

# Kulo- ja Rautaveden syvänealueiden kalasto, kalatiheys ja biomassa elokuussa 2017

Nab Labs Oy

Antti Leppänen

5



# Sisällys

1	Johdanto.....	3
2	Tutkimusalueet ja – menetelmät.....	3
2.1	Kaikuluotaus.....	3
2.2	Saalisnäytteenotto.....	5
3	Tulokset.....	6
3.1	Kulovesi.....	6
3.2	Rautavesi .....	8
4	Tulosten tarkastelu .....	10
	Lähteet.....	12

Liite 1 Kuloveden Nordic-verkkokoekalastuksen lajisaalis, saalisosuus ja yksikkösaalis kaikuluotauslinjoittain elokuussa 2017.

Liite 2 Rautaveden Nordic-verkkokoekalastuksen lajisaalis, saalisosuus ja yksikkösaalis kaikuluotauslinjoittain elokuussa 2017.

Liite 3 Kaikuluotaamalla arvioitu pituusluokkakohtainen kalatiheys Kulo- ja Rautavedellä elokuussa 2017.

Antti Leppänen  
Ympäristöasiantuntija

Nab Labs Oy/Jyväskylä  
Survontie 9 (YAD)  
40500 Jyväskylä

© **Nab Labs Oy**. Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Nab Labs Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

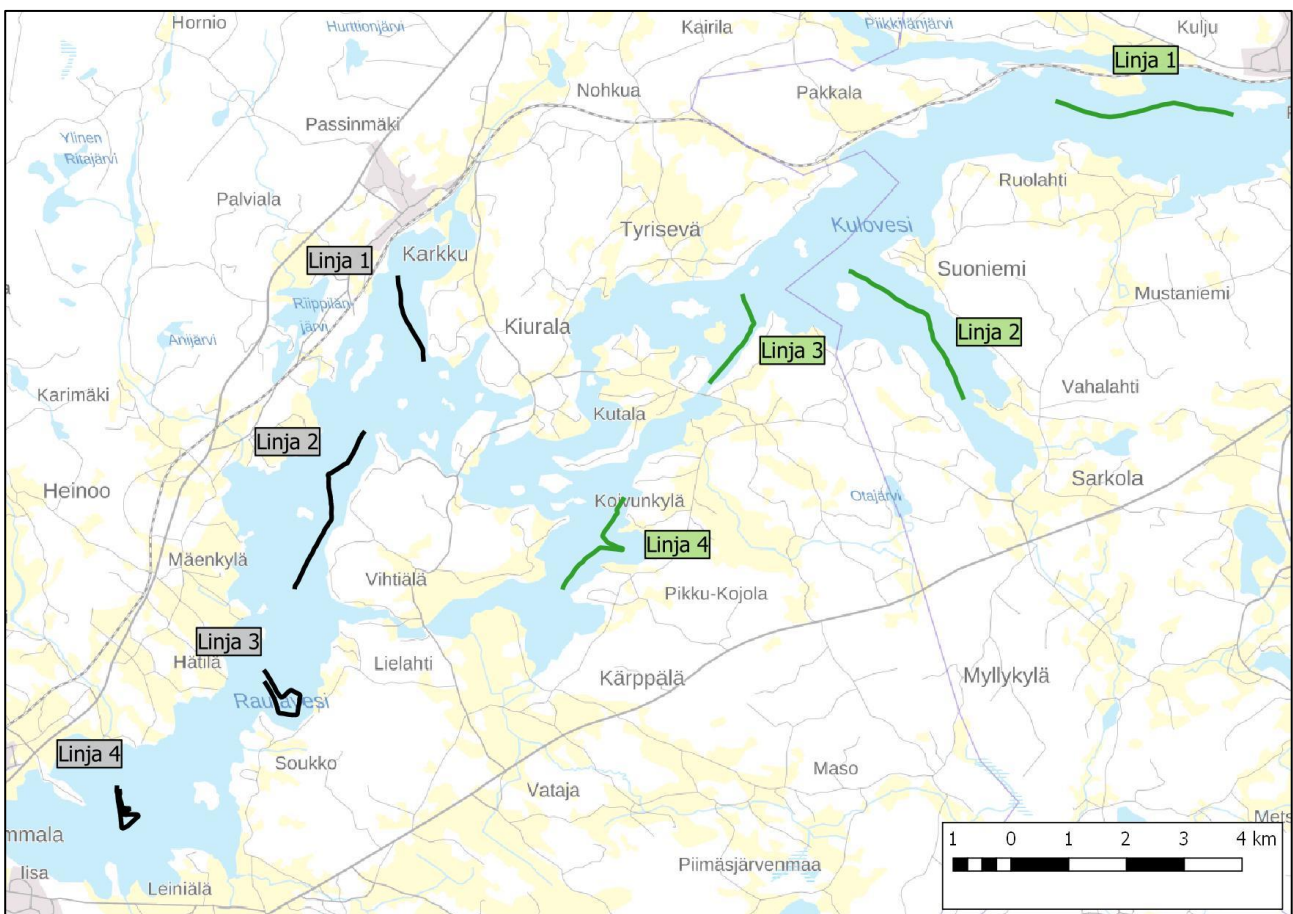
# 1 Johdanto

Rauta- ja Kuloveden syvänealueiden kalaston rakennetta, kalatiheyttä ja -biomassaa arvioitiin syksyllä 2017 kaikuluotauksilla ja Nordic-verkkokoekalastuksella. Vesistöjen syvänealueiden kalastoa ei ole tiettävästi aiemmin tutkittu kaikuluotauksilla, joskin Nordic-verkkokoekalastus on ollut yksi tutkimusmenetelmistä Kulo- ja Rautaveden kalataloudellisessa tarkkailussa (Kivinen 2017). Tutkimuksen avulla tuotettiin tietoa ennalta valittujen syvänealueiden kalatiheyksistä ja kalabiomassasta kalastusalueen päätöksenteon tueksi.

