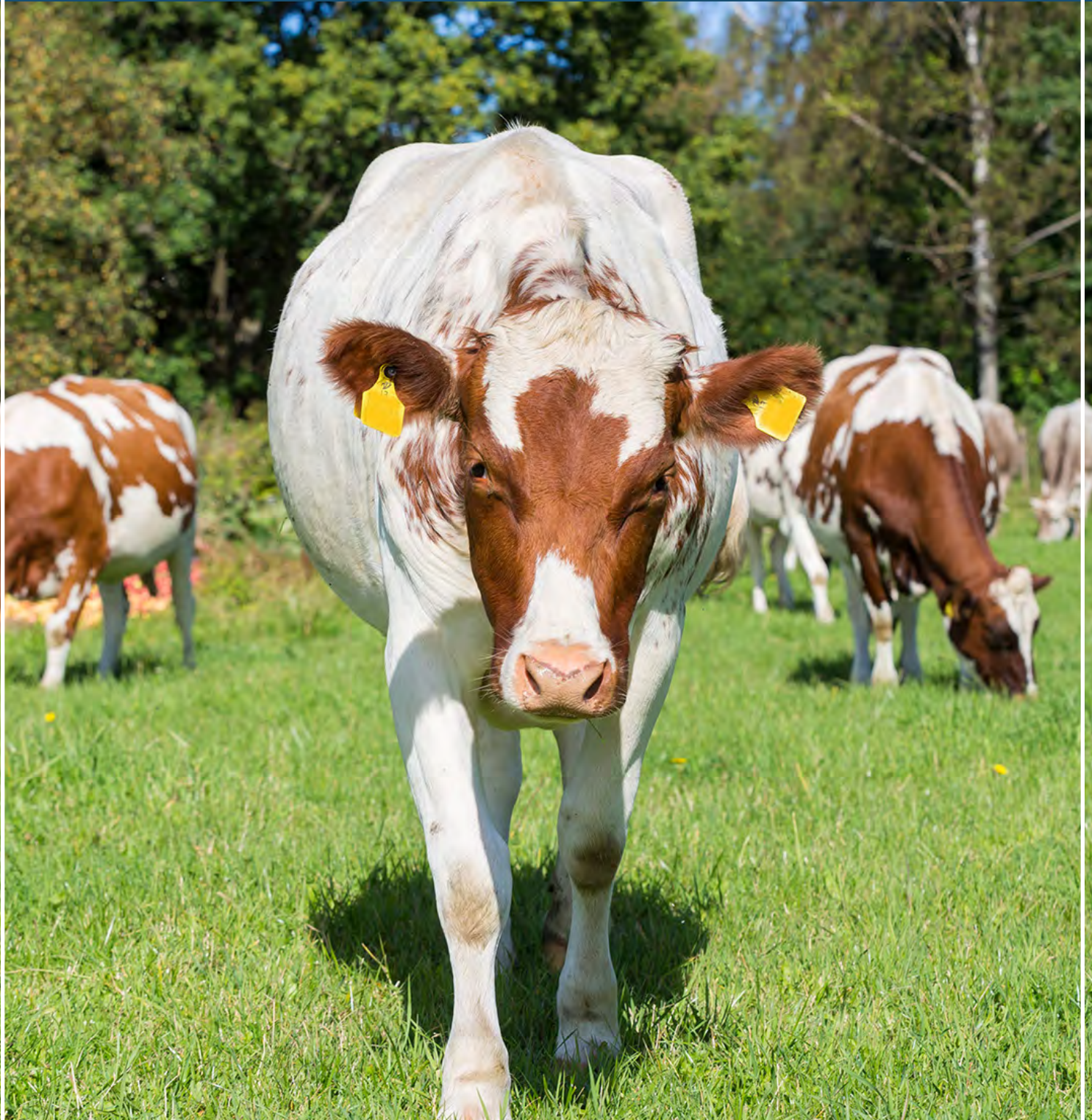




**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

Tutkimuksia  
**4/2022**

## Kystikerkoosi naudoissa ja lihantarkastuksen yksinkertaistaminen – riskinarviointi







# Kystikerkoosi naudoissa ja lihantarkastuksen yksinkertaistaminen – riskinarviointi



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

Kiitämme projektin ohjausryhmän jäseniä projektin aikana saadusta tuesta:

- Maaria Hackzell, maa- ja metsätalousministeriö
- Anna-Maija Grönlund, maa- ja metsätalousministeriö
- Eeva-Riitta Wirta, Ruokavirasto
- Pekka Karhu, Oy Snellman Ab
- Seija Pihlajaviita, Atria Suomi Oy
- Heidi Härtel, HKScan Finland Oy

Kiitämme myös seuraavia projektissa työskennelleitä:

- Lea Uotinen
- Idalina Ukkola-Cavalcanti
- Minna Nylund

Lisäksi kiitämme projektiin osallistuneita teurastamoita ja lihantarkastukseen osallistuneita henkilöitä näytteenotosta ja näytteistä.

Kannen kuva: Rodeo

# Kuvailulehti

Julkaisija	Ruokavirasto
Tekijät	Terhi Järvelä, Petra Pasonen, Marjatta Rahkio, Antti Oksanen, Mikko Turku, Suvi Joutsen, Pirkko Tuominen
Julkaisun nimi	<b>Kystikerkoosi naudoissa ja lihantarkastuksen yksinkertaistaminen – riskinarviointi</b>
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ruokaviraston tutkimuksia 4/2022
Julkaisuaika	09/2022
ISBN PDF	978-952-358-041-1
ISSN PDF	2490-1180
Sivuja	52
Kieli	suomi
Asiasanat	lihantarkastus, <i>Taenia saginata</i> , kystikerkoosi, tenioosi, poskilihasviillot, riskinarviointi, nauta, naudanliha
Kustantaja	Ruokavirasto
Taitto	Ruokavirasto, käyttäjäpalvelujen yksikkö
Julkaisun jakaja	Sähköinen versio: ruokavirasto.fi

## Tiivistelmä

Kystikerkoosi naudoissa – lihantarkastuksen yksinkertaistaminen -hankkeen taustalla on komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2019/627, joka antaa mahdollisuuden luopua nautojen lihantarkastuksessa tehtävistä puremalihasten (poskilihasten) viilloista. Mahdollisuus tällä tavalla keventää lihantarkastusta nosti esiin tarpeen tarkastella Suomen perusteiden riittävyttä. Poskilihasviillot tehdään ihmisten tenioositautia aiheuttavan naudan kystikerkoosin eli *Taenia saginata* -heisimadon loisrakkuloiden havaitsemiseksi. Hankkeen tavoitteena oli 1) kartoittaa ihmisten ja nautojen taudille altistavia tekijöitä, 2) arvioida ihmisten altistumista *T. saginata* -heisimadolle Suomessa ja 3) selvittää *T. saginata* -heisimadon esiintyvyyttä suomalaisissa teurasnaudoissa. Suomalaisista teurastamoista otettiin vuosina 2020 ja 2021 hanketta varten tarkemmin analysoitavaksi 793 naudan poski- ja sydänlihäsäilytettä. Lisäksi tutkittiin kolme tavanomaisesta lihantarkastuksesta lähetettyä epäilynäytettä. Yksikään näyte ei sisältänyt loisrakkuloita. Saman ajanjakson aikana teurastamoiden hankkeeseen kuulumattomassakaan lihantarkastuksessa ei havaittu loisrakkuloita. Kystikerkoosin esiintyvyydeksi suomalaisissa teurasnaudoissa arvioitiin 0,004 % (mediaani, 95 % todennäköisyysväli 0,0001–0,02 %). Riskinarvioinnin tulosten perusteella kystikerkoosi on erittäin harvinainen tauti suomalaisissa naudoissa, ja loisrakkuloiden aiheuttama riski kuluttajalle on hyvin pieni. Poskilihasviilloista luopuminen ei käytännössä lisäisi suomalaisten altistumista *T. saginata* -heisimadolle.

# Beskrivning

<b>Utgivare</b>	Livsmedelsverket
<b>Författare</b>	Terhi Järvelä, Petra Pasonen, Marjatta Rahkio, Antti Oksanen, Mikko Turku, Suvi Joutsen, Pirkko Tuominen
<b>Publikationens titel</b>	<b>Cysticerkos hos nötkreatur och förenkling av köttkontroll – riskvärdering</b>
<b>Publikationsseriens namn och nummer</b>	Livsmedelsverkets forskningsrapporter 4/2022
<b>Utgivningsdatum</b>	09/2022
<b>ISBN PDF</b>	978-952-358-041-1
<b>ISSN PDF</b>	2490-1180
<b>Sidantal</b>	52
<b>Språk</b>	finska
<b>Nyckelord</b>	Köttkontroll, <i>Taenia saginata</i> , cysticerkos, taeniasis, dyntsnitt i tuggmuskulaturen, riskvärdering, nötkreatur, nötkött
<b>Förläggare</b>	Livsmedelsverket
<b>Layout</b>	Livsmedelsverket, enheten för interna stödtjänster
<b>Distribution</b>	Elektronisk version: livsmedelsverket.fi

## Referat

Projektet *Cysticerkos hos nötkreatur och förenkling av köttkontroll*, och riskvärdering, baseras på kommissionens genomförandeförordning (EU) 2019/627. Förordningen gör det möjligt att slopa besiktningmomentet dyntsnitt i tuggmuskulaturen på nötkreatur i sökandet efter cysticerkos i köttkontrollen. Möjligheten att på detta sätt förenkla köttkontrollen aktualiserade behovet att undersöka tillräckligheten av Finlands kriterier. Dynt som hittas i köttkontrollen kan orsaka taeniasis (*Taenia saginata* -bandmaskinfektion) hos människor. Riskvärdering påbörjades för att 1) undersöka faktorer som påverkar människors och nötkreaturs exponering för *T. saginata* i Finland, 2) utvärdera människors exponering för *T. saginata* i Finland, 3) ta reda på prevalens av cysticerkos hos nötkreatur i Finland. Under 2020 och 2021 samlades totalt 793 tugg- och hjärtmuskelprever in från slaktade nötkreatur för vidare analys. Dessutom undersöktes tre misstänkta prover som skickats från rutinmässig köttkontroll. Cysticerkos upptäcktes inte vid rutin-köttkontrollen och alla analyserade prover var negativa för cysticerkos. Prevalens hos finsk slaktad nötkreatur är 0,004 % (95 % trovärdigt intervall 0,0001–0,02 %). På grundval av riskvärdering cysticerkos hos finska nötkreatur är mycket sällsynt, och risken för konsumenten är mycket liten. Slopande av dyntsnitt i tuggmuskulaturen skulle troligtvis inte förändra människors exponering.

## Description

<b>Publisher</b>	Finnish Food Authority
<b>Authors</b>	Terhi Järvelä, Petra Pasonen, Marjatta Rahkio, Antti Oksanen, Mikko Turku, Suvi Joutsen, Pirkko Tuominen
<b>Title of publication</b>	<b>Cysticercosis in cattle and simplification of meat inspection – risk assessment</b>
<b>Series and publication number</b>	Finnish Food Authority Research Reports 4/2022
<b>Publications date</b>	09/2022
<b>ISBN PDF</b>	978-952-358-041-1
<b>ISSN PDF</b>	2490-1180
<b>Pages</b>	52
<b>Language</b>	Finnish
<b>Keywords</b>	Meat inspection, <i>Taenia saginata</i> , cysticercosis, taeniosis, masseter muscle incisions, risk assessment, bovine, beef meat
<b>Publisher</b>	Finnish Food Authority
<b>Layout</b>	Finnish Food Authority, In-house Services Unit
<b>Distributed by</b>	Online version: foodauthority.fi

### Abstract

The project of cysticercosis in cattle and simplification of meat inspection, and the risk assessment carried out as part of it, is based on the Commission Implementing Regulation (EU) 2019/627. The regulation allows for discontinuation of the masseter muscle incisions of bovines in the search for cysticercosis in meat inspection. The possibility of discontinuing masseter muscle incisions rose the need for reviewing the adequacy of means. Viable cysticerci found in meat inspection can cause teniosis in humans. Risk assessment was initiated 1) to investigate factors affecting human and cattle exposure to *Taenia saginata* in Finland, 2) to evaluate human exposure to *T. saginata* in Finland and 3) to assess the prevalence of the parasite in meat inspection. A total of 793 heart and masseter samples were collected from slaughtered cattle added to three suspicion-based samples along normal meat inspection in 2020 and 2021. Bovine cysticercosis was not detected in routine meat inspection, and all analysed samples were negative for bovine cysticercosis during 2020 and 2021. The prevalence of cysticercosis in Finnish slaughtered cattle is 0,004 % (95 % credible interval 0,0001–0,02 %). According to the risk assessment bovine cysticercosis is very rare in Finnish cattle, and the risk for the consumer is considered very low. To conclude, discontinuing incisions of masseter muscles would not effectively alter human exposure to *T. saginata* cysticerci.

# Sisällys

<b>Määritelmät ja lyhenteet</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Tausta</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Arvioita yksinkertaistetun lihantarkastuksen vaikutuksista</b> .....	<b>11</b>
<b>3. Vaaran tunnistaminen</b> .....	<b>12</b>
3.1 Tartuntareitit.....	13
3.1.1 Ihmisen <i>T. saginata</i> -tartuntalähteet .....	13
3.1.2 Naudan <i>T. saginata</i> -tartuntalähteet.....	14
3.2 <i>T. saginata</i> -tartunnan toteaminen .....	17
3.2.1 Naudan kystikerkoosin toteaminen .....	17
3.2.2 Ihmisen tenioosin toteaminen .....	19
3.3 Nautakarjatalous Suomessa .....	19
<b>4. Vaaran kuvaaminen</b> .....	<b>21</b>
4.1 <i>Taenia</i> -heisimadot .....	21
4.2 <i>T. saginata</i> -heisimadon elämänsykli .....	21
4.3 <i>T. saginata</i> -heisimadon ja munien kestävyys.....	23
4.4 Naudan kystikerkoosi.....	23
4.5 Ihmisen tenioosi .....	23
4.5.1 Annosvaste .....	24
<b>5. Altistuksen arviointi</b> .....	<b>25</b>
5.1 Tehostettu lihantarkastus .....	25
5.1.1 Näytteenotto ja näytteiden tutkiminen .....	25
5.2 Tilastolliset menetelmät .....	26
5.3 Ihmisten altistuminen Suomessa .....	29
<b>6. Riskin kuvaus</b> .....	<b>31</b>
6.1 Ihmisen tenioosiriski .....	31
6.2 Naudan kystikerkoosiriski .....	31
6.3 Epävarmuudet .....	32
<b>7. Pohdinta</b> .....	<b>33</b>
7.1 Merkitys kuluttajalle.....	33
7.2 Henkilöhygieniä .....	33
7.3 Laiduntaminen.....	34
7.4 Rehu ja vesi.....	34
7.5 Jätevesi .....	34
7.6 Nautojen tuominen Suomen ulkopuolelta .....	34
7.7 Ilmasto .....	35
7.8 Suosituksia .....	35
<b>8. Lähdeluettelo</b> .....	<b>37</b>
<b>Liite 1. Kystikerkoosi eri maissa</b> .....	<b>44</b>
<b>Liite 2. Suomessa teurastetut naudat vuosina 1990–2021</b> .....	<b>46</b>
<b>Liite 3. Altistumallin kuvaus</b> .....	<b>47</b>
<b>Liite 4. Kyselykaavake nautatiloille kystikerkoosin taustatekijöiden kartoittamiseksi</b> .....	<b>50</b>



## Määritelmät ja lyhenteet

Määritelmä tai lyhenne	Selitys tässä raportissa
<b>Annosvaste</b>	Annoksen (loisten määrän) ja siitä aiheutuvien terveydellisten vaikutusten suhde
<b>Antigeeni</b>	Molekyyli, joka aiheuttaa elimistössä vasta-aineiden muodostumisen tai soluvälitteisen immuunivasteen
<b><i>Cysticercus bovis</i></b>	Entinen nimitys <i>T. saginata</i> -heisimadolle, nimi viittaa heisimadon toukkamuodon muodostamaan loisrakkulaan naudanlihassa
<b>Epidemiologinen tutkimus, tilanne ja tieto</b>	Tautien yleisyyttä, esiintymistä ja niihin vaikuttavia syitä kuvaava tutkimus, tilanne ja tieto
<b>Esiintyvyys</b>	Prevalenssi, vallitsevuus eli tautitapausten (sairaiden) osuus populaatiossa
<b>Hematoksyliini-eosiini värjäys</b>	Kudosten pH-arvoon perustuva värjäysmenetelmä
<b>Ilmaantuvuus</b>	Insidenssi eli uusien tautitapausten (sairaiden) määrä populaatiossa
<b>Ilmi tuleva esiintyvyys</b>	Niiden testattujen osuus, jotka näyttävät testissä positiivista, riippumatta siitä ovatko tosiasiallisesti positiivisia. Katso myös "Esiintyvyys".
<b>Kystikerkoosi</b>	<i>T. saginata</i> -heisimadon toukkamuodon aiheuttama tauti naudassa, nimi viittaa toukkien muodostamiin loisrakkuloihin naudanlihassa
<b>Kysta</b>	Loisrakkula, <i>T. saginata</i> -heisimadon toukan sisältävä rakkula, muodostuu naudanlihaan
<b>Loisrakkula</b>	Kysta, <i>T. saginata</i> -heisimadon toukan sisältävä rakkula, muodostuu naudanlihaan
<b>Maternaalinen vasta-aine</b>	Vasta-aine, jonka vasikka on saanut emoltansa ternimaidon kautta
<b>PCR</b>	Polymeraasiketjureaktio, nukleiinihapon osoitus -menetelmä
<b>Populaatiospesifinen</b>	Tietyn alueen yksilöistä muodostuvalle joukolle ominainen
<b>Poskilihakset</b>	Lainsäädännössä käytetään termiä puremalihakset, sisältää ulommat ja sisemmät poskilihakset
<b>Predilektiopaikka</b>	Taudin tavallisin esiintymispaikka
<b>Puremalihakset</b>	Ulommat ja sisemmät poskilihakset
<b>Pääisäntä</b>	<i>T. saginata</i> -heisimadon aikuisvaiheen isäntä, ihminen
<b>Sensitiivisyys</b>	Herkkyys, oikeiden positiivisten tulosten (oikeiden sairaiden) osuus kaikista sairaista tutkittavista
<b>Serologinen testi</b>	Immunologisia tapahtumia tutkiva testi seerumiverinäytteestä
<b>Spesifisyys</b>	Tarkkuus, oikeiden negatiivisten tulosten (oikeiden terveiden) osuus kaikista terveistä tutkittavista

Määritelmä tai lyhenne	Selitys tässä raportissa
<b>Sporadinen</b>	Satunnainen, erillinen tapaus
<b><i>T. saginata</i></b>	<i>Taenia saginata</i> , ihmisen kapea väkäsetön heisimato
<b>Tenioosi</b>	<i>T. saginata</i> -heisimadon aikuismuodon aiheuttama tauti ihmisessä
<b>Ternimaito</b>	Poikimisen jälkeen erittyvä runsaasti vasta-aineita sisältävä maito
<b>Todellinen esiintyvyys, tosiesiintyvyys</b>	Niiden testattujen osuus, jotka ovat tosiasiasa positiivisia. Katso myös "Esiintyvyys".
<b>Virhenegatiivinen</b>	Testitulokset, jonka mukaan tautia ei ole, vaikka tosiasiasa on.
<b>Väli-isäntä</b>	<i>T. saginata</i> -heisimadon toukkavaiheen isäntä, nauta
<b>Ziehl-Neelsen värjäys</b>	Kaksoisvärivärjäys kudoksenäytteille
<b>Zoonoosi</b>	Lajien välillä ja välityksellä leviävä tartuntatauti, <i>T. saginata</i> -heisimadon osalta ihmisen ja nautan välillä leviävä tartuntatauti

# 1. Tausta

Euroopan unionin lainsäädäntöä on uusittu. Kystikerkoosin varalta lihan tarkastuksessa tehtävästä puremalihasten (poskilihasten) viiltämisestä voidaan kansallisesti luopua tietyin ehdoin. Aiemmin voimassa olleen Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 854/2004 mukaan kaikilta yli kuuden viikon ikäisiltä naudoilta puremalihakset tuli viiltää niin, että ulompiin puremalihaksiin tehtiin kaksi viiltoa ja sisempiin yksi viilto. Uuden Euroopan parlamentin ja neuvoston valvonta-asetuksen (EU) 2017/625 nojalla annettua komission täytäntöönpanoasetusta (EU) 2019/627 alettiin soveltaa 14.12.2019. Sen 18 artiklan mukaan puremalihasten viilloista voidaan luopua 1) alle kahdeksan kuukauden ikäisillä naudoilla ja 2) alle 20 kuukauden ikäisillä naudoilla, jotka eivät koko elinaikanaan ole laiduntaneet, ja ovat eläneet tuberkuloosivapaassa maassa, kuten Suomessa (komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2021/620). Komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2019/627 19 artiklan mukaan muiden nautojen puremalihakset tulee viiltää (ulompiin puremalihaksiin kaksi viiltoa, sisäpuolisiin puremalihaksiin yksi viilto). Kuitenkin kyseisen komission täytäntöönpanoasetuksen 30 artiklassa annetaan toimivaltaiselle viranomaiselle mahdollisuus päättää 19 artiklassa mainittujen muiden nautojen puremalihasten viiltämisestä, mikäli jokin seuraavista komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2019/627 30 artiklan ehdoista täyttyy:

*”Edellä 19 artiklassa tarkoitettujen nautaeläinten osalta toimivaltaiset viranomaiset voivat päättää, ettei puremalihasten viiltäminen post mortem -tarkastuksessa ole pakollista, jos:*

*a) käytetään erityistä serologista koetta;*

*b) eläimet on kasvatettu virallisesti kystikerkoosista vapaaksi todetulla alkuperätalalla; tai*

*c) direktiivin 2003/99/EY 9 artiklan 1 kohdan mukaisesti kertomuksiin sisältyvien tietojen perusteella esiintyvyys alkuperäpopulaatiossa tai selkeästi määritellyssä alapopulaatiossa on pienempi kuin yksi miljoonasta, esiintyvyys on osoitettu 95 prosentin varmuudella taikka viimeisten viiden vuoden aikana (tai kahden vuoden aikana, jos tämä on perusteltua toimivaltaisten viranomaisten riskianalyysin perusteella) teurastetuissa eläimissä ei ole havaittu yhtään tapausta.”*

Loisrakkuloita esiintyy myös nautojen sydänlihaskudoksessa. Aiemman Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 854/2004 mukaan sydän tuli viiltää pituussuunnassa halkaisten väliseinäjä ja kammiot, niin, että kammiot avautuvat. Komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2019/627 mukaan sydän tulee edelleen viiltää pituussuunnassa avaten kammiot ja halkaisten kammioväliseinäjä muilta kuin 18 artiklassa mainituilta nuorilta naudoilta.

