

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
LOODUSRESSURSSIDE ÕPPETOOL

Mariel Luuk

**SESOONSED MUUTUSED ÜHE MERIKOTKA (*HALIAEETUS*
ALBICILLA) PESAKONNA TOIDUS NING SEOSD
TOITUMISVEEKOGU KALASTIKU STRUKTUURI
DÜNAAMIKAGA**

Magistritöö

Juhendajad: Imre Taal, Lauri Saks,
Renno Nellis

TARTU 2021

Infoleht

“Sesoonsed muutused ühe merikotka (*Haliaeetus albicilla*) pesakonna toidus ja seosed toitumisveekogu kalastiku struktuuriga”

Madalpunktist taastuvate kiskjate asurkonnad võivad laieneda inimasustuste lähedusse. Selle tulemusel võib kiskjate ja inimeste vahel tekkida konkurents ressursi ehk saakobjektide pärast. Eestis on merikotkad (*Haliaeetus albicilla*) samuti taastunud ja laiendanud enda alasid. Sellest tulenevalt uuriti käesolevas magistritöös, kuidas on seotud ühe merikotka pesakonna toidus esinevad saakobjektid Saunja lahe kalakooslusega. Töö tulemused näitasid, et merikotkaste pesas ja Saunja lahes esinenud kalade liigiline ja arvuline koosseis erinesid oluliselt.

Märksõnad: merikotkas (*Haliaeetus albicilla*), Saunja laht, toitumisuuringud, konflikt, kalakoosluste varieeruvus

Abstract

„Seasonal changes in the diet of one brood of white-tailed eagles and the links with the dynamics of the fish community from the feeding water body“

Predators may expand their territories in vicinity of human settlement after having recovered from an all-time low. As a result, competition and conflict may arise between predators and humans over resources, i.e prey objects. In Estonia, the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) population has also recovered and expanded inhabited territories. In this paper, it was investigated how are the prey objects in the brood of one white-tailed eagle pair related to the fish community in Saunja Bay. The results of the thesis showed that the fish differed significantly in terms of numbers and species in the white-tailed eagles' diet and in Saunja Bay.

Key words: white-tailed eagle, Saunja Bay, dietary studies, conflict, variation of fish communities

Sisukord

1. Sissejuhatus.....	6
2. Kirjanduse ülevaade.....	10
2.1 Levik ja arvukus.....	10
2.2 Toitumine.....	12
2.3 Röövlindude toitumisuuringud	15
3. Materjal ja metoodika	18
3.1 Uurimisala.....	18
3.2 Merikotka pessa toodava saagi analüüs	20
3.3 Saunja lahe kalastiku võrgupüügid	21
3.4 Andmeanalüüs.....	22
3.5 Töö autori roll	22
4. Tulemused.....	23
4.1 Merikotka pessa toodud toiduobjektide liigiline koosseis ja arvukus.....	23
4.2 Saunja lahe võrgupüükide kalastiku liigiline ja arvuline koosseis.....	27
4.3 Saunja lahe võrgupüükide ja merikotka pessa toodud kalade liigilise ja arvulise koosseisu võrdlus	29
5. Arutelu	31
Kokkuvõte.....	36
Summary	37
Tänuavaldused	38
Viited	39
Veebiviited.....	43
Lisa 1.....	44

1. Sissejuhatus

Kiskjad on toitumisahela tipus ja seega on neil oluline roll toiduvõrgustiku funktsioneerimise mõjutamisel (Estes *et al.*, 2011; Schmitz, 2007). Need mõjud väljenduvad röövlooma-saaklooma vahelistes interaktsioonides, mis on tekitanud teadlastes huvi röövloomade toitumisuuringute vastu (Schmitz, 2007). Toitumisuuringud on olulised ka liigikaitse seisukohalt (Lewis *et al.*, 2004), eriti kui kiskjad tarbivad inimestega samu limiteeritud ressursse (Thirgood *et al.*, 2000; Graham *et al.*, 2005).

Inimeste ja kiskjate vahelist konflikti on vaadeldud kui olukorda, kus kiskja otsene elutegevus ja inimese majandustegevus on keskendunud sama saaklooma asurkonna osa tarbimisele. Konflikt on seda tõenäolisem, mida suurem on ressurssidel töenduslik väärtus inimeste jaoks (Graham *et al.*, 2005). Üks selline ressurss on näiteks veekogudest ammutatav toit (Aranda *et al.*, 2019). Ajalooliselt on kõige sagedasemad konfliktiolukorrad olnud kokkupuuted kiskjate ja kariloomade vahel, mille tulemusel saagiks langenud kariloomadest tuleneb loomakasvatajatele majanduslik kahju (Sillero-Subiri & Laurenson, 2001; Graham *et al.*, 2005). Maismaakiskjate ja röövlindude asurkondi on varasemalt vähendatud inimeste poolt ka selleks, et piirata nende mõju jahiulukite arvukusele (Reynolds & Tapper, 1996; Graham *et al.*, 2005). Inimeste ja kiskjate vaheline konfliktide sagedus on viimastel kümnenditel kasvanud seoses rahvaarvu tõusuga (Graham *et al.*, 2005), mille tagajärjel on inimtegevus muutnud ümbritsevat keskkonda loomadele sobimatuks (Woodroffe, 2000; Graham *et al.*, 2005). Samas looduskaitsetegevuste tulemusel taastuvad kiskjate asurkonnad võivad tekitada uusi konflikte (Graham *et al.*, 2005; Harvey *et al.*, 2012).

Mitmete kiskjate asurkonnad on ajalooliselt vähenenud üleüldiselt (Steneck *et al.*, 2002; Harvey *et al.*, 2012), populatsioonide sihipärase piiramise (inglise k. *culling*) (Treves & Karanth, 2003), saasteainete bioakumulatsiooni (Bowerman *et al.*, 1995) ja elupaikade kadumise (Ritchie & Johnson, 2009; Harvey *et al.*, 2012) tagajärjel. Tippkiskjad kujundavad ökosüsteeme, reguleerides toitumissuhteid ülalt-alla, sh võivad kasvava arvukusega kiskjad saakloomade arvukusi negatiivselt mõjutada (Hipfner *et al.*, 2012; Ekblad *et al.*, 2016). Lisaks saakobjektide arvukuse reguleerimisele mõjutavad kiskjad kaudselt ka primaarproduktiooni (Ives *et al.*, 2005; Schmitz, 2006; Schmitz, 2007). Juhul, kui toitumisahelasse lisandub tippkiskja või olemasolev kaob, võivad

vastavas ökosüsteemis väljenduda suured, kiirelt eskaleeruvad negatiivsed mõjud sealsetele toitumissuhetele (Estes *et al.*, 2011; Ekblad *et al.*, 2020). Inimasustestega seotult toob tippkiskjate asurkondade kasvamine kaasa konflikte, näiteks maismaakiskjate levikualad laienevad kariloomade lähedusse (Treves & Karanth, 2003).

Rannikumeres tekitab looduskaitsekonflikte näiteks loivaliste (*Pinnipedia*) arvukuse kasv, kes toituvad tõenduslikult olulistest või ohustatud kalaliikidest (Baraff & Loughlin, 2000; Harvey *et al.*, 2012). Rohkem tähelepanu on seni suunatud imetajate poolt tekitatud kahjudele, sest nemad võivad toitumise käigus lõhkuda ka inimeste poolt üles seatud püüniseid, näiteks kalavõrke (Yodzis, 2001). Ent möödunud aastakümneni jooksul on ilmunud artikleid ka lindude kohta, kelle arvukus on looduskaitsete pingutuste järel madalpunktist taastunud või taastuma hakanud. Näiteks valgepea-merikotka (*Haliaeetus leucocephalus*) arvukus hakkas taastuma peale nende looduskaitse alla võtmist, mis omakorda mõjutas negatiivselt saakliikide, eriti veelindude, arvukust (Harvey *et al.*, 2012). Euroopa erinevates piirkondades on rannikualadel kasvanud kormoranide (*Phalacrocorax carbo*) arvukus. Sellest tulenevalt on vähenenud kalade asurkonnad kaasa toonud majanduslikku kahju kalatööstuses (Steffens, 2010). Sarnaselt teiste Läänemere rannikualadega on ka Eesti rannikumeres kormoranid tähelepanu keskpunktis olnud. Nende arvukus ulatus eelmise sajandi lõpus 3500 paarini (Eschbaum *et al.*, 2003) ning on tänaseks kasvanud ligikaudu 25000 paarini (Keskkonnaagentuur, 2021b).

Eesti rannikualasid ning suurte siseveekogude ja jõgede piirkondi asustab merikotkas (*Haliaeetus albicilla*), kelle arvukus on viimastel aastakümnetel taastunud ja kasvanud (Keskkonnaamet, 2019). Merikotkad olid 20. sajandil paljudes Euroopa piirkondades ja Eestis väljasuremise ohus, mida põhjustasid inimestepoolne vaenamine, elupaikane teisenemine (Nadjafzadeh *et al.*, 2013) ja keskkonnamürkide akumulatsioon (Helander, 1982; Whitfield *et al.*, 2009). Eestis on merikotkaste arvukus taastunud 1970-ndatel olevast 10 kuni 12 paarist (Randla & Tammur, 1996) 330 paarini (Keskkonnaagentuur, 2019). Looduslikke olusid arvestades on Eestis pesitsenud hinnanguliselt 400-500 paari (Lõhmus 1998).

Merikotkaste toitumist on uuritud varasemalt Euroopa erinevates piirkondades, kasutades selleks peamiselt saakjäänuste ja räppetompude analüüsimist (Helander, 1985; Sulkava *et al.*, 1997;

Ekblad *et al.*, 2016; Nadjafzadeh, *et al.*, 2016a). Nagu suur enamik röövlind, on ka merikotkas oma toitumiselt generalist, tarbides erinevaid saakliike (Nadjafzadeh *et al.*, 2016). Sellegi poolest on merikotkaste saagieelistus enamikes Euroopa piirkondades kallutatud kindlalt kalade suunas (Nadjafzadeh *et al.*, 2015; Virbickas *et al.*, 2021). Röövlindude puhul on täheldatud, et nad võivad ühelt saakliigilt teisele üle minna, mis teeb neist ka oportunistlikud toitujad (Rutz & Bijlsma, 2006). See võib olla seotud toiduks tarbitavate saakobjektide esinemise rohkusega looduses (Reif *et al.*, 2001). Samas merikotkaste puhul on leitud, et toiduobjekte ei valita mitte niivõrd juhuslikult, vaid saagi eelistusel lähtutakse saakobjektide suurusest, käitumisest ning kättesaadavusest keskkonnas (Nadjafzadeh *et al.*, 2015; Nadjafzadeh *et al.*, 2016).

Senised andmed Eesti merikotkaste toitumise kohta on kogutud eeskätt iga-aastase kotkaste seire käigus (Keskkonnaamet, 2019). Eestis on leitud, et linde ja kalu esineb merikotka toidus peaaegu võrdselt (Randla & Tammur, 1996). Kaladest on merikotkaste saagis esindatud eelkõige haug (*Esox lucius*), ahven (*Perca fluviatilis*) ja latikas (*Abramis brama*) (Randla & Tammur, 1996). Samas on täheldatud, et käesoleval sajandil on tõusnud hõbekokrede (*Carassius gibelio*) osatähtsus merikotkaste saagis (Keskkonnaamet, 2019). Iga-aastane seire annab informatsiooni merikotkaste toitumise kohta, kuid samas puuduvad Eestis võrdlevad uuringud merikotka toidubaasi ja veekogude kalakoosluse struktuuri vahel. Lisaks võimaldab käesolevas töös kasutatud videomaterjal täpsemini hinnata näiteks kalade osakaalu saagis, sest räppetompude ja saakjäänuste analüüsimisel võidakse alahinnata kalade esinemist merikotkaste saagis (Wille & Kampp, 1983; Sulkava *et al.*, 1997; Whitfield *et al.*, 2013). Täpsemad andmed merikotka saakobjektide ja toitumisveekogu kalastiku kohta võimaldavad selgitada, kas muutused kasutatava toitumisterritooriumi kalastiku struktuuridünaamikas avalduksid merikotka toidus.

Töö eesmärk oli välja selgitada, kuidas on merikotka pessa toodud kalade liigiline ja arvuline koosseis seotud Saunja lahe kalakoosluse struktuuri ja selles sempoonselt toimuvate muutustega. Selleks selgitati välja merikotka pesitsusperioodil pessa toodud saakliigid 2016. aastal. Ühtlasi tuvastati ja registreeriti kalaliigid Saunja lahe 2016. aasta võrgupüükidest. Rannikumere kalastiku koosluste kirjeldamiseks kasutatavad sektsioonvõrgud on välja töötatud selliselt, et need võimaldaksid anda võimalikult täpset ülevaadet vastavat veekogu asustavate kalade koosluse kohta (Neuman *et al.*, 1999; HELCOM, 2019). Seega võimaldab kasutatud meetodika võrrelda

Saunja lahe kalakooslust merikotka pessa toodavate kalade liigilise- ja arvulise struktuuriga. Ühtlasi võimaldavad tulemused hinnata , kas toitumisveekogu kalastiku koosluses toimuvad sesoonsed muutused kajastuvad ka merikotka toidus. Seni teadaolevalt pole varasemalt analoogseid uuringuid teostatud, kus on korraga kasutusel pesakaamerast registreeritud liigid ja võrgupüükidest tuvastatud liigid.