## 2 Tutkimusalueet ja – menetelmät

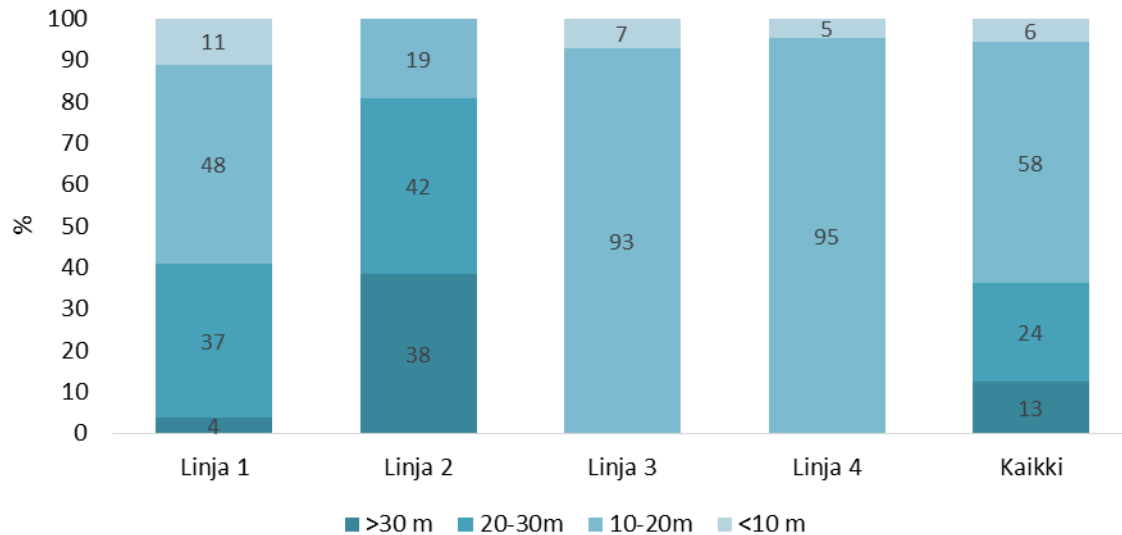
### 2.1 Kaikuluotaus

Kaikuluotaukset tehtiin Kulovedellä 28.–29.8.2017 ja Rautavedellä 30.–31.8.2017. Molemmilla vesialueilla luodattiin päivällä ja keskiyöllä neljä syvänealuetta, joilla kuljettiin sama reitti päivä- ja yöaikaan GPS-navigointilaitteiston avulla. Kulovedellä luotauslinjojen yhteenlaskettu pituus oli 10,6 km (vaihteluväli 1,8–3,1 km) ja Rautavedellä 8,8 km (vaihteluväli 1,5–3,1 km). Molemmilla vesialueilla luotauslinjat valittiin syvyyskäyrien muodon perusteella siten, että linja noudatteli mahdollisimman hyvin syvänealueiden syvimpiä kohti, eli pääsääntöisesti yli 10 m syvyisiä alueita (Kuvat 2 ja 3).

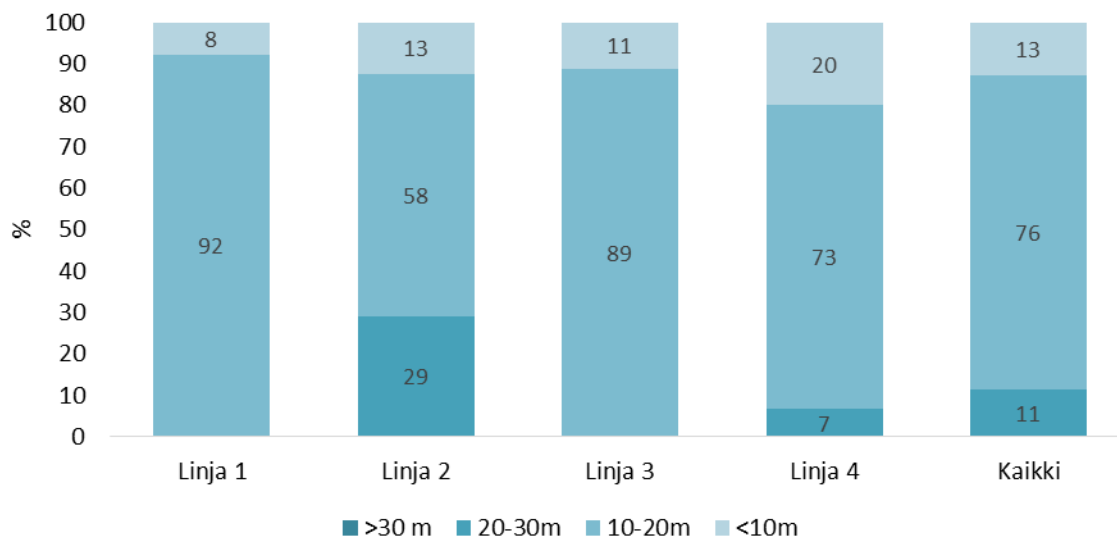


Kuva 1. Kulo- ja Rautaveden syvänealueilla kaikuluodatu linjat vuonna 2017.

Kuloveden keskisyvyys on noin 7 metriä ja Rautaveden keskisyvyys noin 5 m (Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta). Kuloveden kaikuluotauslinjojen keskisyvyys vaihteli välillä 14,6–26,2 m (Kuva 2), kun taas Rautavedellä linjojen keskisyvytydet vaihtelivat välillä 12,1–17,5 m (Kuva 3). Yli 30 metriä syviä alueita esiintyi ainoastaan Kulovedellä linjoilla 1 ja 2. Molemmilla vesialueilla kaikki linjat huomioiden syvyysalue 10–20 m oli runsain (Kuvat 2 ja 3).



Kuva 2. Syvyysalueiden suhteellinen osuus Kulovedellä kaikuluotauslinjoittain (linjojen keskisyvytydet linjasta 1 alkaen 19,1 m, 26,2 m, 14,6 m, 13,9 m).



Kuva 3. Syvyysalueiden suhteellinen osuus Rautavedellä kaikuluotauslinjoittain (linjojen keskisyvytydet linjasta yksi alkaen 12,1 m, 17,5 m, 13,6 m, 15 m).

Kaikuluotauksissa käytettiin kalatutkimuksiin kehitettyä Simrad EY-M -kaikuluotainta, joka oli säädetty seuraavasti:

äänen taajuus	70 kHz
äänipulssin kesto	0.6 ms
äänen pulssitiheys	182 krt/min
äänikeilan avautumiskulma	11°
äänen vahvistus	8
TVG-funktio	40 log R.

Luotaimessa on ohjainsiivillä varustettu Simrad 70-24-F värähtelijä, joka laskettiin veneen sivulle noin 0,5 – 1 m syvyyteen. Luotausnopeus oli kaikilla linjoilla 8 - 9 km/h. Äänisignaalit tallennettiin Tascam HD-P2-tallentimella muistikortille, josta aineisto siirrettiin digitaalimuotoon tietokoneelle ja analysoitiin HADAS-ohjelmistolla (Hydroacoustic Data Acquisition System, Lindem Data Acquisition). Ohjelmisto käyttää laskennassa muunnettua Craig & Forbesin (1969) algoritmia.

