

**Margret Jürison**

**KAHETIIVALISTE MITMEKESISUS EESTI  
SEAFARMIDES JA NENDE POTENTSIAAL SIGADE  
AAFRIKA KATKU VEKTORINA**

**DIVERSITY OF DIPTERA IN ESTONIAN PIG FARMS  
INCLUDING THEIR CAPABILITY AS VECTORS OF THE  
AFRICAN SWINE FEVER**

Magistritöö Vee ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia erialal

Juhendajad: Olavi Kurina, PhD

Lea Tummeleht, PhD

Heli Kirik, Msc

Tartu 2018

Kaitsmisele lubatud "....." ..... 20.... a

EMÜ Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi õppedirektor/osakonna  
juhataja.....

Magistritöö juhendaja:.....

Olen koostanud magistritöö iseseisvalt ja kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite  
tööd, põhimõttelised seisukohad kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on  
viidatud.

/Eesnimi, perekonnanimi ja allkiri/

Magistritöö hindamine positiivse hindegaga ei tähenda, et põllumajandus- ja  
keskkonnainstituut vastutab töös kasutatud meetodite, saadud tulemuste ja tehtud järelduste  
eest.

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Margret Jürison		Õppekava: Vee ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia (423)	
Pealkiri: Kahetiivaliste mitmekesisus Eesti seafarmides ja nende potentsiaal sigade Aafrika katku vektorina			
Lehekülgi: 56	Jooniseid: 11	Tabeleid: 4	Lisasid: 2
Osakond: Põllumajandus- ja keskkonnainstituut Uurimisvaldkond: B250 Entomoloogia Juhendaja(d): Olavi Kurina, Lea Tummeleht, Heli Kirik Kaitsmiskoht ja aasta: Eesti Maaülikool 2018			
<p>Maailmas on kahetiivaliste mitmekesisust loomafarmides uuritud vähe. Eestis pole antud uuringut üheski farmitüübis teostatud. Loomakasvatusega seonduvad kahetiivalised on võimelised siirutama mitmesuguseid haigustekitajaid, tuues sellega kaasa olulist kahju majandusele. Seakasvatustele on sigade Aafrika katk üks raskemini kontrollitavaid ja majanduslikult laastavamaid haiguseid.</p> <p>Magistritöö eesmärkideks oli selgitada välja kahetiivaliste mitmekesisus seafarmides ning kas sigade Aafrika katkuga kokku puutunud kahetiivalistelt on võimalik viirust tuvastada. Lähtuvalt töö eesmärkidest on püstitatud järgnevad hüpoteesid: Hüpotees I: Kahetiivaliste arvukus ja liigiline mitmekesisus seafarmides sõltuvad nii looduskeskkonnast seafarmi ümbruses kui ka tootmissüsteemist. Hüpotees II: Sigade Aafrika katku nakatunud sigadega kokku puutunud kahetiivalistelt on võimalik leida viirust. Töö käigus uuriti 2016. aasta augustis ja septembris ning 2017. aastal maist–augustini liimiga kaetud kärbsenäpabereid kasutades, millised kahetiivaliste liigid esinevad Eesti seafarmides. Samuti uuriti nakatunud metssigade lähiumbrusest ja Saaremaal asuvast nakatunud seafarmist kogutud putukate DNA analüüsimisel otsust kokkupuudet sigade Aafrika katku viirusega.</p> <p>Töö tulemusena määrati uuritud seafarmidest kokku 23 liiki/ rühma kahetiivalisi. Kokku koguti kahe aasta proovikogumiskordade jooksul seafarmidest 186 701 lüljalgset, kellest 180 444 moodustasid kahetiivalised. Putukate koguhulka farmis ei mõjutanud seafarmi ümbritsev looduslik keskkond ega farmi tootmissüsteemi parameetrid. Käesoleva uuringu puuduseks on ilmselgelt liialt väike farmide valim ja farmide mittejärjepidev osalemine uuringus. Surnud metssigade pealt ja kohalt kogutud putukate hulgas osutusid kolm liiki SAK positiivseks, kellest omakorda õnnestus SAK viirusetüvi määrata seatäidelt. Saaremaal nakatunud seafarmis epidemioloogilise uuringu käigus kogutud putukatest osutusid SAK positiivsteks 4 isendit (27% kõikidest analüüsitud putukatest), kuid viirusetüve sekveneerimine ei õnnestunud mitte ühegi farmist püütud viiruspositiivse putuka puhul. DNA analüüsil saadud viiruspositiivsete putukate tulemused näitavad, et kahetiivalistelt on potentsiaali sigade Aafrika katku levitada ning selle kinnitamiseks on oluline edasi uurida viiruse ülekandemehhanisme läbi kahetiivalise kui vektori.</p>			
Märksõnad: putukad, DNA analüüs, seafarmid, farmimajandus, sigade Aafrika katku viirus.			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		<b>Abstract of Master's Thesis</b>	
Author: Margret Jürison		Specialty: Applied Biology of Aquatic and Terrestrial Ecosystems (423)	
Title: Diversity of Diptera in Estonian pig farms including their capability as vectors of the African swine fever			
Pages: 56	Figures: 11	Tables: 4	Appendixes: 2
Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences Field of research: B250 Entomology Supervisors: Olavi Kurina, Lea Tummeleht, Heli Kirik Place and date: Estonian University of Life Sciences 2018			
<p>The diversity of two winged insects (Diptera) in animal farms has not yet been extensively studied. However, until now this kind of research has not been carried out in any farm type in Estonia. Several Diptera species associated with animal farms are known as vectors for variety of pathogens and therefore of economic importance for farmers. African swine fever virus (ASFV) is one of the most severe infections to control and economically devastating for pig farms.</p> <p>The aims of this master's thesis were to find out the diversity of Diptera in pig farms and whether these insects could play a role in transmission of African swine fever (ASF). Based on the objectives of this work, the following hypotheses have been established. Hypothesis I: The abundance and species diversity of Diptera in the pig farms depends both on the natural surroundings of the farm as well as the production system. Hypothesis II: It is possible to detect ASFV in Diptera that has been exposed to infected pigs. The study, was carried out in August and September 2016 and from May to August 2017 using glue traps for flies, to examine which species of Diptera occur in Estonian pig farms. Insects were also sampled from infected wild boar carcasses and from an infected pig farm in Saaremaa, to test their vector potential for ASF.</p> <p>As a result, 23 species/groups of Diptera were identified in studied pig farms. In total, 186701 arthropods, from which 180444 were Diptera were collected from pig farms during two years of sampling. The total number of insects in the farm was not affected by the natural surroundings nor the parameters of the farm production system. These results may have been influenced by a too small sample size of farms and non-consecutive participation of farms in the study. Among the insects collected from the dead wild boar carcasses, there were three specimens infected with ASF, from these the exact strain of ASF was only possible to be determined from hog lice. The insects collected from the infected pig farm during the epidemiological inspection in Saaremaa, there were 4 ASF positive specimens (27% of all insects analysed), but virus strain sequencing failed for any virus-positive insect caught from the farm. The results of the virus-positive insects derived from DNA analysis indicate that Diptera have a potential to transmit ASF and there are needed further studies to investigate the ability of the Diptera as an ASFV vector.</p>			
Keywords: insects, DNA analysis, pig farms, farm management, African swine fever virus			

# SISUKORD

<b>SISSEJUHATUS</b> .....	6
<b>1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE</b> .....	9
<b>1.1. Kahetiivaliste üldiseloomustus</b> .....	9
<b>1.2. Kahetiivalised loomapidamise kaaslejatena farmides</b> .....	11
<b>1.3. Enamlevinud ja massilisemad kahetiivaliste liigid farmimajanduses</b> .....	13
<b>1.3.1. Harilik pistekärbes</b> .....	13
<b>1.3.2. Harilik toakärbes</b> .....	16
<b>1.4. Sigade Aafrika katk</b> .....	18
<b>1.4.1. Sigade Aafrika katk ja selle edasikandemehhanismid</b> .....	18
<b>1.4.2. Sigade Aafrika katku levik maailmas ja Eestis</b> .....	20
<b>2. MATERJAL JA METOODIKA</b> .....	23
<b>2.1. Proovide kogumine</b> .....	23
<b>2.1.1. Kahetiivaliste kogumine seafarmidest ja nende määramine</b> .....	23
<b>2.1.2. Kahetiivaliste kogumine sigade Aafrika katkuga nakatunud seafarmist</b> .....	27
<b>2.1.3. Metssigade korjustelt putukate kogumine</b> .....	27
<b>2.2. Nakatunud sigadega kokkupuutunud putukatelt eraldatud viiruse DNA analüüs</b> .....	27
<b>2.3. Andmete analüüs</b> .....	28
<b>3. TULEMUSED</b> .....	29
<b>3.1. Lüljalgsete liigiline mitmekesisus seafarmides</b> .....	29
<b>3.2. Kogutud lüljalgsete aktiivsustihedus seafarmides</b> .....	31
<b>3.3. Putukate hulka seafarmides mõjutavad tegurid</b> .....	34
<b>3.4. Sigade Aafrika katku leiud analüüsitud materjalis</b> .....	34
<b>4. ARUTELU</b> .....	36
<b>KOKKUVÕTE</b> .....	39
<b>SUMMARY</b> .....	41
<b>KASUTATUD KIRJANDUS</b> .....	43
<b>LISAD</b> .....	51
<b>Lisa 1. Seafarmidesse saadetud ankeet</b> .....	52
<b>Lisa 2. Seafarmidesse saadetud ankeetidest kogutud andmed</b> .....	55

## SISSEJUHATUS

Putukaselts kahetiivalised (*Diptera*) on oma ökoloogilistelt nõudmistelt üks mitmekesisemaid (Kurina 2011). Seltsi kuuluvad peamiselt lendavad putukad, kelle iseloomulikuks jooneks on nuiataoliste sumistitena säilinud taandarenenud tagatiivad, mis aitavad neil lennu ajal tasakaalu hoida (Sealsamas). Kahetiivalised on levinud kõikjal maailmas ning on arvukalt esindatud peaaegu kõigis maismaa- ja magevee elupaikades, välja arvatud avamerel ja liustikel (Marshall 2012). 2012. aasta seisuga oli maailmas teada ligikaudu 160 000 kahetiivalise liiki (Sealsamas), neist Eestis on siiani kindlaks tehtud üle 2900 liigi (Kurina 2011).

Mitmed kahetiivaliste perekonnad on olulise majandusliku tähtsusega, osaledes paljude haigustekitajate levitamises inimestele ja teistele loomadele (Miller *et al.* 1993). Kahetiivaliste hammustused põhjustavad loomal stressi ja ärritust ning sellest tulenevalt nende tootlikkuse vähenemist (Sealsamas). Seeläbi võivad kahetiivalised tekitada märkimisväärset majanduslikku kahju. Kahetiivaliste ründamiskatsed kurnavad loomi, samuti on häiritud loomade toitumine (Kamut & Jezierski 2014).

Farmiloomi häirivad kõikjal maailmas levinud verdimevad või loomade kehasektreetidel toituvad kahetiivalised nagu näiteks pistesääsklased (*Culicidae*), habesääsklased (*Ceratopogonidae*), päriskärblased (*Muscidae*), ninakiinlased (*Oestridae*), kihulased (*Simuliidae*) ja parmlased (*Tabanidae*) (Kamut & Jezierski 2014). Kahetiivaliste aktiivsus sõltub endogeenestest (toitumine, munemine) ja eksogeenestest (õhutemperatuur, valguse intensiivsus, niiskus, tuule kiirus) teguritest (Chandler 2010). Päriskärblased (*Muscidae*), parmlased (*Tabanidae*) ja ninakiinlased (*Oestridae*) on aktiivsed päevasel ajal, pistesääsklased (*Culicidae*) on aktiivsed aga enamasti hommikul ja õhtul ning enne ja pärast vihma (Kamut & Jezierski 2014).

Kahetiivaliste kontrollimiseks farmides on kasutusele võetud mitmesuguseid meetmeid – mehaanilised (sõnniku majandamine, putukapüünised), bioloogilised (parasiidid ja röövputukad) ja keemilised (insektitsiidid) meetmed. Sõnniku hoidmine võimalikult kuivana nõuetekohase õhuventilatsiooni, kuivendamise, veesüsteemide kontrolli ja etapiviisilise sõnniku eemaldamisega on üks peamisi kahetiivaliste paljunemise kontrollimise viise.

Mitmed parasiitsed kiletiivalised (*Hymenoptera*) sugukonnast *Pteromalidae* koos lestade (eriti *Macrocheles muscaedomesticae* ja *Fuscuropoda vegetans*) ja histeriidi mardikatega (eriti *Carcinops pumilo*) on peamisi bioloogilisi tõrjevahendeid, kelle populatsioone suurendatakse või säilitatakse nõuetekohase sõnniku haldamise ja insektitsiidide piiratud selektiivse kasutamisega. (Axtell 1985)

Erinevatel kahetiivaliste liikidel on erinevad keskkonnaalased eelistused ning kõik liigid ei pruugi esineda farmis samaaegselt. Optimaalsete kahetiivaliste tõrjemeetodite kohandamiseks on oluline teada, millised liigid farmides esinevad. Näiteks on harilikul toakärbsel (*Musca domestica* L.) välja arenenud resistentsus mõnede insektitsiidide suhtes, samas kui teistel kahetiivalistel resistentsus puudub. (Levot 2013)

Maailmas on farmikeskkonnas elavaid kahetiivalisi uuritud küllaltki vähe. Peamiselt leidub uuringuid kahetiivaliste mitmekesisusest, mis on teostatud linnufarmides (Retamales *et al.* 2011; Kaufman *et al.* 2002), kuid leidub ka veise- (Byford *et al.* 1992; Loomis 1986) ja seafarmides (Ageev *et al.* 2016; Birkemoe & Sverdrup–Thygeson 2011; Schurrer *et al.* 2006; Sarashina *et al.* 1985) tehtud uuringuid. Eestis ei ole üheski farmitüübis uuritud kahetiivaliste mitmekesisust. Peamiseks ohuks farmimajandusele on massiliselt leiduv harilik toakärbes ja harilik pistekärbes (*Stomoxys calcitrans* L.), kelle jaoks on farmide mikrokliima sobivaks elupaigaks (Birkemoe *et al.* 2009; Grabovac & Petric 2003).

Kahetiivalised on võimelised siirutama mitmesuguseid haigustekitajaid, tuues sellega kaasa olulist majanduslikku kahju. Seakasvatustele on sigade Aafrika katk (SAK) üks raskemini kontrollitavaid ja majanduslikult laastavaid haigusi (Sánchez–Vizcaíno *et al.* 2012). Loomataudi mõju on mitmemõõtmeline hõlmates nii sotsiaalset kui majanduslikku mõju (Chenais *et al.* 2017). Nakatumise tagajärjeks on kuni 100% suremus, sest haigusele puudub ravi ja vaktsiin (Costard *et al.* 2013). SAK mõjutab ainult sigalaste sugukonna (*Suidae*) liike. SAKi ei haigestu teised loomaliigid (sealhulgas inimesed), küll aga võivad nad olla viiruse edasikandjateks. Sigade Aafrika katku viirus (SAKV) levib otsesel kontaktil nakatunud loomaga või tema kehaeritise ja kaudselt viirusega saastunud sööda, sõidukite, allapanu või riiete kaudu. Viirus võib mehaaniliselt levida ka verdimevate putukate (parmude, kärbeste, sääskede jt) abil. (Anonymous 2015; FAO 2001)

Eestis diagnoositi SAK esimest korda 2014. aasta juunis Hummulis leitud metssealt. Tänapäevaks on SAK levinud üle kogu Eesti välja arvatud Hiiumaale. Euroopa

komisjon on kehtestanud Eestis kitsendustega tsoonid, millega on seotud loomadega ja loomsete saadustega kauplemise piirangud vältimaks SAKi levimist. (Maaeluministerium 2018)

Antud töö eesmärgiks oli välja selgitada kahetiivaliste mitmekesisus seafarmides ning kas kahetiivalistel võiks olla mingit rolli sigade Aafrika katku levikul. Töö käigus uuriti liimiga kaetud kärbsapabereid kasutades, millised kahetiivaliste liigid esinevad Eesti seafarmides. Samuti uuriti nakatunud metssigade ja Saaremaal asuvast nakatunud seafarmist kogutud putukatelt DNA analüüsimisel kokkupuudet sigade Aafrika katku viirusega.

Lähtuvalt töö eesmärkidest, on püstitatud järgnevad hüpoteesid:

- **Hüpotees I:** Kahetiivaliste arvukus ja liigiline mitmekesisus seafarmides sõltuvad nii looduskeskkonnast sigala ümbruses kui ka tootmissüsteemist.
- **Hüpotees II:** Sigade Aafrika katkuga kokku puutunud kahetiivalistelt on võimalik leida viiruse DNAd.

Soovin avaldada tänu juhendajatele, kes varustasid tööks vajalike vahendite ja seadmetega, õpetasid neid kasutama, aitasid kirjanduse hankimisel ning olid vajadusel alati olemas ja abiks. Autori tänu kuulub ka Sigmar Naudile nõu ja abi eest magistratöö koostamisel. Aitäh ka kõigile teistele, kes aitasid autorit töö viimistlemisega ning olid abiks ja toeks töö valmimisel.



# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1. Kahetiivaliste üldisloomustus

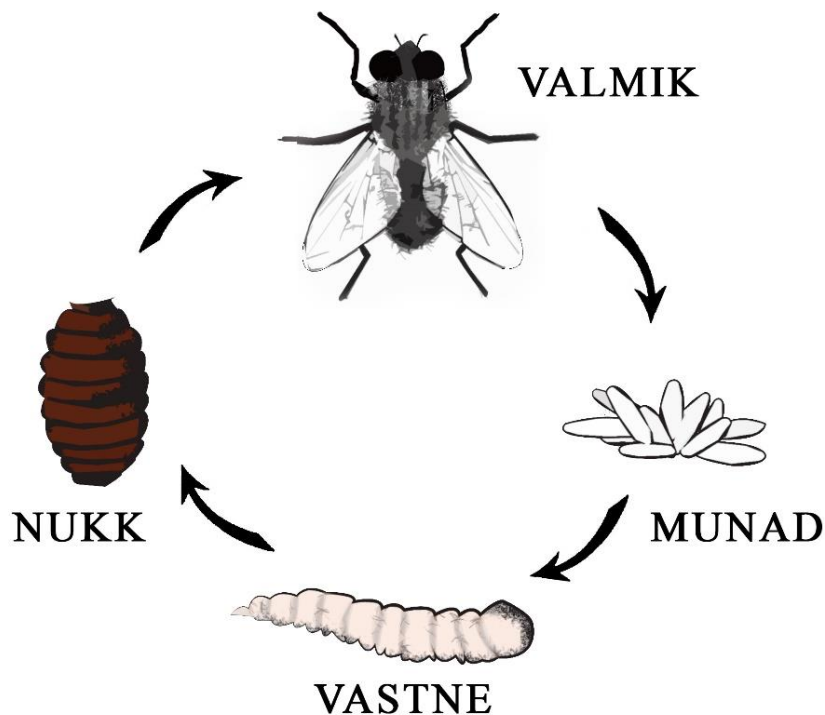
Kahetiivalised (*Diptera*) on putukate selts, mis koondab endas üle 160 000 kirjeldatud liigi (Marshall 2012; Pape *et al.* 2011), sealjuures on nad mitmekesised oma kehakuju, elupaiga kasutamise, eluviiside ja majandusliku tähtsuse poolest (Merritt *et al.* 2009). Kahetiivalised on levinud kõigil mandritel (sealhulgas Antarktikas) ning on arvukalt esindatud peaaegu kõigis maismaa- ja magevee elupaikades, välja arvatud avamerel ja liustikel (Courtney *et al.* 2009; Marshall 2012).

Kahetiivaliste selts jaguneb lihtsustatult kaheks alamseltsiks – sääselised (*Nematocera*) ja kärbselised (*Brachycera*). Sääseliste alamseltsi kuuluvad üldiselt õrnad putukad (näit. pistesääsed, sääriksääsed), kellel on pikad tundlad. Kärbseliste alamseltsis on valmikumüllaltki tugevad ja jässakad (näit. harilik toakärbes, parmud, kõdukärbsed) ning neil on lühikesed tundlad. (Marshall 2012)

Kahetiivalised nagu ka teised putukad läbivad täieliku metamorfoosi: nende elutsükel (Joonis 1) koosneb lühikesest muna staadiumist, vastse staadiumist, nuku staadiumist ja valmiku staadiumist (Courtney *et al.* 2009; Marshall 2012). Kahetiivalised munevad oma munad üksikult, väikeste kogumikena, lahtise või kompaktse massina, mis kinnitatakse kividele, taimestikule või muudele substraatidele (Courtney *et al.* 2009). Emaste poolt valitavad munemispaigad on tihedalt seotud vastsete arenguks sobivate elupaikadega (Oldroyd 2018). Kuna mitmete liikide vastsed toituvad pehmet orgaanilisest materjalist, on paljudel emastel evolutsiooniliselt välja arenenud teleskoopilised tubulaarsed munetid, millega pressitakse munad sobiva substraadi sisse (Sealsamas). Munad arenevad vastseteks mõne päeva või nädalaga (Courtney *et al.* 2009; Merritt *et al.* 2009).

Kahetiivaliste vastsed läbivad kolme kuni kaheksat arengujärku (Oldroyd 2018) – tavaliselt on kolm arengujärku kärbseliste alamseltsil ja neli sääseliste alamseltsil, samas on rohkem arengujärke näiteks *Siimulidae*, *Tabanidae*, *Thaumaleidae* sugukonna liikidel (Courtney *et al.* 2009). Mõningatel liikidel vastse arengujärgud puuduvad (Oldroyd 2018). Kahetiivaliste vastsetel puuduvad jalad ja neid võib leida mitmesugustes maismaa- ja veekeskkondades (Bouchard 2004). Paljude liikide vastseid võib pidada kõige laiemas mõttes vee-elulisteks,

sest ellujäämiseks vajavad nad niisket kuni märga keskkonda või kokkupuudet veekoguga (Courtney *et al.* 2009; Merritt *et al.* 2009). Enamik vastseid on iseseisvad ning ujuvad vees, roomavad või uuristavad aktiivselt käike setetes, puidus, puuviljades või lagunevas orgaanilises materjalis (Sealsamas). Samuti võivad vastsed elada elusorganismide kudedes (Merritt *et al.* 2009). Kahetiivaliste seas leidub ka liike, kelle vastsed arenevad ja toituvad emase tagakehas kuniks on nad piisavalt arenenud ja valmis kiiresti nukkuma (Courtney *et al.* 2009). Nukkumiseks moodustab kahetiivalise vastne enda ümber siiditaolisest materjalist või kitiinist kookoni (Marshall 2012). Paljudel kahetiivaliste nukkudel on välja arenenud ogad, mis aitavad neil ennast kaitsta või vajadusel pinnale pääseda enne valmiku valmimist (Oldroyd 2018; Marshall 2012). Täiskasvanud isendid on 0,5 mm – 75 mm pikad ning varieeruvad nii värvuselt kui kujult (Mitra *et al.* 2015). Valmikutel on üks paar tiibu ning paar muundunud tagumisi tiibu, mida kutsutakse sumistiteks (Sealsamas).



**Joonis 1.** Kahetiivalise elutsüklil: muna, vastne, nukk, valmik (Autori joonis).

Kahetiivalised on oma toitumise poolest mitmekesised – nende seas leidub nii nektarist, mesikastest, õietolmust, selgroogsete verest, putukate hemolümfist või muudest orgaanilistest ainetest toitujaid (Courtney *et al.* 2009). Samuti neid, kes toituvad lagunenud orgaanilisest aineist või detriidist, mis võivad sisaldada baktereid ja muid mikroorganisme (Merritt *et al.* 2009). Osade liikide valmikud (näit. ninakiinlased (*Oestridae*)), ei toitu, kuna neil puuduvad suised ning nad elavad pärast nukkumist ainult lühikest aega (Courtney *et al.*

2009). Mitmed kahetiivaliste liigid (näit. pistesääsklaste (*Culicidae*) ja kihulaste (*Simuliidae*) liigid) eelistavad söömiseks loomadel konkreetseid kehapiirkondi. Hobuseid hammustatakse enamasti laka, turja, õlgade, nimmepiirkonnast, külgedelt, kaelalt, silmade juurest ja kõrvadest. Vähem eelistatud kohad on lõug ja nina. (Kamut & Jezierski 2014)

Kahetiivalised on aktiivsed enamasti ööpäev läbi. Päriskärblased (*Muscidae*) toituvad karjatatavatel loomadel kogu päeva jooksul, kui temperatuur ületab +20°C kraadi, eelistades keha ja silmade ümbrust. Pistesääsklaste (*Culicidae*) liigid on aktiivsed enamasti hommikul ja õhtul ning enne ja pärast vihma. Parmlased (*Tabanidae*) ründavad peremeesloomi eelistatult soojadel, tuulevabadel päevadel. Ninakiinlaste (*Oestridae*) sugukonna valmikud muutuvad aktiivseks päikeselistel, tuulevabadel päevadel, kui õhutemperatuur ületab +22–23°C kraadi. Kahetiivaliste hooajaline aktiivsus sõltub paljudest teguritest, sealhulgas geograafilisest asukohast. Uuringud on näidanud, et päriskärblaste liigid on Euroopas aktiivsed alates mai keskpaigast septembri keskpaigani, olles kõige aktiivsemad juulis ja augustis. (Kamut & Jezierski 2014)

Mitmekesiste elupaikade ja toitumisharjumustega on kahetiivalised olulise majandusliku tähtsusega. Mitmed liigid võivad avaldada märkimisväärset mõju põllumajandusele, loomade ja inimeste tervisele ning metsandusele. Samuti leidub ka liike, kes suurema arvukuse korral võivad olla olulised häirijad ning tekitada oma hammustustega inimestele ja loomadele allergilisi reaktsioone. Vaatamata kahetiivaliste osalisele negatiivsele mõjule mängivad nad olulist rolli orgaanilise aine lagundajatena, teiste kahjurputukate parasitoidide ja kiskjatena, tolmeldajatena, röövloomade toiduobjektidena, vee kvaliteedi bioindikaatoritena, samuti ka mudelliikide ning –objektidena teadustöös. (Courtney *et al.* 2009; Merritt *et al.* 2009)

## **1.2. Kahetiivalised loomapidamise kaasleijatena farmides**

Loomafarmides on kahetiivaliste jaoks sobilikud elamistingimused, sest mikrokliima sobib kiireks ja soodsaks arenguks (Kunderak *et al.* 2004; Grabovac & Petric 2003). Suurtes kogustes toitaineterikast substraati loob head tingimused munade ja vastsete arenguks (Sealsamas) ning farmiloomad omakorda on rikkalikuks toiduallikaks verdimevatele täiskasvanud kahetiivalistele (Foil & Hogsette 1994).

Looma- ja linnufarmides sedastatavad kahetiivalised võib jagada nende ökoloogiliste nõudluste alusel nelja põhilisse gruppi:

- 1) Liigid, kes vajavad arenguks selgroogsete loomade verd (nimetatud ka obligatoorselt verest toitujateks), mille hankimiseks on neil välja kujunenud eritüübilised suised (pistmissuised või muundunud libamissuised) (Marshall 2012). Siia kuuluvad pistesääsklased (*Culicidae*), kihulased (*Simuliidae*), moskiitolased (*Phlebotomidae*), osad habesääsklaased (*Ceratopogonidae*), parmlased (*Tabanidae*), osad pärisikärlased (*Muscidae*) ja raudkärlased (*Hippoboscidae*) (Mitra *et al.* 2015). Nende liikide puhul toituvad verest enamasti ainult emased isendid (näit. pistesääsklased, parmlased), kuid üksikutel juhtudel ka mõlemad sugupoole (näit. harilik pistekärbes) (Marshall 2012). Veretoitumise tõttu on need kahetiivalised võimalike nakkustekitajate looduslikud kandjad ja mängivad suurt rolli bakterite, seente, nematoodide, algloomade, viiruste ja muude parasiitide siirutamisel (Courtney *et al.* 2009).
- 2) Rohusööjate loomade endoparasiidid on liigid, kelle vastsed toituvad kariloomade naha all (nahakiinlased – *Hypodermatidae*), mao seinas (maakiinlased – *Gasterophilidae*) või peremehe ninaõõnes ja otsmikuurgetes (ninakiinlased – *Oestridae*) (Minář 2000a; Minář 2000b). Tavaliselt on kiinid väga peremehespetsiifilised ja suudavad harva parasiteerida mitmel peremehel (Colwell *et al.* 2006). Loomafarmide siseruumides kohtab kiine siiski suhteliselt harva, kuid nakatumine võib toimuda karjatamise käigus (Minář 2000b).
- 3) Koprofaagid ja saprofaagid on liigid, kelle vastsed toituvad ja arenevad kariloomade väljaheidetes või muus lagunevas orgaanilises aines (Merritt *et al.* 2009). Kõige massilisemaks liigiks selles rühmas on harilik toakärbes (*Musca domestica*), aga siia kuuluvad ka liha- (*Calliphoridae*), laiba- (*Sarcophagidae*) ja roojakärlased (*Scatophagidae*) (Stafford 2008). Avatud lägahoidlates on tavaliseks liigiks sirelane *Eristalis tenax* L. (*Syrphidae*), kelle vastseid nimetatakse nende iseloomuliku kuju tõttu rotisabavastseteks (Hall & Gerhardt 2002).
- 4) Liigid, kes satuvad farmidesse juhuslikult kas läbi akende-uste või sööda-allapanuga, seda sageli ka põhjusel, et farmi ruumides on temperatuur tavaliselt välistemperatuurist kõrgem (Nicholson 1934, Viennet *et al.* 2012, Chen *et al.* 2015).

Kahetiivalise tõrjumisel farmides on võetud kasutusele mitmeid meetmeid. Levinud on nii mehaaniline, keemiline kui bioloogiline kahetiivaliste kontrollimine. Mehaanilisel tõrjumisel on kasutusel mitmesugused vahendid: liimipaberid ja muud lõksud, mis paigaldatakse loomade lähedusse. Keemilistest meetoditest on kasutusel insektitsiidid. Bioloogilises kontrollis kasutatakse kahetiivaliste looduslikke vaenlasi. Maailmas kasutatakse hariliku toakärbe (ja teiste päriskärblaste) munade, vastsete ja nukkude hävitamiseks röövputukaid (lesta (*Macrocheles muscaedomesticae*), mardikat (*Carcinops pumilio*), kahetiivalist (*Hydrotaea aenescens*)) ja kahetiivaliste parasiite (*Muscidifurax raptor*, *Spalangia cameroni*, *Spalangia endius*). (Meerburg *et al.* 2007; Geden 2006; Keiding 1986)

Lisaks eelnevatele meetmetele on oluline jälgida sanitaarnõudeid. Lauda hooldamine aeglustab kahetiivaliste arengu kiirust ja paljunemist või katkestab nende elutsükli luues neile ebasoodsamaid tingimusi. Peamisteks hooldusvõteteks on tekkiva sõnniku regulaarne eemaldamine, vana heina ja allapanu vahetamine ning hea ventilatsioonisüsteemi tagamine. (Meerburg *et al.* 2007; Foil & Hogsette 1994; Keiding 1986)

### **1.3. Enamlevinud ja massilisemad kahetiivaliste liigid farmimajanduses**

Harilikku toakärbest ja harilikku pistekärbest peetakse peamisteks häirivateks kahetiivalisteks nii sea-, veise- kui linnufarmides (Birkemoe & Sverdrup–Thygeson 2011; Birkemoe *et al.* 2009; Skovgård & Jespersen 1999). Lisaks eelmainitutele häirivad farmiloomi ka väike toakärbes (*Fannia canicularis*), lihakärblased (*Calliphoridae*) ja laibakärblased (*Sarcophagidae*) (Stafford 2008). Hammustavad ja verdimevad kahetiivalised (pistesääsklased, habesääsklased, kihulased ja parmlased) võivad olla olulisteks kahjuriteks, kui loomakasvatused jäävad veekogude lähedusse. (Adams 2003)

Järgnevalt on iseloomustatud kahe päriskärblaste (*Muscidae*) hulka kuuluva dominantliigi morfoloogiat, süstemaatikat ja ökoloogilisi nõudlusi.

#### **1.3.1. Harilik pistekärbes**

Harilik pistekärbes (*Stomoxys calcitrans* Linnaeus, 1758) (Joonis 2) kuulub päriskärblaste (*Muscidae*) sugukonda ja pistekärbe (*Stomoxys*) perekonda (Pape & Thompson 2018). Pistekärbe perekonnas on kirjeldatud 18 liiki (Keawayup *et al.* 2012), kellest ainult üks liik – harilik pistekärbes on levinud Euroopas, sealhulgas ka Eestis (Pont 2013).



**Joonis 2.** Harilik pistekärbes (*Stomoxys calcitrans*) (Autori joonis).

Täiskasvanud pistekärbsed on 5–7 mm pikad ning neil on vereimemiseks arenenud pistmissuised (Kaufman & Weeks 2015; Gerry 2012). Keha on neil hallikas – rindmikul on neli iseloomulikku pikisuunalist triipu ning tagakehal asetsevad seitse täppi (Kaufman & Weeks 2015). Pistekärbsse munad on värvuselt valged ja 1 mm pikad (Skovgård & Nachman 2017). Vastsed läbivad kolm arengujärku – esimese järgu vastne on läbipaistev umbes 1,25 mm pikkune ning kolmandas arengujärgus 11–12 mm pikkune, värvuselt kahvatukollased kuni kreemikasvalged. Kärbsede nukud on kapslikujulised, punakaspruunid, 4,5–6 mm pikkused. (Kaufman & Weeks 2015)

Harilik pistekärbes areneb munast valmikuni mitmesugustes substraatides – sõnnikus, lagunevas söödas, mädanenud või komposteerimata taimsetes jäätmetes (õlgedes, heinas, silos, haljasjäätmetes), eriti kui need on segunenud uriini või väljaheidetega (Gerry 2012). Emased pistekärbsed munevad munad (60–130) kobaratena sobivatesse substraatidesse. Iga emane võib oma eluajal munedada kokku kuni 800 muna. Munadest kooruvad esimese järgu vastsed 12–24 tunniga. Vastse staadium kestab optimaalse temperatuuri (27°C) korral 12–13 päeva. Pärast kolmandat vastsejärgu kärbes nukkub. Nukust areneb valmik 7–14 päevaga. (Kaufman & Weeks 2015)

Pistekärbsed on verdimevad putukad, kellest mõningaid liike peetakse paljudes maailma osades olulisteks kariloomade ja teiste soojavereliste loomade kahjuriteks. Nii kosmopoliitne harilik pistekärbes kui ka teised piiratuma levikuga *Stomoxys* perekonna

esindajad (*S. niger*, *S. sitiens*, *S. indicus*) ründavad koduloomi. Nii emased kui isased kärbsed toituvad verest ning on sageli agressiivsed ja püsivad toitujad. (Baldacchino *et al.* 2013)

Umaña (1967) on täheldanud, et harilik pistekärbes toitub üldjuhul suuremate loomade (veiste, hobuste, sigade, lammaste, kitsede) verest. Kärbsed eelistavad süüa alajäsematel – põlvede all, pahkludel, kuid võivad toituda ka looma külgedel ja selja peal (Foil & Hogsette 1994). Eelistatud loomade puudumisel ründavad pistekärbsed ka inimesi (Baldacchino *et al.* 2013) ja koeri (Hogsette *et al.* 1987). Samas on selgunud, et sama perekonna liigid toituvad ka õienektarist või küpsetest puuviljadest (Müller *et al.* 2012).