2. Kirjanduse ülevaade

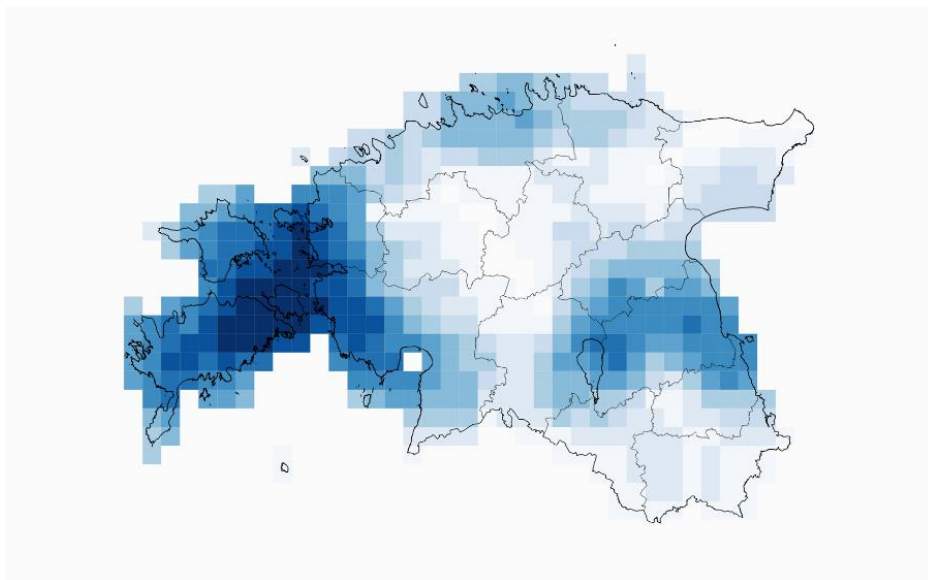
2.1 Levik ja arvukus

Merikotkas on suur, 4,1 – 6,9 kg kaaluv haugaslaste (*Accipitridae*) sugukonda kuuluv röövlind (Avibase, 2021). Merikotka levikuala jääb Palearktika põhjapoolsesse ossa, hõlmates Skandinaavia, Kesk- ja Kagu-Euroopa ning Kesk- ja Põhja-Aasia (Nadjafzadeh, 2011). Populatsioone on veel leitud Gröönimaa edelapoolsetest piirkondadest, kus pesitseb Gröönimaale endeemne *Haliaeetus albicilla groenlandicus* (Hailer, 2006; Avibase, 2021). Lisaks on asurkondi leitud Kirde-Iirimaalt ja Lääne-Šotimaalt (Nadjafzadeh, 2011). Maailma asurkonna suurus on 20 000 – 50 000 isendit, neist 17 900 – 24 500 pesitseb Euroopas (BirdLife International, 2021). Suuremaid asurkondi leiab Norras, Venemaal, Gröönimaal, Rootsis, Poolas ja Saksamaal. Väiksema arvukusega asurkonnad on Islandil, Suurbritannis, Soomes, Eestis, Lätis, Leedus, Valgevenes, Austrias, Tšehhis, Slovakkias, Sloveenias ja Balkani poolsaare riikides (BirdLife International, 2021). Eestis pesitseb 290 – 330 merikotka paari (Keskkonnaagentuur, 2019), mis teeb umbes 2% merikotkaste Euroopa asurkonnast (Keskkonnaamet, 2019; BirdLife International, 2021)

Merikotkad olid 20. sajandil paljudes Euroopa piirkondades väljasuremise ohus ulatusliku vaenamise ja elupaikade teisenemise tulemusel (Nadjafzadeh *et al.*, 2013). Eestis hakkas merikotkaste arvukus kiiresti langema 19. sajandi teises pooles ja 20. sajandi alguses, mil merikotkaid hakati pidama inimeste konkurentideks ja alustati röövlindude ulatuslikku vaenamist. Nimetatud sajandite vahetusel alustati massilist kampaaniat ka kotkaste vastu (Jüssi & Randla, 1968; Helander *et al.*, 2002). Kuigi 1930. aastatest kehtinud ajutised jahiseadused tagasid merikotkastele osalise kaitse, vähenes nende arvukus endiselt (Randla & Tammur, 1996). Uueks ohuks said Läänemere asurkonnale 1950. aastatest massiliselt kasutusele võetud kloororgaanilisi ühendeid sisaldavad pestitsiidid, millest tuntuim oli DDT (diklorodifenüültri-kloroetaan) (Jüssi & Randla, 1968; Helander *et al.*, 2002). DDT lagunemisel tekkinud DDE (diklorodifenüüldikloroetüleen) pärssis lubikoore arengut munas, mille tõttu haudumisel oli munad haprad ja purunesid. DDE koosmõju tööstuses kasutatavate PCB-dega (polüklooritud bifenüülid) muutis linnu sigimiskäitumist, mis võis viia pesa hülgamiseni (Lõhmus, 1998).

Kogu Eesti merikotkaasurkond võeti 1954. aastal kaitse alla ning 1968. aastal keelustati DDT, kuid merikotkaste arvukus oli endiselt langemas. Madalpunkt saabus aastatel 1971 – 1979, kui teada oli vaid 10 – 12 merikotka paari (Randla & Õun, 1980; Lõhmus, 1998; Keskkonnaamet, 2019). Merikotka asurkonna seisundi turgutamiseks alustati Eestis 1980-ndatel talvist lisasöötmist ning tehispesade ehitamist (Randla & Tammur, 1996). Samal kümnendil oli märgata ka pesitsusedukuse tõusu, kui 1980-ndate alguses Eestis pesitsenud 20 merikotka paari arvukus kasvas sajandi lõpuks 80 – 90 paarini (Volke & Randla, 2003; Keskkonnaamet, 2019). Merikotkaste arvukuse taastamisele aitasid kaasa kloororgaaniliste ühendite keelustamine ja lisasöötmine. Lisaks on välja pakutud, et merikotkaste arvukuse kasvamisele on kaasa aidanud sobivate saakloomade, näiteks hõbekogre arvukuse kasv (Keskkonnaamet, 2019). Keskkonnaameti (2019) andmetel ei saa hõbekokrede osatähtsuse kasvu merikotkaste saagis täpsemalt hinnata, kuna nimetatud saakobjektist ei jää pesadesse enamasti peale soomuste midagi alles. Seetõttu saadakse pesadest kogutud saakobjektide alusel söödud kalade kohta alahinnangud, võrreldes lindude ja imetajatega (Keskkonnaamet, 2019).

Ajalooliselt on merikotkas levinud peamiselt Lääne-Eestis ja läänesaartel ning Suur-Emajõe lähiümbruses (Randla ja Tammur, 1996; Volke & Randla, 2003; Keskkonnaamet, 2019). Jooniselt 1 on näha, et tänapäeval on merikotkas levinud üle kogu Eesti mereranniku ning ka mitmete suuremate sisemaal paiknevate veekogude läheduses (Keskkonnaagentuur, 2019). Viimastele andmetele tuginedes on Eestis kokku 290 – 330 merikotka paari (Eltis *et al.*, 2019). Viimasel Eesti talvisel veelindude loendusel, mis viidi läbi 2020. aastal, registreeriti rannikualadelt 256 ja sisemaalt 118 merikotkast (Keskkonnaagentuur, 2021a). Käesolevad andmed lubavad hinnata Eestis merikotkaste populatsiooni seisundit soodsaks (Keskkonnaagentuur, 2020), samas kui IUCN (Rahvusvaheline Looduskaitse Liit) kriteeriumide järgi klassifitseerub merikotkaste asurkond Eestis kategooriasse „ohualtid“ (VU) (eElurikkus, 2021).



Joonis 1. Merikotkaste pesitsusaegse leviku kaart (MTÜ Kotkaklubi 2020).

2.2 Toitumine

Merikotkad toituvad peamiselt kaladest, lisaks veelindudest ning harvem imetajatest ja nende korjustest (Helander, 1985; HELCOM, 2018). Läänemere rannikualadel on merikotkaste levinumad saakliigid haug, hõbekoger, säinas (*Leuciscus idus*), latikas ja ahven. Märgatud on ka tuulehaugi (*Belone belone*) osakaalu suurenemist saagis, mida on seostatud haugi arvukuse vähenemisega (HELCOM, 2018). Kalad on moodustanud põhilise osa merikotkaste saagist paljudes teistes riikides: Soomes – 42% (Sulkava *et al.*, 1997), Valgevenes – 48,1% (Yurko, 2016), Leedus – 62% (Dementavičius *et al.*, 2020), Saksamaal – 59,8% (Nadjafzadeh *et al.*, 2015), Rumeenias – 76% (Sándor *et al.*, 2015), Gröönimaal – 90% (Wille & Kampp, 1983). Haug on olnud üks kõige arvukamalt esindatud kalaliike merikotkaste saagis Soomes, Saksamaal, Valgevenes ja Leedus (Sulkava *et al.*, 1997; Nadjafzadeh *et al.*, 2015; Nadjafzadeh *et al.*, 2016; Yurko, 2016; Dementavičius *et al.*, 2020; Virbickas *et al.*, 2021). Latikas on samuti moodustanud

märkimisväärse osa merikotkaste saagist Saksamaal, Valgevenes ja Leedus (Nadjafzadeh *et al.*, 2013; Nadjafzadeh *et al.*, 2016; Yurko, 2016; Dementavičius *et al.*, 2020).

Enamasti paiknevad merikotkaste jahipiirkonnad veekogude läheduses ning merikotkad püüavad saaki kooslusetüüpide kokkupuute piirkondades; näiteks metsaservades ja rannikul (Sulkava *et al.*, 1997; Scholz, 2010; Nadjafzadeh *et al.*, 2016). Märgaladel pesitsevad merikotkad eelistavad kalu ja veelinde maismaalindudele ja -imetajatele (Sulkava *et al.*, 1997). Yurko (2016) tõi enda uurimuses välja, et need merikotkad, kes elasid piirkonna suurimast jõest 13km kaugusel, eelistasid linde kaladele. Samas näiteks Šotimaal ning Ida-Siberis Baikali järve ümbruses leiti, et merikotkad toitunud peamiselt lindudest, olgugi, et nimetatud piirkondades oli ka veekogusid (Mlíkovský, 2009; Whitfield *et al.*, 2013). Kuivemates piirkondades võib merikotka saagis arvukalt esineda ka väikeseid imetajaid, roomajaid ja teisi mitteveelise eluviisiga saakloomi (Katzner *et al.*, 2003; Hailer, 2006). Näiteks Kasahstanis on merikotkaste saagis tuvastatud stepiümisejaid (*Marmota bobac*) ja erinevaid susklikuliike (*Spermophilus spp.*) (Katzner *et al.*, 2003).

Merikotkas on oportunistlik toitaja, keskendudes lihtsamalt püütavatele saakloomadele (Sulkava *et al.*, 1997). Oportunisti toitujana on merikotkad ka võimelised muutma hooajaliselt eelistust saakloomade osas ja generalistliku toitujana võimelised tarbima erinevaid saakloomaliike (Sulkava *et al.*, 1997). Nadjafzadeh ja teised (2013) leidsid, et merikotkad toitunud talvisel perioodil, kui kalade arvukus oli vähenenud, rohkem veelindudest, maismaa imetajatest ja nende korjustest (Nadjafzadeh *et al.*, 2013). Sulkava ja teised (1997) näitasid, et potentsiaalse saakliigi arvukuse kasvades võib ka kisklus nimetatud liigile suureneda. Näiteks 1965. – 1990. aastatel kasvas kahe kajakaliigi arvukused Soome keskosas märgatavalt ning see oli korrelatsioonis nende esinemisega merikotkaste toidus (Sulkava *et al.*, 1997).

Merikotkaste toidueelistusel omavad rolli veel saakobjektide suurus, käitumine ning nende saadavus keskkonnast (Nadjafzadeh *et al.*, 2013; Nadjafzadeh *et al.*, 2015; Nadjafzadeh *et al.*, 2016). On täheldatud, et kui röövlinnud läbivad jahtimiseks pikki vahemaid, siis on neil kasulikum püüda suuremaid saakobjekte, et saagi tarbimise energia oleks suurem selle otsingule kulutatud energiast (Schoener, 1971). Lindudest toitumist peetakse merikotkaste puhul aja- ja energiakulukamaks kui kaladest toitumist (Nadjafzadeh *et al.*, 2013). Seega kalade eelistamine saakobjektidena võib olla tingitud väiksemast energia- ja ajakulust (Nadjafzadeh *et al.*, 2013).

Valgevenes, Pripjati rahvusparkis püüdsid pesitsevad merikotkad kalu ja linde peaaegu võrdses koguses, kogusaagist vastavalt 48,1% ja 41,7% (Yurko, 2016). Karplased moodustasid umbes kolmandiku Pripjati rahvusparkis merikotkaste poolt püütud saakobjektidest. Kõige arvukamad karplase liigid olid latikas ja koger (*Carassius carassius*), moodustades vastavalt 22% ja 3,9% kogusaagikusest. Olulise osa püütud kaladest moodustasid ka haugid (10%) (Yurko, 2016). Maismaa märgalade ja järvede kalastik on oluliselt erinev Läänemere kalastikust, mistõttu on rannikult püütavate kalaliikide hulk ja proportsioonid piirkondlikult erinevad (Helander, 1985; Sulkava *et al.*, 1997; Ekblad *et al.*, 2020).

Varasemad merikotkaste toitumisuuringud Saksamaal on näidanud, et eelistatud on suuremad kalad, mille pikkuse alampiir jääb 20 cm juurde ning alla 10 cm pikkuseid kalu ei püüta üldse (Nadjafzadeh *et al.*, 2013, 2016). Erinevalt kaladest, ei tehta lindude püüdmisel valikuid nende kehamõõtmete järgi, kuna ei eristu kindlaid eelistuslikke suurusklasse (Nadjafzadeh *et al.*, 2016). Merikotka toidus esinevad sagedamini veekogude pinnakihi elutsevad kalad (HELCOM, 2018), sest merikotkad püüavad saaki kuni 1 m sügavusest veest (Sulkava *et al.*, 1997; Nadjafzadeh *et al.*, 2016; Virbickas *et al.*, 2021). Lisaks, kui kalu esineb arvukamalt, eelistatakse suuri isendeid (Nadjafzadeh *et al.*, 2016).

