



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
EESTI MEREAKADEEMIA  
Merenduskeskus

Rasmus Roasto

# **Kalapääsude toimivuse hindamine**

Lõputöö

Juhendaja: Loreida Timberg

Tallinn 2021

Olen koostanud töö iseseisvalt.

Töö koostamisel kasutatud kõikidele teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele on viidatud.

/Ees- ja perekonnanimi/

Rasmus Roasto 28.05.2020 (allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 178390VDTR

Üliõpilase e-posti aadress: rasmus19971311@gmail.com ja rasmus.roasto@mail.ee

Juhendaja /tiitel, ees- ja perekonnanimi/:

Töö vastab lõputööle esitatud nõuetele

Loreida Timberg

28.05.2021

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: /tiitel, ees- ja perekonnanimi/

Lubatud kaitsmisele

Programmijuht, merenduskeskuse

vanemteadur

Loreida Timberg

31.05.2021

(ametikoht, nimi, allkiri, kuupäev)

# Sisukord

Jooniste loetelu .....	5
Tabelite loetelu .....	6
Annotatsioon.....	7
Sissejuhatus .....	8
1. Olulisemad kalapääse kasutavad Eesti kalaliigid .....	9
1.1 Meriforell .....	9
1.1.1 Püügimahud .....	10
1.2 Lõhi.....	11
1.2.1 Püügimahud .....	11
1.3 Jõesilm.....	12
1.3.1 Püügimahud .....	13
1.4 Siirdesiig .....	14
1.4.1 Püügimahud.....	14
1.5 Vimb .....	15
1.5.1 Püügimahud .....	16
2. Kalapääsud.....	18
2.1 Kalatrepp.....	18
2.2 Tõkiskalapääs .....	20
2.3 Tehiskosk ja tehiskärestik.....	21
2.4 Kalaramp.....	22
2.5 Kalapääsud Eestis .....	24
2.5.1 Vaskjala kalapääs.....	25
2.5.2 Sangaste kalapääs .....	25
3. Püügikogused.....	27
3.1 Meriforell.....	27
3.2 Lõhi.....	27
3.3 Jõesilm.....	28
3.4 Siirdesiig .....	29
3.5 Vimb .....	29
4. Kalapääsude toimivuse meetodikad .....	31
4.1 Elektripüük .....	31
4.2 Võrgupüügid.....	31

4.3	Märgistamine biotelemeetrilisel meetodil.....	32
4.4	Kalaloendur.....	32
5.	Kalapääsude toimivuse katsed .....	33
5.1	Saku kalapääs.....	34
5.2	Vigala jõgi .....	35
5.3	Vanaveski Vesiveski kalapääs .....	37
5.4	Kose Veskijärve kalapääs .....	39
5.5	Jändja kalapääs .....	41
5.6	Joaveski kalapääs .....	43
5.7	Vetla kalapääs .....	45
	Tulemused .....	47
	Kokkuvõte .....	49
	Summary.....	50
	Viidatud allikad .....	51
	Lisad .....	55
	Lisa 1 Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks.....	55

## Jooniste loetelu

Joonis 1 Meriforell .....	10
Joonis 2 Lõhi .....	11
Joonis 3 Jõesilm .....	13
Joonis 4 Siirdesiig .....	14
Joonis 5 Vimb .....	16
Joonis 6 Joaveski kalapääs Lahemaal Joaveski külas .....	19
Joonis 7 Skeem tüüpilisest kalatrepist.....	19
Joonis 8 Denili kalapääsu skeem.....	20
Joonis 9 Tõkiskalapääs Elbe jõel Saksamaal .....	21
Joonis 10 Kadrina kalapääs Loobu jõel .....	21
Joonis 11 Tehiskose ja tehiskärestiku skeem .....	22
Joonis 12 Kalarambi toimivuse skeem.....	23
Joonis 13 Siegi jõe lisajõgi Saksamaal.....	23
Joonis 14 Vaskjala kalapääs.....	25
Joonis 15 Sangaste kalapääs.....	26
Joonis 16 Saku kalapääs.....	35
Joonis 17 Vigala jõgi Rapla lähistel.....	37
Joonis 18 Vanaveski kalapääs .....	39
Joonis 19 Kose-Veskijärve kalapääs .....	41
Joonis 20 Jändja kalapääs silla pealt .....	43
Joonis 21 Joaveski kalapääs .....	45
Joonis 22 Vetla kalapääs .....	46

## Tabelite loetelu

Tabel 1 Meriforelli püügikogused kilogrammides.....	10
Tabel 2 Lõhi püügikogused kilogrammides.....	12
Tabel 3 Jõesilmu püügimahud kilogrammides .....	13
Tabel 4 Merisiia püügimahud Pärnu lahes kilogrammides.....	15
Tabel 5 Vimma püügimahud kilogrammides.....	16
Tabel 6 Kalapääsude rahastus 2011-2020.aastatel.....	24
Tabel 7 Meriforelli püügikogused 2011.aastal ja 2019.aastal kilogrammides.....	27
Tabel 8 Lõhi püügikogused 2011.aastal ja 2019.aastal kilogrammides.....	28
Tabel 9 Jõesilmu püügikogused 2011.aastal ja 2019.aastal kilogrammides .....	28
Tabel 10 Merisiia püügikogused 2011.aastal ja 2019.aastal kilogrammides.....	29
Tabel 11 Vimma püügikogused 2011.aastal ja 2019.aastal kilogrammides .....	30
Tabel 12 Saku kalapääsu ilmateenistuse ja vaatluse andmed.....	34
Tabel 13 Vigala jõe ilmateenistuse ja vaatluse andmed .....	36
Tabel 14 Vanaveski kalapääsu ilmateenistuse ja vaatluse andmed .....	38
Tabel 15 Kose-Veskijärve kalapääsu ilmateenistuse ja vaatluse andmed .....	40
Tabel 16 Jändja kalapääsu ilmateenistuse ja vaatluse andmed.....	42
Tabel 17 Joaveski kalapääsu ilmateenistuse ja vaatluse andmed .....	44
Tabel 18 Vetla kalapääsu ilmateenistuse ja vaatluse andmed .....	45

## **Annotatsioon**

Käesolevas töös defineeritakse kalapääsu olemust ning selle tähtsust kalade rändes. Sõnastatakse konkreetselt probleem, mis on viinud selleni, miks inimene peab sekkuma kalade rändes. Töös kirjeldatakse erinevaid Eestis ehitatud kalapääse ning tuuakse välja iga kalapääsu kohta tugevad ja nõrgad küljed. Analüüsitakse kalapääse nii ehituse kui ka jõe ökosüsteemist lähtuvalt. Iga kalapääsu tüüp kõigisse kohta ei sobi ning see tuleb põhjalikult läbi mõelda, enne kui kalapääsu rajama hakatakse. Iga kalapääs on erinev ning seda läbivad väga mitmed kalaliigid. Töös tuuakse välja 5 põhilist kalaliiki, kes kasutavad kalapääsusi. Need kalaliigid kasutavad kalapääse selleks, et rännata ülesjõkke kudema.

Lisaks kirjeldatakse konkreetselt kalaliigi bioloogiat, elupaika, elustiili ning tema kohta ökosüsteemis. Lõpuks tuuakse välja iga kalaliigi püügimahud enne ja pärast kalapääsu rajamist. Töö põhieesmärk on, et kuidas kalapääsu rajamised on mõjutanud kalade püügimahtusid.

Selleks, et kalapääs hästi toimiks ning kalad seda läbiks, kasutatakse kalapääsu hindamiseks mitmeid erinevaid meetodikaid. Käesolevas töös tuuakse välja lühike kirjeldus igast meetodikast. Iga meetodika puhul tuuakse konkreetse näite, millal on seda hea kasutada ning millistes kalapääsudes see kasutatakse Eestis ja miks.

Praktilises osas viidi läbi vaatlus. 2020. aasta oli lumivaene talv ning kuidas oli see mõjutanud kalapääsude toimimist sama aasta kevadel.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning koosneb viiekümne viiest leheküljest, viiest peatükist, kahekümne kuuest alapeatükist ning seitsmest alaalapeatükist. Lõputöös on kaksümmend kaks joonist ning kaheksateist tabelit.

## Sissejuhatus

Kalad liiguvad jõgedest merre ning vastupidi. Neid kalaliike nimetatakse siirdekaladeks. Sageli lähevad siirdekalad sünnijõgedesse kudema, kuid inimtegevuse tõttu ei ole sinna mõnikord võimalik minna.

Käesolevas töös antakse ülevaade olulisematest kalaliikidest Eestis, kes vajavad kalapääsusi. Kirjeldatakse nende kalade bioloogiat ja püügimahtusid.

Kudealadele ligipääsetavuse parandamiseks on rajatud kalapääsusi. Kalapääse saab rajada erinevate ehituslike põhimõtetega. Käesolevas töös kirjeldatakse erinevaid Eestis ehitatud kalapääse.

Kalapüük on oluline sissetulek kutselistele kaluritele, harrastuspüüdjatele ja ka riigile. Kui kaladel ei ole võimalik kueda, kalavarud vähenevad ning see mõjutab kõikide eelpool loetletute toimetulekut. Käesolevas töös võrreldakse olulisemate kalaliikide püügimahtusid enne kalapääsude rajamist ning peale kalapääsude rajamist.

Käesoleva lõputöö katselise osa eesmärk on erineva ehitusega kalapääsude võrdlemine ning lumevaese talve mõju hindamine. Kalapääsude funktsionaalsuse hindamine koosneb paljudest erinevatest keerukatest ja ajamahukatest katsetöödest. Käesolevas töös antakse lühiülevaade nendest meetodikatest. Kuna nende meetodite rakendamine lõputöös ei olnud võimalik, siis viidi läbi vaatluspõhine analüüs kalapääsude olukorrast lumevaesele talvele järgnenud kevadel.

Lõputöö tulemusena saadi teada:

- 1) Kuidas on kalapääsud muutnud kalapüügi mahtusid ?
- 2) Kuidas mõjutab lumevaene talv kalapääsude toimimist ?



# 1. Olulisemad kalapääse kasutavad Eesti kalaliigid

Kalapääse kasutavad olulisemad Eesti kalaliigid valiti välja arvestades tööndusliku, kaubandusliku ja harrastuspüügi mahtusid. Kalaliigid, kes antud kriteeriumite järgi on olulised, on meriforell (*Salmo trutta*), lõhi (*Salmo salar*), jõesilm (*Lampetra fluviatilis*), siirdesiig (*Coregonus maraena*) ja vimb (*Vimba vimba*). Järgnevalt antakse ülevaade nende kalade bioloogiast ja püügimahtudest. Andmed ning informatsioon põhineb *fao.org* andmetel.

## 1.1 Meriforell

Meriforell on siirdekala, kes tuleb sügiseti jõgedesse kudema. Esimesed 2 aastat elab noor meriforell jões ning seejärel ainult meres. Ta on levinud pea kõikjal Euroopas. Tema levila ulatub Valge merest põhja-Hispaaniani, Mustas meres, Kaspia meres ja Vahemeres elab mitmeid endeemilisi vorme. Varem elas endeemiline vorm ka Araali meres, kuid pideva soolsuse suurenemise tõttu on ta sealt välja surnud.. Eestis nimetatakse paigalist forelli vormi jõeforelliks, mis on geneetiliselt väga sarnane meriforelliga. Seni pole tuvastatud geneetilisi erinevusi meriforelli, jõeforelli või järveforelli vahel. [1]

Meriforell on välimuselt väga sarnane lõhiga. Ta on piklik, külgedelt veidi kokkusurutud keha on vaid jässakam, sabavars tugevam, suhteliselt kõrgem ja lühem ning pea suurem. Värvus sõltub arengustaadiumist, olles üldiselt tuhmim kui lõhel. Tähnikute ja täiskasvanute kalade välimus on mõneti erinev. Tähnikute rasvauim on punaselt ääristatud, selg tume, küljed hallikas-kollased ja kõht kollakas. Rasvauim on pärakuuime aluse kohal, kuid lõhil on see hoopis tagapool. Lõpusekaanel paikneb 3-5 musta täppi ning külgedel 15-16 suurt tumedat laiku, kuid need pole nii selged kui lõhil. Seljauim meriforellil on arvukatetähnidega, kuid lõhil puuduvad tähnid või on need ainult alusel. Sahkluu laba on kolmnurkne, 3-4 hambaga tagaosas, kuid lõhil on see ümmargune või viisnurkne. Meriforelli kehamõõtmed jäävad tavaliselt 30-70 sentimeetri vahele ning ta kaalub 1000 kuni 5000 grammi. [1] [2]



Joonis 1 Meriforell [3]

### 1.1.1 Püügimahud

Meriforell on väga populaarne püügikala, mida püüavad nii harrastus- kui ka kutselised kalurid. Kutselised kalurid püüavad meriforelli rannikuvetes avaveemõrraga, kastmõrraga, ääremõrraga ning nakkevõrkudega. Harrastuskaluritel on lubatud püüda siseveekogudes (välja arvatud keeluajad) kalastuskaardi alusel spinningu, sikuti ja lendõngega. Harrastuskalur võib ühes ööpäevas püüda 2 meriforelli meres ja sisevetes. [4][5]

Meriforell looduskaitse alla küll ei kuulu, kuid teda ohustab kõige enam kudemispaikade hävinemine ning jõgede paisutamine. Tabel 1 on toodud meriforelli püügikogused Eestis.

Tabel 1 Meriforelli püügikogused kilogrammides [4]

Veekogu	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Soome laht	8968	9769	11414	13461	9786	10181	12872
Väinameri	698	334	303	377	245	270	279
Liivi laht	1107	1011	1239	1548	1183	1576	1629
Pärnu laht	264	191	207	111	235	340	351
Läänemeri	14670	14590	16140	19930	16290	16818	17290

Tabel 1 on “Läänemere” alla arvestatud ainult Eesti territoriaalveed. Kõige suurem püügipiirkond oli aastate lõikes Soome laht, kus püüti keskmiselt 66% kõigist püügikogustest.

