

Kormorani toitumisuuring Hiiumaa põhjarannikul

TUULI-TRIIN LINNAS^{1*}, ALFONSO DIAZ-SUAREZ¹, DORIS PAJUMÄE², LAURI SAKS^{1,2}

¹ Eesti mereinstituut, Tartu Ülikool, Vanemuise 46a, 51003, Tartu;

² Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Eesti Maaülikool, F.R. Kreutzwaldi 62, 51006, Tartu

* E-mail: tuuli-triin.linnas@ut.ee



KOKKUVÕTE

Kormoranide (*Phalacrocorax carbo sinensis*) arvukus on Eestis viimaste aastakümnete jooksul kasvanud. Seetõttu on palju tähelepanu pälvinud ka selle asurkonna potentsiaalne mõju kohalikele toiduvõrgustikele. Samas jäävad viimased kormoranide toitumisuuringud Eestis juba mitme kümnendi taha. Töö eesmärk oli selgitada, milline on kormorani toidu koostis Hiiumaa põhjarannikul 2025. aasta sügisel. Selleks analüüsiti jahimeeste kütitud kormoranide seadekulgate sisu. Seedimata kujul tuvastati magudest kuus kalaliiki: üarmudil, ogalik, lest, kilu, emakala ja merihärg. Üarmudil moodustas kormorani toidust vastavalt piirkonnale 86–93%. Kalade kogupikkust oli võimalik mõõta kolmel kalaliigil – üarmudilal, kilul ja lestal. Kõige enam leidis 15–20 cm pikkuseid üarmudilaid. Küttimise asukoha ning aja seos magudest kirjeldatud kalastiku struktuuriga oli nõrk, mis viitab, et kütitud kormoranid toituisid lähedal asuvates või sarnase kalastikuga piirkondades. Saamaks selgemat pilti kormorani toitumise kohta kogu aasta vältel ja laiemal ruumilisel skaalal on vajalikud edasised kormorani toitumisuuringud.

SISSEJUHATUS

Kormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*) on Euroopas ja Eestis soodsas seisundis (Eesti Looduse Infosüsteem, 2019; BirdLife International, 2018). Euroopas on kormoranide leviku pidepunkt Läänemere-äärne piirkond, kus pesitseb ligikaudu 70% kormorani kontinentaalse alamliigi asur-

konnast. Pärast esimesi pesitsuskatseid Kolga lahel 1983. aastal (Ojaste et al., 2012) on kormorani haudepaaride arv järjepidevalt kasvanud ning saavutas 47 670 paari piiri 2024. aastal. Eestis on kormorani asurkonna kasvutempo viimasel kaheteistkümnel aastal olnud 7,9%

aastas (Leivits, 2025). 2022. aasta andmetel pesitseb 81% kormoranipaaridest rannikumere piirkonnas ning 11% sise- maal (Leivits, 2023).

Kormoranipopulatsioonid on saavutanud Euroopas rekordilise arvukuse ning seega võivad nad reguleerida paljude kalapopulatsioonide dünaamikat ja sigimisedu (Säterberg et al., 2023). Kormoranide arvukuse kasv Euroopas on suurendanud tähelepanu kormoranide mõjule (Ovegård et al., 2025). Arvestades kalapopulatsioonide ajalis-ruumilist muutlikkust, mis sõltub nii kalaliikide bioloogiast kui ka vee omadustest, on teaduslike järelduste tegemiseks vaja uurida kormorani toitumisharjumusi (Eschbaum, 2008). Kormoran on kalatoiduline ja tarbib päevas ligikaudu 400–600 g kala (Ridgway, 2010), peamiselt kiire kasvu faasi jõudvaid noorkalu (Säterberg et al., 2023). Kormoran on oportunistlik toitaja ehk ta toitub piirkonna kõige arvukamatest liikidest (Keller, 1995; Lehikoinen, 2005; Boström et al., 2012). Olenevalt aastaajast võib kormoran liikuda siseveekogude ja rannikumere vahel (Keskkonnaamet, 2025). Kormoranide toitumisedukust suurendab seltsinguline toitumiskäitumine nii siseveekogudel kui ka merealadel (van Eerden & Voslamber, 1995; Zingel et al., 2021). Kormoran on võimeline sukelduma sügavamale kui 20 meetrit, kuid toitumiseks eelistab ta kuni 10 meetri sügavust vett (Eschbaum, 2008). Senised uuringud

Eestis on keskendunud peamiselt pesitsevate isendite toitumisele (Nienhuis, 1997; Eschbaum et al., 2003; Vetemaa et al., 2010), samas kui rändeperioodil toituvate isendite toitumiseökoloogia on käsitletud oluliselt vähem (Arula et al., 2025). Meie uuringu eesmärk on analüüsida rändel liikuvate isendite toitumist.