Lihantarkastuksen yhteydessä tehtävä poskilihasten viiltely diagnostisena keinona ei ole ongelmaton. Loisarakkuloita ei välttämättä esiinny kohdekudoksissa tai mikäli esiintyy, ne eivät välttämättä osu viiltojen kohdille (Kyvsgaard ym., 1990; Oryan ym., 1998; Scandrett ym., 2009, OIE, 2018). Tämän vuoksi naudan lievässä kystikerkoosissa lihasviiltojen herkkyys (sensitiivisyys) on vähäinen, 10–50 % (Eichenberger ym., 2011). Tämän seurauksena vain pieni osa mahdollisista tartunnan saaneista naudoista pystytään tunnistamaan (Kyvsgaard ym., 1990; Dorny ym., 2000; EFSA, 2005; Eichenberger ym., 2013). Arvioidaan, että lihan tarkastuslöydökset aliarvioivat esiintyvyyttä jopa 10-kertaisesti (Dorny ym., 2000). Nykykäytäntö viiltoineen on subjektiivinen ja pitkälti riippuvainen lihan tarkastushenkilökunnan ammattitaidosta. Viiltojen tekeminen on fyysisesti raskasta ja lisää työtapaturmia. Lisäksi viiltojen tekemisestä aiheutuu taloudellisia menetyksiä teurastamoille,

sillä viilletyn lihan arvo on pienempi kuin viiltämättömän. Lihantarkastukseen kuluva ajasta jopa kolmannes kuluu viiltojen tekemiseen, mikä voi lisätä työvoimakustannuksia (EC, 2000).

Hankkeessa *Kystikerkoosi naudoissa – lihantarkastuksen yksinkertaistaminen* tutkittiin, täyttävätkö komission antamat ehdot Suomessa niin, että poskilihasten viiltelystä voitaisiin luopua. Sitä varten 1) kartoitettiin ihmisten ja nautojen taudille altistavia tekijöitä, 2) arvioitiin ihmisten altistumista *T. saginata* -heisimadolle Suomessa, 3) arvioitiin *T. saginata* -heisimadon esiintyvyyttä suomalaisissa teurasnaudoissa, ja 4) varmistettiin lihantarkastushenkilökunnan kyky havaita heisimadon aiheuttamat muutokset.

Hankkeessa tehtiin riskinarviointi sekä tehostettiin lihantarkastusta vuosina 2020–2021 analysoimalla teurasnautojen poski- ja sydänlihASNäytteitä sekä järjestämällä lihantarkastushenkilökunnan koulutuksia.

Hankkeen rahoittivat Ruokavirasto ja maa- ja metsätalousministeriö (MMM Dnro 1856/03.01.01/2018). Nautateurastamot luovuttivat näytteet hankkeen käyttöön.

## 2. Arvioita yksinkertaistetun lihantarkastuksen vaikutuksista

Ruotsissa, jossa teurastetaan vuosittain noin 400 000 nautaa, on poskilihaksia viiltämällä havaittu yksi positiivinen nauta vuonna 2017. Ruotsissa luovuttiin poskilihasviilloista maaliskuussa 2020. Noin 170 ihmistä saa Ruotsissa vuosittain niklosamidi-lääkityksen, joka tehoaa *Taenia spp.*-suvun heisimatoihin. Tästä osa on tarkoitettu *T. saginata* -tartunnan hoitoon. Lihantarkastuksen uudistuksella ihmistapausten arvioidaan kasvavan 0,5 tapauksella seuraavan viiden vuoden aikana (Livsmedelsverket, 2021).

Siirryttäessä kohti silmämääräistä (visuaalista) lihantarkastusta ristikontaminaation vaara vähenee. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi vaara työvälaineiden kautta tapahtuvalle lihan saastumiselle tautia aiheuttavilla viruksilla ja bakteereilla, kuten salmonellalla, VTEC-bakteereilla ja kampakyobakteereilla, vähenee, kun luovutaan elinten ja imusolmukkeiden viiltelyistä (Jansen ym., 2018). Hill ym. (2014) arvioivat, että näin toimimalla Iso-Britanniassa *T. saginata* -heisimadon aiheuttamat ihmistartunnat lisääntyisivät noin 20 % eli vuodessa sadasta tapauksesta 120 tapaukseen. Muutoksen arvioidaan vaikuttavan vähäisesti tai keskinkertaisesti ihmisten riskiin saada tartunta. Vaikutus kansanterveyteen arvioidaan erittäin vähäiseksi tai vähäiseksi. Nautojen hyvinvoinnin ja terveyden osalta muutos on vähäistä, ellei erittäin vähäistä (Hill ym., 2014).

Belgiassa mallinnettiin eri diagnostisten testien käytön vaikutusta kystikerkoosi-positiivisten nautojen määrään, loisrakkulalöydöksiin ja ihmistapauksiin. Sen perusteella arvioitiin, että nykyisen lihantarkastuksen myötä ihmistapauksia ilmenee Belgiassa 10 987 vuosittain, ja ilman kystikerkoosin havaitsemiseksi tehtäviä viiltoja ihmistapauksia ilmenisi 11 179 eli 192 tapausta enemmän (+0,19 %). Viilloista luopumisella ei arvion mukaan ole huomattavaa merkitystä ihmistapausten määrässä. Samalla arvioitiin myös, että yksinään antigeenitestiä käyttämällä tai lisäämällä se osaksi nykyisen kaltaista lihantarkastusta, noin 40 % vähemmän eläviä loisrakkuloita pääsisi kuluttajille. Pelkästään antigeenitestiä käyttämällä kystikerkoosi-positiivisten nautojen osuus (42,5 %) laskisi kymmenen vuoden kuluessa 0,6 %:iin ja ihmistapauksia ilmenisi vuodessa 91 (Jansen ym., 2018). Jos antigeenitestien herkkyyttä saataisiin lisättyä, se riittäisi diagnostiseksi testiksi, sillä se havaitsisi elävät loisrakkulat poistaen ne elintarvikeketjusta ja mahdollistaisi näin ihmistapausten vähenemisen (Jansen ym., 2017).

Australiassa toteutetussa riskinarvioinnissa todettiin vientiin menevän australialaisen raa'an nautanlihan aiheuttavan 0,97 ihmistartuntaa vuodessa. Poskilihasviilloista luopumisen arvioitiin lisäävän tartuntoja yhdellä tartunnalla 33 vuodessa. Mikäli siirryttäisiin kokonaan visuaaliseen lihantarkastukseen, lisääntyisivät tartunnat yhdellä tartunnalla vuodessa (Kiermeier ym., 2019).

Muiden maiden riskinarviointien tuloksia ei voi suoraan verrata Suomen tilanteeseen, sillä muun muassa kystikerkoosin esiintyvyys, nautakanta, nautojen pito-olosuhteet, teurasikä ja -määrät vaihtelevat maittain. Lisäksi eroavaisuuksia on ruokakulttuureissa, jätevesien käsittelyssä ja ilmastossa.

### 3. Vaaran tunnistaminen

Naudan kystikerkoosi on *Taenia saginata* -heisimadon (ihmisen kapea väkäsetön heisimato) aiheuttama zoonoottinen, ihmisen ja naudan välillä leviävä tartuntatauti. Se on yleisin ja laajimmalle levinnyt ihmisen heisimato maailmassa, ja 60 miljoonalla ihmisellä arvioidaan olevan *T. saginata* -tartunta (Craig & Ito, 2007). *T. saginata* voi tarttua ihmiseen raa'asta tai huonosti kypsennetystä naudanlihasta. Nautoihin heisimato tarttuu vain ihmisulosteen välityksellä. Heisimato ei leviä naudasta toiseen eikä ihmisestä toiseen. Tärkeimmät keinot torjua kystikerkoosia ovat lihantarkastus nautateurastamoissa ja loisen maahantulon estäminen (EFSA, 2005).

Kystikerkoosia esiintyy ympäri maailmaa nautoissa (Liite 1). Esiintyvyytiedot Euroopassa perustuvat pääosin lihantarkastuslöydöksiin ja erilaisiin tutkimustuloksiin. Tiedot ovat hajanaisia, sillä niiden raportointitavat vaihtelevat. Myös taudin toteamiseen käytettävät diagnostiset testit vaihtelevat epävarmuuksineen. Laranjo-González ym. (2017) arvioivat lihantarkastuslöydösten perusteella nautojen kystikerkoosiesiintyvyyden vaihtelevan Länsi-Euroopassa (Alankomaat, Belgia, Espanja, Italia, Luxemburg, Portugali, Ranska, Ruotsi, Saksa, Slovenia, Sveitsi, Tanska, Yhdistynyt kuningaskunta) lähes olemattomasta vajaan kahdeksaan prosenttiin.

Suomessa *T. saginata* on nautoissa äärimmäisen harvinainen. Vuosien 1990–2021 aikana Suomessa teurastettiin noin yksitoista miljoonaa nautaeläintä, joista on varmistettu yksi kystikerkoositapaus vuonna 1996, ja sen lisäksi vuonna 2002 on todettu yksi vahva epäily (Liite 2). Epäilynäytteitä on vuosien varrella ollut muutamia. Vuoden 2002 tapaus ei voitu histologisesti vahvistaa, joten tartunta jäi epäilyasteelle (EFSA, 2018; Antti Oksanen, henkilökohtainen tiedonanto 2022). Suomessa mahdolliset epäilyt naudan kystikerkoosista kirjataan teurastamojen lihantarkastuslöydöksiin, ja ne varmistetaan aina laboratoriotutkimuksilla (Ruokavirasto, 2021b).

*T. saginata* -heisimatoa tavataan ihmisillä maailmanlaajuisesti, mutta sitä esiintyy erityisen paljon Keski- ja Itä-Afrikassa, Latinalaisessa Amerikassa, Aasiassa ja joissain Välimeren alueen maissa, kuten Syyriassa, Libanonissa, Serbiassa ja Montenegrossa (Murrell ym., 2005). Euroopan unionin alueella taudin ilmaantuvuudesta ei ole tarkkaa tietoa, koska tauti ei ole ilmoitettava tartuntatauti. Heisimatoläkkeiden myyntilukujen perusteella (Dorny & Praet, 2007) on epäsuorasti arvioitu, että taudin ilmaantuvuus Euroopan unionin alueella on 0,5–1/100 000 ihmistä (EFSA, 2013). Epidemiologisiin tutkimuksiin perustuvat arviot *T. saginata* -heisimadon esiintyvyydestä olivat Italiassa 0,20 %, Itävallassa 0,07 % ja Ranskassa 0,10 % (Laranjo-González ym., 2017). Tanskassa 2005–2015 tutkituista 90 000 ihmisen ripulinäytteestä todettiin heisimatoon viittaava löydös 40 näytteessä (0,04 %), ja 2011–2015 tutkituista 125 näytteestä (uloste-, jaoke- tai muu näyte) todettiin *T. saginata* -tartunta 16 näytteessä (13 %), joista 14 tapaus oli peräisin muualta kuin Tanskasta/Skandinaviasta (Stensvold & Nielsen, 2017).

Alueellisesti tartunnat voidaan jakaa kolmeen erilliseen ympäristöön. 1. Seudut, joissa *T. saginata* -heisimatoa esiintyy runsaasti, kuten paimentolaiskansojen elinalueet. Näissä sekä ihmisten että nautojen tartunnat ovat yleisiä ja kotoperäisiä. 2. Kaupunkien ja maaseutujen kotoperäiset tartunnat, joissa huolimatta laajasta munien levinneisyydestä, tartuntoja on vähemmän sekä ihmisillä että eläimillä. 3. Paikalliset pistetartunnat, esimerkiksi tuotantotiloilla, joissa yksi tartunnan saanut työntekijä voi tartuttaa samanaikaisesti useamman naudan (Murrell ym., 2005).

Suomessa *T. saginata* -tartunta ihmisellä on harvinainen. Todellisia tartuntamääriä on Suomessa vaikea arvioida, sillä tauti ei ole ilmoitettava tartuntatauti. Tartuntoja esiintyy arviolta muutamia vuosittain ainakin HUSLABin alueella, ja ne ovat todennäköisesti enimmäkseen peräisin ulkomailta (Siikamäki ym., 2002; Lavikainen, 2010).

*T. saginata* -heisimadon esiintyvyyttä pidetään maailmanlaajuisesti aliarvioituna sekä ihmisillä että naudoilla diagnostisten testien puutteiden, raportoinnin heikkouksien ja ihmisten taudinkuvan oireettomuuden vuoksi (EFSA, 2005; FAO/WHO, 2014; Laranjo-González ym., 2017).

### 3.1 Tartuntareitit

Nautojen kystikerkoositartuntaan vaikuttavat muun muassa tartunnan saaneiden ihmisten henkilöhygieniä ja *T. saginata* -heisimadon munilla tai jaokkeilla saastunut ympäristö. Ihmisten tenioositartuntaan vaikuttaa raa'an lihan syönti (Laranjo-González ym., 2017).

#### 3.1.1 Ihmisen *T. saginata* -tartuntalähteet

Mikäli loisrakkulan sisältävää naudanlihaa ei havaita lihantarkastuksessa, ihminen voi saada tartunnan syömällä elävän loisrakkulan sisältävää raakaa tai huonosti kypsennettyä naudanlihaa (EFSA, 2005). Murrell ym. (2005) mukaan ruokakulttuurilla (kuten raakaa naudanlihaa sisältävät perinneruuat), ja keittiöhygienialla (raa'an lihan maistelu ruokaa valmistaessa) voi olla merkitystä *T. saginata* -heisimadon leviämisen kannalta. Tartunnan todennäköisyys on suurempi muuhun väestöön verrattuna raakaa lihaa syöville ja raakaa lihaa työkseen käsittelevillä henkilöillä. Raakaa lihaa työkseen käsittelevillä henkilöillä voi olla suurempi mieltymys syödä sitä. Tartunnan todennäköisyys on suurempi myös tartunnan saaneen henkilön perheenjäsenillä oletettavasti saman tartuntalähteen tai samanlaisten ruokailutottumusten myötä, koska tartunta ei leviä ihmisestä toiseen. Kaikenikäiset voivat saada tartunnan. Tyypillisin tartunnansaaja on iältään 20–40-vuotias. Myös tartunnan saaminen uudelleen on mahdollista. (Murrell ym., 2005).

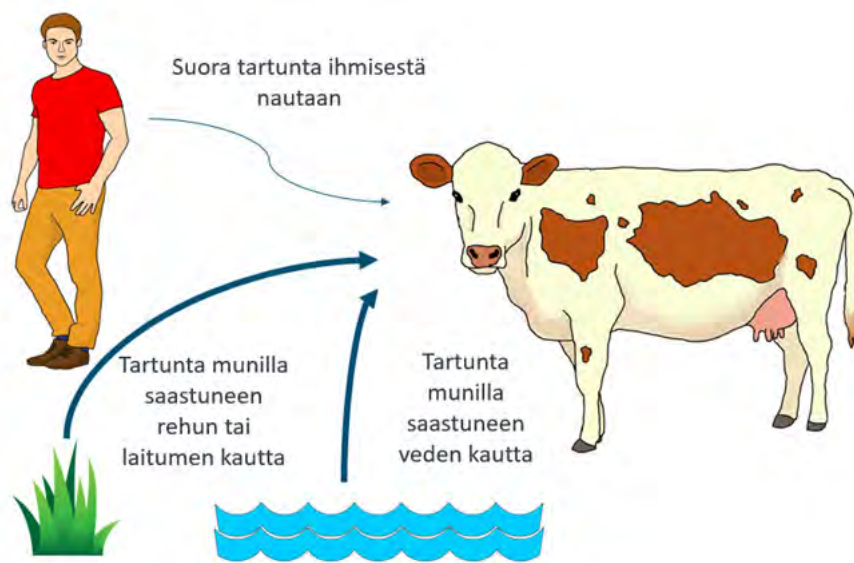
Suomalaisten altistavat tekijät tenioosille liittyvät raa'an tai huonosti kypsennetyn naudanlihan syömiseen, jota lisää korkean kystikerkoosiesiintyvyyden maista tuotu tuore ja riittämättömästi jäädytetty naudanliha. Suomalaiseen ruokakulttuuriin ei perinteisesti ole kuulunut raakana syötäviä naudanliharuokia, mutta nykyisin naudanlihan syöminen osittain raakana tai raakana on yleistynyt.

Tuoreen naudanlihan tuonti voi lisätä läpikypsentämätöntä naudanlihaa syövien ihmisten tenioosia Suomessa, jos liha tuodaan maasta, jossa esiintyy naudan kystikerkoosia, eikä naudanlihaa ei ole jäädytetty riittävän kauan tarpeeksi kylmässä lämpötilassa. Vuonna 2020 reilu kolmannes Suomeen tuodusta naudanlihasta oli tuoretta jäädyttämätöntä luutonta naudanlihaa (8 miljoonaa kiloa) (Tulli, 2022). Maissa, joista eniten tuodaan Suomeen naudanlihaa, esiintyy kystikerkoosia (Liite 1). Vuonna 2020 eniten tuoretta jäädyttämätöntä luutonta naudanlihaa tuotiin Tanskasta (3,1 miljoonaa kiloa) ja toiseksi eniten Saksasta (1,4 miljoonaa kiloa) (Tulli, 2022).

Suomeen tuodaan vuosittain vain vähän eläviä nautoja. Vuosina 2020–2021 Suomeen tuotiin yhteensä 118 nautaa, joista suurin osa (90 %) Ruotsista ja loput Norjasta, Virossa ja Saksasta. Näinä vuosina Suomessa teurastettiin yhteensä 64 ulkomaista alkuperää olevaa nautaa. Teurastetuista naudoista suurin osa (90 %) oli peräisin Ruotsista ja loput Tanskasta, Iso-Britanniasta, Saksasta ja Virossa (Nautarekisteri, 2022). Kystikerkoosi on naudoilla oireeton eikä nautoja tutkita sen varalta ennen Suomeen saapumista, joten käytännössä ainoa tapa todeta tauti on tutkia lopetettu tai teurastettu nauta. Alkioiden ja sperman tuonti on riskitöntä.

### 3.1.2 Naudan *T. saginata* -tartuntalähteet

Naudan perimmäinen *T. saginata* -tartuntalähde on aina tartunnan saaneen ihmisen uloste. Tartunnan saanut ihminen voi levittää tartuntaa eteenpäin nautoihin. Muihin ihmisiin tai eläimiin tartunnan saanut ihminen ei voi tartuntaa levittää. Nauta saa tartunnan syötyään *T. saginata* -heisimadon munia tai munia sisältävän jaokkeen. Munat voivat olla peräisin laitumelta, rehusta tai juomavedestä, jonne ihmisen saastunutta ulostetta on päätynt. Myös suora ulosteperäinen tartunta ihmisestä nautaan on mahdollinen (Murrell ym., 2005) (Kuva 1). Jotta naudat välttyisivät kystikerkoosilta, kaikki mahdolliset tartuntareitit tulisi katkaista. Tämän vuoksi tuotantotiloilla on erityisen tärkeää noudattaa hyvää hygieniää. Huomiota tulee kiinnittää erityisesti jätevesien hallintaan, laidunnusolosuhteisiin ja hygieenisiin toimintatapoihin (EC, 2000).



Kuva 1. *T. saginata* -heisimadon tartuntareitit ihmisestä nautaan.

#### 3.1.2.1 Henkilöhygieniä

Syy munien leviämislle saattaa olla henkilöhygienian heikkoudet esimerkiksi kunnollisten saniteettitilojen ja käsienpesumahdollisuuksien puuttuessa. Silloin ulostetta voi päätyä alueille, joista munat kulkeutuvat nautojen laitumelle tai viljelymaalle. Munat voivat kulkeutua esimerkiksi laitumelle tai viljelymaalle tulvivan veden tai pintavesien mukana.

Hygieeniset työskentelytavat tuotantotilalla ehkäisevät *T. saginata* -heisimadon leviämistä suoraan työntekijästä nautaan. Joissain tapauksissa nautoja hoitaneen ja tartunnan saaneen ihmisen puutteellinen hygienia on aiheuttanut nautoille laajoja ja voimakkaita tartuntoja (Murrell ym., 2005). *T. saginata* voi tarttua nautoihin esimerkiksi, jos munilla kontaminoituneilla käsillä käsitellään nautojen rehua, juotetaan vasikoita tai lypsetään lemmiä käsin (EC, 2000). Tartunnan todennäköisyys kasvaa, mikäli eläimiä hoitavalla on tartunta, tai jos hän on matkustanut alueella, jossa *T. saginata* -heisimatoa esiintyy ja syönyt riittämättömästi kypsennettyä, loisrakkuloita sisältävää naudanlihaa (Murrell ym., 2005). On tärkeää, että tuotantotilan työntekijät perehdytetään hyviin hygieniakäytäntöihin ja *T. saginata* -heisimadon elämänkiertoon (EFSA, 2005). Myös tuotantotiloilla



käyvät vierailijat voivat lisätä tartunnan todennäköisyyttä tilan naudoilla (Flütsch ym., 2008). On mahdollista, että *T. saginata* -heisimadosta irtoaa jaokkeita, jotka kulkeutuvat itsenäisesti ihmisestä ympäristöön esimerkiksi housunlahkeista, jolloin niitä voi levitä esimerkiksi tuotantotilassa kulkevasta ihmisestä, vaikka hän huolehtisikin käsihygieniastaan.

Naudantuotantotilojen käymälä- ja käsienspesuvedet voivat kontaminoitua *T. saginata* -heisimadon munilla, jos tilalla asuu tai käy vierailulla tartunnan saanut henkilö. Munien leviäminen nautoihin on kuitenkin estettävissä jätevesien hallinnalla. Teoreettinen *T. saginata* -heisimadon munien leviämisen riski on olemassa, mikäli maitohuoneen pesuvesiin sekoittuu esimerkiksi munilla kontaminoitunutta käsienspesuvettä ja pesuvesi päätyy viljelymaalle tai laitumelle.

