällaisissa tilanteissa vastaajat olivat vastanneet useimmiten navetan mustan jäteveden osalta umpikaivo tai säiliö ja lietesäiliö (n=3). Navetan harmaan jäteveden osalta useampia vastausvaihtoehtoja valitsi 10 tilallista, mutta mikään yhdistelmä ei noussut ylitse muiden.

Tiloilla, joilla kryptosporidioosia vasikoilla oli havaittu, navetan musta jätevesi johdettiin useammin umpikaivoon tai -säiliöön tai lietesäiliöön, kun niitä verrattiin tiloihin, joilla ei ole todettu kryptosporidioosia. Lisäksi kunnallistekniikkaa navetan mustan jäteveden käsittelyssä oli vähemmän. (Taulukko 4.) Tiloilla, joilla kryptosporidioosia oli havaittu, johdettiin harmaa jätevesi useammin lietesäiliöön tai imeytyskenttään. Tiloilla, joilla ei ole todettu kryptosporidioosia, oli kunnallistekniikka useammin käytössä navetan jätevesien käsittelyssä kuin

tiloilla, joilla kryptosporidioosia vasikoilla oli todettu (taulukko 5). Näissä tuloksissa ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittäviä eroja (liite 2).

Taulukko 4. Navetan mustan jäteveden käsittelyratkaisut tiloilla, joilla on havaittu kryptosporidioosia vasikoilla ja ei ole havaittu kryptosporidioosia.

	Kunnallistekniikka	Umpikaivo tai -säiliö	Lietesäiliö	Imeytyskenttä	Saostuskaivo
Ei kryptosporidioosia (N=57)	11 %	32 %	40 %	9 %	19 %
Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)	7 %	40 %	50 %	3 %	7 %

Taulukko 5. Navetan harmaan jäteveden käsittelyratkaisut tiloilla, joilla on havaittu kryptosporidioosia vasikoilla ja ei ole havaittu kryptosporidioosia.

	Kunnallistekniikka	Umpikaivo tai -säiliö	Lietesäiliö	Imeytyskenttä	Saostuskaivo
Ei kryptosporidioosia (N=57)	5 %	12 %	75 %	7 %	16 %
Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)	0 %	7 %	90 %	10 %	3 %

Asuinrakennuksen jätevesien käsittely

Asuinrakennuksessa mustan jäteveden käsittelyyn käytetään useimmiten saostuskaivoa, umpikaivoa tai -säiliötä, imeytyskenttää tai kunnallistekniikkaa. Asuinrakennuksen harmaa jätevesi käsitellään useimmiten saostuskaivolla, imeytyskentällä, umpikaivolla tai -säiliöllä ja kunnallistekniikalla (taulukko 6).

Taulukko 6. Asuinrakennuksen jätevesien käsittely (n=90)

	Saostuskaivo	Umpikaivo tai säiliö	Imeytyskenttä	Kunnallistekniikka	Jokin muu	Lietesäiliö	Ei koske rakennusta
Musta vesi	34	26	20	16	4	6	1
Harmaa vesi	37	20	26	15	4	5	1

Tässäkin kysymyksessä monivalintakysymyksiin saatiin vastauksia, jossa vastaaja oli valinnut useamman vastausvaihtoehdon. Mustan jäteveden osalta

yleisimmät yhdistelmät olivat saostuskaivo ja imetyskenttä (n=4) ja saostuskaivo ja lietesäiliö (n=3). Harmaan jäteveden osalta asuinrakennuksessa yleisin yhdistelmä oli saostuskaivo ja imeytyskenttä (n=4).

Tiloilla, joilla kryptosporidioosia vasikoilla oli havaittu, asuinrakennuksen musta jätevesi johdettiin useammin umpikaivoon tai imeytyskenttään, kun niitä verrattiin tiloihin, joilla ei ollut havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (taulukko 7). Tiloilla, joilla kryptosporidioosia oli havaittu, johdettiin harmaa jätevesi useammin umpikaivoon tai -säiliöön tai imeytyskenttään (taulukko 8). Lisäksi kunnallistekniikkaa asuinrakennuksen mustan ja harmaan jäteveden käsittelyssä oli vähemmän niillä tiloilla, joilla kryptosporidioosia oli havaittu. Tilastollisessa käsittelyssä ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero asuinrakennuksen mustan veden käsittelyssä kunnallistekniikalla ($p=0,041$) (liite 2). Tiloilla joilla on havaittu kryptosporidioosia oli mustan jäteveden puhdistamiseen käytössä harvemmin kunnallistekniikka.

Taulukko 7. Asuinrakennuksen mustan jäteveden käsittelyratkaisut tiloilla, joilla on havaittu kryptosporidioosia vasikoilla ja ei ole havaittu kryptosporidioosia.

	Kunnallistekniikka	Umpikaivo tai -säiliö	Lietesäiliö	Imeytyskenttä	Saostuskaivo
Ei kryptosporidioosia (N=57)	25 %	25 %	9 %	18 %	39 %
Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)	7 %	37 %	0 %	33 %	33 %

Taulukko 8. Asuinrakennuksen harmaan jäteveden käsittelyratkaisut tiloilla, joilla on havaittu kryptosporidioosia vasikoilla ja ei ole havaittu kryptosporidioosia.

	Kunnallistekniikka	Umpikaivo tai -säiliö	Lietesäiliö	Imeytyskenttä	Saostuskaivo
Ei kryptosporidioosia (N=57)	23 %	21 %	9 %	23 %	42 %
Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)	7 %	27 %	0 %	37 %	37%

4.3 Lannan varastointi ja levitys

Kyselyssä kysyttiin useampi kysymys koskien lannan varastoinnin vaiheita tilalla. Kysymykset olivat monivalintakysymyksiä, joten vastaajien oli mahdollista valita useampi vaihtoehto.

Pääasialliset lantalat

Kyselyssä kysyttiin pääasiallisesti käytössä olevien kuivalantaloiden käytöstä ja ominaisuuksista, johon vastaajista (n=89) 18 tilaa ilmoitti, ettei kysymys koske heidän tilaansa ja kaksi tilaa, ettei osaa sanoa. Niillä vastaajilla, joilla on kuivalantala (n=69), oli lähes kaikilla (n=68) siinä kova pohja, 32 tilalla vuotovesien kokoomakaivo ja 14 tilalla katos. Pääasiallisen kuivalantalan ominaisuudet eivät juuri eronneet tilojen, joilla oli ollut vasikoiden kryptosporidioosia ja tilojen, joilla ei ollut havaittu kryptosporidioosia, välillä. Kuivalantalan katos ja vuotovesien kokoomakaivo olivat harvemmin tiloilla, joilla kryptosporidioosia oli vasikoilla todettu. (Taulukko 9). Tilastollisesti merkittävää eroa ei ollut (liite 2).

Taulukko 9. Pääasiallisen kuivalantalan ominaisuudet verrattuna tiloilla, joilla on ollut vasikoiden kryptosporidioosia ja tiloilla, joilla ei ole havaittu kryptosporidioosia.

	Katos	Kova pohja	Vuotovesien kokoomakaivo	Ei koske tilaa
Ei kryptosporidioosia (N=56)	18 %	77 %	38 %	21 %
Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)	13 %	77 %	33 %	20 %

Tilallisilta kysyttiin, että onko pääsääntöisesti käytössä oleva lietelantala katettu. Vastauksia kysymykseen saatiin 87 ja kymmenen tilaa ilmoitti, ettei kysymys koske tilaa. Tiloista 60 ilmoitti, ettei lietelantalaa ole katettu. Tiloista 10 ilmoitti lietelantalan olevan katettu ja 7 tilalla oli kelluva kate. Kolme tilaa oli vastannut useamman vaihtoehdon.

Lannan välivarastointi

Kuiva- ja lietelannan osalta kysyttiin välivarastojen käytöstä ja niiden ominaisuuksista. (Liite 1.) Kysymyksessä oli mahdollista valita useita vaihtoehtoja. Kysymykseen vastasi yhteensä 88 tilaa. Kuivalannan välivarastoja ei ollut käytössä 57 tilalla. Tiloilla, joilla välivarastoja on, niissä yleisesti on kova pohja, mutta vain harvoissa on katos. Valumavesien kokoomakaivo oli seitsemässä kuivalannan välivarastossa. Lietelannan osalta 46 tilaa vastasi, ettei lietelan-

nan välivarastoja ole käytössä. Niillä, joilla lietelannan varastoja on, oli suurimmalla osalla kova pohja varastoissa, mutta ei kovin yleisesti katosta. Vuotovesien kokoomakaivo oli vain kolmella tilalla lietelannan välivarastoissa. (Taulukko 10.)

Taulukko 10. Välivarastoina käytettävien lantaloiden ominaisuuksia (n=88)

	Katos kaikissa	Katos osassa	Kova pohja kaikissa	Kova pohja osassa	Vuotovesien kokoomakaivo	Ei ole välivarastoja
Kuivalannan välivarasto	1	1	25	2	7	57
Lietelannan välivarasto	4	5	29	2	3	46

Tiloilla, joilla kryptosporidioosia vasikoilla oli havaittu, välivarastoissa oli useammin kova pohja kaikissa ja vuotovesien kokoomakaivoja. Lisäksi tilat, joilla oli havaittu kryptosporidioosia olivat vastanneet harvemmin, että ei ole käytössä välivarastoja. (Taulukko 11.) Lietelannan osalta niillä tiloilla, joilla kryptosporidioosia oli havaittu oli useammin kova pohja kaikissa, kova pohja osassa ja katos osassa (taulukko 12.) Nämä erot eivät olleet tilastollisesti merkittäviä.

Taulukko 11. Välivarastoina käytettävien kuivalantaloiden ominaisuudet verrattuna tiloilla, joilla on ollut vasikoiden kryptosporidioosia ja tiloilla, joilla ei ole havaittu kryptosporidioosia.

	Katos kaikissa	Katos osassa	Kova pohja kaikissa	Kova pohja osassa	Vuotovesien kokoomakaivo	Ei koske tilaa
Ei kryptosporidioosia (N=55)	2 %	0 %	24 %	0 %	7 %	71 %
Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)	0 %	3 %	37 %	3 %	10 %	57 %

Taulukko 12. Välivarastoina käytettävien lietelantaloiden ominaisuudet verrattuna tiloilla, joilla on ollut vasikoiden kryptosporidioosia ja tiloilla, joilla ei ole havaittu kryptosporidioosia.

	Katos kai- kissa	Katos osassa	Kova pohja kai- kissa	Kova pohja osassa	Vuotove- sien ko- kooma- kaivo	Ei ole käytössä välivaras- toja
Ei kryptosporidi- oosia (N=55)	7 %	0 %	29 %	0 %	4 %	55 %
Havaittu kryp- tosporidioosia va- sikoissa (N=30)	0 %	17 %	37 %	7 %	3 %	53 %

Todennäköisimmät toimintatavat, kun vuoden aikana lanta ei mahdu pääasialliseen lantalaan

Tiloilta kysyttiin todennäköisintä toimintatapaa, jos vuoden aikana kertyvä lanta ei mahdu pääasiallisessa käytössä olevaan lantalaan. Kysymykseen vastasi 90 tilaa. Kuivalannan osalta vastaajista 37 ja lietelannan osalta 35 tilaa ilmoitti, ettei tämä koske heidän tilaansa. Todennäköisesti näillä tiloilla kuiva- ja lietelanta mahtuvat pääsääntöisesti käytettävään lantalaan.

