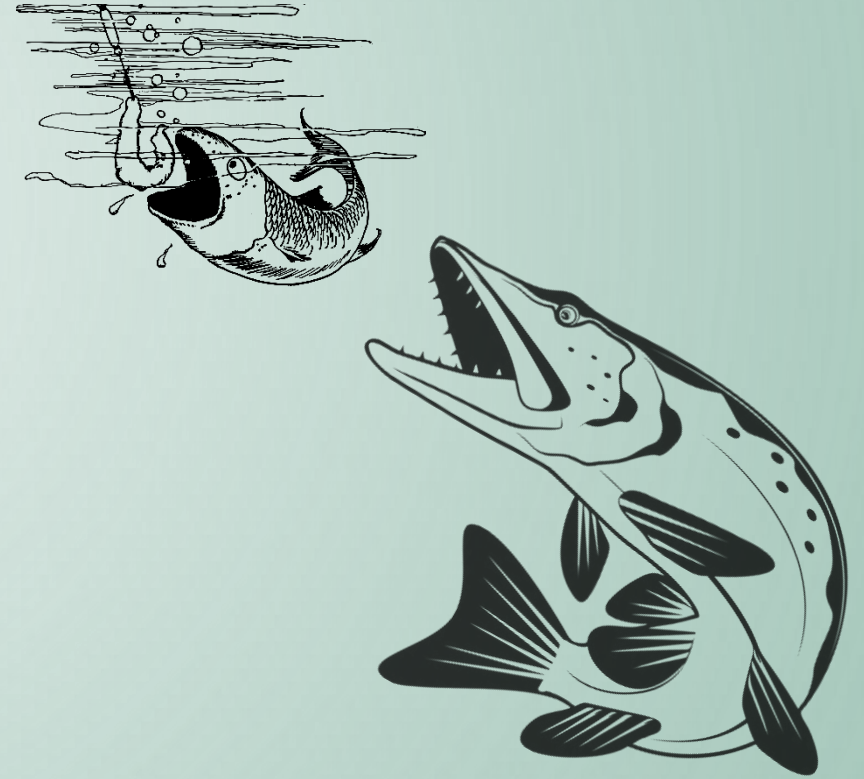


# Ennustaako yksilöllinen kalastusalttius alttiutta joutua pedon saaliiksi ahvenella?



Reetta Väätäinen, Laura Härkönen, Pekka Hyvärinen,  
Josép Alos, Robert Arlinghaus & Anssi Vainikka

Kansalliset kalatutkimuspäivät  
Jyväskylä 9.–10.4.2024



**IGB**

Leibniz Institute of Freshwater Ecology  
and Inland Fisheries

# TAUSTA

- Luonnonpopulaatioissa petokalojen saaliilleen aiheuttama kuolleisuus yleensä vähenee ikäryhmän kasvaessa
- Pieneen kokoon kohdistuva predaatio suosii nopeaa kasvua saalispopulaatioissa
  - Valintapaine
  - Kilpailun väheneminen



# TAUSTA

- Valikoiva kalastusvalinta puolestaan kohdistuu tyypillisesti vanhempiin ikäryhmiin
- Saalispopulaatioissa tällainen valinta suosii pienempää keskikokoa ja sukukypsyyden saavuttamista nuorempana ja pienikokoisempana



# TAUSTA

- Sekä luontaisten petojen aiheuttama valinta että valikoiva kalastusvalinta voivat kohdistua aktiivisiin käyttäytymispiirteisiin saalispopulaatioissa
- Käyttäytymispiirteiden kautta voi kohdistua välillistä valintaa kasvunopeuteen tai elinkelpoisuuteen
  - Vaarana valintapaine kohti hitaampaa kasvua tai elinkelpoisuuden aleneminen



# TAUSTA

- Luontaisten petojen aiheuttaman valinnan ja kalastusvalinnan yhteisvaikutuksista niukasti kokeellista tutkimusta (Klefoth 2017, Monk & Arlinghaus 2018)
- Odotuksena *hajottava valinta* tietyissä käyttäytymis- ja elinkierto- oireissa
  - Vaarana vaihtoehtokustannustilanteet kasvun ja eloonjäämisen tai lisääntymisen välillä (Edeline ym. 2007, Carlson ym 2007)
  - Saalispopulaation häiriönsieto- ja palautumiskyvyn heikkeneminen (Meekan ym. 2018)
- *Tasapainottava valinta* tai *suuntaava valinta* toisten piirteiden kohdalla



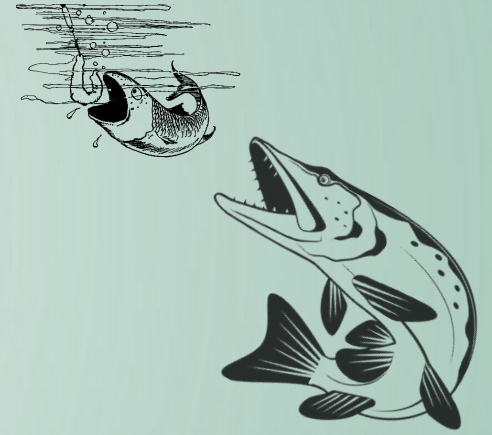
# TUTKIMUSKYSYMYKSET

- Minkä suuntainen on kalastusvalinnan ja luontaisen petokalalajin aiheuttaman valinnan yhteisvaikutus kohde-/saalispopulaatiossa?
- Ovatko valintapaineet kytköksissä toisiinsa käyttäytymispiirteiden kautta, ts. kohdistuvatko valintapaineet samoihin käyttäytymispiirteisiin?
  - Ahven ja hauki mallilajeina
  - Sekä villedä että laitoksessa kuoriutuneita ahvenia