Meriforelli püügikogused on aastate lõikes suurenenud. Autori hinnangul on kõige rohkem püügikoguseid mõjutanud ilmaolud ning koelmute seisukord. Meriforell on truu oma sünnijõgedele, eelistades liivaseid ja kruusaseid pinnaseid [1]. Tabel 1 andmete põhjal saab öelda, et koelmute seisukord on paranenud kolmel viimasel aastal. Püügikogustes ei kajastata alla 2-aastaseid meriforelle, kuna äsja koorunud vastne elab siseveekogudes umbes paar aastat [1].

## 1.2 Lõhi

Lõhi on siirdekala, kes koeb sügiseti jõgedes. Lõhi elab Euroopa jõgedes enamasti poolteist kuni 3 aastat smolti ajani välja. Seejärel suundub ta merre ning pöördub tagasi oma sünnijõkke suguküpsuse saabumisel. Ta on levinud peaaegu kõikjal Euroopas, sealhulgas Läänemeres, Põhjameres ning kohati Vahemeres. Leidub ka Sargasso meres ning on võõrliigina sissetoodud Austraaliasse ja Uus-Meremaale. [6][7]



Joonis 2 Lõhi [8]

Lõhi on suur voolujoonelise kehaga sale kala. Keha kaetud hõbedaste õrnade soomustega. Nagu eelnevalt mainitud, on lõhi väga sarnane meriforellile. Ta on peenikesem, lühikesem, sabavars nõrgem ning suu ulatub silmani. Värvus on hõbedane ning kõhualune on kreemjas. Tähe on võrreldes meriforelliga hulga vähem. Rasvauim asub vahetult tegeliku seljauime taga ning lõhelistele omaselt ilma kiirteta. Lõpusekaanel paikneb 3-5 täppi ning külgedel on tavaliselt 8-10 tumedat täppi. Seljauimel puudub erinevalt meriforellist täpid. Sahkluu laba (eesmine osa) on viisnurkne, millel puudub hambad. Hambad leidub ainult sahkluu tagumises osas ühes reas. Lõhi on hulga suurem siirdekala kui meriforell. Tavaliselt on lõhil pikkust 100-150 sentimeetri vahel ning kaalub 10 000 grammi. [6][7]

### 1.2.1 Püügimahud

Lõhi on väga väärtuslik kala, sest ta on suur ja maitstva lihaga. Nende arvukuse vähenemise tõttu on nende püük rangelt reguleeritud. Kutselised kalurid püüavad neid põhiliselt avaveemõrdadega ning nakkevõrkudega. Harrastuslikud kalurid püüavad põhiliselt kalastuskaardi alusel spinningu ning lendõngega. Nii nagu meriforelli puhul, on ka lõhile kehtestatud päevalimiit. Harrastuskalastaja võib püüda ööpäevas 2 lõhi.[4][5]

Tänapäeval on neid väga populaarne kasvatada ka vesiviljeluses. Tabel 2-s on toodud lõhi püügikogused Eestis aastate lõikes [6] [7]

Tabel 2 Lõhi püügikogused kilogrammides [4]

Veekogu	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Soome laht	5281	3720	3948	4703	6368	6453	7062
Väinameri	127	138	57	91	81	89	90
Liivi laht	257	382	473	489	337	341	390
Pärnu laht	700	492	471	297	197	499	748
Läänemeri	6820	5220	5590	6830	8043	8150	8890

Tabel 2 on “Läänemere” alla arvestatud ainult Eesti territoriaalveed. Kõige suurem lõhi püügipiirkond oli aastate lõikes Soome laht, kus püüti keskmiselt 75% kõigist püügikogustest. Nii nagu meriforelli puhul, on ka lõhi püügikogused kahel viimasel aastal tõusnud. Autori hinnangul on kõige rohkem mõjutanud püügikoguseid koelmute seisukord. Koelmute seisukorrast sõltub lõhi arvukus ning arvukuse suurenemisel on lubatud rohkem püüda lõhi. Lõhi arvukuse suurim oht on röövpüük.

### 1.3 Jõesilm

Jõesilm on siirdekala, kes tuleb jõgedesse kudema kevadeti. Ta koeb ainult üks kord elus umbes 7ndal eluaastal. Vanust ei ole võimalik määrata, kuna jõesilmul puuduvad vanust krediteerivad süsteemid nagu näiteks soomused ning uimekiired. Ta on tegelikult üks kolmest Eestis levinud sõõrsuust. Tema levila on võrreldes forelli või lõhega suhteliselt väike. Teda leidub ainult Euroopas, eeskätt rannikumeres ja merega seotud jõgedes ja ojades. Levinud on kogu Lääne- ja Põhjamere vesikondades ning Vahemere lääneosas. Eestis leidub teda peamiselt Soome lahe jõgedes. Jõesilmul on olemas ka järvevorm, kes elab aastaringselt näiteks Laadoga ja Oneega järves Venemaal. [9] [10]

Jõesilm on madu või angerjat meenutav lõuatu selgroogne. Keha on pikk ning soomusteta. Pea külgedel on seitse paari lõpuseavasid. Ült vaadates on jõesilm tinahall ning alt kreemjas, kevadeti kudemisrände ajal on kollakas. Jõkke kudema tulnud isendeil selg tume (oliivroheline, pronksjas või must), küljed sinakashallid või hõbejad, kõht valkjas, harva must. Seljauim jaguneb kaheks, millest tagumine osa on kokku kasvanud sabauimega. Oma kehakuju tõttu liigub jõesilm maotaoliselt loogeldes. Jõesilmud võivad kasvada kuni 50 sentimeetri pikkuseks ja kaaluda kuni 200 grammi. [9] [10]



Joonis 3 Jõesilm [11]

### 1.3.1 Püügimahud

Jõesilm on kõrgelt hinnatud delikatessina, mida süüakse nii röstitult kui ka marineeritult. Jõesilmusi püüavad ainult kutselised kalurid põhiliselt silmutorbikutega või silmumõrdadega [4]. Tabel 3 on toodud jõesilmude püügimahtude kohta aastate lõikes.

Tabel 3 Jõesilmu püügimahud kilogrammides [4]

<b>Veekogu</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Narva jõgi	30500	20800	34500	21200	26874	16492
Reiu jõgi	3595	2452	4067	2499	3168	2180
Jägala jõgi	2565	1749	2901	1783	2260	615
Pärnu jõgi	2108	1437	2384	1465	1857	1520
Pirita jõgi	1201	819	1358	835	1058	211
Teised veekogud	6516	4443	7370	4529	5741	3833

Jõesilmu püütakse põhiliselt merre suubuvates jõgedes või ojades sügisei kudemisrände ajal. Jõesilmu püügikogused on Eestis kontsentreeritud ainult ühele jõele- Narva jõgi. Keskmiselt 65,7% jõesilmu püügikogustest püütakse Eestis Narva jões. Seega autori hinnangul mõjutab jõesilmu püügikoguseid väga olulisel määral jõe ökoloogiline seisund ning ilmaolud. Jõesilm liigub ainult kõige pimedamatel aegadel ning teda võib mõjutada öisel ajal isegi kuuvalgus. Jõesilm on ka väga tundlik jõe reostusele [9].

## 1.4 Siirdesiig

Siirdesiig, mida kutsutakse ka mareensiiaks, on lõhelaste sugukonda kuuluv kala. Tegemist on põhimõtteliselt merisiiaga, kuid erinevalt teistest merisiigadest koeb siirdesiig sügisei jõgedes. Kuni 5.eluaastani elab ta jões ning seejärel suundub ta merre. Ta on levinud Taani väinadest Botnia laheni. Veel elutseb ta Põhjamere rannikumeres ning Hollandi, Belgia, Saksamaa, Norra, Inglismaa, Taani mageveekogudes. Eestis elab siirdesiig põhiliselt Pärnu ning Narva jões ning kõikides rannikuvetes. [11][12]



Figure 3. *Coregonus maraena* Group SH

Joonis 4 Siirdesiig [13]

Siirdesiig on üsna sale ning pikliku kehakujuga kala. Pea on võrreldes teiste lõhelistega üsna väike ning küljed hõbedase värviga. Selg on tumedamat oliivrohekat või sinakashallikat värvi. Ninamik on tõmp ning kõht on valge. Sabavarre alguses on lõhelistele omane rasvauim. Seljauim paikneb selja keskosas, millel puuduvad ogakiired. Ka paarisuimedel puuduvad ogakiired. Küljejoon on palja silmaga hästi näha ning mis kulgeb piki külje keskjoont. Siirdesiia pikkus on tavaliselt 40-60 sentimeetri vahel ning kaal võib ulatuda 2500 grammini. [12]

### 1.4.1 Püügimahud

Siirdesiiga hinnatakse kui olulise soolakalana. Teda püütakse põhiliselt nakkevõrkudega, mõrdadega, aga ka õngpüünistega. Kutselised kalurid kasutavad püügivahenditeks põhiliselt nakkevõrke ning avavee- ja ääremõrdasi. Siseveekogudes on siirdesiia püük keelatud ning teda püütakse ainult rannikumeredes. Tabel 4 on toodud merisiia püügimahud aastate lõikes Pärnu lahes. [4]

Tabel 4 Merisiia püügimahud Pärnu lahes kilogrammides [4]

Veekogu	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pärnu laht	1553	1388	959	491	338	804	905

Kuna siirdesiig on merisiig, siis siirdesiia püügimahtusid on keeruline määratleda. Siirdesiig koeb Eesti jõgedes küll ainult Pärnu jões ja Narva jões, kuid saagis esineb märkimisväärselt ainult Pärnu lahes. Kuna siirdesiia massi kogust ei ole võimalik eristada merisiiaga, kes koeb rannikumeres, on tabel 4 antud ainult püügipiirkonnaks Pärnu laht [9]. Tabel 4 selgub, et viimase 3 aastaga on merisiia püügikogused kasvanud. Suure tõenäosusega on kasvanud ka siirdesiia püügikogused, sest 95% Pärnu lahes elutsevast merisiiaast on siirdesiig [14]. Püügikoguste suurenemise tõttu on autori hinnangul paranenud siirdesiia koelmute seisukord.

Püügimahtusid mõjutab ka illegaalne püük, ilmastik, võõrliigid ning Sindi pais. Kui on näiteks soe hilissügis ja talv ning seejärel külm kevad, siis see põhjustab vastsete varajase koorumise. Külma kevade tõttu võivad jääda vastsed nälga, kuna zooplanktoneid on vähe. Seda protsessi nimetatakse kliima soojenemiseks. [9]

Nii nagu teisi kalaliike, ohustab merisiiga võõrliigid. Ümarmudil sööb kalade marja ja maime ning võib tõrjuda osad kalaliigid teatud piirkonnast välja. Lisaks teistele Pärnu jões elavatele kaladele, on merisiia püügimahtusid mõjutanud olulisel määral Sindi pais, mis oli aastaid ületamatu paljudele kalaliikidele. Sindi pais lammutati nüüd lõplikult 2019.aastal ning merisiia püügimahtusi hakkab see mõjutama alles 2024.aastal, sest kuni 5.eluaastani elab siirdesiig jões. Enne Sindi paisu lammutamist asusid koelmud Sindi paisust vahetult allavoolu asuval karestikul. Paisu lammutamise järgselt suureneb kasutusel olevate koelmute pindala üle 90%. [15] [16]

## 1.5 Vimb

Vimb on karpkalaliste seltsi kuuluv kala, kes läheb kevadeti kudema. Kuni 5 eluaastani elab vimb jões ning seejärel suundub merre. [9]

Vimb elab peamiselt Läänemeres, Mustas meres ja Kaspia meres ning nendega piirnevates siseveekoguses. Eestis on kahte sorti vimbasid. Ühte liiki vimmad elavad aastaringselt Peipsi- ja Võrtsjärves ning teised elavad rannikumeres ning suunduvad vooluveekogudesse kudema. Antud peatükis antakse ülevaade ainult nendest vimbadest, kes elavad rannikumeredes. [9]

Vimb meenutab kehakujult latikat või nurgu, ent on neist märksa madalama profiiliga. Vimb on kõrge, külgedelt lamenenud kehaga ja pika ninaga kala. Selg on mustjaspruunikas ning küljed on hõbedased ja kõht kreemjas. Pea on lõhelistega võrreldes suur. Selja ja sabauim on tumehallidest kuni

mustadeni ning kõhuuimed läbipaistvad. Kudemisajal lähevad isased nii seljalt kui ka külgedelt tumedamaks ning kõhupool muutub punakaks. Kala kohta on vimb keskmise suurusega. Kaalub umbes 500 grammist 1000 grammini ning kogupikkus on umbes 30 sentimeetrit. [10]



Joonis 5 Vimb [17]

### 1.5.1 Püügimahud

Vimb on Eestis tuntud töõnduskala ning looduskaitse alla ta ei kuulu, kuid teda võib ohustada kudemispaikade hävinemine või nende kinnikasvamine. Vimba püüavad nii harrastus kui ka kutselised kalurid. Kutselised kalurid püüavad peamiselt rannikumeres mõrraga, nakkevõrkudega ning õngejadaga. Tabel 5 on välja toodud vimma püügikogused aastate lõikes erinevates piirkondades. [4] [5]

Tabel 5 Vimma püügimahud kilogrammides [4]

<b>Veekogu</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Soome laht	1316	896	134	2041	1883	1219	1363
Väinameri	1867	2107	1372	1163	1107	1288	1564
Liivi laht	49293	73386	74650	58270	67161	74664	80037
Siseveekogud	12	10	3	1	0	3	1
Ülejäänud Läänemeri	5805	9684	17248	13122	18969	21443	37406

Tabel 5 on “Läänemere” alla arvestatud ainult Eesti territoriaalveed. Vimba püütakse peamiselt rannikumerest. Põhiline siseveekogu, kus vimba püütakse, on Pärnu jõgi. Kõige rohkem püütakse vimba Liivi lahes (kaasa arvatud Pärnu laht), kus keskmiselt on püügimahud 81% vimma kogusaagist. Tabel 5 selgub, et enamus veekogudes on vimma saagid tõusnud kahel viimasel aastal. Autori hinnangul on vimma püügimahtusid mõjutanud koelmute seisukord ning ilmaolud.