Ihmiset voivat levittää heisimadon munia naudantuotantotilalle tai sen ympäristöön työskennellessään maataloudessa ja luonnossa tai matkailun välityksellä. Todennäköisyys, että ulkomaalaiset työntekijät levittävät munia ympäristöön, voi lisääntyä, jos työntekijät tulevat alueilta, joissa esiintyy paljon kystikerkoosia. Ulostetta voi päätyä ympäristöön myös erilaisten vapaa-ajan toimintojen tai turismin myötä. Turismin myötä voivat ulkomailta peräisin olevat tartunnat lisääntyä, mikäli turistien mukana mahdollisesti kantautuvat *T. saginata* -heisimadon munat päätyvät ympäristöön, jossa naudat elävät. Ihminen on saanut tartunnan sitä todennäköisemmin, mitä kauemmin hän on oleskellut maassa, jossa naudoilla esiintyy kystikerkoosia ja mikäli hän on syönyt riittämättömästi kypsennettyjä naudanlihatuotteita. Vaaran todennäköisyyttä lisäävät muun muassa naudantuotantotilojen lähistöllä sijaitsevat retkeilyalueet ja muut ulkoilureitit sekä yleiset parkkipaikat (Flütsch ym., 2008; Rossi ym., 2015; Marshall ym., 2016).

### 3.1.2.2 Rehu ja vesi

*T. saginata* voi levitä nautoihin myös kontaminoituneen rehun välityksellä. Tällöin rehu voi olla saastunut *T. saginata* -heisimadon munilla jo sadonkorjuun aikana viljelymaalla tai sitä on käsitellyt tartunnan saanut ihminen. Myös saastuneiden rehujen ristikontaminaatio säilönnän ja jälleenmyynnin aikana on mahdollista (EFSA, 2005). Karkearehun syöttämisen on todettu lisäävän nautojen kystikerkoosia maissa, joissa sitä esiintyy, joten voidaan olettaa, että karkearehussa *T. saginata* -heisimadon munat selviävät tartuntaa aiheuttavina pidempään. Ostetun karkearehun käyttö voi lisätä nautojen alttiutta kystikerkoosille (Flütsch ym., 2008). Todennäköisyys lisääntyy rehuosien määrän lisääntyessä. Esimerkiksi rehun kuumennus tai säilytys kuivissa olosuhteissa vähentävät tartuntaa aiheuttavien munien määrää.

Veden tulee täyttää laatu- ja turvallisuusvaatimukset, esimerkiksi elintarviketurvallisuutta vaarantavia loisia ei saa esiintyä. Maidontuotantotilan on varmistettava tutkimuksin veden laatu. Maidontuotantotilalta ei vaadita tutkimuksia, mikäli veden toimittaa kunnallinen vesilaitos tai vesiosuuskunta, jos kyseisen tilan maitohuoneen vesipiste kuuluu sen säännöllisen tutkimuksen piiriin (Ruokavirasto, 2021a & 2022b).

### 3.1.2.3 Laidunnus

Nautojen laiduntamista pidetään kystikerkoosille altistavana tekijänä. Laiduntaessa naudoilla on suurempi todennäköisyys saada tartunta ympäristön maaperästä, kun sisällä pidettävien nautojen ruokintaa pystytään kontrolloimaan paremmin (Kyvsgaard ym., 1991; EC, 2000). Luomutilojen naudoilla mainitaan olevan tavanomaista suurempi todennäköisyys saada kystikerkoositartunta (Calvo-Artavia ym., 2013). Tämä selittynee luomunautojen laiduntamista koskevilla vaatimuksilla.

Henriksen ym. (1988) kokeellisessa tutkimuksessa, jossa vasikoiden laitumen reunan läheisyyteen sijoitettiin *T. saginata* -heisimadon munilla saastunutta ihmisulostetta, vasikoissa ei havaittu loisrakkuloita kahdeksan viikkoa altistusajan alkamisesta. Parilla vasikalla havaittiin kuitenkin vasta-aineiden lisääntyneen (Henriksen ym., 1988). Vesistön läheisyyden on todettu lisäävän tartunnan todennäköisyyttä laitumella (Kyvsgaard ym., 1991) edellyttäen, että vesistöön on päätyntä *T. saginata* -heisimadon munia. Munat voivat myös levitä vesistöistä tulvan mukana laitumelle (Boone ym., 2007; Laranjo-González ym., 2017; Jansen ym., 2021).

### 3.1.2.4 Jätevesi ja jätevesiliete

*T. saginata* -heisimadon munat leviävät jätevesien välityksellä (Cabaret ym., 2002). Suuri leviämisen vaara on, jos vesistöön lasketaan vettä jätevedenpuhdistamolta, jonka puhdistusteho ei ole riittävä tuhoamaan munia (Kyvsgaard ym., 1991; Boone ym., 2007; Rossi ym., 2015; Jansen ym., 2018 & 2021). Heisimadon munat eivät ole harvinaisia käsittelemättömässä jätevesilietteessä lauhkean ilmastovyöhykkeen alueilla. Jaokkeiden sisällä olevat munat säilyvät jätevesilietteessä paremmin kuin paljaat munat (Cabaret ym., 2002).

Laajoja kystikerkoositartuntoja on ulkomailla yhdistetty laittomaan ihmisperäisen jätevesilietteen leviykseen laitumelle tai viljelymaalle. Tartuntoja on havaittu myös, kun samoilla puhdistamattomilla laitteilla on käsitelty sekä ihmis- että eläinperäistä lietettä ja levitetty sitä viljelymaalle (Ilsøe ym., 1990b).

Suomessa väestöstä noin 80 % kuuluu erilaisten jätevedenkäsittelyjärjestelmien piiriin (Vuorinen, 2013). Mekaaniset jätevedenpuhdistusprosessit eivät täysin kykene estämään munien läpipääsyä puhdistetun jäteveden mukana ympäristöön (Arundel & Adolph, 1980; Schwartzbrod ym., 1989, Murrell ym., 2005). Poikkeustilanteissa voidaan joutua johtamaan käsittelemätöntä tai osittain käsiteltyä jätevettä purkuvesistöön (Castrén, 2015), jolloin *T. saginata* -heisimadon munia voi päätyä vesistöihin.

Suomessa on haja-asutusalueilla noin 300 000 kiinteistöä, joita ei ole liitetty viemäriverkostoon. Näistä noin 16 % (noin 50 000) sijaitsee vesistön äärellä ja on vakituisessa käytössä (Ympäristöministeriö, 2017). Haja-asutusalueilla kiinteistön omistajilla on velvollisuus huolehtia jätevesien asianmukaisesta käsittelystä (Ympäristönsuojelulaki 527/2014).

Jätevedenpuhdistamoissa jätevesilietettä muodostuu Suomessa vuosittain noin miljoonaa kuutiota. Suomessa suurin osa jätevesilietteestä käsitellään kompostointi- tai biokaasulaitoksissa (Vuorinen, 2013). Jätevesilietteen käsittelyn tehokkuus heisimatojen tartuttavuuden vähentämiseksi vaihtelee 83,4–100 % välillä (Cabaret ym., 2002).

Käsitellyt jätevesilietteet eivät saa aiheuttaa vaaraa ihmisten, eläinten, kasvien ja ympäristön terveydelle ja turvallisuudelle (Lannoitevalmistelaki 539/2006). Niitä ei saa levittää eläinrehun viljelymaalle (MMM 24/11, muutos 12/12). Lannoitteita valmistettaessa jätevesilietteestä tuhoataan taudinaiheuttajat ja mikrobit tai niiden määrää vähennetään (Vuorinen, 2013). Vuonna 2016 Suomessa noin 40 % jätevesilietteestä käytettiin maataloudessa lannoitteena (Vesilaitosyhdistys, 2022).

### 3.1.2.5 Muita leviämistapoja

Muita munien mahdollisia leviämistapoja ovat leviäminen tuulen, lintujen ja hyönteisten mukana (Murrell ym., 2005).

### 3.1.2.6 Nautojen ja rehujen tuominen Suomen ulkopuolelta

Nautojen tuominen Suomeen maasta, jossa esiintyy kystikerkoosia, ei suoraan altista suomalaisia nautoja, koska *T. saginata* ei tartu nautojen välillä. Suomalaisiin nautoihin tartunta etenee vain, mikäli kyseisen ulkomaisen naudun lihasta tartunnan saanut ihminen on tekemisissä suoraan tai välillisesti nautojen kanssa. Ulkomaisia rehuja ei testata *T. saginata* -heisimadon munien varalta Suomeen tuotaessa.

## 3.2 *T. saginata* -tartunnan toteaminen

### 3.2.1 Naudan kystikerkoosin toteaminen

#### 3.2.1.1 Lihantarkastus

Lihantarkastuksen tarkoituksena on varmistaa, että liha on ihmisravinnoksi kelpaavaa (Ruokavirasto, 2021b). Kystikerkoosin toteamiseksi lihantarkastus on ensisijainen diagnosointikeino (OIE, 2018). Nautojen lihantarkastusmenettelyt riippuvat teurasiästä, kasvatusolosuhteista ja mahdollisista lisähuomioista liittyen ihmisten terveyteen, eläimen terveyteen ja hyvinvointiin. Lihantarkastukseen kuuluu aina silmämääräinen ruhon ja elinten tarkastus, samoin teurasiästä ja elimestä riippuen myös tunnustelu ja viiltely. Mikäli virkaeläinlääkäri havaitsee muutoksia, jotka antavat viitteitä uhasta ihmisten tai eläimen terveydelle tai hyvinvoinnille, on lihantarkastusta jatkettava ruhon osien tunnustelulla ja viiltelyllä (EU 2019/627).

Mikäli lihantarkastuksessa herää epäily mahdollisesta kystikerkoosista, on muuttunut ruhon osa hylättävä. Ruhon muille osille tulee tällöin suorittaa kylmäsäilytys (EU 2019/627, 30 §). Loizrakkulat kuolevat jäädyttämällä. Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto (EFSA) on määritellyt, että jäädytyksen tulisi tapahtua -10 °C tai kylmemmässä vähintään 10 päivän ajan, jotta loizrakkulat kuolevat (EFSA, 2004). Mikäli kystikerkoosimuutos luokitellaan laajaksi ja voimakkaaksi, sekä naudun yleistila on muuttunut, hylätään koko ruho ja elimet (Ruokavirasto, 2021b). Yleistyneestä eli voimakkaasta ja laajalle levinneestä tartunnasta puhutaan silloin, kun lähteestä riippuen ruhossa havaitaan yli 10 tai 20 loizrakkulaa, ja ne havaitaan kahdessa tai useammassa eri lihaksessa tai elimessä (Ilsøe ym., 1990b; Murrell ym., 2005; Dupuy ym., 2014; OIE, 2018). Epäilystä naudasta lähetetään näytteet Ruokavirastoon tutkittavaksi (Ruokavirasto, 2021b). Positiiviseksi tapaukseksi varmistetun naudun samasta karjasta teurastettavat muut naudat tulisi viiltää tarkemmin OIE:n (2018) mukaan, ja löydettyessä kystikerkoosiin sopiva muutos tulisi löydöstä kohdella positiivisena tapauksena.

Tartunnassa muodostuneiden loizrakkuloiden kohdekudoksina pidetään poskilihaksia, sydäntä, kieltä ja palleaa (Kyvsgaard ym., 1990; Oryan ym., 1998; Scandrett ym., 2009; Jansen ym., 2017; OIE, 2018). Loizrakkuloita voidaan kuitenkin havaita muuallakin naudun ruhossa. Kokeellisesti tartunnan saaneiden vasikoiden loizrakkuloista 8 % havaittiin poskilihaksissa, 17 % sydämessä, 3 % kielessä, 7 % palleassa, 4 % maksassa ja loput muissa lihaksissa sekä sisäelimissä (Kyvsgaard ym., 1990). Kun huomioon otetaan lihantarkastuksen kohteena olevat sydän ja poskilihakset, loizrakkulat ovat karkeasti jakautuneet suhteessa sydän:poskilihakset Kyvsgaard ym. (1990) mukaan 70:30 ja Jansen ym. (2017) mukaan 50:50. Tutkimuksissa löytyi myös nautoja, joilla ei ollut loizrakkuloita lainkaan kohdekudoksina pidetyissä paikoissa vaan etuselässä ja jalkojen lihaksissa (Kebede, 2008; Scandrett ym., 2009; Lopes ym., 2011; Soares ym., 2011). On arvioitu, että noin joka toisella lievän tartunnan saaneella naudalla löytyy loizrakkuloita lihantarkastuksen kohdekudoksista (Murrell ym., 2005). Kohdekudoksissa on voimakas verenkierto, jonka vuoksi loizrakkuloiden ajatellaan päätyvän todennäköisemmin näihin kudoksiin (OIE, 2018). Kuitenkin myös heisimatokanta, naudun rotu, ikä ja lihasaktiivisuus voivat vaikuttaa loizrakkuloiden jakautumiseen naudun ruhossa (Scandrett ym., 2009).

Naudan tartunnan saamisesta kulunut aika, loisrakkuloiden määrä, loisrakkuloiden sijainti sekä lihantarkastushenkilökunnan ammattitaito vaikuttavat lihantarkastuslöydöksiin. Loizrakkula voidaan havaita jo yhden millimetrin kokoisena pyöreänä ja vaaleana rakkulana. Alkuvaiheen loisrakkula on sidekudoksisen ja läpinäkyvän kapselin ympäröimä. Loppuvaiheessa ennen kalkkeutumista rappeutuva loisrakkula on muuttunut väriltään keltavihertäväksi ja läpinäkymättömäksi (OIE, 2018). Alkuvaiheen loisrakkuloita on vaikeampi havaita lihantarkastuksessa kuin loppuvaiheen loisrakkuloita (Murrell ym., 2005; EFSA, 2013). Lihantarkastuksen sensitiivisyys kystikerkoosin havaitsemiseksi arvioidaan olevan 10–50 % (Eichenberger ym., 2011). Lihantarkastuksen sensitiivisyys kasvaa tartunnan saaneen naudan loisrakkuloiden määrän lisääntyessä. Mitä enemmän lihaksistossa tai sydämessä on loisrakkuloita, sitä todennäköisemmin loisrakkulat havaitaan lihantarkastuksessa (Kvysgaard ym., 1990; EFSA, 2005). Mikäli ruhossa on yli 20 loisrakkulaa, EFSA (2005) arvioi lihantarkastuksen sensitiivisyyden nousevan noin 80 %:iin. Dorny ym. (2000) mukaan lihantarkastuslöydökset aliarvioivat kystikerkoosin esiintyvyyttä jopa 10-kertaisesti. Eichenberger ym. (2011) havaitsivat positiivisten löydösten lisääntyvän, kun sydänlihaskiiltojen lukumäärää lisättiin. Nykyiseen lihantarkastukseen verrattuna kohdekudosten runsaammilla viilloilla sensitiivisyys voi kasvaa jopa 5–50-kertaiseksi (Dorny ym., 2000).

Nauta, jolla ei todennäköisimmissä kohdekudoksissa ole loisrakkuloita, voi jäädä lihantarkastuksessa huomaamatta. Mitä pidempi aika tartunnan saamisesta on, sitä enemmän löytyy rappeutuneita loisrakkuloita verrattuna elinkykyisiin, mikä vähentää ihmistartunnan todennäköisyyttä (Scandrett ym., 2009). Naudan sydäntä pidetään luotettavana elimenä todentamaan kystikerkoositartunta, koska loisrakkulat rappeutuvat ja kalkkeutuvat sydämessä nopeasti ja erottuvat selvästi (Scandrett ym., 2009; Jansen ym., 2017).

### 3.2.1.2 Serologiset tutkimukset

Naudan verestä on mahdollista tutkia serologisin menetelmin antigeeneja ja vasta-aineita. Antigeeneja tunnistavia testejä voidaan käyttää todentamaan meneillään oleva tartunta, koska testit tunnistavat eläviä loisrakkuloita (EC, 2000; Dorny ym., 2000; Murrell ym., 2005; OIE, 2018). Vasta-aineita tunnistavat testit taas kertovat aikaisemmasta altistumisesta *T. saginata* -heisimadolle eivätkä välttämättä meneillään olevasta tartunnasta (EC, 2000, Murrell ym., 2005, Jansen ym., 2018). Veren vasta-aineisiin perustuvia testejä voidaan käyttää epidemiologisissa tutkimuksissa havaitsemaan alueelliset tautitapaukset, eikä siten yksilötason diagnostiikassa (OIE, 2018). Suomessa ei ole käytössä serologisia menetelmiä todentamaan tartuntoja.

Serologisten menetelmien herkkyys ja tarkkuus vaihtelevat epidemiologisen tilanteen mukaan, ja ne ovat aina populaatiospesifisiä (Jansen ym., 2017). Lievien tartuntojen kohdalla herkkyys ja tarkkuus vähenevät (EC, 2000; Murrell ym., 2005). Vasta-aineet voivat kuukauden kuluessa tartunnan saamisesta nousta korkeiksi, mikäli naudalla on voimakas tartunta eli kehoon muodostuu useita loisrakkuloita. Lievän tartunnan saaneella naudalla vasta-ainetasot nousevat hitaasti, jolloin tartunta ei välttämättä näy heti vasta-ainetutkimuksissa. Luotettavan tuloksen saaminen lievän tartunnan tapauksessa vaatii uusintatestauksia kolmen kuukauden välein. Sekä lievän että voimakkaan tartunnan saaneilla naudoilla vasta-ainetasot pysyvät koholla noin kahdeksan kuukautta tartunnasta (Ogunremi & Benjamin, 2010). Vasikoilla voi olla ternimaidosta saatuja maternaalisia vasta-aineita. Vasikoiden vasta-aineita tunnistavat testit voivat siis antaa väärinä positiivisia tuloksia (Murrell ym., 2005). Ne voivat kuitenkin kertoa alueellisesta tilanteesta.

Kun antigeeni- ja vasta-ainetutkimuksia käytetään osana lihentarkastusta viiltojen ohella, kystikerkoosi-positiivisia nautoja löytyy enemmän (Jansen ym., 2017). Jansen ym. (2017) tutkimuksessa todettiin reilu kolmannes (36 %) enemmän kystikerkoosi-positiivisia nautoja, kun lihentarkastuksen lisäksi käytössä oli kohdekudosten tiheämpi viiltäminen sekä vasta-aine- ja antigeenitestit.

### 3.2.2 Ihmisen tenioosin toteaminen

*T. saginata* -heisimadon aikuismuodon ihmiselle aiheuttama tauti on tenioosi. Se voidaan todeta ulostenäytteestä erilaisin menetelmin. Diagnosointia saattaa vaikeuttaa *T. saginata* -heisimadon munien ja jaokkeiden ajoittainen erittyminen ulosteen mukana (OIE, 2018; Siikamäki, 2021). Kokonaisen *T. saginata* -heisimadon tunnistaminen on myös mahdollista (Murrell ym., 2005).

Tenioosi voidaan todeta mikroskopoiden, ulosteantigeenitestauksella tai käyttämällä PCR-menetelmää osoittamaan *T. saginata* -heisimadon perimää ulosteessa. Mikroskopoidessa *T. saginata* -heisimadon jaokkeet ja päänmuoto voidaan tunnistaa rakenteistaan, joskaan se ei ole mutkatonta (Kerttula & Lavikainen, 2017). Mikroskopoidessa Ziehl-Neelsen-värjäystä voidaan käyttää apuna erottamaan eri heisimatolajien munat toisistaan (OIE, 2018). Ulosteantigeenitestauksessa selvitetään, sisältääkö uloste heisimadon antigeeneja ja saadaan samalla tietää heisimadon laji (Murrell ym., 2005; OIE, 2018). PCR-menetelmää voidaan käyttää varmistamaan lajitason löydös (Kerttula & Lavikainen, 2017). Suomessa diagnoosi tehdään mikroskooppisesti osoittamalla ulosteesta *T. saginata* -heisimadon munia tai jaokkeita (Siikamäki, 2021). Myös PCR-menetelmä on Suomessa käytössä (Kerttula & Lavikainen, 2017).

## 3.3 Nautakarjatalous Suomessa

Suomen nautatilat voidaan jakaa kolmeen tuotantomuotoon tuotantotavan mukaan:

1) maidontuotanto 2) lihentuotanto 3) yhdistetty maidon- ja lihentuotanto. Vuonna 2020 suurin osa tiloista, eli noin 60 %, oli maidontuotantotiloja. Lihentuotantotiloja oli noin 30 %. Loput tilat tuottivat sekä maitoa että lihaa (Luke, 2021g).

Sekä tilojen että nautojen määrät ovat vähentyneet, mutta tilakoot ovat kasvaneet viimeisten vuosien aikana. Vuonna 2020 Suomessa oli 9 301 nautatilaa, joissa oli noin 850 000 nautaeläintä (Luke, 2021c). Maidontuotantotiloja oli 5 361, naudanlihentuotantotiloja 2 725 ja yhdistettyjä tuotantotiloja 382 (Luke, 2021g). Neljännes nautatiloista sijaitsi Pohjois-Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa (Luke, 2021c). Maidontuotantotiloja, joissa oli yli 200 lehmää, oli 80 vuonna 2020; keskimääräinen lypsylehmäluku oli 44 lypsylehmää (Luke, 2021b). Emolehmiä oli 62 000 Suomessa vuonna 2020 ja niiden määrä kasvoi edellisestä vuodesta 3 %, kun taas lypsylehmien, hiehojen ja sonnien määrät vähenivät (Luke, 2021b). Vuonna 2020 luonnonmukaisessa tuotannossa (luomutuotanto) nautoja oli yhteensä noin 80 000 kappaletta (Ruokavirasto, 2020).

