

Edullista kiertovesikasvatuksen konseptia etsimässä

Kalatalouden innovaatiopäivät 2020



EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020



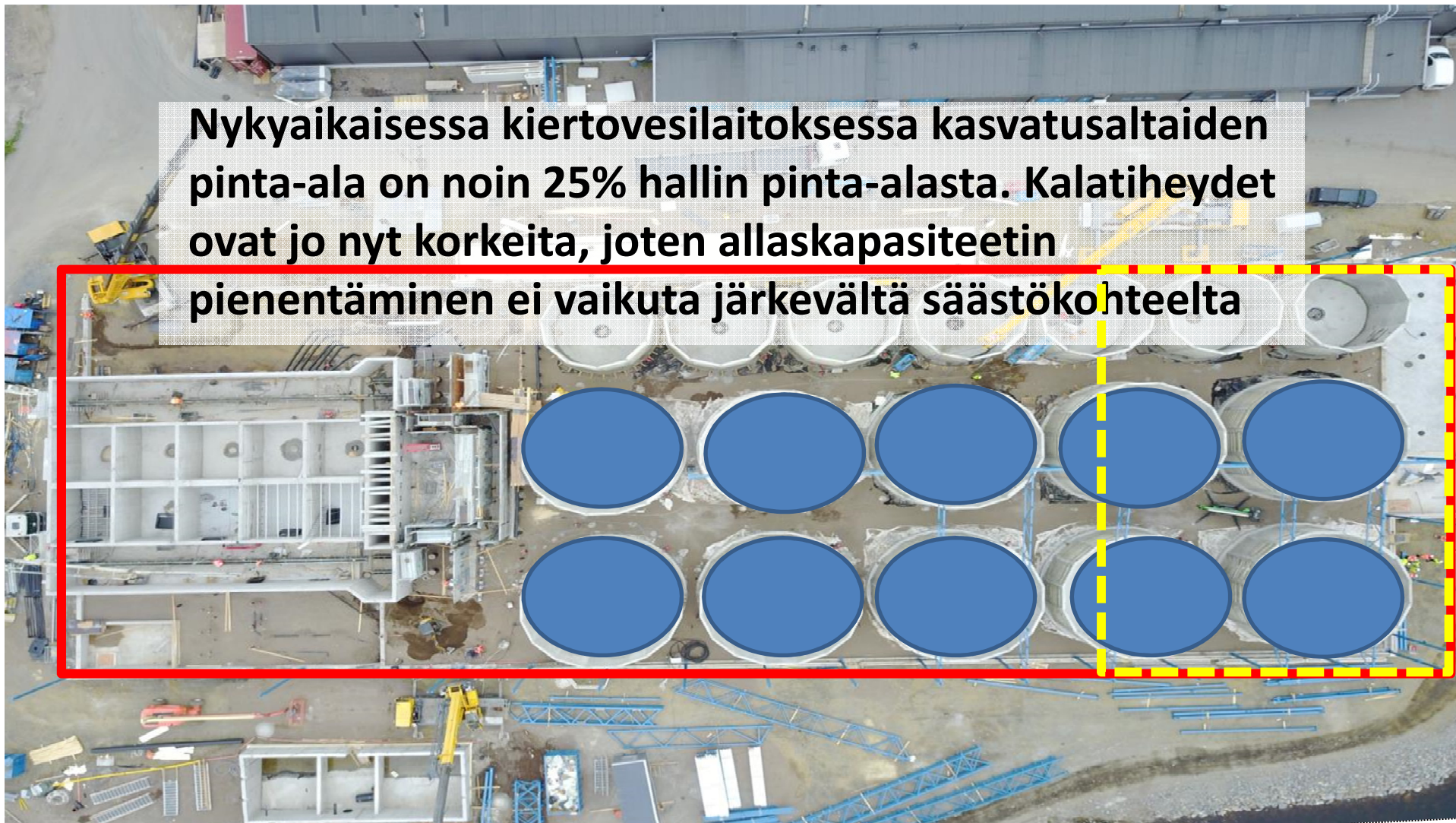
Onko ”nykyinen RAS” ainoa mahdollinen vettä säästävä intensiiviteknologia?

Onko sama teknologia paras joka paikassa ja kaikissa kokoluokissa?

Onko suuruuden ekonomia ainoa mahdollinen tapa saavuttaa kannattavuus kiertovesikasvatuksessa?

Jos investointikustannuksia on saatava alaspäin, niin mitkä ovat mahdollisia säästökohteita?