Linjakohtaiset kalatiheydet arvioitiin HADAS-ohjelmistolla syvyyskerroksittain jakamalla vesipatsas kahden metrin paksuisiin kerroksiin, minkä jälkeen syvyyskerroksien kalatiheysarviot korjattiin syvyyskerroksessa analysoitujen pulssien ja luotauslinjan kokonaispulssimäärän suhteesta muodostetulla kertoimella. Vesistöjen keskimääräinen kalatiheys laskettiin luotauslinjojen pituuksilla painotettuna. Syvänealueiden valtalajille laskettiin biomassa-arvio lajin kappalesaalisuuden ja keskipainon perusteella. Vesistökohtaiselle keskimääräiselle kalatiheydelle ja biomassalle laskettiin myös 95 %:n luotettavuusvälit. Kohdevoimakkuuksien oletettiin vastaavan kalojen pituutta seuraavasti:

alle -49 dB	➔	alle 10 cm
-44 - -49 dB	➔	10-20 cm
yli -44 dB	➔	yli 20 cm.

Veden pintakerrokseen on usein sekoittunut ilmakuplia, jotka vaikeuttavat luotaustulosten tulkintaa. Lisäksi äänikeila on lähellä värähtelijää niin kapea, että tulokset eivät ole luotettavia. Näiden syiden vuoksi pintakatvealuetta, eli pintakerroksen ensimmäistä kahta metriä ei otettu mukaan analyysiin. Pohjan läheinen metrin vesikerros jätettiin myös analyysin ulkopuolelle (kala- ja pohjakaikujen sekoittuminen). Kalatiheysarvioiden yhteydessä tarkasteltiin resoluutioprosenttia, eli sitä, kuinka suuri osuus kaikuenergiasta tulee yksittäisistä kaloista.

## 2.2 Saalisnäytteenotto

Saalisnäytteenotto tehtiin Nordic-koeverkoilla kaikuluotauslinjojen vierestä Kulovedellä 28.8.–30.8. (18 verkkoyötä) ja Rautavedellä 30.8.–1.9.2017 (18 verkkoyötä). Verkot laskettiin pyyntiin illalla ja nostettiin aamulla, jolloin pyyntiajaksi muodostui noin 12 – 14 h. Molemmilla vesialueilla verkot laskettiin pinnan ja pohjan lisäksi väliveteen eri syvyyksille. Väliveden pyyntisyvyys määrittyi lämpötilakerrostuneisuuden ja ensimmäisestä kaikuluotausaineistosta silmämääräisesti arvioitujen kalojen pääasiallisten oleskelusyvyyksien mukaan. Veden lämpötilakerrostuneisuus määritettiin Kuloveden Kalmesaaren viereisestä syvänteestä (syvyys noin 37 m) Limnos-vesinoutimella. Lämpötila mitattiin metrin välein pinnasta alkaen, minkä tuloksena harppauskerros määrittyi noin 12,8–17 metrin välille vesipatsaassa.

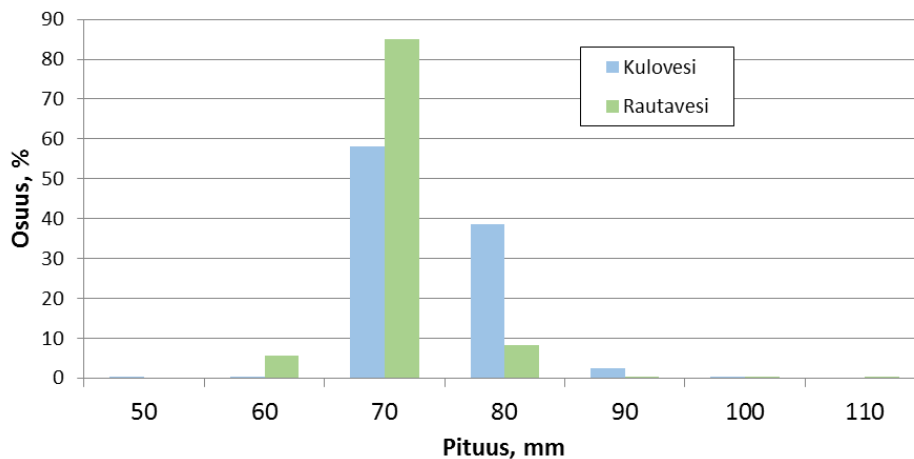
## 3 Tulokset

### 3.1 Kulovesi

Kuloveden syvänealueilta saatiin saaliiksi Nordic-koeverkoilla 11 kalalajia (Taulukko 1). Lukumäärällisesti runsain saalislaji oli kuore, jonka kappalesaalisosuus oli Kulovedellä kaikki luodatus syvänealueet huomioiden 86,4 % (Taulukko 1). Kulovedellä kokonaissaaliin painosta suurin osa oli särkikalaa (keskipaino 246 g, n=22). Kappaleyksikkösaaliissa mitattuna kuore oli runsain laji linjoilla 1, 2, 4, kun taas luotauslinjalla 3 runsain laji oli salakka (Liite 1). Saaliiksi saadut kuoreet olivat yhtä yksilöä lukuun ottamatta pituudeltaan alle 100 mm, keskipituuden ollessa 74 mm (Kuva 2).

Taulukko 1. Kuloveden saalisnäytteenoton lajisaalis, yksikkösaalis, saalisosuudet ja lajikohtainen keskipituus ja –paino.

Laji	Saalis		Yksikkösaalis		Osuus saaliista (%)		Keskipituus	Keskipaino
	(kpl)	(g)	(kpl/vvrk)	(g/vvrk)	(kpl)	(g)	(cm)	(g)
Kuore	260	687	14,4	38	86,4	7,9	7,4	2,6
Kiiski	11	54	0,6	3	3,7	0,6	7,3	4,9
Ahven	5	805	0,3	45	1,7	9,2	23,2	161,0
Pasuri	5	624	0,3	35	1,7	7,1	20,6	124,8
Salakka	4	19	0,2	1	1,3	0,2	8,5	4,8
Sulkava	4	1071	0,2	60	1,3	12,3	33,0	267,8
Särki	4	740	0,2	41	1,3	8,5	24,8	185,0
Kuha	2	1257	0,1	70	0,7	14,4	43,5	628,5
Säyne	2	874	0,1	49	0,7	10,0	32,5	437,0
Toutain	3	2075	0,2	115	1,0	23,8	40,3	691,7
Siika	1	526	0,1	29	0,3	6,0	37,0	526,0
Yht	301	8732	16,7	485	100	100		