Yleisimmät toimintatavat, kun vuoden aikana kertyvä kuivalanta ei mahdu pääasiallisessa käytössä olevaan kuivalantalaan, olivat pellolla sijaitsevat lantapatterit ja tilapäisen lantalan käyttäminen. Lietelannan osalta yleisimmät toimintatavat olivat, että käytetään tilapäistä lantala ja jotakin muuta lannan välivarastoa. (Taulukko 13.)

Taulukko 13. Todennäköisin toimintatapa, jos vuoden aikana kertyvä lanta ei mahdu pääasiallisessa käytössä olevaan lantalaan (n=90).

	Pellolla sijaitsevat lantapatterit	Tilapäisen lantalan käyttämi- nen	Lannan kul- jettaminen hyötykäyt- töön	Lannan uudelleen- käyttö navetassa	Jokin muu lannan välivarasto	Ei koske tilaa
Kuivalantala	37	17	3	0	9	33
Lietelantala	2	28	5	2	18	35

Kysymykseen lannan välivarastoista vastasi 57 tilaa, että heillä ei ole kuivalannan välivarastoja käytössä ja 46 tiloista ilmoitti, ettei ole lietelannan välivarastoja käytössä. Näistä vastaajista osa oli kuitenkin seuraavassa kysymyksessä vastannut todennäköisimmän tavan, jos vuoden aikana kertyvä lanta ei mahdu pääasiallisessa käytössä olevaan lantalaan. Kuivalannan osalta valinneet vastasivat todennäköisimmäksi toimintatavaksi lantapattereiden (n=26) ja tilapäisen lantalan käyttämisen (n=5). Lietelannan osalta valinneet vastasivat todennäköisimmäksi toimintatavaksi tilapäisen lantalan käyttäminen (n=9) ja jonkin muun lannan välivaraston (n=6).

Lannan levitys

Kysymykseen kuiva- ja lietelannan levityksen toistumisesta ja ajankohdasta oli vastannut 88 tilaa. Tiloista 7 ilmoitti, että kuivalannan levitysajankohta vaihtelee vuosittain. Vastausten perustella kuivalantaa levitetään peltolohkoille useimmiten keväällä ja syksyllä (taulukko 14). Tiloista 11 ilmoitti, että levitys on useammin kuin kerran vuodessa ilmoittaen samalla todennäköisimmän ajankohdan levitykselle ja osa niistä (n=7) oli valinnut useamman ajankohdan levitykselle. Vastaajista osa (n=29) oli valinnut useampia lannan levitysajankohtia valitsematta vaihtoehtoa ”levitetään useammin kuin kerran vuodessa”. Tämä huomioiden melkein puolet vastaajista levittää kuivalantaa tyypillisesti useamman kuin kerran vuodessa.

Vastausten perusteella lietelantaa levitetään melko tasaisesti eri ajankohtina; keväällä, kesällä ja syksyllä (taulukko 14). Vastaajista 27 tilaa ilmoitti levittävänsä lietelantaa useamman kuin kerran vuodessa ja pieni osa kertoi ajankohdan vaihtelevan vuosittain. Vastaajista osa (n=40) oli valinnut useampia lietelannan levitysajankohtia valitsematta vaihtoehtoa ”levitetään useammin kuin kerran vuodessa”. Tämä huomioiden lietelantaakin levitetään tyypillisesti useammin kuin kerran vuodessa.

Taulukko 14. Lannan levitysajankohta (n=88)

	Keväällä (1.4.-31.5.)	Kesällä (1.6.-31.8.)	Syksyllä (1.9. – 31.10.)	Vaihtelee vuosittain	Useammin kuin kerran vuodessa	En osaa sanoa
Kuivalanta	57	10	41	7	11	6
Lietelanta	57	56	47	6	27	1

Tilat, joilla vasikoiden kryptosporidioosia oli havaittu levittivät useammin kuivalantaa syksyisin verrattuna tiloihin, joilla kryptosporidioosia ei ollut havaittu. Tilat, joilla ei ollut havaittu kryptosporidioosia levittivät kuivalantaa useammin keväällä (taulukko 15) ja tämä oli ainut tilastollisesti merkittävä ero näiden ryhmien välillä ($p=0,047$) (liite 2). Lietelannan osalta tilat, joilla kryptosporidioosia oli ollut, levittivät lantaa useammin kesällä ja syksyllä sekä useammin kuin kerran vuodessa (taulukko 16).

Taulukko 15. Kuivalannan levitys tiloilla, joilla on ollut vasikoiden kryptosporidioosia verrattuna niihin tiloihin, joilla sitä ei ole ollut.

Kuivalanta	Keväällä (1.4.-31.5.)	Kesällä (1.6.-31.8.)	Syksyllä (1.9. – 31.10.)	Vaihtelee vuosittain	Useammin kuin kerran vuodessa
Ei kryptosporidioosia (N=57)	70 %	14 %	46 %	9 %	12 %
Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)	48 %	7 %	48 %	7 %	10 %

Taulukko 16. Lietelannan levitys tiloilla, joilla on ollut vasikoiden kryptosporidioosia verrattuna niihin tiloihin, joilla sitä ei ole ollut.

Lietelanta	Keväällä (1.4.-31.5.)	Kesällä (1.6.-31.8.)	Syksyllä (1.9. – 31.10.)	Vaihtelee vuosittain	Useammin kuin kerran vuodessa
Ei kryptosporidioosia (N=57)	65 %	63 %	54 %	5 %	28 %
Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)	62 %	69 %	55 %	10 %	38 %

4.4 Jaloittelutarhojen, laitumien ja iglutarhojen käyttö ja ominaisuudet

Jaloittelutarhojen käyttöä ja ominaisuuksia selvittävään kysymykseen vastanneista tiloista (n=88) suurin osa, 53 tilaa, ilmoitti, ettei tilalla ole jaloittelutarhoja. Niillä, joilla jaloittelutarhoja on, useimmiten jaloittelutarhojen pohja on vettä läpäisevä (n=25). Tiloista 11 kappaletta ilmoitti pohjan olevan kova ja vettä läpäisemätön. Jaloittelutarhojen valumavesiä ei useimmiten johdeta mihinkään (n=23). Osalla tiloista valumavedet ohjataan keräilysäiliöön (n=6) tai maasuodattamoon (n=4). Iglutarhojen käyttöä ja ominaisuuksia koskevaan kysymykseen vastasi 89 tilallista ja suurimmalla osalla vastanneista (n=79) ei ole iglutarhoja.

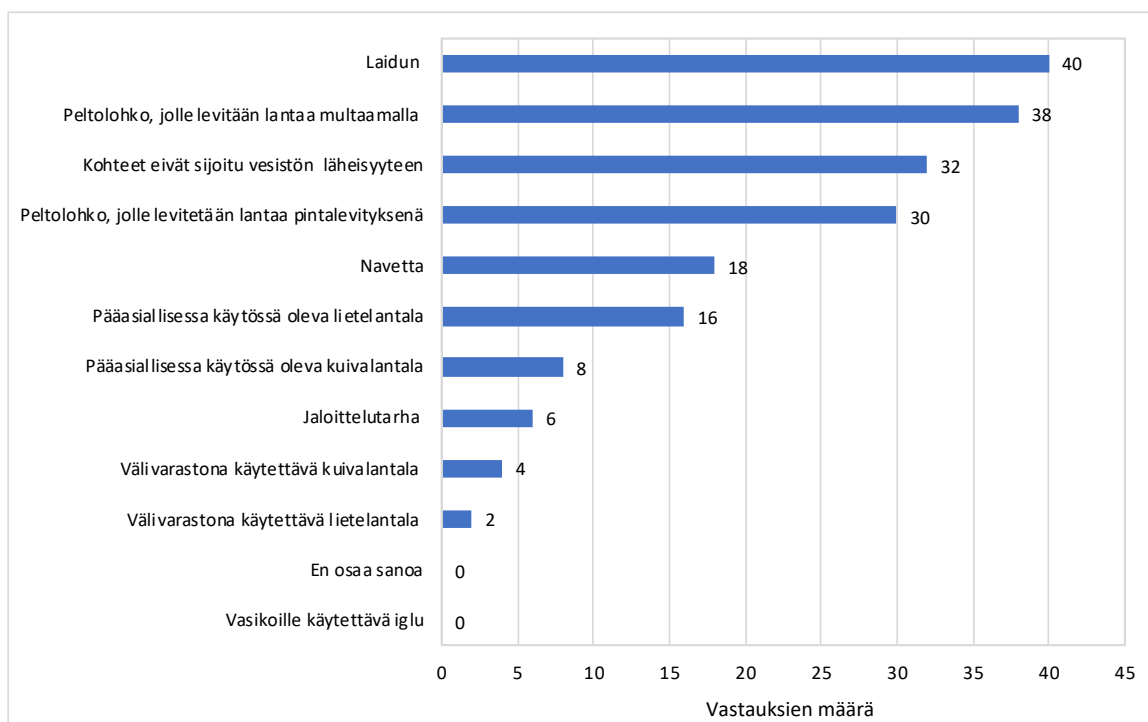
Niillä vastaajilla, joilla iglutarhoja oli (n=10), suurimmalla osalla on vettä läpäisevä pohja (n=6). Osittain tai kokonaan vettä läpäisemätön pohja iglutarhoissa oli neljällä tilalla. Laitumien osalta 71 tilallista 90:sta ilmoitti tilalla olevan laitumia käytössä. Tiloilla, joilla oli todettu vasikoiden kryptosporidioosia, oli vähemmän laitumia, kuin tiloilla, joille ei ole havaittu kryptosporidioosia (taulukko 17). Ero oli tilastollisesti merkittävä (p= 0,003) (liite 2).

Taulukko 17. Laitumien määrä tiloilla, joilla ei ole havaittu kryptosporidioosia verrattuna niihin tiloihin, joilla on ollut kryptosporidioosia.

	Tilalla on laitumia	Tilalla ei ole laitumia
Ei kryptosporidioosia (N=57)	88 %	12 %
Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)	60 %	40 %

4.5 Vesistöjen ja uimapaikkojen sijainti nautatilojen läheisyydessä

Tilallisilta kysyttiin mahdollisesti vesistöjä kuormittavien maatilojen toimintojen sijoittumisesta alle 100 metrin etäisyydelle esimerkiksi joesta, järvestä, merestä tai valtaojasta (kuva 6). Vesistön läheisyyteen sijoittuvat useimmiten laidun tai peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla.



Kuva 6. Kohteet, jotka sijaitsevat alle 100 metrin päässä vesistöstä (n=89).

Vastauksien perusteella lannan varastointiloja sijoittuu enintään 100 metrin päähän vesistöistä. Kaikista lannan varastointiloista 30 kohdetta sijaitsee alle 100 metrin päässä vesistöstä. Nämä kohteet sijoittuvat 19 tilalle eli kaikilla näillä tiloilla yksi tai useampi pääsiallisista tai välivarastointiin käytettävistä lantaloista on lähellä vesistöä.

Millään tilalla ei ollut kaikkia kyselyssä esiintuotuja toimintoja vesistön läheisyydessä, koska esimerkiksi iglutarhat eivät sijainneet vesistön läheisyydessä yhdelläkään vastaajista. Kuitenkin 15 tilalla oli neljä tai useampia kohteita, jotka sijoittuvat enintään 100 metrin päähän vesistöistä. Lähes kaikilla näistä tiloista navetta (n=14) ja lietelantala (n=13) sijoittuivat lähelle vesistöä.