Randla ja Tammuri (1996) andmetel moodustavad Lääne-Eesti rannikul ja saartel pesitsevate merikotkaste saagist 54% linnud, 44% kalad ning vaid 2% imetajad. Pessa toodud lindudest on esindatud lauk (*Fulica atra*), sinikael-part (*Anas platyrhynchos*) ja pütid (*Podiceps sp.*), vastavalt 31,3% ; 16,5% ja 9,3% (Randla & Tammur, 1996; Keskkonnaamet, 2019). Keskkonnaameti (2019) sõnul on merikotka saakobjektide hulgas ka kormoran, kelle arvukus on Eesti rannikumeres tänaseks kasvanud ligikaudu 25000 paadini Eesti (Keskkonnaagentuur, 2021). Kaladest olid merikotkas saagis esindatud eelkõige haug, ahven ja latikas, vastavalt 59%, 9,3% ja 8,4% (Randla & Tammur, 1996). Viimasel kümnendil on merikotka saagis tõusnud hõbekogre osatähtsus, mida leidub arvukalt madalates riimveelistes merelahtedes (Keskkonnaamet, 2019). Võib oletada, et merikotka arvukuse tõusu saab seostada hõbekogre arvukuse tõusuga, kuna nimetatud kalaliik tagab kindla toidubaasi pesitsusperioodil. Samas nagu eelpool mainitud, siis hõbekokrede osatähtsuse muutumist ei saa täpsemalt hinnata ega tõestada merikotkaste saagis, sest hõbekokredest ei jää pesadesse määratavaid objekte peale soomuste (Keskkonnaamet, 2019).

Eestis on merikotka toidualad pesast keskmiselt 2 km kaugusel (Keskkonnaamet, 2019) ning üldiselt on pesade ja toitumisveekogude vahemaa kuni 5 km (Randla & Tammur, 1996). Kuigi Eesti looduslikud veekogud tagavad merikotka asurkonnale kindla toidubaasi, siis on olnud juhtumeid, kus merikotkad käivad jahti pidamas ka kalakasvandustes (Keskkonnaamet, 2019). Keskkonnaameti (2019) merikotkaste kaitse tegevuskava aruande järgi oli Eestis 2019. aasta seisuga neli merikotka paari, kes külastasid regulaarselt kalakasvandusi. Seevastu varasem töö (Tuvi & Väli, 2007), kus uuriti merikotka ja kalakotka (*Pandion haliaetus*) mõju viie Eesti kalamajandi kaubakalale näitas, et kõiki kalakasvandusi kokku külastasid merikotkad 4 – 5 territooriumilt. Nelja vaatlusaasta ja kõikide kalakasvanduste peale püüdsid merikotkad kokku 160 kala. Neist 44 oli algselt kalakotkaste püütud, kuid millele konkureerinud merikotkastel õnnestus kalad endale saada. Kalakasvanduste külastustel ei olnud märkimisväärsed seoseid näiteks pesitsusperioodidega. Arvukuse andmetele tuginedes oletati, et 4 – 5 % merikotka tollasest pesitsevast populatsioonist sõltus toitumise osas karpkala (*Cyprinus carpio carpio*) kasvandusest. Merikotkaste poolt kalamajanditele tekitatud kahjud ei olnud autorite hinnangul nii suured, et omaksid kalakasvanduste tööle olulist negatiivset mõju (Tuvi ja Väli, 2007). Samas toodi välja, et potentsiaalne võimalus konflikti tekkeks on olemas (Tuvi & Väli, 2007).

2.3 Röövlindude toitumisuuringud

Lindude toitumise uuringutel on levinumad kaudsed meetodid, mis hõlmavad saakloomade jäänuste ja röövlindude poolt tekitatud räppetompude kogumist pesade alt (López-López & Urios, 2010). Erinevad autorid on leidnud, et räppetompude ning saagi jäänustel põhinevad andmed võivad anda moonutatud infot uuritava röövlinnu toitumise kohta (Mersmann *et al.*, 1992; Sulkava *et al.*, 1997; Tornberg & Reif, 2007; Whitfield *et al.*, 2013). Näiteks Sulkava ja teised (1997) töid enda uurimuses merikotkaste toitumise kohta välja, et pesaalused toidujäänused võisid harvemal juhul olla tekitatud mõne muu kiskja poolt pesitsusperioodi välisel ajal. Lisaks ei saa välistada võimalust, et kährikud ja rebased võivad mingi osa saagijäänustest minema viia (Helander, 1985). Olenevalt saakobjekti suurusest võib liikide osakaal toitumisuuringutes olla erineva veaga (Wille & Kampp, 1983; Sulkava *et al.*, 1997). Suuremate imetajate ja lindude luud jäävad alles, kuid väiksemate saakloomade luud tarbitakse ära või lagunevad need kiiremini, mistõttu väiksemaid saakobjekte ei pruugita üldse tuvastada (Sulkava *et al.*, 1997). Kui saakjäänuste ja räppetompude

materjali kogumiste perioodide vahele jäävad liiga pikad pausid, siis andmed võivad olla kallutatud ja tulemused näidata mingite saakobjektide alahindamist, eriti väikeste saakobjektide puhul (Tornberg & Reif, 2007).

Saakobjektide jäänuste hulgas võib esineda kalade hulga alahindamist (Wille & Kampp, 1983; Sulkava *et al.*, 1997; Whitfield *et al.*, 2013), sest kalade väiksemad ja pehmemad luud lagunevad tõenäolisemalt kiiremini kui suuremate saakobjektide luud (Mersmann *et al.*, 1992; Whitfield *et al.*, 2013). Ka räppetompudes ei tuvastata sageli kalade luid, sest väiksemate kalade luud seeditakse täielikult ära (Sulkava *et al.*, 1997). Kalades on ainult vähesed suured, mitteseeditavad osad, näiteks koljuluud, mida merikotkad on võimelised purustama. Seevastu lindude ja imetajate tugevad koljuluud on raskemini purustatavad (Sulkava *et al.*, 1997). Karplaste neeluluude abil on võimalik uuritava kala liigini tuvastada, kuid tuvastust raskendab asjaolu, et merikotkad on võimelised purustama ka suurte karplaste koljuluud (Sulkava *et al.*, 1997). Pessa toodud kalade hilisemat liigini tuvastamist raskendavad ilma määramistunnusteta, näiteks peata ja neeluluudeta, isendid (Wille & Kampp, 1983; Sulkava *et al.*, 1997). Kuid haugide puhul jäetakse alalõualuud puutumata, sest need on tugevad ja massiivsed ning sisaldavad teravaid neeluhambaid. Sellest tulenevalt jääb haugide peaosa sageli söömata (Sulkava *et al.*, 1997).

Sageli on traditsioonilisemaid meetodeid kasutades täpseid andmeid keeruline hankida, sest uurimise all olevad liigid on ohustatud, pesad on raskesti ligipääsetavas asukohas või linnud on alati häiringutele (Rosenberg & Cooper, 1990; López-López & Urios, 2010). Kaasaegsemate lahendustena on lindude toitumisuuringutes kasutusele võetud reaajas pilti edastavad või salvestavad (elektroonilised) jälgimisseadmed (Wille & Kampp, 1983; López-López & Urios, 2010). Erinevaid digitaalseid lahendusi on kasutatud alates 1980-ndatest ja need on aegade jooksul täiustatud, et pikendada salvestuse aega ja jäädvustada fotosid ka lennu pealt (Tornberg & Reif, 2007; López-López & Urios, 2010; Robinson *et al.*, 2015; Gaglio *et al.*, 2017). Elektroonilised jälgimisseadmed võimaldavad anda ka informatsiooni, millised on uuritava liigi käitumismustrid pesitsusperioodil (Wille & Kampp, 1983; López-López & Urios, 2010). Liikide tuvastamine salvestustest on enamikul juhtudel võimalik ja pilte saab uuesti analüüsida andmete kvaliteedi kadumiseta (López-López & Urios, 2010; Gaglio *et al.*, 2017). Näiteks López-López ja Urios (2010) kasutasid kolme pesakaamerat Bornelli kotka (*Aquila fasciata*) erinevate pesakondade toitumise uurimiseks tema pesitsusperioodil. Pesadesse toodud saagi tuvastamise edukus oli

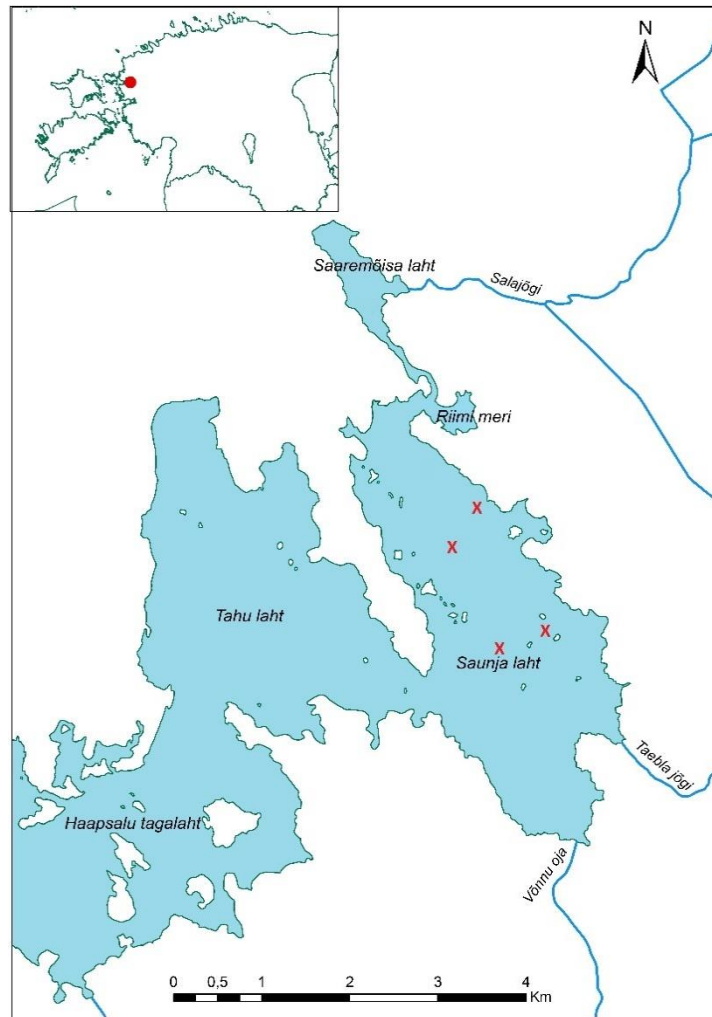
94,1%. Meetodi eelisena toodi välja, et pesakaamera kui mitte-invasiivne meetod võimaldab uurida lindude toitumist ilma vajaduseta teha linde häirivaid välitöid (López-López & Urios, 2010). Soomes teostati videomonitoringul ning saagijäänustel põhinev võrdlev toitumisuuring kolme eri liigi kohta – kanakull (*Accipiter gentilis*), hiireviu (*Buteo buteo*) ja karvasjalg-viu (*Buteo lagopus*) (Tornberg & Reif, 2007). Salvestused võimaldasid tuvastada 336 saakobjekti, samas jäänuiste kogumisega tehti kindlaks vaid 136 saakobjekti. Autorid järelendasidki, et videomonitoring võimaldab täpsemini registreerida pessa toodud saakobjekte, võrreldes saakjäänuste analüüsiga (Tornberg & Reif, 2007).

Videomonitoringu teel teostatud toitumisuuringud on tehtud peamiselt lindudest ja pisiimetajatest toituvatest röövlindude kohta. Kalatoiduliste lindude toitumisuuringutel on teostatud kohapealseid vaatlusi binokli abil või kasutades kaamerat saakobjekti tuvastamiseks (Anderson et al., 2014; Gaglio et al., 2017). Gröönimaal teostatud uuring andis ülevaate merikotkaste toitumisest pesitsusperioodil, kus saakobjektide registreerimiseks kasutati kohapealset pildistamist (Wille & Kampp, 1983). Pessa toodud saakobjektidest moodustasid 90% kalad, arvukaimaks saakobjektideks olid tursad (*Gadus sp.*). Nimetatud uuringu kohaselt võimaldas fotomaterjal tuvastada saakobjektidest kalu ning määrata liigini või kõrgema taksonoomilise tasemeni, kuid nimetatud uuringus ei antud täpsemat ülevaadet, mis võis kalade liigi määramist takistada (Wille & Kampp, 1983). Robinson ja teised (2015) on välja pakkunud, et tuvastamata saakobjektide määramisel võivad abiks olla varasemad teadmised uuritava piirkonna süsteemist, näiteks saagi kättesaadavus ning muude meetoditega tuvastatud saakobjektid (Robinson et al., 2015).