Vuosina 2020 ja 2021 nautoja teurastettiin noin 260 000 vuodessa. Naudanlihaa tuotettiin vuonna 2020 86,5 ja vuonna 2021 85,7 miljoonaa kiloa (Luke, 2021e). Tästä määrästä noin 20 % oli peräisin liharoduista (Luke, 2021d). Luomu-merkinnällä varustettua naudanlihaa tuotettiin Suomessa vuonna 2020 3,35 ja vuonna 2021 3,46 miljoonaa kiloa, mikä vastaa noin 4 % koko naudanlihatuotannosta kiloina (Luke, 2021f). Vuonna 2020 Suomessa tuotetusta naudanlihasta vietiin ulkomaille 6,9 miljoonaa kiloa. Suomeen tuotiin naudanlihaa muualta 21,7 miljoonaa kiloa (Luke, 2020b), josta tuoretta jäädyttämätöntä luutonta naudanlihaa oli 8 miljoonaa kiloa (Tulli, 2022). Samana vuonna naudanlihaa syötiin Suomessa 103 miljoonaa kiloa (Luke, 2020b). Henkeä kohden naudanlihaa kulutettiin 18,7 kiloa vuodessa (Luke, 2020a).

Suurin osa nautoista elää pihattonavetoissa, joissa ne saavat kulkea vapaasti rajatulla alueella sisätiloissa ja ulkona laitumella. Vuonna 2020 pihattonavettoja kaikista navetoista oli 65 % ja parsinavettoja 16 %. Loput naudat elivät muussa rakennustyyppissä tai ulkotarhassa (Luke, 2021a). Parsinavetoissa naudat ovat kytkettyinä parteen. Kesäisin parsinavetoissa elävät lypsylehmät on kuitenkin päästettävä laitumelle (VNa 592/2010).

Vuonna 2020 noin 70 % nautoista laidunsi (Luke, 2021a). Laiduntaminen oli yleisempää maidontuotantotiloilla (87 %), kuin muussa nautakarjataloudessa (58 %) (Tike, 2013; Luke, 2021a). Maidontuotantotiloilla laidunkausi oli noin viisi kuukautta, kun muussa nautakarjataloudessa se oli noin kuusi kuukautta (Luke, 2021a). Laiduntamiseen käytettävissä oleva pinta-ala oli 8,2 hehtaaria tilaa kohden (Tike, 2013). Lypsylehmät olivat laitumella noin 12 tuntia päivästä, kun muut naudat olivat lähes ympäri vuorokauden. Navetan yhteydessä olevalle jaloittelualueelle oli pääsy noin 40 % nautoista vuonna 2020. Se oli käytössä seitsemästä yhdeksään kuukautta (Luke, 2021a).

Navettatyyppi vaikuttaa siihen, miten naudat laiduntavat. Valtioneuvoston nautojen suojelusta annetun asetuksen (VNa 592/2010) mukaan parsinavetassa pidettävät lypsylehmät ja pääasiassa maidontuotantoon kasvatettavat hiehot on päästettävä laitumelle tai jaloittelutarhaan vähintään 60 päivän ajaksi 1.5.–30.9. Vaatimus ei koske kytkettyinä pidettäviä lihasonneja. Pihattonavetassa vastaava vaatimusta ei myöskään ole, vaan naudat voidaan pitää pihatossa ympärivuotisesti. Pihattonavetoissa elävät naudat voivat päästä ulkoilemaan pihatton yhteydessä olevassa ulkotarhassa (Valio, n.d.). Luomutuotantotiloilla ulkoiluvaatimukset ovat tavanomaista nautanpitoa laajemmat, eli luomunautojen lainmukainen laidunkausi on pidempi. Nautojen tulee säiden ja maaperän kunnon salliessa päästä ulkoilemaan päivittäin ja laitumelle laidunkaudella. Poikkeuksena sääntöön ovat yli vuoden ikäiset sonnit, joille riittää päivittäinen ulkoilu ulkoilutarhassa tai jaloittelualueella. Talviajan ulkoilusta voidaan luopua, mikäli laidunkaudella naudat laiduntavat päivittäin, laidunkausi on normaalia pidempi ja nautoja ei kytketä (Ruokavirasto, 2022a).

## 4. Vaaran kuvaaminen

### 4.1 *Taenia*-heisimadot

Ihmisille tautia aiheuttavia *Taenia*-sukuun kuuluvia heisimatoja tavataan naudoissa ja sioissa. Nämä heisimatolajit ovat *T. solium*, *T. asiatica* ja *T. saginata*, joista kahta ensimmäistä esiintyy ihmisillä ja sioilla. *T. solium* -tartunta on vakava, ihmisessä hermostollisia oireita aiheuttava tartuntatauti. Sen aiheuttamaa tartuntaa sioissa kutsutaan sikojen kystikerkoosiksi. *T. asiatica* on *T. saginata* -heisimadon kaltainen, lähinnä Aasiassa esiintyvä heisimato, joka on ihmisillä useimmiten oireeton (Craig & Ito, 2007). Tässä raportissa käsitellään kuitenkin ainoastaan ihmisten ja nautojen (*Bos taurus*) välillä esiintyvää *T. saginata* -heisimatoa, jonka aiheuttamaa zoonoottista tartuntatautia naudoissa kutsutaan nimellä naudan kystikerkoosi. Venäjän Siperian ja Kaukoidän peuroissa (*Rangifer tarandus*) tavataan myös *T. saginata* -heisimadon pohjoista muotoa (Konyaev ym., 2017). Tätä heisimatoa ei käsitellä tässä raportissa.

*Taenia saginata* eli ihmisen kapea väkäsetön heisimato:

Pääjakso: *Platyhelminthes*

Luokka: *Cestoda* (Heisimadot)

Lahko: *Cyclophyllidea*

Heimo: *Taeniidae*

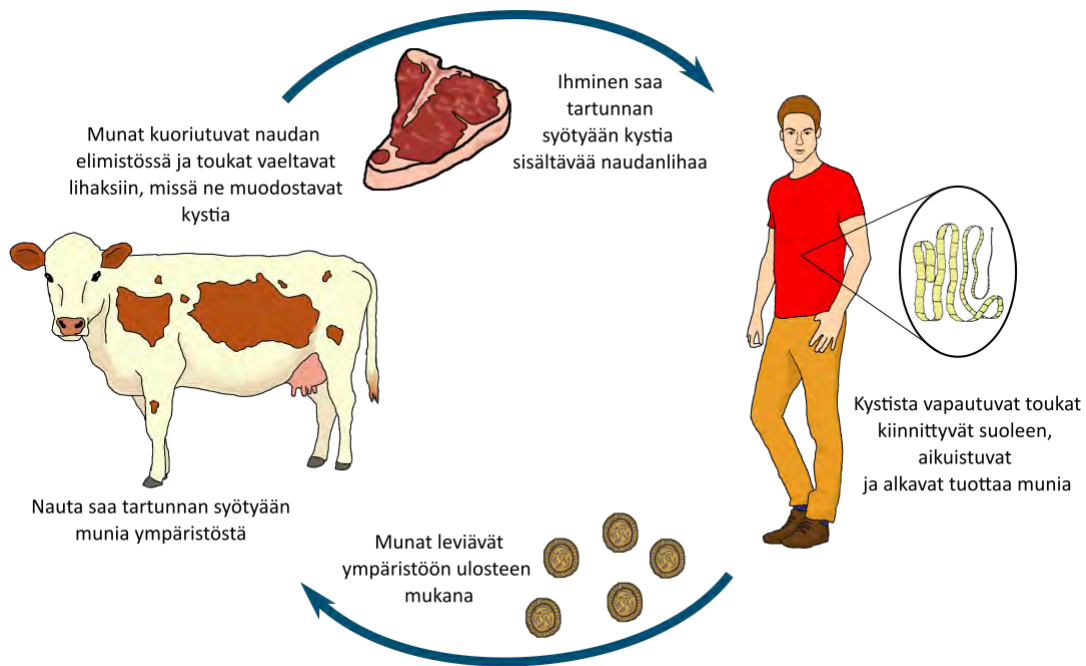
Suku: *Taenia*

Laji: *Saginata*

*T. saginata* -heisimadon naudanlihasta ihmiseen tarttuvaa toukkamuotoa on aiemmin kutsuttu *Cysticercus bovis* -nimellä. Tästä nimestä on luovuttu väärinkäsitysten välttämiseksi (EFSA, 2005). Raportissa toukkamuodosta käytetään nimitystä loisrakkula tai kysta.

### 4.2 *T. saginata* -heisimadon elämänsykli

*T. saginata* -heisimadon elämänsykliin kuuluu kaksi isäntää, joista nauta on väli-isäntä ja ihminen pääisäntä. Nauta saa tartunnan syömällä *T. saginata* -heisimadon munia sisältävää ihmisen ulostetta, ja ihminen saa tartunnan syömällä raakaa tai huonosti kypsennettyä naudanlihaa, joka sisältää loisrakkulan. *T. saginata* ei tartu ihmisestä toiseen ihmiseen eikä naudasta toiseen nautaan (EFSA, 2005) (Kuva 2).



Kuva 2. *T. saginata* -heisimadon elämänsykli naudan ja ihmisen välillä.

Loisrakkulasta kehittyy hedelmällinen aikuismuoto ihmisen ruuansulatuskanavassa 2–3 kuukaudessa. Aikuismuoto kiinnittyy ihmisen suolen limakalvolle ja voi elää ihmisen suolistossa jopa 25 vuotta. Aikuismuoto on ulkomuodoltaan nauhamainen, litteä, jaokkeellinen, vaalea tai vaaleankeltainen, ja se koostuu päästä, kaulasta sekä jaokeketjusta. Aikuismuoto voi kasvaa ihmisen ruuansulatuskanavassa 4–12 m pitkäksi ja olla 12–14 mm leveä. Jaokkeita voi olla yhteensä 1 000–1 500 kappaletta. Kypsät jaokkeet ovat hermafrodiitteja. Jokaiseen jaokkeeseen kehittyy noin 50 000–80 000 hedelmällistä munaa. Jaokkeet irtaantuvat jaokeketjusta yksikseen tai pienemmissä ketjuissa, ja niiden sisältämät munat vapautuvat ihmisulosteeseen. Myös jaokkeet voivat vaeltaa ulosteen mukana. Ne ovat noin 1–2 cm pitkiä ja 6,5–9,5 mm leveitä, ja ne on mahdollista havaita silmämääräisesti (EFSA, 2005; Murrell ym., 2005). Munat voivat säilyä ympäristössä noin puoli vuotta (Ilsøe ym., 1990a; Bucur ym., 2019).

Nauta saa tartunnan syömällä *T. saginata* -heisimadon munia, jotka kulkeutuvat naudan ruuansulatuskanavaan. Ruuansulatuskanavassa sappihapon suolat pilkkovat munien rakenteen, ja munien sisältämät toukat vapautuvat. Toukat kulkeutuvat verenkierron välityksellä naudan poikkijuovaiseen lihaskudokseen ja sydänlihaskudokseen. Lihaskudoksessa toukkien ympärille muodostuu nesteentäyttämä rakkula eli loisrakkula 12 päivässä. Loisarakkula on kooltaan noin 6–10 mm. Loisarakkula voi tarttua ihmiseen lihan välityksellä noin 10 viikon kuluttua naudan tartunnasta. Naudassa loisrakkula säilyy tarttumiskykyisenä muutamasta kuukaudesta yhdeksään kuukauteen. Mikäli loisrakkula ei päädy ihmisen ruuansulatuskanavaan tässä ajassa, se alkaa kalkkeutua ja lopulta kuolee (EFSA, 2005; Murrell ym., 2005).



### 4.3 *T. saginata* -heisimadon ja munien kestävyys

*T. saginata* -heisimadon munat selviävät maaperässä, mudassa ja vedessä noin kuusi kuukautta (Ilsøe ym., 1990a; Bucur ym., 2019). Mitä kylmempää vesi on, sitä paremmin munat säilyvät. Munien on osoitettu myös kestävänsä miinus- ja plusasteisen veden lämpötilan vaihtelua ainakin neljä kuukautta. Munat säilyivät hyvin myös viikon verran pakastimessa (-18 °C) (Bucur ym., 2019), joten pakkassäällä on oletettava munien säilyvän myös jonkin aikaa ympäristössä. Yleisesti *Taenia spp.* -munien ajatellaan säilyvän parhaiten ympäristössä lämpötilan pysytellessä 5–25 °C. Vähäinen ilmankosteus (< 34 %) ja yli 25 °C lämpötila heikentävät *Taenia spp.* -munien selviytymistä. Ilmankosteudella voi olla lämpötilaa suurempi merkitys munien säilymiselle (Jansen ym., 2021).

Etelä- ja Keski-Suomen ilmasto on edullinen *T. saginata* -heisimadon munille, sillä vuosikeskilämpötila Helsingissä on viimeisen 30 vuoden ajalta 6,5 °C. Sen sijaan esimerkiksi Sodankylän vuosikeskilämpötila jää alle 5 °C, jonka yläpuolella katsotaan *Taenia spp.* -munien jo selviävän hyvin (Jansen ym., 2021, Ilmatieteen laitos, 2022).

Maailman eläintautijärjestö OIE (2018) on luetellut käytössä olevia mahdollisia *T. saginata* -heisimadon loisrakkuloiden tuhoamismenetelmiä naudanlihassa muun muassa seuraavasti: 1) jäädytys -10 °C tai alemmassa yli 10 tai 14 päivää 2) jäädytys alle -7 °C:een 21 päiväksi 3) lihan läpikotainen kuumennus yli 60 °C:een 4) säilöminen suolaliemessä 21 päivän ajan 8–12 °C:ssa tai 5) höyrytys paineen avulla.

### 4.4 Naudan kystikerkoosi

Nauoilla kystikerkoosi on yleensä oireeton (Dorny & Praet, 2007; Blagojevic ym., 2017; Laranjo-González ym., 2017). Oryan ym. (1998) kuitenkin havaitsivat kokeellisesti tartunnan saaneilla vasikoilla ruumiinlämmön ja sykkeen nousua sekä hengitystiheyden kasvua. Epäsuora tartunta aiheuttaa useimmiten lievän taudinkuvan eli vain muutaman loisrakkulan kehittymisen naudassa, kun taas suora tartunta voi aiheuttaa voimakkaan taudinkuvan (Kyvsgaard ym., 1991).

Naudan tartuntaan ja sen voimakkuuteen vaikuttavat monet tekijät, kuten ihmisen ja ympäristön aiheuttama tautipaine, altistusajan pituus, vastustuskyky, sukupuoli ja tuotantotyyppi. Alueilla, joissa ihmisen aiheuttama tartuntapaine on toistuvaa, saa nauta tartunnan todennäköisesti jo nuorena kehittäen heisimadolle vastustuskykyä. Maissa, joissa kystikerkoosin esiintyvyys on vähäistä, tartunnan todennäköisyyttä lisää altistusajan pituus (Dorny ym., 2000). Kystikerkoosia on myös enemmän lehmillä. Lihantarkastuksessa on kystikerkoosia yleisimmin todettu maidontuotantotilojen naudoilla. Nämä liittyvät lehmien korkeampaan teurasikään ja laidunnuskäytäntöihin, jolloin altistumismahdollisuuksia on enemmän (Zdolec ym., 2012; Calvo-Artavia ym., 2013; Marshall ym., 2016). Nautaan päätyvien munien määrä ei ole suoraan verrannollinen loisrakkuloiden määrän kanssa (EFSA, 2005). Suomessa mielenkiinto kohdistuu erityisesti paljon laiduntaviin nautoihin, kuten ylämaankarjaan.

### 4.5 Ihmisen tenioosi

Ihmisellä *T. saginata* -tartuntaa kutsutaan nimellä tenioosi. Tauti on oireeton tai lieväoireinen aiheuttaen maha-suolikanavan oireilua, kuten epämukavuutta, lievää ripulia, painon laskua sekä kutinaa peräaukon seudulla (Murrell ym., 2005; Dorny & Praet, 2007; Blagojevic ym., 2017). Tartunnasta aiheutuu psyykkistä stressiä, etenkin diagnoosin ja hoidon jälkeen potilaan ymmärrettyä suolistossaan olleen loisen koon. Terveystieteiden tutkimusten mukaan kustannuksia aiheuttavat pääasiassa taudinmäärityksestä ja loishäädöstä aiheutuvat kustannukset (Blagojevic ym., 2017).

Avainasemassa taudin toteamisessa on ulostenäyte. Oireeton ihminen ei ole tietoinen taudistaan, jolloin ulostenäytettä ei tule otettua. Tämän vuoksi *T. saginata* -tartunnat ihmisillä Suomessa voivat olla aliarvioituja, mikä aiheuttaa tautipainetta nautoihin. Taudin hoitona on kerta-annos niklosamidia tai pratsikvantelia (Siikamäki, 2021). Todetessaan *T. saginata* -tartunnan terveydenhuollon henkilöstön on informoitava tartunnan saanutta taudin zoonoottisuudesta ja hyvän hygienian tärkeydestä.

#### **4.5.1 Annosvaste**

Annosvasteesta, eli siitä kuinka monta loisrakkulaa ihmisen on syötävä saadakseen tartunnan, on saatavilla vain niukasti tietoa. Van der Logt ym. (1997), Skjerve (1999) ja Kiermeier ym. (2019) ovat riskinarvioinneissaan käyttäneet malleja, jotka perustuvat Geerts ym. (1993) tutkimukseen. Yhden elävän loisrakkulan syöminen voi riittää aikaansaamaan tartunnan ihmisessä (EC, 2000). Yleensä ihminen on infektoitunut vain yhdellä *T. saginata* -heisimadolla kerrallaan (EC, 2000; Dorny & Praet, 2007). Tenioosin aiheuttamaksi tautitaakaksi on arvioitu 0,012 haittapainotettua elinvuotta (DALY, Disability Adjusted Life Years) (Salomon ym., 2012; Jansen ym., 2018). Arvo on hyvin pieni lievän oirekuvan vuoksi.

## 5. Altistuksen arviointi

Vaikka naudan *T. saginata* -tartuntalähde on tartunnan saaneen ihmisen uloste, useat eri tekijät voivat vaikuttaa naudan altistumiseen joko suoraan tai välillisesti (Kuva 3).



Kuva 3. Naudan kystikerkoosille altistavat tekijät, joista neljää ylintä pidetään merkittävimpinä tekijöinä.

### 5.1 Tehostettu lihantarkastus

#### 5.1.1 Näytteenotto ja näytteiden tutkiminen

Suomen viidessä isossa nautateurastamossa sekä pienteurastamoissa toteutettiin näytteenotto 27.2.–10.12.2020 ja 8.1.–22.12.2021 normaalin lihantarkastuksen ohessa. Myös epäilyyn perustuvia näytteitä tutkittiin samaan aikaan. Näytteet kerättiin yli neljän vuoden ikäisinä teurastettujen nautojen ruhoista ja ylämaankarjan osalta yli kahdeksan kuukauden ikäisinä teurastettujen nautojen ruhoista. Jokainen näyte sisälsi palan poski- ja sydänlihasta samasta naudanruhosta. Ylämaankarjan näytteenoton osalta toimitettiin niin, että mikäli saman päivän aikana samalta tilalta teurastettiin 1–4 nautaa, kerättiin näytteitä 1–2 kappaletta. Mikäli ylämaankarjaa teurastettiin enemmän, kerättiin näytteitä 1 näyte/5 nautaa. Poskilihaspala oli kooltaan vähintään noin 2 cm x 3 cm x 1 cm. Sydänlihaspala, 50–100 g, kerättiin sydämen oikean kammion seinämästä suunnilleen kahden lihantarkastuksessa tehtävän viillon väliseltä alueelta. Epäilytilanteessa toimitettiin näytteenoton

osalta samalla tavalla. Näytteet kerättiin 796 naudanruhosta (Taulukko 1). Näistä epäilyyn perustuvia näytteitä oli kolme kappaletta. Mikäli jokin näyte olisi osoittautunut positiiviseksi kystikerkoosin osalta, olisi mahdollisuuksien mukaan otettu näytteitä kaikista saman tilan yli kahdeksan kuukauden ikäisinä teurastetuista naudanruhoista seuraavan 12 kuukauden ajalta.

Taulukko 1. Tehostetussa lihantarkastuksessa saadut näytteet tuotantotyypeittäin ja roduittain.

Tuotantotyyppi	Rotu	Näytemäärä
Maidontuotanto	Ayrshire	263
	Holstein	253
	Länsisuomenkarja	6
	Pohjoissuomenkarja	3
	Itäsuomenkarja	2
	Brown swiss	1
	Jersey	1
	<b>Yhteensä</b>	<b>529</b>
Lihantuotanto	Ylämaankarja	163
	Limousin	24
	Hereford	19
	Charolais	16
	Blonde d'Aquitaine	12
	Aberdeen angus	12
	Simmental	7
	Dexter	1
	<b>Yhteensä</b>	<b>254</b>
Ei tietoa	Yhteensä	13
<b>Kaikki</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>796</b>

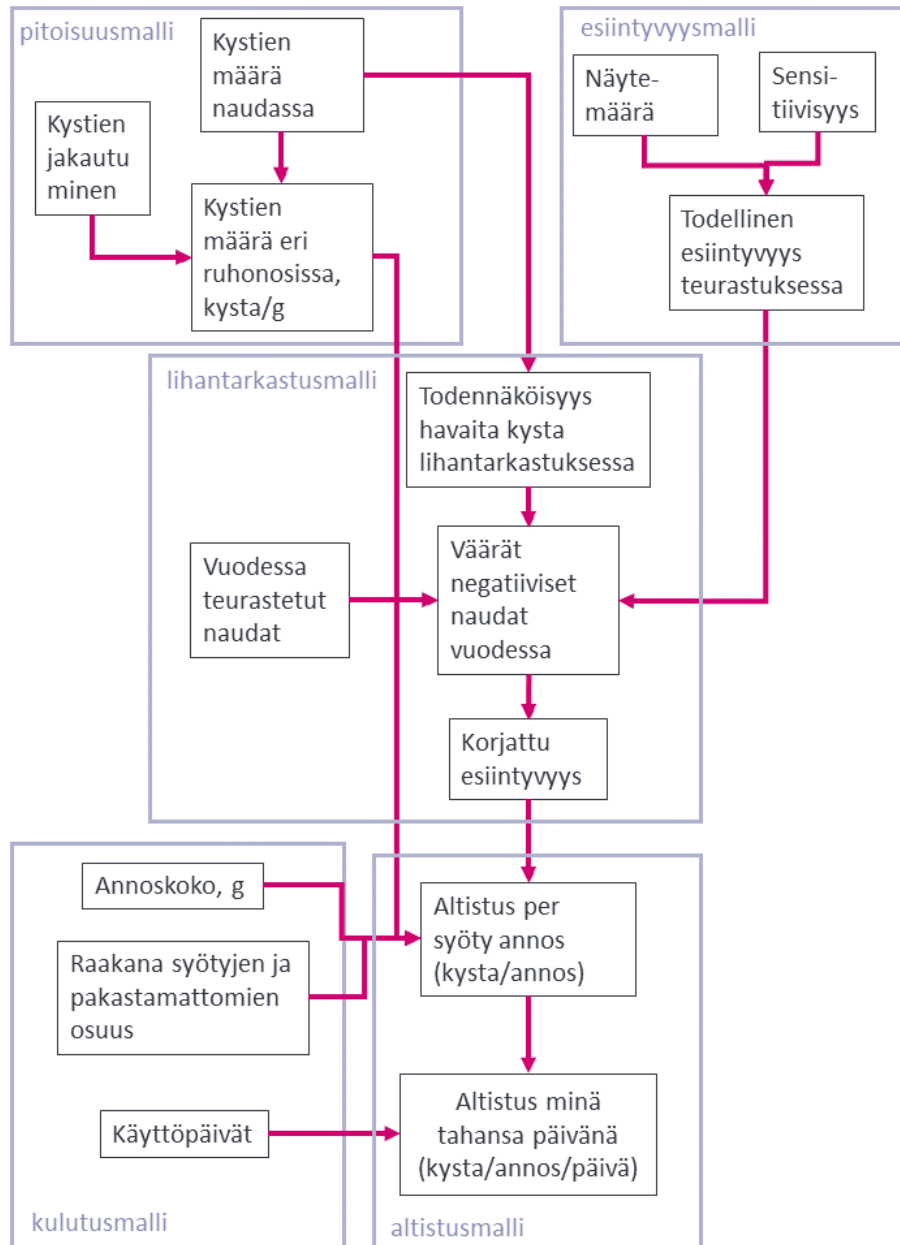
Ruokaviraston Oulun toimipaikan laboratorioissa näytteet tutkittiin joko suoraan mahdollisimman nopeasti tai pakastettiin, mikäli niitä ei pikaisesti käsitelty. Näytteiden leikkely suoritettiin joko sulana tai hieman kohmeisena. Kohmeisena käsittelystä oli se etu, että paljon sidekudosta ja lihaskalvoja sisältävä poskilihaspala pysyi hyvin muodossaan ja oli helppo viiltää. Näytteet leikattiin noin 5 mm viipaleiksi ja tarkasteltiin silmämääräisesti hyvässä valaistuksessa.