Lannan levittämisestä aiheutuvaa kuormitusta selvittävässä kysymyksessä käy ilmi, että kolmasosalla tiloista peltolohko, jolle levitetään lantaa pintalevityksenä sijaitsee enintään 100 metrin päässä vesistöstä. Jonkin verran useammin kerrottiin enintään 100 metrin päässä olevan peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla. (Kuva 6.) Yli puolella tiloista, joilla on laitumia (n=71), yksi tai useampi laidun sijaitsee enintään 100 metrin päässä vesistöstä (kuva 6) ja neljäsosalla (n=18) yksi tai useampi laidun sijaitsee enintään 500 metrin päässä uimapaikasta (kuva 7).

Kyselyyn vastanneista tiloilla, joilla on havaittu vasikoiden kryptosporidioosia, oli useammin navetta, pääasiallisesti käytössä oleva kuiva- ja lietelantala, väli-varastona käytettävä kuivalantala ja peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla, alle 100 metrin päässä vesistöstä verrattuna tiloihin, joilla ei ollut kryptosporidioosia havaittu vasikoilla (taulukko 18). Tilastollisesti merkittävä ero ryhmien havaittiin kuitenkin ainoastaan seuraavissa muuttujissa peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla 100 metrin päässä vesistössä ($p=0,049$) ja peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla 100 metrin päässä vesistössä ($p=0,009$) (liite 2.) Peltolohko, jolle levitetään lantaa pintalevityksenä oli yleisempää tiloilla, joilla ei ole havaittu kryptosporidioosia ja peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla yleisempi tiloilla, joilla on havaittu kryptosporidioosia (taulukko 18).

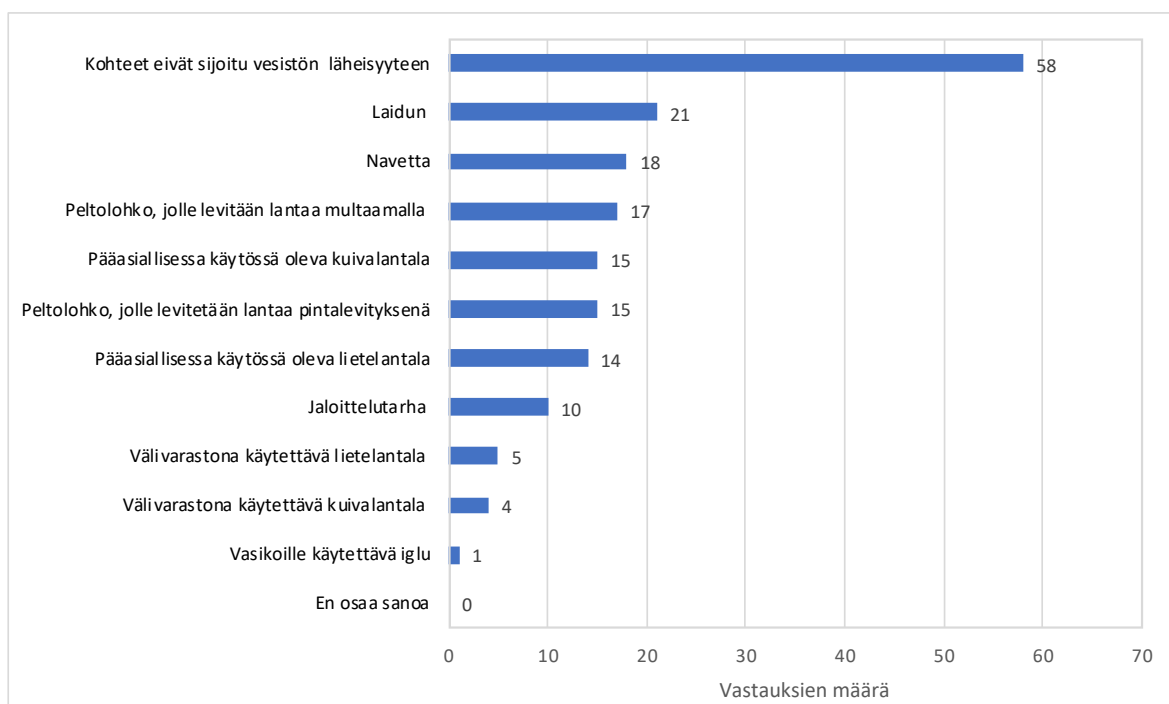
Taulukko 18. Maatalouden toiminnot vesistöjen läheisyydessä, tiloilla joilla on havaittu ja ei ole havaittu vasikoiden kryptosporidioosia.

	Ei kryptosporidioosia (N=56)	Havaittu kryptosporidioosia vasikoissa (N=30)
Navetta	18 %	24 %
Vasikoille käytettävä iglu	0 %	0 %
Pääasiallisesti käytössä oleva kuivalantala	9 %	10 %
Väli-varastona käytettävä kuivalantala	2 %	7 %
Pääasiallisessa käytössä oleva lietelantala	8 %	20 %
Väli-varastona käytettävä lietelantala	4 %	0 %
Peltolohko, jolle levitetään lantaa pintalevityksenä	41 %	20 %
Peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla	34 %	63 %
Jaloittelutarha	7 %	7 %
Laidun	50 %	33 %
Edellä mainitut kohteet eivät sijoitu vesistön välittömään läheisyyteen	38 %	33 %

Maatilojen toimintojen sijainti uimapaikan läheisyydessä

Kyselyssä kysyttiin samojen toimintojen sijoittumisesta alle 500 metrin päähän uimapaikasta eli yleisestä uimarannasta tai yksityisen rannasta. Kysymykseen vastasi 85 tilallista. Tässä useimmiten vastattu vaihtoehto oli, että kohteet eivät sijoitu uimapaikan läheisyyteen. Uimapaikkojen läheisyyteen useimmiten

sijoittuvia toimintoja olivat laidun, navetta ja peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla (kuva 7).



Kuva 7. Kohteet, jotka sijaitsevat alle 500 metrin päässä uimapaikasta (n=85).

Myös lannan varastointitiloja sijoittuu enintään 500 metrin päähän uimapaikasta. Kaikista lannan varastointiloista, eli pääasiallisina tai välivarastoina käytettävistä lantaloista, 27 kohdetta sijoittuu enintään 500 metrin etäisyydelle uimapaikasta. Nämä toiminnot sijoittuivat 19 eri tilalle. Näillä tiloilla jokin lannan varastointitila sijaitsee alle 500 metrin päässä uimapaikasta.

Millään tilalla kaikki toiminnot eivät sijoittuneet alle 500 metrin päähän uimapaikasta. Kuudellatoista tilalla oli neljä tai useampi toiminto, jotka sijoittuvat uimapaikan läheisyyteen. Näillä tiloilla kaikilla navetta sijoittuu uimapaikan läheisyyteen ja lähes kaikilla (n=15) pääasiallisessa käytössä oleva kuivalantala ja laidun (n=15).

5 TULOSTEN TARKASTELU

Lannan levityksen merkitys kryptosporidien ympäristöön leviämisessä

Lannan levittäminen kosteana vuodenaikana voi edesauttaa kryptosporidien leviämistä ympäristöön. Sateiden ja kostean vuodenajan on havaittu vaikuttavan lisääntyneeseen kryptosporidien esiintymiseen (Burnet, ym 2014; Robins-son ym. 2011.) Kyselyssä kävi ilmi, että lietelantaa levitetään kaikkina sallituina vuodenaikoina keväällä, kesällä ja syksyllä melko tasaisesti. Kuivalantaa puolestaan levitetään useimmiten keväällä ja syksyllä kuin kesällä. Lannan levityksen jälkeen tehtävistä maanmuokkauskäytännöistä ei kyselyssä kysytty tarkemmin.

Lantaa levitetään myös vesistöjen läheisyydessä, mutta vesistöjen ympärille on jätettävä suojavao-alueita, joille lantaa ei saa levittää. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18.12.2014/1250; Tattari ym. 2015b, 41.) Kyselyyn vastanneiden osalta tiloilla, joilla oli havaittu kryptosporidioosia levitettiin kuivalantaa useammin syksyllä ja lietelantaa useammin kesällä ja useammin, kuin kerran vuodessa, verrattuna tiloihin, joilla ei ollut havaittu kryptosporidioosia vasikoissa. Lisäksi tiloilla, joilla oli havaittu kryptosporidioosia, oli useammin alle 100 metrin päässä vesistöistä peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla, verrattuna tiloihin, joilla sitä ei ollut havaittu. Erityisesti kuivalannan levittäminen kosteana vuoden aikana ja vesistöjen läheisyydessä voi olla riskitekijä kryptosporidien leviämislle vesistöihin ja ympäristöön.

Kuivalannan merkitys on kryptosporidien leviämisen kannalta suurempi riski verrattuna lietelantaan. Tämä siksi, että kryptosporidioosiin sairastuvat useimmiten vasikat ja niillä on usein kuivitettu makuualue, jolloin syntyy kuivalantaa, vaikka muualla navetassa olisi lietelantajärjestelmä. Lisäksi pikkuvasikoiden tuottama osuus koko karjan tuottamasta lietelantamäärästä olisi vähäinen. Tämä tilanne toki voi vaihdella erilaisten tilojen osalta, riski esimerkiksi vasikkakasvattamon lietelannassa on suurempi kuin lypsykarjatilan lietelannassa. (Ruoho 2020.) Lietelannassa ookystat myös altistuvat virtsalle, joka voi heikentää niiden selviytymistä. (Smith & Nichols 2010, 62.)

Lannan varastoinnista aiheutuvat riskit kryptosporidien ympäristöön leviämislle

Pääasiallisista kuivalantaloista lähes kaikki olivat kovapohjaisia, mutta katos niissä oli vain 20 %:ssa. Tiloilla joilla vasikoilla oli ollut kryptosporidioosia oli harvemmin katos ja vuotovesien kokoomakaivo kuivalantalassa, kuin tiloilla, joilla kryptosporidioosia ei oltu havaittu. Katoksen puuttumisesta voi aiheutua suurempi valumavesien määrä, koska sadevedet pääsevät esteettä lantalaan. Kuivalantala tulee nitraattiasetuksen 7. §:n mukaan kattaa tai vaihtoehtoisesti lanta voidaan peittää, niin että sadevesien pääsy lantalaan estetään (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18.12.2014/1250). Tämä vaatimus koskee vuoden 1.4.2015 jälkeen rakennettuja lantaloita, eikä kyselyn perusteella ole tietoa milloin kyselyyn vastanneiden tilojen navettarakennukset on rakennettu.

Suurin osa vastaajista ilmoitti myös, ettei tilan pääasiallista lietelantala ole katettu. Tästä ei kuitenkaan synny niin suurta riskiä ympäristölle, koska lietelantalat ovat kovapohjaisia altaita, eikä niistä synny valumavesiä normaali tilanteissa. Ääritilanteissa voi lietelantalastakin syntyä valumavesiä, esimerkiksi tilanteessa, jossa lietelantala on täynnä ja tulee kovia sateita. Kuten kuivalantalat myös 1.4.2015 jälkeen rakennetut lietelantalat tulee kattaa kelluvalla tai kiinteällä katteella. Sen tarkoitus on pääasiassa hajuhaittojen eli kaasumaisten päästöjen vähentäminen. Mainittua ajankohtaa vanhemmat lietelantalat suositellaan kattamaan, mutta se ei ole pakollista. Lisäksi naudan lietelannan osalta kelluvaksi katteeksi hyväksytään myös luonnollinen kuorettuma. (Ajosenpää ym. 2020; Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18.12.2014/1250.)

