

**Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituut**  
**Kalanduse ja hüdrobioloogia õppetool**

**Kalastiku inventuuri läbiviimine Aru-Lõuna ning  
Aru-Kirde karjääri järvedes**

**Töövõtulepingu nr.17/09-2 aruanne**



**Koostajad: Teet Krause**  
**Anu Palm**

**Tartu 2017**

## Sisukord

Sissejuhatus.....	3
Materjal ja meetodika.....	4
MATERJAL.....	4
METOODIKA.....	5
<i>VAATLUS karjääri lõunaosas</i> .....	5
<i>KATSEPÜÜK karjääri kirdeosas</i> .....	6
Kalastiku inventuuri tulemused.....	8
Aru karjääri rekultiveerimisplaanid seotuna kalastikuga.....	14
KASUTATUD KIRJANDUS.....	15

## Sissejuhatus

Käesolev aruanne on kokkuvõtte 2017.a oktoobris Lõuna-Aru paekarjääris toimunud kalastiku seiretöödest ja selle käigus kogutud materjalist. See on üks osa Heidelberg Cement Grupi keavandusettevõtete koostatavate ja hiljem rakenduvatest plaanidest, kus tulevikus nähakse ette väärtuslike koosluste säilimine ja nende areng pärast kaevandamise lõppu karjääride korrastamisel ja võimalusel ka isegi kaevandamise käigus. Need kavad valmivad koostöös ekspertidega. AS Kunda Nordic Tsement algatas möödunud aastal eelneva alusel oma kavandusaladel elurikkuse koostamise kava ja varasemalt on siin piirkonnas läbi viidud taimestiku (2016), kiilide ja kahepaiksete (2017) inventuurid. Nüüd on järg ka kalastiku uuringute käes.

Elurikkuse kavade koostamist korraldab Eesti Ornitoloogiaühing, kellel on sellealane leping AS Kunda Nordic Tsemendiga. Kalastiku inventuuri läbiviimiseks sõlmis Eesti Ornitoloogiaühing töövõtulepingu nr.17/09-2 EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituudi kalanduse ja hüdrobioloogia õppetooli väikejärvede kalastiku uurimiserühmaga. Välitöödel osalesid eelnimetatud instituudi töötajad: teadur Teet Krause (M.Sc.), teadur Anu Palm (M.Sc.), tehnik Andi Eist. Fotode autoriteks on doktorant Aimar Rakko (M.Sc.) ja Anu Palm. Aruande koostasid Teet Krause ja Anu Palm.

Vastavalt lähteülesandele viidi kalastiku inventuur karjäärides läbi üldtunnustatud kalade püügimethodikat järgides, mida kasutatakse ka juba pikaajaliselt Eesti väikejärvede hüdrobioloogilisel seirel, hinnangud tulemustele toetuvad ihtüoloogilistele ekspertarvamustele. Kalade püügiks taotleti ja saadi püügiluba vastavalt kalapüügiseaduse § 19 ja § 20 alusele Keskkonnaministeeriumi kalavarude osakonnalt (kalade eripüügiluba 72/2017), millega seadustati luba püüda ka muu hulgas erinevate kalaliikide alamõõdulisi isendeid ja kaitsealuseid kalaliike mitteavalikest karjäärijärvedest valdaja loal (alus AS Kunda Tsement kinnituskiri nr. 1-3/32 07.09.2017.a). Kalade püügil karjääri veekogudest kasutati püünistena mitmetüübilisi nakkevõrke, mis oli asetatud liinidena püügipaika ja tähistati vastavalt kalapüügieeskirja § 10 nõuetele otsimiste märgistega. Püügil järgiti kaevandusalal liikumisel esitatavaid nõudeid ja kasutati nõutud kaitsevarustust. Kalapüügil kasutati tugevdatud põhjaga kummipaati „Aviks“, mille jõuallikaks oli elektrimootor Minn Kota Enduro Max 55, järgides kõiki sisevetel liikumisel nõutavaid ohutusmeetmeid.

Aruanne sisaldab kalade püügimethodika kirjeldust, püügipiirkondade paiknemist veekogus kaartidel, tabatud kalade nimestikku. Tulemuste osas on esitatud kalastikku iseloomustavad näitajad, elupaikade sobivus karjäärijärvedes erinevate nõudlustega kalaliikidele ja ettepanekud, kuidas kaevetööde lõppemisel ja karjääri veega täitumisel võiks edaspidi kujuneda/kujundada sealset ihtüotsönoosi.

## Materjal ja metoodika

### MATERJAL

Kalade katsepüük toimus 9. -10.oktoobrini 2017.a. kahes Kirde-Aru lubjakivikarjääri tehisjärves. Teadaolevalt pole siin kalade teaduslikke katsepüüke kunagi varem toimunud, küll aga külastavad järvi aeg-ajalt harrastuskalamehed. Andmeid kalade asustamisest järve puuduvad. Mõlemad karjäärijärved on juba aastaid veega täitunud, mis on võimaldanud seal kalakooslusel esmalt tekkida ja seejärel areneda. „Eesti järvede nimestikus“ (Tamre, 2006) on need veekogud käsitletud kui umbjärved, tähistatud terminiga *nimetu* ja kannavad järjekorranumbreid 1187 ja 1189. Allpool käsitletakse kalade katsepüügi ja selle tulemuste esitamisel nende nimeta veekogude puhul meie poolt kasutusele võetud termineid „läänepoolne“ ja „idapoolne“ karjäärijärv. Mõlemat järve eraldab teetamm, millel kulgeb ka autotee. Järvi iseloomustavad näitajad „Eesti järvede nimestiku“ alusel on esitatud alljärgnevas tabelis 1.

TABEL 1

Kahe lubjakivikarjääri territooriumil asuva tehisjärve iseloomustus

Eesti järvede nimestiku nr. (Tamre, 2006)	1187	1189
Nimetus	Nimetu	Nimetu
Tüüp	tehisveekogu	tehisveekogu
Paiknemine	Karstialal Sõmeru vallas Andja külas	Karstialal Sõmeru vallas Andja külas
Keskpunkti koordinaadid	59° 27' 30''N; 26° 29' 42''E	59° 27' 19''N; 26° 30' 8''E
Registrikood	vee2004920	vee2004940
Järvekood	200492	200494
Pindala, ha	7,0	8,1
Kaldajoone pikkus, km	1,8	2,1
Kaldajoone keerukus	1,99	2,07
Paigutus teineteise suhtes	läänepoolsem	idapoolsem
Läbivool	umbjärv	umbjärv
Suurim sügavus püügipiirkonnas, m	2,7	3,0