Epäilynäytteet tutkittiin ensin silmämääräisesti ja sormituntumalla sekä sitten stereomikroskoopilla. Jos näytteen vaaleiden pesäkkeiden syntyperää ei pystytty toteamaan ja varmistamaan mikroskopoimalla, tehtiin siitä histologinen näyte, joka värjättiin hematoksyliini-eosiini-värjäysmenetelmällä. Tämän jälkeen histologinen näyte tutkittiin mikroskopoimalla.

## 5.2 Tilastolliset menetelmät

Altistuksen arvioinnissa laskettiin suomalaisten altistuminen *T. saginata* -heisimadolle kolmessa tilanteessa: altistus (kysta/syöty naudanliha-annos) 1) nykyisellä lihantarkastuksella, 2) yksinkertaistetulla lihantarkastuksella, jossa poskilihasten viiltoja ei tehdä ja 3) lihantarkastuksessa, jossa ei tehdä viiltoja poskilihakseen eikä sydämeen.

Malli toteutettiin R (The R Foundation, 2020) ja OpenBUGS (Lunn ym., 2012) -ohjelmilla hyödyntäen R2OpenBUGS-pakettia (Sturtz ym., 2005). Mallin periaate on kuvattu alla (Kuva 4). Mallin tarkempi kuvaus on liitteessä 3.



Kuva 4. Yksinkertaistettu kuvaus mallin rakenteesta.

Hankkeessa kerättyjen näytteiden määriä ja tuloksia käytettiin Suomen nautojen todellisen kystikerkoosiesiintyvyyden (true prevalence) arvioimiseen. Sensitiivisyys otettiin huomioon tasajakaumana väliltä 0,2–0,3 ja spesifisyyden oletettiin olevan 1. Vaikka positiivisia näytteitä ei löytynyt tässä tutkimuksessa, voidaan näytemäärästä laskea esiintyvyyden väli. Tietoa kystien määristä lievän tartunnan saaneissa naudoissa on niukasti saatavilla. Suomea lähin arvio löytyy

Tanskasta, jossa arvoitiin tartunnan saaneessa naudassa olevan keskimäärin alle neljä kystaa (Kyvsgaard ym., 1990).

Ruoankäyttöaineistona hyödynnettiin Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA:n Comprehensive European Food Consumption Database -tietokantaa (EFSA, 2011 & 2021), josta poimittiin naudanlihan, -maksan ja -sydämen kulutustiedot suomalaiselle aikuisväestölle (Taulukko 2). Tiedot perustuvat Finravinto 2017 -tutkimukseen (akuutti kulutus Foodex2 taso 4) (Valsta ym., 2018). Kulutus käyttöpäivänä mallinnettiin log-normaalina jakaumana ja kulutuspäivät bernoullijakaumana. Kulutuksessa huomioitiin vain kotimaassa tuotetun lihan käyttö.

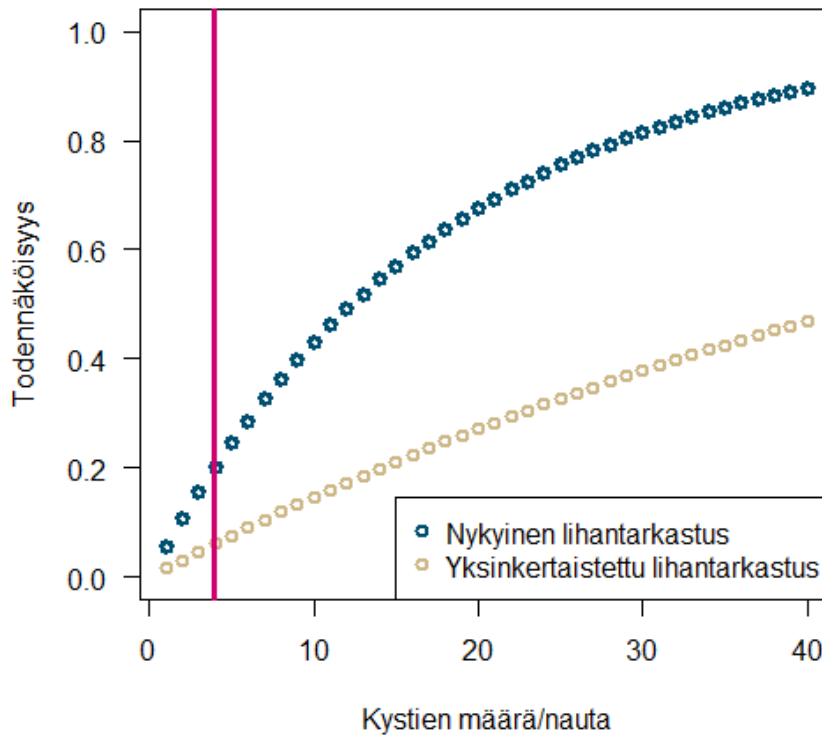
Altistuksen arvioinnissa huomioitiin pakastetun naudanlihan osuus ja kuumennus. Isoilta kotimaisilta nautateurastamoilta pyydettiin tietoja pakastetun lihan osuudesta tuotetusta lihasta. Kuluttajien itse tekemää jäädytystä tai pakastusta ei pystytty huomioimaan sopivan aineiston puuttumisen takia. Syötyihin annoksiin laskettiin mukaan vain kokonaan tai osittain kuumentamattomana syöty liha ja osittain kuumentamattomana syöty maksa ja sydän, perustuen irlantilaiseen AFRC & Teagasc (2006) riskinarviointiin. Oletettiin, että muut naudan osat tai naudanlihasta tehdyt ruoat, kuten naudan kieli, nauta-sikajauheliha ja makkarat, syödään kauttaaltaan kypsennettyinä niin, ettei niistä ole vaaraa *T. saginata* -tartunnan saamiselle.

*Taulukko 2. Suomalaisten naudanlihan, -maksan ja -sydämen käyttö Finravinto 2017 -tutkimuksen mukaan. Käyttöpäivät tarkoittavat päivien lukumäärää, jolloin tutkimukseen osallistunut on syönyt kyseistä elintarviketta (n=2 501) (EFSA, 2021).*

	Keskiarvo (g)	Keskihajonta	Käyttöpäivät
Liha	81,63	66,52	598
Maksa	21,04	25,23	30
Sydän	2,96	2,56	47

Lihantarkastuksen toimivuutta arvioitiin Kyvsgaard ym. (1990) mukaisesti laskemalla todennäköisyys löytää ainakin yksi loisrakkula *T. saginata* -tartunnan saaneesta naudasta nykyisessä ja yksinkertaistetussa lihantarkastuksessa. Nykyistä lihantarkastusta koskeva arvio otti huomioon lihasviillot poskeen ja sydämeen, kun taas arvio yksinkertaistetusta tarkastuksesta otti huomioon vain sydänviillot. Virhenegatiivisten teurasnautojen määrä laskettiin todellisesta esiintyvyydestä ja todennäköisyydestä löytää positiivinen nauta lihantarkastuksessa. Siten naudanlihasta, -maksasta ja -sydäimestä aiheutuvalle akuutille altistukselle saatiin ennuste pitoisuuksien, kulutuksen ja lihantarkastustietojen perusteella.

Todennäköisyys löytää tartunnan saanut nauta nykyisessä lihantarkastuksessa on tanskalaiseen keskiarvotietoon perustuen 0,2. Toisin sanoen noin yksi viidestä tartunnan saaneesta naudasta löydetään lihantarkastuksessa. Jos lihantarkastuksessa luovuttaisiin poskilihasviilloista, putoaisi todennäköisyys 0,06:een, eli yksi noin 16 tartunnan saaneesta naudasta löydetäisiin (Kuva 5).



Kuva 5. Todennäköisyys löytää ainakin yksi kysta lihantarkastuksessa naudassa olevien kystien määrän mukaan kahdella eri lihantarkastusvaihtoehdolla. Tässä tutkimuksessa on käytetty kystien määränä tanskalaista arviota keskimääräisestä kystien määrästä naudassa (punainen pystyviiva).

Arvion mukaan Suomessa kahden vuoden ajanjaksolla 2020–2021 mediaani tartunnan saaneille naudoille oli noin kolme (95 % todennäköisyysväli 0,1–21,6). Nykyisellä lihantarkastuksella näistä naudoista 0,6 (0,02–4,3) todetaan ja 2,4 (0,1–17,3) päättyy virhenegatiivisina kuluttajille. Skenaariossa, jossa poskilihasten viiltelystä luovutaan, todetaan 0,2 (0,006–1,3) kystikerkoosi-positiivista nautaa ja 2,8 (0,1–20,3) ovat virhenegatiivisia.

### 5.3 Ihmisten altistuminen Suomessa

Arvion perusteella Suomessa tuotettu naudanliha altistaa aikuisväestöä nykyisellä lihantarkastuksella *T. saginata* -heisimadolle (kystaa/päivä) käyttöpäivänä (päivänä, jolloin on syönyt naudanlihaa) hyvin harvoin. Lihantarkastuksen yksinkertaistaminen ei merkittävästi lisää altistusta (Taulukko 3–Taulukko 5). Altistus minä tahansa päivänä ei eroa oleellisesti nolasta nykyisellä eikä yksinkertaistetulla lihantarkastuksella.

Taulukko 3. Aikuisväestön keskimääräinen altistus (kystaa/päivä) naudanlihasta sellaisena päivänä, jona ateria on sisältänyt naudanlihaa. Käyttöpäivillä tarkoitetaan päiviä, joina keskimääräinen aikuinen syö naudanlihaa vuodessa.

Lihankäsittely ja lihan tarkastus	Mediaani (kystaa/päivä)	95 % todennäköisyysväli	Käyttöpäivät
Pakastus ja kuumennus huomioitu			
Nykyinen lihan tarkastus	$3,0 \times 10^{-8}$	$8,3 \times 10^{-10}$ – $2,7 \times 10^{-7}$	87
Yksinkertaistettu lihan tarkastus	$3,6 \times 10^{-8}$	$9,7 \times 10^{-10}$ – $3,2 \times 10^{-7}$	87
Ei lihan tarkastusta	$3,6 \times 10^{-8}$	$1,0 \times 10^{-9}$ – $3,4 \times 10^{-7}$	87
Pakastusta ja kuumennusta ei huomioitu			
Nykyinen lihan tarkastus	$7,3 \times 10^{-7}$	$2,2 \times 10^{-8}$ – $6,8 \times 10^{-6}$	87
Yksinkertaistettu lihan tarkastus	$8,5 \times 10^{-7}$	$2,6 \times 10^{-8}$ – $7,9 \times 10^{-6}$	87
Ei lihan tarkastusta	$9,1 \times 10^{-7}$	$2,7 \times 10^{-8}$ – $8,4 \times 10^{-6}$	87

Taulukko 4. Aikuisväestön keskimääräinen altistus (kystaa/päivä) naudanmaksasta sellaisena päivänä, jona ateria on sisältänyt naudanmaksaa. Käyttöpäivillä tarkoitetaan päiviä, joina keskimääräinen aikuinen syö naudanmaksaa vuodessa.

Lihankäsittely ja lihan tarkastus	Mediaani (kystaa/päivä)	95 % todennäköisyysväli	Käyttöpäivät
Pakastus ja kuumennus huomioitu			
Nykyinen lihan tarkastus	$1,6 \times 10^{-8}$	$4,1 \times 10^{-10}$ – $2,1 \times 10^{-7}$	5,3
Yksinkertaistettu lihan tarkastus	$1,9 \times 10^{-8}$	$4,8 \times 10^{-10}$ – $2,4 \times 10^{-7}$	5,3
Ei lihan tarkastusta	$1,9 \times 10^{-8}$	$5,1 \times 10^{-10}$ – $2,6 \times 10^{-7}$	5,3
Pakastusta ja kuumennusta ei huomioitu			
Nykyinen lihan tarkastus	$4,7 \times 10^{-7}$	$1,3 \times 10^{-8}$ – $6,5 \times 10^{-6}$	5,3
Yksinkertaistettu lihan tarkastus	$5,4 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-8}$ – $7,6 \times 10^{-6}$	5,3
Ei lihan tarkastusta	$5,8 \times 10^{-7}$	$1,6 \times 10^{-8}$ – $8,1 \times 10^{-6}$	5,3

Taulukko 5. Aikuisväestön keskimääräinen altistus (kystaa/päivä) naudansydämeistä sellaisena päivänä, jona ateria on sisältänyt naudansydäntä. Käyttöpäivillä tarkoitetaan päiviä, joina keskimääräinen aikuinen syö naudansydäntä vuodessa.

Lihankäsittely ja lihan tarkastus	Mediaani (kystaa/päivä)	95 % todennäköisyysväli	Käyttöpäivät
Pakastus ja kuumennus huomioitu			
Nykyinen lihan tarkastus	$3,8 \times 10^{-8}$	$1,0 \times 10^{-9}$ – $3,4 \times 10^{-7}$	6,6
Yksinkertaistettu lihan tarkastus	$4,4 \times 10^{-8}$	$1,2 \times 10^{-9}$ – $4,0 \times 10^{-7}$	6,6
Ei lihan tarkastusta	$4,3 \times 10^{-8}$	$1,3 \times 10^{-9}$ – $4,3 \times 10^{-7}$	6,6
Pakastusta ja kuumennusta ei huomioitu			
Nykyinen lihan tarkastus	$1,1 \times 10^{-6}$	$3,3 \times 10^{-8}$ – $1,1 \times 10^{-5}$	6,6
Yksinkertaistettu lihan tarkastus	$1,3 \times 10^{-6}$	$3,9 \times 10^{-8}$ – $1,3 \times 10^{-5}$	6,6
Ei lihan tarkastusta	$1,4 \times 10^{-6}$	$4,1 \times 10^{-8}$ – $1,3 \times 10^{-5}$	6,6



## 6. Riskin kuvaus

### 6.1 Ihmisen tenioosiriski

Suomalaisten aikuisten tenioosiriski on hyvin pieni. Todennäköisyys saada *T. saginata* -tartunta suomalaisesta naudanlihasta on altistuksen arvioinnin perusteella hyvin epätodennäköinen, eikä poskilihasviilloista luopuminen lisääisi sitä merkittävästi. Mikäli suomalaisesta naudanlihasta aiheutuisi ihmiselle tenioosi, olisi se todennäköisesti joko oireeton tai hyvin lieväoireinen.

Altistuakseen tartuntaa aiheuttavalle *T. saginata* -kystalle keskimääräisesti naudanlihaa kuluttavan suomalaisen aikuisen pitäisi syödä noin 18 miljoonaa annosta naudanlihaa. Vastaavat luvut maksalle ja sydämelle ovat noin 27 miljoonaa ja noin 14 miljoonaa annosta.

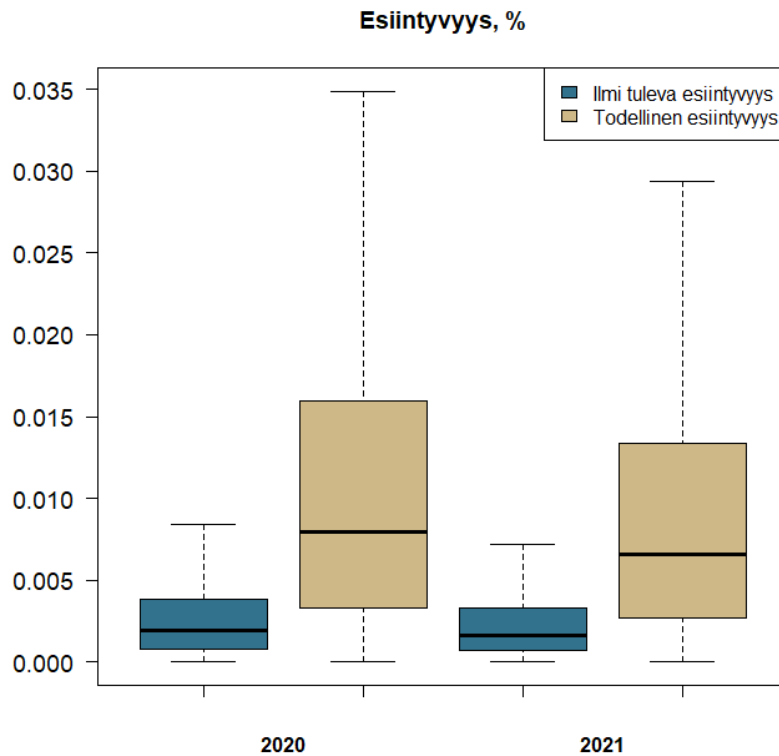
Keskimääräinen suomalainen aikuinen kuluttaa naudanlihaa 87, naudanmaksaa 5 ja naudansydäntä 6 päivänä vuodessa. Tämä tarkoittaa sitä, että keskimääräinen suomalainen aikuinen syö tartunnan aiheuttavan liha-annoksen kerran noin 210 000 vuodessa, maksa-annoksen kerran 6 800 000 vuodessa ja sydänannoksen kerran 1 900 000 vuodessa. Jos pakastusta ja kuumennusta ei huomioida (toisin sanoen kaikki liha, maksa ja sydän syötäisiin raakoina), suomalainen aikuinen syö tartunnan aiheuttavan liha-annoksen kerran 8 000 vuodessa, maksa-annoksen kerran 220 000 vuodessa ja sydänannoksen kerran 61 000 vuodessa.

### 6.2 Naudan kystikerkoosiriski

Suomalaisen naudan kystikerkoosiriski on hyvin pieni: todennäköisyys saada kystikerkoosi on vähäinen ja vakavuudeltaan tartunta on mitätön. Hankkeen aikana ei tehostetussa näytteenotossa eikä normaalin lihantarkastuksen yhteydessä havaittu kystikerkoosia yhdessäkään naudassa. Arvion mukaan tutkimusajanjaksona 2020–2021 naudan kystikerkoosin todellinen esiintyvyys (mediaani) oli 0,004 % (95 % todennäköisyysväli 0,0001–0,02 %). Ilmi tuleva esiintyvyys (apparent prevalence) oli 0,0009 % (0,00004–0,005 %). Tulokset on esitetty seuraavalla sivulla (Kuva 6).

Kystikerkoosin merkitys nautataloudelle on taloudellinen ja johtuu ruhon tai sen osien hylkäämisestä lihantarkastuksessa.

Epäsuoran tartunnan seurauksena, jolloin tartunta on käytännössä saatu ympäristöstä, kystikerkoosi ilmenee todennäköisesti lievänä tartuntana yksittäisissä naudoissa. Suoran tartunnan seurauksena, kuten tartunnan saaneen henkilön kosketuksesta, nauta voi saada voimakkaan tartunnan, jolloin nauta on voinut saada useita munia tai jopa kymmeniä tuhansia munia sisältävän jaokkeen. Jos altistuminen on ollut pitkäaikaista, lihantarkastuksessa nähdään samalta tuotantotalalta ruhoja, joissa on useita eri vaiheessa olevia loisrakkuloita.



Kuva 6. Naudan kystikerkoosin esiintyvyys suomalaisissa teurasnaudoissa vuosina 2020 ja 2021.

### 6.3 Epävarmuudet

Tiedon puutteen vuoksi kattavan altistuksen arvioinnin tekeminen suomalaisille naudanlihasta ei ole mahdollista. Kirjallisuustietoihin tukeutuen pystyttiin kuitenkin tekemään arvioiteja, joita voidaan hyödyntää, kun vertaillaan eri lihantarkastusvaihtoehtoja. Isoimmat tiedonpuutteet altistuksen arvioinnissa liittyivät nautojen *T. saginata* -tartuntojen vähäisiin tietoihin ja kuluttajakäyttäytymiseen. Kystien määrän selvittäminen luonnollisesti tartunnan saaneessa naudassa on hyvin työlästä ja tulosten saaminen epävarmaa, minkä vuoksi tutkimuksia aiheesta on hyvin rajoitetusti. Suomalaisen kuluttajien naudanlihan käsittelystä ei ole tietoa. Raakana tai puoliraakana syötyjen naudanliha-annosten osuus arvioitiin irlantilaisesta tutkimuksesta, joka koski naudanlihapihvien syömistä. Koska suomalaisessa ruoankäyttöaineistossa naudanliha sisälsi myös muita ruokalajeja, irlantilaisen kyselytutkimuksen tuloksena saatu osuus on todennäköisesti yliarvio.