Kormorani toitumisuuringutes on seni kasutatud erinevaid meetodikaid (Keller, 1995; Lehikoinen, 2005; Säterberg et al., 2023), kuid laialdaselt rakendatud metoodika on räppetompude analüüs (Keller, 1995; Eschbaum et al., 2003; Vetemaa et al., 2010; Emmrich & Düttmann, 2011). Kuna räppetomp moodustub enamasti eelneva öö jooksul seeditud kalade luudest, annab räppetompude analüüs hea ülevaate kormoranide päevase toidu koostise kohta. Seedetrakti happelisuse tõttu võivad väiksemad kalaluud ja otoliidid enne räppetombu väljutamist osaliselt kuluda või täielikult lahustuda, mis vähendab oluliselt metoodika täpsust. Seda metoodilist puudujääki on võimalik vältida, kui analüüsida surmatud lindude maosisu (Carss et al., 2012). Seda ka juhul, kui uuringuks kasutatud linnud ei surmata teadustöö eesmärgil. Selliste toitumisuuringute läbi viimist võimaldab näiteks varasemalt jahi käigus juba kütitud lindude seedetraktide analüüs. Käesolevalt kirjeldame Hiiumaa põhjarannikult 2025. aasta sügisel kütitud kormoranide seadekulgatest leitud kalade liigilist koostist.

MATERJAL JA METOODIKA

Materjal kütiti Hiiumaa põhjarannikult Tahkuna Jahiseltsi poolt 2025. aasta sügisel (24.08; 25.08; 15.09; 16.09; 17.09; 19.09) kolmes piirkonnas – Tahkuna, Kootsaare ning Lehtma (joonis 1). Tahkunast kütiti 49 isendit, Kootsaarest 32 isendit ning Lehtmast 10 isendit (tabel 1). Kütitud isendite hulgas oli noor- ja vanalinde. Kütitud isendilt eemaldati seedetrakt, pakendati koos etiketiga kilekotti ning sügavkülmutati ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ juures). Külmutatud materjal transporditi Tartu Ülikooli Eesti mereinstituudi laborisse ning sulatati toatemperatuuril 10 tunni jooksul enne analüüsi. Kokku analüüsiti 91 kormorani seedetrakti sisu. Analüüsitud magudest ning neelust tuvastati kala-

liigid täpseima võimaliku taksonoomilise tasemeni. Maost leitud seedimata kalad (kokku 245 isendit) loendati ning võimalusel mõõdeti isendite kogupikkus (TL). Kui maost leiti ka kaladele liigimaseid seedimatuid osi (otoliidid, neeluhambad, lõualuud), need koguti, ent andmeid ei kasutatud edasisel analüüsil, kuna seedunud kalad olid neelatud tunduvalt varem kui käesolevas töös kasutatud seedimata kalad, mis kajastasid linna hiljutisemat toitumiskorda. Erinevatest kohtadest kütitud kormoranide maosisudest määratud kalaliikide koosluste võrdlemiseks kasutati ANOSIM-analüüsi (tarkvarapakett PRIMER v7; ClarkeGorley).

Tabel 1. Kütitud lindude arv päevade lõikes Hiiumaa põhjaranniku kolmes piirkonnas.

Table 1. Number of birds hunted by day in three regions along the northern coast of Hiiumaa.

	Tahkuna	Lehtma	Kootsaare
24. august	12	3	21
25. august	14	0	11
15. september	3	3	0
16. september	3	2	0
17. september	8	0	0
19. september	9	2	0
Kokku / Total	49	10	32



Joonis 1. Hiiumaa põhjarannik, kus on ringiga tähistatud kormoranide kütamise piirkonnad (Tahkuna, Kootsaare ja Lehtma). Aluskaart: Maa- ja Ruumiamet (2026).

Figure 1. The northern coast of Hiiumaa, with the cormorant hunting areas (Tahkuna, Kootsaare, and Lehtma) marked with circles. Base map: Land and Spatial Development Board (2026).

TULEMUSED

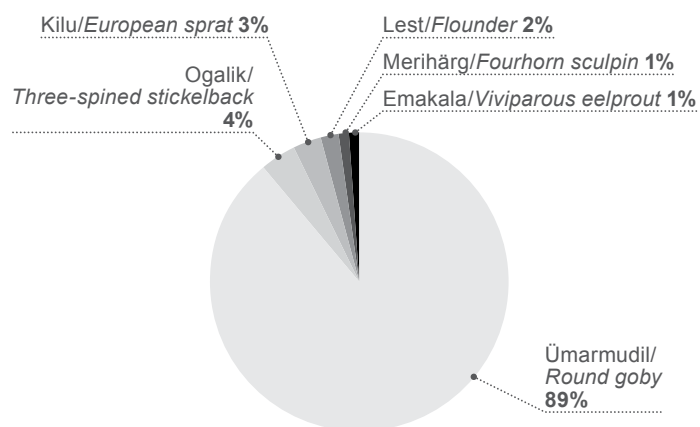
MAOSISU ANALÜÜS

Üheksa kormorani (9% koguvalimist) magu oli tühi. Kalaliikide arv ning liigiline koosseis maos varieerus ajaliselt ja ruumiliselt vähesel määral. Kütimiskoha ning -aja seos magudest leitud kalastiku struktuuriga ei olnud statistiliselt usaldusväärne ($R=-0,013-0,063$; $p=0,045-0,65$).