**Ilmastikuolud** katsepüügi alguses: puhus idatuul kiirusega 6-9 m s<sup>-1</sup> ja õhutemperatuur kõikus vahemikus 7-9 °C; ilm oli pilves ning vihmane. Ilm jäi kogu püügiperioodil muutumatuks, valdavalt jahedaks, tuuliseks ja vihmaseks kuni võrguliinide väljavõtmiseni. Veetemperatuuri ja hapnikusisaldust mõõdeti hapniku-temperatuurisensoriga 'Marvet Junior' ja mõõdetud suuruste näidud olid katsepüügi ajal püügipiirkonnas järgmised:

Sügavus, m	läänepoolne			idapoolne		
	Veetemperatuur, °C	O <sub>2</sub> , mg l <sup>-1</sup>	O küllastus%	Veetemperatuur, °C	O <sub>2</sub> , mg l <sup>-1</sup>	O küllastus%
Pind	8,5	10,1	86	9,1	9,7	83
1	8,6	10,1	86	9,2	9,4	82
2	8,7	10,1	86	9,2	9,4	81
põhi	8,7	10,1	86	9,3	9,3	81

Märkimisväärne on asjaolu, et veetemperatuuri mõõtes see varieerus järve eri piirkondades, eelkõige veekogu põhjal (suurte paekivilaamade vahel kuni paari kaadi võrra).

**Veetaimede** liigirikkus ja nende arvukus olid mõlemas veekogus väike – nii kallastel kui ka kaldavees oli taimi hajusalt. Taimeliikidest domineeris põhiliselt pilliroog (eriti läänepoolses järves), kuid esines ka järvekaislat, konnarohtu ja mitmeid juba sügiseks juba lagunevaid veetaimi. Veesisene taimestik koosnes püügipiirkonnas laiguti tihedatest vesiherne (foto 1A) puhmastest, kuid läänepoolse järve kaldapiirkonnas oli näha ka limaseid vetika kogumikke (foto 1B), mis katsid nii kive kui taimi, viidates vee aluselisusele.

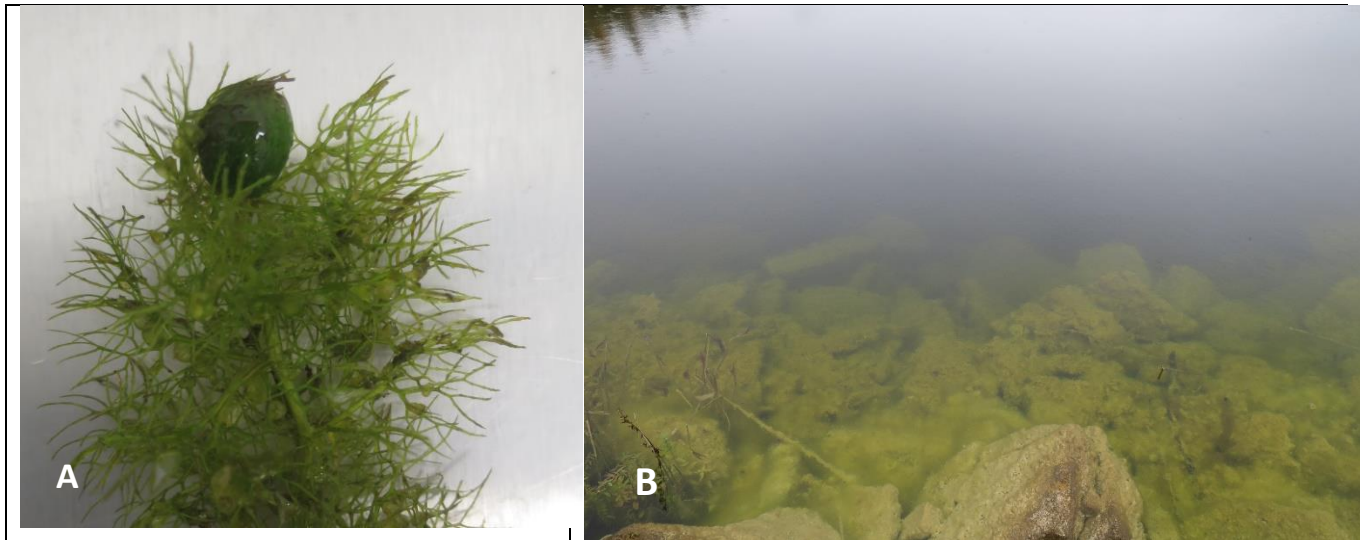


Foto 1. Tehisveekogude põhja iseloomustasid vesihernes ja kive katvad limased vetikad.

## METOODIKA

### *VAATLUS karjääri lõunaosas*

Olemasolevatel maakaartidel on näha nii Aru-Lõuna kui Aru-Kirde karjääris veega täitunud madalamaid nõgusid. Aru-Lõuna karjääri territooriumil on veega täidetud ala suurus ka kaartidel erinev, sõltudes asjaolust, et sealt toimub pidev vee ärापumpamine ja aerofotod on tehtud erinevatel ajaperioodidel. Karjääri järvi täitev vesi on karsti-, sade- ja valgala nõrgvesi. Praegusel ajal, seni kui toimib vee pumpamine karjääri lõunaosast, ei saa kalad karjääri omatahtsi tungida. Sobivate olude korral saaksid kalad tulevikus, kui maardlas kaevandamine lõpeb ja kaeveala täitub veega ujuda Aru-Lõuna lubjakivikarjääri Toolse jõest sinna suubuvasse kraavi kaudu (foto 2A), kuhu praegu pumbatakse vesi läbi дренаžitoru (foto 2B). See eeldaks vaba läbipääsu ja füüsiliste takistuste puudumist kogu kanali osas. Praegu on Aru-Lõuna lubjakivikarjääri lõunaosas paiknevas veega täitunud madalikus (maksimaalne sügavus kuni 1,5 m, foto 3A) vesi läbipaistmatu ja piimjas-pruunikas, sisaldades ülipisikesi saviosakesi. Vees puudus igasugune taimestik, mistõttu me hindasime selle piirkonna kui elupaiga kuni lõhkamistööde lõppemiseni kaladele ebasobivaks. Veest tühjakspumbatud karjääriosa on näha fotol 3B. Tavaliselt toimub sellistes umbjärvedes kalastiku teke veelindude abiga ja esmasukaks on mudamaim, kes asustab näiteks ka metsadesse kaevatud tuletõrje veevõtutiike paari aasta jooksul pärast nende kaavamist ja hõljumi settimist. Järgnevad liigid on reeglina särg ja ahven. Vaatlusele tuginedes kalapüüki selles karjääri järves ei tehtud.