# TUTKIMUSHYPOTEESIT

- Ravinnonhankinnassa käyttäytymiseltään aktiivisemmat ahvenet ovat alttiimpia vapakalastukselle sekä näkyvämpiä ja siten alttiimpia jäämään saaliiksi myös pedoille
- Villeillä ahvenilla on aiempaa kokemusta pedoista, joten ne eivät ole niin alttiita jäämään saaliiksi kuin laitoksessa syntyneet petonaiivit ahvenet

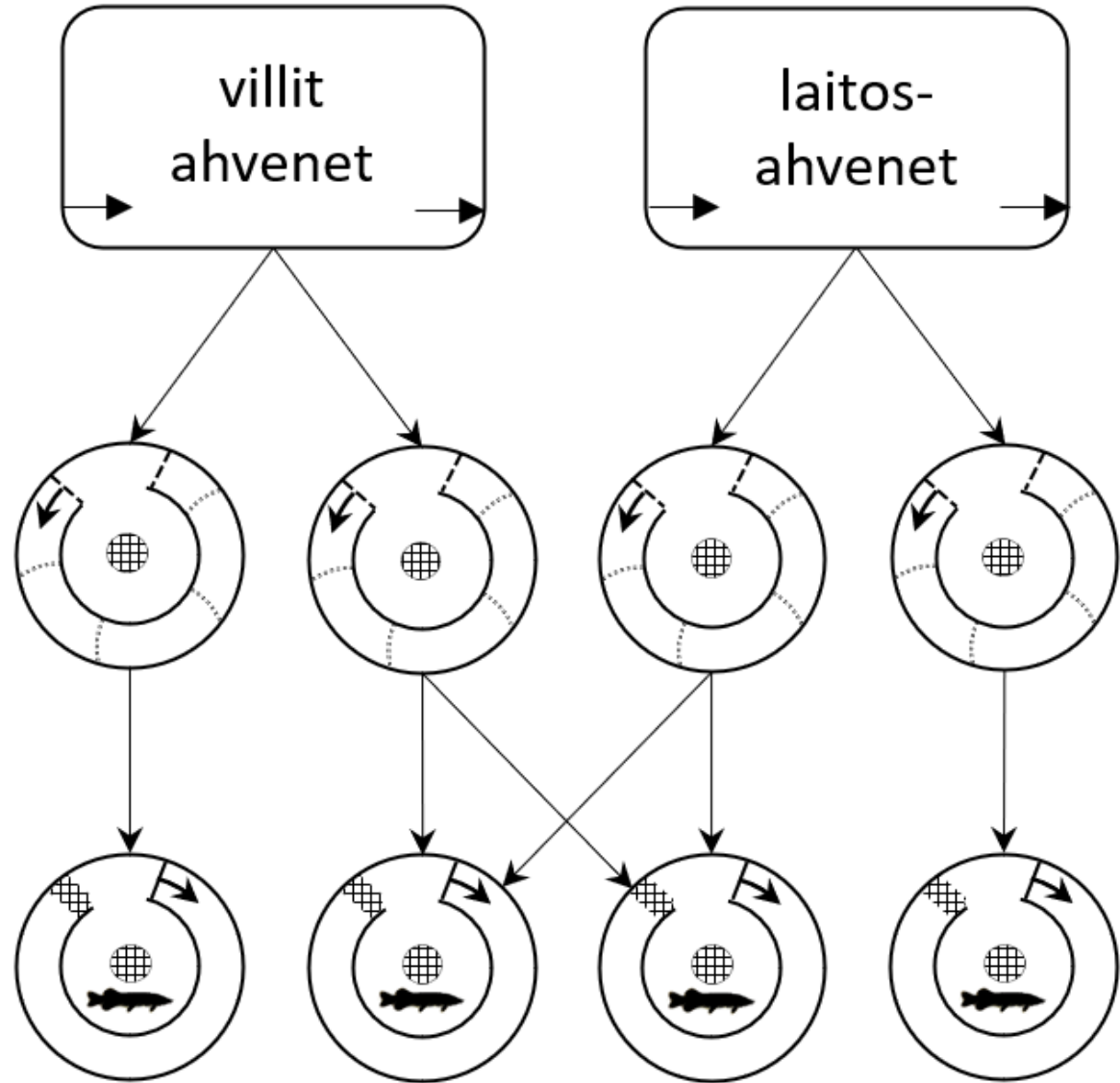


# KOEASETELMA

I ONKIMISKOE & MERKKAUS  
2 maa-allasta

II PARVIKÄYTTÄYTYMINEN  
8 automatisoitua  
virtavesiallasta

III HAUKIALTISTUS  
10 virtavesiallasta





# MENETELMÄT

- Luken Paltamon kokeellisen kalantutkimuksen toimipaikka



Kuva: luke.fi Marco Blixt

# MENETELMÄT

## Laitosahvenet

- Emokalat (N=48) pilkitty Kivesjärvestä
- Kudetettu laitoksessa, kuoriutuneet poikaset n = 700 annettiin kasvaa maa-altaissa 3-vuotiaiksi luonnonravinnolla