## 7. Pohdinta

### 7.1 Merkitys kuluttajalle

Suomalaisten altistus *T. saginata* -heisimadolle kotimaisen naudanlihan välityksellä on hyvin vähäistä. Lihantarkastuksen yksinkertaistaminen poskilihasviilloista luopumalla ei tätä altistusta käytännössä lisää. Kystikerkoosin esiintyminen suomalaisissa naudoissa on hyvin vähäistä ja lihan tarkastuksessa on mahdollista löytää vain osa loisrakkuloista.

Poskilihasviiltojen herkkyys havaita loisrakkula etenkin lievän tartunnan saaneessa naudassa on vähäinen, minkä vuoksi kuluttajalle saattaa päätyä nykyisenkin lihan tarkastuksen jäljiltä loisrakkulan sisältävä naudanlihatuote. On kuitenkin todennäköistä, että tuotetta naudanlihaa sisältävä tuote kypsennetään ainakin osittain, jolloin todennäköisyys loisrakkulan elossa selviytymiselle vähenee. Ulkomailta tuodun naudanlihan mahdollisista loisrakkuloista ei ole kuluttajalle sen suurempaa riskiä kuin kotimaisestakaan naudanlihasta, jos liha nautitaan kauttaaltaan kypsennettynä. Suomeen tuodun naudanlihan aiheuttamaa tenioosiriskiä vähentää myös pakastaminen.

Nautojen voimakkaat kystikerkoositartunnat ovat lieviä tartuntoja suurempi riski kuluttajalle, koska silloin teurastetussa naudassa on useita eri asteisia loisrakkuloita ympäri ruhoa ja loisrakkulan todennäköisyys päätyä ruoka-annokseen on suurempi kuin lievässä tartunnossa. Lihantarkastuksessa voimakkaat tartunnat havaitaan todennäköisesti edelleen runsaan loisrakkulamäärän vuoksi, vaikka poskilihasviilloista luovuttaisiin. Poskilihasviilloista luopumisen jälkeenkin kystikerkoosi on lihan tarkastuksessa mahdollista havaita sydämeen tehtävien viiltojen yhteydessä kuten aikaisemminkin (EU 2019/627). Nautojen lievät tartunnat eivät aiheuta merkittävää kansanterveydellistä uhkaa. Yksittäisten ihmistapausten oirekuva on todennäköisesti joko oireeton tai hyvin lievä, jolloin tenioosin aiheuttama tautitaakka on vähäinen. Ihmisen tenioosi on hoidettavissa loislääkkein.

### 7.2 Henkilöhygieniä

Tartunnan saaneiden eläimiä hoitavien henkilöiden epähygieeninen toiminta on avainasemassa tartunnan leviämisessä nautoihin. Hoitotoimenpiteiden aikana muna voi siirtyä suorassa kontaktissa ihmisestä nautaan ja aiheuttaa voimakkaan tartunnan. Useat naudat voivat saada tartunnan samalta eläimä hoitavalta henkilöltä. Eläimiä hoitavia henkilöitä tulisi ohjeistaa hygieenisistä toimintavoista, kuten kunnollisesta käsienpesusta saippualla. Tuotantotilalla tulisi taata kunnolliset saniteettitilat. Maituhuoneen pesuvesien joukkoon ei saa sekoittua käymälä- eikä käsienpesuvesiä. Mikäli epäily heisimatotartunnasta tuotantotilalla ihmisen ja naudan välillä herää, tulisi kääntyä terveydenhuollon puoleen ja tarkastaa hygieniakäytännöt tuotantotilalla. Suomen väestössä tenioosi on hyvin harvinainen. Nautatiloilla työskentelee kuitenkin paljon ulkomaalaisia henkilöitä ja suomalaisetkin matkustelevat maissa, joissa kystikerkoosia esiintyy naudoissa. Heidän välityksellään *T. saginata* voi päästä suomalaisiin nautoihin.

Lähellä tuotantotiloja tapahtuva työnteko ja erilaiset ulkoilmatapahtumat, joissa liikkuu paljon ihmisiä ja joissa saniteettitiloista on puutetta, ovat riski munien päätyä nautojen elinympäristöön. Ihmisiä liikkuu luonnossa niin vapaa-ajan kuin työn, kuten marjanpoiminnan, merkeissä samaan aikaan vuodesta kuin naudat yleisimmin ovat laitumella. Ympäristön kontaminaation välttämiseksi saniteettitilojen riittävyyteen, toimivuuteen ja puhtauteen tulisi

kiinnittää huomiota sekä ulkotöissä että ulkoilmatapahtumissa. Sekä ulkoilmatapahtumissa kävijöitä että ulkotyöntekijöitä tulisi ohjeistaa käyttämään saniteettitiloja, sillä pitkään jatkuva tai hetkellisesti suuri ympäristökuorma on riski naudoille saada *T. saginata* -tartunta.

### 7.3 Laiduntaminen

Laitumien sijainnilla on merkitystä *T. saginata* -heisimadon leviämisen ja laiduntaminen on todettu altistavaksi tekijäksi naudan kystikerkoosille. Ihmisten käyttäytymisen lisäksi *T. saginata* -munia voi päätyä laitumelle, mikäli *T. saginata* -munilla kontaminoitunutta vettä pääsee laitumelle. Kontaminoitunutta vettä voi päästä laitumelle esimerkiksi jätevesilaitoksen vuotojen tai läheisen vesistön tulvimisen seurauksena. Suomalaisista maidontuotantotiloilla elävistä naudoista suurin osa laiduntaa etenkin kesäaikaan, jolloin myös turismi ja muu luonnossa liikkuminen on vilkkainta.

### 7.4 Rehu ja vesi

Naudat voivat saada kystikerkoositartunnan myös rehun ja veden välityksellä. Rehupellot voivat kontaminoitua *T. saginata* -munilla samalla tavalla kuin laitumet. Rehuille tehtävät käsittelyt, kuten kuivaaminen, hapotus tai kuumennus vähentävät tartuntaa aiheuttavien munien määrää rehussa.

### 7.5 Jätevesi

*T. saginata* -tartunta on suomalaisilla harvinainen, joten munia ei oletettavasti esiinny yleisesti jätevesissä. Jätevedenpuhdistamoiden järjestelmät eivät kaikissa tapauksissa täysin estä heisimadon munien leviämistä jäteveden mukana. Tämä saattaa aiheuttaa tautipainetta purkuvesistöjen lähetyksillä oleville tuotantotiloille, joilla naudat laiduntavat. Purkuveden *T. saginata* -munien pitoisuus riippuu pitkälti jätevesiverkoston yhteydessä asuvien tartuntaa levittävien ihmisten aiheuttamasta kuormasta. Todennäköisesti naudoille aiheutuisi vain yksittäisiä ja lieviä tartuntoja. Nautojen suora kontakti purkuvesistöihin tulisi estää. Suomen lainsäädäntö kieltää jätevesilietteen käytön eläinrehun viljelymaalla (MMM 24/11, muutos 12/12), joten *T. saginata* ei voi levitä sitä kautta muuten kuin jätevesilietteen laittoman käytön seurauksena.

*T. saginata* -heisimadon munien leviäminen haja-asutusalueen jätevesien välityksellä on Suomessa epätodennäköistä. Leviämien on teoriassa mahdollista poikkeusolosuhteiden tai haja-asutusalueen heikosti toimivan puhdistusjärjestelmän takia. Tenioosin esiintyminen Suomen väestössä on kuitenkin vähäinen ja on erittäin epätodennäköistä, että *T. saginata* -tartunnan saanut henkilö levittäisi munia samaan aikaan esimerkiksi tulvan tai laiterikon kanssa.

### 7.6 Nautojen tuominen Suomen ulkopuolelta

Nautojen tuominen Suomeen maasta, jossa esiintyy kystikerkoosia, voi altistaa suomalaiset kuluttajat tenioosille. Nauta ei kuitenkaan voi levittää tartuntaa suoraan toiseen nautaan, joten mahdollinen altistuminen rajoittuu kystikerkoositartunnan saaneen naudan lihaan, mikäli tartuntaa ei huomata lihantarkastuksen yhteydessä. Ihminen voi saada tartunnan syödessään tällaisen lihan riittämättömästi kypsennettynä. Suomalaisiin nautoihin tartunta etenee vain, mikäli kystikerkoositartunnan saaneen naudan lihasta tartunnan saanut ihminen on tekemisissä suoraan tai välillisesti nautojen kanssa. Eläviä nautoja tuodaan Suomeen vain pieniä määriä. Kystikerkoosi-positiivisilla naudoilla ei ole oireita eikä niille suoriteta testausta kystikerkoosin varalta ennen Suomeen tuloa, joten lihantarkastus on ainoa keino estää tällaisen naudan lihan päätyminen kuluttajille.

Mikäli ulkomailta tuotu nauta elää Suomessa yli yhdeksän kuukautta ennen teurastusta, ulkomailla nautaan päätyneet loisrakkulat ovat todennäköisesti kuolleet. Tällöin ulkomailta tuodulla naudalla on suomalaiseseen nautaan verrattuna samansuuruinen riski olla kystikerkoosi-positiivinen.

Ulkomailta tuodun naudanlihan välityksellä kystikerkoosi voi levitä suomalaisiin nautoihin samalla tavalla kuin elävän naudan kautta. Suomeen tuodaan huomattavia määriä naudanlihaa maista, joissa kystikerkoosia esiintyy naudoilla. Osa tuodusta naudanlihasta on pakastettua tai jäädytettyä, jolloin lihassa olevat kystat kuolevat eivätkä ole enää syötynä tartuntaa aiheuttavia. Pakastamatonta tai jäädyttämätöntä naudanlihaa tuodaan Suomeen huomattavasti suurempia määriä kuin eläviä nautoja.

## 7.7 Ilmasto

Ilmaston lämpeneminen aiheuttaa vuosikeskilämpötilojen nousemista ja pakkasjaksojen lyhenemistä. Tämä voi lisätä Suomessa nautojen kystikerkoositartuntoja, sillä loisen munat säilyvät pidempään tartuntakykyisinä ympäristössä. Sademäärien lisääntyessä tulvien mahdollisuus kasvaa ja laitumille voi kulkeutua munia sisältävää vettä, ja lisääntynyt kosteus auttaa munia säilymään tartuttavina ympäristössä.

## 7.8 Suosituksia

Tässä luvussa esitellään suosituksia toimintatavoista, mikäli poskilihasviilloista luovutaan kansallisesti nautojen lihantarkastuksessa.

Jos nautojen tai ihmisten *T. saginata* -tartunnat lisääntyvät Suomessa selvästi tai epävarmuutta aiheuttaviin tietopuutteisiin saadaan uutta tietoa, riskinarviointi tulee päivittää.

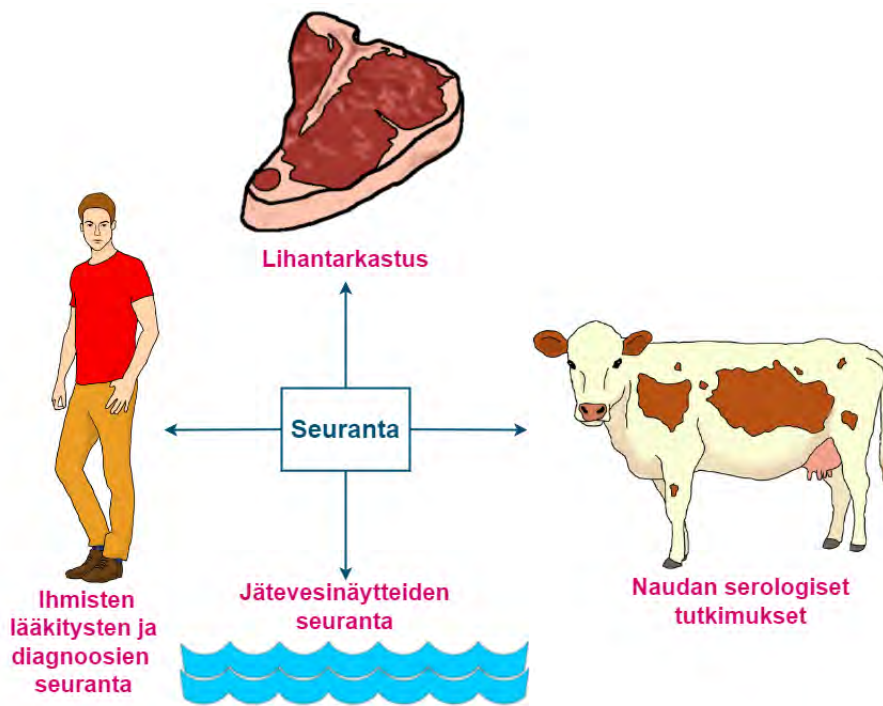
Loisrakkuloiden kohdekudoksena eivät ole ainoastaan poskilihakset, vaan loisrakkuloita voi löytää myös sydäimestä ja muualta lihaksistosta. Vaikka poskilihasten viiltämisestä luovuttaisiin jatkossa, sydänlihaskudokset toteutettaisiin edelleen komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2019/627 mukaisesti. Jos sydänlihaskudoksessa havaitaan loisrakkula, ruho tulee tutkia tarkemmin muiden loisrakkuloiden varalta. Epäilytilanteessa ennen positiivisen tuloksen varmistumista tai jos tilalta on todettu kystikerkoosi-positiivinen nauta, tulee muillekin saman tilan naudoille tehdä tarkempi lihantarkastus loisrakkuloiden varalta, esimerkiksi viiltämällä poskilihakset. Jatkossakin ruho voidaan hylätä kokonaan tai osittain ja lihalle voidaan määrätä pakastuskäsittely.

Nautojen kystikerkoositapaukset ovat Suomessa todennäköisesti joko nautojen tai tilojen yksittäistapauksia, joiden aiheuttaja on esimerkiksi tartunnan saanut työntekijä tai laitumen tai rehun saastuminen loisen munilla. Mikäli naudalla todetaan kystikerkoosi, tilan altistavat tekijät ja levinneisyys tulisi selvittää (Liite 4). Saman tilan muille naudoille tulisi harkita serologista näytteenottoa tarkemman lihantarkastuksen lisäksi.

Alueellinen serologinen näytteenotto tai ruhojen tarkempi tutkiminen lihantarkastuksessa voisi tulla kyseeseen, kun todetaan positiivinen nauta. Jos seuranta osoittaisi, että ihmis- tai nautatapausten määrä on lisääntynyt/lisääntyy, selvitys muutoksen taustalla olevista tekijöistä tulisi käynnistää ja tehostaa lihantarkastusta ihmisten tartuntojen ehkäisemiseksi.

Tämänhetkisen tiedon perusteella ei ole tarpeen käynnistää nautojen laajoja serologisia kartoituksia, sillä naudan kystikerkoosin esiintyvyys on tilastojen perusteella ollut vuosikymmeniä hyvin vähäistä eivätkä serologiset testit ole kovin herkkiä. Nautojen vasta-aineisiin perustuvat serologiset tutkimukset antavat epidemiologista tietoa tautitilanteesta, mutta ne eivät kerro yksittäisen naudan tilanteesta. Antigeeneihin perustuvat serologiset tutkimukset kertovat naudan tuoreesta tartunnasta. Serologisten testien heikkoutena on niiden vaihteleva herkkyys ja tarkkuus.

Arvion epävarmuus vähenisi herkemmillä ja tarkemmilla menetelmillä. Ihmisten *T. saginata* -tartunnan yleisyyttä voitaisiin arvioida niklosamidi- ja pratsikvantelilääkitysten käytön seurannalla, jota on toteutettu niklosamidin osalta muun muassa Ruotsissa (Livsmedelsverket, 2021). Lisäksi ihmisten *T. saginata* -diagnoosien seuranta vuositasolla antaisi tarkempaa tietoa esiintyvyyden muutoksista. Myös jätevesinäytteiden seuranta antaisi lisätietoa tenioosin esiintyvyydestä ihmisissä. (Kuva 7)



Kuva 7. *T. saginata* -heisimadon seurantamahdollisuudet.

## 8. Lähdeluettelo

- AFRC & Teagasc. (2006). Ashtown Food Research Centre, & Teagasc. E. coli O157:H7 in beefburgers produced in the Republic of Ireland; A quantitative microbial risk assessment. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.807602>
- Allepuz, A., Gabriël, S., Dorny, P., Napp, S., Jansen, F., Vilar, M. J., Vives, L., Picart, L., Ortuño, A., Gutiérrez, J., & Casal, J. (2012). Comparison of bovine cysticercosis prevalence detected by antigen ELISA and visual inspection in the North-East of Spain. *Research in Veterinary Science*, 92(3), 393–395. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.03.027>
- Allepuz, A., Napp, S., Picado, A., Alba, A., Panades, J., Domingo, M., & Casal, J. (2009). Descriptive and spatial epidemiology of bovine cysticercosis in North-Eastern Spain (Catalonia). *Veterinary Parasitology*, 159(1), 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.09.027>
- Arundel, J. H., & Adolph, A. J. (1980). Preliminary observations on the removal of *Taenia saginata* eggs from sewage using various treatment processes. *Australian Veterinary Journal*, 56(10), 492–495. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1980.tb02564.x>
- Blagojevic, B., Robertson, L. J., Vieira-Pinto, M., Johansen, M. V., Laranjo-González, M., & Gabriël, S. (2017). Bovine cysticercosis in the European Union: Impact and current regulations, and an approach towards risk-based control. *Food Control*, 78, 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.02.052>
- Bobić, B., Thomas, L. F., Djaković, O. D., Devleeschauwer, B., Dermauw, V., Dorny, P., Braae, U. C., Robertson, L., Saratsis, A., Eichenberger, R., & Torgerson, P. R. (2018). Epidemiology of *Taenia saginata* taeniosis/cysticercosis in the Russian Federation. *Parasites & Vectors*, 11(1), 636. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3236-3>
- Boone, I., Thys, E., Marcotty, T., de Borchgrave, J., Ducheyne, E., & Dorny, P. (2007). Distribution and risk factors of bovine cysticercosis in Belgian dairy and mixed herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 82(1–2), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2007.05.002>
- Bucur, I., Gabriël, S., Van Damme, I., Dorny, P., & Vang Johansen, M. (2019). Survival of *Taenia saginata* eggs under different environmental conditions. *Veterinary Parasitology*, 266, 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.12.011>
- Cabaret, J., Geerts, S., Madeline, M., Ballandonne, C., & Barbier, D. (2002). The use of urban sewage sludge on pastures: The cysticercosis threat. *Veterinary Research*, 33(5), 575–597. <https://doi.org/10.1051/vetres:2002040>
- Calvo-Artavia, F. F., Nielsen, L. R., Dahl, J., Clausen, D. M., & Alban, L. (2013). Occurrence and factors associated with bovine cysticercosis recorded in cattle at meat inspection in Denmark in 2004–2011. *Preventive Veterinary Medicine*, 110(2), 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.11.017>
- Castrén, J. (2015). Selvitys jätevesiohituksista. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 35. Suomen Vesilaitosyhdistys ry. ISBN (pdf) 978-952-6697-03-1
- Craig, P., & Ito, A. (2007). Intestinal cestodes: Current Opinion in Infectious Diseases, 20(5), 524–532. <https://doi.org/10.1097/QCO.0b013e3282ef579e>
- Cueto González, S. A., Rodríguez Castillo, J. L., López Valencia, G., Bermúdez Hurtado, R. M., Hernández Robles, E. S., & Monge Navarro, F. J. (2015). Prevalence of *Taenia saginata* larvae (cysticercus bovis) in feedlot cattle slaughtered in a federal inspection type abattoir in Northwest México. *Foodborne Pathogens and Disease*, 12(5), 462–465. <https://doi.org/10.1089/fpd.2014.1899>
- Dorbek-Kolin, E., Åhlberg, T., Tummeleht, L., Tappe, D., Johansen, M. V., & Lassen, B. (2018). Prevalence of cysticercosis in Estonian pigs and cattle. *Parasitology Research*, 117(2), 591–595. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5710-9>
- Dorny, P., & Praet, N. (2007). *Taenia saginata* in Europe. *Veterinary Parasitology*, 149(1–2), 22–24. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.07.004>
- Dorny, P., Vercammen, F., Brandt, J., Vansteenkiste, W., Berkvens, D., & Geerts, S. (2000). Sero-epidemiological study of *Taenia saginata* cysticercosis in Belgian cattle. *Veterinary Parasitology*, 88(1–2), 43–49. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00196-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00196-X)

- Dupuy, C., Morlot, C., Gilot-Fromont, E., Mas, M., Grandmontagne, C., Gilli-Dunoyer, P., Gay, E., & Callait-Cardinal, M.-P. (2014). Prevalence of *Taenia saginata* cysticercosis in French cattle in 2010. *Veterinary Parasitology*, 203(1-2), 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.02.054>
- Dutra, L. H., Giroto, A., Vieira, R. F. da C., Vieira, T. S. W. J., Zangirolamo, A. F., Marquês, F. A. C., Headley, S. A., & Vidotto, O. (2012). A prevalência e epidemiologia espacial da cisticercose em bovinos abatidos no Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(5), 1887-1896. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p1887>
- Dzoma, B. M., Setlhodi, E. K., Molefe, M. M., Motsei, L. E., Bakunzi, F. R., Ndou, R. V., & Nyirenda, M. (2011). Prevalence of bovine cysticercosis in the North-West province of South Africa from 2000 to 2010. *Journal of Human Ecology*, 36(1), 9-12. <https://doi.org/10.1080/09709274.2011.11906411>
- EC. (2000). European Commission. Opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health on the control of taeniosis/cysticercosis in man and animals. European Commission Health & Consumer Directorate-General. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com\\_scv\\_out36\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scv_out36_en.pdf), päivitetty 27.-28.9.2000, haettu 18.5.2021.
- EFSA. (2004). European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on biological hazards (biohaz) on the suitability and details of freezing methods to allow human consumption of meat infected with trichinella or cysticercus. *EFSA Journal* 142, 1-51. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2005.142>
- EFSA. (2005). European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on biological hazards (biohaz) on the risk assessment of a revised inspection of slaughter animals in areas with low prevalence of cysticercus. *EFSA Journal* 176, 1-24. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2005.176>
- EFSA. (2011). European Food Safety Authority. Use of the EFSA comprehensive european food consumption database in exposure assessment. *EFSA Journal*, 9(3). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2097>
- EFSA. (2013). European Food Safety Authority. Scientific opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (bovine animals). *EFSA Journal*, 2013;11(6):3266. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3266>
- EFSA. (2018). European Food Safety Authority. Finland's annual zoonoses report. Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in foodstuffs, animals and feedingstuffs including information on foodborne outbreaks, antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria and some pathogenic microbiological agents in 2018. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/zoonoosikeskus/zoonoosit/finland\\_2018\\_annual-national-report\\_efsa.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/zoonoosikeskus/zoonoosit/finland_2018_annual-national-report_efsa.pdf), haettu 14.6.2022.
- EFSA. (2021). European Food Safety Authority. Food consumption data. <https://www.efsa.europa.eu/en/microstrategy/foodex2-level-4>, päivitetty 3.3.2021, haettu 22.6.2022.
- Eichenberger, R. M., Lewis, F., Gabriël, S., Dorny, P., Torgerson, P. R., & Deplazes, P. (2013). Multi-test analysis and model-based estimation of the prevalence of *Taenia saginata* cysticercus infection in naturally infected dairy cows in the absence of a 'gold standard' reference test. *International Journal for Parasitology*, 43(10), 853-859. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.05.011>
- Eichenberger, R. M., Stephan, R., & Deplazes, P. (2011). Increased sensitivity for the diagnosis of *Taenia saginata* cysticercus infection by additional heart examination compared to the EU-approved routine meat inspection. *Food Control*, 22(6), 989-992. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.11.033>
- Elkhtam, A., Mostafa, I., & Shawish, R. (2016). Prevalence and economic impact of cysticercus bovis in slaughtered cattle in Menofia province, Egypt. *Research Journal of Applied Biotechnology*, 2(1), 101-106. <https://doi.org/10.21608/rjab.2016.59896>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 854/2004 ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläinperäisten tuotteiden virallisen valvonnan järjestämisestä koskevista erityissäännöistä (kumottu). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0854&from=FI>, päivitetty 29.4.2004, haettu 14.6.2022.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2017/625. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02017R0625-20220128&from=FI>, konsolidoitu versio 28.1.2022, haettu 8.8.2022.
- FAO/WHO. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. Multicriteria-based ranking for risk management of food-borne parasites. *Microbiological Risk Assessment Series No. 23*. Rome. 302pp.