Pistekärbsed on aktiivsed päeval ning häirivad loomi hammustamiste, silmade ümber lendamise ja nahale maandumisega. Hammustamisega tekitavad kärbsed verekaotust ja allergilist reaktsiooni esile kutsuva sülje tõttu valu ning ärritust. Iga toidukorraga tarbib harilik pistekärbes keskmiselt 11–15 µL verd. Kärbse sülg sisaldab antikoagulante (verehüübimist pärssivaid aineid), mis aitavad hoida verd vedelana. Kärbsehammustuse haav võib edasi veritseda pärast kärbse suisete eemaldumist ning nahale kuivanud veri võib meelitada ligi teisi kärbselisi. Suur hulk pistekärbsed võib osaleda ka nakkushaiguste siirutamises. Mitmed pistekärbse liigid on patogeenide mehaanilisteks vektoriteks, kandes edasi viiruseid, baktereid, algloomi ja nugiuse. (Baldacchino *et al.* 2013)

Loomal võib tekkida rahutus juba 15. pistekärbse esinemisel (Todd 1963). Kariloomad kaitsevad ennast kärbeste eest pea, kõrvade, naha, jalgade ja saba liigutamise ja põgenevad või varjavad ennast metsas, sügaval vees või kogunevad kaitseks tihedalt üksteise lähedale. Pistekärbeste lendamise, maandumise ja hammustamise katsed põhjustavad loomadel energiakaotust, mis on tingitud verekaotusest, toitumisaja ja sööda koguse vähenemisest, liha, piima ja sõnniku tootmise vähenemisest ning stressist. (Baldacchino *et al.* 2013)

Pistekärbsed saaki ei jälita, vaid pigem varitsevad neid ühes kohas (Hogsette *et al.* 1987). Toiduotsingutel võivad pistekärbsed levida ka kaugemale (viie ja rohkema kilomeetri kaugusele) (Hogsette *et al.* 1989). Esinedes massiliselt loomakasvatustevõtetes, võivad pistekärbsed levida lähedastele rannikualadele ja elamupiirkondadesse (Baldacchino *et al.* 2013). Harilik pistekärbes on väga hea lendaja (Hoffman 1968) ning mitmed uuringud on näidanud, et pistekärbes suudab lennata pikki vahemaid. Eddy *et al.* (1962) on märkinud pistekärbse võimet lennata kuni kaheksa kilomeetri kaugusele, samas kui Bailey *et al.* (1973)

täheldasid pistekärbse lennuvõimet kuni 29,11 km kaugusele. 1981. aastal tehtud uuringus demonstreeriti pistekärbeste võimet levida isegi 225 km kaugusele (Hogsette & Ruff 1985).

### 1.3.2. Harilik toakärbes

Harilik toakärbes (*Musca domestica* Linnaeus, 1758) (Joonis 3) kuulub toakärbse (*Musca*) perekonda ja päriskärblaste (*Muscidae*) sugukonda (Keiding 1986). Harilik toakärbes on sünantroopne liik, kes on tihedalt seotud inimese ja tema keskkonnaga ning keda võib leida kõikjal, kus elavad inimesed (Sanchez–Arroyo & Capinera 2017). Kärbseid kohtab ka loomakasvatustes – neid võib leida nii linnu-, veise-, hobuse- kui seafarmidest (Malik *et al.* 2007).



**Joonis 3.** Harilik toakärbes (*Musca domestica*) (Autori joonis).

Hariliku toakärbse elutsüklil sõltub temperatuurist ja toidu olemasolust ning areng munast valmikuni võib vastavalt temperatuurile kesta 10–45 päeva. Kahetiivaliste areng ei toimu üldjuhul temperatuuril alla +10°C kraadi. Külmade talvedega piirkondades ei jää talvituvad valmikud välistingimustes ellu, küll aga suudavad nad talvituda, varjudes mitmesugustesse õõnsustesse ja sobivate tingimuste korral ka hoonetesse. (Stafford 2008)

Harilik toakärbes talvitub vastse või nukujärguna sõnnikus või mujal kaitstud kohas. Soojad suveilmad on üldjuhul optimaalsemad toakärbse arenguks. Paljunemisvõime on toakärbestel kõrge. Emale kärbes võib muneda neli kuni kuus portsu mune, mis sisaldavad kokku 75–150 muna. Hariliku toakärbse munad on valged ning ligikaudu 1,2 mm pikad. Munadest kooruvad vastsed 24 tunni jooksul. Vastne, kelle peamiseks arenemiskeskkonnaks on sõnnik



ja toidujäätmed, läbib kolm arengujärku nädalaga. Täiskasvanud vastsed on 3–9 mm pikad, värvuselt kreemikasvalged, silindrikujulised, kuid peasuunas kitsenenud. Vastsed toituvad niiskest toitainetega rikastatud orgaanilisest materjalist. Viimase arengujärgu vastne liigub kuivemasse piirkonda ning matab ennast substraati, kus nukkub. (Sanchez–Arroyo & Capinera 2017)

Nukud on värvuselt tumepruunid, 8 mm pikad. Nukust areneb valmik viie päevaga. Täiskasvanud kärbes on 6–7 mm pikk. Emased on tavaliselt isastest suuremad ning neid saab eristada liitsilmade vahekaugusest, mis on emastel suurem, samas kui isaste liitsilmad puutuvad praktiliselt kokku. Peas asuvad neil punakad silmad ja imikärss. Rindmikul on neli kitsast musta triipu. Tagakeha on hallikas–kollane tumeda keskjoone ja ebaregulaarsete tumetate markeeringutega külgedel ning kõhtmiselt kollakas. Täiskasvanud kärbsed elavad tavaliselt 15–25 päeva. (Sanchez–Arroyo & Capinera 2017)

Toakärbest peetakse suureks kahjuriks nii koduses majapidamises, meditsiinis kui veterinaarias. Nad põhjustavad ärritust nahal ning on paljude patogeensete organismide vektoriks. Toakärbsed võivad edasi kanda algloomi, baktereid, helminte, viiruseid ja riketsiaid. Kärbse vastsete allaneelamisel toiduainetega võivad vastsed mõnikord ellu jääda inimese soolestikus, põhjustades soolemüiaasi, valu, iiveldust ja oksendamist. (Abbas *et al.* 2013; Malik *et al.* 2007)

Harilikul toakärbsel on välja arenenud imemissuised, millega nad saavad ainult imeda ja neelata vedelat toitu. Kärbsed toituvad inimeste toiduainetest ja –jääkidest, millelt võivad koguda ja transportida edasi haigustekitajaid. Pärast toidul maandumist väljutab kärbes seedeensüümid toidule. Seedeensüümid lagundavad ja lahjendavad toitu, mida kärbes saab seejärel oma imikärsaga omastada. Kärbsed imevad toitu korduvalt ja mitmesugustest allikatest, mille tõttu võivad mikroobid säilida kärbse keha pinnal ja seeläbi ka inimesele edasi kanduda. (Malik *et al.* 2007)

Hariliku toakärbse lennuraadius varieerub vastavalt piirkonnale. 1952. aastal Arizonas tehtud uuringus levis märgistatud kärbes 32 km kaugusele (Schoof & Siverly 1954). Cameroni kõrgendikul Malaisias näidati, et 24 tunni jooksul läbis kärbes 7,5 km (Wharton *et al.* 1962, Nazni *et al.* 2005 kaudu). 2005. aastal tehtud uuringus Cameroni mägismaal leiti, et maksimaalne hariliku toakärbse lennuraadius oli üle 7 km (Nazni *et al.* 2005).

## 1.4. Sigade Aafrika katk

### 1.4.1. Sigade Aafrika katk ja selle edasikandemehhanismid

Sigade Aafrika katk on nii kodu- kui metssigadele äärmiselt nakkav viirushaigus, mis avaldub kõige sagedamini hemorraagilise palavikuna (Penrith & Nyakahuma 2000). Nakatumise tagajärjeks on kuni 100% suremus, kuna haigusel puudub ravi ja vaktsiin (Costard *et al.* 2013). SAKi põhjustab suur, ikosaheedri kujuline, kaheaheelaline DNA viirus – sigade Aafrika katku viirus, mis kuulub *Asfarviridae* viiruste sugukonda (Sánchez-Vizcaíno *et al.* 2015) ning on ainukeseks DNA viiruseks, mida kannavad edasi lüljalgsed (Costard *et al.* 2013).

Viirus on keskkonnatingimustele väga vastupidav püsides pikka aega nakatunud materjalides (veres, väljaheidetes, seerumis, suspensioonis) ja kudedes (Sánchez-Vizcaíno *et al.* 2012) Viirus on vähenõudlik pH muutuste suhtes, taludes pH 4–13 (Schulz *et al.* 2017). On teada, et viirus püsib toatemperatuuril eluvõimelisena kuni 18 kuud (Sealsamas). Uuringud on näidanud, et SAKV on vastupidav väljaheidetes 11 päeva, külmutatud lihas 15 nädalat ja rohkem ning mitmeid kuid luuüdis ja kuivatatud sinkides ja vorstides. Nakatunud liha küpsetamine +70°C 30 minutit inaktiveerib viiruse täielikult. (Beltrán-Alcrudo *et al.* 2017)

SAK mõjutab sigalaste sugukonna (*Suidae*) liike, kellest võivad nakatuda kodusead (*Sus domesticus*), metssead (*Sus scrofa*), tüügassead (*Phacochoerus* spp.), jõesead (*Potamochoerus larvatus*, *Potamochoerus porcus*) ning laanesead (*Hylochoerus meinertzhageni*) (Anonymous 2015). Aafrikas elavad metssea liigid – tüügassead, jõesead ning laanesead on haigusele vastupidavamad ja haigus väljendub subkliiniliselt, nad on nakkusekandjad ning viiruse looduslikud reservuaarid (Sánchez-Vizcaíno 2006). SAKi ei haigestu inimesed ega teised loomaliigid, küll aga võivad nad olla viiruse kandjateks (FAO 2001).

SAK viirus levib otsesel kontaktil nakatunud loomaga või tema kehaeritise (Olesen *et al.* 2017). Samuti võib haigus levida nakatunud liha sisaldavate toidujäätmete või sööda kasutamisel, saastunud sõidukite või seadmete vahendusel ning ka allapanu või riiete kaudu (Anonymous 2015). Viirus võib nii bioloogiliselt kui mehaaniliselt levida ka verdimevate putukate (parmude, kärbeste, sääskede jt) abil (Sealsamas). Bioloogiline siirutamine toimub siis, kui haigustekitaja on eelnevalt vektoris paljunenud või arenenud. Mehhaanilise

edastamise puhul satub haigustekitaja peremeesorganismi vereimejate hammustuste kaudu ilma, et läbiks eelnevaid arenguetappe putuka sees. (Reisen 2009)

Lüljalgsetest peetakse üheks peamiseks SAK viiruse bioloogiliseks siirutajaks ja looduslikuks reservuaariks pehme toesega perekonna *Ornithodoros* puuke, kes on seotud viiruse epidemioloogilise tsükliga Ida- ja Lõuna-Aafrikas (*Ornithodoros moubata*) (Sánchez-Vizcaíno *et al.* 2015). Samuti on neid täheldatud ka Pürenee poolsaarel (*Ornithodoros erraticus*) (Sealsamas). On näidatud, et ka teised perekonna *Ornithodoros* liigid on vastuvõtlikud sigade Aafrika katku viirusele (Lindström 2012).

Verdimevatest kahetiivalistest on osutunud edukaks mehaaniliseks vektoriks harilik pistekärbes (*Stomoxys calcitrans*) (Baldacchino *et al.* 2013). 1987. aastal siirutati SAKV laboritingimustes haigusele vastuvõtlikele sigadele nakatunud pistekärbeste kaudu (nakatatud tund kuni 24 tundi varem) viirust (Mellor *et al.* 1987). Kärbestes püsis viirus elujõulisena ja ilma kontsentratsiooni vähenemiseta kuni kaks päeva (Sealsamas). SAKVd võivad levitada ka seatäid (*Haematopinus suis*). 1966. aastal tehtud uuringus koguti seatäisid eksperimentaalselt nakatunud kodusigadelt ning asetati tervete sigade nahale. Sigadel tekkis leukopeenia (leukotsüütide vähenemine veres), mis näitas viiruse edasikandumist täi ja terve sea vahel. Sead surid 42 päeva hiljem ilma kliiniliste ilminguteta. Ainsaks sümptomiks oli leukopeenia ning 24 tunni möödudes kehatemperatuuri tõus  $+42^{\circ}\text{C}$  kraadini (sigade normaalne kehatemperatuur  $+38.6^{\circ}\text{C} - 39.5^{\circ}\text{C}$ ). Need leiud näitasid, et seatäi võib edasi kanda viirust, mille arenemine seas võtab kaua aega või millel on 40-päevane peiteperiood. (Sanchez Botija & Badiola 1966)

Metssigade nakatumine SAKV-ga võib toimuda lüljalgsete poolt vere imemisel või viirust kandvate vastsete allaneelamisel, kes kuuluvad metssea eelistatud toidu hulka (Forth *et al.* 2017). Kuigi perekonna *Ornithodoros* puugid on viiruse reservuaariks, ei esine neid Euroopa parasvöötme kliimas ning kõva toesega puugid ei ole võimelised antud viirust siirutama (de Carvalho Ferreira *et al.* 2014). Raipetoidulised putukad võivad osutada siinkohal võimalikeks viiruse edasikandjateks (Forth *et al.* 2017). Kahetiivalistest on raipetoidu sööjateks näiteks lihakärblaste (*Calliphoridae*) perekondade *Lucilia* ja *Calliphora* esindajad (Sealsamas). Emane kärbes muneb tuhandeid mune raibe/korjuse haavadesse või füüsilistesse kehaavadesse, kus vastsed hakkavad toituma kohe pärast koorumist (Amendt *et al.* 2011). Kuna SAKV võib leida kõikides sellega nakatunud sigalaste kudedes (Blome

*et al.* 2013), võivad nakatunud korjusel toituvad vastsed otseselt kokku puutuda viirusega (Forth *et al.* 2017).

2017. aastal tehtud katses uuriti raipel toituvate kärbeste vastsetel SAKV DNA esinemist. Uuringu käigus saadud tulemustes osutusid liigid *Lucilia sericata* ja *Calliphora vicina* saastunuks pärast nakatunud raipe söömist – viiruse DNAd leiti nii vatsete pealt kui ka soolestikust. Nukkudes leiti SAKVd väga vähe või andsid analüüsid negatiivseid tulemusi, mis viitab sellele, et viiruse replikatsiooni ei toimunud ja et nukust väljuv valmik ei kannu viirust. Kuid valmiku saastumine sigade Aafrika katkuga võib toimuda nakatunud substraadil peatumise ja toitumise ajal. Seega, vastsed olid viiruse DNA suhtes positiivsed, kuid tuvastatud viirus ei olnud nakatamisvõimeline. (Forth *et al.* 2017)

Sigade Aafrika katku levikut piirkonnas iseloomustab suur sigade suremus (Galindo & Alonso 2017). Sead on kurnatud, lõpetavad söömise, koonduvad kokku ning võivad surra enne kui kliinilised tunnused avalduvad (Penrith & Nyakahuma 2000). Haiguse kliinilisteks tunnusteks on kõikuv kõnnak, lamamine, hingamisraskused ja naha punetus kõhupiirkonnas ja jäsemetel (Sealsamas). Haiguse inkubatsiooniperiood on tavaliselt 4–19 päeva (maksimaalselt 40 päeva). Virulentsemad viirustüved tekitavad üliägedat või ägedat hemorraagilist haiguse vormi, mida iseloomustab kõrge palavik, söögiisu kaotus, naha ja siseorganite hemorraagia ja surm 4–10 päeva pärast, mõnikord isegi enne kliiniliste sümptomite ilmnemist. Vähem virulentsemad tüved põhjustavad alaägedat vormi, mida iseloomustavad kergemad kliinilised tunnused – kerge palavik, söögiisu vähenemine ja depressioon – mida võib kergesti segi ajada paljude teiste sigade haigustega, mis ei pruugi põhjustada sigade Aafrika katku kahtlust. Madala virulentsusega tüved (krooniline vorm) – tekitavad mõnikord peamiselt subkliinilisi mitte-hemorraagilisi infektsioone ja serokonversioone (antikehade hulga suurenemine veres), kuid mõnedel loomadel võivad tekkida diskreetsed kahjustused kopsudes või naha muutused kubeme piirkonnas. Loomad, kes on ägeda või kroonilise vormi infektsioonide tagajärel paranenud, võivad püsivalt nakatada teisi loomi ja toimida viiruse kandjatena. (OIE 2012)

#### **1.4.2. Sigade Aafrika katku levik maailmas ja Eestis**

Sigade Aafrika katku kirjeldati esmakordselt 1921. aastal Keenias (Montgomery 1921) ning on alates sellest ajast levinud kiiresti teistesse Aafrika riikidesse. Aafrikast väljapoole levis haigus 1957. aastal, kui Portugali saadeti nakatunud seakasvatusest saastunud jäätmeid, mida kasutati seasöödana (Sánchez-Vizcaíno *et al.* 2015). Teistkordselt sisenes haigus