## Villit ahvenet

- 250 ahventa pyydettiin katiskalla Kangasjärvestä ja siirrettiin maa-altaaseen



# MENETELMÄT – 1 ongintakoe

- Villit ahvenet 13.-23. elokuuta
- Laitosahvenet 26. syyskuuta



- Syöttinä kärpäsen toukka
- PIT-merkintä onkimisen yhteydessä

# MENETELMÄT – 1 ongintakoe



- Jako ryhmiin: Korkea onkimisalttius (1),  
alhainen onkimisalttius (0)

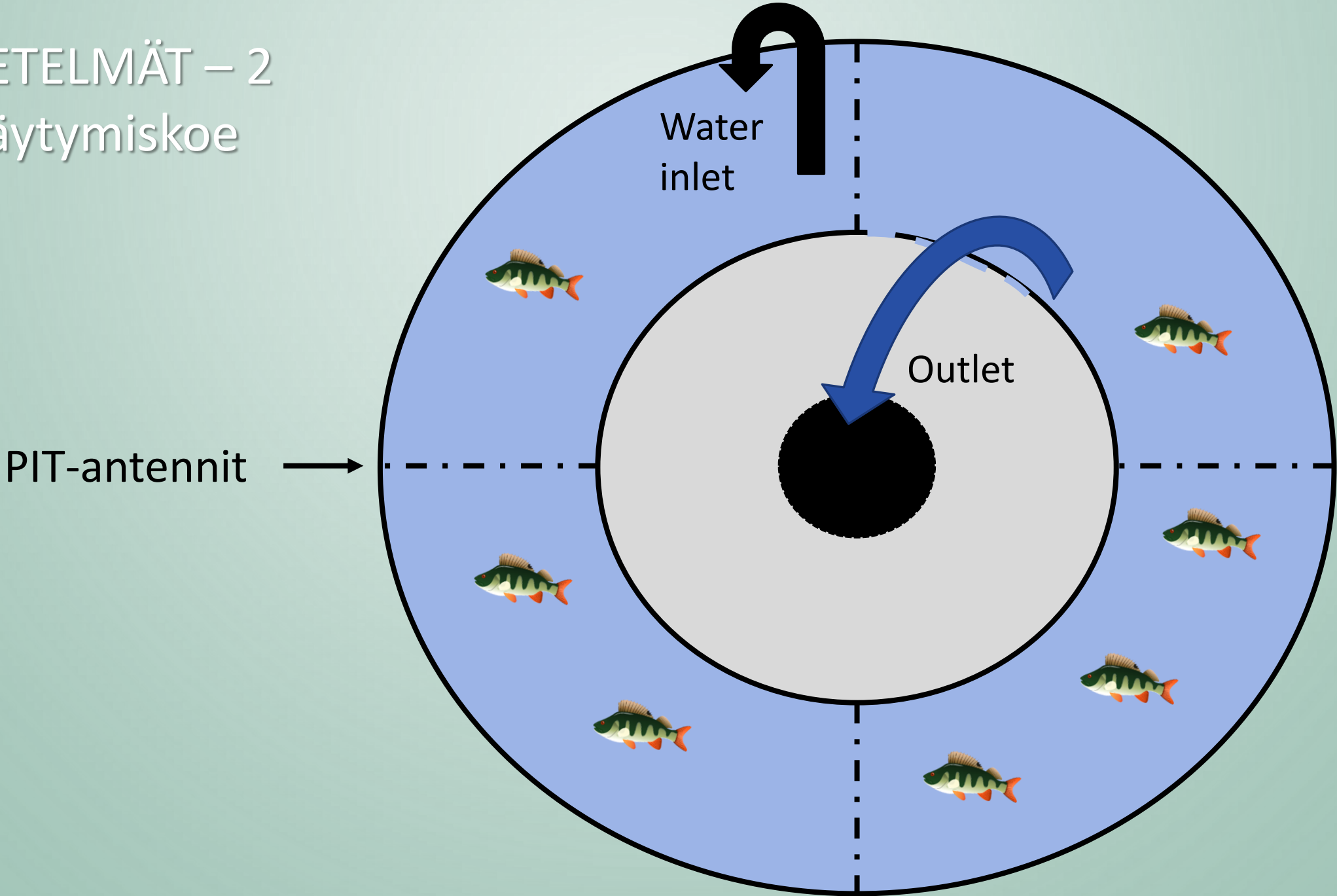


# MENETELMÄT – 2 käyttäytymiskoe



- 8 automatisoitua virtavesiallasta,  
13 päivän seuranta

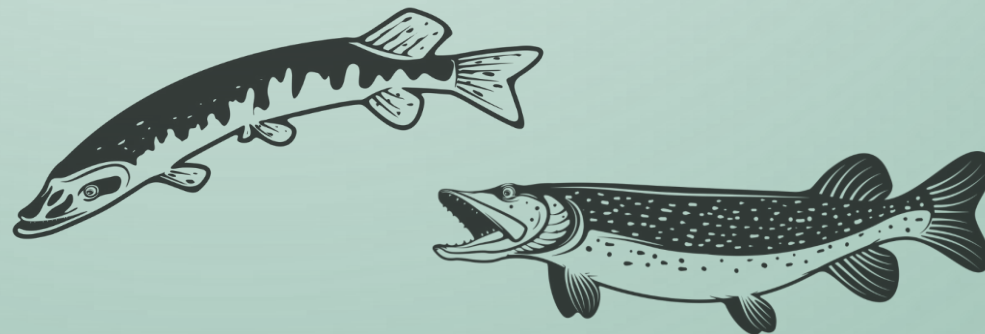
MENETELMÄT – 2  
käyttätymiskoe



# MENETELMÄT – 3 predaatiokoe



- 10 Allasta, 2 haukea per allas
- Koeaika loka-marraskuu (7 viikkoa) tai loka-huhtikuu (6 kuukautta)
- 4 laitosaivenaltaassa PIT-antennit verkon molemmin puolin
- Lopuksi saalisalttius määritettiin hauista luettujen tai haukipuolelta löytyneiden PIT-merkkien perusteella (1 – 0)