3. Materjal ja metoodika

3.1 Uurimisala

Käesolevas töös kasutatud videomaterjal pärineb Saunja lahe läheduses paiknenud merikotka pesast. Võrgupüükide originaalandmestik pärineb merikotkaste toitumisveekogust Saunja lahest. Saunja laht jääb Silma looduskaitseala (edaspidi Silma LKA) territooriumile. Saunja laht on Haapsalu lahe süsteemi idapoolseim osa (Joonis 2), pindalaga 7 km² ja keskmise sügavusega 0,6 m (Iital *et al.*, 2010). Saunja laht on poolsuletud süsteem, kus veevahetust merega takistavad kitsad ja madalad väinad. Saunja lahe süsteemi (Saunja laht, Riimi meri ja Saaremõisa laht) suubuvad Taebila jõgi, Võnnu oja ja Salajõgi teevad Saunja lahest, võrreldes Haapsalu lahe läänepoolsete piirkondadega (3-7‰), madala soolsusega veekogu (<0,5‰) (Kangur, 2003; Rohtla *et al.*, 2014; Rohtla *et al.*, 2015;). Lisaks eelpoolmainitule soojeneb Saunja lahe madal vesi kevadel kiiresti, mistõttu on piirkond olnud ajalooliselt oluliseks sigimis- ja kasvualaks erinevatele mageveekaladele (TÜ Mereinstituut, 2018; Taal *et al.*, 2019). Saunja lahe süsteem on oluliseks koelmualaks haugile ja säinale (Saat & Taal, 2001). Saunja lahe madalaveelisis ja rikkalik kalastik pakub stabiilset toidubaasi piirkonnas pesitsevatele merikotkastele (Keskkonnaamet, 2017). Silma LKA territooriumil pesitses 2017. aasta uuringu kohaselt kolm paari merikotkaid ning teada oli 6 pesakohta (Keskkonnaamet, 2017). Silma LKA on oluline toitumisala ka läbirändavatele merikotkastele, nimetatud piirkonnas on kõige enam loendatud korraga 30 merikotkast (Keskkonnaamet, 2017). Lisaks on Silma LKA alla kuuluv Saunja laht oluline rändepeatuspaik veel paljudele teistele lindudele (Keskkonnaamet, 2017).



Joonis 2. Saunja lahe uurimisala. Võrgupüüke teostati ligikaudselt punase ristiga tähistatud piirkondades.

Varem on näidatud, et Saunja lahe kalastikus domineerivad mageveeliigid ning mereliigid nagu näiteks lest (*Platichthys flesus*) ja räim (*Clupea harengus membras*), esinevad piirkonnas juhuslikult (Saat & Taal, 2001). Kirjanduse andmetel (Mölder, 1993; Saat & Taal, 2001; Kangur, 2003; Keskkonnaamet, 2017; Taal *et al.*, 2019) on Saunja lahest teada ühe sõõrsuu- (jõesilm (*Lampetra fluviatilis*)) ning 24 kalaliigi (räim, lõhe (*Salmo salar*), vikerforell (*Oncorhynchus mykiss*), merisiig (*Coregonus lavaretus*), tint (*Osmerus eperlanus*), haug, roosärg (*Scardinius*

erythrophthalmus), särg (*Rutilus rutilus*), teib (*Leuciscus leuciscus*), säinas, linask (*Tinca tinca*), latikas, nurg (*Blicca bjoerkna*), vimb (*Vimba vimba*), koger, hõbekoger, karpkala, hink (*Cobitis taenia*), luts (*Lota lota*), ogalik (*Gasterosteus aculeatus*), luukarits (*Pungitius pungitius*), ahven, koha (*Sander lucioperca*), ja kiisk (*Gymnocephalus cernuus*)) esinemine. Saunja laht on sobiv elupaik invasiivsele võõrliigile hõbekogrele (Saat & Taal, 2001; Vetemaa *et al.*, 2005). Hõbekogred toodi Eestisse esmakordselt 1948. aastal, millest järgneval aastal asustati isendid Maardu ja Kahala järve (Mikelsaar, 1984). Hilisemad uuringud näitasid, et introdutseeritud hõbekogred olid peamiselt emased isendid, kel esines gүнogeneesi (Mikelsaar, 1984). Nii isased kui emased isendid levisid Baltimaade rannikuvetesse lõunast ning hõbekogred muutusid piirkonnas paiknevates madalates merelahtedes kohati arvukaks juba 1990-ndatel (Vetemaa *et al.*, 2005). Hõbekoger oli 1990-ndate lõpus Saunja lahes teostatud võrgupüükidel vähearvukas liik (Saat & Taal, 2001). Kuid 2003. aasta katsepüügi tulemused näitasid hõbekokrede arvukat esindatust (Kangur, 2003) ning ka hiljutisemad uuringud näitavad hõbekokrede suurt osatähtsust Saunja lahe kalastiku struktuuris (Taal *et al.*, 2019). Hõbekogred eelistavad Läänemeres elupaigana sooje madalaid ning taimestikurikkaid siselahtesid (Vetemaa *et al.*, 2005). Nimetatud tingimused on iseloomulikud Eesti läänerrannikule, kuhu siinsed hõbekogred peamiselt koondunud on (Vetemaa *et al.*, 2005). Kalade perioodilist arvukuse tõusu Saunja lahes üldiselt on seostatud ka kudemisperioodiga, mis jääb kevade lõppu ja suve algusesse selliste kalaliikide jaoks nagu näiteks säinas, särg, nurg, haug (Mikelsaar, 1984; Taal *et al.*, 2019).

3.2 Merikotka pessa toodava saagi analüüs

Merikotkaste saagi analüüsil kasutati foto- ja videomaterjali, mis pärineb MTÜ Kotkaklubi 2016. aasta pesakaamera salvestustest Silma looduskaitsealal Sauna lahe läheduses (Lisa 1). Pesa täpsemat asukohta ei ole käesolevas magistritöös avalikustatud, sest merikotkas kuulub kaitsealuse liigina I kaitsekategooria alla.

Videojälgimise periood oli 2016. aasta 8. veebruarist 24.juunini pesas, kus lennuvõimestus kolm poega. Nimetatud ajavahemikul registreeriti merikotka saagi liigilist koosseisu pesakaamera foto- ja videomaterjalist. Kuna töös keskenduti kalastikule, siis jäid muud pessa toodud toiduobjektid

lõplikust andmeanalüüsist välja. Vaatluste lõppkuupäeva määras merikotka pesa lagunemine tormi tagajärjel. Peale pesa lagunemist ei olnud võimalik saakobjekte tuvastada, kuna valdavalt anti saak noorlindudele üle kaamera ulatusest väljaspool.

Lisaks eelpool nimetatud andmetele esitatakse käesolevas magistritöös võrdleva materjalina ka 2018. aastal Saunja lahe ääres pesitseva teise merikotkapaari saakobjektide andmed. Merikotka saagi liigilist koosseisu registreeriti 01.03. – 06.07.2018., mil koorus ja lennuvõimestus üks poeg. Pesas toimunud tegevust jälgiti esimese saakobjekti toomisest kuni noorlinnu lahkumiseni pesast. Saakobjektide määramist raskendasid 02.06 – 07.06 aset leinud pesakaamera tehniline rike ning oluliselt ka juunis toimunud kaamera objektiivi määrdumine ja pesa lagunemine. Sellest tulenevalt jäi osa saakobjekte registreerimata ning tõenäoliselt oli ka lindude osakaal juuni saagikusest ülehinnatud

3.3 Saunja lahe kalastiku võrgupüügid

Saunja lahe kalastiku struktuuri ja dünaamika selgitamiseks viidi läbi võrgupüügid märtsist juunini 2016. aastal. Siinkohal on vajalik eraldi ära märkida, et 2018. aastal ei teostatud Saunja lahel kalastiku võrgupüüke, mistõttu puuduvad ka nimetatud perioodi kalastiku struktuuri iseloomustavad andmed. Seega ei ole 2018. aasta merikotka pesakaamerast pärinev illustreeriv materjal ka 2016. aastal kogutud andmetega otseselt võrreldav, kuid võib eeldada, et kahe aasta jooksul Saunja lahe kalastik oluliselt ei muutunud

Kalastiku uurimiseks kasutati võrgujadasid, mis koosnesid *Nordic* tüüpi tamiilist sektsioonvõrgust ja neljast tamiilist nakkevõrgust. Sektsioonvõrkude võrgusilmasuuruste valik iseloomustab uuritava piirkonna kalakooslusi kõige paremini, kuna geomeetriliselt suurenev võrgusilmade valik annab kalakooslusest parima ülevaate. Kasutatud sektsioonvõrgud olid 1,8 m kõrgused ja 45 m pikad ja koosnesid erineva silmasuurusega (30, 15, 38, 10, 48, 12, 24, 60 ja 19 mm) viie meetristest sektsioonidest. Suuresilmalised nakkevõrgud olid 1,5 m kõrgused ja 30 m pikkused, silmasuurustega 65, 75, 90, 100 mm. Võrgud asetati vette öhtul enne päikeseloojangut ning võeti välja järgmise päeva hommikul 04.00 ja 06.00 vahel. Saunja lahe kalastiku kirjeldamiseks läbi viidud katsepüükidel püüti 2016. aastal jää minekust (märtsi lõpus) kuni juuni keskpaigani kuuel

erineval perioodil (26-28.03.16, 10-12.04.16, 26-28.04.16, 10-12.05.16, 24-25.05.16 ja 11-13.06.16) kala. Igal püügiperioodil püüti nelja võrgujadaga

3.4 Andmeanalüüs

Kuna kalastiku püügid toimusid kuu keskel ja lõpus, siis jagati kogu uuringu kestus kuueks vaatlusperioodiks (26-28.03.16, 10-12.04.16, 26-28.04.16, 10-12.05.16, 24-25.05.16 ja 11-13.06.16), millele vastavalt summeeriti proovipüükide käigus tuvastatud kalade arvukused. Merikotka pessa toodud toiduobjektide liigiline koosseis ja arvukus summeeriti samuti vastavalt vaatlusperioodidele, mida oli kokku neli (25.02-19.03; 20.03-19.04; 20.04-21.05; 22.05-23.06). Selgitamaks, kas kalastiku kooslused erinesid merikotka toidus ja Saunja lahe võrgupüükides, kasutati statistilist tarkvarapaketti PRIMER v7 (Clarke & Gorley, 2015). ANOSIM (*Analysis Of Similarities*) analüüsiga testiti, kas kalakooslused erinevad Saunja lahe püükides ja merikotka saagis ning kas vastavad seosed ilmnevad ka eri perioodide vältel. Üksikute kalaliikide arvukuse tähtsust ülalpool mainitud seoste ilmnemisel selgitati analüüsiga SIMPER (*Similarity Percentages*, Clarke & Gorley 2015). Tulemuste illustreerimiseks kasutati MDS (mitmemõõtmeline ordineerimine e. MDS - *Multi Dimensional Scaling*) analüüsi ja jooniseid, millel punktide vaheline kaugus iseloomustab kalakoosluste vahelist sarnasust.

3.5 Töö autori roll

Käeoleva töö raames registreeris töö autor merikotka saakobjekte foto- ja videomaterjali põhjal iseseisvalt, juhendajad andsid vajadusel nõu saakobjektide liikide määramisel. Lisaks viis töö autor juhendaja abiga läbi statistilise analüüsi. Saunja lahel teostatud katsepüükidel antud töö autor ei osalenud.

4. Tulemused

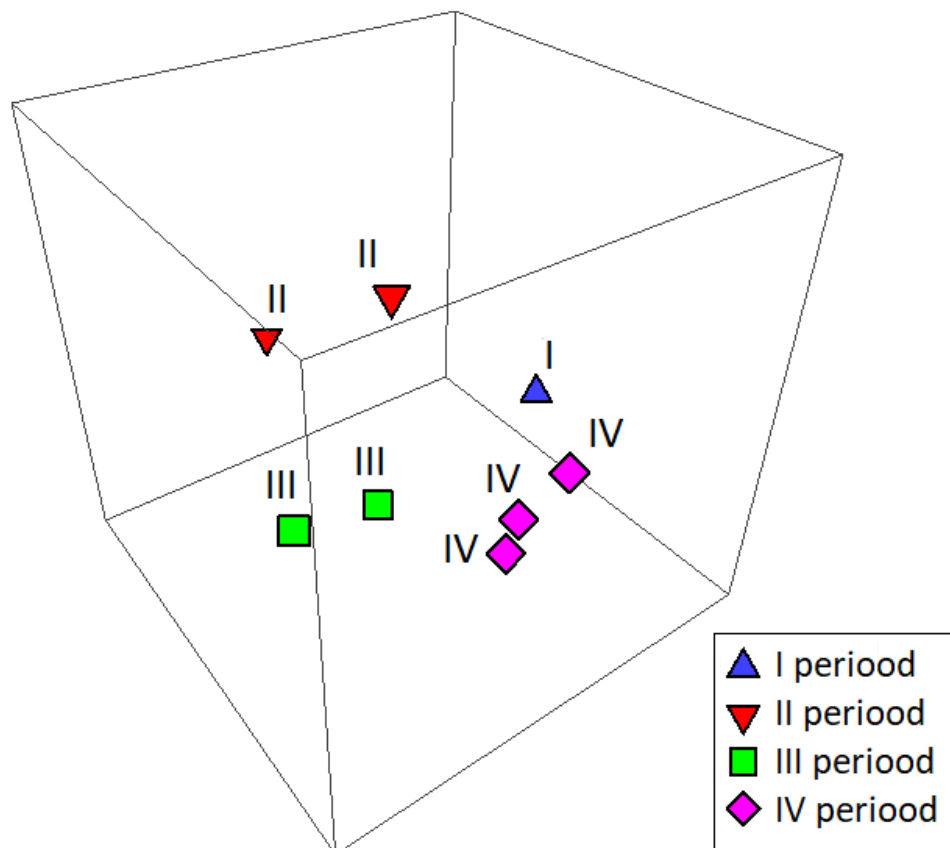
4.1 Merikotka pessa toodud toiduobjektide liigiline koosseis ja arvukus

Kogu uurimisperioodi vältel registreeriti merikotka saagis 453 kala, erinevaid kalaliike esines 11 (Tabel 1). Merikotka saagis (Tabel 1) domineeris hõbekoger, kellele järgnesid vähemarvukate saakobjektidena nurg, latikas ja särg. Merikotka toidus esinesid vähese arvukusega veel haug, ahven, koger, säinas, kiisk, luts ja vimb (Tabel 1). Kõiki merikotkaste poolt pessa toodud kalu ei olnud võimalik liigini määrata, sest osa saagiks toodud kaladest olid kindlate määramistunnuste nägemiseks liialt söödud või paiknesid osaliselt kaamerapildist väljas. Need kalad koondati muutujana „määramata kalad“.