Kuivalannan välivarastoja oli 35 %:lla vastanneista tiloista ja lietelannan välivarastoja 48 %:lla vastanneista tiloista. Välivarastointi voi olla riskitekijä, sillä välivarastoimisesta, lannan kuljettamisesta ja kuormaamisesta voi tulla valumavesiä. Nitraattiasetuksen mukaan lannan varastointilan tulisi riittää 12 kuukauden aikana kertyvälle lannalle ja virtsalle. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18.12.2014/1250.) Osa tiloista, joilla ei ollut lannan välivarastoja käytössä ilmoittivat kuitenkin todennäköisen toimintatavan, jos vuoden aikana kertyvä

lanta ei mahdu pääasialliseen lantalaan. Tämä kertoo siitä, että vaikka välivarastoja ei ole käytössä, on osalla vastaajista suunnitelma miten toimia, jos pääasiallisen lantalan käyttäminen ei ole mahdollista.

Tiloilla, joilla oli ollut vasikoiden kryptosporidioosia, oli kuivalalannan välivarastoja enemmän kuin tiloilla, joilla kryptosporidioosia ei ollut havaittu, mikä voi lisätä riskiä kryptosporidien kulkeutumiseen ympäristöön tai vesistöön. Toisaalta näillä tiloilla kuivalalannan välivarastoissa oli useammin kova pohja kaikissa ja vuotovesien kokoomakaivoja, jotka voivat taas puolestaan vähentää riskiä kryptosporidien kulkeutumiseen ympäristöön.

Pääasiallisista lantaloista ja välivarastoista 30 kappaletta sijaitsi enintään sadan metrin päässä vesistöstä ja 27 kappaletta enintään 500 metrin päässä uimapaikasta. Nitraattisetuksen mukaan lannan varastointitiloja ei saa sijoittaa alle 50 metrin päähän vesistöstä ja alle 25 metrin päähän valtaojasta. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18.12.2014/1250.) Kyselyn perusteella ei voida tietää, mitä vesistöä vastaajat tarkoittivat ja ovatko etäisyydet täyttäneet asetuksen vaatimukset. Lisäksi ei ole tarkkaa tietoa kuinka pitkiä matkoja ookystat voivat esimerkiksi valumavesien mukana kulkea.

Tiloilla, joilla oli ollut vasikoiden kryptosporidioosia, oli useammin alle 100 metrin päässä vesistöstä pääasiallinen kuivalantala, välivarastona käytettävä kuivalantala ja pääasiallisesti käytetty lietelantala, verrattuna tiloihin, joilla kryptosporidioosia ei ollut havaittu. Lannan varastointitilat vesistöjen läheisyydessä erityisesti tiloilla, joilla kryptosporidioosia on havaittu, voivat olla riskitekijä kryptosporidien kulkeutumiselle vesistöihin.

Tilojen, joiden vasikoilla oli ollut vasikoiden kryptosporidioosia ja tilojen, joiden kryptosporidioosia ei ole ollut, vertailu

Tilastollisella käsittelyllä haluttiin kuvailevaa tarkastelua tarkemmin selvittää, onko kyselyaineistossa jotain tekijää, joka olisi yhteydessä tai selittäisi vasikoiden kryptosporidioositartuntoja tilalla. Suurin osa kyselytutkimuksessa selvitetystä tilakohtaisista riskitekijöistä ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi niiden

tilojen välillä joilla kryptosporideja oli tai ei ollut havaittu. Kuitenkin joitain tilastollisesti merkitseviä tuloksia saatiin.

Kyselyyn vastanneilla tiloilla, joilla kryptosporidioosia oli ollut, oli useammin maatalouden toimintoja enintään 100 metrin päässä vesistöstä. Tällaisia toimintoja olivat esimerkiksi navetta, pääasiallisessa käytössä oleva kuiva- ja lietelantala, välivarastona käytettävä kuivalantala ja peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla. Ainoastaan viimeiseksi mainittu ero oli tilastollisesti merkitsevä. Muut tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, mutta näiden kuorituslähteiden sijainti vesistön läheisyydessä voi olla riskitekijä kryptosporidien vesivälitteiseen leviämiseen.

Kolme tilastollisesti merkitsevää eroa havaittiin liittyen lannanlevityskäytäntöihin. Yksi niistä oli kuivalannan levitys keväällä. Tällöin tilat, joilla ei ollut havaittu vasikoiden kryptosporidioosia levittivät lantaa useammin. Kaksi muuta tilastollista merkitsevyyttä liittyivät peltolohkoihin, jotka sijaitsevat enintään 100 metrin päässä vesistöstä ja niihin levitetään lantaa pintalevityksenä tai multaamalla. Näistä tilat, joilla oli havaittu kryptosporidioosia levittivät lantaa useammin multaamalla, mikä vähentää kryptosporidien leviämisen riskiä pintavalunnan mukana verrattuna pintalevitykseen. Pintalevityksen osalta tilastollisesti ero oli niin, että tilat, joilla ei ole havaittu kryptosporidioosia levittivät kuivalantaa useammin pintalevityksenä. Käytännössä lannan levityksellä ei kuitenkaan todennäköisesti ole suoraa yhteyttä vasikoiden kryptosporidioositartuntoihin.

Tiloilla, joilla oli havaittu kryptosporidioosia oli vähemmän laitumia, mikä voi vähentää kryptosporidien leviämistä valumavesien mukana laitumilta vesistöihin. Tämä ero oli tilastollisesti merkitsevä. Näillä ei myöskään luultavasti ole merkitystä vasikoiden kryptosporioositartuntojen osalta. Asuinrakennuksen kunnallistekniikalla ei todennäköisesti ole mitään tekemistä vasikoiden kryptosporidioosin kanssa, vaikka ero oli tilastollisesti merkitsevä.

Laitumien merkitys

Suurimmalla osalla (79%) kyselyyn vastanneista tiloista on laitumia ja noin puolet näiden vastanneiden tilojen laitumista sijaitsee alle 100 metrin päässä ve-

sistöistä. Ulosteperäiset valumavedet laitumilta ovat mahdollisia etenkin runsaiden sateiden ja lumien sulamisen aikaan. Toisaalta kryptosporidien osalta riskiä vähentää se, että tavallisimmin kryptosporidioosin sairastuvat 1–2 viikkoiset ja sen ikäiset vasikat pidetään pääasiassa sisätiloissa tai iglutarhoissa ulkona. Vasikat, joita juotetaan, eivät yleensä pääse laitumille tai jaloittelutarhoihin. Emolehmien vasikat sen sijaan laiduntavat emiensä kanssa kesällä. (Ruoho 2020.)

Jätevesien käsittely

Kiinteistökohtaisia jäteveden käsittelyjärjestelmiä oli niin mustan kun harmaankin jäteveden osalta sekä navetassa että asuinrakennuksissa. Kyselyyn vastanneilla tiloilla oli useammin käytössä kiinteistökohtainen jäteveden käsittely kuin kunnallistekniikka. Tiloilla, joilla vasikoiden kryptosporidioosia oli havaittu, oli harvemmin kunnallistekniikka jäteveden käsittelyssä, kuin tiloilla, joilla sitä ei ollut havaittu. Kunnallistekniikkaa on vastanneiden tilalla käytössä asuinrakennusten osalta mustan jäteveden osalta 16 ja harmaan jäteveden osalta 15 tilalla ja navetan osalta mustan jäteveden osalta 8 ja harmaan jäteveden osalta 3 tilalla. Kaikilla muilla vastanneilla on erilaisia kiinteistökohtaisia jätevedenpuhdistamoratkaisuja. Tiloilla, joilla oli ollut vasikoiden kryptosporidioosia, navetan musta jätevesi johdettiin useammin umpikaivoon tai -säiliöön tai lietesäiliöön ja harmaa jätevesi useammin lietekaivoon tai imeytyskenttään, kuin tiloilla, joilla kryptosporidioosia ei ollut havaittu.

Kiinteistökohtaisien jätevesiratkaisujen suurta määrää voidaan pitää riskitekijänä ulosteperäisten päästöjen päätymiseen tilan lähiympäristöön, maaperään ja vesistöihin. Kyselyssä tuli ilmi myös odottamattomia riskitekijöitä jäteveden osalta ja ne voivat ilman lisätietoja olla ympäristönsuojelulain ja valtioneuvoston asetuksen talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 157/2017 vastaisia. Esimerkiksi kysyttäessä asuinrakennuksen ja navetan jäteveden käsittelystä muutamat vastasivat, että mustaa jätevettä eli käymälävedettä ohjataan lietesäiliöön. Eläinsuojan sosiaalityötilojen ja asuinrakennuksen käymälävedet tulisi käsitellä jätevesiasetuksen määrittelemän vaatimustason mukaisesti eikä niitä saa johtaa lietesäiliöön. (Suomen ympäristö-

keskus SYKE 2015.) Tietenkin on mahdollista, että vastatessa navetan mustaksi jätevedeksi on ajateltu myös lietelanta itsessään, jonka johtaminen lietesäiliöön on sallittua.

Useimmiten asuinrakennuksen jätevedenkäsittelyjärjestelmäksi yhdessä lietesäiliön kanssa oli vastattu saostuskaivo tai umpikaivo tai -säiliö. Saostuskaivokäsittelynkään jälkeen käymäläjätevettä ei tule johtaa lietelantalaan, jos muuta puhdistuskäsittelyä ei ole (Suomen ympäristökeskus SYKE 2015). Ainakin yhdessä vastauksessa oli myös valittu lietesäiliö asuinrakennuksen ainoaksi jätevedenkäsittelyjärjestelmäksi niin mustan kuin harmaan jäteveden osalta. Asuinrakennuksen puhdistamattoman mustan jäteveden johtaminen lietesäiliöön voi levittää etenkin ihmisperäisiä taudinaiheuttajamikrobeja kuten norovirusia ympäristöön, koska lanta levitetään pelloille.

Jaloittelutarhat ja iglujen käyttö ja ominaisuudet

Jaloittelutarhoja tiloilla ilmoitettiin olevan laituria harvemmin, mutta niiden valumavesiä ei koota tai kerätä erikseen. Tämä tarkoittaa sitä, että valumavedet päätyvät ympäristöön. Nitraattiasetuksen 4. §:n mukaan jaloittelualueita on hoidettava niin, ettei ravinnepestöjä pintavesiin synny (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 4. §.) Valumavesien keräämistä ei erikseen säädöksillä velvoiteta. Iglutarhoja tiloilla on vähän, joten niitä ei määrällisesti voida katsoa erityiseksi riskitekijäksi tämän kyselytutkimuksen perusteella.

Maakunnat

Maakunnat, joista oli eniten vastauksia, olivat samat ja samassa järjestyksessä, kuin ne maakunnat, joista useimmiten vastattiin tiloilla olleen vasikoiden kryptosporidioosia. Tartuntatautirekisteriin vuonna 2020 ilmoitettujen kryptosporidioositapausten (n=571) määrät olivat suurimmat Pohjois-Savon sairaanhoitopiirissä, Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä, Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä ja Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä. (THL 2021.) Alueilta, joilla ihmisten kryptosporidioosia on ollut, tuli enemmän vastauksia, kun niiltä alueilta, joissa kryptosporidioosia ei ole ollut (taulukko 19).