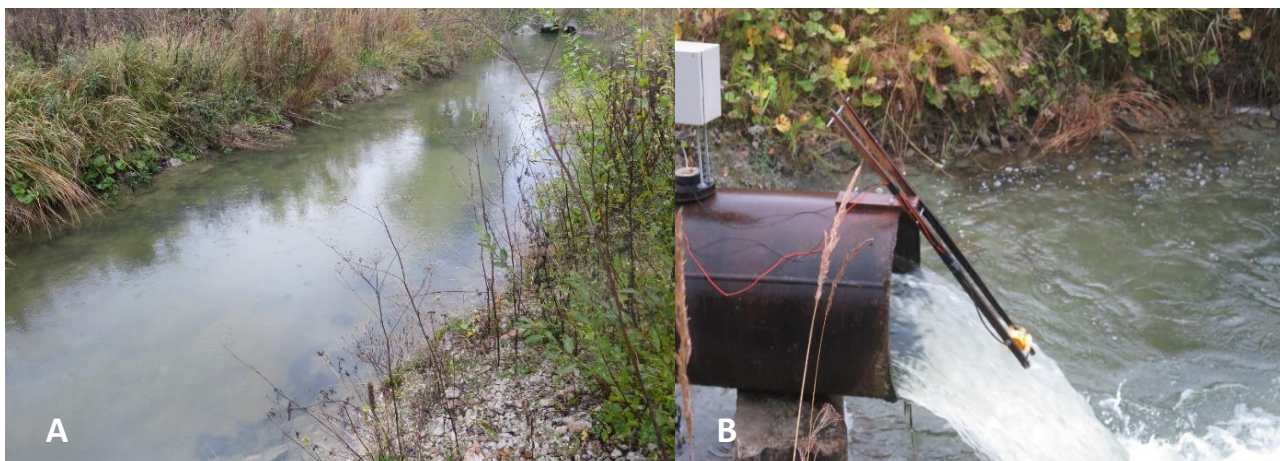


Foto 2. Aru-Lõuna lubjakivikarjäärist pumbatakse kaevandamise läbiviimiseks nõrgalt heleroheline vesi (A) kraavi (B) kaudu Toolse jõkke.

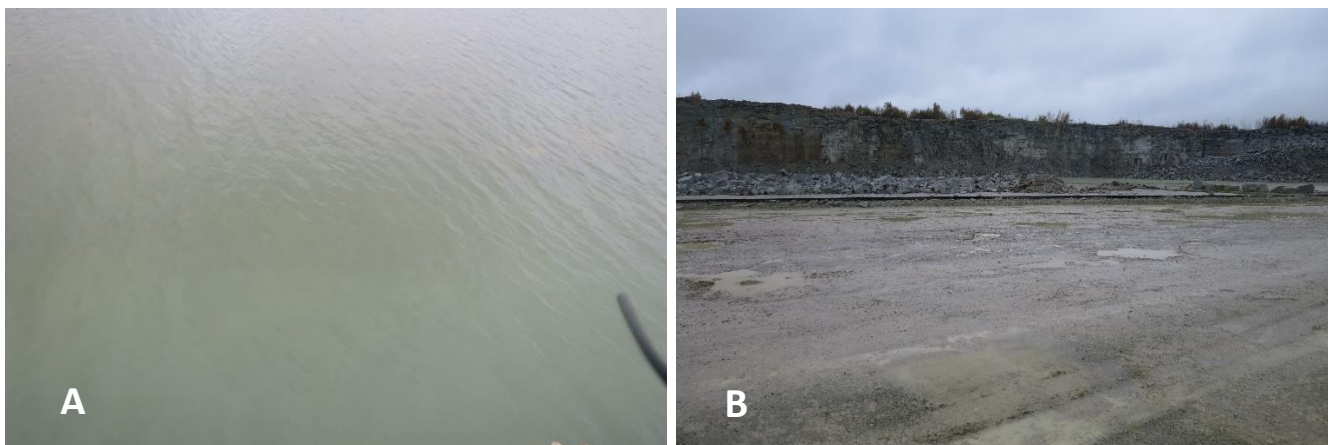
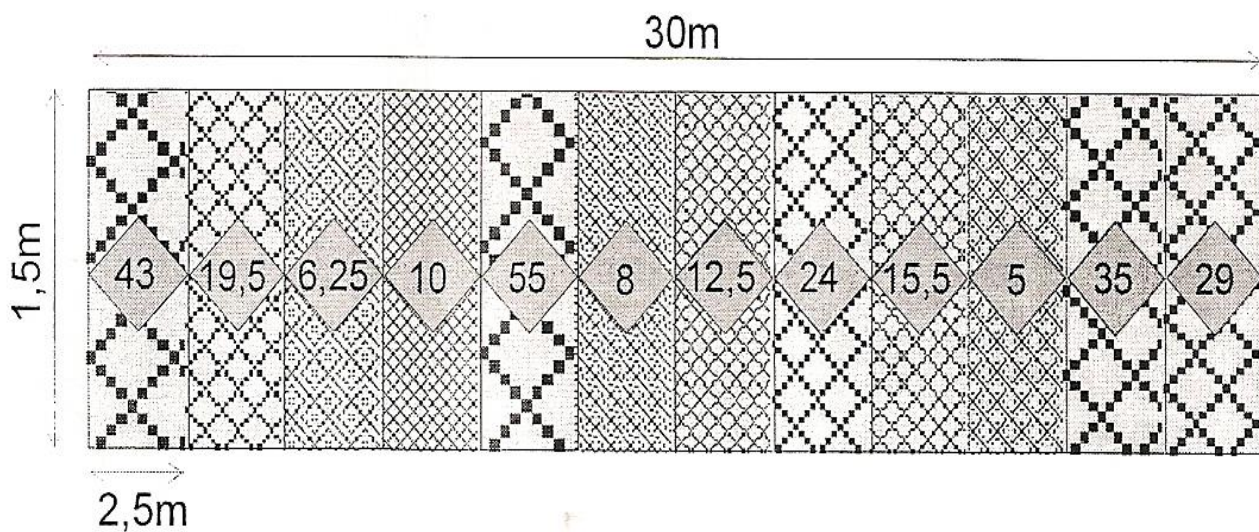


Foto 3. Aru-Lõuna lubjakivikarjääri kaevanusjärgus oleval alal kuni 1,5m sügavuse veega täitunud madalikus oli inventeerimise ajal vesi piimjas ja läbipaistmatu (A); tühjakspumbatud karjääriosa (B).