Magudes oli seedimata kujul kokku kuut erinevat liiki kalu: ümarmudil (*Neogobius melanostomus*), ogalik (*Gasterosteus aculeatus*), Läänemere kilu (*Sprattus sprattus balticus*), lestad (*Platichthys sp.*), merihärg (*Myoxocephalus quadricornis*) ja emakala (*Zoarces viviparus*). Läänemeres

elab kaks lestaliiki: Läänemere lest (*Platichthys solemdali*) ja Euroopa lest (*P. flesus*). Kuna need liigid ei ole aga morfoloogiliselt eristatavad, käsitletakse neid koos kui lestad (*Platichthys sp.*). Kokku leiti 245 seedumata isendit.

Isendite arvuline jaotus oli järgmine: ümarmudil 219 (89%), ogalik 10 (4%), kilu 7 (3%), lest 4 (2%), merihärg 3 (1%) ja emakala 2 (1%) (joonis 2). Ühe kormorani maos leidis maksimaalselt üheksa kala.

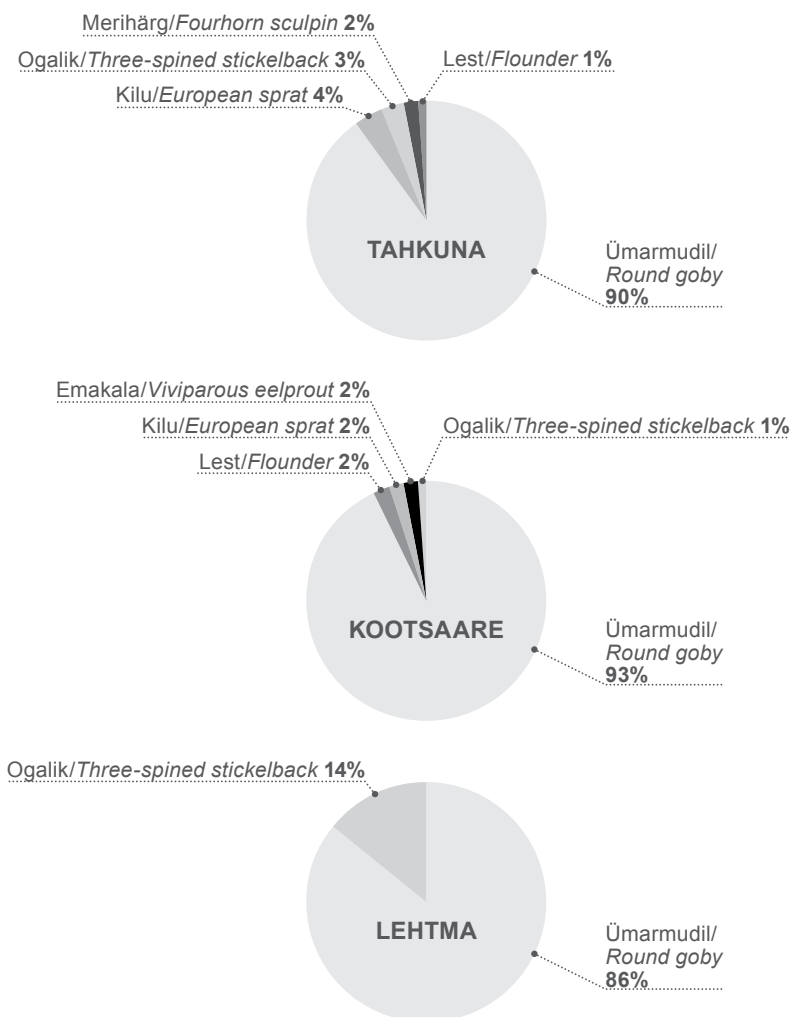


Joonis 2. Hiiumaa põhjarannikul kütitud kormoranide magudest leitud seedumata kalade liigiline koosseis (%).

Figure 2. Species composition (%) of undigested fish found in the stomachs of cormorants hunted on the northern coast of Hiiumaa.

Kootsaare piirkonnast kütitud lindude maosisus registreeriti suurim ümarmudila osakaal, mis ulatus kuni 93%-ni.

Samuti domineeris ümarmudil Tahkuna ja Lehtma piirkonnas kütitud lindude maosisus, vastavalt 90% ja 86% (joonis 3).