Taulukko 19. Tartuntatautirekisteriin ilmoitettujen kryptosporidioosin yleisimmät sairaanhoitopiirit ja kyselyyn vastanneiden tilojen maakunnat.

Sairaanhoitopiirit, joissa eniten ilmoitettuja tapauksia tartuntatautirekisteriin vuonna 2020. (n=571) ¹		Kyselyyn vastanneiden maakunnat, joista eniten vastauksia (n=87)		Kyselyyn vastanneiden maakunnat, joissa eniten vasikoiden kryptosporidioosia (n= 33)	
Pohjois-Savon shp	17 %	Pohjois-Pohjanmaa	18 %	Pohjois-Pohjanmaa	23 %
Pohjois-Pohjanmaan shp	16 %	Pohjois-Savo	18 %	Pohjois-Savo	13 %
Etelä-Pohjanmaan shp	15 %	Etelä-Pohjanmaa	8 %	Etelä-Pohjanmaa	13 %

¹Tiedot ovat peräisin THL:n tartuntatautirekisteristä (THL 2021.)

5.1 Tulosten luotettavuus

Kyselyyn vastanneiden määrä jäi pieneksi. Kyselylinkin avanneita oli yli 400 kappaletta ja vastauksia tuli lopulta 90 kappaletta. Laajempi vastaajien joukko olisi antanut paremman ja luotettavamman käsityksen tilojen käytännöistä ja mahdollisista riskitekijöistä. Pienellä joukolla tehdyssä tutkimuksessa luotettavuus ja yleistettävyyys on heikompaa.

5.2 Jatkotutkimustarpeet

Vesivälitteisyyden merkitystä kryptosporidioosin leviämisessä on tarpeen tutkia tarkemmin. Vesivälitteisten tartuntojen mahdollisuus täytyy ottaa aiempaa paremmin huomioon, etenkin *Cryptosporidiumin* aiheuttamien epidemioiden, mutta myös yksittäisten tartuntatapauksien selvitystyössä. Erityisen tärkeää on mahdollisen vesivälitteisyyden huomioiminen on, jos esimerkiksi yksittäistapausten ei voida osoittaa liittyvän suoraan maatilakontaktiin.

Vesivälitteisten ja elintarvikeväälitteisten epidemioiden ehkäisemiseksi tarvitaan lisätietoa ookystien esiintyvyydestä Suomen pintavesissä. Talousvedelle riski voi muodostua, kun juomaveden valmistukseen käytetään kryptosporideilla saastunutta pintavettä ilman sopivaa vedenkäsittelymenetelmää, kuten esimerkiksi UV-käsittelyä. Pintavesien kryptosporidit ovat riskitekijä ihmisille myös uimavesien kautta (Ryan ym. 2016, 536). Elintarviketurvallisuudelle voi

epäpuhtaan pintaveden kautta muodostua riski, jos kryptosporideja sisältävällä vedellä kastellaan kasviksia, jotka syödään sellaisenaan. (Ruokavirasto 2018b.) Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli myös tarkastella mahdollisia tartuntareittejä vesistöistä ihmisiin, esimerkiksi talousveden, uimavesien ja vihanne/marjaviljelmien kasteluvesien välityksellä, mutta näihin kysymyksiin ei saatu riittävästi tietoa kyselyn avulla ja niitä on syytä tutkia jatkossa.

Ilmastonmuutos voi aiheuttaa kesän rankkasadetulvien ja talvitulvien yleistymistä, muutoksia pintavalunnassa ja suurtulvien mahdollisuuden kasvamisen (Sorvali 2013.) Esimerkiksi voimakkaiden sateiden lisääntyminen voi lisätä ravinteiden ja mikrobien huuhtoutumista pintavesiin ja tämä voi lisätä myös ookystien päätymistä ympäristöön. Tämä seikka on hyvä ottaa huomioon jatkotutkimuksissa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa kuva riskitekijöistä, jotka voivat edesauttaa kryptosporidien leviämistä tiloilta ympäröiviin vesistöihin. Työssä riskitekijöitä kartoitettiin tiloille osoitetulla kyselyllä, jolla selvitettiin jäteveden käsittelyä, käytäntöjä liittyen lannan varastointiin ja levittämiseen sekä mahdollisten riskitoimintojen sijoittumisesta vesistöjen läheisyyteen.

Tutkimuksen kautta saatiin tietoa sellaisten käytäntöjen yleisyydestä, jotka voivat edesauttaa kryptosporidien leviämistä ympäristöön ja mahdollisesti vesistöihin aiheuttaen terveysriskin vesien virkistyskäyttäjille ja talousveden käyttäjille, jos käytössä olevat käsittelymenetelmät eivät riitä poistamaan kryptosporideja talousveden valmistuksen yhteydessä. Tällaisia käytäntöjä ovat esimerkiksi lannan varastoinnista ja laitumilta tulevat valumavedet, lannan levitys kosteana vuodenaikana tai vesistöjen läheisyydessä, maatalouden erilaisten toimintojen läheisyys vesistöihin nähden ja kiinteistökohtaiset jäteveden puhdistamot. Näiden tietojen perustella ei voida arvioida riskien suuruutta, mutta kyselyssä kerättyjä tietoja voidaan hyödyntää aihepiirin jatkotutkimuksissa.

LÄHTEET

- Atherholt, T., LeChevallier, M., Norton, W. & Rosen, J. 1998. Effect of rainfall of Giardia and crypto. *American Water Works Association Journal* 90(9), 66–80. Verkkolehti. Saatavissa: uef.primo.fi [viitattu 2.3.2020].
- Ajosenpää, H., Ajosenpää, T. & Paananen, S. 2020. Lanta tehokkaaseen käyttöön – Lannasta maanparannusta ja ravinteita kasvinviljelytiloille. Proagria Länsi-Suomi. PDF-dokumentti. Päivitetty: 31.8.2020. Saatavissa: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/maveka-lantaopas-2020-final_v.2.pdf [viitattu 11.4.2021].
- Autio, T., Karhukorpi, J., Mäkelä, M., Meri, T., Savolainen S. & Rimhanen-Finne, R. 2012. Kotoperäinen kryptosporidioosi – alidiagnosoitu tauti. *Duodecim* 18, 1887–1890. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo10498.pdf> [viitattu 23.2.2021].
- Baldursson, S. & Karanis, P. 2011. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks – An update 2004–2010. *Water Research* 20, 6603-6614. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 22.2.2021].
- Bodley-Tickell, A., Kichen, S. & Sturdee, A. 2002. Occurrence of *Cryptosporidium* in agricultural surface waters during an annual farming cycle in lowland UK. *Water Research* 7, 1880–1886. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 4.3.2021].
- Burnet, J., Penny, C., Ogorzaly, L. & Cauchie, H. 2014. Spatial and temporal distribution of *Cryptosporidium* and Giardia in a drinking water resource: Implications for monitoring and risk assessment. *Science of Total Environment* 472, 1023–1035. [viitattu 2.3.2020].
- Cacciò, S. & Chalmers, R. 2016. Human cryptosporidiosis in Europe. *Clinical Microbiology and Infection* 6, 471–480. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2016.04.021> [viitattu 9.2.2021].
- Cacciò, S. & Putignani, L. 2014. Epidemiology of Human Cryptosporidiosis. Teoksessa Cacciò, S. & Widmer, G. (toim.) *Cryptosporidium: parasite and disease*. Wien: Springer Vienna. 43–80.
- Carey, C., Lee, H. & Trevors J. 2004. Biology, persistence and detection of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis* oocyst. *Water Research* 4, 818–862. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 11.2.2021].
- Chalmers, R. & Davies A. 2010. Minireview: Clinical cryptosporidiosis. *Experimental Parasitology* 124 (1), 138–146. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 23.2.2021].
- Chappell, C., Okhuysen, P., Langer-Curry, R., Widmer, G., Akiyoshi, D., Tanderdi, S. & Tzipori, S. 2006. *Cryptosporidium Hominis*: Experimental Chal-

lence of Healthy adults. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 75 (5), 851–857. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2006.75.851> [viitattu 9.2.2021].

Centers for Disease Control and Prevention. 2019. Cryptosporidiosis. WWW-dokumentti. Päivitetty 20.5.2019. Saatavissa: <https://www.cdc.gov/dpdx/cryptosporidiosis/index.html> [viitattu: 9.2.2021].

Current, W. L., Upton, S. J. and Haynes, T. B. 1986. The life cycle of *Cryptosporidium baileyi* n. sp. (Apicomplexa, Cryptosporidiidae) infecting chickens. *Journal of Protozoology* 2, 289–296. Verkkolehti. Saatavissa: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1550-7408.1986.tb05608.x> [viitattu 17.3.2021].

Dai, X. & Boll, J. 2003. Evaluation of Attachment of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* to Soil Particles. *Journal of Environmental Quality* 1, 296–304. Verkkolehti. Saatavilla: https://www.researchgate.net/profile/Xin-Dai-12/publication/8501764_Evaluation_of_attachment_of_Cryptosporidium_parvum_and_Giardia_lamblia_to_soil_particles/links/56ccf64208ae059e37508d67/Evaluation-of-attachment-of-Cryptosporidium-parvum-and-Giardia-lamblia-to-soil-particles.pdf [viitattu 18.3.2021].

Daraei, H., Conti G., Saflabadi, F., Thai, V., Gholipour, S., Turki, H., Fakhri Y., Ferrente, M., Moradi, A. & Khaneghah A. 2020. Prevalence of *Cryptosporidium spp.* in water: a global systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research* 8, 9498–9507. Verkkolehti. Saatavissa: [primo.uef.fi](https://www.primo.uef.fi) [viitattu 25.2.2021].

Dupont, H., Chappel, C., Sterling C., Okhuysen, P., Rose J. & Jakubowski, W. 1995. The infectivity of *Cryptosporidium parvum* in healthy volunteers. *The New England Journal of Medicine* 13, 855–859. Saatavissa: <https://doi.org/10.1056/NEJM199503303321304> [viitattu 1.3.2021].

Efstratiou, A., Ongerth, J. & Karanis, P. 2017. Waterborne transmission of protozoan parasite: Review of worldwide outbreaks – An update 2011 - 2016. *Water Research* 114 (1), 14–22. Verkkolehti. Saatavilla: [kaakkuri.finna.fi](https://www.kaakkuri.finna.fi) [viitattu 22.2.2021].

Elwin, K., Hadfield, S., Robinson, G., Crouch, N. D. & Chalmers, R. 2012. *Cryptosporidium viatorum* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) among travellers returning to Great Britain from the Indian subcontinent, 2007–2011. *International Journal of Parasitology* 7, 675–682. Verkkolehti. Saatavissa: [kaakkuri.finna.fi](https://www.kaakkuri.finna.fi) [viitattu 17.3.2021].

Eläinten terveys ETT ry. 2017. Kryptosporidioosi. WWW-sivu. Päivitetty: 16.6.2017. Saatavilla: <https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2019/07/Kryptosporidioosi.pdf> [viitattu 11.2.2021].

Fayer, R., Gasbarre, L., Pasquali, P., Canals, A., Almeria, S & Zarlenga D. 1998. *Cryptosporidium parvum* infection in bovine neonates: dynamic clinical, parasitic and immunologic patterns. *International Journal for Parasitology* 28, 49–56. Verkkolehti. Saatavissa: [kaakkuri.finna.fi](https://www.kaakkuri.finna.fi) [viitattu 13.3.2021].