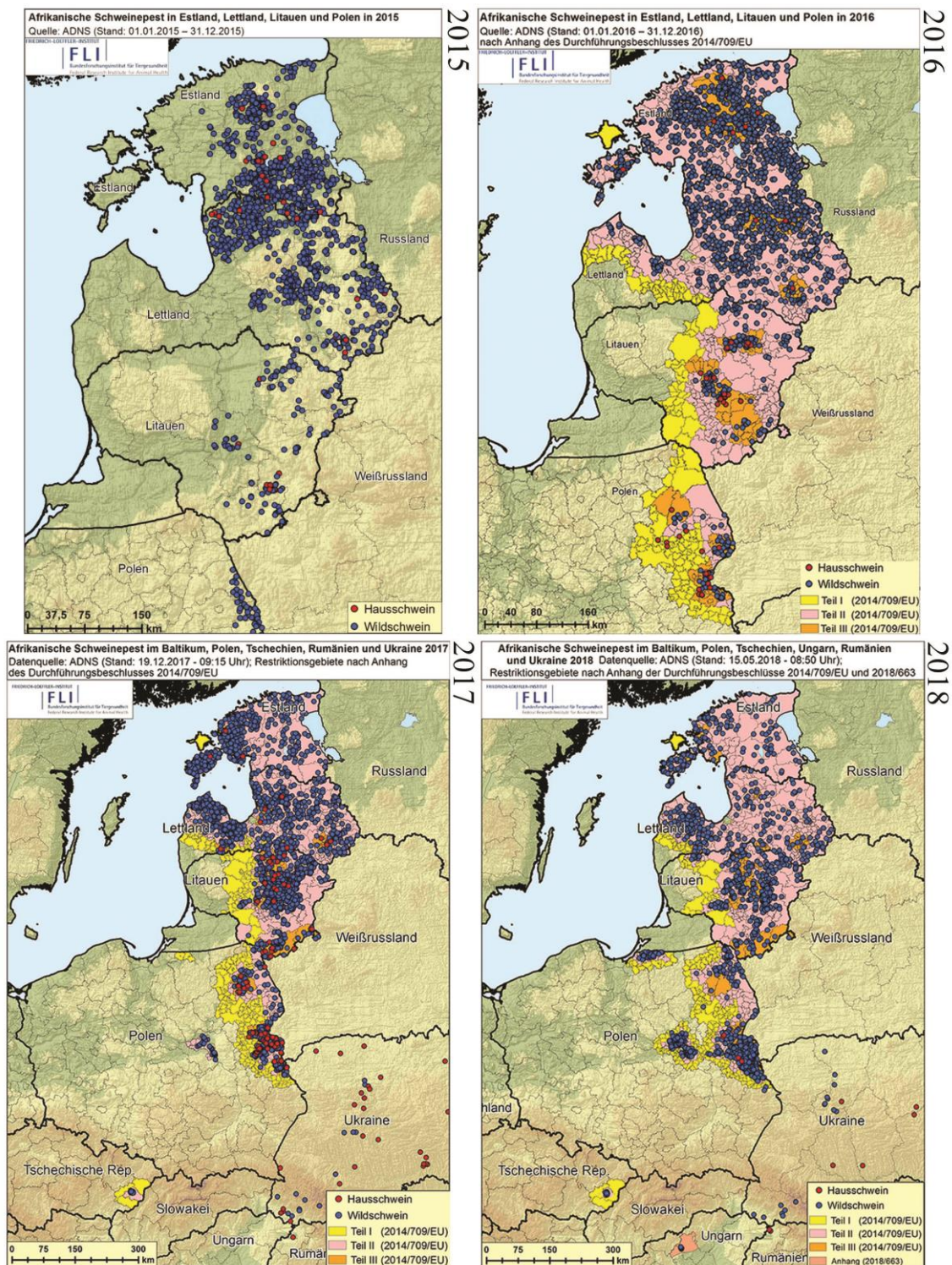
Portugali 1960. aastal ja seekord levis see kiiresti üle kogu Pürenee poolsaare, kus on püsinud üle 30. aasta (Arias & Sánchez–Vizcaíno 2002). Sellel perioodil (1960–1995) on haigus levinud aeg–ajalt teistesse riikidesse Euroopas (Prantsusmaa, Itaalia, Malta, Belgia, Holland) ja Ameerikas (Brasiilia, Dominikaani Vabariik, Kuuba, Haiti) (Sánchez–Vizcaíno *et al.* 2015). Viirus on nendest kõikidest riikidest likvideeritud, välja arvatud Itaalias asuvalt saarelt – Sardiiniast (Costard *et al.* 2013 a, b). Viirus on jätkuvalt levinud Aafrika mandril ja jõudnud Lääne–Aafrika riikidesse ja mõnedele saartele, mis on olnud eelnevalt haigusevabad (Sánchez–Vizcaíno *et al.* 2015).

SAKV on võimeline levima loomade söödaga. 2007. aastal levis sigade Aafrika katk Gruusiasse Poti sadamast saastunud söödaga (Beltran–Alcrudo *et al.* 2008). Sellest piirkonnast levis haigus kiiresti üle kogu riigi ja mõjutas naaberriike nagu Armeenia, Aserbaidžaan ja Venemaa Föderatsioon (Sánchez–Vizcaíno *et al.* 2015). Selles geograafilises piirkonnas mõjutab SAK nii kodu– kui ka metssigu ja on levinud lääne ja põhja suunas (Sealsamas). 2012. aastal deklareeriti esimesed haiguspuhangud Ukrainas, millele järgnes Valgevene 2013. aastal (Sánchez–Vizcaíno *et al.* 2013). Nendest riikidest on viirus jätkanud levimist ning 2014. aastal avastati SAK Balti riikides ja Poolas (Sánchez–Vizcaíno *et al.* 2015).

Eestis diagnoositi esimene sigade Aafrika katku juhtum 8. septembril 2014 Valgamaal Hummulist leitud surnult metssealt ning esimesed juhtumid kodusigadel diagnoositi 21. juulil 2015 (Maaeluministeerium 2018). Tänapäevaks on SAK levinud üle kogu Eesti, välja arvatud Hiiumaale (Joonis 4) (Sealsamas). Hiiumaale ei ole SAK jõudnud, kuna vahemaad on piisavalt suured ning nakatunud siga ei jõuaks sinna ujuda (Martinson 2017: intervjuu A. Viltropiga). Seega jõuaks SAK Hiiumaale vaid inimtegevuse kaasabil – nakatunud liha ja auto rataste vahendusel (Sealsamas). Eestis SAKi avastamisega kodusigadel 2015. aastal hukati kolme kuuga (juuli–september) üle 22 000 sea (Eesti konjunkturiinstituut 2015) ning paljud seakasvatajad kandsid materiaalseid kahjusid, mitmed seakasvatajad olid sunnitud lõpetama oma tegevuse (Kuusik 2016).

Euroopa komisjon on kehtestanud Eestis kitsendustega tsoonid, millega on seatud loomadega ja loomsete saadustega kauplemisele piirangud. Tsoonidest pärit sigade ja neist saadud toodete transpordil, liikumisel ja märgistamisel kehtivad reeglid, mille eesmärk on vältida haiguse levikut teistesse riikidesse. Kitsendustega tsoone on kokku kolm: I tsoon –

puhverala; II tsoon – kuuluvad alad, kus on leitud seakatku metssigadel; III tsoon – kuuluvad alad, kus on seakatku leitud kodusigadel (Joonis 4). (Maaeluministeerium 2018)



**Joonis 4.** Sigade Aafrika katku levik Baltimaades, Poolas, Tšehhis, Ungaris, Rumeenias ja Ukrainas aastatel 2015–2018. Punased täpid – sigade Aafrika katku leitud kodusigadel. Sinised täpid – sigade Aafrika katku leitud metssigadel. Kollane ala – I kitsendustega tsoon. Roosa ala – II kitsendustega tsoon. Oranž ala – III kitsendustega tsoon (FLI 2018).

## 2. MATERJAL JA METOODIKA

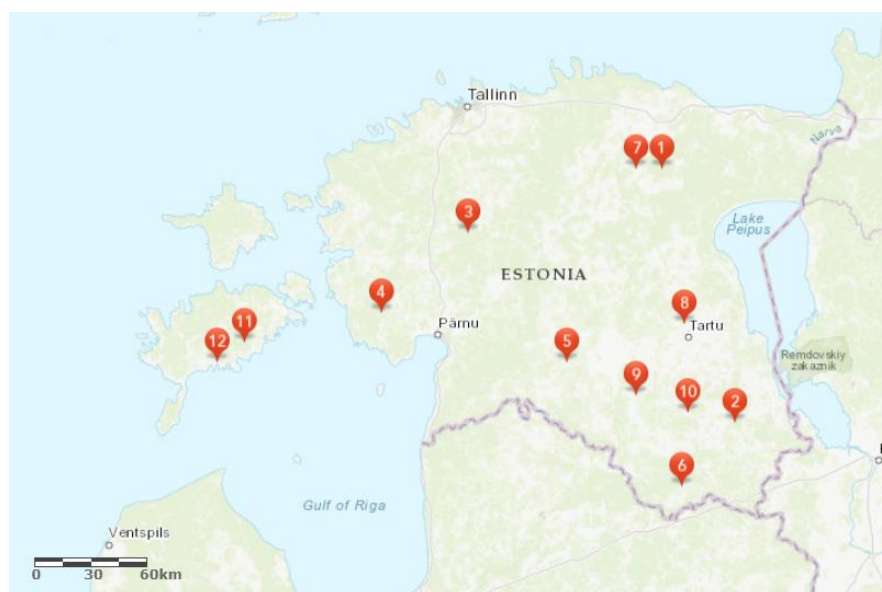
Materjal on kogutud Maaeluministeeriumi ja Sihtasutus Eesti Teadusagentuur valdkondliku teadus- ja arendustegevuse tugevdamise (RITA) programmi projektist „Putuksiirutajate roll SAK epidemioloogias põhja–parasvöötme tingimustes“ raames, mis kestis 2016. aasta augustist 2017. aasta oktoobrini.

Hindamaks kahetiivaliste mitmekesisust seafarmides ning nende potentsiaali sigade Aafrika katku vektorina, koguti putukaid ja teisi lüljalgseid nii tootmisprotsessis osalevatest seafarmidest, SAKi nakatunud seafarmist kui ka Veterinaar- ja toidulaboratooriumi (VTL) poolt SAK positiivseks kinnitatud metssigade korjuste pealt.

### 2.1. Proovide kogumine

#### 2.1.1. Kahetiivaliste kogumine seafarmidest ja nende määramine

Uuringus osalemiseks andsid oma nõusoleku 12 seafarmi (Joonis 5) üle Eesti. Nendest kuus osalesid proovikogumiskordadel suvepuhkuste ja postiga saatmisel tekkinud tõrgete tõttu osaliselt. Proove koguti ajavahemikes: august–september 2016 ja mai–august 2017. Sama proovikogumiskorra ajal, samas laudas üleval olnud liimipaberid loeti üheks prooviks. Kokku koguti 45 proovi: 2016. aastal 10 proovi ja 2017. aastal 35 proovi.



**Joonis 5.** Uuritud seafarmide paiknemine Eestis (ArcGIS online: topograafiline kaart 2017).

Proovide kogumiseks kasutati lautades spetsiaalseid liimiga kaetud kärbspaberid (DeLaval fly sheet, S180 3D design). Kärbspaberite suuruseks oli 60×30 cm, mille peal 3D kujundus. Kujunduse elementideks on paberitel ruumiline muster ja helenduvate värvide kombinatsioon, mis on varasemalt osutunud tõhusaks putukate püüdmisel ning on ka uuringutega tõestatud (Silvandersson, 2018). 3D kujundusega kärbspaberid toimivad nii päevavalguses kui ka hämaruses.

Kõikidele farmidele saadeti iga kuu alguseks vastavalt ruumide suurusele (100 m<sup>2</sup> laudaruumi kohta arvestati üks paber) liimiga kaetud kärbspaberid. Paberid paluti üles riputada vahetult pärast kättesaamist sama kuu jooksul. Kokku püüti seafarmidest kahetiivalisi 302–e liimiga kaetud paberiga, mis teeb keskmiselt 6,7 paberit iga kogutud proovi kohta. Kui laudaruumis kasutati kärbspõrjemeetodina kahetiivaliste nukkude ja vastsete parasiite – „kiskjakärbest“ (*Spalangia cameroni*, *Muscidifurax raptor*), siis riputati paberid üles laudaga seotud olmeruumi. Kärbspaberid olid väljas ühe püügikorra raames kolm ööpäeva (3x24h) ning püügi alguse ja lõpu kellaeg dokumenteeriti.

Liimpaberite ülespanekut organiseerisid farmitöötajad – paber paigutati nende poolt lauta nii, et see oleks loomadele võimalikult lähedal (Joonis 6). Bioturvalisuse nõuete tõttu (sigade klassikalise katku ja sigade Aafrika katku tõrje eeskiri, 2016, §7 lg 3) katse läbiviijaid seafarmide territooriumile ei lubatud. Seega leiti igast farmist kontaktisik (enamasti veterinaar või loomatalitaja), kelle vahendusel proove koguti. Kontaktisikutega võeti eelnevalt ühendust kas telefoni või e–maili teel ning selgitati, kuidas ja kui kauaks kärbspaberid üles riputada ning täpsustati saatmise asjaolusid. Liimpaberid toimetati seafarmideni erineval viisil: posti/kulleri teel, tuldi ise kärbspaberitele järgi või viis uuringu läbiviija ise paberid kohale.

Liimpaberid saadeti koos ülespanemise juhendiga seafarmidesse kaaneta pappkastides (604x404x80mm), kuhu kärbspabereid sai pärast kogumisaja lõppu paigutada ja tagasi saata. Vältimaks katsepaberite kokkukleepumist, paluti liimpaberitelt äravõetav kaitsekile alles hoida ja hiljem tagasisaatmisel asetada putukaid täis lehtede vahele. Uuringus osalevatel seafarmidel tuli lisaks liimiga kaetud kärbspaberi ülespanemisele täita ka ankeet sigala tüübi, farmis rakendatud pidamissüsteemi, õhutussüsteemi, sõnnikuladustamise meetodi ja muu sarnase kohta ning fikseerida ka kuupäev ja kellaeg paberite ülesse riputamisest nende eemaldamiseni (Lisa 1).





**Joonis 6.** Kärbspaberi paigutus seafarmides. a. – farm 1 (Vare, 2017); b. – farm 5 (Juhkam, 2017).

Kärbspaberitele püütud putukad toimetati laborisse ja hoiti külmikutes temperatuuril  $-20^{\circ}\text{C}$  kuni määramiseni. Kahetiivaliste koosseisu väljaselgitamiseks määrati püütud isendid liigini või osadel juhtudel sugukonnani. Määramisel kasutati asjakohaseid allikaid (Becker *et al.* 2010, Elberg 1961, Jürison 2016, Oosterbroek 2006). Vajadusel, isendite detailsemaks vaatlemiseks binokulaarluubiga (Leica S6E), eemaldati need liimipaberilt ettevaatlikult pintsettide abil ja tõsteti petri tassi.

Kui isendite morfoloogiline määramine ei andnud tulemusi, eraldati osadel juhtudel putuka DNA PrepMan Ultra (Thermo Fisher Scientific) reagentiga, vastavalt varem avaldatud juhendile (Lilja *et al.* 2018). Eraldatud DNA-st paljundati polümeraasi ahelreaktsiooni (PCR) tehnikat kasutades mitokondriaalse DNA marker tsütokroom c oksüdaas I (COI), kasutades universaalseid praimereid LCO1490 (5' GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3) ja HCO2198 (5' TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA-3) (Folmer *et al.* 1994). Õnnestunud proovide nukleotiidjärjestused sekveneeriti Eesti Geenivaramu tuumiklaboris. Saadud sekventse

võrreldi avalikes andmebaasides deponeeritud järjestustega kasutades otsinguvahenditena süsteeme BOLD Identification System ja Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).

Lisaks süstemaatilise kuuluvuse sedastamisele, loeti kokku kõik kärbspaberitel olevad isendid ning kanti andmed MS Exceli (2013) tabelisse. Kärbeste efektiivsemaks lugemiseks jagati paber raamidele tõmmatud nööri-dega kuueks (Joonis 7 a.). Seejärel pildistati kärbspaber üles fotoaparaadiga (Nikon D3100) ning salvestati pildid arvutisse. Putukad loendati programmi Adobe Photoshop CS6 (2012) abil, sealjuures täpitati iga kärbes pärast loendamist. Iga liigi jaoks kasutati erinevat värvi (Joonis 7 b.).

Illustreerivad fotod (Joonis 2, 3) harilikust toakärbses (*Musca domestica*) ja harilikust pistekärbses (*Stomoxys calcitrans*) on tehtud motoriseeritud Z teljega stereomikroskoopi Leica M205 C kombinatsioonis kaameraga DFC450. Lõplik foto on saadud 10–40 eritasapinnaliselt fokuseeritud nn osapildi kokkumonteerimisel spetsiifilise tarkvaraga LAS V.4.1.0. Kaamera seadetest kasutati: Exposure 9,35 ms, Gain 4,6 x, Saturation 0,70 ja Gamma 0,54.



**Joonis 7.** Kärbspaberilt kahetiivaliste loendamine. a. – nõõritud raam kärbeste lugemiseks; b. – programmi Adobe Photoshop CS6–ga täpitatud kärbsed kärbspaberist tehtud fotol (Autori joonis).

Seafarmidest kogutud ja seafarmide poolt täidetud ankeetide põhjal andmed dokumenteeriti (Lisa 2). Lisaks uuriti seafarmi asukohta läbi maaameti X–GIS kaardirakenduse, kus mõõdeti vahedkaugused keskkonna (põld, mets, asula, veekogu, soo) ja seafarmi vahel. Saadud andmed dokumenteeriti.

### 2.1.2. Kahetiivaliste kogumine sigade Aafrika katkuga nakatunud seafarmist

Proove koguti ka Saaremaal nakatunud seafarmist augustis 2016 nakatumisjärgse inspeksiooni raames. Proovide kogumisel kasutas koguja kaitseriideid. Putukaid püüti entomoloogilise putukavõrguga sigade kohalt paari kahatõmbega. Püütud putukad surmati kloroformiga ( $\text{CHCl}_3$ ) ning viidi laborisse, kus neid säilitati  $-20^\circ\text{C}$  kraadises külmikus, kuniks määramise ja analüüsimiseni.

### 2.1.3. Metssigade korjustelt putukate kogumine

Putukaid ja teisi lüljalgseid koguti 2016. aasta sügisel oktoobrikuus kolmelt kinnitatud SAK nakkusega metssea korjustelt Raplamaal (Joonis 8). Leiukohtadeks olid Orguse küla, Juuru vald; Hageri küla, Kohila vald ja Sooniste küla, Märjamaa vald. Teated surnud SAK positiivsest metssigadest saadi Veterinaar- ja Toiduametist, kust omakorda saadi jahimeeste või veterinaaride kontaktid, et koordineerida surnud seaga seotud proovide kogumist. Korjustelt koguti putukaproovid spetsiaalsetesse purkidesse. Putukad püüti metssea pealt kinni käsitsi ja entomoloogilist putukavõrku kasutades. Püütud putukad viidi laborisse ja säilitati  $-20^\circ\text{C}$  kraadises külmikus kuniks määramise ja analüüsimiseni.