# TULOKSET - ongintakoe

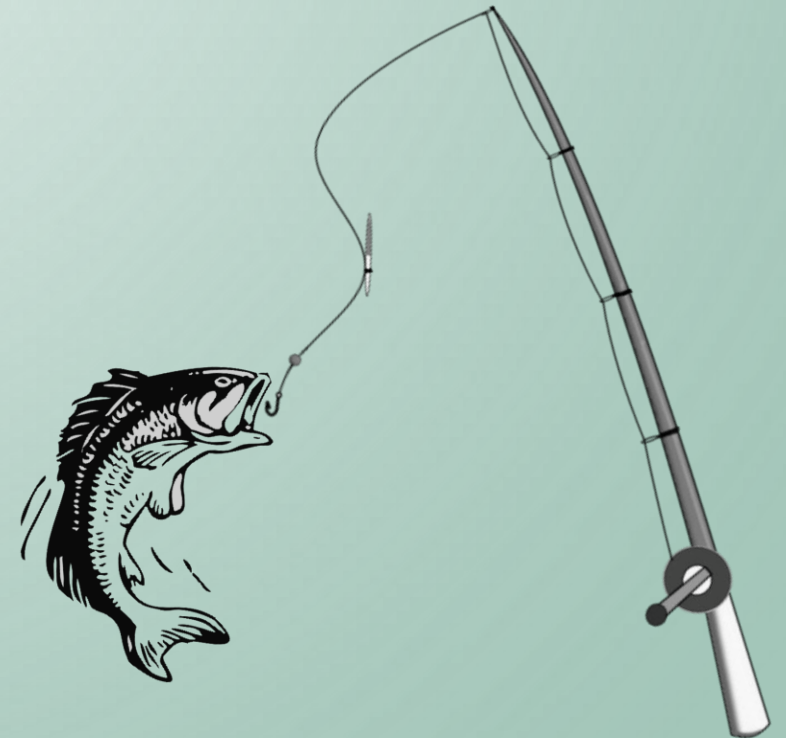
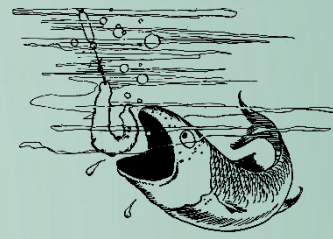
## Villit ahvenet

- Yksikkösaalis (CPUE): ahventa/h
- Korkea onginta-alttius (HVA): %
- Pituus ka: mm HVA / mm LVA (kaikki mm)

## Laitosahvenet

- Yksikkösaalis: ahventa/h
- Korkea onginta-alttius %
- Pituus ka: mm HVA / mm LVA (kaikki mm)

Tutkimustulokset ovat toistaiseksi julkaisemattomia, joten ne on piilotettu tästä julkisesta esitysversiona, tarkemmat tulokset voi nähdä aikanaan julkaistusta artikkelista!



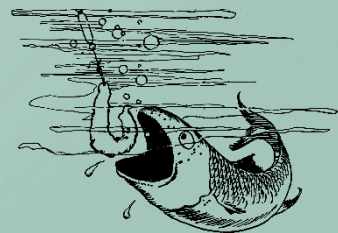


## Malli 1. Onginta-alttiuden ( $y=1$ ) todennäköisyys, logistinen regressio

<i>Selittävä muuttuja</i>
Vakio
Pituus
†Allas=Alkuperä <sup>a</sup>
Pituus <sub>st</sub> × alkuperä <sup>a</sup>
laitos $n = 124$
villi $n = 122$

Tutkimustulokset ovat toistaiseksi julkaisemattomia, joten ne on piilotettu tästä julkisesta esitysversiosta, tarkemmat tulokset voi nähdä aikanaan julkaistusta artikkelista!

$N =$  . Vertailuryhmä <sup>a</sup> = villi. Kun  $x$  kasvaa yhden yksikön,  $Y:n$  ( $1 = HVA$ ) kertoimet moninkertaistuvat  $e^{\beta}$  verran.