Fayer, R., Trout, J., Xiao, L., Morgan, U., Lal, A. and Dubey, J. 2001. *Cryptosporidium canis* n. sp. from domestic dogs. *Journal of Parasitology* 87(6), 1415–1422. Verkkolehti. Saatavissa: https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/11528/1/cryptosporidium_canis.pdf [viitattu 17.3.2021].

Fayer, R., Santin, M. & Xiao, L. 2005. *Cryptosporidium bovis* n. sp. (Apicomplex: Cryptosporidiidae) in cattle (*Bos taurus*). *Journal of Parasitology* 91 (3), 624–629. Verkkolehti. Saatavissa: <https://pubag.nal.usda.gov/download/20896/PDF> [viitattu 17.3.2021].

Fayer, R., Santín, M. & Trout, J. 2008. *Cryptosporidium ryanae* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in cattle (*Bos taurus*). *Veterinary Parasitology* 156(3–4), 191–198. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 17.3.2021].

Fayer, R., Santin, M. and Macarasin, D. 2010. *Cryptosporidium ubiquitum* n. sp. in animals and humans. *Veterinary Parasitology* 172, 23–32. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 17.3.2021].

Folkhälsomyndigheten 2021. Cryptosporidiuminfektion. WWW-sivu. Ei päivitystietoja. Saatavilla: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/folkhalsorapportering-statistik/statistik-a-o/sjukdomsstatistik/cryptosporidiuminfektion/?t=county#statistics-nav> [viitattu 3.3.2021].

Franti, T. 2009. Eroosio ja kiintoaineen kulkeutuminen. Teoksessa Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö H. (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous Ojitus, kastelu ja ympäristö. Helsinki: Salaojayhdistys ry, 153–166.

Gallas-Lindemann, C., Sotiriadou, I., Plutzer, J. & Karanis, P. 2012. Prevalence and distribution of *Cryptosporidium* and *Giardia* in wastewater and the surface, drinking and ground waters in the Lower Rhine, Germany. *Epidemiology & Infection* 141 (1), 9–21. Verkkolehti. Saatavilla: <https://doi.org/10.1017/S0950268812002026> [viitattu 11.2.2021].

Getler, M., Dürr, M., Renner, P., Poppert S., Askar, M., Breidenbach J., Frank, C., Preußel, K., Schielke, A., Werber, D., Chalmers R., Robinson, G., Feuerpheil, I., Tannich, E., Gröger, C., Stark, K. & Wilking H. 2015. *BMC Infectious Diseases* 88, 1–10. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1186/s12879-015-0807-1> [viitattu 24.2.2021].

Goodgame, R., Genta, R., White, A. & Chappell, C. 1993. Intensity of Infection in AIDS-Associated Cryptosporidiosis. *The Journal of Infectious Diseases* 167(3), 704–709. Verkkolehti, Saatavissa: uef.primo.fi [viitattu 8.3.2021].

Hallavuo, S. & Johansson, T. 2010. Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat. Eviran julkaisuja 1/2010. PDF-Dokumentti. Päivitetty: 05.2010. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/17427/Elintarvikkeiden+mikrobiologiset+vaarat.pdf?sequence=1> [viitattu 15.4.2021].

Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. E-kirja. Helsinki: Edita. Saatavissa: <https://www.ellibslibrary.com> [viitattu 22.4.2021].

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Hörman, A., Rimhanen-Finne, R., Maunula, L., Bonsforff, C., Torvela, N., Heikinheimo, A. & Hänninen, M-L. 2004. *Campylobacter* spp., *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., Noroviruses, and Indicator Organisms in Surface Water in Southwestern Finland, 2000–2001. *Applied And Environmental Microbiology* 1, 87–95. Verkkolehti. Saatavissa: <https://dx.doi.org/10.1128%2FAEM.70.1.87-95.2004> [viitattu 15.3.2021].

Inman, L. & Takeuchi, A. 1979. Spontaneous cryptosporidiosis in an adult female rabbit. *Veterinary Pathology* 16, 89–95. Verkkolehti. Saatavissa: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/030098587901600109> [viitattu 17.3.2021].

Jagai, J., Castronovo, D., Monchak, J. & Naumova, E. 2009. Seasonality of Cryptosporidiosis: A Meta-Analysis Approach. *Environmental research* 109(4), 465–479. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 2.3.2020].

Kistemann, T., Claßen, T., Koch C., Dangenford, F., Fischeder R., Gebel J., Vacata, V. & Exner M. 2002. Microbial Load of Drinking Water Reservoir Tributaries during Extreme Rainfall and Runoff. *Applied And Environmental Microbiology* 5, 2188–2197. Saatavissa: <https://doi.org/10.1128/AEM.68.5.2188-2197.2002> [viitattu 2.3.2020].

Kuczynska, E., Shelton, D. & Pachepsky, Y. 2005. Effect of Bovine Manure on *Cryptosporidium parvum* Oocyst Attachment to Soil. *Applied and Environmental Microbiology* 10, 6394–6397. Verkkolehti. Saatavissa: <http://www.doi.org/10.1128/AEM.71.10.6394-6397.2005> [viitattu 18.3.2021].

Kváč, M., Kestřánová, M., Pinková, M., Květoňová, D., Kalinová, J., Wagneřová, P., Kotková, M., Vítovec, J., Ditrich, O., McEvoy, J., Stenger, B. & Sak, B. 2013. *Cryptosporidium scrofarum* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in domestic pigs (*Sus scrofa*). *Veterinary Parasitology* 191, 218–227. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 17.3.2021].

Lake, I., Harrison C., Chalmers, R., Bentham, G., Nichols, G., Hunter, P., Kovats, R. & Grundy, C. 2007. Case-control study of environmental and social factors influencing cryptosporidiosis. *European Journal of Epidemiology* 11, 805–811. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s10654-007-9179-1> [viitattu 22.2.2021].

Ligda, P., Claerebout, E., Kostopoulou, D., Zdragas, A., Casaert, S., Robertson, L. & Sotiraki, S. 2020. *Cryptosporidium* and *Giardia* in surface water and drinking water: Animal sources and towards the use of a machine-learning approach as a tool for predicting contamination. *Environmental Pollution* 264, 1–14. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 25.2.2021].

Lindsay, D., Upton, S., Owens, S., Morgan, U., Mead, J. & Blagburn, B. 2005. *Cryptosporidium andersoni* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) from Cattle,

Bos taurus. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 1, 91–95. Verkkolehti. Saatavissa: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1550-7408.2000.tb00016.x> [viitattu 17.3.2021].

Mac Kenzie, W., Hoxie, N., Proctor, M., Gradus, S., Blair, K., Peterson, D., Kazmierczak, J., Addiss, D., Fox, K., Rose, J. & Davis, J. 1994. A Massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *The New England Journal of Medicine* 331(1), 161–167. Saatavissa: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM199407213310304> [viitattu 3.3.2021].

McLauchlin, J., Amar, C., Pedraza-Diaz, S. & Nichols G. 2000. Molecular Epidemiological Analysis of *Cryptosporidium* spp. in the United Kingdom: Results of Genotyping *Cryptosporidium* spp. in 1,705 Fecal Samples from Humans and 105 Fecal Samples from Livestock Animals. *Journal of Clinical Microbiology* 11, 3986-3990. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1128/JCM.38.11.3984-3990.2000> [viitattu 2.3.2020].

Monis, P., King, B. & Keegan A. 2014. Removal and Inactivation of *Cryptosporidium* from Water. Teoksessa Cacciò, S. & Widmer, G. (toim.) *Cryptosporidium: parasite and disease*. Wien: Springer Vienna. 515–552.

Morgan-Ryan, U., Fall, A., Ward, L., Hijjawi, N., Sulaiman, I., Fayer, R., Thompson, R., Olson, M., Lal, A. and Xiao, L. 2002. *Cryptosporidium hominis* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) from *Homo sapiens*. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 49 (6), 433–440. Verkkolehti. Saatavissa: <https://pubag.nal.usda.gov/download/26394/PDF> [viitattu 17.3.2021].

Nichols, G., Chalmers, R. & Hadfield, S. 2014. Molecular Epidemiology of Human Cryptosporidiosis. Teoksessa Cacciò, S. & Widmer, G. (toim.) *Cryptosporidium: parasite and disease*. Wien: Springer Vienna. 81–147.

Mphephu, M., Ekwanzala, M. & Momba, M. 2021. *Cryptosporidium* species and subtypes in river water and riverbed sediment using next-generation sequencing. *International Journal of Parasitology*. Verkkolehti. Saatavilla: kaakuri.finna.fi [viitattu 18.3.2021].

Niskanen, T., Korhonen, T., Siitonen, A., Johansson, T. & Miettinen, I. 2010. Ruokamyrkytykset Suomessa 2008. PDF-dokumentti. Saatavilla: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/zoonosikeskus/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytykset-suomessa/2008_ruokamyrkytykset_suomessa.pdf [viitattu 8.3.2021].

Olson, M., Goh, J., Phillips, M., Guselle, N. & McAllister, T. 1999. *Giardia* cyst and *Cryptosporidium* Oocyst Survival in Water, Soil, and Cattle feces. *Journal of Environmental Quality* 28, 1991–1996. Verkkolehti. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/250107059_Giardia_Cyst_and_Cryptosporidium_Oocyst_Survival_in_Water_Soil_and_Cattle_Feces [viitattu 11.2.2021].

Pihlajasaari, A., Hakkinen, M., Huusko, S., Jestoi, M., Leinonen, E., Miettinen, I., Rimhanen-Finne, R. & Zacheus, O. 2016. Elintarvike- ja talousvesivälitteiset

epidemia Suomessa vuosina 2011 – 2013. Eviran julkaisu 1/2016. Saatavilla: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/zoonoosikeskus/ruokamyrkytykset/ruokavalitteiset_epidemia_2011-2013.pdf [viitattu 8.3.2021].

Ren, X., Zhao, J., Zhang, L., Ning, C., Jian, F., Wang, R., Lv, C., Wang, Q., Arrowood, M. J. & Xiao, L. 2012. *Cryptosporidium tyzzeri* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in domestic mice (*Mus musculus*). *Experimental Parasitology* 130(3), 274–281. Verkkolehti. Saatavilla: kaakkuri.finna.fi [viitattu 17.3.2021].

Rimhanen-Finne, R., Jokiranta, T., Virtanen, M. & Kuusi M. 2011. Giardia and Cryptosporidium infection in Finland: a registry-based study of their demographic determinants. *APMIS* 11, 735–740.

Robertson, B., Sinclair, M., Forbes, A., Veitch, M., Kirk, M., Cunliffe, D., Willis, J. & Fairley C. 2002. Case-control studies of sporadic cryptosporidiosis in Melbourne and Adelaide, Australia. *Epidemiology & Infection* 128 (3), 419–431. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1017/S0950268802006933> [viitattu 24.2.2021].

Robertson, L., Björkman, C., Axén, C. & Fayer, R. 2014. Cryptosporidiosis in Farmed Animals. Teoksessa Cacciò, S. & Widmer G. (toim.) *Cryptosporidium: parasite and disease*. Wien: Springer Vienna, 149–231.

Robertson, L., Jore, S., Lund, V. & Grahek-Ogden, D. 2021. Risk assessment of parasites in Norwegian drinking water: opportunities and challenges. *Food and Waterborne Parasitology* 21, 1–8. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2021.e00112> [viitattu 3.3.2021].