**Joonis 8.** SAK nakkusega kinnitatud metssea korjusted Raplamaal. a – Orguse küla, Juuru vald; b – Hageri küla, Kohila vald; c – Sooniste küla, Märjamaa vald (Autori joonis).

## 2.2. Nakatunud sigadega kokkupuutunud putukatelt eraldatud viiruse DNA analüüs

SAK nakatunud metssigade korjustelt ja Saaremaa nakatunud seafarmist kogutud putukatest eraldati pärast putukate liigilist määramist viiruse DNA, kasutades RTP DNA/RNA Virus Mini Kit-i (Strattec, Germany). DNA proovid saadeti Tartu Veterinaar- ja toidulaboratooriumisse, VTL-i, kus igast DNA-proovist testiti reaalaaja PCR meetodil SAK viiruse esinemist kasutades viiruse p72 geeni C-terminaalse piirkonna spetsiifilisi primereid. Reaktsiooni endogeenseks kontrolliks ning kontrollimaks putukate otsest

kontakti sigadega, lisati sea beeta-aktiini geeni spetsiifilised praimerid (Tignon *et al.* 2011). Kui proov osutus viiruse suhtes positiivseks, siis proov sekveneeriti ja määrati viirustüvi. Viiruse alagruppide eristamiseks valiti SAK viiruse B602L geeni keskse varieeruva piirkonna (CVR, *central variable region*) spetsiifilised praimerid (Gallardo *et al.* 2011). Kahesuunaline sekveneerimine teostati seadmega Applied Biosystems® 3130xl Genetic. Sekventsides järjestamiseks ja analüüsiks kasutati programmi BioEdit v7.2.5.

### 2.3. Andmete analüüs

Uuringu käigus saadud andmed analüüsiti statistikaprogrammiga RStudio Desktop (versioon 1.1.447, R Development Core Team 2014).

Lineaarse regressiooni mudeliga testiti kas seafarmi asukoht (põllu, metsa, asula, veekogu ja soo kaugus farmidest, vt Tabel 2) ja tootmissüsteem (sigala tüüp, pidamissüsteem, sõnniku ladustamine, putukate tõrjevahendite kasutamine, õhutusavade või lahtiste akende olemasolu, kärbspaberite ülevaheldamine ning ruumi suurus, kus sead paiknevad, vt Lisa 2) mõjutavad putukate aktiivsustihedust.

**Tabel 1.** Mudelis testitud vahekaugused seafarmi ja loodusliku keskkonna vahel ja neile antud vastavad kodeeringud

Vahekaugus seafarmi ja loodusliku keskkonna vahel	Andmete kodeeringud
Vahetult ümber	0
Kuni 250 m	1
250 m – 500 m	2
500 m – 1 km	3
1 km – 3 km	4
3 km – 5 km	5
5 km +	6

Kogutud putukate hulka iseloomustatakse mõistega „aktiivsustihedus“ (*activity density*), mis näitab nende arvukuse ja aktiivsuse suhet ja mida standardselt kasutatakse püünisproovide võrdlemisel (näit. Gardiner *et al.* 2010).

### 3. TULEMUSED

#### 3.1. Lüljalgsete liigiline mitmekesisus seafarmides

Kõigist uuritud 12-st farmist kogutud materjalist määrati kokku 23 erinevat liiki või liikide rühma kahetiivalisi (Tabel 2). Valdav enamus materjalist (90%) määrati liigi tasemele (kokku 21 liiki), kuid kõdukärblaste puhul (6,6% materjalist) jäi määrang sugukonna tasemele. 94 kahetiivaliste isendi puhul (0,1% materjalist) jäi määrang erinevatel põhjustel seltsi tasemele: isendid liimpüünistel kahjustunud ja/või puudus ekspertis isendite morfoloogiliseks määramiseks ning DNA sekveneerimine ei andnud positiivset tulemust. Lisaks kahetiivalistele leiti ka teisi lüljalgseid (3,3% kogutud isenditest): ämblikud, lestad, liblikalised, mardikad, kakandid, sipelgad, kelle liike või liikide rühma ei määratud ja keda kajastatakse järgnevalt ühe grupina koos.

**Tabel 2.** Seafarmidest kogutud lüljalgsete liigiline mitmekesisus ja nende summaarne isendite arv

Leitud liigid	Eestikeelne liiginimi või täpsustus	Isendite arv	Farmide arv, kus liiki leidis
<i>Drosophilidae</i>	Kõdukärblased		12
<i>Drosophilidae</i> spp. (Róndani, 1856)	Kõdukärblased määratud sugukonna tasemele	12 306	12
<i>Muscidae</i>	Päriskärblased		12
<i>Fannia canicularis</i> (Linnaeus, 1761)	Väike toakärbes	1	1
<i>Hydrotaea dentipes</i> (Fabricius, 1805)	Päriskärblane; e.k. liiginimetus puudub	541	7
<i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)	Harilik toakärbes	165 203	12
<i>Pyrellia vivida</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	Päriskärblane; e.k. liiginimetus puudub	4	2
<i>Stomoxys calcitrans</i> (Linnaeus, 1758)	Harilik pistekärbes (laudakärbes)	2156	5
<i>Calliphoridae</i>	Lihakärblased		
<i>Pollenia rudis</i> (Fabricius, 1794)	Lihakärblane; e.k. liiginimetus puudub	1	1
<i>Sepsidae</i>	Sipelgkärblased		1
<i>Sepsis violacea</i> (Meigen, 1826)	Sipelgkärblane; e.k. liiginimetus puudub	20	1
<i>Tabanidae</i>	Parmlased		2
<i>Haematopota pluvialis</i> (Linnaeus, 1758)	Harilik sõgelane	4	2
<i>Chrysops (Chrysops) relictus</i> (Meigen, 1820)	Metsakibun	1	1

**Tabel 2 (järg).** Seafarmidest kogutud lüljalgsete liigiline mitmekesisus ja nende summaarne isendite arv

Leitud liigid	Eestikeelne liiginimi või täpsustus	Isendite arv	Farmide arv, kus liiki leidis
<i>Culicidae</i>	Pistesääsklased		9
<i>Aedes (Aedimorphus) vexans</i> (Meigen, 1830)	Metsasääsk; e.k. liiginimetus puudub	1	1
<i>Anopheles (Anopheles) maculipennis s.l.</i> (Meigen, 1818)	Harilik hallasääsk	4	2
<i>Coquillettidia (Coquillettidia) richiardii</i> (Ficalbi, 1889)	Soomussääsk; e.k. liiginimetus puudub	1	1
<i>Culex (Culex) pipiens s.l.</i> (Linnaeus, 1758)	Laulusääsk	11	4
<i>Ochlerotatus (Ochlerotatus) annulipes</i> (Meigen, 1830)	Metsasääsk; e.k. liiginimetus puudub	1	1
<i>Ochlerotatus (Ochlerotatus) cataphylla</i> (Dyar, 1916)	Metsasääsk; e.k. liiginimetus puudub	20	3
<i>Ochlerotatus (Ochlerotatus) intrudens</i> (Dyar, 1919)	Metsasääsk; e.k. liiginimetus puudub	2	1
<i>Ochlerotatus (Ochlerotatus) pullatus</i> (Coquillett, 1904)	Metsasääsk; e.k. liiginimetus puudub	1	1
<i>Ochlerotatus (Ochlerotatus) punctor</i> (Kirby, 1837)	Soo–metsasääsk	67	6
<i>Ochlerotatus (Rusticoidus) rusticus</i> (Rossi, 1790)	Metsasääsk; e.k. liiginimetus puudub	2	1
<i>Ochlerotatus (Ochlerotatus) sticticus</i> (Meigen, 1838)	Metsasääsk; e.k. liiginimetus puudub	3	3
<i>Diptera</i> spp. ( <i>Mycetophilidae</i> , <i>Chironomidae</i> , <i>Psychodidae</i> , <i>Sphaeroceridae</i> , etc.)	Kahetiivalised erinevatest sugukondadest, määratud seltsi tasemele; isendid osaliselt katki või kahjustunud, mis ei võimalda täpsemaid määranguid	94	9
<i>Arthropoda</i> spp.	Muud lüljalgsed, liigini määramata (ämblikud, lestad, lutikad, liblikalised, mardikad, kakandid, kiletiivalised, sipelgad)	6257	12
<b>KOKKU:</b>		186 701	

Määratud kahetiivaliste liikidest/rühmadest kokku, moodustasid 68% verd imevad liigid. Verd imevateks liikideks olid: harilik pistekärbes (*Stomoxys calcitrans*), harilik sõgelane (*Haematopota pluvialis*), metsakibun (*Chrysops relictus*) ja pistesääsklastest *Aedes vexans*, *Anopheles maculipennis*, *Coquillettidia richiardii*, *Culex pipiens s.l.*, *Ochlerotatus annulipes*, *Ochlerotatus cataphylla*, *Oc. intrudens*, *Oc. pullatus*, *Oc. punctor*, *Oc. rusticus*, *Oc. sticticus*. Verd mitteimevateks liikideks/rühmadeks olid: väike toakärbes (*Fannia*

*canicularis*), *Hydrotaea dentipes*, harilik toakärbes, kõdukärblased, *Pollenia rudis*, *Pyrellia vivida* ja *Sepsis violacea*.

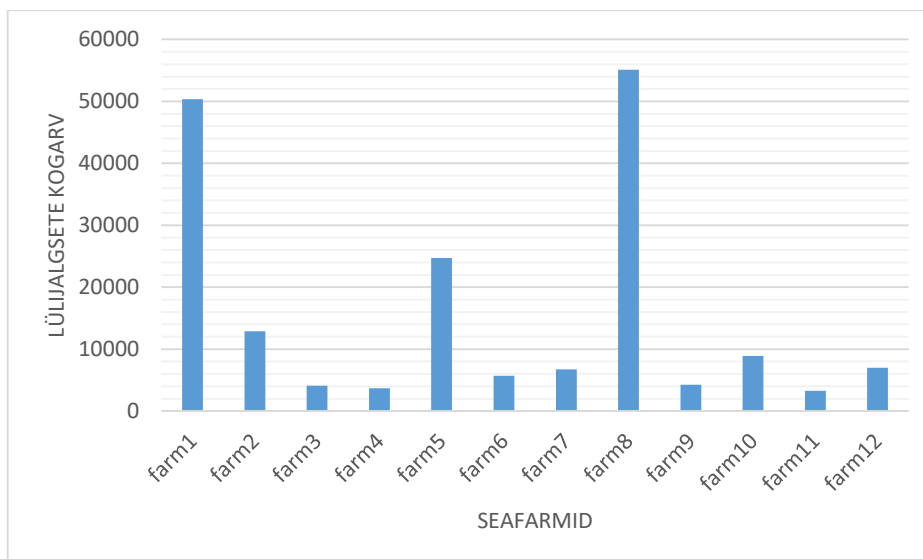
Harilikku toakärbest ja kõdukärblasi leidis kõikides 12-st uuritud farmist. Liiki *Hydrotaea dentipes* leiti kokku seitsmest farmist, mis teeb kõikidest uuritud farmidest 58%. Parmlasi ja liiki *Pyrellia vivida* leiti kahest farmist (17%). Pistesääsklasi leiti kokku üheksast farmist (75%) ning pistekärbseid viiest farmist (42%). Väikest toakärbest, liiki *Pollenia rudis* ja *Sepsis violacea*, leiti ühest farmist (8%).

Kahetiivaliste mitmekesisus oli kahe aasta proovikogumiskordade peale kokku kõige kõrgem farmis 2, kus leidis 12 erinevat liiki/rühma kahetiivalist – *Musca domestica*, *Drosophila* spp., *Hydrotaea dentipes*, *Pyrellia vivida*, *Haematopota pluvialis*, *Chrysops relictus*, *Culex pipiens*, *Ochlerotatus cataphylla*, *Oc. intrudens*, *Oc. punctor*, *Oc. pullatus*, *Oc. sticticus*. Kõige liigivaesemad olid farmid 3 ja 7, kus leidis kaht erinevat liiki/rühma kahetiivalisi – *Musca domestica* ja *Drosophila* spp. Verdimevate kahetiivaliste mitmekesisus oli kõige kõrgem farmides 2 ja 8, kus leidis kokku kaheksa erinevat liiki. Mitte-verdimevate kahetiivaliste mitmekesisus oli kõrgeim farmis 10, kus leidis kokku 6 erinevat liiki/rühma.

Kahetiivaliste mitmekesisus oli kahe aasta proovikogumiskordade jooksul kõikide farmide peale kokku suurim 2016. aasta augustis–septembris, kus leiti 14 erinevat liiki/rühma kahetiivalisi. Kõige vähem liike saadi 2017. aasta maikuus (5 liiki/rühma).

### **3.2. Kogutud lüljalgsete aktiivsustihedus seafarmides**

Kokku koguti kahe aasta proovikogumiskordade jooksul seafarmidest 186 701 lüljalgset (Tabel 2), kellest 180 444 moodustasid kahetiivalised. Lüljalgsete aktiivsustihedus varieerus summaarselt farmiti 3294 isendist 55 109 isendini (Joonis 9). Suurema osa lüljalgsete massist moodustasid toakärbsed (*Musca domestica*) (88%) ja kõdukärblased (*Drosophila* spp.) (6,6%). Samuti esines ka pistekärbseid (*Stomoxys calcitrans*) (1,1%).



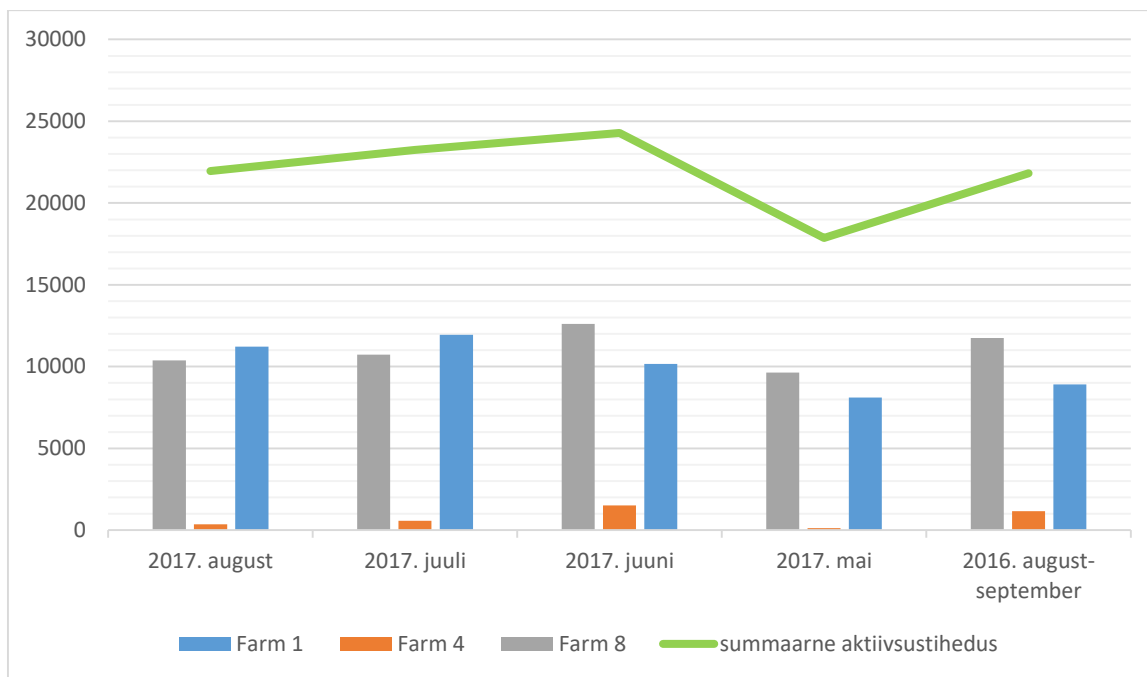
**Joonis 9.** Lüljalgsete koguarvu varieerumine farmides.

Kahetiivaliste aktiivsustihedus oli kõikide farmide peale kokku suurim 2016. aasta augustis–septembris. Hariliku toakärbse aktiivsustihedus oli väiksem 2017. aasta juulikuus ning hariliku pistekärbse, kõdukärblaste ja pistesääsklaste aktiivsustihedus 2017. aasta maikuus. Liigi *Hydrotaea dentipes* aktiivsustihedus oli kõrgeim 2017. aasta maikuus ning väiksem 2017. aasta juunikuus. Parmlasi leidis farmides 2017. aasta juulis ja augustis.