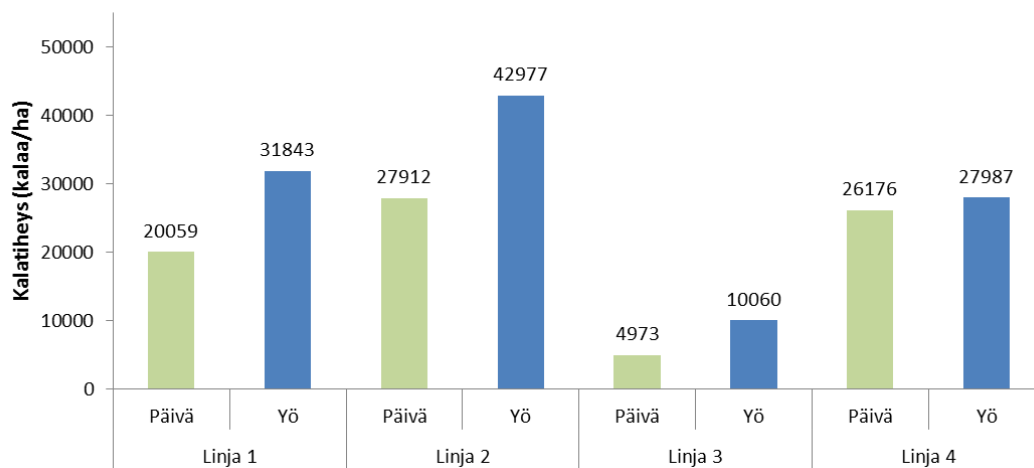
Kuva 2. Kuloveden ja Rautaveden syvänealueiden kuoresaaliin pituusluokkajakauma (Kulovesi n=260, Rautavesi n=315).

Kaikuluodattujen syvänealueiden päivä- ja yöaikaiset kalatiheydet erosivat pääosin selvästi toisistaan, joskin poikkeuksena linjan 4 kalatiheysarvio oli suhteellisen samalla tasolla päivällä ja yöllä (Kuva 3, Taulukko 2). Kulovedellä yöllinen kalatiheys oli suurin keskisyvyydeltään syvimmällä linjalla 2, eli Kalmetsaaren syvänteessä (Kuva 3). Linjan 1, eli Kesäniemen syvänteen arvioitu kalatiheys oli toiseksi suurin, linjan ollessa keskisyvyydeltään toiseksi syvin (Kuva 2).

Alle 10 cm pitkien kalojen osuus arvioidusta kalatiheydestä oli kaikki luotauslinjat huomioiden päivällä yli 60 % ja yöllä yli 70 % (Kuva 4). Verkkokoekalastusten perusteella kuore oli selvä ulapan valtalaji linjoilla 1 ja 2, mutta keskisyydeltään matalammilla linjoilla 3 ja 4 kuoreen saalisosuus jäi pienemmäksi (Liite 1).

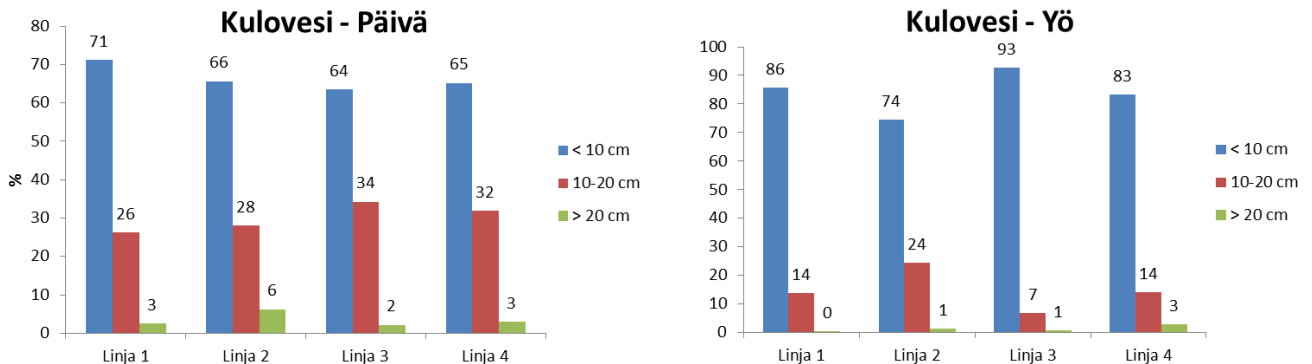
Suurimmat kalatiheydet havaittiin Kulovedellä harppauskerroksessa tai tätä matalammissa vesikerroksissa. Resoluutioprosentit jäivät näissä vesikerroksissa pieneksi, ollen päivällä keskimäärin pienempiä kuin yöllä. Toisin sanoen kalaparvet olivat tiheitä päivällä ja yöllä, mutta yöllä kalat olivat harvemmassa. Kulovedellä kaikuluotauslinjalla 1, 3 ja 4 pohjan läheiset vesikerrokset olivat vähäkalaisia tai täysin kalattomia, ja kalojen esiintymissyvyydessä havaittiin selvä raja pohjan tuntumassa. Koeverkkokalastuksissa verkkoja ei laskettu luotausalueen syvimpiin kohtiin, mutta silti Kulovedellä linjoilla 3 ja 4 syvimät välivesiverkot ja pohjaverkot olivat kalattomia (Liite 1).

Kuloveden luodattujen syvännealueiden keskimääräiseksi kalatiheydeksi arvioitiin yökaikuluotauksien (suurempi kalatiheys kuin päivällä) perusteella noin 30800 yks./ha (95 % luotettavuusväli 19800 – 44200 yks./ha). Kesäniemen syvänteen eli linjan 1 kuoretiheydeksi arvioitiin noin 27300 yks./ha, ja kuorebiomassaksi noin 74 kg/ha, olettaen että alle 10 cm kaloista suurin osa oli kuoreita. Samalla oletuksella Kalmetsaaren syvänteen eli linjan 2 kuoretiheydeksi arvioitiin noin 32 000 yks./ha, ja kuorebiomassaksi noin 87 kg/ha. Muilla kaikuluodatuilla syvännealueilla verkkokoekalastusten lukumääräinen saalis jäi pieneksi (Liite 1). Yli 10 cm pitkien kalayksilöiden osuus verkkokoekalastussaaliissa oli kaikki syvännealueet huomioiden erittäin pieni (n=28), minkä vuoksi luotettavia lajikohtaisia saati kokonaiskalabiomassa-arvioita ei voida tehdä. Olettaen, että kaikilla Kuloveden kaikuluodatuilla syvännealueilla kuore oli elokuussa valtalaji vaikka verkkokoekalastus ei tätä täysin osoittanut, Kuloveden keskimääräiseksi kuorebiomassaksi arvioitiin noin 67 kg/ha (95 % luotettavuusväli 46–93 kg/ha).



Kuva 3. Kuloveden syvännealueiden (Kuva 1) kokonaiskalatiheysarvio päivällä ja yöllä vuonna 2017 kaikuluotauksien perusteella.