Tabel 1. Merikotka pesast tuvastatud kalade liigiline ja arvuline koosseis 2016. a. neljal vaatlusperioodil. I = 25.02-19.03; II = 20.03-19.04; III = 20.04-21.05; IV = 22.05-23.06.

Kalaliigid	I	II	III	IV	kokku	%
hõbekoger	12(52%)	27(64%)	142(82%)	159(74%)	340	75%
nurg			6(3%)	25(12%)	31	7%
latikas		2(5%)	6(3%)	6(3%)	14	3%
särg	3(13%)	4(10%)	3(2%)		10	2%
haug			6(3%)		6	1%
ahven		4(10%)			4	1%
koger			2(1%)		2	< 1%
säinas	1(4%)			1(0,5%)	2	< 1%
kiisk		1(2%)			1	< 1%
luts	1(4%)				1	< 1%
vimb	1(4%)				1	< 1%
määramata	5(22%)	4(10%)	9(5%)	23(11%)	41	9%
kokku	23	42	174	214	453	100%

Merikotka poolt pessa toiduks toodud kalastiku struktuur erines vaatlusperioodide vahel statistiliselt usaldusväärsel määral (ANOSIM: $R=0,757$; $p=0,002$, Joonis 3). Kogu vaatlusperioodi iseloomustab hõbekogre kõrge arvukus (75% kogusaagikusest) ning nimetatud liigi esinemine merikotka toidus oli piisavalt stabiilne, et ta ei tekitanud olulisi erisusi vaatluskuude vahel (Tabel 1). Samuti ei tekkinud statistiliselt usaldusväärsed erisusi vähearvukalt esinenud kalaliikide (kiisk, luts, vimb, koger ja säinas) arvukuse varieeruvuse tõttu (Tabel 1). Esimese ja teise vaatlusperioodi erisus tulenes eelkõige ahvena ja grupp "määramata kalade" vahel (vastavalt 17,57% ja 15,23% keskmisest püügiperioodide vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 45,42). Samuti illustreerib graafiline analüüs (Joonis 3), et peamiselt märtsis pessa toodud toiduobjekte kirjeldavad periood I vaatlused erinevad märkimisväärselt peamiselt aprillis pessa toodud toiduobjekte kirjeldavad periood II vaatlustest.



Joonis 3. Merikotka pesas esinenud kalastikukoosluste erinevused vaatlusperioodidel 2016. a. mitteparameetrilise mitmemõõtmelise skaleerimise (nMDS) tulemuste põhjal. Punktidevaheline kaugus tähistab sarnasusmaatriksil (Bray-Curtis) põhinevat koosseisude erinevust..

Teise ja kolmanda vaatlusperioodi kalakoosluste struktuuri erisus tulenes eelkõige ahvena, latika ja haugi (moodustasid vastavalt 21,04%; 12,96% ja 12,61% keskmisest püügiperioodide vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 41,99) arvukuste erinevustest. Teisel perioodil ilmus merikotka saagistikku ahven ja kolmandal perioodil haug. Teistel perioodidel nimetatud kalaliike merikotka pesas enam ei tuvastatud. Aprilli lõppu ja peamiselt maikusse jäänud kolmas vaatlusperiood ning aprilli lõppu ja peamiselt juunikuusse jäänud neljas vaatlusperiood erinesid kalakoosluste struktuuris eelkõige nuru ja haugi (moodustasid vastavalt 26,21% ja 18,26% keskmisest püügiperioodide vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 30,50) arvukuste erinevustest vaadeldud perioodide vahel. Nuru esinemine pesas kasvas kolmanda ja neljanda perioodi vahel 6-lt isendilt 25-le isendile. Särke püüdsid merikotkad ainult (vara)kevadest esimestel perioodidel. Haugi püüti merikotkaste poolt vaid kolmandal perioodil. Vaatlusperioodide lõpuks kasvas märgatavalt ka määramata kalade osakaal ning mai lõpp ja juuni algus erinesid selle tõttu oluliselt teistest vaatlusperioodidest (joonis 3).

Lisaks registreeriti teise Saunja lahe ääres pesitseva merikotkapaari 2018. aasta pesitsuse saakobjektide liigiline koosseis ja arvukus (Tabel 2), kus tuvastati 178 saakobjekti. Pessa toodi 154 kala, 10 liigiga. Merikotka saagis domineeris hõbekoger, moodustades arvukuselt veidi üle poole kogu saakobjektide kohta. Hõbekogrele järgnesid vähemarvukate liikidena latikas, ahven ja haug. Vähearvukate liikidena püüti särge, linaskit, kokre, lutsu, nurgu ja roosärke. Kõiki kalu polnud võimalik ära määrata ning need koondati nime „määramata“ alla. Lisaks püüdsid merikotkad kokku 23 lindu ja samuti oli pesas üks tundmatu saakobjekt.

Tabel 2. Saakobjektide arv ja suhteline esinemissagedus (%) kuude ja aastate lõikes.

Saakobjektid	veebruar		märts		aprill		mai		juuni		juuli		kokku		%	
	2016	2018	2016	2018	2016	2018	2016	2018	2016	2018	2016	2018	2016	2018	2016	2018
hõbekoger	1		15		63	14	149	50	112	23		6	340	93	74	52
nurg							12	1	19				31	1	7	1
latikas					6	10	6	5	2	2			14	17	3	10
särg			6		1	2	3	1		1			10	4	2	2
roosärg								1						1		1
haug						3	6	3		4			6	10	1	6
ahven			2		2	3		4		9			4	16	1	9
koger						1	2	1					2	2	<1	1
linask								2		1				3		2
säinas			1						1				2		< 1	
kiisk					1								1		< 1	
luts			1			2							1	2	< 1	1
vimb			1										1		< 1	
lind			1	2	4	5		4	1	10		2	6	23	1	13
määramata	1		4		6		13	2	17	3			41	5	9	3
tundmatu										1				1		1
kokku	2		30	2	79	40	191	74	151	54		8	459	178	100	100

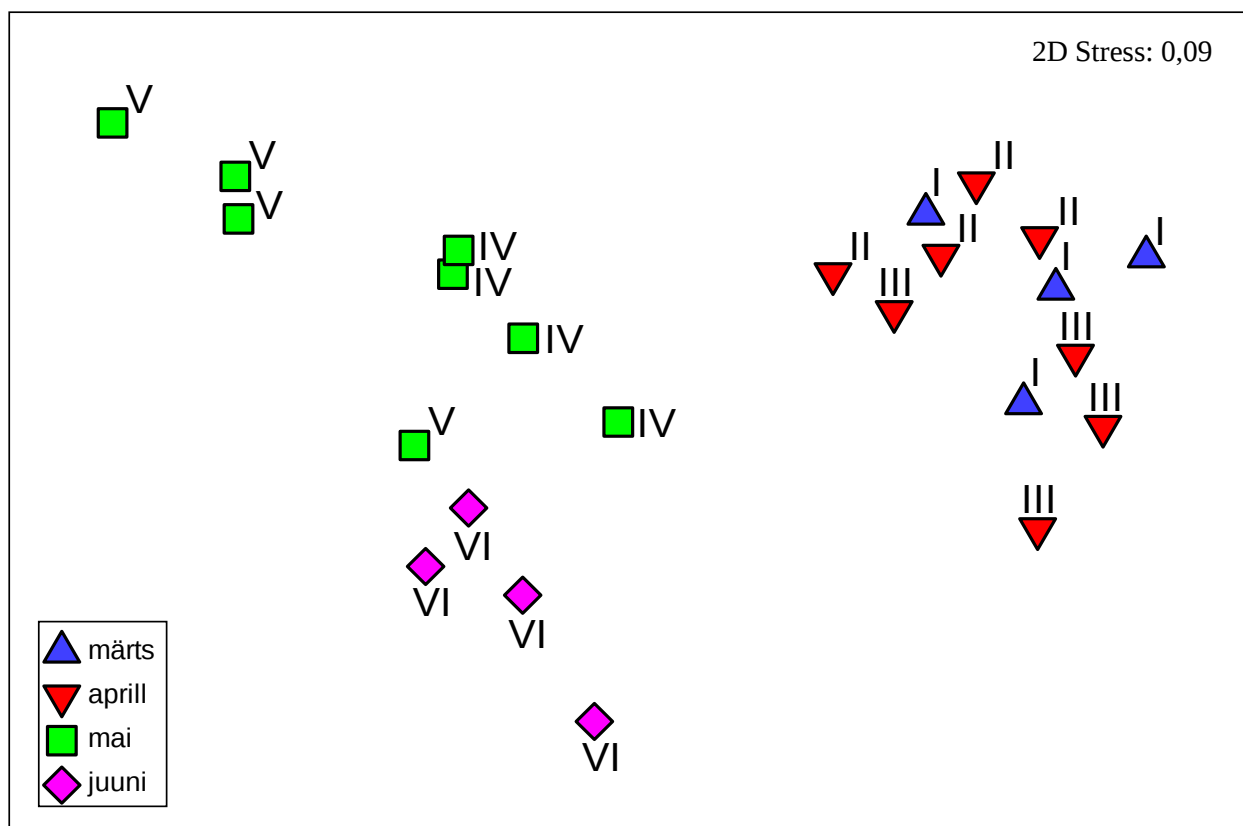
4.2 Saunja lahe võrgupüükide kalastiku liigiline ja arvuline koosseis

Kokku tabati Saunja lahest käesoleva uuringu raames läbi viidud püükide käigus 14 805 kala, erinevaid kalaliike tabati kokku 13 (Tabel 3). Kogu saagikusest moodustas viidikas 85%. Talle järgnesid hõbekoger (4%), särg (3%), nurg (2,4%), roosärg (1,8%), ahven (1%) ja kiisk (1%). Vähearvukalt tabati püükide käigus veel kokre, latikat, haugi, linaskit, ogalikku ning säinas.

Tabel 3. Saunja lahe võrgupüükidest tuvastatud kalaliigid ja nende arvukused (isendite arv ja protsentuaalne osakaal perioodi kogusaagis) erinevate püügiperioodide lõikes. I = 26.-28.03; II = 10.-12.04.; III = 26.-28.04; IV = 10.-12.05; V = 24.-25.05; VI = 11.-13.06.

Kalaliigid	I	II	III	IV	V	VI	kokku	%
viidikas		2(0,4)		2165(85)	10003(95)	446(73)	12 616	85%
hõbekoger	76(24)	104(20)	69(30)	172(7)	91(1)	78(13)	590	4%
särg	165(51)	221(42)	57(25)	35(0,2)		3(0,5)	481	3%
nurg		1(0,2)	1(0,4)	6(0,2)	327(3)	20(3)	355	2,4%
roosärg	14(4)	32(6)	10(4)	75(3)	93(1)	40(7)	264	1,8%
ahven	19(6)	62(12)	28(12)	26(1)	11(0,1)	8(1)	154	1%
kiisk	30(9)	65(12)	38(17)	7(0,3)	1		141	1%
koger	8(2)	20(4)	17(7)	29(1)	6(0,1)	12(2)	92	< 1%
latikas	4(1)	6(1)	5(2)	24(1)	20(0,2)	3(0,5)	62	< 1%
haug	6(2)	7(1)	3(1)	2(0,1)	2		20	< 1%
linask		3(1)		2(0,1)	9(0,1)	1(0,2)	15	< 1%
ogalik	1(0,3)	5(1)		5(0,2)	3		14	< 1%
säinas			1(0,4)				1	< 1%
kokku	323	528	229	2548	10 566	611	14 805	100%

Kalastiku liigiline koosseis erines erinevate püügiperioodide vahel (ANOSIM: $R=0,69$; $p=0,001$, Joonis 2). Esimese ja teise püügiperioodi kalakoosluste struktuuri erisus tulenes eelkõige hõbekogre, särje, ahvena (moodustasid vastavalt 22,05%; 16,97% ja 11,61% keskmisest püügiperioodide vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 32,69) arvukuste erinevustest. Esimesel püügiperioodil domineeris särj, moodustades saagikusest 51% (Tabel 3). Teise ja kolmanda püügiperioodi erinevus tulenes eelkõige särje, ahvena, hõbekogre ja roosärje arvukuste erinevustest (vastavalt 22,16% ; 15,94% ; 12,38% ja 12,10% keskmisest püügiperioodide vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 37,29). Särje ja ahvena saagikus tipnes teisel püügiperioodil ning järgnevatel püügiperioodidel hakkasid nende arvukused langema (Tabel 3). Võrreldes teiste püügiperioodidega, leiti kõige suuremad erisused Saunja lahe kalastiku kolmanda ja neljanda perioodi võrgupüükide vahel (Tabel 3; Joonis 4). Erisused tulenesid viidika, roosärje ja hõbekogre arvukuste erinevustest (vastavalt 55,7%; 9,4% ja 7,1% keskmisest püügiperioodide vahelisest Bray-Curtise-e erisuseindeksist 61,16). Kolmanda ja neljanda perioodi vaheline erisus tulenes eelkõige viidika väga arvukast esinemisest neljandal perioodil (2165 isendit), samas kui nimetatud kalaliik puudus proovipüükidest kolmandal perioodil. Kolmanda ja neljanda püügiperioodi erisused tulenesid ka roosärje ja hõbekogre arvukuse järsust tõusust. Roosärje esinemine võrkudes kahe perioodi vahel kasvas 10 isendilt 75 isendile ning hõbekogre puhul vastavalt 69 isendilt 172 isendini (Tabel 3). Neljanda ja viienda püügiperioodi kalakoosluste struktuuri erisus tulenes viidika ja nuru ja särje arvukuste erinevustest (moodustasid vastavalt 52,18% ; 16,42% ja 6,01% keskmisest püügiperioodide vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 43,42). Viidika ja nuru arvukus kasvas järsult kahe püügiperioodi vahel. Mõlema nimetatud liigi saagikus tipnes viiendal püügiperioodil, vastavalt 10003 ja 327 isendiga. Särje püüti neljandal püügiperioodil 35 isendit, ent viiendal püügiperioodil ei sattunud võrkudesse ühtegi isendit. Viienda ja kuuenda püügiperioodi erinevused tulenesid viidika ja nuru arvukuste erisustest (vastavalt 61,42% ja 14,87% keskmisest püügiperioodide vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 56,27). Kogu vaatlusperioodil mõjutasid kalastiku struktuuri peamiselt muutused hõbekogre, viidika, särje ja nuru arvukuses.