### ***KATSEPÜÜK karjääri kirdeosas***

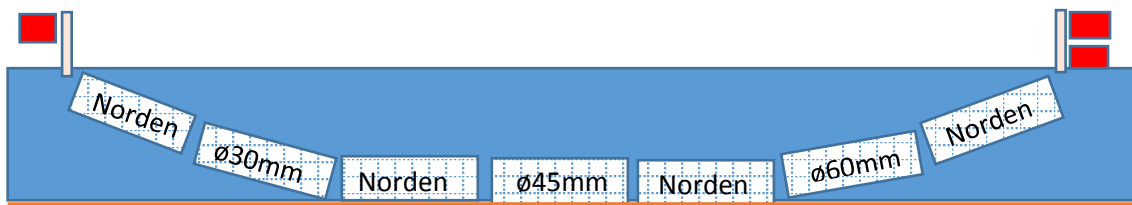
Kalade katsepüük toimus karjääri kirdeosas kahes lähestikku asuvas järves samaaegselt kasutades standardmeetodit, mis kehtib Euroopa Liidus ja midugi ka Eestis, jõustudes 2005 aastal. (EVS-EN 14757:2005 „Water quality-sampling of fish with multi-mesh gillnets“). Meetodi põhisuks on sarnaste võrkudega (Norden-tüüp) kalade püük seisuveekogudes eesmärgiga tabada võimalikult laias pikkusskaalas erinevaid kalaliike ja nende erinevaid vanusrühmasid kogu veealas arvestades seejuures veekogu morfomeetriat ja sügavuskihte. Norden võrk on 30 m pikkune ja 1,5 m kõrgune tamiilist nakkevõrk koosneb 12st erineva silmasuurusega paneelist, mis on kindlas järjestuses omavahel ühendatud ühtseks püüniseks (joon. 1; Tabel 2). Võrgu silmasuuruste vahemik ulatub 5 kuni 55 mm sõlmest sõlmeni mõõdetuna. Võrgud jagunevad ujuvateks e. pelaagilisteks võrkudeks, mis püüvad vee pindmist 1,5 m kihti ja uppuvateks e. bentilisteks. Viimased püüavad põhjalt. Asetades neid erinevatesse veekihtidesse saab püüda kõikjal veekogus. Lisaks Norden võrkudele kasutame me kalade seirepüükidel ka tavalisi nakkevõrke, millel on kindel silmasuurus. Neid on meie valikus kolm (silmasuurused vastavalt  $\varnothing$  30, 45 ja 60 mm). Ka need võrgud on igaüks 30 m pikad ja 1,5 m kõrgused. Kalade katsepüügil moodustavadki need võrgud koos ühe võrguliini, kus on 7 nakkevõrku, igaüks 30 m pikkune. Võrguliinis on kaks Norden ujuvat, 2 Norden uppuvat ja 3 eelpool nimetatud silmasuurustega tavalist nakkevõrku (joon.2).



Joonis 1. Erinevate võrgusilmasuuruste paigutus Norden-tüüpi seirevõrgus.

TABEL 1. Silmasuurused ja materjali läbimõõt Norden-tüüpi seirevõrgus.

Paneeli number võrgus	Silmasuurus	Materjali/tamiili/ läbimõõt mm
1	43	0,20
2	19,5	0,15
3	6,25	0,10
4	10	0,12
5	55	0,25
6	8	0,10
7	12,5	0,12
8	24	0,17
9	15,5	0,15
10	5	0,10
11	35	0,20
12	29	0,17



Joonis 2. Eritüübiliste võrkude paiknemine katsepüügi võrguliinis

Kalade katsepüük vältab vähemalt 12 tundi ja püütakse päikeseloojangul, öisel ehk pimedal ajal ja päikesetõusul. Võrgupüük peab olema ühelt poolt juhulik, kuid samas tuleb valida võimalikult maksimaalne elupaikade kaasamine püügialasse kogu veekogu ulatuses. Kogu püütud kalasaak analüüsitakse värskelt nii võrkude kui ka võrgu silmasuuruste kaupa. Kalade mõõtmisel kasutatakse mõõtelauda (täpsusega 1mm), kaalutakse elektonkaaluga (kaalumistäpsus 0,1 g). Analüüsil koostatakse protokoll, kuhu märgitakse püügiveekogu ja vesikond, pindala ja sügavus. Lisatakse andmed vee läbipaistvuse, veetemperatuuri ja hapnikusisalduse kohta, samuti andmed ilmastikuolude, kasutatud võrkude arvu ja nende vette püügile asetamise sügavuste kohta. Võrguliini otsmised punktid määratakse GPS seadme Garmin GPSMAP 64s abil ja salvestatakse landmark'idenä seadme topokaardile ning kantakse hiljem järve kontuurkaartile (või teistele kaartidele).

Koostatakse püütud kalade liiginimestik, leitakse püütud kalade arv ja kogumass võrgu kohta (ingl. keeles NPUE ja WPUE) / Number per Unit effort ja Weight per unit Effort/. Lisaks koostatakse kalaliikide pikkusjaotuste kõverad, hindamaks liigi vanusrühmade arvukust veekogus. Röövkalad lahatakse ning määratakse nende sugu ja toiduobjektid, juhul kui nad on toitunud. Neilt kogutakse luustruktuurid vanusmääranguteks: ahvenal lõpuskaaneluu *operculum*, haugil sõlgluu *cleithrum* ja karpkalalastel soomused. Vanus määrati kogutud vanusmäärangustruktuuridelt binokulaari all.

Kalastiku inventuur viidi läbi läänepoolsel karjäärijärvel kahe võrguliiniga (püüti 14 nakkevõrguga), idapoolsel järvel oli kasutusel üks võrguliin, millesse olid ühendatud 7 nakkevõrku. Ühe võrguliini pikkus oli 210 m. Võrguliinide äärmisi otsi tähistasid püügiloa numbriga varustatud lipud (joon. 2).

Nakkevõrgud paigutati tehisjärvedesse 9. oktoobril 2017.a. kella 13 – 15 vahel ja võeti välja 10. oktoobril 2017. kella 9 -10 vahel. Inventuurpüügi koordinaadid määratuna GPS-seadme CARMIN s64maps olid 9.-10. oktoobril järgmised: läänepoolne järv ( 2 liini) - 59°27.609'N;026°29.683'E-59°27.502'N;026°29.733'E ja 59°27.521'N;026°29.778'E-59°27.431'N;026°29.823'E ning idapoolne järv ( 1 liin)- 59°27.328'N;026°29.966'E-59°27.286'N;026°30.159'E.

Eesti Maa-ameti kaardirakenduse GIS-kihil märgituna on kalastiku inventuuri püügipiirkonnad esitatud joonisel 3.