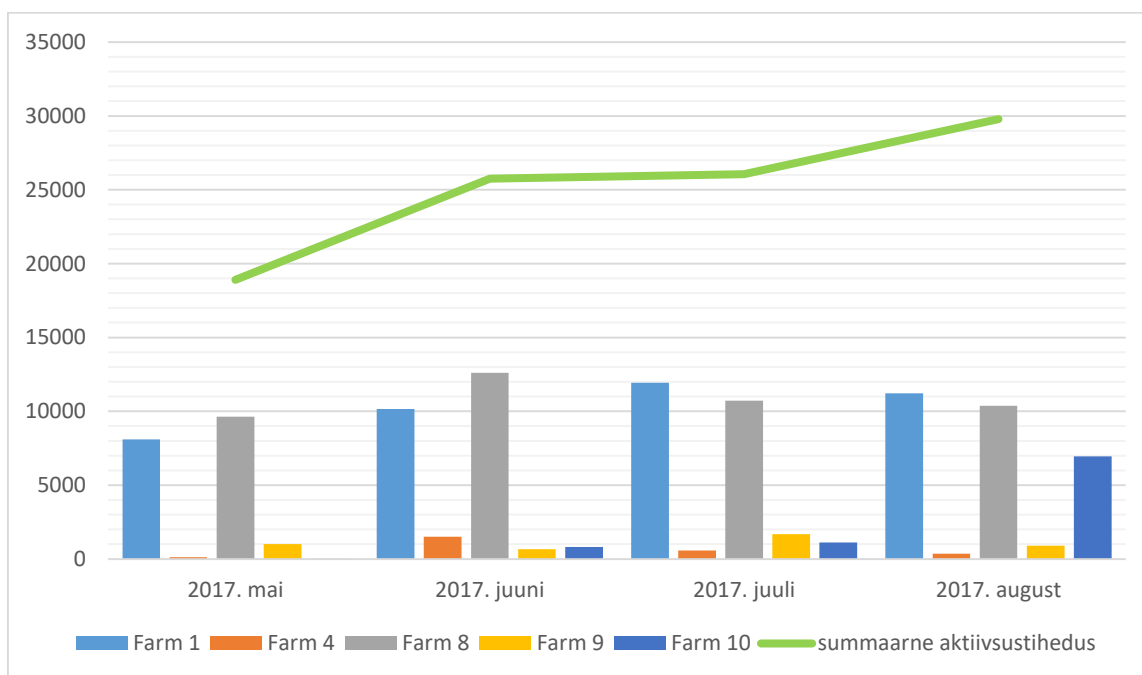
2016. aasta augustis–septembris oli lüljalgsete aktiivsustihedus suurim farmis 8 ning väiksem farmis 4. 2017. aasta maikuus oli lüljalgsete aktiivsustihedus suurim farmis 5 ja väiksem farmis 10. 2017. aasta juunikuus oli aktiivsustihedus suurim farmis 8 ja väiksem farmis 9. 2017. aasta juulikuus oli aktiivsustihedus suurim farmis 1 ja väiksem farmis 4. 2017. aasta augustikuus oli aktiivsustihedus suurim farmis 1 ja väiksem farmis 4.

Farmides, mis osalesid igal proovikogumiskorral 2016.–2017. aastal (Joonis 10), leidis kõige rohkem lüljalgseid kokku farmis 8 ning kõige vähem farmis 4. Farmides, mis osalesid igal proovikogumiskorral 2017. aastal (Joonis 11), leidis kõige rohkem lüljalgseid proovikogumiskordade peale kokku samuti farmis 8 ning kõige vähem farmis 4. Kõige rohkem lüljalgseid koguti kahe aasta proovikogumiskordadest kokku 2016. aasta augustis–septembris ning kõige vähem 2017. aasta juunis.





**Joonis 10.** Lüljalgsete aktiivsustihedus kõikidel proovikogumiskordadel osalenud seafarmides 2016.–2017. aastal.



**Joonis 11.** Lüljalgsete aktiivsustihedus kõikidel proovikogumiskordadel osalenud seafarmides 2017. aastal.

### 3.3. Putukate hulka seafarmides mõjutavad tegurid

Logistilise regressiooni mudelist selgus, et putukate koguarvu farmis ei mõjutanud statistiliselt oluliselt ruumi suurus, kärbsetõrjevahendite kasutamine, lahtiste õhutusavade olemasolu, avatud lägahoidla olemasolu farmi territooriumil, metsa kaugus farmist, veekogu kaugus farmist, soise ala kaugus farmist ning asula kaugus farmist ( $p > 0,130$ ).

Teisest mudelist, kus analüüsiti farmiga seotud parameetrite ja nende koosmõjude seost putukate koguarvuga, ei leitud samuti statistiliselt olulisi mõjureid ( $p > 0,229$ ).

### 3.4. Sigade Aafrika katku leiud analüüsitud materjalid

Surnud metssigade pealt ja kohalt koguti kokku neli erinevat liiki putukaid: seatäi (*Haematopinus suis*), harilik juustukärbes (*Phiopila vulgaris*), lihakärblane (*Calliphora erythrocephala*) ja metsasitikas (*Anoplotrupes stercorosus*). Nendest kolm liiki (seatäid, harilik juustukärbes ja lihakärblane) osutusid PCR analüüsil SAK positiivseks (Tabel 3). Sekveneerida õnnestus SAK viirusetüvi ainult SAK-positiivsetelt seatäidelt, kuid teistelt sigade ja viirusega kokkupuutunud putukatelt mitte. Sekveneerimisel määrati putukatest leitud SAK viirusetüvi genotüübi 2 alatüübiks CVR1.

**Tabel 3.** Nakatunud metssigadega kontaktis olnud lüliljalgsed, kes osutusid PCR analüüsil SAK positiivseteks

Seakorjuse asukoht	Putukaliik (isendite arv)	Eestikeelne liiginimi või täpsustus	PCR analüüs	Viirustüve sekveneerimine
Hageri	<i>Haematopinus suis</i> (Linnaeus, 1758) (3)	Seatäi; leitud metssea küljest	Positiivne	CVR1
Orguse	<i>Piophila vulgaris</i> (1)	Harilik juustukärbes; metssea peal ja kohal	Positiivne	Ei õnnestunud
Sooniste	<i>Haematopinus suis</i> (Linnaeus, 1758) (3)	Seatäi; leitud metssea küljest	Positiivne	CVR1
	<i>Phiopila vulgaris</i> (Fallén, 1820) (1)	Harilik juustukärbes; metssea peal ja kohal	Positiivne	Ei õnnestunud
	<i>Calliphora erythrocephala</i> (Meigen, 1826) (1)	Lihakärblane; e.k. liiginimetuse puudub; metssea peal ja kohal	Positiivne	Ei õnnestunud
	<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Scriba, 1791) (1)	Metsasitikas; metssea peal	Negatiivne	Ei teostatud

Saaremaal nakatunud seafarmis epidemioloogilise uuringu käigus koguti kolm erinevat liiki/rühma isendeid: pistesääsklased, harilik toakärbes ja kõdukärblased (Tabel 4). Kogutud

putukateelt õnnestus tuvastada SAK viiruse DNA-d kõikidelt liikidelt (27% kõikidest analüüsitud putukatest). Viirustüve sekveneerimine ei õnnestunud mitte ühegi farmist püütud SAK viiruspositiivse putuka puhul.

**Tabel 4.** Sigade Aafrika katku nakatunud seafarmist püütud putukate uurimise tulemused SAK viiruse DNA suhtes

<b>Putukaliik (isendite arv)</b>	<b>Eestikeelne liiginimi või täpsustus</b>	<b>SAK PCR analüüsi tulemus</b>
<i>Culicidae</i> spp. (2)	Pistesääsklased	Positiivne
<i>Musca domestica</i> (1)	Harilik toakärbes	Positiivne
<i>Musca domestica</i> (8)	Harilik toakärbes	Negatiivne
<i>Drosophila</i> spp. (1)	Kõdukärblased	Positiivne
<i>Drosophila</i> spp. (3)	Kõdukärblased	Negatiivne

## 4. ARUTELU

Uuring viidi läbi 2016. aastal augustis ja septembris ning 2017. aastal maist augustini. Kogu uurimustöö jooksul määrati kõikidest osalenud seafarmidest kokku 23 erinevat kahetiivaliste liiki või rühma. Potentsiaalselt püüti kahetiivaliste liike rohkem, kuid materjali kvaliteet liimpüünistel ei võimaldanud alati määrata isendeid liigi tasemele. Kõige rohkem leiti kärbsepaberitelt harilikku toakärbest (*Musca domestica* L.). Kõige vähem leiti kahetiivalistest parmlasi – harilik sõgelane (*Haematopota pluvialis* L.) ja metsakibun (*Chrysops relictus* Mg.). Otseselt farmiga seotud liikidest/rühmadest (st. nendest, kes läbivad kogu oma arengutsükli farmis või selle lähiumbruses) leidis farmis lisaks harilikule toakärbssele veel harilikku pistekärbest (*Stomoxys calcitrans* L.), liike *Hydrotaea dentipes* (F.), *Pyrellia vivida* (R–D.) ja sugukonna *Drosophilidae* isendeid. Metsaga seotud liikidest (st. liigid, kes olid farmiruumidesse migreerunud kaugemalt) olid esindatud pistesääsed ja parmud.

Kahetiivaliste liigiline koosseis ja hulk farmis võis olla mõjutatud sigade Aafrika katku leviku tõttu kehtestatud rangetest bioohutusnõuetest kõikjal Eestis. Seakasvatajatel tuleb rakendada lisaks loomatauditõrje seaduse §-s 7<sup>1</sup> sätestatud üldiste bioohutusmeetmetele jätkuva sigade Aafrika katku ohuga alates 10. augustist 2015. aastast ka täiendavaid bioohutusnõudeid (Maaeluministerium 2018). Üheks peamiseks ettekirjutuseks oli, et sigu on kategooriliselt keelatud välistingimustes pidada. Kinniste või poolkinniste ruumide tõttu võib farmi sattuda vähem metsaga seotud liike ja isendeid. Samuti võib see mõjutada ka otseselt farmiga seotud liikide hulka.

Putukate arv ja mitmekesisus võisid mõnevõrra sõltuda püünise tüübist ning nende paiknemisest seafarmis. Kuigi kasutatud liimpüüniste kujundus oli suunatud kärbseliste püüdmisele, pole põhjust arvata, et see oleks teistele kahetiivalistele kuidagi peletavalt mõjunud. Osad liimpüünised olid putukaid tihedalt täis ja seetõttu on võimalik, et need püünised ei olnud püügiperioodi lõpuosas enam efektiivsed. Putukad ei kleepunud enam liimpaberile, mis omakorda seadis nende püütavale koguarvule ülempiiri. Sedastatud kahetiivaliste liigiline koosseis seafarmides ei ole kindlasti lõpik. Erinevat tüüpi püünistega on võimalik koguda materjali kindlatest rühmadest efektiivsemalt (näit. feromoon- ja UV püünised pistesääsklastele). Samas annab liimpüüniste kasutamine väga hea ja võrreldava

tervikipildi ning lubab analüüsida liikide/rühmade arvukussuhteid. Objektivsemate tulemuste saamiseks ja inimfaktori minimeerimiseks peaksid püüinised olema paigutatud ühe (või väheste) inimes(t)e poolt. See on aga karantiiningimustes võimatu.

Putukate hulk ja liigiline koosseis on otseselt mõjutatud konkreetse aasta ilmastikutingimustest. Kahetiivaliste aktiivsus sõltub peamiselt õhutemperatuurist, valguse intensiivsusest, niiskusest ja tuule kiirusest (Alderman 2010). Pärisikärlased on kõige aktiivsemad päeval kui temperatuur ületab +20°C. (Kamut & Jezierski 2014). Pistesääsklased (*Culicidae*) on aktiivsemad videvikus ja hämarikus ning paljud sääriksääsklased öösel (Sealsamas). Antud tulemusi võisid mõjutada 2016. ja 2017. aasta ilmastikuolud, mis olid Eesti keskmisega võrreldes jahedamad (2016. aasta suve keskmine +16,5 °C; 2017. aasta suve keskmine +15,2 °C (norm +16,0 °C)) ja sajusemad (2016. aasta suve keskmine 318 mm; 2017. aasta suve keskmine 205 mm (norm 224 mm) (ilmateenistus 2018). Päikest oli suve jooksul Eesti keskmisena 2016. aastal 726,5 tundi; 2017. aastal 775,4 tundi (norm 790,4 tundi) (Sealsamas).

Suurema osa seafarmidest kogutud lüliljalgsete massist moodustasid toakärbseid ja kõdukärbseid, vastavalt 88% ja 6,6% püütud isenditest. Samuti esines ka pistekärbseid (1,1%). Hariliku toakärbse suur arvukus seafarmides oli prognoositav ning seda on dokumenteeritud ka varasemate uuringute käigus erinevates farmides (Skovgård & Jespersen 1999; Birkemoe & Sverdrup–Thygeson 2011). Toakärbse arvukus võib olla põhjustatud tema kasvavast resistentsusest putuktõrjevahendite suhtes, mis on nüüdseks ülemaailmne probleem (Keiding 1999, 1975). Arvukad uuringud on näidanud, et resistentsus on levinud ja kiiresti kasvanud kõikjal (Scott *et al.* 2000; Keiding 1999, 1975). Resistentsuse põhjuseks arvatakse olevat sagedaste tõrjemeetodite, eriti ühetüübiliste toodete pidev kasutamine, samuti toakärbse kiire arengutsükkel ning loomade suur tihedus farmides (Learnmount 2002).

Kahetiivaliste olulisus mitmete haiguste siirutajatena lisab uurimisvajadusele ka majandusliku ja tervishoiu aspekti. Seafarmist leiti palju otseselt looduskeskkonnaga seotud liike – parmlasi, sääski. SAKi nakatunud sigadega kokku puutudes võivad kahetiivalised suure tõenäosusega ise ka viiruse omandada. DNA analüüsil saadud positiivsed tulemused näitavad, et kahetiivalistel on potentsiaali SAKi levitada. See on kooskõlas ka eelnevate uuringutega, kus pistekärbes oli laboritingimustes võimeline SAKi siirutama (Mellor *et al.* 1987).

Statistiliselt olulisi seoseid seafarmi ümbritseva loodusliku keskkonna, farmi tootmissüsteemi ning kahetiivaliste arvu vahel ei leitud. Käesoleva uuringu puuduseks on ilmselgelt liialt väike farmide valim ja farmide mittejärjepidev osalemine uuringus – 12 seafarmi andsid oma nõusoleku uuringus osalemiseks, kuid ainult kuus tegid seda järjepidevalt.

Seafarmide kaugused looduslikest biotoopidest jäid oluliselt väiksemaks kui kirjanduspõhised kärbeste maksimaalsed võimalikud lennukaugused (kuni 220 km). Seetõttu ei ole Eesti tingimustes seafarmide kaugus looduslikest biotoopidest (sealhulgas metsast) limiteerivaks faktoriks SAKi võimalikul kahetiivalistega levikul metsast farmi. Küll aga võiksid biotoopide kaugused mõjutada kahetiivaliste mitmekesisust avatud seafarmides, eriti kui need jäävad veekogude lähedusse. Mitmed verdimevate kahetiivalise vastsed vajavad oma elutegevuseks vett või märjemat keskkonda (näiteks pistesääsklased, habesääsklased, kihulased, parmlased), seega võib neid veekogude läheduses või soisematel aladel palju kohata.

Objektiivsemate tulemuste saamiseks tuleks andmeid koguda rohkem kui ühel aastal ning kaasata rohkem seafarme Eestis. Lisaks tavapärasele liikide määramisele morfoloogiliste tunnuste alusel, võiks aktiivsemalt kasutada ka DNA analüüsi, mis lubaks usaldusväärsemalt eristada liikide komplekse (näit. *Anopheles maculipennis* s.l., *Culex pipiens* s.l.). Samuti tuleks liimiga kaetud kärbsepaberitele lisaks uurida ka kahetiivalistele sobiliku substraati – uurida seal leiduvaid vastseid või nukke ning need ka laboritingimustes üles kasvatada. Samas on SAKi tõttu seafarmidele kehtestatud rangete juurdepääsupiirangute tõttu uuringud raskendatud.

Töö edasiarendusena leiab töö autor, et vajalik on uurida edasi sigade Aafrika katku ülekandemehhanismi läbi kahetiivalise kui vektori. Katsete tegemiseks oleks vaja spetsiifilise ohuklassi laborit. Lisaks tasuks edasi uurida, kas kahetiivaliste arvukusel on mõju sigade ööpäevasele kasvuiibele.

## KOKKUVÕTE

Kahetiivalised on mitmekesine putukate selts, mis koondab üle 160 000 kirjeldatud liigi. Nende seas leidub nii verdimevaid putukaid kui neid, kes suurema arvukuse korral võivad olla mitmesuguste häiringute põhjustajateks. Mitmed kahetiivaliste rühmad on olulise majandusliku tähtsusega, osaledes paljude haigustekitajate levitamises inimestele ja teistele loomadele.

Loomafarmides on kahetiivaliste jaoks sobilikud elamistingimused, sest mikrokliima sobib kiireks ja soodsaks arenguks. Maailmas on farmides leiduvate kahetiivaliste mitmekesisuse kohta tehtud vähe uuringuid. Eestis pole üheski farmitüübis vastavaid uuringuid teostatud. Harilikku toakärbest ja harilikku pistekärbest peetakse peamisteks häirivateks kahetiivalisteks nii sea-, lehma- kui linnufarmides. Lisaks eelmainitutele häirivad farmiloomi ka väike toakärbes (*Fannia canicularis*), lihakärblased (*Calliphoridae*) ja roojakärblased (*Scatophagidae*), samuti hammustavad ja verdimevad kahetiivalised (pistesääsklased, habesääsklased, kihulased ja parmlased).

Loomakasvatusega seonduvad kahetiivalised on võimelised siirutama mitmesuguseid haigustekitajaid, tuues sellega kaasa olulist kahju majandusele. Seakasvatustele on sigade Aafrika katk üks raskemini kontrollitavatest ja majanduslikult laastavamatest haigustest. SAK on nii kodu- kui metssigadele äärmiselt nakkav viirushaigus, mis avaldub kõige sagedamini hemorraagilise palavikuna. Nakatumise tagajärjeks on kuni 100% suremus, kuna haigusel puudub ravi ja vaktsiin. Eestis diagnoositi esimene SAKi katku juhtum 8. septembril 2014, Valgemaal Hummulist leitud surnult metssealt ning esimesed juhtumid kodusigadel diagnoositi 2015. aasta 21. juulil. Tänapäevaks on SAK levinud üle kogu Eesti, välja arvatud Hiiumaale.

Kahetiivaliste mitmekesisuse väljaselgitamiseks kogus töö autor 2016. aasta augustis ja septembris ning 2017. aasta maist–augustini seafarmidest spetsiifiliste liimpüünistega kahetiivalisi. Kõikidest uuritud 12-st farmist kogutud materjalist määrati kokku 23 erinevat liiki või liikide rühma kahetiivalisi. Lisaks leiti ka teisi lüljalgseid: ämblikud, lestad, liblikalised, mardikad, kakandid, sipelgad, kelle liike või liikide rühma ei määratud ja keda on kajastatud ühe grupina koos. Leitud kahetiivaliste liikidest/rühmadest kokku moodustasid

68% verd imevad liigid. Kokku koguti kahe aasta proovikogumiskordade jooksul seafarmidest 186 701 lüljalgsete isendit, kellest 180 444 moodustasid kahetiivalised. Suurema osa lüljalgsete massist moodustasid toakärbsed (*Musca domestica*) (88%) ja kõdukärblased (*Drosophila* spp.) (6,6%). Samuti esines ka pistekärbseid (*Stomoxys calcitrans*) (1,1%).