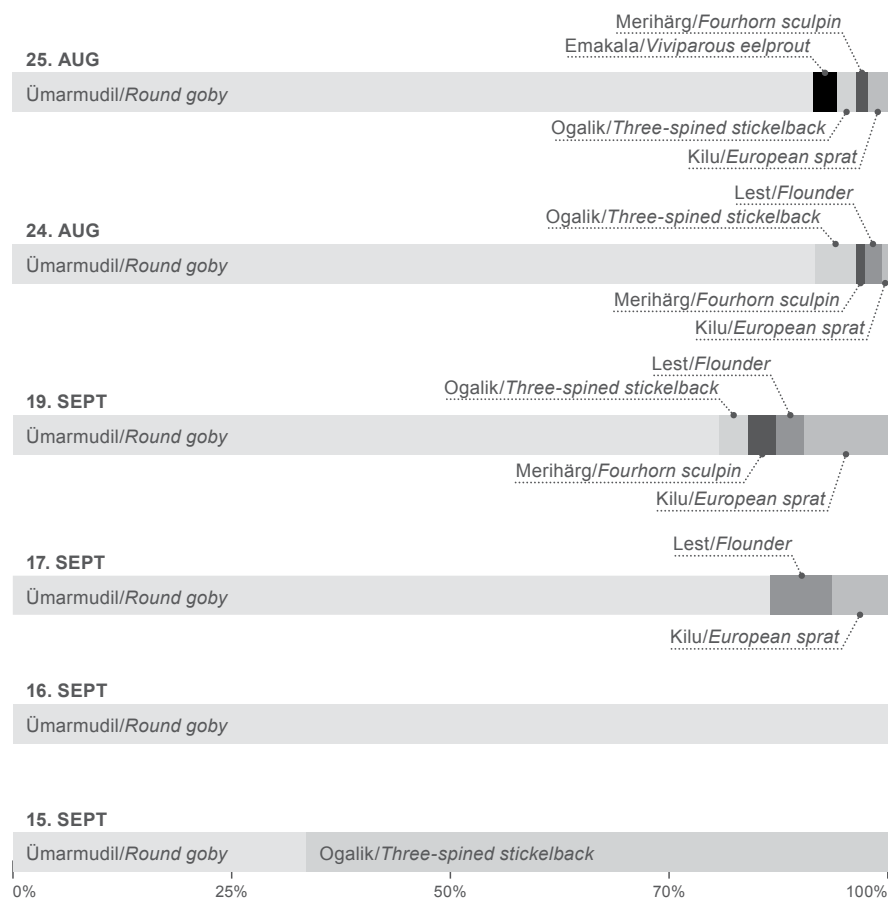


Joonis 3. Tahkuna, Kootsaare ja Lehtma piirkonnas kütitud lindudemaost leitud kalade liigiline koosseis (%).

Figure 3. Species composition (%) of fish found in the stomachs of birds hunted in the Tahkuna, Kootsaare and Lehtma regions.

Linde kütiti kuuel päeval, 24.–25. august ja 15.–19. september. Toidu koostis oli läbi uuringu sarnane välja avatud kahel päeval. Peamiseks iseärasuseks oli

16. september, kui maosisus leidis ainult ümarmudilaid ning 15. september, kui ogalikud moodustasid maosisu isenditest 62% (joonis 4).



Joonis 4. Kormorani maosisu kalaliikide koosseis (%) kuuel jahipäeval.

Figure 4. Composition of fish species in cormorant stomach contents (%) over six hunting days.

MAOSISUS LEITUD KALALIIKIDE SUURUSJAOTUS

Kalaliikide isenditest 98-l oli võimalik mõõta isendi kogupikkust. Kogupikkust oli võimalik mõõta kolmel liigil: ümarmudil, lest ja ogalik (tabel 2). Ümarmudila keskmine kogupikkus oli 15,0 cm, mis varieerus vahemikus 7,0–20,4 cm. Ogalike keskmine kogupikkus oli 6,2 cm,

mis varieerus vahemikus 5,9–6,8 cm. Lestade keskmine kogupikkus oli 19,1 cm, mis varieerus vahemikus 16,2–21,2 cm. Seega jäid söödud kaladest 6% 5–10 cm, 37% 10–15 cm, 53% 15–20 cm ning 4% 20–25 cm vahemikku (tabel 2).

Tabel 2. Erinevate kormorani maost leitud kalaliikide seedimata isendite suurusjaotus Hiiumaa põhjarannikul.

Table 2. Size distribution of undigested fish found in the stomachs of cormorants along the northern coast of Hiiumaa.

	5 – <10 cm	10 – <15 cm	15 – <20 cm	20 – 25 cm
Ümarmudil	3	36	50	3
Lest	0	0	2	1
Ogalik	3	0	0	0
Kokku / Total	6 (6%)	36 (37%)	52 (53%)	4 (4%)