Lisaks nendele on vimmal tugev konkurents teiste karpkalalistega, näiteks koger ja latikas [18].

Varem on püügimahtusid tugevalt mõjutanud ka merelahtede eutrofeerumine, kuid viimastel aastatel on see mõju vähenenud. Kui satub liiga palju toitaineid veekogusse, siis see põhjustab mudastumist ja veekogus langeb hapnikusisaldus. Karpkalalistele nagu vimb mõjub eutrofeerumine pigem positiivselt, sest vimb pole hapnikusisalduse suhtes väga nõudlik. Eutrofeerumisel toimuvad muutused kalakoosluses. Alguses hapnikulembeliste kalaliikide arvukus väheneb ning seejärel suureneb karpkalaliste arvukus. [18]

## 2. Kalapääsud

Kalapääs on tehisklik tee, hüdrauliline süsteem või meetod, mis asub kala rändeteed takistava looduse või inimese poolt tehtud tõkke juures. Kalapääsu nimetatakse kompromissiks loodusega. Ühtegi veeloiku ei saa jätta täielikult looduse hooleks, sest kalad ei saa sageli rännata jõgedesse kudema. Takistused võivad olla looduslikud, näiteks koprapaisud ning joad. Lisaks inimtegevuse tõttu rajatud takistused -näiteks paisud ning hüdroelektrijaamad. [19]

Kalapääsu kaudu peavad kalad ületama takistuse ning ujuma ülespoole. Heas kalapääsuspeab see ületus olema ilma viivituseeta ja stressita. Kalapääsus eristatakse lähenemisala, sissepääsu, kalapääsu sisemisi osi, väljapääsu ja kala esimineku teed. Kalapääse saab rajada erinevate ehituslike põhimõtetega. Käesolevas peatükis kirjeldatakse erinevaid Eestis ehitatud kalapääse.

Kalapääsud võib jagada kaheks: looduslähedased ja tehisklikud kalapääsud. Tehisklikud kalapääsud on tavaliselt selektiivse toimega ehk need on läbitavad ainult teatud kalaliikidele. Tehisklikud kalapääsud on näiteks kalatrepp, kalatõstuk, kalalüüs, tiigikaskaad ja tõkiskalakäik. Tavaliselt on tehisklikud kalapääsud basseinitüüpi, püstavadega ning erilised liftisüsteemid. Looduslikud kalapääsud on näiteks tehiskosk, tehiskarestik, kalaramp ja möödaviikpääs. Looduslähedased kalapääsud sobituvad paremini maastikuga ning seetõttu on nad tõhusamad ning on sobilikud paljudele kalaliikidele. Kalapääsude rajamisel eelistatakse rohkem just looduslähedasi kalapääse. Tehisklik kalapääs valitakse tavaliselt lahenduseks, siis kui piirkonnas ruumi napib. Kalapääse kasutavad kõik kalaliigid, kes liiguvad vooluveekogust ülesjõkke.[19][20]

### 2.1 Kalatrepp

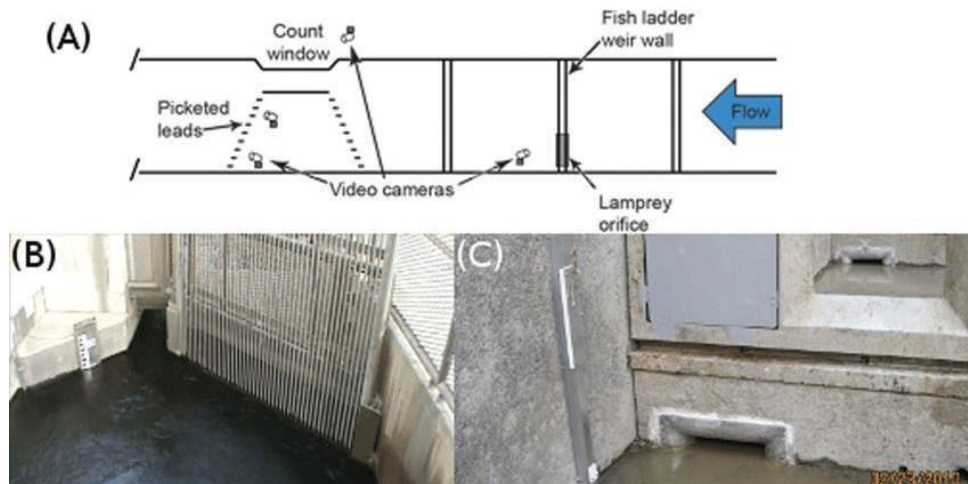
Kalatrepp ehk kamberkalapääs on tõket võimaldav trepp, mis koosneb madalamatest omavahel ühenduses trepiastmest, mida läbib veevool. Kalatrepp on kõige sagedamini kasutatavam kalapääsutüüp, sest ta mõõtmed ja veetarve on väiksemad kui teised kalapääsud. Võrreldes looduslähedaste kalapääsudega, on kalatrepp ületatav ainult vastupidavam ja kiirema liikumisega kalaliikidele. [20][21]



Joonis 6 Joaveski kalapääs Lahemaal Joaveski külas

Foto autor: Rasmus Roasto (06.04.2020)

Kalatrepid võimaldavad kaladel ületada tõkkeid, sest seal saavad nad ujuda ja ületada mitmetest suhteliselt madalatest trepiastmetest koosnevat trepistikku, jõudes tõkketagusesse vette. Kambritel on topelfunktsioon: nad rahustavad läbi kalapääsu voolavat vett ning samal ajal loovad kaladele puhketsoone. Vee langev kiirus peab olema piisavalt kiire, et meelitada kalasid treppide juurde, kuid mitte nii kiire, et kalad ennast liigselt ära ei kurnaks. Voolukiirus ei tohi mitte üheski pääsu avas olla rohkem kui 2 m/s. Joonis 7 annab ülevaate tüüpilisest kalatrepist. [21][22]

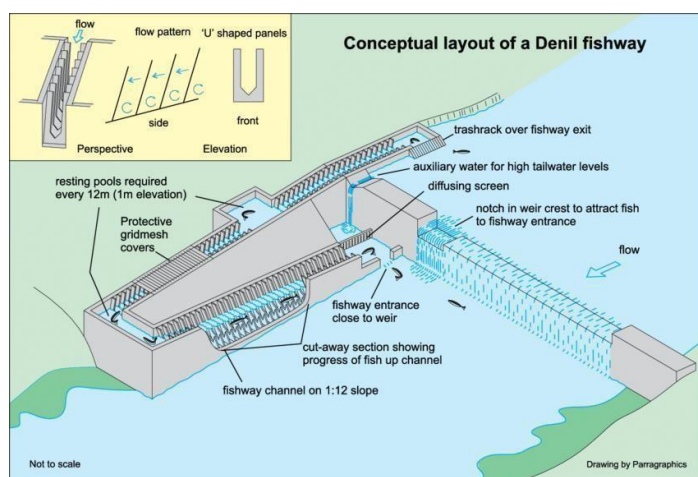


Joonis 7 Skeem tüüpilisest kalatrepist [23]

Kalapääsu lang jääb tavaliselt umbes 10-15% vahele. Nii nagu teised tehiskalapääsud, on tema eeliseks väikene ruuminõudlus ning lihtsam ja odavam võrreldes looduslähedaste kalapääsudega. Kalatreppi suureks miinuseks on see, et osad kalaliigid ei pruugi seda omaks võtta, eriti need kalaliigid, kes väga suurt voolukiirust ei talu. Kalatrepi efektiivsus sõltub väga palju pääsu kaldest. Mida suurem on pääsu kalle, seda suurem on voolukiirus. Eestis asuvad kalatrepid näiteks Joaveskis (Joonis 6) ning Sangastes (Joonis 15). [21][22][24]

## 2.2 Tõkiskalapääs

Tõkiskalapääs ehk Denili kalapääs töötati välja juba 1900. aastal Begia inseneri G.Denili poolt. Kalapääsu moodustavad üks või mitu sirget renni ja vajaduse korral rennidevahelised puhkebasseinid. Lang on kalapääsul üsna suure kaldega (10% kuni 20%). Kõige väikseim voolukiirus on lamelli väljalõike alumises osas, sest lamellide vahele moodustuvad pöörised põhjustavad suure energiakao. Veevool tõkiskalapääsus on intensiivsemalt õhustatud ja pööriselisem kui tavalises kamberkalapääsus. Näiteks karpkalaliste jaoks peab olema iga 8-12 meetri tagant puhkeala ning lõhilaste jaoks 10-12 meetri tagant. Puhketsoonid tekivad suuremates basseinides. Kanali laius sõltub sealt käivatest kaladest. Tavaliselt see jääb 0,8- 1 meetri vahele. Joonis 8 annab täpsema ülevaate sellest Denili kalapääsust.[21][24][25]



Joonis 8 Denili kalapääsu skeem [26]

Denili kalapääs on võrreldes teiste kalapääsutiipidega suhteliselt järsk ja madalate ning keskmise kõrgusega paisude puhul lühike. Denili kalapääsu eeliseks on see, et see on oma mõõtmetelt väike ja selle võib vabalt valmis ehitada kuival olles ning seejärel ühes tükis kohale tõsta. [21] Kalapääsu alumine bjef tekitab hea peibutusvoolu, sest veetase on sageli pika aja jooksul muutumatu. Paraku ülemisel bjefil muutub pidevalt veetase ning nõuab suurt vooluhulka. Vooluhulk ei tohi ülemises bjefis oluliselt muutuda ning seetõttu nõuab Denili kalapääs perioodilist kontrollimist, et vajadusel eemaldada vooluhulka mõjutavad setted või mingi muu

sodi. Eestis on tõkiskalapääs suhteliselt haruldane kalapääsutüüp, kuna neid on keeruline projekteerida ning kallis hind. Eesti asub tõkiskalapääs näiteks Laviku paisul Võsu jõel Lääne-Virumaal. [21][24]



Joonis 9 Tõkiskalapääs Elbe jõel Saksamaal [26]

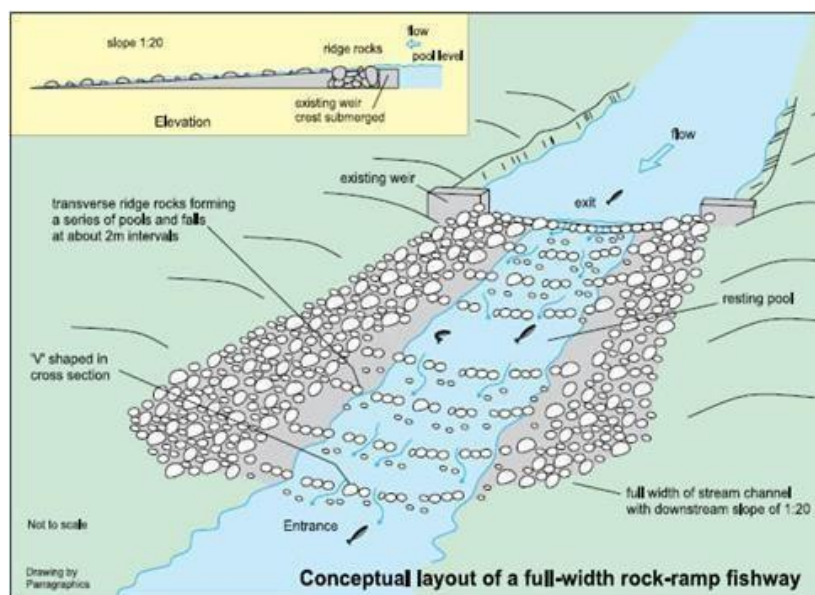
### 2.3 Tehiskosk ja tehiskärestik

Veekogu kõrguste erinevuse ületamiseks kasutatakse lauged pikisuunalist kallet. Algselt ehitati neid kaitseks sängi erosiooni vastu. Kuid veekogu läbitavuse taastamiseks on lauged karedad kallakud ja tehiskosed on soodsaim lahendus, millega saab hästi jäljendada looduslikke tingimusi kärestikulistes sängides. [27]



Joonis 10 Kadrina kalapääs Loobu jõel [28]

Tehiskosk ja tehiskärestik on väga sarnased. Peamine vahe seisneb ainult kõrguses. Kui voolusängi kalle on 1:3 kuni 1:10, nimetatakse neid Saksa normi DIN 4047 järgi tehiskoseks, ning kui 1:15 ning lamedam, siis tehiskärestikuks. Tehiskärestiku põhjakivitis on tavaliselt ühtlane, kui aga ebahütlasest kivitised moodustuvad ülevoolud, siis on tegemist tehiskosega. Madalvee ajal võivad tehiskosed või -kärestikud peaaegu kuivaks jääda ning seetõttu tuleb neisse kujundada voolurenn, milles on alati vett. Vee keskmine sügavus ei tohi olla ka väikesevooluhulga puhul väiksem kui 0,3 – 0,4 m. Joonis 11 annab täpsema ülevaate sellest, kuidas tehiskosk ning tehiskärestik toimib. [20][21][24]



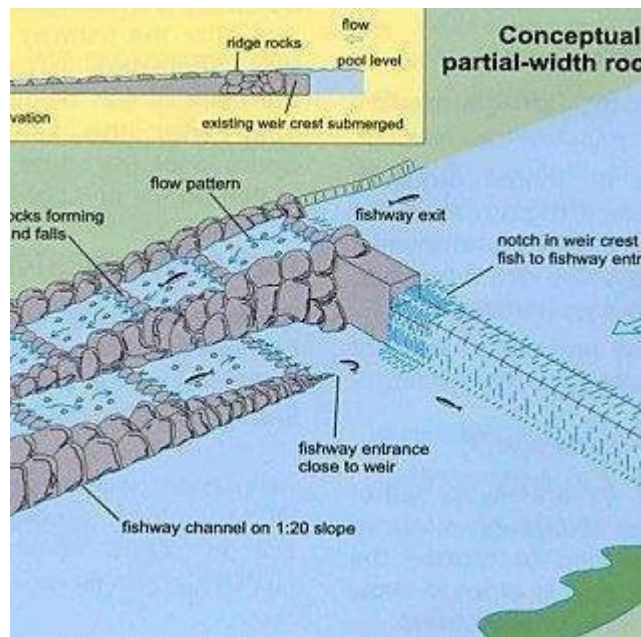
Joonis 11 Tehikose ja tehiskärestiku skeem [29]