Analüüsist selgus, et putukate koguarvu farmis ei mõjutanud farmiga seotud toomissüsteem ega ka farmi ümbruses paikneva looduskeskkonna parameetrid. Surnud metssigade pealt ja kohalt koguti kokku nelja erinevat liiki lüljalgse isendeid: seatäi (*Haematopinus suis*), harilik juustukärbes (*Phlebotomus* spp.), *Calliphora erythrocephala* ja metsasitikas (*Anoplotrupes stercorosus*). Nendest kolm liiki osutusid PCR analüüsil SAKi DNA suhtes positiivseks. Saaremaal epidemioloogilise uuringu käigus nakatunud seafarmist kogutud putukatelt õnnestus tuvastada SAK viiruse DNAd kõikidelt kogutud liikidelt. DNA analüüsil saadud positiivsed tulemused näitavad, et kahetiivalised puutuvad otseselt viirusega kokku. Kuid kui palju viirusmaterjali on vaja, et nakatunud kahetiivalised toimiksid realselt haiguse vektoritena, on hetkel teadmata ning see küsimus vajaks selgitamist edasistes uuringutes.



## SUMMARY

**Title: Diversity of Diptera in Estonian pig farms including their capability as vectors of the African swine fever.**

Diptera is a diverse insect order, which consists of over 160,000 described species. This group contains both bloodsucking insects and those who, in large numbers, may cause a variety of disturbances. Several Diptera groups are of significant economic importance by participating in the transmission cycles of many dangerous human and animal pathogens. This can be especially problematic for livestock farms, where dwelling conditions are often favourable for Diptera, as the prevailing microclimate is suitable for rapid development.

Diptera diversity in animal farms is a relatively seldom studied topic. To the best of author's knowledge, this kind of research has not been carried out in any Estonian farms. The house fly (*Musca domestica*) and the stable fly (*Stomoxys calcitrans*) are considered to be the main nuisance Diptera in pig-, dairy- and poultry farms. In addition to the forementioned, the little house fly (*Fannia canicularis*), blow flies (*Calliphoridae*) and dung flies (*Scatophagidae*) can also disturb animals. This is also true for hematophagous Diptera such as mosquitoes, biting midges, black flies and horse flies.

Diptera associated with animal farms can transmit various pathogens, causing significant damage to the economy. African swine fever virus is one of the most severe infections to control and economically devastating for pig farms. African swine fever is highly contagious viral disease both for domestic pig and wild boar, which commonly occurs in the form of a haemorrhagic fever. The infection results in up to 100% mortality due to the absence of treatment and vaccines. The first case of ASF in Estonian wild boar was diagnosed on September 8, 2014, in Hummuli, Valgamaa and the first cases in domestic pig were found on 21 July 2015. To date, ASF has spread throughout Estonia except for Hiiumaa.

The author of this study collected flies with sticky fly traps in August and September 2016 and from May to August 2017 to carry out a Diptera diversity study. From the 12 studied farms a total of 23 species/groups of Diptera were identified. In addition to these, other arthropods were also found: spiders, mites, butterflies, beetles, isopods and ants, whose species or group were not identified and which are listed together as a single set. From the

collected Diptera species/groups, 68% were blood sucking species. In total, 186 701 arthropods, which of 180 444 were Diptera, were collected from pig farms during two years of sampling. Most of the arthropod weight was made up of house flies (88%) and *Drosophilidae* (6,6%). Stable flies were also represented (1,1%).

The analysis revealed that the total amount of insects in the farm were not influenced by the farm supply system nor the parameters of the surrounding areas. Four specimens of four different species of arthropod were collected from the surface of dead wild boar: *Haematopinus suis*, *Phlebotomus vulgaris*, *Calliphora erythrocephala* and *Anoplotrupes stercorosus*. Three species were positive for ASF DNA. Of the insects collected from the infected pig farm during the epidemiological study in Saaremaa, 4 specimens were ASF positive (27% of all insects analysed), but viral strain sequencing failed for all of the virus-positive insect caught in the farm. Positive results from DNA analysis show that Diptera have the potential to transmit ASF and to confirm it, it is important to further investigate the virus transfer mechanism through the Diptera as a vector.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Abbas M. N., Sajeel M., Kausar S.** 2013. House fly (*Musca domestica*), a challenging pest; biology, management and control strategies. *Elixir Entomology*, 64, pp 19333–19338.
- Adams J.** 2003. Vector: Filth Flies. Kättesaadav: [https://www.clemson.edu/extension/camm/manuals/common\\_chapters/pch10b\\_03.pdf](https://www.clemson.edu/extension/camm/manuals/common_chapters/pch10b_03.pdf) (09.04.2018).
- Ageev I. S., Safiullin R. T., Gadaeva G. A.** 2016. Number of adult flies and their larvae at a pig farm in autumn season. *Rossiiskii Parazitologicheskii Zhurnal*, 1, pp 30–37.
- Alderman J.** 2010. The influence of external factors on daily activity patterns. In: Chandler P. J. (ed.). *A dipterist's handbook (Second Edition)*. The amateur entomologist, 15. Cravitz Printing Company Ltd, Brentwood.
- Amendt J., Richards C. S., Campobasso C. P., Zehner R., Hall M. J. R.** 2011. Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 7, pp 379–392.
- Anonymous.** 2015. African Swine Fever. The Center for food security & public health, Institute for international cooperation in animal biology. Kättesaadav: [http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/african\\_swine\\_fever.pdf](http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/african_swine_fever.pdf) (21.04.2018).
- Arcgis online.** 2017. Topograafiline kaart. Kättesaadav: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html> (17.05.2018).
- Arias M., Sánchez–Vizcaíno J. M.** 2002. African Swine Fever Eradication: The Spanish Model. In: Morilla A., Jin K., Zimmerman J. (eds.). *Trends in Emerging Viral Infections of Swine*, Iowa State University Press, Ames, pp 133–139.
- Axtell R. C.** 1985. Fly Management in Poultry Production: Cultural, Biological, and Chemical. *Poultry Science*, 65, pp 657–667.
- Bailey D. L., Whitfield T. L., Smittle B. J.** 1973. Flight and dispersal of the stable fly. *Journal of Economic Entomology*, 66, pp 410–411.
- Baldacchino F., Muenworn V., Desquesnes M., Desoli F., Charoenviriyaphap T., Duvallet G.** 2013. Transmission of pathogens by *Stomoxys* flies (Diptera, Muscidae): a review. *Parasite*, 20.
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M. B., Dahl C., Kaiser A.** 2010. *Mosquitoes and Their Control*. Springer.
- Beltrán–Alcrudo D., Arias M., Gallardo C., Kramer S., Penrith M.L.** 2017. African swine fever: detection and diagnosis – A manual for veterinarians. *FAO Animal Production and Health Manual*, 19.

- Beltrán–Alcrudo D., Lubroth J., Depner K., De la Roque S.** 2008. African swine fever in Caucasus. *FAO EMPRES Watch*, pp 1–8.
- Birkemoe T., Sverdrup–Thygeson A.** 2011. Stable fly (*Stomoxys calcitrans*) and house fly (*Musca domestica*) densities: a comparison of three monitoring methods on pig farms. *Jornal of Pest Science*, 84, (3), pp 273–280.
- Birkemoe T., Soleng A., Aak A.** 2009. Biological control of *Musca domestica* and *Stomoxys calcitrans* by mass releases of the parasitoid *Spalangia cameroni* on two Norwegian pig farms. *BioControl*, 54, (3), pp 425–436.
- Blome S., Gabriel C., Beer M.** 2013. Pathogenesis of African swine fever in domestic pigs and European wild boar. *Virus Research*, 173, pp 122–130.
- Bouchard R. W.** 2004. Chapter 13 – Diptera (Aquatic & Semiaquatic True Flies). *Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest. Identification Manual for Students, Citizen Monitors, and Aquatic Resource Professionals*. Water resources Center, Univeristy of Minnesota, pp 161–183.
- Byford R. L., Craig M. E., Crosby B. L.** 1992. A review of ectoparasites and their effect on cattle production. *Animal science*, 70, (2), pp 597–602.
- Chenais E., Boqvist S., Emanuelson U., Brömssen C., Ouma E., Aliro T., Masembe C., Ståhl K., Sternberg–Lewerin S.** 2017. Quantitative assessment of social and economic impact of African swine fever outbreaks in northern Uganda. *Preventive Veterinary Medicine*, 144, pp 134–148.
- Chen S., Fleischer S. J., Saunders M. C., Thomas M. B.** 2015. The Influence of Diurnal Temperature Variation on Degree–Day Accumulation and Insect Life History. *PLoS ONE*, 10, (3).
- Colwell D. D., Hall M. J. R., Scholl P. J.** 2006. *The Oestrid Flies. Biology, Host–Parasite Relationships, Impact and Management*. CABI publishing, pp 1–7.
- Costard S., Jones B. A., Martinez–Lopez B., Mur L., de la Torre A., Martinez M., Sanchez–Vizcaino F., Sanchez–Vizcaino J. M., Pfeiffer D. U., Wieland B.** 2013 a. Introduction of African Swine Fever into the European Union through Illegal Importation of Pork and Pork Products. *PLoS ONE*, 8.
- Costard S., Mur L., Lubroth J., Sanchez–Vizcaino J. M., Pfeiffer D. U.** 2013 b. Epidemiology of African swine fever virus. *Virus research*, 173, pp 191–197.
- Courtney G. W., Pape T., Skevington J. H., Sinclair B. J.** 2009. Biodiversity of Diptera. In: Footitt R. G., Adler P. H. (eds.). *Insect Biodiversity: Science and Society*. Blackwell Publishing Ltd, Chichester, pp 186–209.
- de Carvalho Ferreira H. C., Tudela Zúquete S., Wijnveld M., Weesendorp E., Jongejan F., Stegeman A., Loeffen W. L.** 2014. No evidence of African swine fever virus replication in hard ticks. *Ticks and Tick–Borne Diseases*, 5, (5), pp 582–589.

- Eddy G. W., Roth A. R., Plapp F. W.** 1962. Studies on the flight habits of some marked insects. *Journal of Economic Entomology*, 55, (5), pp 603–607.
- Eesti Konjukturiinstituut.** 2015. Sigade Aafrika katku mõju Eesti sealihasektorile. Kättesaadav: <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2016/uuring-2016-sak-sealihasektor.pdf> (09.04.2018).
- Elberg K.** 1961. Eesti sünanatroopsete kärbeste määraja. Eesti NSV Teaduste akadeemia, Tartu.
- FAO.** 2001. Manual on African swine fever for pig producers. Kättesaadav: <http://www.fao.org/3/a-y1523e.pdf> (16.05.2018).
- FLL.** 2018. Karten zur Afrikanischen Schweinepest. Kättesaadav: <https://www.fli.de/de/aktuelles/tierseuchengeschehen/afrikanische-schweinepest/karten-zur-afrikanischen-schweinepest/> (17.05.2018)
- Foil L. D., Hogsette J. A.** 1994. Biology and Control of Tabanids, Stable Flies and Horn Flies. *Revue Scientifique Et Technique (International Office of Epizootics)*, 13, (4), pp 1125–1158.
- Folmer O., Black M., Hoeh W., Lutz R., Vrijenhoek R.** 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3, pp 294-299.
- Forth J. H., Amendt J., Blome S., Depner K., Kampen H.** 2017. Evaluation of blowfly larvae (Diptera: Calliphoridae) as possible reservoirs and mechanical vectors of African swine fever virus. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65, (1), pp 210–213.
- Galindo I., Alonso C.** 2017. African Swine Fever Virus: A Review. *Viruses*, 9, (5).
- Gallardo C., Anchuelo R., Pelayo V., Poudevigne F., Leon T., Nzoussi J., Bishop R., Pérez C., Soler A., Nieto R., Martín H., Arias M.** 2011. African Swine Fever Virus p72 Genotype IX in Domestic Pigs, Congo, 2009. *Emerging infectious diseases*, 17, (8), pp 1556–1558.
- Gardiner M. M., Landis D. A., Gratton C., Schmidt N., O'Neal M., Mueller E., Chacon J., Heimpel G. E.** 2010. Landscape composition influences the activity density of Carabidae and Arachnida in soybean fields. *Biological Control*, 55, pp 11–19.
- Geden C. J.** 2006. Biological control of pests in livestock production. In: Hansen L. S., Enkegaard A., Steenberg T., Ravnskov S., Larsen J. (eds.). *Implementation of Biocontrol in Practice in Temperate Regions – Present and Near Future. Proceedings of the International Workshop at Research Centre Flakkebjerg.*
- Grabovac S., Petrić D.** 2003. The fly fauna (Diptera: Cyclorhapha) on animal farms. *Acta entomologica serbica*, pp 63–72.
- Gerry A. C.** 2012. Stable fly (*Stomoxys calcitrans* L.). Kättesaadav: [http://veterinaryentomology.ucr.edu/pdfs/stable\\_fly.pdf](http://veterinaryentomology.ucr.edu/pdfs/stable_fly.pdf) (09.04.2018).
- Hall R. D., Gerhardt R. R.** 2002. Flies (Diptera). In: Mullen G. R., Durden L. A. (eds.). *Medical and Veterinary Entomology. Second Edition.*

- Hoffman R.** 1968. The stable fly, *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus): biology and behaviour studies. Kättesaadav: <https://shareok.org/bitstream/handle/11244/30337/Thesis-1968D-H711e.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (09.04.2018).
- Hogsette J. A., Ruff J. P.** 1985. Stable Fly (Diptera: Muscidae) Migration in Northwest Florida. *Environmental Entomology*, 14, (2), pp 170–175.
- Hogsette J. A., Ruff J. P., Jones C. J.** 1987. Stable fly biology and control In northwest florida. *Jornal of Agricultural Entomology*, 4, (1), pp 1–11. Kättesaadav: <http://scentoc.org/Volumes/JAE/v4/1/00041001.pdf> (09.04.2018).
- Hogsette J. A., Ruff J. P., Jones C. J.** 1989. Dispersal behaviour of stable flies (Diptera: Muscidae). *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, 74, pp 23–32.
- Ilmateenistus.** 2018. Ilmaülevaated. Kättesaadav: <http://www.ilmateenistus.ee/kliima/ulevaated/> (21.05.2018).
- Juhkam M.** 2017. Kärbsapberi paigutus seafarmides (Erakogu).
- Jürison M.** 2016. Eesti parmlaste (Tabanidae) liigiline koosseis ja nende iseloomustus. Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikool. Põllumajandus– ja keskkonnainstituut.
- Kamut M., Jezierski T.** 2014. Ecological, behavioural and economic effects of insects on grazing farm animals – a review. *Animal Science Papers and Reports*, 32, (2), pp 107–119.
- Kaufman P. E., Burgess M., Rutz D. A., Glenister C.** 2002. Population dynamics of manure inhabiting arthropods under an integrated pest management (ipm) program in new york poultry facilities—3 case studies. *Poultry Science Association*, 11, (1), pp 90–103.
- Kaufman P. E., Weeks E. N. I.** 2015. *Stomoxys calcitrans*. Kättesaadav: [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/URBAN/MEDICAL/Stomoxys\\_calcitrans.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/URBAN/MEDICAL/Stomoxys_calcitrans.htm) (09.04.2018).
- Keawrayup S., Duvallet G., Sukonthabhirom S., Chareonviriyaphap T.** 2012. Diversity of *Stomoxys* spp. (Diptera: Muscidae) and diurnal variations of activity of *Stomoxys indicus* and *S. calcitrans* in a farm, in Wang Nam Khiao District, Nakhon Ratchasima Province, Thailand. *Parasite*, 19, (3), pp 259–265.
- Keiding J.** 1999. Review of the global status and recent development of insecticide resistance in field populations of the housefly, *Musca domestica*. *Bulletin of Entomological Research*, 89.
- Keiding J.** 1975. Problems of housefly (*Musca domestica*) control due to multiresistance to insecticides. *Jornal of hygiene, epidemiology, microbiology, and immunology*, 19, (3), pp 340–355.
- Keiding J.** 1986. The house–fly: biology and control. Vector control series. Training and information guide (advanced level). World Health Organization, Division of Vector Biology and Control.
- Kunderak K., Łupicki D., Gocha R.** 2004. Wstępne badania nad muchówkami (Diptera) wybranych gospodarstw hodowlanych na Dolnym Śląsku. (Preliminary studies on Flies

- (Diptera) in selected stock–farm in Lower Silesia). *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Zootechnika*, 488, pp 253–267. (poola keeles).
- Kurina O.** 2011. Kahetiivaliste uuritusest ja uurimisest. Rmt: Kull T., Liira J., Sammul M. (toim.). Eesti Loodusuurijate Seltsi 86. aastaraamat: Haruldused Eesti looduses. Eesti Loodusuurijate Selts, Tartu, pp 245–247.
- Kuusik L.** 2016. Sigade aafrika katku tekitatud kahju eesti seakasvatajatele. Sisekaitseakadeemia. Lõputöö. Sisekaitseakadeemia Finatskolledž.
- Learmount J., Chapman P., Macnicoll A.** 2002. Impact of an Insecticide Resistance Strategy for House Fly (Diptera: Muscidae) Control in Intensive Animal Units in the United Kingdom. *Jorunal of Economic Entomology*, 95, (6), pp 1245-1250.
- Levot G.** 2013. Controlling flies on intensive livestock farms. Department of Primary industries. Primefact, 1317.
- Lilja T., Troell K., Kirik H., Lindström A.** 2018. A distinct group of north European *Aedes vexans* as determined by mitochondrial and nuclear markers. *Medical and Veterinary Entomology*.
- Lindström L.** 2012. Detection of African swine fever virus and phylogenetic characterization of *Ornithodoros* ticks collected from Lake Mburo and Murchison Falls National Parks in Uganda. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Loomis E. C.** 1986. Ectoparasites of Cattle. *Parasites: Epidemiology and Control*, 2, (2), pp 299–321.
- Maaeluministeerium.** 2018. Seakatk. Kätesaadav: <https://www.agri.ee/et/seakatk> (13.03.2018).
- Malik A., Singh N., Satya S.** 2007. House fly (*Musca domestica*): A review of control strategies for a challenging pest. *Jorunal of environmental science and health. Part B. Pesticides, food contaminants, and agricultural wastes*, 42, (4), pp 453–469.
- Marshall S. A.** 2012. *Flies: The Natural History and Diversity of Diptera*. Firefly Books Ltd.
- Martinson R.** 2017. Seakatk jõuaks Hiiumaale vaid inimeste abil. Postimees. Kätesaadav: <https://maaelu.postimees.ee/4304491/seakatk-jouaks-hiiumaale-vaid-inimeste-abil> (18.05.2017).
- Meerburg B. G., Vermeer H. M., Kijlstra A.** 2007. Controlling Risks of Pathogen Transmission by Flies on Organic Pig Farms: A Review. *Outlook on agriculture*, 36, (3), pp 193–197.
- Mellor P. S., Kitching R. P., Wilkinson P. J.** 1987. Mechanical transmission of African swine fever virus and capripox virus by *Stomoxys calcitrans*. *Research in Veterinary Science*, 43, (1), pp 109–112.
- Merritt R. W., Courtney G. W., Keiper J. B.** 2009. Chapter 76 – Diptera: (Flies, Mosquitoes, Midges, Gnats). In: Resh V. H., Cardé R. T. (eds.). *Encyclopedia of Insects (Second Edition)*. San Diego: Academic Press, pp 284–297.
- Minář J.** 2000 a. A. 15. Family Oestridae. In: Papp, L., Darvas, B. (ed.). *Contribution to a Manual of Palaearctic Diptera. Appendix*. Science Herald, Budapest, pp 467–478.