ARUTELU

KORMORANI TOIDUKOOSSEIS JA SELLE MUUTUSED AJAS

Kalaliikide arv ning liigiline koosseis uuritud kormoranide magudes varieerus ajaliselt ja ruumiliselt vähesel määral. Tuleb arvestada, et materjal oli kogutud lähestikku asuvatelt aladelt ning uuring kestis lühikest aega. Kuigi küttemiskoha ning -aja seos magudest leitud kalastiku struktuuriga ei olnud statistiliselt usaldus-

väärne, on siiski tõenäoline, et proovide kogumise perioodil toitused kormoranide lähedal asuvates või väga sarnase kalastikuga piirkondades. Ka seni avaldatud andmed kinnitavad, et kormoranide toidu koostis on eeskätt seotud toitumispiirkonna kalastiku liigilise koosseisuga,

saakliikide arvukuse ja nende kättesaadavusega (Keller, 1995; Lehikoinen, 2005; Boström et al., 2012). Viimased kormorani toitumisuuringud Eesti merealadel on läbi viidud 1990-ndatel ja 2000-ndatel (Veber, 2001; Eschbaum et al., 2003). Matsalu lahes registreeriti kormorani toidus 11 kalaliiki, arvukaimad olid särp (*Rutilus rutilus*), meritint (*Osmerus eperlanus*) ja kiisk (*Gymnocephalus cernua*). Väinameres registreeriti 24 liiki, Liivi lahes 19 liiki ja Soome lahes 18 liiki. Maist augustini domineeris eelmainitud piirkonnas kormoranide toidus emakala (40–60%), kuid varakevadel suurenes majanduslikult oluliste kalaliikide osakaal (Nienhuis, 1997; Veber, 2001; Eschbaum et al., 2003). Pärnu jõel meritindi koelmualadel läbiviidud kevadised kormorani toitumisuuringud viitavad suurele meritinditarbimisele. Kihnu laidudel läbiviidud sügisene toitumisuuring näitab kormorani toitumist peamiselt ümarmudilast (Arula et al., 2025).

Varasemad uuringud Läänemere eri piirkondades on näidanud, et kormorani toitumine varieerub märkimisväärselt sõltuvalt piirkonna kalastiku koosseisust (Boström et al., 2012; Salmi et al., 2015; Morkünä et al., 2026). Läänemere põhjaosas Soome rannikumeres on kormorani oluliseks toiduobjektiks numbrilisel skaalal ahven (*Perca fluviatilis*) ja ogalik, kuid biomassilt ahven ning särp (Salmi et al., 2015). Rootsi rannikumeres läbiviidud

uuringute põhjal oli levinuimaks saagiks ogalik, luukarits (*Pungitius pungitius*), emakala, heeringas (*Clupea harengus*) ja karpkalad (*Cyprinus*) (Boström et al., 2012). Kõige värskema Leedu rannikul läbi viidud uuringu tulemustes domineeris kormoranide toidus ümarmudil (Morkünä et al., 2026).

Ka meie toitumisuuringu tulemused viitavad, et kormoran on populatsiooni tasandil oportunistlik toitaja ning toitus uuritud ajavahemikul Hiiumaa põhjarannikul kogu Eesti rannikumeres viimastel kümnenditel domineerima hakanud ümarmudilast (Pärn, 2021). Ümarmudila puhul on tegemist võõrliigiga, mis pärineb Ponto-Kaspia piirkonnast (Ojaveer et al., 2015). Esimene ümarmudil Läänemeres tuvastati 1990-ndatel (Skóra et al., 1993) ning Eesti vetes 2002. aastal (Shpilev et al., 2003). Alates 2010-ndatest aastatest on toimunud ümarmudilate populatsiooni kiire kasv ning tänaseks on ümarmudil levinud kõikidesse Läänemere alamvesikondadesse (ICES, 2021). Kõrge arvukuse korral on ümarmudilast saanud oluline saakliik nii röövkaladele kui ka kalatoidulistele lindudele (Pärn, 2021). Eesti rannikumeres on ümarmudil kujunenud oluliseks toiduobjektiks ahvenale, kohale kui ka haugile (Nurkse, 2017). Lisaks on saanud ümarmudilast oluline töõnduskala, kelle püük on kompenseerinud teiste töõnduskalade madalaid saake. 2022. ja 2023.

aasta andemetel on ümarmudil rannakalanduses tulususe poolest neljas kalaliik (Arula et al., 2025).

Ajalooliselt on Eesti rannikumeres ning Soome lahes olnud 1990-ndatel kõige arvukam kormorani toidukala emakala, moodustades toidust 54% (Veber, 2001). Emakala on Eesti kalade seas erandlikult ovoviviparse sigimisega, millega kaasneb suhteliselt madal absoluutne viljakus (30–400 järglast) (Froese & Pauly, 2025). Seetõttu on emakala tundlik nii kisklussurve, mere soojenemise, reostuse kui ka võõrliikide osas (Eschbaum, 2008). 2024. aasta seisuga hinnati emakala asurkonnad Läänemeres ohualtis seisundis olevaiks (HELCOM, 2025) ning üheks võimalikuks negatiivseks mõjaks on peetud kormorani kisklussurve kasvu. Sellist seost on täheldatud Taanis, kus on kormorane käsitletud ühe tegurina, mis võib olla seotud emakala asurkondade vähenemisega (Olsen et al., 2002). Eestis on ümarmudil asendanud emakala osakaalu kormorani toidus. Seda iseloomustavad ka meie toitumisuuringu andmed, kus ümarmudila osakaal toidus oli 89% ning emakala 1% (joonis 2). Emakala arvukuse langusele viitavad ka riiklikud katsepüügid.