Eestis on tehiskosk ning tehiskärestik üks eelistumaid kalapääsuvorme. Tuntuim Eestis asuv tehiskosk on näiteks Kivi-Vigala paisu kalapääs Vigala jõel ning tehiskärestik Kose veskijärve kalapääs Piritas jõel (Joonis 19) [29]

## 2.4 Kalaramp

Kalaramp on vooluveekokku paisu juurde rajatud kare kaldpind, mis võimaldab veorganismidel liikuda üle paisu. Väliselt meenutab kalaramp suuresti tehiskoske, kuid erinevalt tehikosest on kalarambil ainult osa paisu nõlvusest muudetud karedaks. Kalaramp kuulub looduslähedaste kalapääsude hulka. Ramp ehitatakse sellele poole jõe kalda äärde, kus veevool on kiirem. Kalarambis on keskmine vee sügavus tavaliselt 0,3-0,4 m ning voolukiirus 1,6—2 m/s. Et voolukiirus oleks ühtlane ja sobilik siirdekaladele, peab rambi laius olema umbes 2,5 m. [21] [24] Kalarambi peamine eesmärk on kopeerida võimalikult sarnaselt looduslike jõe kärestikke või

järskude kallakutega ojasid. Väga hästi sobivad ehitamiseks vanad mahajäetud evakuatsiooni või lüüsi kanalid. Joonis 12 on toodud kalarambi toimivuse skeem. [20][21]



Joonis 12 Kalarambi toimivuse skeem [30]

Kalarampi on vaja perioodiliselt kontrollida, et tagada normaalne veevool läbi rajatise. Põhiliselt on vaja puhastada sinna kinni jäänud puurisu ja praht (eriti suurvee järgselt); kontrollida kivide asetust ning vajadusel paigaldada kivid tagasi sobivasse asetusse. Veetaseme määramiseks ja kontrolliks oleks soovitatav paigaldada „veemõõdulatt“. Veepinda on võimalik mõõta ka paisul asuvast reeperist. [20]



Joonis 13 Siegi jõe lisajõgi Saksamaal [28]

Eestis otsustatakse kalarambi kasuks, siis kui kõrgused omavahel suuresti erinevad. Eestis on kalarambid näiteks Vetla kalapääs Jägala jõel ja Vanaveski kalapääs Vasalemma jõel (Joonis 18) [22][25]

## 2.5 Kalapääsud Eestis

Eesti jõgedel on loendatud kokku üle 1000 paisu. Umbes 75 % paisudest on kaladele ületamatud. Et kalade rändetingimusi parandada, peavad paisuomanikud otsustama, kas lammutada pais või rajada toimiv kalapääs. Enamus paisuomanikke valivad viimase variandi. Kalapääsude ehituskulud võib jagada mitmesse etappi: ehitusplatsi ettevalmistamine, konstruktsioonid, katsetamine ja seiresüsteem. [20][29]

Iga aastaga on Eestisse lisandunud uusi kalapääse – siirdekaladele on neist olulisemad Vihtra ja Jändja kalapääsud ning 2018.aastal pärast Sindi paisu lammutamist rajatud Sindi kalapääs. Euroopa Liidu finantsperioodil 2007-2013.aastatel rajati Eestis Euroopa Ühtekuuluvusfondi toel kokku pea 90 kalapääsu. Enim on Eestis kalapääsusi Lääne-Virumaal (22) ja Põlvamaal (20). Alates 2009. aastast on kalapääsude rajamist toetatud 18,3 miljoni euroga, mis enamuse on tulnud Euroopa Ühtekuuluvusfondi rahadest. Keskkonnainvesteeringute keskus (KIK) on toetust saanud ligi 40. projektis ning selle raha eest on rajatud üle poolesaja kalapääsu. Tabel 6 annab ülevaate, kui palju on Eesti riik rahastanud erinevaid organeid, mis tegelevad kalapääsude ehitusega. [21] [29]

Tabel 6 Kalapääsude rahastus 2011-2020.aastatel [4]

Toetuse saaja	Kalapääsude rajamiste arv	Maksumused kokku Eurodes	Toetuse summad kokku eurodes
Mittetulundusühingud	38	6409631	5068466
Osaühingud	9	1773277	3946903
Kohalikud omavalitsused	9	3953321	1462070
Muu (AS, Keskkonnaagentuur jt)	6	774993	605159

Kokku rahastati 9 aasta jooksul 62 kalapääsu. Peamiselt kalapääsude rahastajad on erinevad MTÜ-d, mis omakorda saavad raha peamiselt riigilt. Tallinna ümbruse jõgede kalapääsudes on olnud peamine rahastaja AS Tallinna Vesi, mujal mittetulundusühingud ning kohalikud omavalitsused. Järgnevalt tuuakse välja 2 väga olulist kalapääsu, mis autori arvates peab pälvima tähelepanu. [22][29]



### 2.5.1 Vaskjala kalapääs

Vaskjala pais on Tallinna pinnaveehaarde rajatis, mis rajati algul selleks, et hoida tallinlaste joogivee varusid. Pais koosneb pinnaspaisust kaldast kuni betoonist kaldasammasteni. Jõe põhivool peibutab ülesvoolu siirduvad kalad paisu alla. Kalad ei suuda langeva veejoaga 1,8 m kõrgust paisuastet ületada. Paisu astme ületamiseks on lahendusena rajatud kalapääs. Vaskjala paisule on kalapääs otse jõesängi ülevoolupaisule. Kalapääs on tarindatud nii, et see oleks kaladele läbitav nii suve-sügise madalvee kui ka veerikkal ajal. Toimiva kalapääsu lubatud veevoolu kiiruseks on kuni 1 m/s. Sellest suurematel vooluhulkadel (voolukiirustel) on kalapääs läbitav vaid tugevama ujumisvõimega kalade poolt, kuid see periood on ka lühiaegne.

Vaskjalas on kärestikkalapääs. See on rajatud betoonist alavette laiussega 19 m ja pikkusega kuni 65 m allavoolu. Vaskjala kalapääs rajati 2015.aastal. Rajamine oli ülioluline, sest varem ei olnud saanud mitte ükski kala paisu ületada. Kalapääsu rajamisega loodeti taastada Pirita jõel lõhepopulatsioonid. Peamine rahastaja ja projekteerija oli AS Tallinna Vesi. [21][22][29]



Joonis 14 Vaskjala kalapääs [28]

### 2.5.2 Sangaste kalapääs

Sangaste asub Väikese Emajõe ülemjooksul kaugus jõe lähtest 22.6 km, suudmest 64.6 km. Jõe minimaalne ja maksimaalne vooluhulk on vastavalt 0.14 m<sup>3</sup>/s ja 25.5 m<sup>3</sup>/s, mis on paljude kalade jaoks üsna läbimatu. Kalaliikidest rändab läbi Väikese-Emajõe ojasilm, jõeforell, lõhe, särg, latikas ja tõugjas. [21][22]

Sangaste pais hoiab kalad lõksus. Selleks on Sangastes rajatud kalapääs. Kambri kogupikkus on 82 m ning kambrite arv 29. Paisu kõrvale on rajatud betoonist astmed, kuhu on kujundatud voolusäng. [21]

Seal saavad kalad natuke hinge tõmmata enne kui hakkavad ületama järgmist astet. Kõrgemale

astmele on rajatud 2 ava, üks üleval, teine madalamal vee all. 2 ava on mõeldud sellepärast, et kõikidel kalaliikidel oleks suurem võimalus pääseda avausse. Mõned kalaliigid liiguvad rohkem mööda põhja ja teised armastavad ülevalpool liikuda. Sangastes on kamberkalapääs. Joonis 15 annab ülevaate Sangaste kalapääsu konstruktsioonist. [21][22][29]



Joonis 15 Sangaste kalapääs [28]

Sangaste kalapääsu projekteerimine ja ehitamine läks aega 4-5 aastat. Tööd läksid maksma ligi 200 000 eurot ja neid rahastas keskkonnainvesteeringute keskus Euroopa ühtekuuluvusfondist. [24][30]

### 3. Püügikogused

Püügikogused sõltuvad suuresti kalavarudest. Kui kaladel ei ole võimalik kueda, siis kalavarud vähenevad ning see mõjutab nii kutseliste kalurite kui ka riigi toimetulekut. Viimasel kümnendil (2010-2019.aastad) on rajatud väga aktiivselt kalapääse erinevatesse paikadesse. Käesolevas peatükis võrreldakse olulisemate kalaliikide püügimahtusid enne ja peale kalapääsude rajamist.

#### 3.1 Meriforell

Kui veetemperatuur langeb alla 6 kraadi, satub meriforell kudema sügiseti oma sünnijõkke [1]. Oma rännakul ületab meriforell tavaliselt ühe või rohkem kalapääse. Tabel 7 annab ülevaate meriforellipüügikogustest 2011. ja 2019.aastal. Tabel 7. saadakse vastus, kuidas kalapääsud on parandanud meriforelli ligipääsu koelmutele 9 aastaga.

Tabel 7 Meriforelli püügikogused 2011. ja 2019.aastal kilogrammides [4]

<b>Piirkond</b>	<b>2011</b>	<b>2019</b>
Liivi laht	746	1807
Läänemere keskosa	2808	3975
Soome laht	9846	11035
Kokku	13400	16818

Meriforelli suuremad kudejõed on Pirita jõgi, Vasalemma jõgi, Pärnu jõgi, Jägala jõgi ning Loobu jõgi [1]. Ajavahemikus 2011. ja 2019.aastal tehti näiteks Kaunissaare kalapääs Jägala jõele ning Joaveski kalapääs Loobu jõele. Tabel 7 andmete põhjal saab väita, et kalapääsud on parandanud meriforellide ligipääsu koelmutele, sest püügikogused on suurenenud. Kalavarude suurenemisel, on suurenenud ka püük.

#### 3.2 Lõhi

Lõhi käib sarnaselt meriforellile kudemas ainult kiirevoolulistes ja kärestikulistes kohtades [2]. Selleks võib ta ületada mitukümmend kilomeetrit, mille jooksul võib puutuda kokku ühe või rohkema kalapääsuga. Tabel 8 annab ülevaate meriforelli püügikogustest 2011. ning 2019.aastal. Tabel 8. saadakse vastus, kuidas kalapääsud on parandanud lõhi ligipääsu koelmutele 9 aastaga. [33]

Tabel 8 Lõhi püügikogused 2011. ja 2019.aastal kilogrammides [4]

<b>Piirkond</b>	<b>2011</b>	<b>2019</b>
Liivi laht	654	786
Läänemere keskosa	422	711
Soome laht	2701	6945
Kokku	3777	8443

Lõhi suuremad kudejõed on Vasalemma, Vääna, Pirita, Kunda, Loobu ning Valgejõgi [2]. Ajavahemikus 2011. ja 2019.aastal tehti näiteks Saku kalapääs Vääna jõe ja Kose Vesikijärve kalapääs Pirita jõe. Tabel 8 andmete põhjal saab öelda, kalapääsud on parandanud lõhi ligipääsu koelmutele, sest püügikogused on märkimisväärselt tõusnud. Kuna koelmute seisukord on paranenud, siis on suurenenud ka kalavarud ning võib püüda rohkem lõhi. [32] [33]

### 3.3 Jõesilm

Jõesilm käib ainult korra elus kudemas tavaliselt 6,8 kuni 7ndal eluaastal. Nende ränne algab suurte parvedena jõesuudmetest ning võib rännata kümneid kilomeetreid ülesjõkke. Jõesilm rändab alati kõige pimedamal ajal. Rännakutel võib jõesilm puutuda kokku ühe või mitme kalapääsuga. Tabel 9. saadakse vastus, kuidas kalapääsud on parandanud ligipääsu koelmutele 9 aastaga.

Tabel 9 Jõesilmu püügikogused 2011. ja 2019.aastal kilogrammides [4]

<b>Jõed</b>	<b>2011</b>	<b>2019</b>
Narva jõgi ja veehoidla	23141	21635
Reiu jõgi	3493	2973
Pärnu jõgi	1490	2077
Vääna jõgi	1674	907
Pirita jõgi	37	861
Muud siseveekogud	8857	5370
Kokku	38693	33823

Jõesilmu suurimad rändejõed on olnud Narva jõgi, Reiu jõgi, Pärnu jõgi ja Vääna jõgi [9]. Ajavahemikus 2011. ja 2019.aastal rajati näiteks Surju kalapääs Reiu jõe ja Jändja kalapääs Pärnu jõe. Kõige suurimas püügipiirkonnas Narva jõel kalapääsud puuduvad, sest vooluveekogu on jõesilmule ületatav vaatamata kiirele veevoolule [32]. Autori hinnangul mõjutab jõesilmu püügikoguseid koelmute seisukord ning reostus.

Jõesilm koeb ainult oma sünnijõkke, eelistades kiirevoolulisi ning kruusa ja liivase pinnaga kohti.

Ta on aeglane ujuja ning võib olla tundlik isegi sentimeetrise takistuse suhtes. Näiteks Surju kalapääs Reiu jõel ei ole parandanud jõesilmude ligipääsu ülesjõkke, sest see on jõesilmudele ületamatu [34]. Autori hinnangul jõesilmule kõige parim kalapääsulahendus on kärestikkalapääs või möödaviik-kalapääs. Pirita jõele näiteks rajati ajavahemikus 2011-2019.aastatel lausa 2 kärestikkalapääsu: Kose- Veskijärve ja Vaskjala. Pärnu jõe püügikoguste suurenemise põhjuseks saab autori hinnangul pidada kärestikkalapääsude rajamisi 2011-2019.aastatel, näiteks Kurgja kalapääs.