- Minář J.** 2000 b. A. 16. Family Hypodermatidae. In: Papp, L., Darvas, B. (ed.). Contribution to a Manual of Palaearctic Diptera. Appendix. Science Herald, Budapest, pp. 479–494.
- Mitra B., Roy S., Biswas O., Chakraborti U.** 2015. True flies (Insecta: Diptera): Diversity and Endemism in Himachal Pradesh, India. International Journal of Advanced Research in Biology and BioTechnology, 1, (1).
- Montgomery R. E.** 1921. On A Form of Swine Fever Occurring in British East Africa (Kenya Colony). The Journal of Comparative Pathology and Therapeutics, 34, (3), pp 159–191.
- Müller G. C., Hogsette J. A., Beier J. C., Traore S. F., Toure M. B. Traore M. M., Bah S., Doumbia S., Schlein Y.** 2012. Attraction of *Stomoxys* sp. to various fruits and flowers in Mali. Medical and Veterinary Entomology, 26, (2), pp 178–187.
- Nazni W. A., Luke H., Wan Rozita W. M., Abdullah A. G., Sa'diyah I., Azahari A. H., Zamree I., Tan S. B., Lee H. L., Sofian M. A.** 2005. Determination of the flight range and dispersal of the house fly, *Musca domestica* (L.) using mark release recapture technique. Tropical Biomedicine, 22, pp 53–61.
- Nicholson A.** 1934. The Influence of Temperature on the Activity of Sheep–Blowflies. Bulletin of Entomological Research, 25, (1), pp 85–99.
- OIE.** 2012. Chapter 2.8.1. African swine fever. Section 2.8. Suidae. Kättesaadav: [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/2.08.01\\_ASF.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.08.01_ASF.pdf)
- Oldroyd H.** 2018. Dipteran. Kättesaadav: <https://www.britannica.com/animal/dipteran> (09.04.2018).
- Olesen A. S., Lohse L., Boklund A., Halasa T., Gallardo C., Pejsak Z., Belsham G. J., Rasmussen T. B., Bøtner A.** 2017. Transmission of African swine fever virus from infected pigs by direct contact and aerosol routes. Veterinary Microbiology, 211, pp 92–102.
- Oosterbroek P.** 2006. The European Families of the Diptera Identification – Diagnosis – Biology.
- Pape T., Blagoderov V., Mostovski M. B.** 2011. Order Diptera Linnaeus, 1758. In: Zhang Z.–Q. (ed). Animal biodiversity: An outline of higher–level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa, 3148, pp 222–229.
- Pape T., Thompson F. C.** 2018. *Stomoxys calcitrans*. Systema Dipteroorum (version 2.0, Jan 2011). Kättesaadav: <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/5b56564ad60f2687b0cb56fa228687ad> (09.04.2018).
- Penrith M–L., Nyakahuma D.** 2000. Recognizing African Swine Fever: A Field Manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (9).
- Pont A.** 2013. Fauna Europaea: Muscidae. In: Beuk P., Pape T. (eds.) Fauna Europaea: Diptera. Fauna Europaea version 2017.06. Kättesaadav: <https://fauna-eu.org> (09.04.2018).



- R Development Core Team.** 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Kättesaadav: <http://www.R-project.org> (23.04.2018).
- Reisen W. K.** 2009. 3 – Epidemiology of Vector-Borne Diseases. In: Mullen G., Durden L. A. (eds.). Medical and Veterinary Entomology (Second Edition). Academic press, London, pp 19–34.
- Retamales J., Vivallo F., Robeson J.** 2011. Insects associated with chicken manure in a breeder poultry farm of Central Chile. Archivos de Medicina Veterinaria, 43, (1), pp 79–83.
- Sanchez-Arroyo H., Capinera J. L.** 2017. House Fly. Kättesaadav: [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/flies/house\\_fly.HTM](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/flies/house_fly.HTM) (09.04.2018).
- Sanchez Botija C., Badiola C.** 1966. Presencia de the African swine pest virus in Haematopinus suis. Bulletin – Office International Des Epizooties, 66, (1), pp 699–705.
- Sánchez-Vizcaíno J. M.** 2006. African swine fever. In: Straw B. E., Zimmerman J. J., D’Allaire S., Taylor D. J. (eds.). Diseases of Swine, ninth edition. Blackwell Publishing Professional, Ames, Iowa, pp. 291–298.
- Sánchez-Vizcaíno J. M., Mur L., Gomez-Villamandos J. C., Carrasco L.** 2015. An Update on the Epidemiology and Pathology of African Swine Fever. Journal of Comparative Pathology, 152, (1), 9–21.
- Sánchez-Vizcaíno J. M., Mur L., Martínez-López B.** 2012. African Swine Fever: An Epidemiological Update. Transboundary and Emerging Diseases, 59, (1), pp 27–35.
- Sánchez-Vizcaíno J. M., Mur L., Martínez-López B.** 2013. African swine fever (ASF): five years around Europe. Veterinary Microbiology, 165, pp 45–50.
- Sarashina T., Yamada A., Oshio Y.** 1985. Seasonal fluctuation of flies in a swine farm in Hokkaido. The Japan Society of Medical Entomology and Zoology, 36, pp 205–210.
- Sigade klassikalise katku ja sigade Aafrika katku tõrje eeskiri.** 2016. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/821454?leiaKehtiv> (29.01.2018).
- Silvandersson.** 2018. Research and test lab. Kättesaadav: <http://www.silvandersson.se/professional/research-and-test-lab/> (29.01.2018).
- Schoof H. F., Siverly R. E.** 1954. Multiple Release Studies on the Dispersion of Musca domestica at Phoenix, Arizona. Journal of Economic Entomology, 47, pp 830–888.
- Schulz K., Staubach C., Blome S.** 2017. African and classical swine fever: similarities, differences and epidemiological consequences. Veterinary research.
- Schurrer J. A., Dee S. A., Moon R. D., Deen J., Pijoan C.** 2006. Evaluation of three strategies for insect control on a commercial swine farm. Kättesaadav: <https://www.aasv.org/shap/issues/v14n2/v14n2p76.html> (09.04.2018).
- Scott J. G., Alefantis T. G., Kaufman P. E., Rutz D. A.** 2000. Insecticide resistance in house flies from caged-layer poultry facilities. Pest management science, 56, (2), pp 147–153.

- Skovgård H., Jespersen J. B.** 1999. Activity and relative abundance of hymenopterous parasitoids that attack puparia of *Musca domestica* and *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) on confined pig and cattle farms in Denmark. *Bulletin of Entomological Research*, 89, pp 263–269.
- Skovgård H., Nachman G.** 2017. Modelling Biological Control of Stable Flies by Means of Parasitoids. The Danish Environmental Protection Agency, (169). Kättesaadav: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2017/02/978-87-93529-69-4.pdf> (09.04.2018).
- Stafford K. C.** 2008. *Fly Management Handbook A Guide to Biology, Dispersal, and Management of the House Fly and Related Flies for Farmers, Municipalities, and Public Health Officials.* The Connecticut Agricultural Experiment Station.
- Tignon M., Gallardo C., Iscaro C., Hutet E., Van der Stede Y., Kolbasov D., De Mia G. M., Le Potier M. F., Bishop R. P., Arias M., Koenen F.** 2011. Development and inter-laboratory validation study of an improved new real-time PCR assay with internal control for detection and laboratory diagnosis of African swine fever virus. *Journal of Virological Methods*, 178, pp 161–170.
- Todd D. H.** 1963. The biting fly *Stomoxys calcitrans* (L.) in dairy herds in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 7, (1), pp 60–69.
- Umaña J. J. C.** 1967. Chemical sterilization of the stable fly, *Stomoxys calcitrans* Linne, with metepa and hempa. Kättesaadav: <https://archive.org/details/chemicalsteriliz00cast> (09.04.2018).
- Varpo V.** 2017. Kärbsapaberipäigutus seafarmides (Erakogu).
- Viennet E., Garros C., Rakotoarivony I., Allène X., Gardès L., Lhoir J., Fuentes I., Venail R., Crochet D., Lancelot R., Riou M., Moulia C., Baldet T., Balenghien T.** 2012. Host-Seeking Activity of Bluetongue Virus Vectors: Endo/Exophagy and Circadian Rhythm of Culicoides in Western Europe. *PLoS ONE*, 7, (10).
- Wharton R. H., Seow C. L., Ganapathipillai A., Jabaratnam G.** 1962. Housefly populations and their dispersion in Malaya with particular reference to the fly problem in Cameron Highlands. *The Medical Journal of Malaya*, 17, (2), pp 115–131 – viidatud Nazni *et al.* 2005 kaudu.

**LISAD**

## Lisa 1. Seafarmidesse saadetud ankeet

### SEAFARMI INFO

#### PROJEKTI INFO

**Soovime selgitada putuk–siirutajate – täpsemalt verdimevate kärbeste ja parmude – rolli seakatku epidemioloogias põhja–parasvöötme tingimustes.**

Eesti farmides enamlevinud kahetiivaliste liike pole varem täpselt kirjeldatud. Alustuseks soovimegi selgitada seafarmides esinevaid kahetiivaliste – kärbse, parmu ja sääseliike ning hinnata nende võimalikku levimist metsakeskkonnast sigalasse.

Selle jaoks soovime Teie farmist liimipaberitega püüda vähemalt 3 päeva jooksul kärbseid.

**Palun täitke käesolev küsimustik kas välja printitult või elektrooniliselt. Prinditud küsimustiku võib saata tagasi koos kärbsepaberitega, elektroonilise versiooni täitmise korral palun saata see e–maili aadressile: [lea.tummeleht@gmail.com](mailto:lea.tummeleht@gmail.com)**

Täname koostöö eest!

#### FARMI ANDMED

<b>Farmi nimi</b>		<b>Registri number</b>	
<b>Kontaktisiku nimi ja kontakttelefon</b>		<b>Lauda aadress</b>	

<b>Sigala tüüp</b> (tõmba sobiva vastuse järjekorranumbrile ring ümber ning vastusele joon alla)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Täistsükkel (Sugusead =&gt; nuum)</li><li>2. Paljundus (sugusead ja imikpörsad)</li><li>3. Pörsaste üleskasvatamine (võõrutus -&gt;25 kg)</li><li>4. Kesikud (25–45 kg)</li><li>5. Lõppnuum (&gt;45 kg -&gt; tapale)</li><li>6. Muu (märgi peetavad kategooriad loetelus)</li></ol>
---	--

<b>Pidamissüsteem</b> (tõmba sobiva vastuse järjekorranumbrile ring ümber ning vastusele joon alla)	1. Rest-põrand 2. Põrandal (allapanuta või vähesel allapanul) 3. Sügavallapanul 4. Muu (kirjelda)
<b>Sõnniku ladustamine</b> (tõmba sobiva vastuse järjekorranumbrile ring ümber ning vastusele joon alla)	1. Lägahoidla – suletud mahuti 2. Lägahoidla – avatud mahuti või laguun 3. Tahke sõnnik katuse all hoidlas 4. Tahke sõnnik katuseteta hoidlas 5. Muu (kirjelda järgmisel lehel)
Kas loomade pidamisruumides kasutatakse regulaarselt mingit kärbeste püüdmise / hävitamise meetodit. Kui jah, siis millist? Kirjelda:	
Kas loomapidamisruumides on pidevalt avatud õhutusavasid või aknaid:	
Mis on teie arvates võimalik kärbeste farmi sattumise tee (avatud akende, lahtiste uste kaudu? Kohapeal paljunedes?):	

PUTUKATE PÜÜDMISEGA SEONDUV:	
Ruumi suurus (ruutmeetrites), kuhu paigaldatakse kärbsapaberid:	
Ruumi kõrgus (meetrites):	
Konkreetses ruumis peetavate loomade arv ja tüüp (põrsad, kesikud, nuumikud, täiskasvanud loomad):	
Kärbsapaberid riputati üles (kuupäev; kellaeg):	
Kärbsapaberid võeti maha (kuupäev; kellaeg):	
Kas kärbsapaberite paigutusest ruumis on tehtud ka foto (foto faili võib saata e-mailile: <lea.tummeleht@gmail.com>)	JAH EI

## Lisa 2. Seafarmidesse saadetud ankeetidest kogutud andmed

	Sigala tüüp	Pidamissüsteem	Sõnniku ladustamine	Kärbsse püünised/hävitamise meetod	Ventilatsioon	Ruumi suurus (m <sup>2</sup> ) (keskmine)	Ruumi kõrgus (m) (keskmine)	Loomade arv
<b>FARM 1</b>	Täistsükkel	Restpõrand	Laguun		Ventilatsiooniavad, korstnad	124,8 m <sup>2</sup>	2,4 m	1208
<b>FARM 2</b>	Võõrutus 7kg > tapale	Restpõrand	Suletud mahuti	Kiskjakärbes	Sundventilatsioon	500 m <sup>2</sup>	2,5 m	1000
<b>FARM 3</b>	Võõrutus 7kg > tapale	Pool respõrand, pool betoonpõrand	Avatud mahuti või laguun	Kiskjakärbes	Sundventilatsioon	725 m <sup>2</sup>	2,3 m	1540
<b>FARM 4</b>	Põrsaste üleskasvatamine (võõrutus -> 25kg) Kesikud (25-45kg) Lõppnuum (>45kg -> tapale)	1/3 respõrand, 2/3 elektriküttega betoonpõrand	Avatud mahuti või laguun	Kiskjakärbes, kärbssepaberid, pritsitav mürk	Sundventilatsioon	800 m <sup>2</sup>	2,7 m	1160
<b>FARM 5</b>	Täistsükkel; Paljundus	Restpõrand	Avatud mahuti või laguun	Kärbssepaber, pritsitav mürk	Ventilatsiooniavad	577 m <sup>2</sup>	3,35 m	2801
<b>FARM 6</b>	Põrsaste üleskasvatamine (võõrutus -> 25kg)	Restpõrand	Avatud mahuti või laguun	Kärbssepaber, pritsitav mürk	Ventilatsiooniavad kaetud võrkudega	1091 m <sup>2</sup>	2,4 m	
<b>FARM 7</b>	Põrsaste üleskasvatamine (võõrutus -> 25kg)	Restpõrand	Avatud mahuti või laguun	Kärbssepaber, pritsitav mürk		540 m <sup>2</sup>	2,25 m	1200
<b>FARM 8</b>	Paljundus	Restpõrand	Suletud mahuti	Kärbssepaber, pritsitav mürk, ultraheli	Ventilatsiooniavad, avatud aknad	702 m <sup>2</sup>	2,88 m	
<b>FARM 9</b>	Kesikud (25-45kg), Lõppnuum (>45kg- tapale)	Restpõrand	Avatud mahuti või laguun	pritsitav mürk	Ventilatsiooniavad	600 m <sup>2</sup>	3,5 m	
<b>FARM 10</b>	Lõppnuum	Restpõrand	Avatud mahuti või laguun			800 m <sup>2</sup>	4,5 m	800
<b>FARM 11</b>	Paljundus	Restpõrand	Suletud mahuti	Kärbssepaber, pritsitav mürk	Ventilatsiooniavad	648 m <sup>2</sup>	3,34 m	778
<b>FARM 12</b>	Kesikud (25-45 kg) Lõppnuum (<45 kg -> tapale)	Restpõrand	Suletud mahuti	Pritsitav mürk	Ventilatsiooniavad, avatud aknad	420 m <sup>2</sup>	4,2 m	

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks  
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Margret Jürison,

(sünnipäev pp/kuu/aa 27/05/1994)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö „Kahetiivaliste mitmekesisus Eesti seafarmides ja nende potentsiaal sigade Aafrika katku vektorina“, mille juhendajad on Olavi Kurina, Lea Tummeleht, Heli Kirik,
  - 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
  - 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
  - 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemisekskuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

\_\_\_\_\_

allkiri

Tartu, 22.05.2018

---

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_

*(juhendaja nimi ja allkiri)*

\_\_\_\_\_

*(kuupäev)*

\_\_\_\_\_

*(juhendaja nimi ja allkiri)*

\_\_\_\_\_

*(kuupäev)*

\_\_\_\_\_

*(juhendaja nimi ja allkiri)*

\_\_\_\_\_

*(kuupäev)*