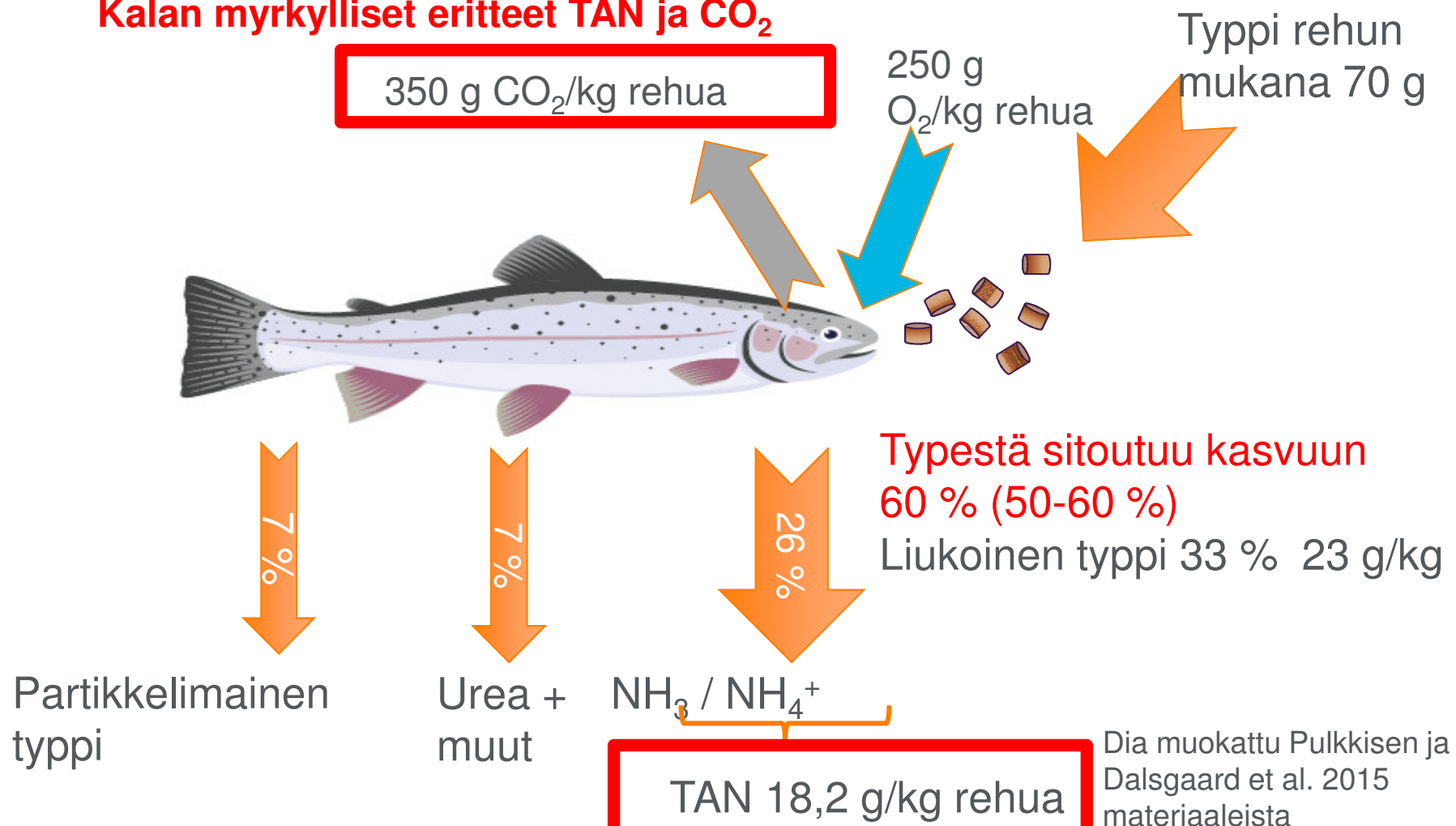
Nykyaikaisessa kiertovesilaitoksessa kasvatusaltaiden pinta-ala on noin 25% hallin pinta-alasta. Kalatiheydet ovat jo nyt korkeita, joten allaskapasiteetin pienentäminen ei vaikuta järkevältä säästökohteelta