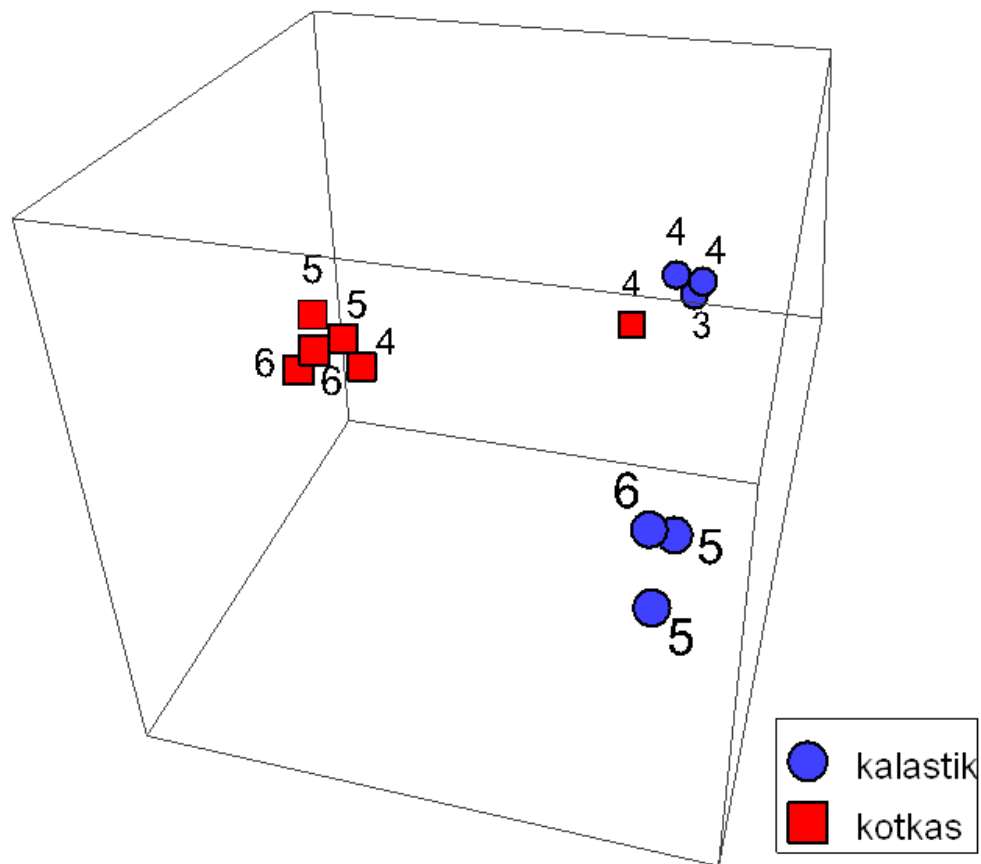


Joonis 4. Võrgupüükides esinenud kalaliikide isendite arvu põhjal koostatud koosluste struktuuride vahelisi erinevusi kirjeldav MDS (*Multi Dimensional Scaling*) graafik. Erinevus ilmneb püügiperiooditi (I – VI), millele vastavad rooma numbrid. Võrgupüükides esinenud kalaliikide arvukusel põhineva kalastiku struktuur erines püügiperiooditi.

4.3 Saunja lahe võrgupüükide ja merikotka pessa toodud kalade liigilise ja arvulise koosseisu võrdlus

Merikotka pessa toodud kalade liigiline ja arvuline koosseis erines Saunja lahe võrgupüükide kalastiku struktuurist (ANOSIM: $R=0,80$; $P=0,037$, Joonis 5). Samas oli kalastiku struktuur merikotkaste saagis ja Saunja lahes väga tugevalt seotud vaatlusajaga ($R=0,62$; $P=0,009$), kus erisus kalaliikide koosluste vahel esines ka erinevate kuude korral. SIMPER analüüsi tulemused näitasid, et vaadeldud seoste põhjuseks merikotka toidus ja võrgupüükide kalastiku vahel olid erisused viidika, hõbekogre ja grupi „määramata kalad“ (vastavalt 24,34%; 20,53%; 8,99% keskmisest kalastikukoosluste vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 63,54) arvukustes. Viidikas

moodustas kokku 85% Saunja lahe võrgupüükide saagikusest, samas kui merikotkas ei toonud saagiks ühtegi viidikat (Tabelid 1 ja 3). Hõbekoger moodustas arvuliselt suure osa nii proovipüükide saagikusest kui merikotka toidus. Samas oli proovipüükides hõbekokrede osakaal, võrreldes merikotka toidus leituga (vastavalt 4% ja 75%, Tabelid 1 ja 3), väiksem. Merikotkaste saakobjektide määramisel ei olnud võimalik kõiki kalu liigini määrata ning seega tekkis grupp „määratama kalad“. Seevastu Saunja lahe kalastiku võrgupüükide järel määrati kõik püütud kalad liigini.



Joonis 5. Merikotka saakobjektide ja Saunja lahe võrgupüükide kalastikukoosluste erinevused mitteparameetrilise mitmemõõtmelise skaleerimise (nMDS) tulemuste põhjal. Erinevus ilmneb kuude kaupa, millele vastavaid kuid tähistavad numbrid (märts – 3, aprill – 4, mai – 5, juuni – 6).

5. Arutelu

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada seosed merikotka pessa toodavate toiduobjektide ja Saunja lahe võrgupüükide kalastiku koosluse liigilise ja arvulise koosseisu vahel. Uuringust selgus, et merikotka poolt pessa toodud saakobjektid erinesid oluliselt Saunja lahe kalastiku struktuurist, aga see erinevus tuleneb põhiliselt viidika suurest arvukusest Saunja lahes ja merikotka eelistusest püüda hõbekokre peamiselt. Erinevused merikotka saakobjektide ja Saunja lahe kalastiku vahel ilmnesevad ka vaatlusperioodide vahel.

Merikotkaste poolt pessa toodud saakobjektide ja Saunja lahe võrgupüükide kalastiku erinevused tulenesid peamiselt viidika, hõbekokre ja grupi "määramata kalad" arvukuste erinevustest. Võrgupüükides oli kõige arvukam viidikas, kuid nimetatud kalaliik puudus täielikult merikotkaste saagis, sest merikotka ei püüa väga väikseid saakobjekte (Nadjafzadeh *et al.*, 2013; Nadjafzadeh *et al.*, 2016). Käesolevas töös leiti on kooskõlas varajasemate uuringutega, kus pole viidikat merikotka toiduobjektina kordagi käsitletud (Randla & Tammur, 1996; HELCOM, 2018; Keskkonnaamet, 2019). Hõbekoger oli võrgupüükides viidika kõrval järgmine arvukaim kalaliik ning vaadeldud merikotka pesakonna toidus kõige arvukamalt esinenud saakobjekt. Tulemus on ootuspärane, sest hõbekoger on Saunja lahes väga arvukas (Saat & Taal, 2001; Keskkonnaamet, 2019). Erinevused merikotkaste saakobjektide ja Saunja lahe võrgupüükide vahel tulenesid ka määramata kaladest merikotkaste pesas, mille puhul ei olnud liigini võimalik määramata 9% kaladest. Ka varajasemate uuringute puhul on välja toodud, et videomaterjale kasutades ei suudeta saakobjekte tuvastada liigini või mõne kõrgema taksonoomilise tasemeni (López-López & Urios, 2010; Robinson *et al.*, 2015). Samas saakjäänuste ning räppetompude analüüsil esineb kalade alahindamist, mida videomonitoringu teel saakobjektide tuvastamisel pole välja toodud (Wille & Kampp, 1983; Sulkava *et al.*, 1997; Whitfield *et al.*, 2013).

Kalaliikide määramist raskendavad määramistunnuste, nagu pea ja neeluluude puudumine (Wille & Kampp, 1983; Sulkava *et al.*, 1997). Suurem osa liike õnnestus videote ja piltide pealt tuvastada soomuste või mõne muu kehaosa järgi. Pesadest ning pesaümbrustest kogutud räppetompude ja saakobjektide analüüsid võivad alahinnata kalade osakaalu kotkaste toidus (Wille & Kampp, 1983; Sulkava *et al.*, 1997; Whitfield *et al.*, 2013). Kuid käesolevas töös võimaldasid kasutatud pesakaamera andmed registreerida kalade osakaalu palju suurema täpsusega. Lisaks võib oletada,

et kuna jälgitud merikotkapaari peamiseks saakobjektiks olid hõbekogred, kuuluvad enamik tuvastamata jäänud kaladest samuti suure tõenäosusega samasse liiki.

Merikotkaste paari poolt pessa toodud saagi ja Saunja lahe võrgupüükide kalastiku liigiline ja arvuline koosseis erinesid ka vaatlusperioodide vahel. Erisus tulenes peamiselt viidikate arvukuse muutustest Saunja lahe võrgupüükides. Merikotka saagist täielikult puudunud viidikas oli seevastu kõige arvukamalt püütud liik Saunja lahes. Samas viidika arvukuse hüppelist tõusu võis märgata alles mai keskel, pärast mida saavutas viidikate esinemine võrgupüükides maksimumi mai lõpus. Juuni keskpaigaks oli viidikate arvukus langenud märgatavalt. Aprilli lõpus ja mais võis täheldada võrgupüükides nuru ja roosärje arvukuse tõusu. Nuru arvukuse tõusu võib seostada nimetatud liigi saabumisega Saunja lahte kudema. Samas Saunja lahes aastaringselt esineva roosärje aktiivsuse suurenemist võib seostada veetemperatuuride tõusuga (TÜ Mereinstituut, 2018; Taal *et al.*, 2019). Nuru saabumisega Saunja lahte, muutus nimetatud liik ka merikotka saakobjektiks. Seevastu roosärge merikotkaste pesast ei tuvastatud, sest roosärg eelistab veekogudes peituda tiheda põhjataimestikuga aladel, mistõttu ei pruugi nimetatud liik olla merikotkale lihtsasti tabatav saakobjekt (Mikelsaar, 1984; Ojaveer *et al.*, 2003). Olulisi erisusi ei täheldatud haugi, ahvena, kogre, säina, kiisa, lutsu ega vimma arvukustest, sest nimetatud liigid olid vähearvukad nii kalastiku võrgupüükides kui ka merikotkaste saagis.

Merikotka pessa toodud saakobjektid erinesid vaatlusperioodide vahel. Hõbekogred moodustasid kõikide vaatlusperioodide peale kokku lausa 75% pessa toodud kaladest ning olid merikotkaste toidus esindatud kogu uurimisperioodi vältel. Arvukamalt esines neid aprilli lõpust vaatlusperioodi lõpuni. Antud tulemus tõestab, et hõbekogre osatähtsus on jälgitud merikotkaste pesitsusaegses saagis oluliselt suur ja annab alust arvata, et hõbekogre hulk on tõenäoliselt merikotkaste saagis kasvanud (Keskkonnaamet, 2019). Merikotkaste saagis oli hõbekokrede järel vähemarvukalt esindatud ka nurg, mida toodi pessa vaid mais ja juunis, vastavalt 12 ja 19 isendit. Merikotkaste jaoks samuti olulist saakobjekti, latikat, püüti kogu uurimisperioodi jooksul 14 korral, peamiselt aprillis ja mais. Nuru ja latika arvukuse kasvu merikotka toidus kevadisel perioodil võib seletada nuru saabumisega Saunja lahte kudema ning latikate aktiivsuse kasvamisega kudemisperioodil (Mikelsaar, 1984). Tähelepanu väärib, et käesoleva uuringu tulemuste kohaselt oli haugi esindatus merikotka pessa toodud saagi hulgas väga väike, samas kui varasemad andmed Eestist (Randla & Tammur, 1996), Soomest (Sulkava *et al.*, 1997), Saksamaalt (Nadjafzadeh *et al.*, 2015;

Nadjafzadeh *et al.*, 2016), Valgevenest (Yurko, 2016) ja Leedust (Virbickas *et al.*, 2021) on nimetanud haugi üheks peamiseks saakliigiks merikotkaste toidus. Haugi arvukust hinnatakse merikotkaste saagis tegelikust suuremaks, sest haugi pea jäetakse kotkaste poolt sageli söömata, kuid teised kalad süüakse ära tervikuna (Sulkava *et al.*, 1997). Haugide vähest esindatust nimetatud töös võib mõneti selgitada asjaoluga, et haugi arvukus oli ka Saunja lahes läbi viidud võrgupüükides võrdlemisi madal. Ka Läänemere merekeskkonna kaitse komisjoni (HELCOM) andmetel on haugide arvukus Läänemeres vähenenud (HELCOM 2018). Samas esineb võimalus, et haugi arvukus võrgupüükides võis olla alahinnatud, kuna piirkonnas väga arvukalt esindatud hõbekogred sattusid kiirelt võrkudesse, misjärel vähemarvukad liigid (sh haugid) ei jäänud enam efektiivselt püügivahenditesse. Seega võib oletada, et hõbekoger on oma rohkuse tõttu haugidest palju kättesaadavam toiduobjekt, mida näitab ka nimetatud liikide suundumus 2018. aasta merikotka toitumise võrdlusmaterjalis. Ülejäänud kalaliigid (ahven, koger, säinas, kiisk, luts, vimb) esinesid merikotkaste saagis pigem juhuslikult ja vähearvukalt.