Uintiaktiivisuus kaikki ahvenet

# TULOKSET – 2 käyttäytymiskoe



Villit ahvenet

Laitosahvenet

- Käyttäytymisen toistettavuus (yksilö), lin. sekamallit

Dingemane & Dochtermann 2013

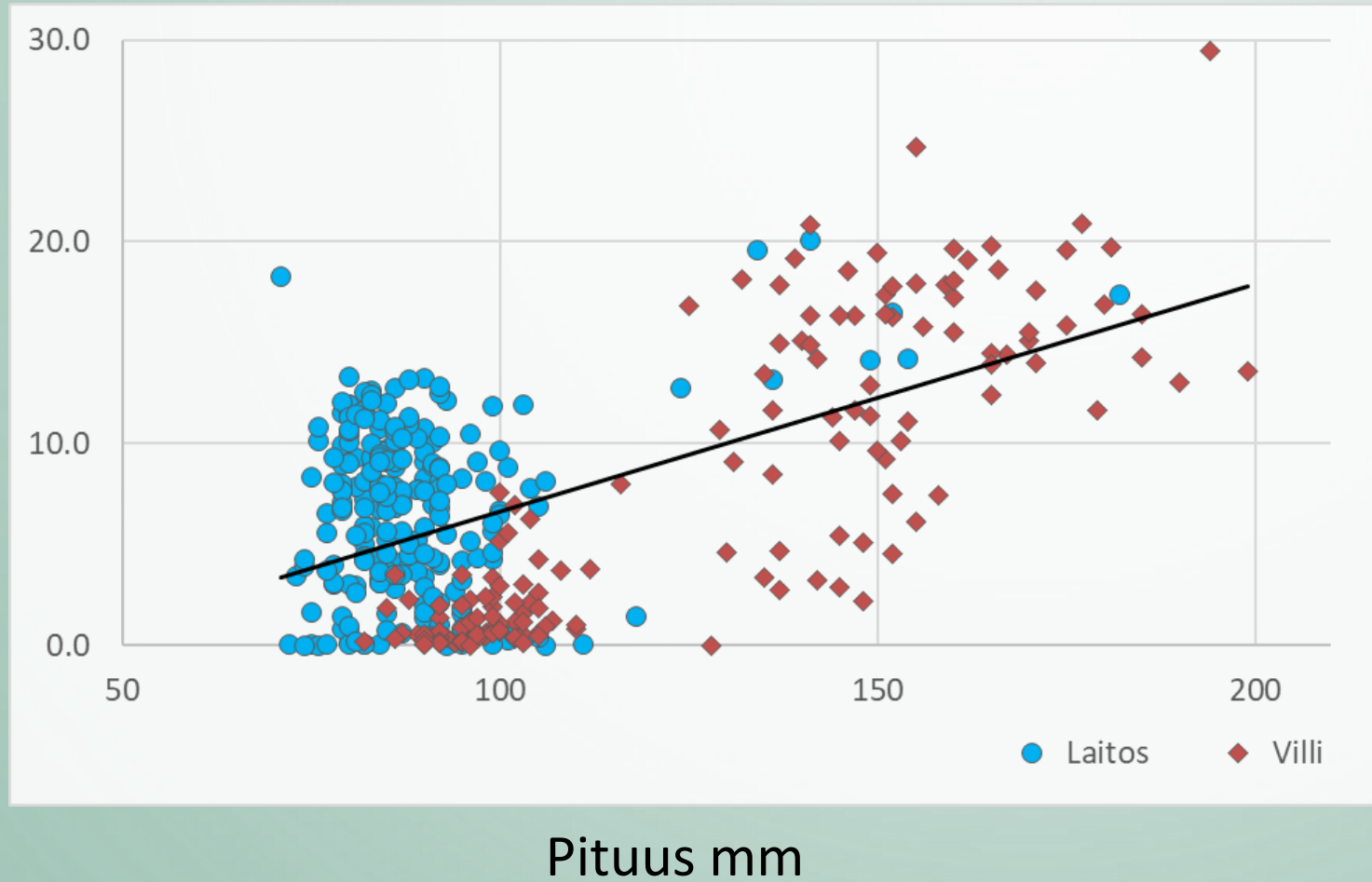
- Villi:
- Laitos:

Tutkimustulokset ovat toistaiseksi julkaisemattomia, joten ne on piilotettu tästä julkisesta esitysversiona, tarkemmat tulokset voi nähdä aikanaan julkaistusta artikkelista!

# TULOKSET – 2 käyttäytymiskoe



Uintiaktiivisuus päivä ka rph



Pituuskorjattu\* & standardoitu uintiaktiivisuus<sub>rs</sub>

- Villit ahvenet
- Laitosahvenet

Tutkimustulokset ovat toistaiseksi julkaisemattomia, joten ne on piilotettu tästä julkisesta esitysversiosta, tarkemmat tulokset voi nähdä aikanaan julkaistusta artikkelista!

\* Regressioyhtälö:

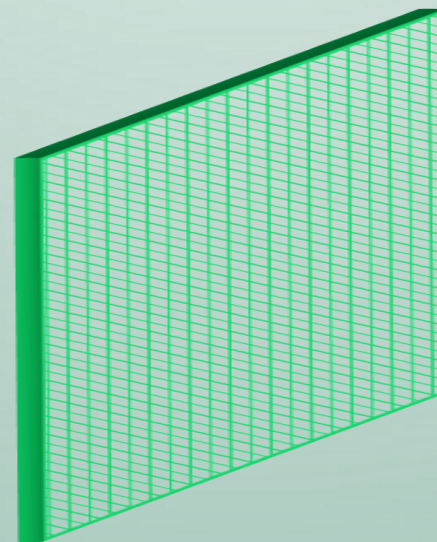
# TULOKSET – 3 predaatiokoe

➤ Ahvenia elossa kokeen lopussa:

Tutkimustulokset ovat toistaiseksi julkaisemattomia, joten ne on piilotettu tästä julkisesta esitysversiona, tarkemmat tulokset voi nähdä aikanaan julkaistusta artikkelista!