KORMORANI TOITUMISKÄITUMINE

Kormoranide toitumise analüüs indiviidi tasandil viitab, et osa isendeid võib spetsialiseeruda kindlatele saakliikidele. Kuigi

enamasti toitusid analüüsitud linnud ümarmudilast, siis viie linna seedetraktis tuvastati üksnes ogalikke. Need linnud pärinesid Tahkuna ja Lehtma piirkonnast. Ainult ogalikke söönud kormoranidel leidis võrreldes teiste analüüsitud kormoranidega hulgaliselt sugukonna *Diphyllbothriidae* paelusse, kelle vaheperemeheks on kalad, sealhulgas ogalik (Moravec & Scholz, 2016). Märkimisväärse parasiidikoormuse kujunemine eeldab pikaajalist sama saakliigi, käesoleval juhul ogaliku, tarbimist. See võib viidata kormorani isendi püsivale eelistusele ühe kindla saakliigi suhtes.

Isendi spetsialiseerumine toiduobjektidele joonistub välja ka kalade keha profiili ning keha kõrguse põhjal (Čech et al., 2011). Kormoran eelistab kalu, kelle keha kõrgus on alla 10 cm. See aga ei välista, et nad ründavad ka suuremaid kalu, jättes veepinnale pärast toitumist surmavalt vigastatud suured kalad, keda ei olnud võimelised tarbima (Suter, 1997). Meie töös registreeritud kalaliikide seas domineerisid suhteliselt väikese kehakõrgusega liigid, mis võib vihjata toitumiseelistustele. Varasemad uuringud on näidanud, et lisaks saagi kogupikkusele võib kormorani saagivalikut mõjutada ka kala keha kuju ning sealhulgas keha kõrgus (Čech et al., 2011; Salmi et al., 2015). Meie töös kormorani söödud kalade pikkus varieerus samuti (tabel 2). Kõige enam leidis

neelatud kalade hulgas ümarmudilaid. Ümarmudila kasv varieerub sugude lõikes, kuid keskmine pikkus jääb 16–22 cm vahele (Källo, 2019) ning maksimaalseks kehapiikkuseks on mõõdetud 29 cm (Saat, 2021). Meie töös suurim osa mõõdetud kaladest 53% olid 10–20 cm ning 37% olid 15–20 cm, mis on sarnane tulemus varasemates toitumisuuringutes tuvastatule nii Eesti rannikumeres ja sisevetel (Eschbaum, 2008; Zingel et al., 2021) kui ka Euroopas (van Eerden & Voslamber, 1995). Pesitsusperioodi vältel võib kormorani toidukoos- seis ja osakaal pesitsevate lindude hulgas rohkelt varieeruda. Enne poegade kooru- mist tarbivad kormoranid suuremaid kalu, poegade koorumise järel suureneb väik- sema kehasuurusega kalade osakaal toidus ning poegade kasvades pöördutakse taas suuremate saakobjektide tarbimise juurde (Lehikoinen, 2005). Varasemate uuringute põhjal langeb kormorani ööpäevas püü- tud saagi kogus pärast pesitsusperioodi (Ridgway, 2010; Emmrich & Düttmann, 2011). Hollandis läbi viidud uuring näitas,

et pesitsusperioodi välisel ajal, s.h augus- tist septembrini, oli kormoranide keskmine päevane saak kõige väiksem. Selle põhju- seks peeti uuringualal viibinud suurt noor- lindude osakaalu, kelle toitumisstrateegia ja saagi püüdmise efektiivsus ei ole veel täielikult välja kujunenud. Samuti võib rolli mängida noorkalade suur osakaal piirkonna kalastikus (Dirksen et al., 1995). Meie töö andmestik langes kokku kirjel- datud ajavahemikuga ehk väiksem liikide arv võib olla seotud seire ajavahemikuga. 1999. aastal Soome lahes läbi viidud toitumisuuringust täheldub, et proovides, mis pärinesid kevadisest perioodist, oli rohkem liike kui proovides, mis pärinesid hilissuvest (Veber, 2001).

Meie uuring iseloomustab lühikest perioodi ning väikest piirkonda. Seetõttu oleks etteruttav teha üldistavaid ning laiemaid järeldusi kormoranide toitumise kohta kogu Eesti rannikumere ning teiste ajavahemike kohta. Ülevaatliku tule- muse saamiseks on vaja koguda andmeid laiemal aja- ja ruumiskaalal.

TÄNUAVALDUSED

Suured tänuavaldused Tahkuna jahiseltsile ja kohalikele jahimeestele, kes jagasid kütitud linde uurimustöö hüvanguks ning Marko Pruulile ja Tuuli Tamlale, kes aitasid toimetada materjali käesoleva töö autoriteni.