### 3.4 Siirdesiig

Siirdesiig eelistab kudemiseks sarnaselt lõhile ja meriforellile kiireid ja külmi hapnikurikkaid vooluveekogusid. Nad kogunevad tavaliselt parvedesse ning ujuvad ülesjõkke. Nende koelmud asuvad kaugel sisemaal ning turvaline rändeteekond on neile äärmiselt oluline. Tabel 10 annab ülevaate merisiia püügikogustest 2011. ning 2019.aastal kilogrammides.

Tabel 10 Merisiia püügikogused 2011. ja 2019.aastal kilogrammides [4]

<b>Piirkond</b>	<b>2011</b>	<b>2019</b>
Liivi laht	1737	3406

Siirdesiia suurim kudejõgi on koguaeg olnud Pärnu jõgi [9]. Ajavahemikus 2011-2019.aastatel tehti näiteks Sindi kalapääs ning Türi kalapääs Pärnu jõele. Kuna valdav osa Liivi- ja Pärnu lahes elutsevast merisiiaast on siirdesiig, siis suure tõenäosusega suurenesid 2011-2019.aastatel ka siirdesiia püügiimahud. Autori hinnangul on kalapääsude rajamise tõttu suurenenud merisiia püügiimahud. Kõige enam ohustab autori hinnangul merisiia püügikoguseid ümarmudil, sest kalapääse saavad kasutada kõik kalaliigid, sealhulgas võõrliigid. Ümarmudilal oleks ligipääs kalapääsude abil siirdekala koelmutele. Ta sööb teiste kalade marja ja maime ning võib tõrjuda osad kalaliigid teatud piirkonnast välja

### 3.5 Vimb

Vimb on tüüpiline siirdekala, kes rändab peamiselt rannikumeres ning koeb jõgedes. Ta on ka hea kohaneja, kes ei pea minema kudema sünnijõkke. Kudealad asuvad siiski kaugel jõesuudmest ning rändavad sadu kilomeetreid. Tabel 11 annab ülevaate vimma püügikogustest 2011. ning 2019.aastal kilogrammides.

Tabel 11 Vimma püügikogused 2011. ja 2019.aastal kilogrammides [4]

<b>Piirkond</b>	<b>2011</b>	<b>2019</b>
Liivi laht	44902	80037
Läänemere keskosa	3832	37306
Soome laht	1347	1364
Kokku	50081	118706

Vimmad valivad kudemiseks tavaliselt kiireid ning hapnikurikkaid jõgesid. Vimma suurimad kudejõed on Pirita jõgi, Jägala jõgi, Kasari jõgi ja Pärnu jõgi [9]. Ajavahemikus 2011-2019.aastatel tehti näiteks Kaunissaare kalapääs Jägala jõe ja Laastre kalapääs Kasari jõe. Tabel 11 andmete põhjal saab väita, et kalapääsud on parandanud vimma ligipääsu koelmutele, sest püügikogused on suurenenud. Püügikogused on suurenenud eelkõige selle tõttu, et kalavarud on suurenenud.

## 4. Kalapääsude toimivuse meetodikad

Kalapääsude funktsionaalsuse hindamine koosneb paljudest erinevatest keerukatest ja ajamahukatest katsetöödest. Käesolevas töös antakse lühiülevaade nendest meetodikatest.

### 4.1 Elektripüük

Elektripüük on Eestis lubatud ainult teadusotstabel. Üks nendest teaduslikel otstarbetest on lubatud püüda kala elektriagregaadiga, mis võimaldab suhteliselt hästi hinnata veekogu kalastiku ja vanuselist koosseisu. Samuti saab elektripüügi abil teada kvantitatiivseid hinnanguid kalastiku kohta. [25] [35]

Näiteks saab elektripüügi ja vaatluste kaudu informatsiooni selle kohta, millised veelõigud on kaladele ületamatud ning millistel lõikudel võib voolukiirus olla kalade jaoks liiga suur. See meetod võib osutada väga ohtlikuks, sest tugeva elektrivoolu korral kalad hukuvad. Et kalade hukkumist vältida, kasutatakse tavaliselt elektripüüki koos mõne teise meetodiga (näiteks kalademärgistamine. [25] [35]

Tehiskärestikel, tehiskoskedel ja neis vahetult läheduses olevates jõelõikudes püütakse elektriagregaadiga valdavalt kuni 1 meetri sügavusel vees liikudes. Püütud kaladel määratakse liigiline kuuluvus, pikkus, sugu ja vanus. Need bioloogilised näitajad annavad mõista ning hinnata keskkonnatingimuse sobivust kalale, samuti teostava rände liiki ja järku. Pärast analüüsi lastakse kalad tagasi allavoolu jäävas jõeosas välistamiseks nende kohest taaspüüki. [25] [35]

### 4.2 Võrgupüügid

Võrgupüügis kasutatakse spetsiaalseid suurte silmadega nakkevõrke. Seda meetodit kasutatakse eelkõige meredes või järvedes ohustatud liikide püügiks (nt tõugjas). Kasutatakse nii pelaagilisi (ujuvaid) kui ka bentilisi (uppuvaid) võrke. Võrke ei tohi kaua hoida vees, kuna see halvendab kalade seisundit ja suurendab stressi. Ohustatud kaladele ei tohi mitte mingil juhul viga teha. Püütud kaladele määratakse täispikkus, sugu, mass ja paigaldatakse märgis. [25]

Võrgupüügi meetod võimaldab jälgida kala rändeid signaali saatja abil. Kõige sagedamini saab jälgida kala liikumisi raadiotelemeetria ja akustilise telemeetria abil. Raadiotelemeetria korral toimub jälgimine raadiolainete abil, akustilises aga kasutatakse veekeskkonnas helisignaale. [25][36]

Eestis kasutatakse rohkem akustilist telemeetriat, sest selle abil on lihtsam koguda teavet ja see sisaldab automaatset signaalilugejat. Selle abil saab hea vaate kala üldkogumist ja liikumistest.



Samuti saab teada kala kudemiskohtadest ning vajadusel korrigeerida kalapääsude efektiivsust, mis kaladele kudemisajal tee peale ette jääb. [36]

Akustiliste telemeetriaal on ka manuaalne süteem, mille abil saab määrata objekti asukohta suure täpsusega. [35] Manuaalse jälgimise alla kuuluvad suundhüdrofon, GPS seade ning signaali tugevus. Vajalikud seadmed kala jälgimiseks pannakse objekti kehasse või keha peale. Lained ja vibratsioonid on kaladele ohutud. [25] [36]

### **4.3 Märgistamine biotelemeetrilisel meetodil**

Kalarände üksikasjalikuks kirjeldamiseks kasutatakse kalade märgistamist ja jälgimist akustilise kaugmõõturiga. Meetodi puhul varustatakse kalad individ-spetsiifilisi signaale saatvate märgistega ja jälgitakse kalade liikumist signaalivastuvõtjate abil. Manuaalsete või automaatsete vastuvõtjate abil jälitatakse signaale. Esimesel puhul jälgimisjaam sukeldub veekogusse ning tuvastab saatjate signaalid ning salvestab need, teisel puhul püütakse signaale aktiivselt jälitades kalu. Neid kahte meetodit kasutatakse koos ning nendega on võimalik kalade liikumise kohta üksikasjalikult teavet koguda. [37]

Telemeetria-märgistega tõugjate puhul kasutati lisaks plastikmärkiseid, et saatjatega varustatud kalad oleksid kalastajatele ka välisel vaatlusel tuvastatavad. [37]

### **4.4 Kalaloendur**

Selle meetodi korral kalad suunatakse läbi infrapunaskänneri, mis tuvastab kala suuruse abil liikumissuuna ja liikumiskiiruse, kuupäeva, kellaaja ja vee temperatuuri ning teeb objektist pilti. Andmed salvestatakse ning neid on hiljem võimalik analüüsida ja esitada. On olemas ka selliseid kalaloendureid, mis suudavad automaatselt fikseerida kalaliigi. Kalaloendureid ühendatakse tavaliselt telefoniga ning andmete allalaadimiseks on olemas kaugjuhtimise võimalus. Kalaloendur töötab päikesepaneelide või püsitoiteaku abil. [25][36]

Kõige tuntum kalapääs Eestis, kus kasutatakse kalaloendurit, on Loobu kalapääs. Kalaloendur asub enne paisjärve ja kalade ülesvoolu ränne saab toimuda ainult mööda kalapääsu läbi loenduri. Loenduri suunajasse koguneb tihti setteid ning seetõttu peab seda kord nädalas puhastama. Infrapunaskänner sellisel juhul ei saa tuvastada liikuvaid objekte. Samuti peab regulaarselt allalaadima andmeid, et mitte üle korvata mälu. [25][36]

## 5. Kalapääsude toimivuse katsed

Käesoleva lõputöö katselise osa eesmärk on võrrelda erineva ehitusega kalapääsusi ning hinnata lumevaese talve mõju kalade rändele. Katsetöö viidi läbi vaatluspõhise analüüsi kujul ning hinnati kalapääsude olukorda 2020.aasta lumevaesele talvele järgnenud kevadel.

Katsete tegemiseks valiti esmalt välja 7 kalapääsu või kudejõge. Peamiselt valiti kudejõed Harjumaalt ning mõned suuremad jõed mujalt Eestist. Vaatlused tehti 2020.aastal 9.märts, 23.märts ja 6.aprill. Kõikides kalapääsudes suudeti ära käia ühe päevaga. Katsete tegemiseks valiti järgnevad kalapääsud või kudejõed.

- Saku kalapääs
- Vigala jõgi
- Vanaveski Vesiveski kalapääs
- Kose Veskijärve kalapääs
- Jändja kalapääs
- Joaveski kalapääs
- Vetla kalapääs

Antud kalapääsud on väga erineva ehitusega ning asuvad kalade rändel väga olulistes sõlmpunktides. Kalapääsutüüpide poole pealt on välja valitud kalatreppe, tehiskärestikke, kalarampe ja möödaviik-kalapääsusi.

Kalapääsudel käidi 2-nädalase vaheajaga ning kirjeldati muutusi. Kokku käidi iga kalapääsu juures 3 korda ning tehti kohapeal pilte. Vaatluspõhist analüüsi teostati vahemikus 3.märts- 14.aprill. See oli aeg, kus enamus kalad liikusid kevadel ülesjõkke, et kudema minna.

Katse eesmärk oli teada saada, kuidas mõjutab lumevaene talv kalade liikumist ülesjõkke. Kas see on raskendatud või on lumevaene talv hoopis teinud lihtsamaks kalade rännet.

Vaatluspõhises analüüsis kirjeldati järgnevaid olukordi:

- Ilmaolud
- Takistavad tegurid kalade tee

Veetaseme ja veetemperatuuri info saamiseks kasutati kodulehte [www.ilmateenistus.ee](http://www.ilmateenistus.ee)

## 5.1 Saku kalapääs

Kalapääs asub Sakus Väana jõel, ehitatud Saku mõisatiigi paisule. Tänu kalapääsule on lõhelistele tagatud takistuseeta liikumine kudemispaikadesse. Kalapääs on kärestikkalapääs (Joonis 16). Sakus käidi vaatlusi tegemas 9.märts, 23.märts ja 6.aprill. Tabel 12. on vaatlusandmed ning ilmateenistuse andmed. Veetemperatuuri ja veetaseme saamiseks kasutati kodulehte [www.ilmateenistus.ee](http://www.ilmateenistus.ee).

Tabel 12 Saku kalapääsu ilmateenistuse ja vaatluse andmed [38]

Vaatlused	Kuupäev	Vee temperatuur (°C)	Veetase (cm)	Õhutemperatuur (°C)	Ilmaolud
Esimene vaatlus	09.03.2020	3,4	106	6,7	Pilvine, sajuta
Teine vaatlus	23.03.2020	4,3	106	4,1	Sajuta, päikesepaisteline
Kolmas vaatlus	06.04.2020	3,7	62	9,3	Sajuta, päikesepaisteline

Veetaset ja veetemperatuuri mõõdeti Hүүru hüdroomeetriaajaamast, mis asub Saku kalapääsust 13 kilomeetri kaugusel jõe suudme pool. Vaatlused kestsid umbes 45 minutit ning tavaliselt hommikul kella 7.00-8.00 vahel. Sellel aja jooksul jälgiti, kas oli näha kalu läbimas kalapääsu ning jälgiti muutuvaid ilmaolusid. Vaatluste ajal kalu ei nähtud, kuigi kalapääs tundus olevat läbitav ka kõige nõrgema ujumisvõimega kaladele, sest voolukiirus oli aeglane.

Voolukiirus oli aeglane, sest kuiva ilma tõttu oli veehulk väike. Lisaks kivid, mis teevad kalapääsu kärestikuliseks, olid väiksed. Vastavalt Bernoulli võrrandile suureneb voolukiirus kui kivid oleksid suuremad või oleks neid rohkem. Autori hinnangul olid kivid hästi paigutatud, et ka nõrgema ujumisvõimega ja suurematel kaladel oleks mugav rännata ülesjökke.

2020.aasta kevadel ei olnud Väana jõel kevadisi suurujutusi ning kolmel vaatlusel püsis veetase madal, kuid oli autori hinnangul siiski kaladele läbitav.

Kalade rännet kalapääsul mõjutavad ka setted, mis vooluveekogus võivad kuhjuda. Mitte ühelgi vaatlusel ei tundunud setted mõjutanud kalade rännet nii et see oleks ületamatu. Kalapääs oli hästi hooldatud ning sodist puhas. Veetaset reguleerivad tänapäeval andurid. Nii on kalapääsus ja mõisapargi tiigis ühtlase tasemega vesi. Kui tiigis on veetase kõrgem kui kalapääsus, siis see juhitakse kalapääsudesse ja vastupidi.