- Flütsch, F., Heinzmann, D., Mathis, A., Hertzberg, H., Stephan, R., & Deplazes, P. (2008). Case-control study to identify risk factors for bovine cysticercosis on farms in Switzerland. *Parasitology*, 135(5), 641–646. <https://doi.org/10.1017/S0031182008004228>
- Geerts, S., de Borchgrave, J., Brandt, J., & Kumar, V. (1993). Susceptibility of *Taenia saginata* metacestodes to gamma irradiation and shelf-life extension of the treated meat. Use of Irradiation to Control Infectivity of Food-borne Parasites, 49–54.
- Henriksen, S. Aa., Kyvsgaard, N. Chr., Ilsoe, B., & Nansen, P. (1988). An attempt to evaluate the spreading of *Taenia saginata* eggs in the environment. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 29(3–4), 511–513. <https://doi.org/10.1186/BF03548651>
- Hill, A. A., Horigan, V., Clarke, K. A., Dewé, T. C. M., Stärk, K. D. C., O'Brien, S., & Buncic, S. (2014). A qualitative risk assessment for visual-only post-mortem meat inspection of cattle, sheep, goats and farmed/wild deer. *Food Control*, 38, 96–103. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.10.002>
- Hughes, D. L., Morris, D. L., Norrington, I. J., & Waite, W. M. (1985). The effects of pasteurisation and stabilisation of sludge on *Taenia saginata* eggs. Teoksessa D. Strauch, A. H. Havelaar, & P. L'Hermite, *Inactivation of Microorganisms in Sewage Sludge by Stabilisation Processes* (s. 141). Elsevier Applied Science Publishers Ltd.
- Ilmatieteen laitos. (2022). Suomen virallinen tilasto (SVT): Ilmastotilastot [verkkojulkaisu]. Helsinki: Ilmatieteen laitos. Saantitapa: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>, haettu 5.1.2022.
- Ilsoe, B., Kyvsgaard, N. Chr., Nansen, P., & Henriksen, S. Aa. (1990a). A study on the survival of *Taenia saginata* eggs on soil in Denmark. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 31(2), 153–158. <https://doi.org/10.1186/BF03547556>
- Ilsoe, B., Kyvsgaard, N. Chr., Nansen, P., & Henriksen, S. Aa. (1990b). Bovine cysticercosis in Denmark: A study of possible causes of infection in farms with heavily infected animals. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 31(2), 159–168. <https://doi.org/10.1186/BF03547557>
- Jansen, F., Dorny, P., Berkvens, D., & Gabriël, S. (2018). Bovine cysticercosis and taeniosis: The effect of an alternative post-mortem detection method on prevalence and economic impact. *Preventive Veterinary Medicine*, 161, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.006>
- Jansen, F., Dorny, P., Berkvens, D., Van Hul, A., Van den Broeck, N., Makay, C., Praet, N., Eichenberger, R. M., Deplazes, P., & Gabriël, S. (2017). High prevalence of bovine cysticercosis found during evaluation of different post-mortem detection techniques in Belgian slaughterhouses. *Veterinary Parasitology*, 244, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.07.009>
- Jansen, F., Dorny, P., Gabriël, S., Dermauw, V., Johansen, M. V., & Trevisan, C. (2021). The survival and dispersal of *Taenia* eggs in the environment: What are the implications for transmission? A systematic review. *Parasites & Vectors*, 14(1), 88. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04589-6>
- Jones, S. D. M., Rompala, R. E., Wilton, J. W. & Watson C. H. (1983). Empty body weights, carcass weights and offal proportions in bulls and steers of different mature size. *Canadian Journal of Animal Science*, 64, 53–57.
- Kebede, N. (2008). Cysticercosis of slaughtered cattle in North-Western Ethiopia. *Research in Veterinary Science*, 85(3), 522–526. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2008.01.009>
- Kerttula, A-M., & Lavikainen, A. (2017). Nukleinihapon osoitus parasitologisessa diagnostiikassa. Näin tutkin. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 2017; 133(8):742–8. <https://www.duodecimlehti.fi/duo13655>, haettu 29.6.2021.
- Kiermeier, A., Hamilton, D., & Pointon, A. (2019). Quantitative risk assessment for human *Taenia saginata* infection from consumption of Australian beef. *Microbial Risk Analysis*, 12, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.mran.2019.01.001>
- Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2019/627. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02019R0627-20211014&from=FI>, konsolidoitu versio 14.10.2021, haettu 8.8.2022.
- Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2021/620. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:02021R0620-20220718&from=EN>, konsolidoitu versio 18.7.2022, haettu 10.8.2022.
- Konyaev, S. V., Nakao, M., Ito, A., & Lavikainen, A. (2017). History of *Taenia saginata* tapeworms in Northern Russia. *Emerging Infectious Diseases*, 23(12), 2030–2037. <https://doi.org/10.3201/eid2312.162101>
- Kumar, A., & Tadesse, G. (2011). Bovine cysticercosis in Ethiopia: A review. *Ethiopian Veterinary Journal*, 15(1) <https://doi.org/10.4314/evj.v15i1.67681>

- Kyvsgaard, N. Chr., Ilsoe, B., Henriksen, S. Aa., & Nansen, P. (1990). Distribution of *Taenia saginata* cysts in carcasses of experimentally infected calves and its significance for routine meat inspection. *Research in Veterinary Science*, 49(1), 29–33.
- Kyvsgaard, N. Chr., Ilsoe, B., Willeberg, P., Nansen, P., & Henriksen, S. Aa. (1991). A case-control study of risk factors in light *Taenia saginata* cysticercosis in Danish cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 32(2), 243–252. <https://doi.org/10.1186/BF03546986>
- Lannoitevalmisteläki 539/2006. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539>, haettu 16.3.2022.
- Laranjo-González, M., Devleeschauwer, B., Trevisan, C., Allepuz, A., Sotiraki, S., Abraham, A., Afonso, M. B., Blocher, J., Cardoso, L., Correia da Costa, J. M., Dorny, P., Gabriël, S., Gomes, J., Gómez-Morales, M. Á., Jokelainen, P., Kaminski, M., Krt, B., Magnussen, P., Robertson, L. J., ... Dermauw, V. (2017). Epidemiology of taeniosis/cysticercosis in Europe, a systematic review: Western Europe. *Parasites & Vectors*, 10(1), 349. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2280-8>
- Lavikainen, A. (2010). Human medical view on zoonotic parasites. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52(Suppl 1):S4. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-52-S1-S4>
- Lihatiedotus. (2018). Teurastuksen sivutuotteet. <https://www.lihatiedotus.fi/tilalta-kauppaan/teurastus/teurastuksen-sivutuotteet.html>, päivitetty 2018, haettu 20.6.2022.
- Livsmedelsverket. (2021). Upphörande av besiktningsmoment i syfte att upptäcka dynt. Konsekvensanalys. Livsmedelsverkets utredningar. <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2021/2021-upphorande-av-besiktningsmoment-i-syfte-att-upptacka-dynt.pdf>, haettu 9.3.2022.
- Lopes, W. D. Z., Santos, T. R., Soares, V. E., Nunes, J. L. N., Mendonça, R. P., de Lima, R. C. A., Sakamoto, C. A. M., Costa, G. H. N., Thomaz-Soccol, V., Oliveira, G. P., & Costa, A. J. (2011). Preferential infection sites of *Cysticercus bovis* in cattle experimentally infected with *Taenia saginata* eggs. *Research in Veterinary Science*, 90(1), 84–88. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.04.014>
- Luke. (2020a). Luonnonvarakeskus. Luke. (2020a). Luonnonvarakeskus. Elintarvikkeiden kulutus henkeä kohti 1950- (kg/vuosi). Tilastotietokanta. [luke.fi](http://luke.fi), haettu 21.4.2022.
- Luke. (2020b). Luonnonvarakeskus. Ravintotase muuttujina Vuosi, Elintarvike ja Tieto. Tilastotietokanta. [luke.fi](http://luke.fi), haettu 11.5.2021.
- Luke. (2021a). Luonnonvarakeskus. Enemmistö naudoista elää pihatoissa. <https://www.luke.fi/uutinen/enemmisto-naudoista-elaa-pihatoissa/>, 12.11.2021, haettu 20.1.2022.
- Luke. (2021b). Luonnonvarakeskus. Kotieläinten lukumäärät keväällä 2020. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/kotielainten-lukumaara/kotielainten-lukumaarat-kevaalla-2020>, haettu 11.5.21.
- Luke. (2021c). Luonnonvarakeskus. Kotieläinten lukumäärä 1.4. ja 1.5. ELY-keskuksittain. Tilastotietokanta. [luke.fi](http://luke.fi), haettu 11.5.2021.
- Luke. (2021d). Luonnonvarakeskus. Lihantuotanto, vuosi 2020. [https://stat.luke.fi/lihantuotanto-vuosi-2020\\_fi](https://stat.luke.fi/lihantuotanto-vuosi-2020_fi), 26.02.21, haettu 11.5.2021.
- Luke. (2021e). Luonnonvarakeskus. Lihantuotanto vuosittain (teurastukset teurastamoissa). Tilastotietokanta. [luke.fi](http://luke.fi), haettu 2.6.2022.
- Luke. (2021f). Luonnonvarakeskus. Luomulihan tuotanto vuosittain. Tilastotietokanta. [luke.fi](http://luke.fi), haettu 21.4.2022.
- Luke. (2021g). Luonnonvarakeskus. Maatalous- ja puutarhayritysten lukumäärä tuotantosuunnittain ELY-keskuksittain. Tilastotietokanta. [luke.fi](http://luke.fi), haettu 11.5.2021.
- Lunn, D., Jackson, C., Best, N., Thomas, A., & Spiegelhalter, D. (2012). *The BUGS Book: A practical introduction to bayesian analysis*. CRC Press. ISBN 9781584888499
- Marshall, L. R., Prakashbabu, B. C., Ferreira, J. P., Buzdugan, S. N., Stärk, K. D. C., & Guitian, J. (2016). Risk factors for *Taenia saginata* cysticercus infection in cattle in the United Kingdom: A farm-level case-control study and assessment of the role of movement history, age and sex. *Preventive Veterinary Medicine*, 135, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.10.015>
- MMM 24/11. Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista. Muutos 12/12, päivitetty 10.5.2012. <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/400001/37638>, haettu 8.8.2022.

Murrell, K.D. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Organisation for Animal Health (Toim.). (2005). WHO/FAO/OIE guidelines for the surveillance, prevention and control of taeniosis/cysticercosis. OIE., Paris. ISBN: 92-9044-656-0

Ogunremi, O., & Benjamin, J. (2010). Development and field evaluation of a new serological test for *Taenia saginata* cysticercosis. *Veterinary Parasitology*, 169(1–2), 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.12.014>

OIE. (2018). Organisation for Animal Health. Cysticercosis Chapter 3.9.5. OIE Terrestrial Manual 2018, 1693–1704. [https://www.woah.org/fileadmin/Home/fr/Health\\_standards/tahm/3.09.05\\_CYSTICERCOSIS.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/3.09.05_CYSTICERCOSIS.pdf), haettu 17.5.2021.

Oryan, A., Gaur, S. N. S., Moghadder, N., & Delavar, H. (1998). Clinico-pathological studies in cattle experimentally infected with *Taenia saginata* eggs: Research communication. *Journal of the South African Veterinary Association*, 69(4), 156–162. <https://doi.org/10.4102/jsava.v69i4.845>

Oryan, A., Moghaddar, N., & Gaur, S. N. S. (1995). *Taenia saginata* cysticercosis in cattle with special reference to its prevalence, pathogenesis and economic implications in Fars Province of Iran. *Veterinary Parasitology*, 57(4), 319–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)00691-5](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)00691-5)

Rabi, B., & Jegede, O. (2010). Incidence of bovine cysticercosis in Kano state, North-Western, Nigeria. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(1). <https://doi.org/10.4314/bajopas.v3i1.58729>

Rossi, G. A. M., Hoppe, E. G. L., Mathias, L. A., Martins, A. M. C. V., Mussi, L. A., & Prata, L. F. (2015). Bovine cysticercosis in slaughtered cattle as an indicator of Good Agricultural Practices (GAP) and epidemiological risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*, 118(4), 504–508. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.01.004>

Rossi, G. A. M., Martins, I. V. F., Campos, R. F. de, Soares, L. F. S., Almeida, H. M. de S., & Mathias, L. A. (2017). Spatial distribution of bovine cysticercosis—A retrospective study in Brazil from 2010 through 2015. *Preventive Veterinary Medicine*, 145, 145–149. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.06.013>

Ruokavirasto. (2020). Luonnonmukainen eläintuotanto. Ekologisk djurproduktion. 2019–2020. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/luomutilat/tilastot/lelain2020a.pdf>, päivitetty 31.12.2020, haettu 7.4.2021.

Ruokavirasto. (2021a). Alkutuotannon veden laatuvaatimukset. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/veden-laatuvaatimukset/>, päivitetty 30.11.2021, haettu 25.4.2022.

Ruokavirasto. (2021b). Ohje lihan arvostelusta lihintarkastuksen yhteydessä. Ohje 1889/04.02.00.01/2020/4. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/laitokset/liha/ohje\\_lihan\\_arvostelusta\\_lihintarkastuksen\\_yhteydessa.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/laitokset/liha/ohje_lihan_arvostelusta_lihintarkastuksen_yhteydessa.pdf), päivitetty 1.4.2021, haettu 17.5.2021.

Ruokavirasto. (2022a). Eläintuotannon ehdot. Ohje/versio: 819/04.02.00.01/2022. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/oppaat/luomuelain/elaintuotannon-ehdot/#id-10-laidunnus-ja-ulkoilu>, päivitetty 9.3.2022, haettu 30.3.2022.

Ruokavirasto. (2022b). Usein kysyttyä maidontuotantotiloista. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/elaimista-saatavat-elintarvikkeet/maito/usein-kysytty-maidontuotantotiloista/>, haettu 8.6.2022

Salomon, J. A., Vos, T., Hogan, D. R., Gagnon, M., Naghavi, M., Mokdad, A., Begum, N., Shah, R., Karyana, M., Kosen, S., Farje, M. R., Moncada, G., Dutta, A., Sazawal, S., Dyer, A., Seiler, J., Aboyans, V., Baker, L., Baxter, A., ... Murray, C. J. (2012). Common values in assessing health outcomes from disease and injury: Disability weights measurement study for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380(9859), 2129–2143. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61680-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61680-8)

Scandrett, B., Parker, S., Forbes, L., Gajadhar, A., Dekumyoy, P., Waikagul, J., & Haines, D. (2009). Distribution of *Taenia saginata* cysticerci in tissues of experimentally infected cattle. *Veterinary Parasitology*, 164(2–4), 223–231. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.05.015>

Schwartzbrod, J., Stien, J. L., Bouhoum, K., & Baleux, B. (1989). Impact of wastewater treatment on helminth eggs. *Water Science and Technology*, 21(3), 295–297. <https://doi.org/10.2166/wst.1989.0122>

Siikamäki, H., Kyrönseppä, H., & Jokiranta, S. (2002). Suoliston parasiitti-infektioit. Lääketieteellinen aikakauskirja *Duodecim*, 2002; 1235–1247. <https://www.duodecimlehti.fi/duo93006>, haettu 29.6.2021, päivitetty 2002.

- Siikamäki, H. (2021). Suoliston matotaudit. Lääkärikirja Duodecim. Duodecim Terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00627>, päivitetty 5.2.2021, haettu 8.6.2022.
- Skjerve, E. (1999). Possible increase of human *Taenia saginata* infections through import of beef to Norway from a high prevalence area. *Journal of Food Protection*, 62(11), 1314–1319. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-62.11.1314>
- Soares, V. E., De Andrade Belo, M. A., Rezende, P. C. B., Soccol, V. T., Fukuda, R. T., De Oliveira, G. P., & Da Costa, A. J. (2011). Distribution of *Taenia saginata* metacestodes: A comparison of routine meat inspection and carcase dissection results in experimentally infected calves. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 105(5), 393–401. <https://doi.org/10.1179/1364859411Y.0000000028>
- Speybroeck, N., Devleeschauwer, B., Joseph, L., & Berkvens, D. (2013). Missclassification errors in prevalence estimation: Bayesian handling with care. *International Journal of Public Health*, 58(5), 791–795. <https://doi.org/10.1007/s00038-012-0439-9>
- Stensvold, C. R., & Nielsen, H. V. (2017). Tapeworm infections detected at Statens Serum Institut in the period of 2005–2015. *Epi-news*, No 4 - 2017, Statens Serum Institut. <https://en.ssi.dk/news/epi-news/2017/no-4---2017>, päivitetty 1.2.2017, haettu 14.6.2022.
- Sturtz, S., Ligges, U., & Gelman, A. (2005). R2WinBUGS: A package for running WinBUGS from R. *J. Stat. Softw.* 12, 1–16. <https://doi.org/10.18637/jss.v012.i03>
- Sungirai, M., Masaka, L., & Mbiba, C. (2014). The prevalence of *Taenia saginata* cysticercosis in the Matabeleland Provinces of Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production*, 46(4), 623–627. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0538-0>
- The R Foundation. (2020). R: The R project for statistical computing. <https://www.r-project.org/>, haettu 13.1.2021.
- Tike. (2013). Tilastokeskus. Maatalouslaskenta 2010. Osa II: Viljelysmaan hoito, kotieläinten elinolot ja energiankulutus. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 2013. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537255/Maatalouslaskenta\\_2010\\_osa\\_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537255/Maatalouslaskenta_2010_osa_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y), haettu 17.5.2021.
- Tike. (2022). Tilastokeskus. Väestö iän (1-v.) ja sukupuolen mukaan alueittain, 1972–2021. Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat. [https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_vaerak/statfin\\_vaerak\\_pxt\\_1lre.px/](https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vaerak/statfin_vaerak_pxt_1lre.px/), päivitetty 31.3.2022, haettu 20.6.2022.
- Trevisan, C., Sotiraki, S., Laranjo-González, M., Dermauw, V., Wang, Z., Kärssin, A., Cvetković, A., Winkler, A. S., Abraham, A., Bobić, B., Lassen, B., Cretu, C. M., Vasile, C., Arvanitis, D., Deksné, G., Boro, I., Kucsera, I., Karamon, J., Stefanovska, J., ... Devleeschauwer, B. (2018). Epidemiology of taeniosis/cysticercosis in Europe, a systematic review: Eastern Europe. *Parasites & Vectors*, 11(1), 569. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3153-5>
- Tulli. (2022). Uljas - Tavaroiden ulkomaankauppatilastot. <https://uljas.tulli.fi/v3rti/db/0/cubes/19z>, haettu 13.5.2022.
- Valio. (N.d.). Lehmien liikkuminen. <https://www.valio.fi/vastuullisuus/elainten-hyvinvointi/lehmien-liikkuminen/>, haettu 14.5.2021.
- Valsta, L., Kaartinen, N., Tapanainen, H., Männistö, S., Sääksjärvi, K. (Toim.). (2018). Ravitsemus Suomessa – FinRavinto 2017 -tutkimus. Nutrition in Finland – The national FinDiet 2017 Survey. Terveystieteiden tutkimuskeskus ja hyvinvoinnin laitos, 12/2018. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-238-3>, päivitetty 2018, haettu 20.6.2022.
- Van De, N., Le, T. H., Lien, P. T. H., & Eom, K. S. (2014). Current status of taeniasis and cysticercosis in Vietnam. *The Korean Journal of Parasitology*, 52(2), 125–129. <https://doi.org/10.3347/kjp.2014.52.2.125>
- van der Logt, P. B., Hathaway, S. C., & Vose, D. J. (1997). Risk assessment model for human infection with the cestode *Taenia saginata*. *Journal of Food Protection*, 60(9), 1110–1119. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-60.9.1110>
- Vesilaitosyhdistys. (2022). Ammattiasiaa jätevesistä. <https://www.vvy.fi/vesihuolto/jatevesista-eksperteille/>, päivitetty 2022, haettu 20.4.2022.
- VNa 592/2010. Valtioneuvoston asetus nautojen suojelusta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100592>, haettu 14.6.2022.
- Vuorinen, A. (2013). Mitä puhdistamoliete on? s. 4–5. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa. Vuorinen, A., Tontti, T., Salo, T., Lehto, M., Suominen, K., Tyrväinen, U., Salminen, P., Kangas, A., Klemola, R., Peltonen, S., Savela, P., Toivikko, S., Paavola, T., Pulkkinen, M. (Toim.). Vesilaitosyhdistys 2013, päivitetty 2020. ISBN 978-952-6697-91-8

Wanzala, W., Onyango-Abuje, J. A., Kang'ethe, E. K., Ochanda, H., Harrison, L. J. S. (2002). Serodiagnosis of bovine cysticercosis by detecting live *Taenia saginata* cysts using a monoclonal antibody-based antigen-ELISA. *Journal of the South African Veterinary Association*, 73(4), 201–206. <https://doi.org/10.4102/jsava.v73i4.587>

Zdolec, N., Vujević, I., Dobranić, V., Juras, M., Grgurević, N., Ardalić, D., & Njari, B. (2012). Prevalence of *cysticercus bovis* in slaughtered cattle determined by traditional meat inspection in Croatian abattoir from 2005 to 2010. *Helminthologia*, 49(4), 229–232. <https://doi.org/10.2478/s11687-012-0043-9>

Ympäristöministeriö. (2017). Haja-asutuksen jätevedet. Lainsäädäntö ja käytännöt. Ympäristöopas 2017. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4740-1>, päivitetty 6/2017, haettu 7.9.2022.