SUMMARY

The abundance of cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Estonia has increased rapidly in recent decades with a potential impact on local food webs. However, the latest information on cormorant diet from Estonian coastal sea areas dates back several dec- ades, limiting our understanding of their present ecological impact. This study aimed to determine the diet composition of cormorants on the northern coast of Hiiumaa in autumn 2025 by analyzing the digestive tract contents of hunter-harvested individuals. A total of six fish species were identified in the digestive tracts: round goby (*Neogobius melanostomus*), three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*), flounders (*Platichthys sp.*), European sprat (*Sprattus sprattus balticus*), viviparous eelpout (*Zoarces viviparus*), and fourhorn sculpin (*Myoxocephalus quadricornis*). Round goby was the most abundant prey item, accounting for 86–93%, depending on the area. Analysis of the size distribution of round goby, flounders, and European sprat indicated that individuals measuring 15–20 cm were most frequent. The relationship between the location and time of hunting and the fish species composition found in the cormorant stomachs was statistically not significant, which indicates that the hunted cormorants fed in the same area or in areas with similar fish species. However, further studies on cormorant feeding are needed to obtain a clearer picture of their feeding throughout the year and on a broader spatial scale.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Arula, T., Vetemaa, M., Kajalainen, V., Eschbaum, R., & Kiitsak, M. (2025). *Kormorani toitumisuuring Kihnu laidudel: aruanne*. Tartu Ülikool, Eesti Mereinstituut.
- BirdLife International. (2018). *Species factsheet: Great Cormorant Phalacrocorax carbo*. datazone.birdlife.org/species/factsheet/great-cormorant-phalacrocorax-carbo
- Boström, M. K., Östman, Ö., Bergenius, M. A., & Lunneryd, S. G. (2012). Cormorant diet in relation to temporal changes in fish communities. *ICES Journal of Marine Science*, 69(2), 175–183. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss002>
- Carss, D. N., Parz-Gollner, R., & Trauttmansdorff, J. (2012). *The INTERCAFE Field Manual: Research Methods for Cormorants, Fishes and the Interactions Between Them*. NERC Centre for Ecology & Hydrology.
- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2015). *PRIMER v7: User manual/tutorial*. PRIMER-E.
- Čech, M., Čech, P., Kubečka, J., Prchalová, M., & Drašík, V. (2008). Size selectivity