Kuva 4. Kalaston jakautuminen pituusluokkiin kohdevoimakkuusjakauman perusteella luotauslinjoittain Kulovedellä vuonna 2017.

### 3.2 Rautavesi

Rautaveden saalis koostui 9 lajista (Taulukot 2). Lukumäärällisesti runsain saalislaji oli kuore, jonka kappalesaalisosuus oli kaikki luodatu syvännealueet huomioiden 88,2 % (Taulukko 2). Kokonaissaaliin painosta suurin osa oli särkikalaa. Kuore oli kaikilla luotauslinjoilla kappaleyksikkösaaliissa mitattuna runsain laji (Liite 2). Saaliiksi saadut kuoreet olivat kahta yksilöä lukuun ottamatta pituudeltaan alle 100 mm, keskipituuden ollessa 71 mm (Kuva 2).

Taulukko 3. Rautaveden saalisenäytteenoton lajisaalis, yksikkösaalis, saalisosuudet ja lajikohtainen keskipituus ja –paino.

Laji	Saalis		Yksikkösaalis		Osuus saaliista (%)		Keskipituus (cm)	Keskipaino (g)
	(kpl)	(g)	(kpl/vvrk)	(g/vvrk)	(kpl)	(g)		
Kuore	315	662	17,5	37	88,2	9,9	7,1	2,1
Kiiski	10	47	0,6	3	2,8	0,7	7,1	4,7
Särki	9	2018	0,5	112	2,5	30,2	24,9	224,2
Pasuri	8	1432	0,4	80	2,2	21,4	21,8	179,0
Ahven	4	424	0,2	24	1,1	6,3	18,8	106,0
Salakka	4	64	0,2	4	1,1	1,0	12,3	16,0
Sulkava	4	1351	0,2	75	1,1	20,2	33,8	337,8
Kuha	3	685	0,2	38	0,8	10,2	21,3	228,3
<b>Yht</b>	<b>357</b>	<b>6683</b>	<b>19,8</b>	<b>371</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		

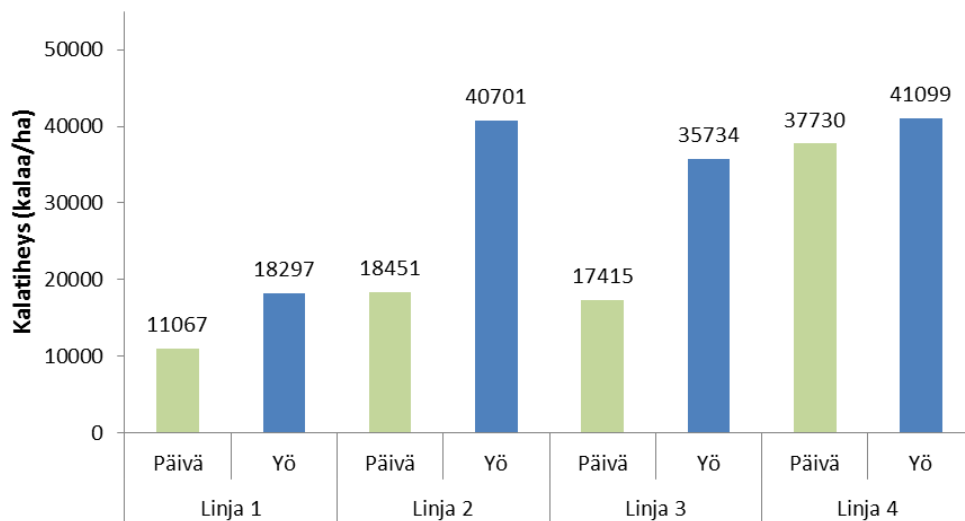
Kuten Kulovedellä, päivällä ja yöllä arvioidut kalatiheydet erosivat toisistaan jokseenkin selvästi (Kuva 5). Kaikuluotauslinjan 1 arvioitu kalatiheys oli muiden syvännealueiden kalatiheyksiä pienempi (Kuva 5). Suurin osa kalastosta koostui alle 10 cm pitkistä yksilöistä (Kuva 6). Suurimpien kalatiheyksien ja luotauslinjan keskisyvyyden välillä havaittiin samanlainen yhteys kuin Kulovedellä: kalatiheys oli pääsääntöisesti suurempi syvemmillä alueilla.

Verkkokoekalastusten perusteella kuore oli kaikilla luodatuilla syvännealueilla valtalaji kappalesaaliissa mitattuna, joskin Rautaveden eteläpäässä linjalla 4 kuoreen osuus jäi pienemmäksi (Liite 2). Suurimmat kalatiheydet havaittiin Rautavedellä harppauskerroksessa (Kuloveden Kalmetsaaren syvänteessä arvioitu 12,8 – 17 m) ja sitä matalammassa vesikerroksissa. Resoluutioprosentti oli näissä vesikerroksissa tavallisesti pieni, ollen päivällä keskimäärin pienempi kuin yöllä. Kuten Kulovedellä havaittiin, kalaparvet olivat päivällä ja yöllä tiheitä, mutta resoluutioprosenttien valossa kalat olivat yöllä harvemmassa. Rautaveden kaikuluotauslinjoilla ei esiintynyt Kuloveden linjojen 1, 3 ja 4 kaltaista selvää rajaa kalojen esiintymissyvyydessä, joskin

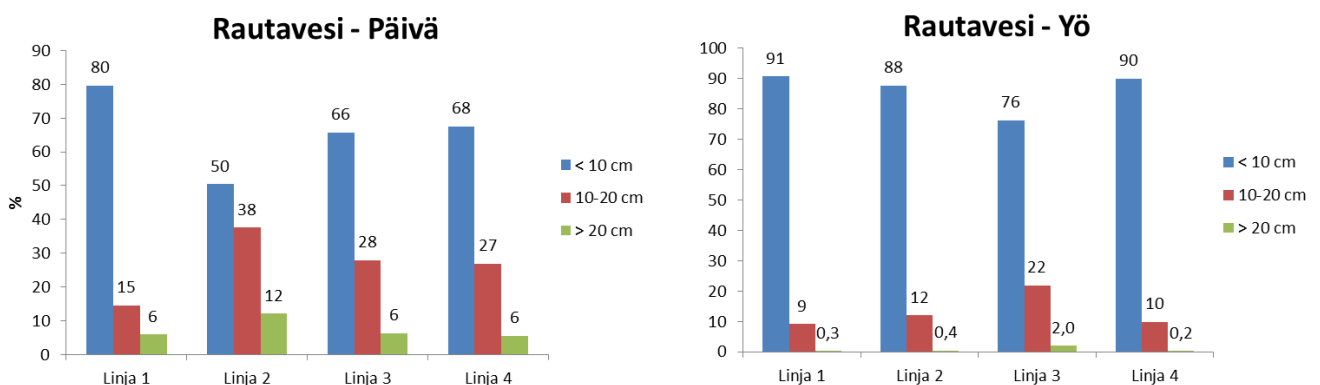


myös Rautavedellä luotauslinjojen syvimmät kohdat olivat vähäkalaisia, ja linjan 3 pohjaverkko kalaton (Liite 2).