➤ Hauen saaliiksi joutuneita:



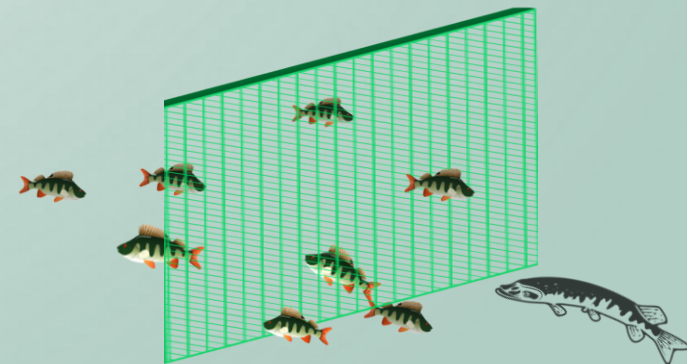
# TULOKSET – 3 predaatiokoe

Malli 2. Pituus ja pituuskorjattu uintiaktiivisuus ennustivat korkeampaa riskitiheyttä uida verkkoaidan läpi ( $y=1$ ) haukialueelle laitosahventen osaryhmässä, Coxin regression mukaan.

<i>Selittävä muuttuja</i>
Uintiaktiivisuus <sub>rs</sub>
Ahvenen pituus mm
Onginta-alttius <sup>a</sup>

Tutkimustulokset ovat toistaiseksi julkaisemattomia, joten ne on piilotettu tästä julkisesta esitysversiosta, tarkemmat tulokset voi nähdä aikanaan julkaistusta artikkelista!

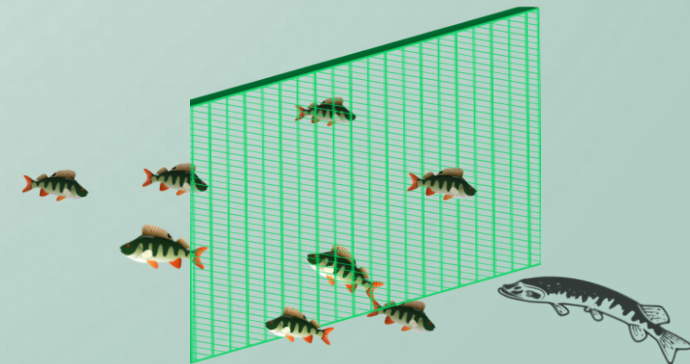
$N =$  , sensuroidut tapaukset ( $y=0$ , ei uinut verkon läpi kokeen aikana)  $n =$ . Kun  $x$  kasvaa yhden yksikön,  $y$ :n riskitiheys suhde moninkertaistuu  $\exp(\beta)$  verran. Vertailuryhmä: <sup>a</sup> Matala onkimisalttius. Allasvaikutus huomioitu mallissa sallimalla altaille ( $n = 3$ ) eri riskin lähtötasot.



# TULKINTA – 3 predaatiokoe

- Parvikokeen uintiaktiivisuus ennusti eksploratiivisuutta pedon läsnäollessa laitosahventen osaryhmässä (n = 68, 3 allasta)
  - Parviaktiivisuuden kasvaessa keskihajonnan verran (m/pvä) suhteellinen riski uida verkkoaidan läpi haukien puolelle oli noin -kertainen
  - Tulos vahvistaa tutkimuksen oletuksen käyttäytymisen toistettavuudesta eri konteksteissa ja mahdollistaa muiden tulosten tulkinnan
- Osaryhmän keskipituudelle ( mm) arvioituna pituuden nousu keskihajonnan verran ( mm) lisäsi suhteellista todennäköisyyttä uida petoalueelle % tietyllä ajanjaksolla

Tutkimustulokset ovat toistaiseksi julkaisemattomia, joten ne on piilotettu tästä julkisesta esitysversiona, tarkemmat tulokset voi nähdä aikanaan julkaistusta artikkelista!



Malli 3. Eri ennustavien muuttujien suhde todennäköisyyteen tulla hauen syömäksi yleisen estimointiyhtälön (GEE) mukaan (tulkinta koskee populaation keskiarvoa).