Saunja lahes teostatud võrgupüügid näitasid kalade liigilise koosseisu erinevusi vaatlusperioodidel. Paljude kalaliikide arvukuse tõusu Saunja lahes võib seostada veetemperatuuride muutuse ja sellega kaasnenud kudemisperioodi algusega (Mikelsaar, 1984; Ojaveer *et al.*, 2003). Kõige arvukamalt püütud viidikas ei olnud kogu uurimisperioodi võrgupüükides esindatud. Enne maikuud sattus viidikas võrkudesse vaid paaril korral. Mai keskel toimus viidikate arvukuses järsk tõus ning kõige enam isendeid püüti viiendal vaatlusperioodil mai lõpus. Samuti kasvasid neljandaks ja viiendaks vaatlusperioodiks vastavalt hõbekogre ning nuru ja roosärje arvukused. Nii viidikal, hõbekogrel, nurul kui roosärjal jääb kudemiseperiood mai lõppu (Mikelsaar, 1984; Ojaveer *et al.*, 2003). Särge, ahven ning kiisk olid kõige arvukamalt esindatud võrgupüükides aprilli keskele jäänud teises perioodis, pärast mida hakkas nimetatud liikide esinemine võrgupüükides tunduvalt vähenema. Arvukuse muutus võis olla seotud aprillis alanud kudemisajaga nimetatud liikide jaoks (Mikelsaar, 1984). Kogre ja latika puhul oli arvukuse muutus väike, kuid märgatav, ning neljanda perioodi alla jäänud mai keskpaigas esines nimetatud liike võrgupüükides arvukamalt. Mai keskpaik on kogrel ja latikal kudemisaeg (Mikelsaar, 1984). Haugi, linaski ja säina puhul ei olnud märgata ilmset arvukuse tõusu ega langust, sest nimetatud liigid esinesid võrgupüükides vähearvukalt. Ogalik sattus võrkudesse pigem juhusliku kaaspüügina, sest kasutatud püügivahendid ei olnud mõeldud ogalike püüdmiseks. Haugi ja säina puhul on tulemus üllatav, sest nii haug kui säinas on varasema uuringu kohaselt Saunja lahe üks

kõige iseloomulikumaid kudejaid (Saat & Taal, 2001). Võimalik, et eelnevalt nimetatud kalaliikide vähene esinemine võrgupüükides oli tingitud hõbekokrede massilisest kinnijäämisest võrkudesse, mis vähendas teiste kalaliikide sattumist võrkudesse. Säina vähene arvukus võib olla seotud kunagiste asurkondade arvukuse vähenemisega ülepüügi tõttu, mille järel ei ole säina arvukus jõudnud taastuda (Vetemaa *et al.*, 2001; Rohtla *et al.*, 2015)

Käesolevas töös vaadeldud 2016. aasta merikotka pesakonna toidus moodustasid linnud 1% kõikidest saakobjektidest. Tulemus on üllatav, sest Saunja laht pakub sobivat elupaika paljudele veelindudele (Keskkonnaamet, 2017). Lisaks on varasemas uuringus (Randla & Tammur, 1996) samuti välja toodud, et linnud moodustavad väga olulise osa (54%) Eestis pesitsevate merikotkaste saagist. Lindude vähesuse saakobjektide hulgas võib põhjustada asjaolu, et veelinde püüda on energeetiliselt kulukam ning ajamahukam kui kalu (Nadjafzadeh *et al.*, 2013). Seega, generalistliku ja oportunistliku toitujana (Sulkava *et al.*, 1997) eelistavad merikotkad Saunja lahes arvukamaid ning kergemini tabatavaid saakliike ning on tõenäoline, et kalade, eeskätt hõbekokrede, kõrge arvukus vaadeldud piirkonnas tagab merikotkastele kindla ja lihtsastipüütava toidubaasi.

Võrdlusena võetud 2018. aasta merikotka pesakaamera tulemused näitasid sarnasusi merikotkaste saakobjektide eelistuse kohta. Küll aga moodustasid 2018. aasta merikotka pesakaamerast tuvastatud linnud 13% kõikidest saakobjektidest. Nagu varasemalt mainitud, siis nimetatud aastal esines 2016. aastaga võrreldes rohkem pesakaamera tehnilisi kõrvalekaldeid, mis ei võimaldanud kõiki saakobjekte registreerida ja tõenäoliselt oli lindude osakaal vaadeldud merikotka paari saagis ülehinnatud. Üldiselt esines 2018. aasta saagis saakobjekte vähem, kuna merikotka pesakonnas oli vaid üks poeg, võrreldes 2016. aastaga, kui kasvatati üles kolm poega. Samas nii 2016. kui ka 2018. aasta puhul võis täheldada, et eelistatud olid hõbekoger, nurg ja latikas. Seega kinnitavad 2018. aasta töö andmed, et käesoleva töö analüüsi kaasatud merikotkapaari saagi eelistused ei olnud liigi jaoks uuritavas piirkonnas erandlikud.

Käesoleva magistritöö raames jälgitud merikotkaste paari poolt pessa toodud saak koos kalastiku võrgupüükide tulemustega kinnitasid, et merikotkas on oportunistlik ja generalistlik toituja (Sulkava *et al.*, 1997; Nadjafzadeh *et al.*, 2016;), kes antud toitumispiirkonnas eelistas ülekaalukalt hõbekokre. Saunja lahe võrgupüügid näitasid küll teatud kalade (viidikas, nurg, roosärg) arvukuse tõusu, kuid sellele vaatamata ei hakanud merikotkad hõbekokresid vähem eelistama näiteks.

Viidika puudumine merikotkaste saagis on tõenäoliselt seotud nimetatud liigi väikeste kehamõõtmetega. Nimelt moodustavad merikotka saagi eelkõige suuremad kalad, mille kehapiikkus algab 20 cm-st (Nadjafzadeh *et al.*, 2013; Nadjafzadeh *et al.* 2016).

Erinevused Saunja lahe kalastiku koosluse ja merikotka pessa toodud kalade liigilise struktuuri vahel näitasid, et käesoleval ajal on Saunja lahes merikotkaste ja kalurite vahelise konflikti tekkimine vähetõenäoline. Merikotkad püüdsid valdavalt Saunja lahes domineerivat hõbekokre, mis ei ole töenduslikult oluline kalaliik, sest hõbekokrede esmase kokkuostu hind on madal ning nõudlus selle kalaliigi järele väike (Armulik & Sirp, 2020). Samas veekogudes, kus peamiseks potentsiaalseks saakobjektiks on kalanduse seisukohalt marginaalse tähtsusega kalaliik, on vastava konflikti esinemine tõenäolisem. Seetõttu on edaspidi oluline uurida teisi, olulisi kalapüügi piirkondi, mida kasutavad samuti merikotkad toitumisveekoguna.

Käesolev töö näitab, et merikotka pessa toodud kalade liigiline- ja arvuline struktuur erines Saunja lahe kalastiku kooslusest. Sealjuures vaatlusperioodide vahelised erisused tulenesid pigem üksikutest liikidest. Kuna merikotkad on generalistliku toitujana võimelised püüdma erinevaid saakobjekte, olenevalt nende arvukusest, on edasistes uuringutes vajalik välja selgitada merikotkaste toitumine teistes piirkondades. Võttes ka arvesse töös ilmnenu merikotkaste eelistust suuremate kalade püüdmiseks, siis võiks edaspidistes töödes analüüsida saakobjekte nende kehamõõtmete järgi. Ühtlasi on vaja laiemate üldistuste tegemiseks suurendada uuringusse kaasatud pesade arvu. Käesolevas töös vaadeldi merikotkaste toitumist vaid ühes kindlas piirkonnas pesitseva paari näitel. Kuid kogutud andmed võimaldasid hinnata, kuidas võivad olla seotud merikotka toitumine ja tema toitumisveekogu kalastik.

Kokkuvõte

Kiskja-saaklooma vahelised interaktsioonid on oluline uurimisvaldkond, eriti liigikaitse seisukohalt. Kasvava arvukusega kiskjate ja vastavate majandusharudega tegelevate inimeste vahel võib tekkida konkurents ja konflikt ressursi ehk saakobjektide pärast. Eestis on tippkiskjast merikotkaste arvukus kunagisest madalpunktist taastunud. Merikotkad on taasasustanud enda ajaloolisi alasid peamiselt rannikualadele ning on ühe rohkem levinud ka sisemaal. Merikotkas on generalistlik toituja, kes tarbib saakloomi vastavalt nende kättesaadavusele keskkonnast. Antud töös uuritakse merikotka ja toitumisveekogu kalastiku seoseid, sest sellised uuringud võimaldavad hinnata, kas merikotkas võib pakkuda konkurentsi kaluritele.

Saunja laht on rikkaliku kalastikuga piirkond, mille ümbruses pesitseb kolm paari merikotkaid. Käesolevas töös registreeriti saakobjektid ning kalastik vastavalt 2016. aasta ühe merikotkapaari pesakaamerast ja 2016. aasta Saunja lahe võrgupüükidest. Andmeid võrreldi omavahel, et välja selgitada, kas ja millisel määral toitumisveekogu kalastikus toimuvad sesoonsed muutused kajastuvad ka merikotka toidus.

2016. aasta merikotka pessa toodud kalade liigiline ja arvuline koosseis erines Saunja lahe võrgupüükide kalastiku struktuurist. Erisused tulenesid peamiselt viidikate ja hõbekokrede arvukuste erinevustest vaadeldud perioodidel. Merikotkaid ei täheldatud kordagi pessa toomas viidikaid kuigi need domineerisid Saunja lahe võrgupüükides. Hõbekogred olid merikotkaste saagis ülekaalukalt esindatud liik, olles ühtlasi arvukuselt teisel kohal püütuna Saunja lahest.

Antud töös selgus, et Saunja lahe kalastiku sesoonne muutlikkus ei kajastunud merikotkaste toitumises. Sellest tulenevalt saab öelda, et Saunja lahes on käesoleval ajal konflikti tekkimine vähetõenäoline, sest merikotkad eelistavad ülekaalukalt töönduslikult väheolulist hõbekokre. Laiemate üldistuste tegemiseks tuleks tulevikus uuringutesse kaasata rohkem pesakondi. Samuti peaks silmas pidama merikotkaste toiduobjektide varieeruvust, seega on oluline uurida ka teisi piirkondi, kus kalastik võib Saunja lahest erineda.

Summary

„Seasonal changes in the diet of one brood of white-tailed eagles and the links with the dynamics of the fish community from the feeding water body“

Predator-prey interactions are an important area of research, especially for species under protection. Competition and conflict over resources (e.g. fish stocks) may arise between the growing number of predators and people engaged in the respective industries. In Estonia, the white-tailed eagle population has increased, having recovered from an all-time low. The eagles have repopulated their historic territories in coastal areas and have also spread more inland. The white-tailed eagle is a generalist feeder who consumes prey according to its availability in the environment and thus can be viewed as a competitor for coastal fish stocks for fishers. This study focuses on describing the links between the fish community, present in the feeding water body and the eagles' diet.

Saunja Bay is an area abundant in fish, around which three pairs of white-tailed eagles regularly nest. In this thesis, fishing data and nest camera footage from 2016 were used to register the fish population of the bay and the eagles' prey objects from one nest. The data were compared in order to find out whether and to what extent the structure of fish community (and seasonal changes in it) in the feeding water body are reflected in the white-tailed eagle's diet.

The composition of fish caught by the white-tailed eagles in 2016 differed from that of the overall fish population of Saunja Bay. During the observed periods, the differences between the two sets of fish were mainly due to differences in the numbers of common bleak and prussian carp within each set. The common bleak was never observed from the nest camera recordings, while being very numerous in the gill-net catches at the same time. The prussian carp was a predominantly preferred prey in white-tailed eagles' diet, while also being caught in great numbers in Saunja Bay.

In this study, it was concluded that the seasonal variability of the fish in Saunja Bay was not reflected in the diet of the white-tailed eagles. Consequently, conflict between white-tailed eagles and fishermen is unlikely in Saunja Bay at the moment, because white-tailed eagles predominantly prefer currently commercially insignificant species. At the same time, greater numbers of broods should be involved to make broader generalizations. Also, since white-tailed eagles are capable of catching a wide variety of prey, it is important to study other areas where the fish population may differ from that of Saunja Bay.

Tänuavaldused

Soovin tänada eelkõige enda juhendajaid Imre Taala ja Lauri Saksa juhendamise, pühendunud aja ja kannatlikkuse eest. Suured tänud kuuluvad ka Renno Nellisele merikotkast puudutavate kirjandusalaste nõuannete eest. Lisaks tootsin eraldi välja inimesed, kelle abi ja nõuannete eest olen samuti ääretult tänulik – Maria Tuulik, Laurina Šinkejeva, Kristi Kõrge, Alar Veraksitš, Ants Kaasik. Samuti olen tänulik perele ja sõpradele, kes elasid mulle kaasa töö valmimisel.