Rautaveden kaikuluodattujen syvännealueiden keskimääräiseksi kokonaiskalatiheydeksi arvioitiin yöluotauksien perusteella 35400 yks./ha (95 % luotettavuusväli 26300–45800 yks./ha). Kuore oli yksilömäärässä selvä valtalaji lähes kaikilla luodatuilla syvännealueilla, ja koekalastussaaliissa kuoreen osuus alle 10 cm pituisista yksilöistä oli lähes 100 % (kiiski pois lukien). Keskimääräiseksi luodattujen syvännealueiden kuoretiheydeksi arvioitiin yöluotauksien perusteella noin 30300 yks./ha (95 % luotettavuusväli 22200 – 39600 yks./ha). Vastaavasti kuoreen keskimääräinen biomassa-arvio luodatuilla syvännealueilla oli noin 64 kg/ha (95 % luotettavuusväli 47–84 kg/ha). Yli 10 cm pitkiä kaloja saatiin verkkokoekalastuksessa saaliiksi erittäin vähän (n=33), minkä vuoksi luotettavia kokonaiskalabiomassa-arvioita ei voida tehdä.



Kuva 5. Rautaveden syvännealueiden kokonaiskalatiheysarvio päivällä ja yöllä elokuussa 2017 kaikuluotauksien perusteella.



Kuva 6. Kalaston jakautuminen pituusluokkiin kohdevoimakkuusjakauman mukaisesti luotauslinjoittain Rautavedellä elokuussa 2017.

## 4 Tulosten tarkastelu

Kulo- ja Rautaveden ulappa-alueiden kalatiheyksiä arvioitiin tiettävästi ensimmäisen kerran kaikuluotauksilla, joten kalatiheyksien tai -biomassojen kehityssuuntia ei voitu tarkastella. Arvioidut kalatiheydet Kulo ja –Rautaveden kaikuluodatuilla syvänealueilla olivat elokuussa suurehkoja, mutta eivät epätyypillisiä – ottaen huomioon että vesialueet ovat lievästi reheviä, ulappa-alueet paikoin syviä ja koeverkkokalastusten perusteella syvänealueiden valtalaji oli pääosin kuore. Kaikuluotaamalla on arvioitu suomessa aiemmin useiden rehevien ja syvien järvien kalatiheyksiä, joskin Kulo- ja Rautaveden kaltaisten lyhytviipymäisten läpivirtausaltaiden kalatiheyksiä vähemmän. Esimerkiksi rehevällä Hiidenvedellä (keskisyvyys 6,7 m) kalatiheys on vaihdellut vuosina 2007 ja 2013 karkeasti välillä 8000–14000 yks./ha (Malinen & Vinni 2013). Vesijärven Enonselällä elokuinen yli 6 m syvien alueiden kalatiheys oli vuonna 2016 arviolta noin 46 000 yksilöä hehtaarilla (Malinen ym. 2016a). Sekä Hiidenvedellä että Vesijärvellä kuore esiintyy runsaslukuisena ulappa-alueilla. Elokuussa 2015 Vesijärven Enonselän yli 6 m syvien alueiden kalatiheysarvio oli jopa 139500 yksilöä hehtaarilla (Malinen ym. 2016b). Kuore oli tuolloinkin Enonselän valtalaji 99,7 %:n lukumääräosuudella, ja kuoreista noin 98 % oli yksikesäisiä keskipainoltaan alle gramman painoisia kuoreita (Malinen ym. 2016b). Kulo- ja Rautaveden arvioituja kalatiheyksiä voidaan pitää aiempien tutkimustulosten valossa tavallisina, varsinkin kun kuore esiintyy verkkokoekalastusten perusteella pelagiaalissa runsaana.

Nordic-koeverkoilla tehtyjen koekalastusten perusteella kuoretta esiintyi kaikilla Kulo- ja Rautaveden syvänealueilla. Kulovedellä linjalla 3 ja 4 kuoreiden osuus koeverkkosaaliista oli kuitenkin muita alueita pienempi. Kuloveden luotauslinjat 3 ja 4 ovat keskimäärin matalampia kuin Kesäniemen ja Kalmetsaaren syvänteiden linjat. Syvillä alueilla on kuorelle enemmän viileää alusvettä tarjolla, mikä selittänee syvempien alueiden pienten kalojen, oletettavasti pääasiassa kuoreiden tiheyttä. Rautavedellä kuore oli koekalastussaaliissa lukumäärältään runsain laji jokaisella luotauslinjalla, joskin kappaleosuus jäi pieneksi linjalla 4. Rautaveden linjalla 4 kalatiheysarvioit olivat päivällä ja yöllä suhteellisen samalla tasolla. Syväne on jokseenkin pienialainen ja kalat eivät tuloksien perusteella liikkuneet kovinkaan selvästi selkäveden tasamataliin osiin. Sama ilmiö saattoi esiintyä myös Kuloveden Kojolanselän pienialaisessa syvänteessä (linja 4), sillä myös täällä kalatiheys oli päivällä ja yöllä suhteellisen samalla tasolla.

Nordic-koeverkoilla tehty saalisnäytteenotto antoi jokseenkin hyvän kuvan Kulo- ja Rautaveden syvänealueiden kalalajistosta. Verkkopyynti antoi kuitenkin lajiston kokojakaumasta korkeintaan karkean kuvan, sillä muiden kuin kuoreen osalta lukumäärät jäivät erittäin pieneksi (Taulukot 1 ja 2). Kuore oli yksilömäärässä selvä valtalaji. Nordic-koeverkot pyytävät kuitenkin pieniä kesänvanhoja kuoreita heikosti (Olin & Malinen 2003), joten havaittu kuoreen lukumääräosuus saaliissa oli todennäköisesti todellista osuutta pienempi. Verkkokoekalastussaaliin särkikalajien keskipaino oli Kulovedellä jopa 246 g (n=22) ja Rautavedellä 195 g (n=25). Pelkkien särkien keskipaino oli suhteellisen suuri: Kulovedellä 185 g (n=4) ja Rautavedellä 224 g (n=9). Ahvenkalojen (ahven, kiiski, kuha) keskipaino oli Kulovedellä 118 g (n=18) ja Rautavedellä 158 g (n=17). Pienet ahven- ja särkikalat puutuivat verkkosaaliista, vaikka niitä voidaan olettaa olevan ulapalla edes jossakin määrin.