## Kalastiku inventuuri tulemused

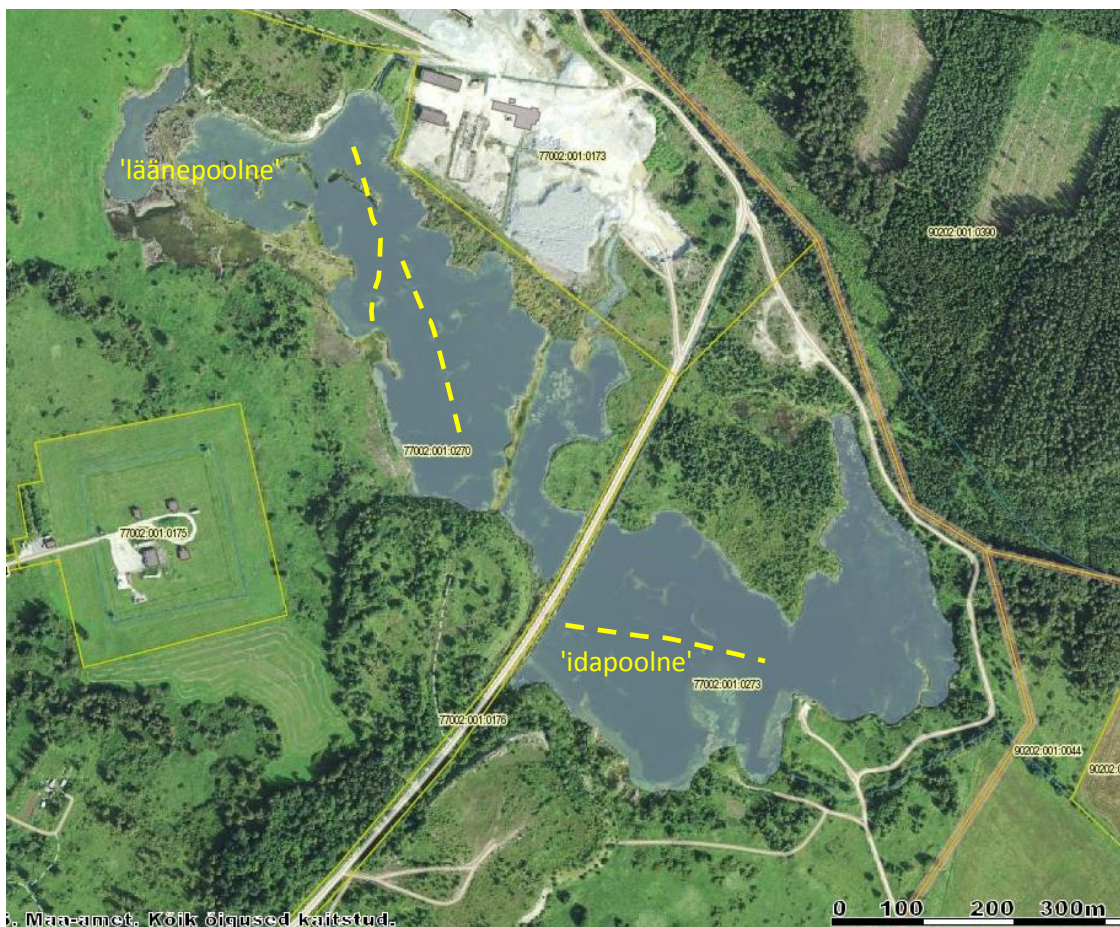
Kahest Aru karjääri järvest püüti seirepüügil kuus kalaliiki (TABEL 2).

TABEL 2. Aru karjäärist püütud kalaliikide nimestik

Kalaliik		Püütud läänepoolsest järvest	Püütud idapoolsest järvest
Ahven	<i>Perca fluviatilis</i>	X	X
Haug	<i>Esox lucius</i>	X	X
Linask	<i>Tinca tinca</i>		X
Mudamaim	<i>Leucaspis delineatus</i>	X	X
Roosärg	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		X
Särg	<i>Rutilus rutilus</i>	X	X

Kuuest meie poolt tabatud kalaliigist kolm on Eesti sisevetes kõige tavalisemad ja enamlevinud kalaliigid. Nendeks on **ahven, särg ja haug**, kellele sobivad elupaikadeks vee laia pH väärtusega nii looduslikud kui tehisveekogud. Praeguses arengujärgus karjäärijärv on oma toitelisuse näitajate poolest mesotroofne ehk kesktöiteline ja just selliseid veekogusid ahven eelistabki. Ahven parim toitumisala on tavaliselt kalda järsakul 2-4 m sügavusel, karjääris on küll sügavamaid piirkondi, kuid nende servad on „järsult lõigatud“, mistõttu nad pole kõige sobivamad. Samas on rahutu põhja profiil ahvenale väga sobilik. Ahven toitub mudamaimust, särjest ja oma liigikaaslastest, peale kalade leidsime ahvena magudest ka kiili vastseid. Särg, samuti katsepüügis arvukas kalaliik, eelistab sügavamaid ja taimestikurikkamaid veekogusid aga, sellised tingimused praegu uuritud veekogudes puuduvad. Haugi loetakse fütofiilseks kalaliigiks, kellele sobivad taimestikurohked veekogud, kus veesise ja ujulehtedega





Joonis 3. Maa-ameti kaardirakenduse flash-versiooni GIS-kihil esitatud kalade katsepüügi võrguliinide (-paigutus Aru karjääri tehisveekogudesse vee 2004920 (läänepoolne) ja vee2004940 (idapoolne).



taimestiku katvus ulatub 75 % ni. Haugi ja särje elutingimused (toitumistingimused) järve „vananedes“ paranevad: suureneb taimestiku liigirikkus ja arvukus (katvus). Karjääriveekogud ei paku ka neile kahele liigile soodsaid kudemistingimusi (napib taimestikku ja umbjärvest ei saa ka väljuda kudemisrände). Märkimisväärne oli ka haugi nakatumine parasiitidesse (paelussi plerotserkoidid maksas ja sooltorul).

**Mudamaim** on lühikese elueaga, kiirelt suguküps karpkalalane, kes asustab uusi veekogusid esimese kalaliigina ja tema levikule aitavad kaasa veelinnud. Järve pinnavees tegutsev planktonitoiduline liik on vähenõudlikum kui näiteks tema toidukonkurent viidikas ja seepärast on vähe- ja kesktoitelistes veekogudes mudamaim paremini kohanenud ja arvukam. Mõnes veekogus on mudamaim tugevalt nakatunud parasiitidega (näiteks Harku ja Uljaste järv), Aru karjääris me seda ei täheldanud. **Roosärg** (foto 4) ja **linask** (foto 5), keda püüdsime idapoolsest järvest, kus taimestik veidi ohtram on samuti taimestikulembesed soojaveelised karpkalalased. Roosärg toitub eelkõige põhjaloomastikust ja taimedest (vanemad isendid) ja linask on samuti põhjatoiduline lepiskala. Mõlemad on portsjonkudejad. Arvestades karjääri järvedes praegu valitsevaid kesktoitelisi tingimusi ja vähest setete hulka, on ilmselge, et bentosorganisme, kes on neile kahele liigile olulised toiduobjektid, praegu napib. Uuritud järvede kalastikus puuduvad ka latikas, nurg ja kiisk - kõik põhjaorganismidest toituvad liigid – neile ei jätku toitu, samuti on põhi hõljuva settega kaetud.