Robinson, G., Chalmers, R., Stapleton, C., Palmer S., Watkins, J., Francis, C. & Kay, D. 2011. A whole water catchment approach to investigating the origin and distribution of *Cryptosporidium* species. *Journal of Applied Microbiology* 111 (3), 717–730. Saatavissa: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.05068.x> [viitattu 2.3.2020].

Rochelle, P. & Giovanni, G. 2014. *Cryptosporidium* Oocysts in Drinking Water and Recreational Water. Teoksessa Cacciò, S. & Widmer G. (toim.) *Cryptosporidium: parasite and disease*. Wien: Springer Vienna, 489–513.

Roy, S., DeLong, S., Stenzel, S., Shiferaw, B., Roberts, J., Khalakdina A., Marcus, R., Segler, S., Shah, D., Thomas S., Vugia, D., Zansky, S., Dietz, V. & Beach, M. 2004. Risk factors of Sporadic Cryptosporidiosis among Immunocompetent Persons in the United States from 1999 to 2001. *Journal of Clinical Microbiology* 7, 2944–2951. Verkkolehti, Saatavissa: <https://doi.org/10.1128/JCM.42.7.2944-2951.2004> [viitattu 9.2.2021].

Ruoho, O. 2020. Asiantuntijaeläinlääkäri, varatoiminnanjohtaja. Sähköposti- viesti 13.10.2020. Eläinten terveys ETT ry.

Ruokavirasto. 2018a. *Cryptosporidium parvum* eläimillä. WWW-dokumentti. Päivitetty: 14.12.2018. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/elaintenpito/elainten-terveys-ja-elaintaudit/elaintaudit/naudat/kryptosporidit/> [viitattu 6.7.2020].

Ruokavirasto. 2018b. Alkutuotannon veden laatuvaatimukset. WWW-dokumentti. Päivitetty: 7.11.2018. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/veden-laatuvaatimukset/> [viitattu 14.4.2020].

Ruokavirasto. 2019a. Eläinten terveys ja eläintaudit. WWW-dokumentti. Päivitetty: 20.2.2019. Saatavilla: <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/elaintenpito/elainten-terveys-ja-elaintaudit/> [viitattu 4.3.2021].

Ruokavirasto. 2019b. *Cryptosporidium parvum*. WWW-dokumentti. Päivitetty: 1.7.2019. Saatavilla: <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikkeiden-turvallisen-kayton-ohjeet/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia-aiheuttavia-loisia-ja-alkuelaimia/cryptosporidium-pavrum/> [viitattu 8.3.2021].

Ruokavirasto. 2019c. KRYPTO-hanke selvittää kryptosporidioosin lisääntymisen syitä. WWW-dokumentti. Päivitetty: 8.7.2019. Saatavilla: <https://www.ruokavirasto.fi/yhteisot/tieteellinen-tutkimus/uutisia-tieteellisesta-tutkimuksesta/krypto-hanke-selvittaa-kryptosporidioosin-lisaantymisen-syita/> [viitattu 29.3.2021].

Ruokavirasto. 2021a. Täydentävien ehtojen opas 2021. WWW-dokumentti. Päivitetty: 23.2.2021. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/oppaat/hakuoppaat/taydentavien-ehtojen-opas/taydentavien-ehtojen-opas-2021/#id-37-suojele-pohjavetta> [viitattu 14.4.2021].

Ruokavirasto. 2021b. Ympäristösitoumuksen perustaso. WWW-dokumentti. Päivitetty: 29.3.2021. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ymparistokorvaus/perustaso/> [viitattu 14.4.2021].

Ruokavirasto 2021c. Ympäristökorvaus. WWW-dokumentti. Päivitetty: 1.4.2021. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ymparistokorvaus/> [viitattu 14.4.2021].

Ryan, U., Xiao, L., Read, C., Zhou, L., Lal, A. & Pavlasek, I. 2003. Identification of novel *Cryptosporidium* genotypes from the Czech Republic. *Applied and Environmental Microbiology* 69 (7), 4302–4307. Verkkolehti. Saatavissa: <https://aem.asm.org/content/aem/69/7/4302.full.pdf> [viitattu 17.3.2021].

Ryan, U., Monis, P., Enemark, H., Sulaiman, I., Samarasinge, B., Read, C., Buddle, R., Robertson, I., Zhou, L., Thompson, R. & Xiao, L. 2004. *Cryptosporidium suis* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in pigs (*Sus scrofa*). *Journal of Parasitology* 90(4), 769–773. Verkkolehti. Saatavissa: https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/9515/1/cryptosporidium_suis.pdf [viitattu 17.3.2021].

Ryan, U., Fayer, R. & Xiao, L. 2014. *Cryptosporidium* species in humans and animals: current understanding and research needs. *Parasitology* 141, 1667–1685. Verkkolehti. Saatavissa: https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/23346/1/cryptosporidium_species_in_humans_and_animals.pdf [viitattu 17.3.2021].

Ryan, U., Zahedi, A. & Papparini, A. 2016. *Cryptosporidium* in humans and animals – a one health approach to prophylaxis. *Parasite Immunology* 9, 535–547. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1111/pim.12350> [viitattu 9.2.2021].

Signor, R., Roser D., Ashbolt, N. & Ball, E. 2005. Quantifying the impact of runoff events on microbiological contaminant concentrations entering surface drinking source waters. *Journal of Water and Health* 4, 453–468. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.2166/wh.2005.052> [viitattu 2.3.2020].

Slapeta, J. 2006. *Cryptosporidium* species found in cattle: a proposal for a new species. *Trends in Parasitology* 22, 469–474. Saatavilla: kaakkuri.finna.fi [viitattu 17.3.2021].

Slavin, D. 1955. *Cryptosporidium meleagridis* (sp. nov.). *Journal of Comparative Pathology* 65, 262–270. Verkkolehti. Saatavilla: kaakkuri.finna.fi [viitattu 17.3.2021].

Slifko, T., Smith, H. & Rose, J. 2000. Emerging parasite zoonoses associated with water and food. *International Journal for Parasitology* 12–13, 1379–1393. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 11.2.2021].

Smith, H. & Nichols, R. 2010. *Cryptosporidium*: Detection in water and food. *Experimental Parasitology* 124 (1), 61–79. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 9.2.2021].

Sorvali, J. 2013. Ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset ja toimialojen haavoittuvuus. PDF-dokumentti. Ei päivitystietoja. Saatavissa: [https://mmm.fi/documents/1410837/1516663/Ilmastonmuutoksen_haitalliset_vaikutukset_ja_toimialojen_haavoittuvuus_raportti_\(final\).pdf/7f1a2e21-a4cb-48e6-aff4-d92dc770240a/Ilmastonmuutoksen_haitalliset_vaikutukset_ja_toimialojen_haavoittuvuus_raportti_\(final\).pdf.pdf](https://mmm.fi/documents/1410837/1516663/Ilmastonmuutoksen_haitalliset_vaikutukset_ja_toimialojen_haavoittuvuus_raportti_(final).pdf/7f1a2e21-a4cb-48e6-aff4-d92dc770240a/Ilmastonmuutoksen_haitalliset_vaikutukset_ja_toimialojen_haavoittuvuus_raportti_(final).pdf.pdf) [viitattu 21.4.2021].

Suokorpi, A., Autio, T., Ruotsalainen, E., Björkstrand, M. & Rimhanen-Finne, R. 2019. Miksi kryptosporidioositapaukset lisääntyvät Suomessa? *Duodecim* 17, 1635–1643. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/duo15092> [viitattu 19.2.2021].

Suomen ympäristökeskus SYKE. 2015. Usein kysytyjä kysymyksiä asumisjärteveden käsittelystä kotieläintilalla. WWW-dokumentti. Päivitetty: 17.4.2015. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B7C9FD0E7-0CBC-4EB4-A9C4-DF5B14EBC5C5%7D/99360>. [viitattu 19.3.2021].

Suomen ympäristökeskus SYKE. 2020. Vesienhoitoalueet. WWW-dokumentti. Päivitetty: 28.10.2020. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/Vesien-suojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyö/Vesienhoitoalueet [viitattu 19.3.2021].

Tattari, S., Puustinen, M., Koskiahho, J., Röman, E. & Riihimäki, J. 2015a. Valuma-alueiden eri lähteistä tulevan vesistökuormituksen arviointi ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskus. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://energia.fi/files/402/syke_maankayton_vesistovaikutukset_raportti_3132015.pdf [viitattu 4.3.2021].

Tattari, S., Puustinen, M., Koskiahho, J., Röman, E. & Riihimäki, J. 2015b. Vesi- ja maan ravintokäytön lähteet ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 2015:35. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/159464> [viitattu 8.3.2021].

THL. 2019. Tartuntatautirekisteri. WWW-dokumentti. Päivitetty: 19.12.2019. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/seurantajarjestelmat-ja-rekisterit/tartuntatautirekisteri> [viitattu 23.2.2021].

THL. 2020a. Ilmoitettavat taudit ja mikrobit. WWW-dokumentti. Päivitetty: 2.3.2020. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/seurantarjestelmat-ja-rekisterit/tartuntatautirekisteri/ilmoitettavat-taudit-ja-mikrobit#Muut%20ilmoitettavat%20mikrobilöydökset> [viitattu 23.2.2021].

THL. 2020b. Käsihygienian merkitys korostuu epidemiatilanteessa. WWW-dokumentti. Päivitetty: 4.5.2020. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/-/kasihygienian-merkitys-korostuu-epidemiatilanteessa-kansainvalista-kasihygieniapaivaa-vietetään-5.-toukokuuta-> [viitattu 28.4.2021].

THL. 2021. Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta. WWW-dokumentti. Päivitetty: 18.2.2021. Saatavissa: https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12109 [viitattu 19.2.2021].

Tilastokeskus. 2021. Suomalaisten kotimaan mökkimatkailu lisääntyi vuonna 2020. WWW-dokumentti. Päivitetty: 20.4.2021. Saatavissa: https://www.stat.fi/til/smat/2020/smat_2020_2021-03-30_tie_001_fi.html [viitattu 28.4.2021].

Tutkimussuunnitelma. 2019. Kryptosporidioosi – Nouseva zoonoosiuhka nautakarjoissa (Lyhenne: KRYPTO). Moniste.

Tyzzar, E. 1910. An extracellular coccidium, *Cryptosporidium muris* (gen. et sp. nov) of the gastric glands of the common mouse. *Journal of Medical Research* 23, 487–511. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2098948/pdf/jmedres00072-0103.pdf> [viitattu 17.3.2021].

Uga, S., Matsuo, J., Kono, E., Kimura, K., Inoue, M., Rai, S. & Ono, K. 2000. Prevalence of *Cryptosporidium parvum* infection and pattern of oocyst shedding in calves in Japan. *Veterinary Parasitology* 94(1–2), 27–32. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 13.3.2021].

Ulén, B., Bachmann, M., Øygarden, L. & Kyllmar, K. 2012. Soil erosion in Nordic countries – future challenges and research needs. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science* 62, 176–184. Verkkolehti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/09064710.2012.712862> [viitattu 14.4.2021].

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18.12.2014/1250.

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 16.3.2017/157.

Wideström, M., Schönning, C., Lilja, M., Lebbab, M., Ljung, T., Allestam, G., Ferm, M., Björkholm, B., Hansen, A., Hiltula, J., Långmark, J., Löfdal, M., Ömberg, M., Reuterwall, C., Samuelsson, E., Widgren, K., Wallensten, A. & Lindh, J. 2014. Large Outbreak of *Cryptosporidium hominis* Infection Transmitted through the Public Water Supply, Sweden. *Emerging Infectious Diseases* 4, 581–589. Verkkolehti. Saatavissa: <https://dx.doi.org/10.3201%2Fcid2004.121415> [viitattu 11.2.2021].