Viited

- Anderson, H. B., Evans, P. G. H., Potts, J. M., Harris, M. P., & Wanless, S. (2014). The diet of Common Guillemot *Uria aalge* chicks provides evidence of changing prey communities in the North Sea. *Ibis*, 156, 23–34.
- Aranda, M., Le Gallic, B., Ulrich, C., Borges, L., Metz, S., Pallezo, R., & Santurtún, M. (2019). *Research for PECH Committee-EU Fisheries Policy-Latest Developments and Future Challenges*. 1–124.
- Armulik, T., & Sirp, S. (2020). Eesti kalamajandus 2019. *Eesti Kalamajandus*.
- Baraff, L. S., & Loughlin, T. R. (2000). Trends and potential interactions between pinnipeds and fisheries of New England and the U.S. West Coast. *Marine Fisheries Review*, 62, 1–39.
- BirdLife International. (2021). *Species factsheet: Haliaeetus albicilla*.
<http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/white-tailed-sea-eagle-haliaeetus-albicilla/text>
- Bowerman, W. W., Giesy, J. P., Best, D. A., & Kramer, V. J. (1995). A review of factors affecting productivity of bald eagles in the great lakes region: Implications for recovery. *Environmental Health Perspectives*, 103, 51–59.
- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2015). *PRIMER v7: User Manual/Tutorial. PRIMER-E: Plymouth*.
- Dementavičius, D., Rumbutis, S., Virbickas, T., Vaitkuvienė, D., Dagys, M., & Treinys, R. (2020). Spatial and temporal variations in the White-tailed Eagle *Haliaeetus albicilla* breeding diet revealed by prey remains. *Bird Study*, 67, 206–216.
- Ekblad, C., Sulkava, S., Stjernberg, T. G., & Laaksonen, T. K. (2016). Landscape-Scale Gradients and Temporal Changes in the Prey Species of the White-Tailed Eagle (*Haliaeetus albicilla*). *Annales Zoologici Fennici*, 53, 228–240.
- Ekblad, C., Tikkanen, H., Sulkava, S., & Laaksonen, T. (2020). Diet and breeding habitat preferences of White - tailed Eagles in a northern inland environment. *Polar Biology*, 43, 2071–2084.
- Elts, J., Leito, A., Leivits, M., Nellis, R., & Ots, M. (2019). Status and numbers of Estonian birds, 2013–2017. *Hirundo*, 32, 1–39.
- Eschbaum, R., Veber, T., Vetemaa, M., & Saat, T. (2003). Do cormorants and fishermen compete for fish resources in the Väinameri (eastern Baltic) area. In *Interactions between fish and birds: Implications for management* (pp. 72–83).
- Estes, J. A., Terborgh, J., Brashares, J. S., Power, M. E., Berger, J., Bond, W. J., Carpenter, S. R., Essington, T. E., Holt, R. D., Jackson, J. B. C., Marquis, R. J., Oksanen, L., Oksanen, T., Paine, R. T., Pickett, E. K., Ripple, W. J., Sandin, S. A., Scheffer, M., Schoener, T. W., ... Wardle, D. A. (2011). Trophic downgrading of planet earth. *Science*, 333, 301–306.

- Gaglio, D., Cook, T. R., Connan, M., Ryan, P. G., & Sherley, R. (2017). Dietary studies in birds : testing a non-invasive method using digital photography in seabirds. *Methods in Ecology and Evolution*, 8, 214–222.
- Graham, K., Beckerman, A. P., & Thirgood, S. (2005). Human-predator-prey conflicts: Ecological correlates, prey losses and patterns of management. *Biological Conservation*, 122, 159–171.
- Hailer, F. (2006). *Conservation Genetics of the White-Tailed Eagle*. Uppsala Universitet.
- Harvey, C. J., Good, T. P., & Pearson, S. F. (2012). Top-down influence of resident and overwintering Bald Eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) in a model marine ecosystem. *Canadian Journal of Zoology*, 90, 903–914.
- Helander, B. (1985). Reproduction of the white-tailed sea eagle *Haliaeetus albicilla* in Sweden. 3, 211–227.
- Helander, B. (1982). Residue levels of organochlorine and mercury compounds in unhatched eggs and the relationships to breeding success in white-tailed sea eagles *Haliaeetus albicilla* in Sweden.
- Helander, B., Olsson, A., Bignert, A., Asplund, L., & Litzén, K. (2002). The role of DDE, PCB, coplanar PCB and eggshell parameters for reproduction in the white-tailed sea eagle (*Haliaeetus albicilla*) in Sweden. *Ambio*, 31, 386–403.
- HELCOM. (2018). White-tailed sea eagle productivity. *July*, 1–30.
- HELCOM. (2019). Guidelines for coastal fish monitoring.
- Hipfner, J. ., Blight, L. K., Lowe, R. W., Wilhelm, S. I., Robertson, G. J., Barrett, R. T., & Good, T. P. (2012). Unintended consequences: how the recovery of sea eagle *Haliaeetus* spp. populations in the northern hemisphere is affecting seabirds.
- Iital, A., Brandt, N., Gröndahl, F., Loigu, E., & Klõga, M. (2010). Impact of changes in nutrient inputs to the water quality of the shallow Haapsalu Bay, the Baltic Sea. *Journal of Environmental Monitoring*, 12, 1531–1536.
- Ives, A. R., Cardinale, B. J., & Snyder, W. E. (2005). A synthesis of subdisciplines: Predator-prey interactions, and biodiversity and ecosystem functioning. *Ecology Letters*, 8, 102–116.
- Jüssi, F., & Randla, T. (1968). Kotkaste saatus on meie kätes. *Eesti Loodus*, 6, 334–339.
- Kangur, M. (2003). Kalanduslikud uuringud Läänemaa veekogudel. 0–43.
- Katzner, T. E., Bragin, E. A., Knick, S. T., & Smith, A. T. (2003). Coexistence in a multispecies assemblage of eagles in central Asia. *Condor*, 105, 538–551.
- Keskkonnaagentuur. (2019). Eesti riikliku keskkonnaseire allprogrammi “Eluslooduse ja maastike mitmekesisuse seire” seiretöö.
- Keskkonnaagentuur. (2021a). Kesktalvine veelinnuloendus 2020. a.

- Keskkonnaagentuur. (2021b). Väikeste meresaarte haudelinnustiku seire 2019. a.
- Keskkonnaamet. (2017). Silma looduskaitseala ja Karjatsimere hoiuala kaitsekorralduskava.
- Keskkonnaamet. (2019). Merikotka (*Haliaeetus albicilla*) kaitse tegevuskava.
- Lewis, S. B., Fuller, M. R., & Titus, K. (2004). A comparison of 3 methods for assessing raptor diet during the breeding season. *Wildlife Society Bulletin*, 32, 373–385.
- López-López, P., & Urios, V. (2010). Use of digital trail cameras to study Bonelli's eagle diet during the nestling period. *Italian Journal of Zoology*, 77, 289–295.
- TÜ Mereinstituut. (2018). Väinamere hoiuala mereosa kaitsekorralduskava aastateks 2009-2018.
- Mersmann, T. J., Buehler, D. A., Fraser, J. D., & Seegar, J. K. D. (1992). Assessing Bias in Studies of Bald Eagle Food Habits. *The Journal of Wildlife Management*, 56, 73–78.
- Mikelsaar, N. (1984). Eesti NSV kalad (Fishes of the Estonian SSR). *Valgus*.
- Mlíkovský, J. (2009). The food of the White-tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*) at Lake Baikal, east Siberia. *Slovak Raptor Journal*, 3, 35–39.
- Nadjafzadeh, M., Hofer, H., & Krone, O. (2013). The link between feeding ecology and lead poisoning in white-tailed eagles. *Journal of Wildlife Management*, 77, 48–57.
- Nadjafzadeh, M., Hofer, H., & Krone, O. (2016). Sit-and-wait for large prey: foraging strategy and prey choice of White-tailed Eagles. *Journal of Ornithology*, 157, 165–178.
- Nadjafzadeh, M., Voigt, C. C., & Krone, O. (2015). Spatial, seasonal and individual variation in the diet of White-tailed Eagles *Haliaeetus albicilla* assessed using stable isotope ratios. *Ibis*, 158, 1–15.
- Neuman, E., Sandström, O., & Thoresson, G. (1999). Guidelines for coastal fish monitoring. *National Board of Fisheries, Institute of Coastal Research*.
- Ojaveer, E., Pihu, E., & Saat, T. (2003). Fishes of Estonia. *Estonian Academy Publishers*.
- Randla, T., & Tammur, E. (1996). The white-tailed sea eagle *Haliaeetus albicilla* population and breeding productivity in Estonia and some regions of NW Europe. *Eagle Studies*, 51–56.
- Reif, V., Tornberg, R., Jungell, S., & Korpimäki, E. (2001). Diet variation of common buzzards in Finland supports the alternative prey hypothesis. *Ecography*, 24, 267–274.
- Ritchie, E. G., & Johnson, C. N. (2009). Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology Letters*, 12, 982–998.
- Rohtla, M., Svirgsden, R., Taal, I., Saks, L., Eschbaum, R., & Vetemaa, M. (2015). Life-history characteristics of ide *Leuciscus idus* in the Eastern Baltic Sea. *Fisheries Management and Ecology*, 22, 239–248.
- Rohtla, M., Vetemaa, M., Taal, I., Svirgsden, R., Urtson, K., Saks, L., Verliin, A., Kesler, M., &

- Saat, T. (2014). Life history of anadromous burbot (*Lota lota*, Linnaeus) in the brackish Baltic Sea inferred from otolith microchemistry. *Ecology of Freshwater Fish*, 23, 141–148.
- Rosenberg, V., & Cooper, R. J. (1990). Approaches to avian diet analysis. *Studies in Avian Biology*, 13, 80–90.
- Rutz, C., & Bijlsma, R. G. (2006). Food-limitation in a generalist predator. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273, 2069–2076.
- Saat, T., & Taal, I. (2001). Saunja lahe kalastikust. Silma looduskaitseala. *Estonia Maritima*, 269–278.
- Sándor, A. D., Alexe, V., Marinov, M., Dorosencu, A., Domşa, C., & Kiss, B. J. (2015). Nest-site selection, breeding success, and diet of white-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) in the Danube Delta, Romania. *Turkish Journal of Zoology*, 39, 300–307.
- Schmitz, O. J. (2006). Predators have large effects on ecosystem properties by changing plant diversity, not plant biomass. *Ecology*, 87, 1432–1437.
- Schmitz, O. J. (2007). Predator Diversity and Trophic Interactions. *Ecology*, 88, 2415–2426.
- Schoener, T. W. (1971). Theory of Feeding Strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2, 369–404.
- Sillero-Subiri, C., & Laurenson, K. (2001). Interactions between carnivores and local communities: conflict or co-existence? *Carnivore Conservation*, JANUARY 2001, 282–312.
- Steffens, W. (2010). Great cormorant - Substantial danger to fish populations and fishery in Europe. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16, 322–331.
- Steneck, R. S., Graham, M. H., Bourque, B. J., Corbett, D., Erlandson, J. M., Estes, J. A., & Tegner, M. J. (2002). Kelp forest ecosystems: Biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental Conservation*, 29, 436–459.
- Sulkava, S., Tornberg, R., & Koivusaari, J. (1997). Diet of the White-tailed Eagle *Haliaeetus albicilla* in Finland. *Ornis Fennica*, 74, 65–78.
- Taal, I., Saks, L., Vetemaa, M., & Nugin, U. (2019). *EELUURING SAUNJA LAHE JA RIIMIMERE NING SALAJÕE-KÄRBLA PEAKRAAVI SÜSTEEMI VAHELISE OSALISELT KINNI KASVANUD KALADE RÄNDETEE* (Issue september).
- Tornberg, R., & Reif, V. (2007). Assessing the diet of birds of prey : a comparison of prey items found in nests and images. *Ornis Fennica*, 84, 21.
- Treves, A., & Karanth, K. U. (2003). Human-Carnivore Conflict and Perspectives on Carnivore Management Worldwide. *Conservation Biology*, 17, 1491–1499.
- Tuvi, J., & Väli, Ü. (2007). The impact of the white-tailed eagle *Haliaeetus albicilla* and the Osprey *Pandion haliaetus* on Estonian common carp *Cyprinus carpio* production: How large is the economic loss? *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences: Biology, Ecology*, 56, 209–223.

- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., & Saat, T. (2005). Distribution, sex ratio and growth of *Carassius gibelio* (Bloch) in coastal and inland waters of Estonia (north-eastern Baltic Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 21, 287–291.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Aps, R., & Saat, T. (2001). Collapse of political and economical system as a cause for instability in fisheries sector: An Estonian case. *Zoology*, 1–9.
- Virbickas, T., Dementavičius, D., Rumbutis, S., Vaitkuvienė, D., Dagys, M., & Treinys, R. (2021). Understanding recreational targets and ecological consequences: increased northern pike stocking reflected in top avian predator diet. *European Journal of Wildlife Research*, 67, 1–10.
- Whitfield, D. P., Douse, A., Evans, R. J., Grant, J., Love, J., McLeod, D. R. A., Reid, R., & Wilson, J. D. (2009). Natal and breeding dispersal in a reintroduced population of White-tailed Eagles *Haliaeetus albicilla*. *Bird Study*, 56, 177–186.
- Whitfield, D. P., Marquiss, M., Reid, R., Grant, J., Tingay, R., & Evans, R. J. (2013). Breeding season diets of sympatric white-tailed eagles and golden eagles in Scotland: No evidence for competitive effects. *Bird Study*, 60, 67–76.
- Wille, F., & Kampp, K. (1983). Food of the white-tailed eagle *Haliaeetus albicilla* in Greenland. *Ecography*, 81–88.
- Yodzis, P. (2001). Must top predators be culled for the sake of fisheries? *Trends in Ecology and Evolution*, 16, 78–84.
- Yurko, V. V. (2016). Diet of the White-Tailed Eagle During the Breeding Season in the Polesski State Radiation-Ecological Reserve, Belarus. *Raptors Conservation*, 32.

Veebiviited

1. Avibase, <https://avibase.ca/5A3D91D3> (kasutatud 2021)
2. e-Elurikkus, <https://elurikkus.ee/bie-hub/species/63009#redlist> (kasutatud 2021)

Lisa 1



Kuvatõmmis merikotka pesakaamera videost 2016. aastal