- in summer and winter diets of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*): does it reflect season-dependent difference in foraging efficiency? *Waterbirds*, 31(3), 438–447.
- Dirksen, S., Boudewijn, T. J., Noordhuis, R. & Martelijn, E. C. L. (1995). Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in shallow eutrophic freshwater lakes: prey choice and fish consumption in the non-breeding period and effects of large-scale fish removal. *Ardea*, 83(1), 167–184.
- Emmrich, M., & Düttmann, H. (2011). Seasonal shifts in diet composition of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* foraging at a shallow eutrophic inland lake. *Ardea*, 99(2), 207–216. <https://doi.org/10.5253/078.099.0211>
- Eschbaum, R., Veber, T., Vetemaa, M. & Saat, T. (2003). Do cormorants and fishermen compete for fish resources in the Väinameri (eastern Baltic) area? I. G. Cowx (toim), *Interactions between fish and birds: Implications for management* (lk 72–83). Blackwell Publishing.
- Eschbaum, R. (2008). *Kormorani kaitse ja ohjamise tegevuskava*. Keskkonnaministerium.
- Froese, R. & Pauly, D. (2025). *FishBase. World Wide Web electronic publication*. www.fishbase.org, version (11/2025).
- HELCOM. (2025). *HELCOM Red List II of the Baltic Sea species in danger of becoming extinct*. Baltic Sea Environment Proceedings No. 205. Helsinki Commission.
- ICES. (2021). *Baltic Sea Ecoregion - Fisheries overview. In Report of the ICES Advisory Committee, 2021*. ICES Advice 2021, <https://doi.org/10.17895/ices.advice.9139>
- Keller, T. (1995). Food of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, southern Germany. *Ardea*, 83(1), 185–192.
- Keskkonnaamet. (2025). *Kormorani (Phalacrocorax carbo sinensis) kaitse ja ohjamise tegevuskava (kinnitatud 10.04.2025)*. Keskkonnaamet.
- Källo, K. (2019). *Ümarmudila (Neogobius melanostomus) kasvukiirus Eesti rannikumeres ning sinna suubuvates jõgedes*. Magistritöö, Eesti Mereinstituut ja Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Tartu Ülikool.
- Lehikoinen, A. (2005). Prey-switching and diet of the great cormorant during the breeding season in the Gulf of Finland. *Waterbirds*, 28(4), 511–515. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2005\)28\[511:PADOTG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2005)28[511:PADOTG]2.0.CO;2)
- Leivits, M. (2023). *Kormorani üldloendus 2022. a ning asurkonna seisund*. Keskkonnaagentuur.
- Leivits, M. (2025). *Kormorani loendus 2025. a ning Eesti asurkonna seisund*. Keskkonnaagentuur.
- Maa- ja Ruumiamet. (2026). *Eesti geoportaal: kaardirakendus ja ruumiaandmed*. <https://geoportaal.maaamet.ee>
- Moravec, F., & Scholz, T. (2016). Helminth parasites of the lesser great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* from two nesting regions in the Czech Republic. *Folia Parasitologica*, 63(1), 022.
- Morkūnė, R., Morkūnas, J., Janavičienė, A., Izotova, L. & Lepeška, V. (2026). *Great Cormorants as natural indicators and control agents of invasive round goby*. 11th International Conference on Cormorants – Abstract Book. Praha.
- Nienhuis J. (1997). Mittepisitsevate kormoranide kevadine toiduvalik Matsalu lahel: kas kormoranid ja väikekosklad on toidukonkurendid? E. Mägi & K. Kaisel (toim): *Loodusevaatlusi 95/96* (lk 34–42).
- Nurkse, K. (2017). *Ümarmudil Eesti rannikumeres: rakendusuuring edasise meetmekava väljatöötamise aluseks*. Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut.
- Ojaste, I., Rattiste, K., Lilleleht, V., Mägi, E., & Leito, A. (2012). Kormorani (*Phalacrocorax carbo*) Eesti asurkonna kujunemine. *Hirundo*, 25(1), 1–33.
- Ojaveer, H., Galil, B. S., Lehtiniemi, M., Christoffersen, M., Clink, S., Florin, A. B., Gruszka, P., Puntala, R. & Behrens, J. W. (2015). Twenty five years of invasion: management of the round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea. *Management of Biological Invasions*, 6(4), 329–339.
- Olsen, R. B., Richardson, K., & Simonsen, V. (2002). Population differentiation of eelpout *Zoarces viviparus* in a Danish fjord. *Marine Ecology Progress Series*, 227, 97–107. <https://doi.org/10.3354/meps227097>
- Ovegård, M. K., Jepsen, N., Bergenius Nord, M., & Petersson, E. (2021). Cormorant predation effects on fish populations: A global meta-analysis. *Fish and fisheries*, 22(3), 605–622.
- Pärn, J. (2021). *Muutused eesti rannikumere suvises püskikalastikus seoses ümarmudila invasiooniga aastatel 1997–2020*. Magistritöö, Eesti Mereinstituut ja Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Tartu Ülikool.
- Ridgway, M. S. (2010). A review of estimates of daily energy expenditure and food intake in cormorants (*Phalacrocorax spp.*). *Journal of Great Lakes Research*, 36(1), 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2009.10.002>
- Saat, T. (2022). *Eesti kalad*. Tartu Ülikooli Kalanduse teabekeskus. Eesti Loodusfoto.
- Salmi, J. A., Auvinen, H., Raitaniemi, J., Kurkilahti, M., Lilja, J., & Maikola, R. (2015). Perch (*Perca fluviatilis*) and pikeperch (*Sander lucioperca*) in the diet of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and effects on catches in the Archipelago Sea, Southwest coast of Finland. *Fisheries Research*, 164, 26–34.
- Shpilev, H., & Ojaveer, E. (2003). Round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas). E. Ojaveer, E. Pihu, & T. Saat (toim), *Fishes of Estonia*. Estonian Academy Publishers, 336–337.
- Skóra, K. E., & Stolarski, J. (1993). New fish species in the Gulf of Gdansk, *Neogobius sp.* [cf. *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811)]. *Bulletin of the sea Fisheries Institute*, 1(128), 83–84.
- Suter, W. (1997). Diet selection by cormorants *Phalacrocorax carbo* in inland Central Europe in the non-breeding season. *Ekologia Polska*, 45(1): 265–265.
- Säterberg, T., Jacobson, P., Ovegård, M., Rask, J., Östergren, J., Jepsen, N., &

- Florin, A. B. (2023). Species-and origin-specific susceptibility to bird predation among juvenile salmonids. *Ecosphere*, 14(12). <https://doi.org/10.1002/ecs2.4724>
- van Eerden, M. R., & Voslamber, B. (1995). Mass fishing by Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at lake IJsselmeer, The Netherlands: a recent and successful adaptation to a turbid environment. *Ardea*, 83(1), 199–212.
- Veber, T. (2001). *Kormoranide ja kalanduse vahelised interaktsioonid Eesti rannikumeres* Magistritöö. Eesti Mereinstituut ja Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Tartu Ülikool.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., Saks, L., Verliin, A., Jürgens, K., Kesler, M., Hubel, K., Hannesson, R., & Saat, T. (2010). Changes in fish stocks in an Estonian estuary: overfishing by cormorants? *ICES Journal of Marine Science*, 67(9), 1972–1979. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq113>
- Zingel, P., Tuvikene, A., & Feldmann, T. (2021). *Kormoranide toitumise mõju Võrtsjärve kalavarudele: aruanne*. Eesti Maaülikool.