Wilkes, G., Edge, T., Gannon, V., Jokinen, C., Lyautey, E., Medeiros D., Neumann, N., Ruecker, N., Topp, E. & Lapen, D. 2009. Seasonal relationships among indicator bacteria, pathogenic bacteria, *Cryptosporidium* oocysts, *Giardia* cysts, and hydrological indices for surface waters within an agricultural landscape. *Water Research* 8, 2209–2223. Verkkolehti. Saatavissa: kaakkuri.finna.fi [viitattu 3.3.2021].

Xiao, L. 2010. Molecular epidemiology of cryptosporidiosis: An update. *Experimental Parasitology* 124 (1), 80–89. Verkkolehti. Saatavissa kaakkuri.finna.fi [viitattu: 22.2.2021].

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.

Yoder, J. & Beach, M. 2007. Cryptosporidiosis Surveillance - United States 2003 – 2005. WWW-dokumentti. Päivitetty: 20.8.2007. Saatavissa: <https://www.cdc.gov/MMWR/preview/mmwrhtml/ss5607a1.htm> [viitattu 4.3.2021].

Zoonosikeskus. s.a. Kryptosporidioosi eläimissä. WWW-dokumentti. Ei päivitystietoja. Saatavilla: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/zoonosikeskus/zoonosioit/loisten-aiheuttamat-taudit/zoo_krypto_elaimet.pdf [viitattu 14.4.2021].

Åberg, R., Sjöman, M., Hemminki, K., Pirnes, A., Räsänen, S., Kalanti, A., Pohjanvirta, T., Cacciò, S., Pihlajasaari, A., Toikkanen, S., Huusko, S. & Rimhanen-Finne, R. 2015. *Cryptosporidium parvum* Caused a Large Outbreak Linked to Frisée Salad in Finland. *Zoonoses and Public Health* 8, 618–624. Saatavilla: <https://doi.org/10.1111/zph.12190> [viitattu 8.3.2020].

Kyselylomake

1. Maakunta

- Ahvenanmaa
- Etelä-Karjala
- Etelä-Pohjanmaa
- Etelä-Savo
- Kainuu
- Kanta-Häme
- Keski-Pohjanmaa
- Keski-Suomi
- Kymenlaakso
- Lappi
- Pirkanmaa
- Pohjanmaa
- Pohjois-Karjala
- Pohjois-Pohjanmaa
- Pohjois-Savo

- Päijät-Häme
- Satakunta
- Uusimaa
- Varsinais-Suomi

LANNAN VARASTOINTI

6. Mikä on todennäköisin toimintatapa, jos vuoden aikana kertyvä lanta ei mahdu pääasiallisessa käytössä olevaan lantalaan? Valitse kaikki vaihtoehdot, jotka pitävät paikkaansa

	Pellolla sijaitsevat lantapatterit	Tilapäisen lantalan käyttäminen	Lannan kuljettaminen hyötykäyttöön	Lannan uudelleenkäyttö navetassa	Jokin muu lannan välivarasto	Ei koske tilaa	En osaa sanoa
Kuivalantala	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lietelantala	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Onko pääasiallisessa käytössä olevassa kuivalantalassa (valitse kaikki vaihtoehdot, jotka pitävät paikkansa)

- Katos
- Kova pohja (esimerkiksi vettä läpäisemätön betoni tai asfaltti)
- Vuotovesien kokoomakaivo
- Ei koske tilaa
- En osaa sanoa

8. Onko pääasiallisessa käytössä oleva lietelantala katettu (esim. sadevesien pääsy estetty)?

- Kyllä
- Ei
- Lantalassa on kelluva kate
- Ei koske tilaa
- En osaa sanoa

9. Onko välivarastoina käytettävissä lantaloissa (valitse kaikki vaihtoehdot, jotka pitävät paikkaansa)

	Katos kaikissa	Katos osassa	Kova pohja kaikissa	Kova pohja osassa	Vuotovesien kokooma-kaivo	Ei ole käytössä välivarastoja	En osaa sanoa
Kuivalannan välivarasto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lietelannan välivarasto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LANNAN LEVITTÄMINEN

**10. Mihin vuodenaikaan lantaa pääsääntöisesti levitetään peltolohkoille?
Valitse kaikki vaihtoehdot, jotka pitävät paikkaansa.**

	Keväällä (1.4.– 31.5.)	Kesällä (1.6.– 31.8.)	Syksyllä (1.9.– 31.10.)	Vaihtelee vuosittain	Levitys useammin kuin kerran vuodessa	En osaa sanoa
Kuivalanta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lietelanta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

JALOITTELUTARHOJEN JA LAITUMIEN VALUMAVEDET

11. Onko nautojen jaloittelutarhojen pohja (valitse kaikki vaihtoehdot, jotka pitävät paikkaansa)

- Kova (esimerkiksi vettä läpäisemätön asfaltti tai betoni)
- Vettä läpäisevä (esimerkiksi kuorike tai sora)
- Jokin muu, mikä?
- Tilalla ei ole jaloittelutarhoja
- En osaa sanoa

12. Ohjataanko nautojen jaloittelutarhojen valumavedet keskitetysti (valitse kaikki vaihtoehdot, jotka pitävät paikkaansa)

- Kyllä, keräilyssäiliöön
- Kyllä, maasuodattamoon
- Jonnekin muualle
- Ei johdeta
- Ei koske tilaa
- En osaa sanoa

13. Onko tilalla laitumia?

- Kyllä
- Ei
- En osaa sanoa

IGLUTARHOJEN VALUMAVEDET**14. Onko vasikoilla käytössä olevissa iglutarhoissa vettä läpäisemätön pohja (esimerkiksi asfaltti tai betoni)?**

- Kyllä, kaikissa
- Kyllä, osassa
- Ei
- Vasikoille ei ole käytössä iglutarhoja
- En osaa sanoa

VESISTÖJEN JA UIMAPAIKKOJEN LÄHEISYYS

15. Sijoittuvatko seuraavat kohteet alle 100 metrin etäisyydelle vesistöstä (esim. joki, järvi, meri, valtaoja)? Valitse kaikki vaihtoehdot, jotka pitävät paikkaansa.

- Navetta
- Vasikoille käytettävä iglu
- Pääasiallisessa käytössä oleva kuivalantala
- Välivarastona käytettävä kuivalantala (yksi tai useampi)
- Pääasiallisessa käytössä oleva lietelantala
- Välivarastona käytettävä lietelantala (yksi tai useampi)
- Peltolohko, jolle levitetään lantaa pintalevityksenä (yksi tai useampi)
- Peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla (yksi tai useampi)
- Jaloittelutarha (yksi tai useampi)
- Laidun (yksi tai useampi)
- Edellä mainitut kohteet eivät sijoitu vesistön välittömään läheisyyteen
- En osaa sanoa

16. Sijoittuvatko seuraavat kohteet alle 500 metrin etäisyydelle uimapaikasta (esim. yksityinen ranta, yleinen uimaranta)? Valitse kaikki vaihtoehdot, jotka pitävät paikkaansa.

- Navetta
- Vasikoille käytettävä iglu
- Pääasiallisessa käytössä oleva kuivalantala
- Välivarastona käytettävä kuivalantala (yksi tai useampi)
- Pääasiallisessa käytössä oleva lietelantala
- Välivarastona käytettävä lietelantala (yksi tai useampi)
- Peltolohko, jolle levitetään lantaa pintalevityksenä (yksi tai useampi)
- Peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla (yksi tai useampi)
- Jaloittelutarha (yksi tai useampi)
- Laidun (yksi tai useampi)
- Edellä mainitut kohteet eivät sijoitu vesistön välittömään läheisyyteen
- En osaa sanoa

Tilastollisten testien tulokset

Tilastollinen vertailu ryhmien "Tilat, joilla ollut vasikoiden kryptosporidioosia viimeisen vuoden aikana" ja "Tilat, joilla ei ole ollut kryptosporidioosia viimeisen vuoden aikana" välillä.

	χ^2	df	p
Mustan jäteveden käsittely			
Umpikaivo tai -säiliö navetta	0,617	1	0,432
Lietesäiliö navetta	0,744	1	0,388
Kunnallistekniikka asuinrakennus	4,194	1	0,041
Umpikaivo tai -säiliö asuinrakennus	1,406	1	0,236
Imeytyskenttä asuinrakennus	2,768	1	0,096
Saostuskaivo asuinrakennus	0,234	1	0,628
Harmaa jäteveden käsittely			
Lietesäiliö navetta	2,651	1	0,103
Kunnallistekniikka asuinrakennus	3,589	1	0,058
Umpikaivo tai -säiliö asuinrakennus	0,350	1	0,554
Imeytyskenttä asuinrakennus	1,890	1	0,169
Saostuskaivo asuinrakennus	0,242	1	0,623
Todennäköisin kuivalannan välivarastointi			
Pellolla sijaitsevat lantapatterit	0,072	1	0,788
Tilapäisen lantalan käyttäminen	1,479	1	0,224
Todennäköisin lietelannan välivarastointi			
Tilapäisen lantalan käyttäminen	0,028	1	0,868
Kuivalantalan ominaisuudet			
Kova pohja	0,000	1	0,990
Vuotovesien kokoomakaivo	0,147	1	0,701
Ei koske tilaa	0,024	1	0,877
Lietelantalan katos			
Ei	0,096	1	0,757
Kuivalannan välivaraston ominaisuudet			
Kova pohja kaikissa	1,627	1	0,202
Ei ole käytössä välivarastoja	1,752	1	0,186
Lietelannan välivarasto			
Kova pohja kaikissa	0,514	1	0,473
Ei ole käytössä välivarastoja	0,011	1	0,915
Kuivalannan levitys			
Keväällä (1.4.-31.5.)	3,945	1	0,047
Syksyllä (1.9.-31.10)	0,055	1	0,815
Lietelannan levitys			
Keväällä (1.4.-31.5.)	0,067	1	0,795
Kesällä (1.6.-31.8.)	0,285	1	0,593
Syksyllä (1.9.-31.10)	0,005	1	0,945
Levitys useammin kuin kerran vuodessa	0,868	1	0,352
Jaloittelutarhojen ominaisuudet			
Vettä läpäisevä	0,343	1	0,558
Tilalla ei ole jaloittelutarhoja	0,000	1	1,000

Jalottelutarhojen valumavesien keräys			
Ei johdeta	0,197	1	0,657
Ei koske tilaa	0,281	1	0,596
Tiloilla on laitumia	8,847	1	0,003
Kohteet 100 metrin päässä vesistöä			
Navetta	0,369	1	0,543
Pääasiallisessa käytössä oleva lietelantala	1,381	1	0,808
Peltolohko, jolle levitetään lantaa pintalevityksenä	3,881	1	0,049
Peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla	6,849	1	0,009
Laidun	2,200	1	0,138
Edellä mainitut eivät sijoitu vesistön välittömään läheisyyteen	0,147	1	0,701
Kohteet 500 metrin päässä uima-alueesta			
Navetta	0,214	1	0,644
Peltolohko, jolle levitetään lantaa multaamalla	1,590	1	0,207
Laidun	0,984	1	0,321
Edellä mainitut kohteet eivät sijoitu vesistön välittömään läheisyyteen	0,193	1	0,660