Foto 4. Idapoolsest tehisjärvest püütud 6+ vanusrühmast roosärg oli 23 cm pikk ja kaalus 176 g.

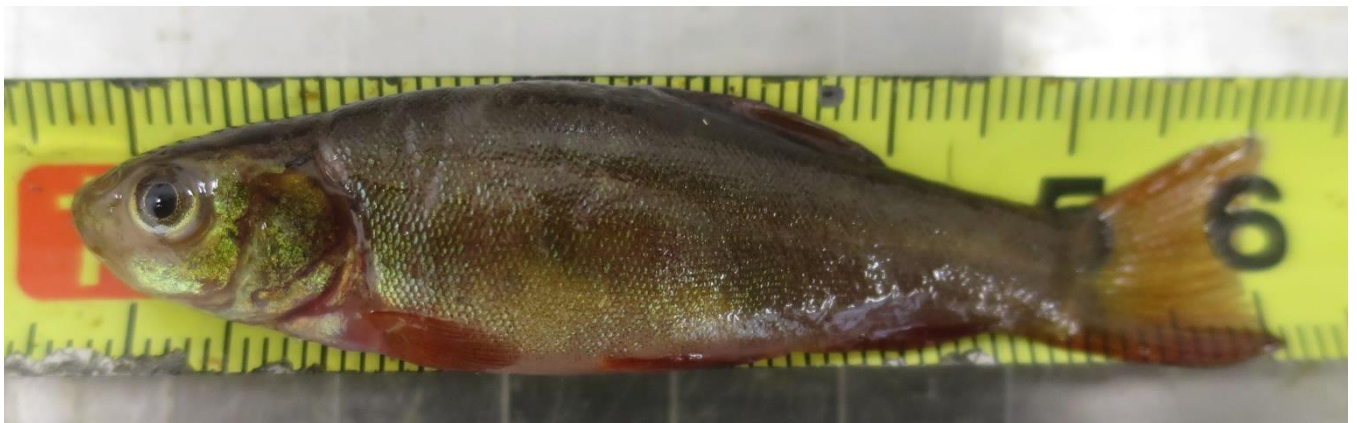


Foto 5. Idapoolsest tehisjärvest püütud 1+ vanusrühmast linask oli vaid 6 cm pikk.

**Punase nimistu ja EL loodusdirektiivi 2. lisasse kuuluvad kaitsealused liigid tõugjas, hink, vingerjas, võldas ning lõhi, atlandi tuur, säga, harjus karjääri umbjärvedes puuduvad.** Osa neist on vooluveekogude asukad, teistele ei sobi umbjärved. Karjääri vananedes sobiks liivase kruusase kaldaalaga elupaik **hingule** (praegu seda elupaika ei ole). Vingerjas elutseb mudastunud järvelahtedes ja umbjärvedes, taludes hästi ka hapnikupuudust. Lubjakivikarjääri veekogudes vingerjale elupaik puudub Foto 6 ja 7.



Foto 6. Hink (*Cobitis teania*) eelistab elupaigana liivase-savise põhjaga kaldavööndit, tehisveekogudes leiab elupaiga harva.



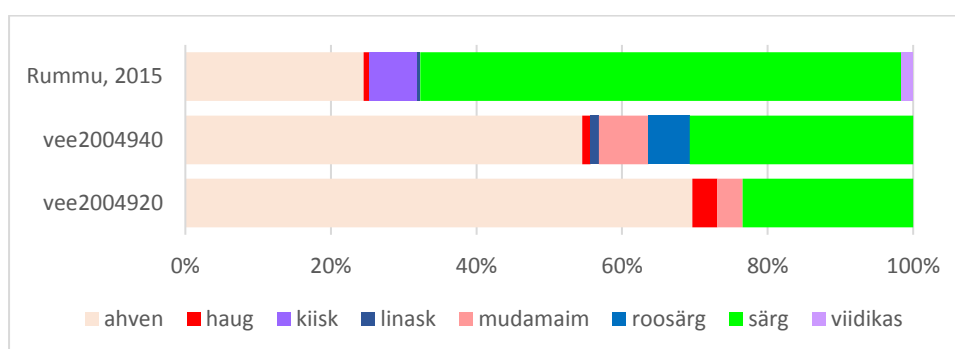
Foto 7. Vingerjas (*Misgurnus fossilis*) eelistab mudarikkaid madalaid rohketoitelisi veekogusid ja tehisveekogudes sobivaid elupaiku ei leia.

Kahe uuritud Aru karjääri veekogu kalastiku võrdlemisel ilmneb, et ahven ja haug on arvukamad madalamas, läänepoolses, tehisjärves. Särge püüdsime rohkem idapoolsest järvest, samuti oli siin saagis rohkem esindatud ka selle liigi erinevaid vanusgruppe. Kahe uuritud Aru karjääri kalastikku võrdlevad näitajad on esitatud alljärgnevas TABELIS 3.

TABEL 3. Aru karjääri tehisjärvede kalastiku võrdlevad näitajad

	läänepoolne	idapoolne
Väljapüütud kalaliikide arv	4	6
Kalaliigid	ahven, haug, mudamaim ja särge	ahven, haug, linask, mudamaim, roosärge ja särge
Norden-tüüpi võrgu keskmine saak WPUE, g	895,3	775,8
Lepiskalade osa saagis, %	6,9	42,9
Ahvena vanusrühmade arv	9	8
Haugi vanusrühmade arv	2	1
Linaski vanusrühmade arv	Ei püütud	1
Mudamaimu vanusrühmade arv	1	1
Roosärje vanusrühmade arv	Ei püütud	1
Särje vanusrühmade arv	5	9