Kulo- ja Rautaveden syvänealueiden arvioituja kalatiheyksiä tarkastellessa on huomioitava, että kaikuluotaamalla ei voida luotettavasti arvioida alle 2 metrin syvyydessä esiintyvien kalojen tiheyttä. Kulo- ja Rautaveden syvänteiden arvioitu kuoretiheys saattaa olla arvioitua vieläkin suurempi, sillä pinnan tuntumassa liikkui luotauksien aikaan erittäin runsaasti yksikesäisiä kuoreita, pituudeltaan noin 40 – 60 mm yksilöitä, joita Nordic-verkko pyydysti heikosti. Aiemmin myös Olin & Malinen (2003) osoittivat Nordic-koeverkkojen pyytävät heikosti alle 5 cm pituisia kuoreita. Pienten kuoreiden liikkeitä tarkkailtiin yöluotauksen yhteydessä tehokkaalla taskulampulla, jonka valokeilassa kuoreita näkyi runsaasti noin 0,5 m syvyydessä. Luotaimen pintakatvealueen

kalatiheyttä voidaan arvioida esimerkiksi pintatroomauksella, mutta tämä vaatisi verkkokoekalastusta huomattavasti enemmän resursseja. Kuoreen biomassaa arvioitiin saaliskuoreiden keskipainon ja lajiosuuksien perusteella. Verkkokoekalastuksen saaliissa esiintyi hyvin vähän pieniä yksikesäisiä kuoreita, minkä vuoksi kuoreen biomassaa arviot tulee mieltää suuntaa antavina. Vesialueiden keskimääräisiä kuoreen biomassaa arvioita tulee tarkastella niin ikään karkeina arvioina, sillä vesialueet ovat laajoja ja niiden syvänealueet eroavat toisistaan oletettavasti muun muassa vedenlaadun, virtausolosuhteiden ja syvyysprofiilin suhteen. Syvänteiden kalaston rakenteessa voi olla niin ikään eroja edellä mainittujen syiden vuoksi.

Suurimmat kalatiheydet havaittiin harppauskerroksessa (Kuloveden Kalmetsaaren syvänteestä määritetty) ja sen yläpuolella. Pienet resoluutioprosentit kertoivat siitä, että Kulo- ja Rautavedellä kalaparvet olivat elokuussa tiheitä. Resoluutioprosentti kuvaa yksittäisistä kaloista heijastuvan kaikuenergian määrää. Havaittu alhainen resoluutioprosentti tarkoittaa osaltaan myös sitä, että tiheässä parvessa toisiaan hyvin lähellä olevista pikkukaloista heijastunut kaiku on saattanut joissakin tapauksissa analysoidua suurempina kalana. Verkkokoekalastusten tulokset tukevat osaltaan tätä, sillä verkkoosaaliissa oli lukumääräisesti hyvin vähän 10 – 20 cm pituisia kaloja, vaikka 10 – 20 cm kalojen kaikuluotaamalla arvioitu tiheys oli paikoittain jokseenkin suuri (Liite 3). Iso osa 10 – 20 cm kaloista lienee ollut vanhempia kuoreita, joiden osuudesta voi olla vaikeaa saada luotettavaa kuvaa Nordic-koeverkoilla.

Sekä Kulo- että Rautaveden syvänteissä on ajoittain ja paikoittain esiintynyt viime vuosina happivajetta (Perälä 2017). Kaikuluotaustulokset viittasivat niin ikään tiettyjen syvänteiden olevan mahdollisesti vähähappisia tai jopa hapettomia. Kulovedellä luotauslinjalla 1 (Kesäniemen syväne) kalaparvet ulottuivat selvärajaisesti 28 metriin, linjalla 3 noin 15 metriin ja linjalla 4 noin 13 metriin. Kalmetsaaren syvänteessä luotauslinjalla 2 kalaparvet ulottuivat lähes pohjaan asti. Rautavedellä kaikkien luodattujen syvänealueiden pohjalla oli lähes kalaton vesikerros, mutta linjalla 3 kalamäärät olivat vähäisiä jo 15 metristä lähtien (maksimisyyvyys noin 19 m). Kalattomuus tai vähäkalaisuus ei välttämättä kerro happioloista, sillä kalojen esiintymissyvyyteen vaikuttaa muun muassa veden lämpötila, ravintokohteiden esiintymissyvyys, petokalojen välttelykäyttäytyminen ja kalan koko.

Kulo- ja Rautaveden linjaluotaukset tarjosivat käyttökelpoista indeksinomaista tietoa tutkittujen syvänealueiden kalatiheyksistä. On kuitenkin huomioitava, että tuloksia ei voida laajentaa koskemaan kaikkia Kulo- ja Rautaveden syvänealueita eikä matalampia rantavyöhykkeitä. Kaikuluotauksella ei pyritty määrittämään täsmällisesti kalatiheyttä luodatuilla syvänealueilla, sillä tämä olisi vaatinut vesialueen koko huomioiden huomattavia resursseja – toisin sanoen lukuisia syvänealueiden yli kulkevia, toisiaan lähellä olevia kaikuluotauslinjoja. Käytetyllä menetelmällä saatiin kuitenkin vuosivertailukelpoista yleistietoa syvänteiden kalatiheyksistä. Kaikuluotauksilla ja saalisnäytteenotoilla todennettiin Kulo- ja Rautavedellä kuoreen olevan valtalaji pääosin kaikilla tutkituilla syvänealueilla, ja sen tiheyden olevan suurehko. Vastaaviin arvioihin ei ole päästy pelkillä Nordic-verkkokoekalastuksilla, jotka nykyisellään kuuluvat Kuloveden kalataloustarkkailuun. Kulo- ja Rautaveden ulappa-alueiden kalatiheyttä ja biomassaa tulisi arvioida tulevaisuudessa uudelleen koetroolausten yhteydessä, jotta pelagiaalin kalalajistoa ja sen kokojakaumaa, ja erityisesti kuoreen kokojakaumaa voitaisiin arvioida entistä luotettavammin. Koetroolaus antaisi todennäköisesti Nordic-verkkoja luotettavamman kuvan syvänealueiden kalojen lajiosuuksista. Kaikuluotaus voitaisiin koetroolausten ohella tehdä tulevaisuudessa sekä kesällä että syksyllä, jolloin voitaisiin arvioida myös kuoreen kuolevuutta.