## TULOKSET - saalisalttius

*Selittävä muuttuja*

Vakio

Alkuperä×Onginta-alttius×

Uintiaktiivisuus<sub>rs</sub>

*Laitos HVA*

*Laitos LVA*

*Villi HVA*

*Villi LVA*

Onginta-alttius ×

Uintiaktiivisuus<sub>rs</sub>

Uintiaktiivisuus<sub>rs</sub>

Onginta-alttius<sup>a</sup>

Alkuperä×Uintiaktiivisuus<sub>rs</sub>

Alkuperä× Onginta-alttius<sup>a</sup>

Alkuperä<sup>b</sup>

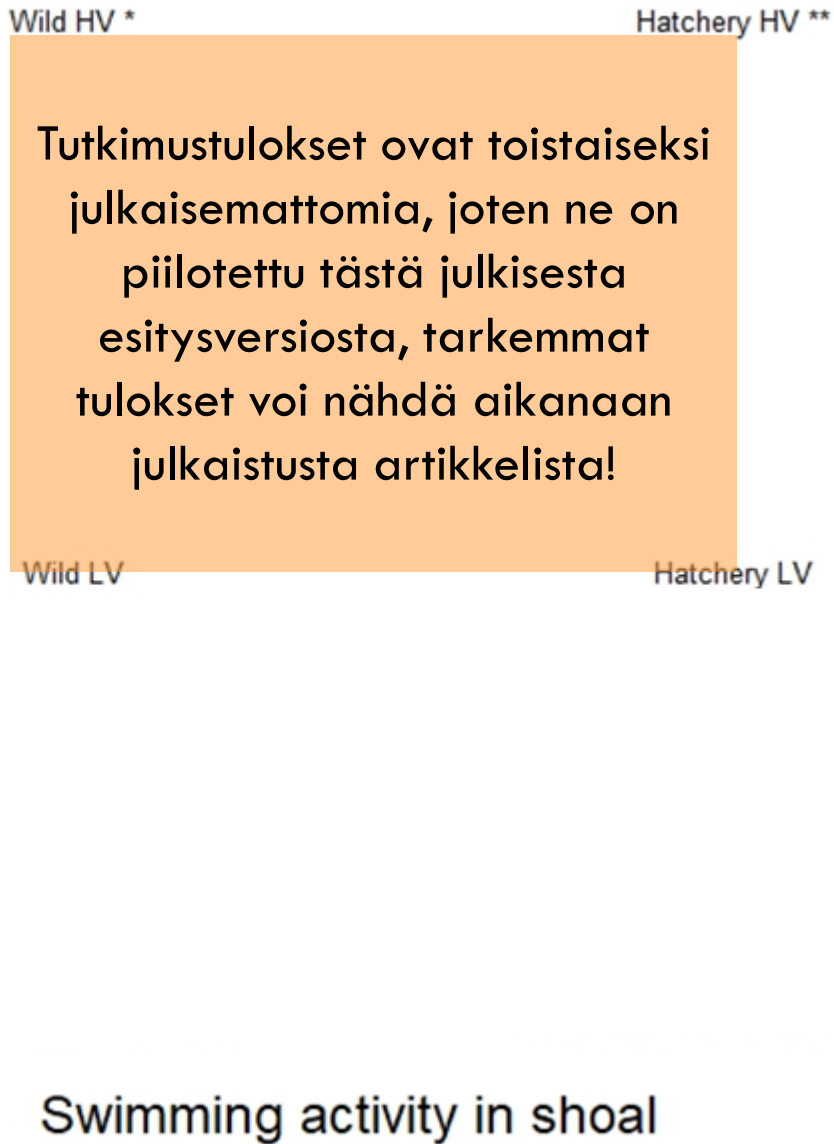
Ahvenen pituus<sub>ns</sub>

Tutkimustulokset ovat toistaiseksi julkaisemattomia, joten ne on piilotettu tästä julkisesta esitysversiona, tarkemmat tulokset voi nähdä aikanaan julkaistusta artikkelista!

$N =$  , saalisaltista. Kun  $x$  kasvaa yhden yksikön, saaliiksi jäämisen kertoimet moninkertaistuvat  $\exp(\beta)$  verran. Pituus on normalisoitu ja standardoitu. Vertailuryhmä: <sup>a</sup>

Matala onginta-alttius ( $n =$ ) <sup>b</sup> Villi ( $n =$ ). † otoksen ka pituudella mm

Probability of predation



## TULKINTA - saalisalttius

- Korkeampi uintiaktiivisuus parvessa lisäsi saalisalttiuden todennäköisyyttä korkean onginta-alttiuden ryhmissä sekä villeillä että laitosaahvenilla
- Suurempi pituus ennusti pienempää saalisalttiuden todennäköisyyttä ylipäänsä

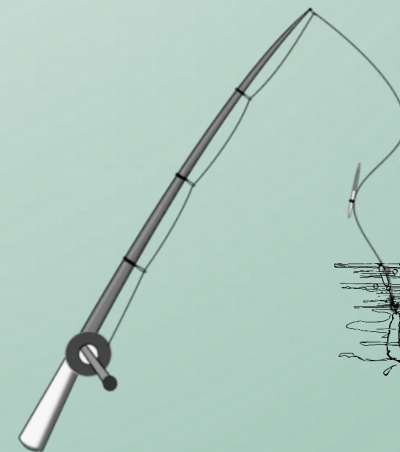
GEE:n pohjalta kuvattuna uintiaktiivisuuden suhde saalisalttiuden todennäköisyyteen ahvenen eri onginta-alttius- ja alkuperäryhmissä, arvioituna kunkin ryhmän pituuden keskiarvolle.