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>, haettu 8.8.2022.

## Liite 1. Kystikerkoosi eri maissa

Kystikerkoosin esiintyvyys, positiivisten tapausten lukumäärä tai muuta tietoa eri maista perustuen lihintarkastuslöydöksiin, muihin tutkimustuloksiin sekä mallinnuksiin.

Maa	Esiintyvyys (%)	Positiivisten tapausten lukumäärä (n)	Tutkimus, Muuta tietoa	Ajanjakso	Lähde
Alankomaat <sup>a</sup>	ET	557	Lihantarkastus	2008	Laranjo-González ym., 2017
	ET	28	Lihantarkastus, Yksi tila	2012	Laranjo-González ym., 2017
	0,002	ET	Lihantarkastus, Vasikat	2011	Laranjo-González ym., 2017
	0,3	ET	Lihantarkastus, Aikuiset naudat	2011	Laranjo-González ym., 2017
Australia <sup>a</sup>	ET	ET	Mallinnus, 0,97 (0,05–13,4) tartuntaa/vuosi	-	Kiermeier ym., 2019
Belgia <sup>a</sup>	0,26	3/1164	Lihantarkastus	1997–1998	Dorny ym., 2000
	3,09	36/1164	Antigeenitutkimus	1997–1998	Dorny ym., 2000
	38,4	19 194/500 000	Mallinnus	Vuosittain	Laranjo-González ym., 2017
	ET	3 336	Lihantarkastus	2002	Laranjo-González ym., 2017
	0,00096	3/313 115	Lihantarkastus, Vasikat alle 1 v.	2005	Laranjo-González ym., 2017
	0,46	2 389/523 795	Lihantarkastus, Aikuiset yli 2 v.	2005	Laranjo-González ym., 2017
	42,5	ET	Mallinnus	2012–2015	Jansen ym., 2018
Brasilia <sup>a</sup>	1,05	796 941/75 983 590	Lihantarkastus	2007–2010	Dutra ym., 2012
	0,62 (0,62–0,63)	912 235/146 346 244	Lihantarkastus	2010–2015	Rossi ym., 2017
Egypti	6,09	161/2 640	Lihantarkastus	2015	Elkhtam ym., 2016
Espanja	0,018	ET	Lihantarkastus	2005–2007	Allepuz ym., 2009
	0,02 (0,01–0,03)	19/90 891	Lihantarkastus	2009–2010	Allepuz ym., 2012
	1,11	23/2 073	Antigeenitutkimus	2009–2010	Allepuz ym., 2012
Etelä-Afrikka	0,2	ET	Lihantarkastus	2000–2004	Dzoma ym., 2011
Etiopia	2,2–26,25	ET	ET	ET	Kumar & Tadesse, 2011
Iran	7,7	736/9 501	Lihantarkastus	1990–1993	Oryan ym., 1995

Maa	Esiintyvyys (%)	Positiivisten tapausten lukumäärä (n)	Tutkimus, Muuta tietoa	Ajanjakso	Lähde
Irlanti <sup>a</sup>	0,62	ET	ET	1977–1980	Laranjo-González ym., 2017
Iso-Britannia	0,042	ET	ET, Ilmaantuvuus	ET	Hughes ym., 1985
Kroatia	0,11	228/203 166	Lihantarkastus	2005–2010	Zdolec ym., 2012
Latvia <sup>a</sup>	ET	ET	-	-	-
Liettua <sup>a</sup>	ET	Yksittäisistä kymmeneen tapauksiin	Lihantarkastus	1998–2017	Trevisan ym., 2018
Meksiko	0,21	109/52 322	Lihantarkastus	2008–2009	Cueto González ym., 2015
Nigeria	2,67	315/11 804	Lihantarkastus, Ilmaantuvuus	ET	Rabi & Jegede, 2010
Norja	0,03	ET	ET	1989	Laranjo-González ym., 2017
Puola <sup>a</sup>	0,002–1,49	Kymmenistä satoihin tapauksiin vuodessa	Lihantarkastus	1986–2012	Trevisan ym., 2018
Ranska	0,142	6 491/4 564 065	Lihantarkastus	2010	Dupuy ym., 2014
Ruotsi <sup>a</sup>	ET	1/390 996	Yksi positiivinen löydös	1/2017	Livsmedelverket, 2021
Saksa <sup>a</sup>	8,83 (1,61–33,3)	134/1 518	Vasta-ainetutkimus	3/2007–1/2008	Laranjo-González ym., 2017
Sveitsi	0,58 4,5 16,5	ET 49/1 088 ET	Lihantarkastus Lihantarkastus, Lisäviillot sydämeen Mallinnus	2002–2005 2008–2009 2008–2009	Flütsch ym., 2008 Eichenberger ym., 2011 Eichenberger ym., 2013
Tanska <sup>a</sup>	0,009	348/4 090 661	Lihantarkastus	2004–2011	Calvo-Artavia ym., 2013
Ukraina	0,024 0,017 0,020	5/20 715 3/17 181 4/19 242	Lihantarkastus Lihantarkastus Lihantarkastus	2012 2013 2014	Trevisan ym., 2018 Trevisan ym., 2018 Trevisan ym., 2018
Venäjä	0,1–19,0	ET	ET	1991–2017	Bobić ym., 2018
Vietnam	1,6	ET	ET	ET	Van De ym., 2014
Viro <sup>a</sup>	0,36	2/564	Lihantarkastus/ tutkimus, Epäilyyn perustuva visuaalinen, pcr-negatiivinen loisrakkula	2–4/2014	Dorbek-Kolin ym., 2018
Zimbabwe	1,6	1 364/86 080	Lihantarkastus	2006–2007	Sungirai ym., 2014

<sup>a</sup> Maa kuuluu 12:een eniten Suomeen nautanlihaa tuovaan maahan, ET; Ei tiedossa

## Liite 2. Suomessa teurastetut naudat vuosina 1990–2021

Vuosi <sup>a)</sup>	Teurastetut naudat, lkm.
1990	506 100
1991	507 800
1992	490 300
1993	439 300
1994	435 300
1995	392 600
1996	389 500
1997	408 300
1998	383 100
1999	365 900
2000	359 920
2001	342 535
2002	332 570
2003	337 299
2004	318 492
2005	295 846
2006	293 789
2007	291 696
2008	266 785
2009	267 262
2010	264 955
2011	268 054
2012	264 443
2013	266 589
2014	270 306
2015	278 970
2016	280 936
2017	274 288
2018	274 749
2019	269 269
2020 <sup>b)</sup>	261 265
2021 <sup>b)</sup>	258 123
<b>Yhteensä</b>	<b>10 656 341</b>

Lähde: Luke, 2021e

<sup>a)</sup> Teurasmäärät sisältävät myös alle kuuden viikon ikäiset vasikat, joiden poskilihaksia ei ole tarkastettu viiltämällä.

<sup>b)</sup> Vuosien 2020 ja 2021 teurasmääristä on vähennetty kahdeksan kuukauden ikäiset ja sitä nuoremmat naudat (395 kpl, 2020 ja 420 kpl, 2021).



## Liite 3. Altistusmallien kuvaus

Mallinnuksessa hyödynnettiin Bayesilaista tilastotiedettä. Malli toteutettiin R - (The R Foundation, 2020) ja OpenBUGS-ohjelmilla (Lunn ym., 2012) hyödyntäen R2OpenBUGS-pakettia (Sturtz ym., 2005), jossa tekstimuotoiset lähtötiedot luetaan R:ään. R lähettää tiedot taustalla pyörivään OpenBUGSiin, jossa malli ajetaan. Tämän jälkeen tulokset lähetetään takaisin R:ään, jossa tuloksia voidaan edelleen käsitellä mielekkäimmällä tavalla. Tulokset perustuvat 10 000 iteraatiokierrokseen. Mallissa käytetyt lähtötiedot on esitetty taulukossa 1.

Malli koostui viidestä osamallista: esiintyvyy-, pitoisuus-, lihantarkastus-, kulutus- ja altistusmallista. Kystikerkoosin todellinen esiintyvyys ("true prevalence") arvioitiin Speybroeck ym. (2013) mukaan. Näytteiden käsittelymenetelmän tai lihantarkastuksen sensitiivisyys arvioitiin tasajakaumana ja spesifisyys piste-estimaattina. Priorina käytettiin tasajakaumaa nolasta yhteen.

$$AP = TP \times SE + (1 - TP) \times (1 - SP)$$

missä

**AP** on ilmi tuleva esiintyvyys (apparent prevalence)

**TP** on todellinen esiintyvyys (true prevalence)

**SE** on sensitiivisyys

**SP** on spesifisyys

Pitoisuutena käytettiin Kyvsgaard ym. (1990) arviota kystien määrästä *T. saginata* -tartunnan saaneessa naudassa (hieman alle neljä). Elävien kystien osuus arvioitiin binomijakaumalla Wanzala ym. (2002) aineistosta. Priorina käytettiin tasajakaumaa nolasta yhteen.

Kystien pitoisuus eri ruhonosissa perustuu ruhonosien painoon ja kystien jakautumiseen eri ruhonosien välillä.

Todennäköisyyksiin todeta ainakin yksi kysta lihantarkastuksessa käytettiin Kyvsgaard ym. (1990) lähestymistapaa. Osuus kystista, jotka ovat löydettävissä lihantarkastuksessa ( $\mu$ ), voidaan laskea seuraavasti:

$$\mu = \sum_{i=1}^m x_i \times y_i$$

missä

**m** on tarkasteltavana olevien lihasryhmien määrä

**x<sub>i</sub>** on mediaani kystien osuudesta predilektiopaikassa (kystien tavallisin esiintymispaikka) *i* ja

**y<sub>i</sub>** on lihantarkastuksessa tehtävien viiltojen pinta-ala suhteessa lihaksen kokonaispinta-alaan lihaksessa *i*

Tästä voidaan edelleen laskea todennäköisyys todeta lihantarkastuksessa vähintään yksi kysta (P):

$$P = 1 - (1 - \mu)^n$$

missä

$n$  on kystien määrä naudassa (sekä elävät että kalkkeutuneet).

Mallissa laskettiin todennäköisyys löytää positiivinen nauta lihantarkastuksessa: 1) nykymuotoisessa lihantarkastuksessa, jossa viiltoja tehdään sekä poskilihaksiin että sydämeen, 2) yksinkertaistetussa lihantarkastuksessa, jossa viillot tehdään ainoastaan sydämeen. Lisäksi laskettiin altistus tilanteessa, jossa ei tehdä viiltoja poskilihakseen eikä sydämeen.

Todellisesta esiintyvyydestä ja todennäköisyydestä löytää positiivinen nauta lihantarkastuksessa laskettiin virhenegatiivisten nautojen määrä teurastuksessa. Niistä laskettiin edelleen ”korjattu” esiintyvyys, sillä kuluttajat altistuvat vain kystille, joita ei ole todettu lihantarkastuksessa.

Naudanlihan ja -maksan kulutustiedot mallinnettiin log-normaalina jakaumana käyttäen raportoituja keskiarvoja ja variansseja. Kulutuspäivien osuus mallinnettiin Bernoullijakaumana. Kulutuksessa huomioitiin vain kotimaassa tuotetun lihan käyttö.

Pakastetun lihan osuus huomioitiin tasajakaumana.

Raakana tai vain osittain kypsennettynä syötävän lihan osuus laskettiin kaavalla (van der Logt ym., 1997):

$$\text{raakana syötyjen osuus} + \frac{1}{3} \times \text{puoliraakana syötyjen osuus}$$

Maksan ja sydämen osalta tässä tutkimuksessa huomioitiin vain puoliraakana syötyjen osuus. Tiedon puutteen vuoksi oletettiin, että puoliraakaa maksaa ja sydäntä kulutetaan yhtä suurena osuutena kuin puoliraakaa naudanlihaa.

Altistuksen laskennassa huomioitiin vain elävät kystat, sillä oletettiin, että kalkkeutuneet kystat eivät aiheuta tartuntaa ihmiselle. Altistus ruhonosasta  $i$  (liha, maksa tai sydän) käyttöpäivänä laskettiin seuraavasti:

$$\text{altistus}_i = \text{kystien pitoisuus}_i \left( \frac{\text{kysta}}{g} \right) \times \text{korjattu esiintyvyys} \times \text{kulutus}_i (g) \times (1 - \text{vienti}) \\ \times (1 - \text{pakastus})$$

Ja altistus minä tahansa päivänä:

$$\text{altistus}_i = \text{kystien pitoisuus}_i \left( \frac{\text{kysta}}{g} \right) \times \text{korjattu esiintyvyys} \times \text{kulutus}_i (g) \\ \times \text{käyttöpäivien osuus}_i \times (1 - \text{vienti}) \times (1 - \text{pakastus})$$

Taulukko 1. Mallissa käytetyt lähtötiedot.

Lähtötieto	Arvo	Lähde
Näytemäärä	796	Tämä tutkimus
Positiivisten näytteiden lukumäärä	0	Tämä tutkimus
Testin sensitiivisyyden alaraja	0,2	Tämä tutkimus
Testin sensitiivisyyden yläaraja	0,3	Tämä tutkimus
Testin spesifisyys	1	Tämä tutkimus
Keskimääräinen kystien määrä naudassa (Tanska)	3,96	Kyvsgaard ym., 1990
Kaikkien kystien yhteismäärä naudoissa	661	Wanzala ym., 2002
Elävien kystien yhteismäärä naudoissa	361	Wanzala ym., 2002
Keskimääräinen ruhopaino teurasnaudalla (g)	331 400	Luke, 2021e
Keskimääräinen lihapaino teurasnaudalla (lihan määrä elopainosta jaettuna ruhopaino elopainosta)	0,77×RP (0,46/0,60)	Lihatiedotus, 2018
Naudan maksan paino alaraja (g)	13× (RP×0.001)	Jones ym., 1983
Naudan maksan paino yläaraja (g)	14,4× (RP×0.001)	Jones ym., 1983
Naudan sydämen painon alaraja (g)	4,3× (RP×0.001)	Jones ym., 1983
Naudan sydämen painon yläaraja (g)	4,6 (RP×0.001)	Jones ym., 1983
Kystien osuus maksassa	0,0377	Kyvsgaard ym., 1990
Kystien osuus lihassa (pallea, eturaajat, takaraajat ja keskivartalo)	0,6671	Kyvsgaard ym., 1990
Kystien osuus sydämessä	0,1665	Kyvsgaard ym., 1990
Mediaani kystien osuudesta poskilihaksissa	0,065	Kyvsgaard ym., 1990
Lihantarkastuksessa tehtävien viiltojen pinta-ala suhteessa poskilihaksen kokonaispinta-alaan	0,6	Kyvsgaard ym., 1990
Mediaani kystien osuudesta sydämessä	0,157	Kyvsgaard ym., 1990
Lihantarkastuksessa tehtävän viillon pinta-ala suhteessa sydämen kokonaispinta-alaan	0,1	Kyvsgaard ym., 1990
Vuosina 2020 ja 2021 Suomessa teurastettujen nautojen määrä	520 203	Luke, 2021e
Päiväkulutuksen keskiarvo 1) maksa 2) liha 3) sydän (g)	21,04; 81,63; 2,96	EFSA, 2021
Päiväkulutuksen keskihajonta 1) maksa 2) liha 3) sydän (g)	25,23; 66,52; 2,56	EFSA, 2021
Naudanmaksan, -lihan ja -sydämen kulutuspäivien lukumäärä Finravinto-tutkimuksessa	30, 598, 47	EFSA, 2021
Kaikkien kulutuspäivien lukumäärä Finravinto-tutkimuksessa	2 501	Valsta ym., 2018
Raakana syödyn lihan osuus	0,01	AFRC & Teagasc, 2006
Puoliraakana syödyn lihan osuus	0,12	AFRC & Teagasc, 2006
Suomen työikäisten (25–64 v.) määrä	3 236 329	Tike, 2022
Ulkomailta tuodun naudanlihan osuus vuonna 2020, ulkomailta tuotu/(tuotanto-ulkomaille viety)	0,2705736	Luke, 2020b
Pakastetun lihan osuuden alaraja	0	Kysely teollisuudelle
Pakastetun lihan osuuden yläaraja	0,4	Kysely teollisuudelle

## Liite 4. Kyselykaavake nautatiloille kystikerkoosin taustatekijöiden kartoittamiseksi

1/3

### Tilan perustiedot

Omistaja:	Tuottajanumero:
Tilan osoite:	

Nautojen lukumäärä, kpl:	Teuraiden lukumäärä 20__, kpl:
Vasikat (< 6 kk), kpl:	
Nuorkarja (6–22 kk), kpl:	
Lehmät (> 22 kk), kpl:	
Sonnit (> 22 kk), kpl:	

### Tuotantomuoto

<input type="checkbox"/> Maidontuotantotila	<input type="checkbox"/> Naudanlihantuotantotila	<input type="checkbox"/> Muu, mikä:
<input type="checkbox"/> Tila kuuluu Nasevaan	<input type="checkbox"/> Luomutuotantotila	

### Kystikerkoosi-positiivinen nauta

Rotu:	
Sukupuoli: <input type="checkbox"/> sonni <input type="checkbox"/> lehmä/hieho	Ikä:
Nauta on elänyt tilalla koko elämänsä <input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei. Minä vuonna nauta tuli tilalle:	
Ostoeläin: <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> Kyllä. Mistä kyseinen eläin on ostettu:	
Oma eläin mutta kasvoi hiehotellissa: <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> Kyllä. Missä:	

Minä vuosina kystikerkoosi-positiiviseksi todettu nauta on laiduntanut ja kuinka pitkä laidunkausi oli kunakin vuonna? Jos et muista tarkkoja aikoja, arvio riittää.

Vuosi	Laidunkauden pituus

### Tilan olosuhteet

#### Laidunnus/ulkoilu

Tilan naudat laiduntavat:	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei. Minä vuonna naudat ovat viimeksi laiduntaneet:
Rajoittuuko laidun vesistöön?	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Tilalla on ulkoilutarha:	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei

## Jätevedenkäsittely

Tila kuuluu kunnallisen jätevedenkäsittelyn piiriin:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Tilalla on oma jätevedenkäsittely:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Jos Kyllä, miten jätevesi tilalla käsitellään?		
Mihin jätevesi menee käsittelyn jälkeen?		
Tilalla on käytössä kuivakäymälä tai kompostikäymälä:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Tilalla on wc navetan yhteydessä:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei

## Tilan ympäristö

Missä sijaitsee tilaa lähin jätevedenkäsittelylaitos:	<input type="checkbox"/> En tiedä
Onko tilan ja laidunten läheisyydessä:	
Nähtävyyksiä	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Ulkoilureittejä	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Yleisiä uimarantoja	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Muita kohteita, joissa käy usein ihmisiä	<input type="checkbox"/> Kyllä, mitä: <input type="checkbox"/> Ei
Tulviiko tilan laiturille tai pelloille säännöllisesti?	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei

## Rehu

Tilan säilörehu tuotetaan itse:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Tilalle on ostettu säilörehua:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Jos Kyllä, mistä ja milloin?		
Pellot rajoittuvat vesistöön:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Pelloille levitetään lietettä:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Mitä lietettä:		
Tila ostaa rehua ulkopuolelta	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Mitä rehua ja mistä?		

## Työntekijät

Paljonko tilalla on työntekijöitä?		
Työskenteleekö tilalla tai onko tilalla työskennellyt aiemmin lomittajia, vuokratyöntekijöitä yms.?		
Onko työntekijöillä säännöllisiä ulkomaankontakteja?	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Minne?		
Onko työntekijöille kirjalliset hygieniaohjeet?	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei

### Vierailijat

Navetassa on vierailijoille:		
Saappaat	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Suojavaatteet	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Käsienpesumahdollisuus	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Kuvaile miten tilan tautisuojaus on järjestetty:		

### Haittaeläimet

Onko tilalla suunnitelmallinen haittaeläintorjunta?	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Kuvaile haittaeläinsuunnitelmaa:		
Linnuilla on pääsy tuotantotiloihin:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Jyrsijöillä on pääsy tuotantotiloihin:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei
Muilla haittaeläimillä on pääsy tuotantotiloihin:	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Ei

### Muuta

Nauta saa kystikerkoositartunnan, kun tartunnan saaneen ihmisen ulostetta päätyy tavalla tai toisella sen syömäksi. Tuleeko teille mieleen, miten tämä olisi voinut tapahtua tälle kyseiselle naudalle?
Mikäli haluatte kommentoida vielä jotain aihetta, voitte tehdä sen alla olevaan kenttään.





**RUOKAVIRASTO**

Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

---

[ruokavirasto.fi](http://ruokavirasto.fi)