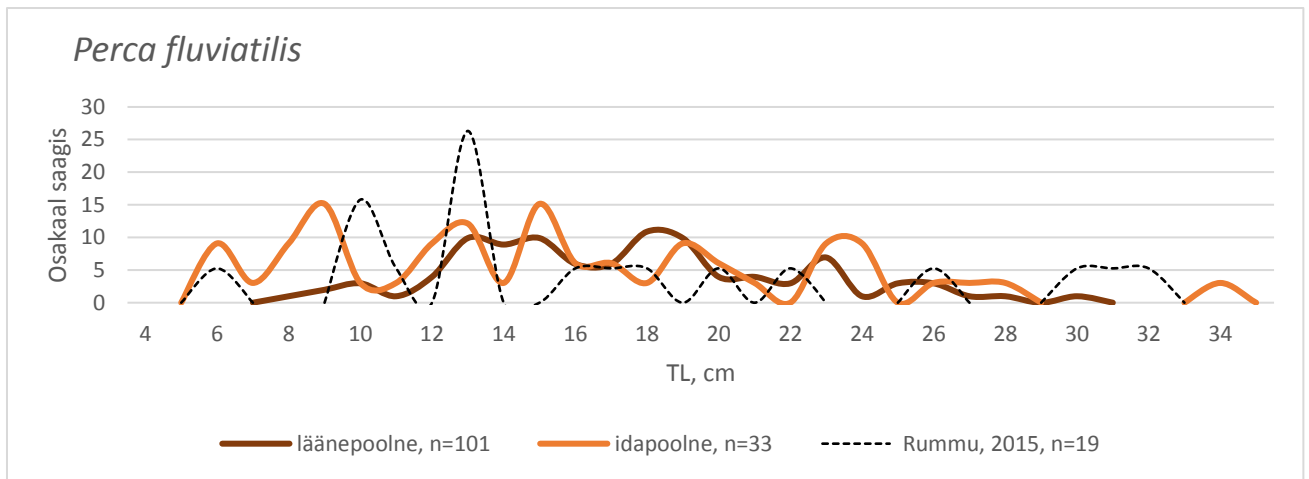
Kui tavaliselt püüab Norden-tüüpi nakkevõrk keskmiselt Eesti eutroofses e. rohketoitelises väikejärves ühe ööga 1200-1300 g kala, siis Aru karjääri näitajad jäävad alla 1 kg, viidates nende veekogude väiksemale toitlisusele. Märkimisväärne on röövkalade kõrge osakaal läänepoolses järves. Taimestikurikkam idapoolne järv sobib paremini karpkalastele ja nii on nende osakaal ka sealses saagis kõrgem (joon. 4). Võrreldes meie varasemaid püüke veega täitunud karjäärades näiteks Rummu karjääri andmetega, siis tunduvalt suuremas Rummu järves domineeris särge ja kalastiku esines kuus kalaliiki. Samas jäi keskmine Norden võrgu saak alla 800 g (WPUE = 733,4 g).



Joonis 4. Liikide arvuline jaotus inventuuripüügil tehisveekogudes võrrelduna lubjakivikarjäärilise Rummu karjääriga (2015).

Ahvena pikkusjaotusi jälgides näeme, et mõlemas uuritud tehisjärves on ahvenapopulatsioonis palju erinevaid vanusrühmi, aga noorte kahesuviste ahvenate (1+) osakaal saagis väiksem suurema röövkalade survega läänepoolses tehisjärves (joon. 5). Rummu karjääris oli noorte ahvenate osakaal suurem. Suurim katsepüügil tabatud ahven oli 11-aastane vanune emaskala, kes kaalus 623,4 g.





Joonis 5. Ahvena pikkusjaotuste võrdlus Aru karjääris tehisjärvedes läänepoolne ja ning Rummu karjääris.

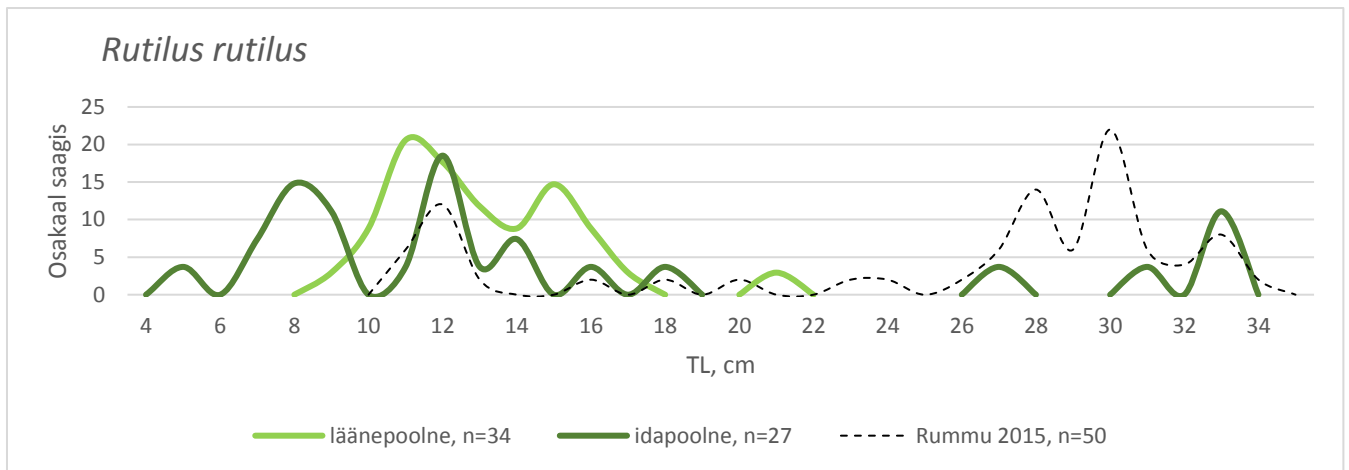
Kalade suguorganite e gonaadide aeglase areng (Foto 8) ei ole Eesti väikejärvedes väga tavaline, kuid mõnedes väikejärvedes oleme seda täheldanud. 2017. a. uuritud väikejärvedes oli selliseid aeglase kasvukiirusega ahvenaid veel näiteks Verevi järves, Otepää Pühajärves, Kaisma järves.



Foto 8. Kuigi enamusel karjääri veekogudest püütud ahvenatest olid suguelundid (gonaadid) hästi väljaarenenud, leidis ka isend, kes vaatamata oma kuuele eluaastale ei olnud veel kudenud.

Nagu ahven, nii vähendab ka haug särje noorkalade arvukust (joon. 6), kui toitub röövkalana nendest. Särje samasuvised ja kahesuvised isendid on hoopis arvukamad idapoolses karjäärijärves, kus haugi vähem. Samaaegselt oli röövkalarikkamas läänepoolses veekogus särge kolmandiku võrra vähem ja ka särjepopulatsioonis esindatud vähem vanusrühmi. Suurim Aru karjäärist püütud särge oli 10-aastane isend, kes kaalus 540,2 g. Rummu karjääris olid suured särjed täiesti tavalised võrgupüügi saakloomad ja seal on röövkalade arvukus väike.





Joonis 6. Särje pikkusjaotuste võrdlus Aru karjäär tehisjärvedes ja Rummu karjäär.

## Aru karjäär rekultiveerimisplaanid seotuna kalastikuga

Lõuna-Aru karjääril hetkel Toolse jõkke pumbatava vee koostise uuringud veeproovidest on näidanud, et Toolse jõkke suubumise kohas on jões elutsemas lõhilaste maimud: seega kaladele selline vesi sobib. Kirjanduse andmetel on mujal maailmas tehtud lubjakivikarjääride veeuuringutes leitud, et ohtlikud võivad olla ajutised ööpäevased pH tõusud üle 9 (kui ööpäevas muutub pH järsult üle 2 ühiku; Roberson-Bryan, Inc., 2004) ja  $\text{SO}_4^{2-}$  (ei tohiks ületada  $50 \text{ mg l}^{-1}$ ; Orem et al. 2011) väärtustes ning kõrge veekaredus.