# TULKINTA - saalisalttius

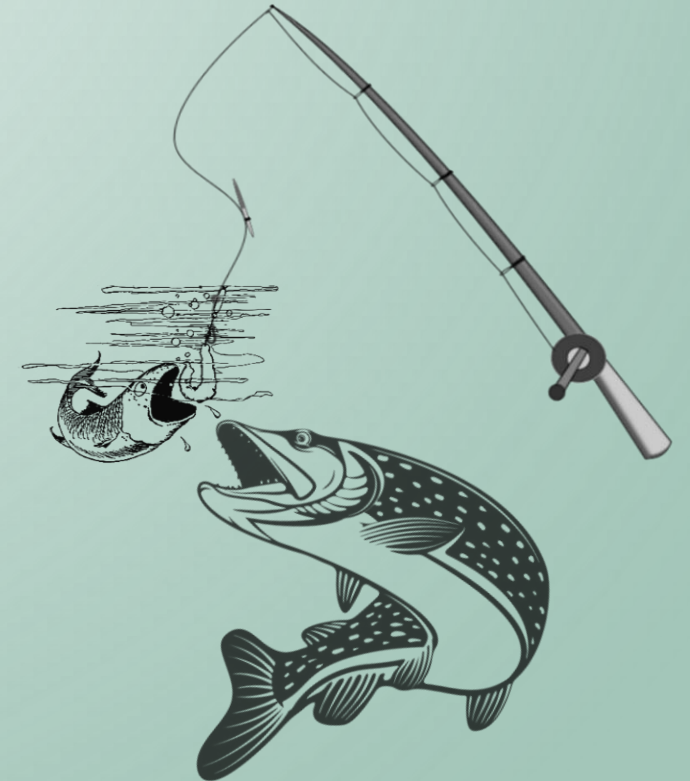


- Keskimäärin aktiivisempi käyttäytyminen yhdistettynä korkeaan onginta-alttiuteen johti suurempaan todennäköisyyteen jäädä hauen saaliiksi ahvenella
- ka pituudella 109 mm sama aktiivisuuden lisäys (~85m/pvä) lisäsi laitoksessa kuoriutuneilla onginta-alttiilla ahvenilla saalisalttiuskertoimia 22-kertaisesti, villeillä 2,3-kertaisesti
- Alkuperien välinen vertailu ei kuitenkaan suoraviivaista (allasvaikutukset, eri efortit ja pituusjakauma)



# TULOSTEN EKOLOGINEN MERKITYS

- Kalastusvalinnan evolutiivinen valintapaine vaikuttaisi kohdistuvan samaan suuntaan kuin luontaisten petojen aiheuttama valintapaine (kuten Klefoth 2017 karpilla)
- Vaikutus voi olla villeihin verrattuna moninkertainen laitoskannoilla
- Tällöin sekä kalastus että pedot poistavat populaatiosta aktiivisia käyttäytymispiirteitä ilmentäviä yksilöitä aiheuttaen populaatiossa *suuntaavaa valintaa*
- Vaarana ujoussyndrooma (Arlinghaus ym. 2017), kääpiöityminen, harvemmat saaliskohtaukset ja pienemmät saaliit



# TULOSTEN EKOLOGINEN MERKITYS

- Pituuden suhteen kalastusvalinta kohdistuisi suurikokoisempiin yksilöihin (ainakin laitosahvenet)
- Luontaisten petojen aiheuttama valinta sitä vastoin kohdistuisi pienempiin yksilöihin (villit & laitosahvenet)
- Tämä johtaisi *tasapainottavaan valintaan*, jossa molempia pituuden ääriyyppejä poistuu populaatiosta
- Vaarana negatiiviset vaikutukset elinkelpoisuuteen ja saalispopulaation resilienssiin



# SOVELLETTAVUUS?

- Valintapaineiden kasautuminen tulisi huomioida kalastuksen hallinnassa etenkin kalastusalueilla, joilla tiettyyn kalalajiin kohdistuu sekä korkea kalastus- että luontaista predaatiopainetta
  - Pyyntiponnistuksen hallinta, saalisrajoitukset
  - Alamittojen asettaminen, mikä voi sekä alentaa nuorten ikäryhmien kalastuskuolevuutta että välillisesti suojata luontaiselta predaatiolta ja siten lieventää molempia valintapaineita ja niiden kasautumista saalispopulaatiossa
  - Ekologinen harkinta ja maltti kalaistutuksissa
- Arvioinnin edellytyksenä luotettava tieto alueellisesta pyyntiponnistuksesta ja peto-saalissuhteista sekä kalastoseuranta



# KIITOS!

- Luken Paltamon kalatutkimusaseman henkilökunta
- Joni Immonen, Laura Härkönen, Anni Ågren, Antti Kangas, Maria Tuomaala
- Emil Aaltosen Säätiö, Olvi-säätiö, ERASMUS+, Suomen Kulttuurirahasto

## Lähteet

- Arlinghaus, R., Laskowski, K.L., Alós, J., Klefoth, T., Monk, C.T., Nakayama, S., and Schröder, A. 2017. Passive gear-induced timidity syndrome in wild fish populations and its potential ecological and managerial implications. *Fish Fish.* 18(2): 360-373.
- Carlson, S.M., Edeline, E., Asbjørn Vøllestad, L., Haugen, T.O., Winfield, I.J., Fletcher, J.M., Ben James, J., and Stenseth, N.C. 2007. Four decades of opposing natural and human-induced artificial selection acting on windermere pike (*Esox lucius*). *Ecol. Lett.* 10(6): 512-521.
- Dingemanse, N.J., and Dochtermann, N.A. 2013. Quantifying individual variation in behaviour: Mixed-effect modelling approaches. *J. Anim. Ecol.* 82(1): 39-54.
- Edeline, E., Carlson, S.M., Stige, L.C., Winfield, I.J., Fletcher, J.M., James, J.B., Haugen, T.O., Vøllestad, L.A., and Stenseth, N.C. 2007. Trait changes in a harvested population are driven by a dynamic tug-of-war between natural and harvest selection. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 104(40): 15799-15804.
- Klefoth, T.H. 2017. The phenotypic correlates of individual vulnerability to angling. Doctoral Thesis, Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Berlin.
- Meekan, M.G., McCormick, M.I., Simpson, S.D., Chivers, D.P., and Ferrari, M.C.O. 2018. Never off the Hook – How fishing subverts predator-prey relationships in marine teleosts. *Front. Ecol. Evol.* 6(157): 1-10.
- Monk C. & Arlinghaus R. 2018. Eurasian perch, *Perca fluviatilis*, spatial behaviour determines vulnerability independent of angler skill in a whole-lake reality mining experiment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 75(3): 417-428.



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



IGB

Leibniz Institute of Freshwater Ecology  
and Inland Fisheries