Joonis 16 Saku kalapääs

Foto autor: Rasmus Roasto (09.03.2020)

## 5.2 Vigala jõgi

Vigala jõgi on üks vaatluskohtadest, kus uurimisobjektiks ei olnud kalapääs. Vigala on üks olulisemaid kudejõgesid, mis voolab läbi Rapla linna. Ta algab Keava rabast ning voolab Kasari jõkke. Põhilised kudekalad on forell ja lõhi, mis on viimastel aastatel Vigala jões kudemas nähtud üsna vähe. Vigala jõel käidi vaatlusi tegemas Rapla lähedal 9.märts, 23.märts ja 6.aprill. Tabel 13. on vaatlusandmed ning ilmateenistuse andmed. Veetemperatuuri ja veetaseme saamiseks kasutati kodulehte [www.ilmateenistus.ee](http://www.ilmateenistus.ee).

Tabel 13 Vigala jõe ilmasteenistuse ja vaatluse andmed [38]

Vaatlused	Kuupäev	Vee temperatuur (°C)	Veetase (cm)	Õhutemperatuur (°C)	Ilmaolud
Esimene vaatlus	09.03.2020	2,9	190	5,2	Sajuta, pilves
Teine vaatlus	23.03.2020	1,8	142	2,5	Päikesepaisteline
Kolmas vaatlus	06.04.2020	4,0	108	5,6	Selge, päikesepaisteline

Veetaset ja veetemperatuuri mõõdeti Konuvere hüdromeetriaamast, mis asub Vigala jõest 28 kilomeetri kaugusel jõe suudme pool. Vaatlused kestsid umbes 45 minutit ning tavaliselt hommikul kella 10.00-11.00 vahel. Sellel aja jooksul jälgiti, kas oli näha kalu läbimas Vigala jõge ning jälgiti muutuvaid ilmaolusid. Ilmaoludekirjeldused on toodud tabelis 13.

Teise vaatluse ajal (23.03.2020) nähti paari kala liikumas ülesjõge. Autor ei suutnud tuvastada konkreetselt kalaliiki, kuid see võis olla särp, nurg või latikas. Siirdekalu paraku ei nähtud. Tabel 13 on näha, et veetase Vigala jões on stabiilselt madal (Joonis 17). Iga järgmise vaatlusega langes veetase veelgi. Kõige rohkem jäigi vaatluses silma veetase, kus ränne võis olla kaladele raskendatud, kuid mitte kriitiline. Madala veetaseme tõttu on kalad kergemini kättesaadavad, seda näiteks röövpüüdjatele ning vees võib tekkida hapnikupuudus ning seega suurem suremus. Vaatluses jäi silma ka suur setete hulk vooluveekogus, mis kuhjus ning tekitas kaladele lisatakistusi. Sellest hoolimata oli voolukiirus mõõdukas ning sobis ka kõige nõrgematele ujujatele, sealhulgas jõesilmule. Vaatluse käigus ei nähtud jõe peal järske tõuse ega langusi, vaid kogu ümbruskond oli tasane. Üheks segavaks faktoriks võis kalade rändel olla ka see, et Vigala jõgi kulgeb pikalt paralleelselt Rapla-Märjamaa manteelega ning liigne tolmu ja müra mõjuvad jõe ökosüsteemile halvasti. Erinevalt eelmistest aastatest kalade rännet ei mõjutanud jää või lumi. Lumevaese talve tõttu võisid kalad alustada kudemistännakuid varem, kuna veetemperatuur oli vaatluse ajaks sobiv. Kalad võivad hakata kudema juba 4 kraadi juures.



Joonis 17 Vigala jõgi Rapla lähistel

Foto autor: Rasmus Roasto (16.03.2020)

### **5.3 Vanaveski Vesiveski kalapääs**

Vanaveski kalapääs on ehitatud Vasalemma jõel Vanaveski paisule. Vanaveski pais on Vasalemma jõel olnud pikka aega peamiseks takistuseks kalade rändel, kuid nüüd on võimalik lõhedel või forellidel ületada pais ilma probleemideta. Lisaks inimese poolt rajatud paisudele on Vasalemma jões ka mitmeid koprapaise, mis võivad halvendada kala rändetingimusi. Vanaveski kalapääs on kalaramp, kus vesi on kiirevooluline ning astmed kõrgemapoolsed. Vanaveski kalapääsu juures käidi vaatlusi tegemas 9.märts, 23.märts ja 6.aprill. [9] Tabel 14. on vaatlusandmed ning ilmateenistuse andmed. Veetemperatuuri ja veetaseme saamiseks kasutati kodulehte [www.ilmateenistus.ee](http://www.ilmateenistus.ee)

Tabel 14 Vanaveski kalapääsu ilmasteenistuse ja vaatluse andmed [38]

Vaatlused	Kuupäev	Vee temperatuur (°C)	Veetase (cm)	Õhutemperatuur (°C)	Ilmaolud
Esimene vaatlus	09.03.2020	3,2	198	3,2	Sajuta, pilves ning päikesepaisteline
Teine vaatlus	23.03.2020	2,7	152	2,8	Pilves
Kolmas vaatlus	06.04.2020	3,6	100	8,2	Päikesepaisteline

Veetaset ja veetemperatuuri mõõdeti Urba hüdroomeetria jaamast, mis asub Vanaveski kalapääsust 18 kilomeetri kaugusel jõe lähtme pool. Vaatlused kestsid umbes 45 minutit ning tavaliselt õhtuti kella 17.30-18.30 vahel. Selle aja jooksul jälgiti, kas oli näha kalu läbimas Vanaveski Vesiveski kalapääsu ning jälgiti muutuvaid ilmaolusid. Ilmaolude kirjeldused on toodud tabelis 14.

Vaatluse ajal ei nähtud, et keegi kalapääsu läbiks, küll aga märgati särgeid liikumas kalapääsust mere poole. Sarnaselt eelmistele kudejõgedele või kalapääsudele, on veetase iga vaatlusega pidevalt alanenud (tabel 14), põhjuseks 2020.aasta lumevaene talv ning sademetevaene kevad. Vaatlustes jäi kõige rohkem silma voolukiirus. Vasalemma jõgi oli kärestikuline ja kiire ning sobis paremini kiirematele ujujatele nagu lõhi, angerjas ja vimb. Vanaveski Vesiveski kalapääsu ületamiseks peab tegema hüppe (Joonis 18). Näiteks jõesilmule on Vanaveski Vesiveski kalapääs küll ületamatu, kuid on võimalus kueda Vanaveski Vesiveski paisu alla. Seega autori hinnangul on sobivad jõesilmu kudemistingimused loodud paisu juurde, mis on põhiliselt kivipõhjalised. Kivipõhjalise pinna tõttu esineb setteid vähe Vasalemma jõel. Takistavateks teguriteks on jäänud esimesel vaatlusel silma üks mahalangenud puu, kus voolukiirus oli suurem.



Joonis 18 Vanaveski kalapääs

Foto autor: Rasmus Roasto (09.03.2020)

#### **5.4 Kose Veskijärve kalapääs**

Kose Veskijärve kalapääs asub Kose vallas, mis on ehitatud Pirita jõeale Veskijärve paisule. Kui 2014.aastal lammutati üks pool paisust ja ehitati kalapääs, on lõhede arvukus jões ainult tõusnud ning läinud mööda teistest suurtest lõhejõgedest (Vasalemma, Jägala, Loobu). Kose Veskijärve kalapääsu juures käidi vaatlusi tegemas 9.märts, 23.märts ja 6.aprill.[9] Tabel 15. on vaatlusandmed ning ilmasteenistuse andmed. Veetemperatuuri ja veetaseme saamiseks kasutati kodulehte [www.ilmasteenistus.ee](http://www.ilmasteenistus.ee).



Tabel 15 Kose-Veskijärve kalapääsu ilmasteenistuse ja vaatluse andmed [38]

Vaatlused	Kuupäev	Vee temperatuur (°C)	Veetase (cm)	Õhutemperatuur (°C)	Ilmaolud
Esimene vaatlus	09.03.2020	2,6	189	4,4	Sajuta, pilves
Teine vaatlus	23.03.2020	1,9	163	3,3	Selge, tuulevaikne
Kolmas vaatlus	06.04.2020	4,5	142	8,4	Sajuta

Veetaset ja veetemperatuuri mõõdeti Kloostrimetsa hüdromeetriaamast, mis asub Kose Veskijärve kalapääsust 49 kilomeetri kaugusel jõe suudme pool. Vaatlused kestsid umbes 45 minutit ning tavaliselt kella 12.30-13.30 vahel. Selle aja jooksul jälgiti, kas oli näha kalu läbimas Kose Veskijärve kalapääsus ning jälgiti muutuvaid ilmaolusid. Ilmaolude kirjeldused on toodud tabelis 15. Vaatluse ajal nähti mitut suuremat kala. Autori hinnangul oli see haug ning ahven. Kose Veskijärve kalapääs on looduslähedane tehiskärestik. Autori hinnangul on see kalapääs üks Eesti paremaid kalapääse, sest see sobib kõikidele kalaliikidele nii oma voolukiiruse poolest kui ka veetaseme poolest. Veetase tundus vaatlusel visuaalselt vaadates piisavalt sügav, et see ei langeks kriitilise tasemele ka kõige kuivematel aegadel. Nii nagu teiste kalapääsude ja kudejõgede puhul langes ka Kosel pidevalt kuiva kevade tõttu veetase. Tabel 15 näitab, et selle kalapääsu seisund oli siiski kõige paremas seisus, kui võrrelda teiste valitud kalapääsudega. Jõepõhi oli kivipõhjaline ning seega ei nähtud mitte ühelgi vaatlusel setteid. Vaatlusel saab väita, et kalapääsu käiakse regulaarselt kontrollimas ning vajadusel puhastamas. Kose-Veskijärve kalapääsu ehitati lõhede taasestustamise eesmärgil Pirita jõe. Selle kalapääsu rajamine on autori hinnangul üks põhjuseid, miks näiteks lõhede püügikogused on hakanud jälle Pirita jões kasvama. Vaatlustel jäi silma ka Kose Veskijärve kalapääsu korrapärasus. Kivid olid paigutatud väga huvitavalt, et osades kohtades tundus visuaalselt vaadates voolukiirus suurem kui teises kohas. Samuti puudus kalapääsul järske tõususidning langusid. Kalade rändel saab takistavateks teguriteks pidada ainult kivide asetust. Kalad peavad eelnevalt saama selgeks, kus on kiirem jõevoovool ning kus aeglasem.



Joonis 19 Kose-Veskijärve kalapääs

Foto autor: Rasmus Roasto (29.04.2020)

## 5.5 Jändja kalapääs

Jändja kalapääs asub Pärnu jõel, mis on ehitatud Jändja paisule. Jändja kalapääs on kärestikkalapääs, kus kivid tekitavad kärestikulise veevoolu ning varjualust. Jändja paisu ei lammutatud, sest tegemist oli muinsuskaitse all oleva objektiga. Kalapääsu ehitamisel paigutati jõkke ka kruusa, kus kalad saavad võimalusel lasta oma marja. Jändja kalapääsu juures käidi vaatlusi tegemas 9.märts, 23.märts ja 6.aprill. Tabel 16. on vaatlusandmed ning ilmasteenistuse andmed. Veetemperatuuri ja veetaseme saamiseks kasutati kodulehte [www.ilmasteenistus.ee](http://www.ilmasteenistus.ee)

Tabel 16 Jändja kalapääsu ilmasteenistuse ja vaatluse andmed [38]

Vaatlused	Kuupäev	Vee temperatuur (°C)	Veetase (cm)	Õhutemperatuur (°C)	Ilmaolud
Esimene vaatlus	09.03.2020	3,0	195	4,9	Seenevihm
Teine vaatlus	23.03.2020	2,2	147	1,7	Selge, Päikesepaisteline
Kolmas vaatlus	06.04.2020	4,5	123	5,5	Pilvine

Veetaset ja veetemperatuuri mõõdeti Säreveere hüdroomeetriaamast, mis asub Jändja kalapääsust 10 kilomeetri kaugusel jõe lähtme pool. Vaatlused kestsid umbes 45 minutit ning tavaliselt kella 14.00-15.00 vahel. Selle aja jooksul jälgiti, kas oli näha kalu läbimas Jändja kalapääsus ning jälgiti muutuvaid ilmaolusid. Ilmaolude kirjeldused on toodud tabelis 16.

Vaatluste ajal ei nähtud mitte ühtegi kalaliiki. Autori hinnangul võib süüks pidada vooluveekogu hädususust ning halb ligipääsetavus kalapääsule. Kalapääsu kohale oli rajatud justkui sild, mille pealt sai vaate kalapääsule. Jändja kalapääs asub kaugel Pärnu jõel sisemaal ning seal oli Pärnu jõgi tunduvalt kitsam kui alguses ette kujutati. Kalapääs on küll karestikuline, kuid kitsusest hoolimata liikus veehulk kõikidel vaatlustel suhteliselt aeglaselt ning autori hinnangul sobib kalapääs kõikidele kalaliikidele. Vaatlustel märgati ka kohti, kus oleks kaladel, eelkõige lõhil võimalik minna kudema. Jões oli rohkelt väiksemaid kive ning peenemat sorti kruusa. Samuti annaksid kivid autori hinnangul võimaluse kaladel varjuda. Kui võtta aluseks tabel 16 [www.ilmasteenistus.ee](http://www.ilmasteenistus.ee) andmed, siis Pärnu jões püsis veehulk kuival kevadel suuremana kui mõne teisel kudejõel Eestis. Esimesel vaatlusel sai ainukese korrana tunda ka seenevihma, mis on kahtlemata kaladele positiivne, kuna Pärnu jõe veetase oli lumevaesetalve tõttu madal. Pärnu jões leidis vaatlustel rohkesti setteid, mis mõjutas kalade rännet halvasti. Kalapääsu oli küll vaatluste käigus sodist puhastatud, kuid autori hinnangul peab setete rohkuse tõttu tegema seda tihemini kui mõnel teisel kalapääsul. Kalapääs ise kujutab rampkarestikku, kusosas kohas on järsk tõus ning teisel pool tasaneala.