Karjääril rekultiveerimisel on teiste elustikurühmade inventeerijad näinud ette tulevase tehisveekogu põhja puhastamist taimsest materjalist ja selle eemaldamist koos mullaga. Põhjaprofiili kujundamisel võiks jätta sinna erineva suurusega kivid ja muud pinnasmaterjali. On hea, et kaldavöönd ei jää järsult süvenevaks ja on plaanis rajada laugjamalt süvenevat kaldajoont, kaldaalal kasvavad puud ja põõsad loovad tulevikus kaladele sobivaid varjealasid. Parimaks võimaluseks hõljuvate saviosakeste vähendamiseks veekogu põhjal oleks selle katmine liiva või peenkruusaga. Sellist tüüpi järvepõhi on ka sobivaks siiglaste paljunemisel (2 m sügavune vesi). Liivast põhja vajavad paljunemisel veel ahvenlastest koha ja karpkalalastest viidikas. Ahvenale sobivad veepõhjal olevad suuremate kivide kogumikud ja rohtsed puutüved. Taimi vajavad paljunemisel enamuse karpkalalastest (sär, roosär, mudamaim, latikas, linask), kaldataimestikku ja kevadist üleujutusala haug.

On selge, et karjääril veega täitumise perioodil, mis kestab hinnanguliselt vähemalt kolm aastat asustavad selle esmalt mudamaim, seejärel sär, ahven, võimalik, et ka haug. Vähetoitelise, kuid samas suure veekoguna, pindalaga üle 300 ha, võiks siin elutseda lisaks ka kuni kümnekond kalaliiki, kuid põhjatoidulistele kaladele napib siin toitu ja ka planktonitoidulistele kalade arvukus ei saa olla kõrge. Hea vee läbipaistvus tagab vee hapnikusalduse ka sügavamates järveosades. Veekogu kalastik liigirikkuse suurenemine peaks kulgema looduslikult. Hea oleks sel puhul võimaluse korral säilitada ühendus Toolse jõega, kuid see oleneb veetasemetest ja kõrguste vahedest. Kui varasematel aegadel asustati liivakarjääridesse nende toitelisuse tõusu järel linaskit ja karpkala harrastuskalastajate huvides, siis tänapäeval ei luba seadused karpkala kui võõrliiki asustada, ja linaski jaoks ei ole esialgu alles väljakujunevas veekogus elupaiku ja toitu. Röövkala ei tohiks enne piisava toidubaasi tekkimist asustada. Asustamiseks sobib sel puhul vaid haug, sest koha jaoks on veekogu liialt läbipaistva veega.

Kalastiku muutusi loodavas tehisjärves võiks jälgida teatud ajaperioodi järel toimuvate seirepüükitega (vahemik 5-7 aastat), mille alusel oleks võimalik kavandada uusi tegevusi ja teha otsuseid.

## KASUTATUD KIRJANDUS

Eesti eElurikkus, 2017 demoversioon. Tartu Ülikooli loodusmuuseum. <http://elurikkus.ut.ee>

Euroopa Nõukogu Direktiiv 92/43/EMÜ looduslike elupaikade ning loodusliku taimestiku ja loomastiku katise kohta. 21. mai 1992. *Nõukogu direktiiv 92/43/EMÜ*. 73 lk.

Krause, T., Palm, A. 2016. Rummu karjäär. Aruandes 'Kalastiku ja püügivahendite efektiivsuse uuring Eesti väikejärvedes', EMU PKI Limnoloogiakeskus, Tartu. Lk 38-47.  
[www.envir.ee/sites/default/files/kalastiku\\_ja\\_puugivahendite\\_efektiivsuse\\_uuring\\_eesti\\_vaikejarvedes\\_2015\\_aru\\_anne.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/kalastiku_ja_puugivahendite_efektiivsuse_uuring_eesti_vaikejarvedes_2015_aru_anne.pdf)

Ojaveer, E., Pihu, E., Saat, T. 2003. Fishes of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tln. 416 p.

Orem, W.H., Gilmour, C.C., Krabbenhoft, D.P., Aiken, G.R. 2011. Sulfate as a Contaminant in Freshwater Ecosystems: Sources, Impacts and Mitigation.

[Conference.ifas.ufl.edu/ncer2011/Presentations/Wednesday/Waterview c-D/am/0850\\_Orem.pdf](http://Conference.ifas.ufl.edu/ncer2011/Presentations/Wednesday/Waterview%20c-D/am/0850_Orem.pdf)

Pihu, E., Turovski, A. 2001. Eesti mageveekalad. Tln., Zero Gravity OÜ kirjastus 'Kalastaja Raamat'. 240 lk.

Raidma, M. 2015. Millal saame uue Eesti punase nimestiku? Eesti Loodus, 66, 3. Lk. 57.

[www.eestiloodus.ee/arhiiv/Eesti\\_Loodus03\\_2015.pdf](http://www.eestiloodus.ee/arhiiv/Eesti_Loodus03_2015.pdf)

Riigiteataja [www.riigiteataja.ee/akt/13360720?leiaKehtiv](http://www.riigiteataja.ee/akt/13360720?leiaKehtiv)

Robam, K. 2009. [www.ene.ttu.ee/maeinstituut/artiklid/2009/KarinRobam\\_Veekorvaldus.pdf](http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/artiklid/2009/KarinRobam_Veekorvaldus.pdf)

Robertson – Bryan, Inc. 2004. pH Requirements of Freshwater Aquatic Life. Technical Memorandum. 13 lk.

Sõstra, Ü. ja Kolats, M. 2012. 16. Kunda piirkonna karjääride heitvee mõju Toolse jõevee koostisele ja seisundile. Kogumikus 'Kaevandamine ja keskkond'. Mäeinstituut. Lk 125-134.

<https://digi.lib.ttu.ee/i/file.php?DLID=762&t=1>

Tamre, R. 2006. Eesti järvede nimestik. Looduslikud ja tehisjärved. Keskkonnaministeeriumi Info- ja tehnokeskus. Tallinn, 2006. Lk. 51.

Viru, J. 1994. Aru-Lõuna lubjakivikarjääri rekultiveerimisprojekt. 31 lk.

Water quality- Sampling of fish with multi-mesh gillnets (EN 14757:2005). Eesti Standardikeskus 2005, 27 lk.

III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine. Riigiteataja I, 04.07.2014, 22.

[www.riigiteataja.ee/akt/13360720?leiaKehtiv](http://www.riigiteataja.ee/akt/13360720?leiaKehtiv)