## Lähteet

- Craig R.E. & Forbes S.T. 1969. Design of sonar for fish counting. *Fiskeridir. Skr. Ser. Havunders.* 15:210-219.
- Kivinen S. 2017. Kulo- ja Rautaveden kalataloudellinen tarkkailu vuonna 2016. KVVY ry. Julkaisunro 782.
- Malinen T., Vinni M., Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö, Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos, akvaattiset tieteet. 2016a. Vesijärven Enonselän ulapan kalayhteisö kesällä 2016. Tutkimusraportti.
- Malinen T. & Vinni M. 2016b. Vesijärven ulapan kalatiheys ja -biomassa sekä runsaimpien lajien ravinto kesällä 2015. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos.
- Malinen T. & Vinni M. 2013. Hiidenveden ulappa-alueen kalatiheys, -biomassa ja lajijakauma elokuussa 2013 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos.
- Olin M. & Malinen T. 2003. Comparison of gillnet and trawl in diurnal fish community sampling. *Hydrobiologia* 506–509: 443–449.
- Perälä H. 2017. Tampereen seudun yhteistarkkailu vuonna 2016. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 778.

Liite 1. Kuloveden Nordic-verkkokoekalastuksen lajisaalis, saalisosuus ja yksikkösaalis kaikuluotauslinjoittain elokuussa 2017.

	Laji	Kpl	Paino (g)	Osuus linjan saaliista %		Yksikkösaalis	
				(kpl)	(g)	(kpl/vvrk)	(g/vvrk)
<b>Linja 1</b>	Kuore	90	247	90	27	22,5	61,8
	Kiiski	7	36	7	4	1,8	9,0
	Pasuri	2	355	2	38	0,5	88,8
	Sulkava	1	293	1	31	0,3	73,3
	<b>Yht</b>	<b>100</b>	<b>931</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		
<b>Linja 2</b>	Kuore	162	419	94	12	32,4	83,8
	Kiiski	4	18	2	0	0,8	3,6
	Pasuri	1	124	1	3	0,2	24,8
	Sulkava	2	544	1	15	0,4	108,8
	Kuha	1	758	1	21	0,2	151,6
	Toutain	2	1237	1	34	0,4	247,4
	Siika	1	526	1	15	0,2	105,2
	<b>Yht</b>	<b>173</b>	<b>3626</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		
<b>Linja 3</b>	Kuore	1	3	10	0	0,3	0,8
	Ahven	2	249	20	15	0,5	62,3
	Salakka	4	19	40	1	1,0	4,8
	Särki	1	76	10	5	0,3	19,0
	Kuha	1	499	10	30	0,3	124,8
	Toutain	1	838	10	50	0,3	209,5
	Tyhjä*			2 tyhjää verkkoa (15m ja pohja)			
	<b>Yht</b>	<b>10</b>	<b>1684</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		
<b>Linja 4</b>	Kuore	7	18	39	1	1,4	3,6
	Ahven	3	556	17	22	0,6	111,2
	Pasuri	2	145	11	6	0,4	29
	Sulkava	1	234	6	9	0,2	46,8
	Särki	3	664	17	27	0,6	132,8
	Säyne	2	874	11	35	0,4	174,8
	Tyhjä**			2 tyhjää verkkoa (12m ja pohja)			
	<b>Yht</b>	<b>18</b>	<b>2491</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		
<b>Yht</b>	<b>301</b>	<b>8732</b>					

Liite 2. Rautaveden Nordic-verkkokoekalastuksen lajisaalis, saalisosuus ja yksikkösaalis kaikuluotauslinjoittain elokuussa 2017.

	Laji	Kpl	Paino (g)	Osuus linjan saaliista %		Yksikkösaalis	
				(kpl)	(g)	(kpl/vvrk)	(g/vvrk)
<b>Linja 1</b>	Kuore	99	241	83	11	24.8	60
	Kiiski	8	42	7	2	2.0	11
	Särki	4	676	3	30	1.0	169
	Pasuri	5	746	4	33	1.3	187
	Ahven	3	327	3	14	0.8	82
	Kuha	1	233	1	10	0.3	58
	<b>Yht</b>	<b>120</b>	<b>2265</b>	100	100		
<b>Linja 2</b>	Kuore	64	129	90	10	10.7	22
	Kiiski	2	5	3	0	0.3	1
	Särki	1	229	1	18	0.2	38
	Pasuri	2	355	3	29	0.3	59
	Ahven	1	97	1	8	0.2	16
	Sulkava	1	428	1	34	0.2	71
	<b>Yht</b>	<b>71</b>	<b>1243</b>	100	100		
<b>Linja 3</b>	Kuore	147	274	97	23	36.8	69
	Särki	2	601	1	49	0.5	150
	Pasuri	1	331	1	27	0.3	83
	Salakka	1	9	1	1	0.3	2
	Kuha	1	1	1	0	0.3	0
	Tyhjä			1 tyhjä pohjaverkko			
	<b>Yht</b>	<b>152</b>	<b>1216</b>	100	100		
<b>Linja 4</b>	Kuore	5	18	36	1	1.3	5
	Särki	2	512	14	26	0.5	128
	Salakka	3	55	21	3	0.8	14
	Sulkava	3	923	21	47	0.8	231
	Kuha	1	451	7	23	0.3	113
	<b>Yht</b>	<b>14</b>	<b>1959</b>	100	100		
<b>Yht</b>		<b>357</b>	<b>6683</b>				

Liite 3. Kaikuluotaamalla arvioitu pituusluokkakohtainen kalatiheys Kulo- ja Rautavedellä elokuussa 2017. Tarkastelussa on huomioitava, että osa pituusluokan 10–20 cm kaloista on mahdollisesti tiheissä parvissa lähekkäin olleiden pienten kalojen kaikuja.

Kulovesi	Kalasto päivällä (kalaa/ha)				Kalasto yöllä (kalaa/ha)			
	< 10 cm	10-20 cm	> 20 cm	Yht. kpl/ha	< 10 cm	10-20 cm	> 20 cm	Yht. kpl/ha
Linja 1	14287	5268	505	20059	27317	4416	110	31843
Linja 2	18325	7837	1749	27912	31968	10479	531	42977
Linja 3	3160	1705	109	4973	9326	678	56	10060
Linja 4	17065	8352	758	26176	23318	3900	769	27987

Rautavesi	Kalasto päivällä (kalaa/ha)				Kalasto yöllä (kalaa/ha)			
	< 10 cm	10-20 cm	> 20 cm	Yht. kpl/ha	< 10 cm	10-20 cm	> 20 cm	Yht. kpl/ha
Linja 1	8808	1605	654	11067	16576	1668	54	18297
Linja 2	9312	6919	2220	18451	35660	4887	154	40701
Linja 3	11455	4864	1096	17415	27194	7833	707	35734
Linja 4	25492	10147	2091	37730	36975	4062	62	41099