Joonis 20 Jändja kalapääs silla pealt

Foto autor: Rasmus Roasto (06.04.2020)

## 5.6 Joaveski kalapääs

Joaveski kalapääs asub Kuusalu vallas Joaveski külas Loobu jõel. See kalapääs on ehitatud 2013. aastal Joaveski joastikule, mis on looduslik rändetõke kaladele. Loobu jõgi on kaladele oluline jõgi. Seal leidub forelli, lõhet, jõesilma, harjust, tõugjat, särg, ahvenat ja teisi kalu. Joaveski kalapääsu juures käidi vaatlusi tegemas 9.märts, 23.märts ja 6.aprill. Tabel 17. on vaatlusandmed ning ilmateenistuse andmed. Veetemperatuuri ja veetaseme saamiseks kasutati kodulehte [www.ilmateenistus.ee](http://www.ilmateenistus.ee).

Tabel 17 Joaveski kalapääsu ilmasteenistuse ja vaatluse andmed [38]

Vaatlused	Kuupäev	Vee temperatuur (°C)	Veetase (cm)	Õhutemperatuur (°C)	Ilmaolud
Esimene vaatlus	09.03.2020	3,6	98	4,5	Tuuline, Selge
Teine vaatlus	23.03.2020	2,5	96	1,6	Päikesepaisteline
Kolmas vaatlus	06.04.2020	4,7	91	5,0	Selge, Sajuta

Veetaset ja veetemperatuuri mõõdeti Arbavere hüdroomeetriaamast, mis asub Joaveski kalapääsust 20 kilomeetri kaugusel jõe lähtme pool. Vaatlused kestsid umbes 45 minutit ning tavaliselt kella 18.00-19.00 vahel õhtuti. Selle aja jooksul jälgiti, kas oli näha kalu läbimas Joaveski kalapääsus ning jälgiti muutuvaid ilmaolusid. Ilmaolude kirjeldused on toodud tabelis 17. Vaatluste ajal ei nähtud mitte ühtegi kalaliiki. Joaveski kalapääs on üsna keeruliselt ehitatud, kuna ülesjõkke pääsemine pole paljudele kalaliikidele lihtne.

Joaveski kalapääs on oma tüübilt kamberkalapääs, mis asub jõe parema kalda ääres ning on rajatud liigveelasu ja silla paremasse avasse. Kalapääs koosneb 3 trepist ning selle ületamiseks vajab kala vastupidavust. Kalatrepi ületamiseks on ilmselgelt eelis kiirema ujumisvõimega kaladel, näiteks vimb ja lõhi, kuna veevool on kiire. Vaatluste käigus ei olnud märgata visuaalselt veetaseme langust, kuid tegelikult langes veetase võrreldes teiste kalapääsude või kudejõgedega kõige vähem. Autori hinnangul võis veetase langeda kõige vähem valitud kalapääsudest kõige kiirema veevoolu tõttu. Vaatluste käigus oli märgata hulganisti puulehti ja muu sodi, kuid kiire voolu tõttu ei kuhjunud see kuskile ning ei tekitanud kaladele lisatakistusi. Kõige rohkem võib selle kalapääsu juures probleeme tekitada selle tehnilisus. Kuna Joaveski kalapääsuga ei ole tegemist looduslähedase kalapääsuga, siis ei pruugi lõhi, vimb ja teised kalaliigid seda omaks võtta. Joonis 21 on toodud pilt Joaveski kalapääsust.



Joonis 21 Joaveski kalapääs

Foto autor: Rasmus Roasto (06.04.2020)

## 5.7 Vetla kalapääs

Vetla kalapääs asub Anija vallas Harjumaal Jägala jõel, mis on ehitatud Vetla paisule. Kalapääs on üle 150 meetrit pikk ja põhjas 2,5 meetrit lai. Põhi ja servad on kaetud põllukividega, mis annab kalapääsule kärestikulise omaduse. Jägala jões käib kudemas forell, lõhe ja jõesilm. Vetla kalapääsu juures käidi vaatlusi tegemas 9.märts, 23.märts ja 6.aprill. Tabel 18. on vaatlusandmed ning ilmateenistuse andmed. Veetemperatuuri ja veetaseme saamiseks kasutati kodulehte [www.ilmateenistus.ee](http://www.ilmateenistus.ee).

Tabel 18 Vetla kalapääsu ilmateenistuse ja vaatluse andmed [38]

Vaatlused	Kuupäev	Vee temperatuur (°C)	Veetase (cm)	Õhutemperatuur (°C)	Ilmaolud
Esimene vaatlus	09.03.2020	2,5	128	4,1	Selge, päikesepaisteline
Teine vaatlus	23.03.2020	1,8	99	2,1	Sajuta, pilves
Kolmas vaatlus	06.04.2020	3,9	86	6,6	Selge, tuulevaikne, soe

Veetaset ja veetemperatuuri mõõdeti Kehra hüdromeetriaamast, mis asub Vetla kalapääsust 21 kilomeetri kaugusel jõe suudme pool. Vaatlused kestsid umbes 45 minutit ning tavaliselt kella 10.00-11.00 vahel hommikuti. Selle aja jooksul jälgiti, kas oli näha kalu läbimas Vetla kalapääsus ning jälgiti muutuvaid ilmaolusid. Ilmaolude kirjeldused on toodud tabelis 18.

Vaatluste ajal ei nähtud mitte ühtegi kalaliiki. Vetlasse on rajatud nii möödaviik kalapääs kui ka kalaramp. Möödaviik kalapääs rajati kärestikulisena ning mis oli mõeldud nõrgema ujumisvõimega kaladele, näiteks särg. Kiiremad ja parema vastupidavusega kalad suudavad autorihinnangul juba ilma probleemideta kareda kaldpinna pealt ületada kalapääsu, kuna Vetlad kalapääsud on mitmekülgsed ning kalad saavad otsustada, mismoodi nad paisust läbi saavad. Möödaviik kalapääsutüüp oli kindlasti pikem ületusviis, kuid veevool aeglasem. Vaatlustes oli märgata palju setete kuhjumist ning sademeteta kevade mõju veetasemele möödaviik kalapääsus. Vesi tundus igas vaatluses möödaviik kalapääsul hägune ning tekitas kaladele lisatakistusi. Siiskisee ei mõjutanud autori hinnangul kala rännet nii palju, et kalapääs oleks ületamatu.



Joonis 22 Vetla kalapääs

Foto autor: Rasmus Roasto (23.03.2020)

## Tulemused

Esimesi kalapääse rajati Eestisse juba 1970-ndatel, kuid kõige aktiivsemalt on pööratud kalade rändeprobleemidele tähelepanu viimasel kümnel aastal. Kui võrrelda 2011.aasta ja 2019.aasta valitud siirdekalade püügimahtusid, siis kokkuvõttes tõusid meriforelli, lõhi, siirdesiia ja vimma püügimahud (vt Tabel 7-8; 10-11). Autori hinnangul on siirdekalade püügimahtusid mõjutanud olulisel määral kalapääsude rajamine. Püügimahud sõltub kalaliigi varudest ning kalaliigi varud ligipääs koelmutele. 2011-2019.aastatel rajati näiteks Kose Veski järve kalapääs Pirita jõele ning Vetla kalapääs Jägala jõele. Paraku jõesilmu püügimahud 2011-2019.aastatel kokkuvõttes hoopis vähenesid (vt Tabel 9). Autori hinnangul on jõesilmu püügimahtude vähenemine seotud eelkõige Narva jõe ökoloogilisest seisundist. Jõesilm on nimelt väga tundlik jõe reostusele. Lisaks on ta aeglane ujuja ning isegi väikene sentimeetrine tõus võib olla jõesilmule ületamatu. Autori hinnangul sobib jõesilmule kõige rohkem looduslähedased kärestikkalapääsud või möödaviik kalapääsud (kohtades, kus tõus ei ole järsk)

2020.aasta talv oli väga lumevaene ning see mõjutas olulisel määral ka kalade rännet. Veetase oli näiteks 2020.aastal kõrgem kui 2019.aastal. Näiteks Pirita jõel 2019.aastal mõõdeti veetasemeks 2.märtsil 139 cm ning aasta hiljem samal päeval 143 cm. 2019.aasta oli talv lumerohkem ja seetõttu ei olnud 2.märtsiks kogu lumi ära sulanud. Hiljem 2019.aasta märtsi keskel ilm läks soojemaks ning talvelumi sulas. See tõstis kudejõgede veetaset. 2020.aasta samal ajal läks kevad aina soojemaks ning oli sademetevaene. See tähendas, et kudejõgede veetase langes. Sama võis märgata ka veetemperatuuride puhul. 2019.aastal mõõdeti Pirita jões 0,3 °C, 2020.aastal aga 1,3 °C. 2020.aastal oli vesi juba varakult soe, et kalad saaksid alustada oma rändeteekondi oma kudejõgedesse.

Vaatlusandmetest selgus, et lumevaene talv mõjutas kalade rännet nii positiivselt kui ka negatiivselt. Võib oletada, et kalad kudesid 2020.aastal varem kui tavaliselt. Kudemistingimused olid paljudele kalaliikidele juba soodsad märtsi lõpuks või aprilli alguseks. Tavaliselt kalad koevad aprillis ning mais. Lumevaese ja sooja talve tõttu ei pidanud nad palju tegelema ka toidu otsimisega.

Väga sooja talve tõttu saabusid sobivad kudemistingimused kudemisjõgedesse hulga varem kui tavaliselt. See võis põhjustada olukorra, et kalad võisid hakata rändama oma kudejõgedesse enneoma püügikeeldu. Autori hinnangul mõjutas 2020.aasta lumevaene talv sellisel juhul negatiivselt, sest kudemisele minevaid kalu oli lubatud võimalik püüda ning see mõjus halvasti kalavarudele. Lumevaese talve tõttu mõjutas kalapääsude toimimist kõige rohkem veetase. Madala veetaseme tõttu võis tekkida näiteks hapnikupuudus vooluveekogudes. Samuti kevad oli üsna sademetevaene ja päikesepaisteline. Kalapääsude



toimimist takistas eelkõige sinna kinni jäänud sodi. Kalapääsud, kus tehti uuringute eesmärgil vaatlusi, olid kalapääsud hooldatud ning sodist puhastatud.

## Kokkuvõte

Kalapääs on rajatis vooluveekogul, mille põhiline eesmärk on tagada kaladel raskusteta liikumineülesjõkke. Peamiselt minnakse sünnijõgedesse kudema, kuid inimtegevuse tõttu ei ole sageli võimalik sinna minna. Peamiselt on inimtegevuse tõttu takistuseks paisud või hüdroelektrijaamad, kuid võivad olla ka looduslikud takistused, näiteks joad ning koprapaisud. Kalade rände parandamiseks rajatakse kalapääse. Käesolevas töös kirjeldati erinevaid Eestis ehitatud kalapääsening kuidas on need mõjutanud püügimahtusid.

Lõputöö katselise osa eesmärk oli võrrelda erineva ehitusega kalapääsusi ning hinnata 2020.aastalumevaese talve mõju kalapääsude toimimisele. Katsetööks viidi läbi vaatluspõhine analüüs. Valitiesmalt välja 7 kalapääsu või kudejõge ning käidi kohapeal 2-nädalase vaheajaga ja kirjeldati muutusi.

Eestis on rajatud kõige rohkem kalapääsusi viimase kümne aasta jooksul. Saades vastuse lõputööküsimusele, võrreldi püügimahtusid 2011.aastal ja 2019.aastal. Antud perioodi jooksul on kogu püügimahud suurenenud meriforellil, lõhil, vimmal ja siirdesiial.

Kalapääsud on taastanud meriforellide, lõhide, siirdesiide ja vimmade kudemispaiku. Tööst tuli välja ka asjaolu, et jõesilmu kogu püügimahud on vähenenud. Jõesilm on erinevalt teistest töös valitud siirdekaladega vilets ujuja ning eelistab looduslähedasi aeglasema vooluga kudejõgesid.

Kalade rännet mõjutas oluliselt 2020.aasta lumevaene talv. Autori hinnangul algas 2020.aastal kaladel kudemine varem kui tavapärasemalt. Kui tavaliselt koeb kala aprillis või mail, siis 2020.aastal võis kalad kueda juba märtsi lõpus, kuna kudemistingimused olid selleks ajaks juba sobivad. 2020.aasta kevad jääb silma ka üsna sademetevaese ajana. Kui märtsi alguses oli veetasePirita jõel 143 cm, siis aprilli alguseks see langes 124 cm peale. Kaladele mõjus pigem lumevaenetalv positiivselt, sest külmakraade ei olnud ning paljud veekogud ei külmunud põhjani ära. Erinevalt eelnevatest aastatest ei takistanud kalapääsude toimimist lumi. Kalapääsude toimimist takistas eelkõige sinna kinni jäänud sodi. Kalapääsud, kus tehti uuringute eesmärgil vaatlusi, olidhooldatud ning sodist puhastatud.

## Summary

The fish pass is a structure on a river, which facilitates fishes (especially diadromous fishes) natural migration upstream. Due to human activity, fishes often cannot go upstream because rivers have many obstacles like barriers and hydroelectric stations. There can also be natural barriers like waterfalls and beaver dams on a river. Fish passes enable fish to pass the challenges and help to improve fish migration. This research paper, there was described various fish passes which were built in Estonia and how they have affected fish catches.

The experimental part of the dissertation aimed to compare fish passes of different constructions and evaluate the impact of the snow-poor winter of 2020 on the operation of fish passes. The author of the thesis performed an experimental analysis for the practical work. Firstly seven fish passes or spawning rivers were selected and visited the site in 2-week intervals, also changes described. Estonia has built the most fish passes in the last decade. After receiving an answer to the thesis question, the fishing catches in 2011 and 2019 were compared. Total catches have increased for sea trout, salmon, vimba and whitefish during this period.

Fish passes have restored sea trout, salmon, whitefish, and vimba spawning places. The work also revealed that the total catches of river Lamprey have decreased. Unlike other migratory fish selected in work, River Lamprey is a poor swimmer and prefers near-natural, slower-flowing spawning rivers.

Fishing migration is also affected by the warm winter of 2020. Author's opinion, the fishes started to spawn earlier than usual in 2020. Fishes usually spawn in April or May in Estonia, but in 2020 fishes could spawn at the end of March, as the spawning conditions are already suitable by that time.

The 2020 year spring was also arid. At the end of March, the water level in the Pirita river was 143 cm, then it dropped 124 cm at the beginning of April.

The warm winter of 2020 positively affected fishes because they had fewer obstacles to conquer. There were no cold temperatures, and many water bodies did not freeze to the bottom. Unlike in previous years, the operation of the fish passes was not hindered by snow. The fish passes were hampered primarily by the mud stuck there. The fish passes where the observations were made for research purposes were maintained and cleared of sod.

## Viidatud allikad

- [1] M. Kangur, R. Mäe, H. Kask, *Meriforelli raamat*, Tallinn: Kalastaja raamat, 2009
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Cultured Aquatic Species Information Programme-Salmo trutta*, 2021, [Online] Loetud aadressil: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Salmo\\_trutta/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Salmo_trutta/en) Kasutatud 01.03.2021
- [3] R.J. Lennox, S.Eldoy, K.Vollset, K.Miller S..Kaukinen, T.Jaaksen, „How pathogens affect the marine habitat use and migration of sea trout (*Salmo trutta*) in two Norwegian fjord systems,“ *Journal of fish diseases*, vol 43, nr 7, pp 729-746, 11 June 2020 [Online] Loetud aadressil: <https://norwegianscitechnews.com/2020/08/why-arent-sea-trout-thriving-anymore/> Kasutatud 08.12.2020
- [4] Maaeluministerium, *Püügiandmed*, 2011-2020, [Online] Loetud aadressil: <https://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/kalamajandus-ja-kutseline-kalapuuk/puugiandmed> Kasutatud: 03.08.2020
- [5] M. Vetemaa ja A. Albert „Kutselise ja harrastuspüügi sektorite vahel võimalike vastuolude ja ühishuvide kaardistamine,“ [Aruanne] Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut, Tartu, 2016, [Online] Loetud aadressil [https://www.pikk.ee/upload/files/Sisuline\\_aruanne\\_Ressursikasutus\\_Vetemaa.pdf](https://www.pikk.ee/upload/files/Sisuline_aruanne_Ressursikasutus_Vetemaa.pdf) Kasutatud: 08.12.2020
- [6] T. Nuum ja M. Kangur, *Lõhe Eesti jõgedes*, Tartu: Eesti Roheline liikumine, 2006
- [7] Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Cultured Aquatic Species Information Programme-Salmo salar*, 2021 [Online] Loetud aadressil: <http://www.fao.org/fishery/species/2929/en> Kasutatud: 02.02.2021
- [8] S.Kullander/Fishbase, *Lõhi ehk lõhe*, 2014 [Online] Loetud aadressil: <https://www.kalapeedia.ee/3758.html> Kasutatud:13.03.2020
- [9] E. Pihu ja A. Turovski, *Eesti mageveekalad*, Tallinn: Kalastaja raamat, 2001
- [10] P. Miller and J. Loates. *Euroopa Kalad*, Tallinn: Eesti entsüklopeedia kirjastus, 2006
- [11] G.P. Zauke, *Lampetra fluviatilis*, 2003 [Online] Loetud aadressil: <https://www.fishbase.de/photos/ThumbnailsSummary.php?ID=4480> Kasutatud 03.01.2020
- [12] N. Mikelsaar, *Eesti NSV kalad*, Tallinn: Valgus, 1984  
:/

- [13] J. I. Malina and E. A. Borovikova „Phylogeography of Common Whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) of Northwestern Russia“, *Contemporary Problems of Ecology*, vol 11, no 3, pp 286–296, 2018 [Online] Loetud aadressil: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1995425518030058> Kasutatud: 11.04.2020
- [14] A. Verliin, *Siig Läänemeres: olukord aastal 2016*, 2016 [Online] Loetud aadressil: [https://media.rmk.ee/files/NR\\_5.2\\_2018.04.11\\_Siig\\_L%C3%A4%C3%A4nemeres\\_olukord\\_aastal\\_2016\\_Martin\\_Kesler\\_ja\\_Aare\\_Verliin.pdf](https://media.rmk.ee/files/NR_5.2_2018.04.11_Siig_L%C3%A4%C3%A4nemeres_olukord_aastal_2016_Martin_Kesler_ja_Aare_Verliin.pdf) Kasutatud: 11.04.2020
- [15] Eesti Mereinstituut „Piirkondlike kalapüügipiirangute ning kalade piirmõõtude kaasajastamine“ [Lõpparuanne], Tartu, Eesti, 2020, [Online], Loetud aadressil: [https://www.envir.ee/sites/default/files/MKO/esitatud\\_aruanne\\_5xi2020\\_toimetatud\\_02xii2020.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/MKO/esitatud_aruanne_5xi2020_toimetatud_02xii2020.pdf) Kasutatud: 12.04.2020
- [16] E. Riis, A. Aunapuu, V. Vers, M. Kesler, J. Jormola, O. Lintinen, „Sindi hüdroölmne rekonstrueerimine“ [KHM aruanne], Ramboll, Tallinn, Eesti, 2013, [Online] Loetud aadressil: [https://keskkonnaamet.ee/sites/default/public/KMH/Sindi-hydrosolme-KMH-aruanne-heakskiitmisele\\_19-08-2013.pdf](https://keskkonnaamet.ee/sites/default/public/KMH/Sindi-hydrosolme-KMH-aruanne-heakskiitmisele_19-08-2013.pdf) Kasutatud 03.03.2020
- [17] A.Harka, *Vimba Vimba*, 2003 [Online] Loetud aadressil: <https://www.fishbase.se/photos/thumbnaillsummary.php?Genus=Vimba&Species=vimba> Kasutatud:12.03.2020
- [18] T. Saat, „Väinamere kalastik, kalavarud ja kalapüük“ [Arengukava], TÜ Eesti Mereinstituut, Tartu, Eesti, 2013, [Online] Loetud aadressil: [http://www.hiiukala.org/uploads/ADMINFILES/materjalid/vainamere\\_kalastik\\_varud\\_pyyk.pdf](http://www.hiiukala.org/uploads/ADMINFILES/materjalid/vainamere_kalastik_varud_pyyk.pdf) Kasutatud: 25.04.2020
- [19] Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Fish passes Design dimensions and monitoring*, Rome: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, 2002. [E-book]. Loetud aadressil: <http://www.fao.org/3/y4454e/y4454e.pdf> Kasutatud: 14.03.2020
- [20] M. Larinier „Fish passes: types, principles and geographical distribution - an overview“, *Thermo Fisher Scientific*, vol 56, issue 8, pp 14-17, July 2004. [Online] Loetud aadressil: [https://www.researchgate.net/publication/27335284\\_Fish\\_passes\\_types\\_principles\\_and\\_geographical\\_distribution\\_-\\_an\\_overview](https://www.researchgate.net/publication/27335284_Fish_passes_types_principles_and_geographical_distribution_-_an_overview) Kasutatud: 02.03.2021
- [21] M. M. Pärnpuu and H. Hanni, *Kalapääsud vooluvete kompleksel käsitlemise Tallinn*, Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2009

- [22] Ökokonsult OÜ ja R. Järvekülg “Kruvikalapääsude efektiivsuse ja selektiivsuse eksperthinnang Eesti tingimustes” [Aruanne] Keskkonnaministeerium, Tartu, Eesti, 2018, [Online] Loetud aadressil: [https://www.envir.ee/sites/default/files/kruvikalap22sude\\_aruanne\\_2018.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/kruvikalap22sude_aruanne_2018.pdf) Kasutatud: 19.03.2020
- [23] D. E. Thompson, „Automated Detection and Tracking of Adult Pacific Lampreys in Underwater Video Collected at Snake and Columbia River Fishways,” North American Journal of Fisheries Management, vol 34, issue 1, pp 111-118, 21 February 2014, doi: <https://doi.org/10.1080/02755947.2013.849634> Kasutatud: 15.09.2020
- [24] J. Parts, “Ülevaade Eesti kalapääsudest”, [Bakalaureusetöö] Eesti Maaülikool Tartu, Eesti, 2014 [Online] Loetud aadressil: [https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/1681/Jaan\\_Parts\\_BA2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/1681/Jaan_Parts_BA2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y) Kasutatud: 23.04.2020
- [25] R. Nikkel, T. Armulik, R. Puurits, M. Sepp, R. Järvekülg and M. Kesler „Kalapääsude efektiivsuse hindamine“ [Lõpparuanne] Tallinn 2014 [Online] Loetud aadressil: [https://www.keskkonnaagentuur.ee/failid/Kalapaasude\\_lõpparuanne\\_28.02.2014.pdf](https://www.keskkonnaagentuur.ee/failid/Kalapaasude_lõpparuanne_28.02.2014.pdf) Kasutatud: 12.03.2020
- [26] J. H. Harris, Conceptual layout of Denil fishway, 2000 [Online] Loetud aadressil: [https://www.researchgate.net/figure/Conceptual-layout-of-a-Denil-fishway\\_fig2\\_237346843](https://www.researchgate.net/figure/Conceptual-layout-of-a-Denil-fishway_fig2_237346843) Kasutatud: 11.04.2021
- [27] A. Maastik „Vooluveekogu paisutamiseks nõutava vee erikasutusloa koostamise juhend“, Keskkonnaministeerium, Tallinn 2008, pp 48-55 [Online] Loetud aadressil: [https://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article\\_files/paisutamisejuhend.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/paisutamisejuhend.pdf) Kasutatud: 14.04.2020
- [28] Piiber projekt OÜ, *TEHISKOSK (Kadrina pais Loobu jõel 13.11.2011)*, 2011 [Online] Loetud aadressil: <http://www.piiber.ee/?id=32> Kasutatud: 25.05.2020
- [29] R. Eschbaum jt, *Estonian Fishery 2018*, Tallinn: Kalanduse teabekeskus, 2019. [E-book]. Loetud aadressil: [https://www.kalateave.ee/images/pdf/Estonian\\_Fishery\\_2018\\_web.pdf](https://www.kalateave.ee/images/pdf/Estonian_Fishery_2018_web.pdf) Kasutatud: 15.07.2020
- [30] R. Järvekülg, L. Pensa, R. Pihu, A. Sinimets, „Jõeforelli ja harjuse elupaikade inventuur Elva ja Väikese Emajõe jõestikes,“ [Aruanne], Keskkonnainvesteeringute keskus, Tartu, Eesti, 2018, [Online]. Loetud aadressil: [https://www.envir.ee/sites/default/files/elva\\_ja\\_vaikese\\_emajoe\\_uuringu\\_aruann\\_e.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/elva_ja_vaikese_emajoe_uuringu_aruann_e.pdf) Kasutatud: 15.04.2020
- [31] A. L. Fersel ja E. L. Tuvi, „Narva jõgi- hoiualadega jõed Virumaal 2“, Keskkonnaamet, Tartu, Eesti, 2010, [Online] Loetud aadressil:

- [https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/keskkonnaharidus/narva\\_jogi\\_est\\_varv.pdf](https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/keskkonnaharidus/narva_jogi_est_varv.pdf) Kasutatud: 15.04.2020
- [32] M. Kesler I. Taal, R. Svirgsden, „Pirita jõe lõhe ja meriforelli sugukalade loendamiseks vajaliku tehnika soetamine, testimine ja kasutamine aastal 2014,“ Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut, Tartu, Eesti, 2015, [Online] Loetud aadressil: <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2015/uuring-2015-pirita-sugukalad.pdf> Kasutatud: 26.03.2021
- [33] T. Teppo „Reiu jõe hoiuala kaitsekorralduskava 2016-2025,“ Keskkonnaamet, Pärnu, Eesti, 2015, [Online] Loetud aadressil: [https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/kaitse\\_planeerimine/reiujoe\\_ha\\_kkk\\_2016\\_2025.pdf](https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/kaitse_planeerimine/reiujoe_ha_kkk_2016_2025.pdf) Kasutatud: 26.03.2021
- [34] W.L. Thompson, G. White and C. Gowan, *Monitoring Vertebrate Populations*, 1st edition, Boise: Academic Press 1998
- [35] Meetmest „Vooluveekogude seisundi parandamine (avatud taotlemine)“ ja „Vooluveekogude seisundi parandamine (investeeringute kava)“ toetust saanud projektide efektiivsuse hindamine, 4-1.1/15/48-1, 2015. [Online]. Loetud aadressil: [https://www.envir.ee/sites/default/files/aruanne\\_1.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/aruanne_1.pdf) Kasutatud: 27.03.2021
- [36] R.Kutsar „Saesaare paisu likvideerimise teatise keskkonnamõju hindamine,“ Hendrikson& Ko, Tartu-Tallinn, Eesti, 2015-2016, [Online] Loetud aadressil: <https://hendrikson.ee/wp-content/uploads/2016/04/Saesaare-KMH-heakskiitmisele-05-04-16.pdf> Kasutatud: 27.03.2021
- [37] Eesti Loodushoiu Keskus „Tõugja rännete uurimine biotelemeetriksel meetodil“ Tartu, 2016, [Online] Loetud aadressil: [https://www.loodushoid.ee/s2/700\\_2383\\_423\\_Tougja\\_telemeetria\\_meetod\\_E\\_majoel.pdf](https://www.loodushoid.ee/s2/700_2383_423_Tougja_telemeetria_meetod_E_majoel.pdf) Kasutatud: 11.03.2021
- [38] Riigi ilmateenistus, *Operatiivsed vaatlusandmed*, 2020 [Online] Loetud aadressil: <https://www.ilmateenistus.ee/siseveed/vaatlusandmed/tabel/> Kasutatud: 19.03.2020

## Lisad

### **Lisa 1 Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks**

Mina, Rasmus Roasto

1. Annan Taltech Eesti Mereakadeemiale tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Kalapääsude toimivuse hindamine“, mille juhendaja on Loreida Timberg.

1.1. reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

28.05.2020