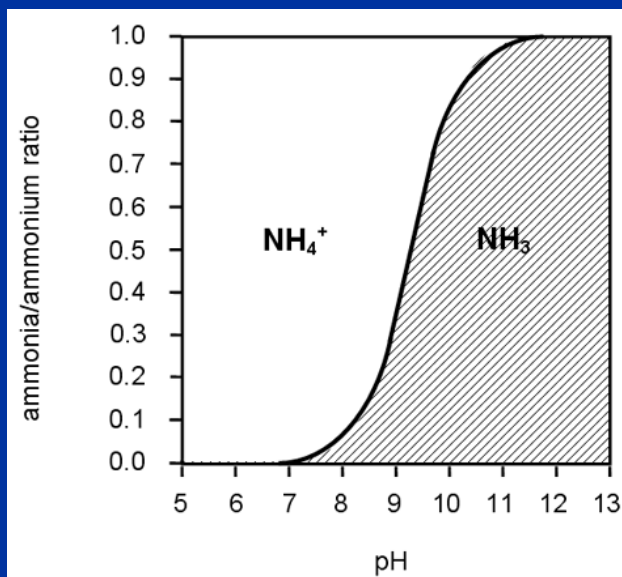
Vedenkäsittely-yksikkö ja raikastusaltaat sisältävät kalliimpaa tekniikkaa ja vievät lähes yhtä paljon hallitilaa kuin kasvatusaltaat



Kalan myrkylliset eritteet TAN ja CO₂



Matalan pH:n ja korkean ammoniumpitoisuuden tuotantostrategia



Suomen pintavesien alkaliniteetti on yleensä erittäin alhainen → etu ilman biologista vedenkäsittelyä (PRAS) ja lisäkustannus biologisen vedenkäsittelyn yhteydessä (RAS)

- TAN ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$) myrkyllisyyteen vaikuttavat veden **pH**, lämpötila ja suolapitoisuus
- Kalat sietävät hyvin melko korkeitakin NH_4^+ -pitoisuuksia, mutta ammoniakki on kaloille myrkyllistä jo pieninä pitoisuuksina
- Kalojen erittämä hiilidioksidi laskee veden pH:ta ja ammoniakin osuutta
- Hiilidioksidin pH:ta laskeva vaikutus riippuu veden alkalinitetista

Veden hiilidioksidipitoisuuden vaikutus kirjolohen kasvuun ja hyvinvointiin

kirjolohi **RAS 8 mg/l** RAS 24 mg/l,
ja läpivirtaus 9 mg/l

Kiertoveden
hiilidioksidipitoisuudella ei
vaikutusta kasvuun tai terveyteen
Kookkaamman kalan kasvu
hieman nopeampaa
läpivirtauksessa

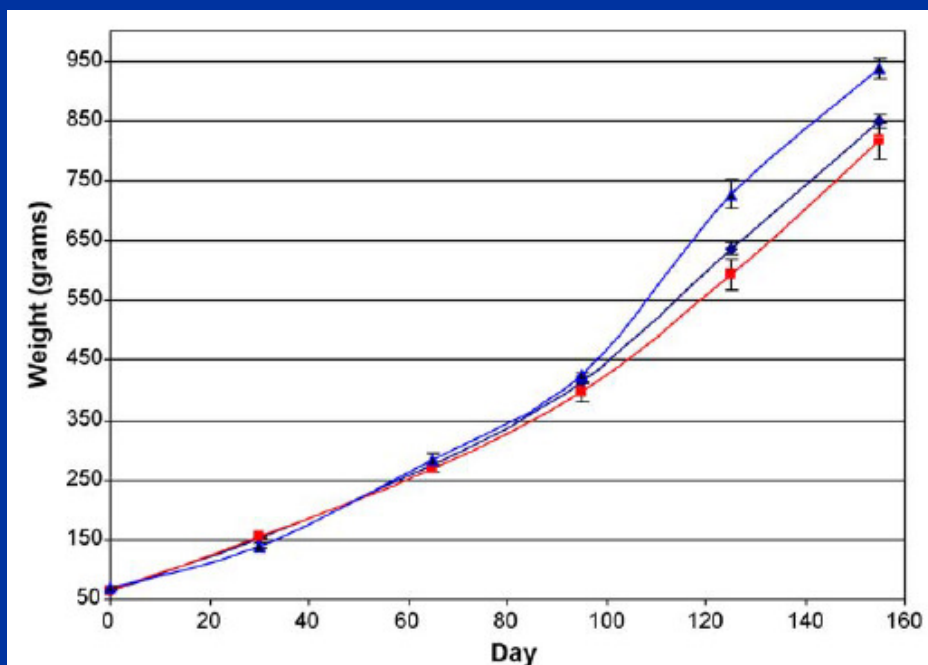


Fig. 1. Growth curve comparison for rainbow trout raised in high (◆) and low (■) CO₂ water recirculation aquaculture systems and in flow-through tanks (▲) during the study period.

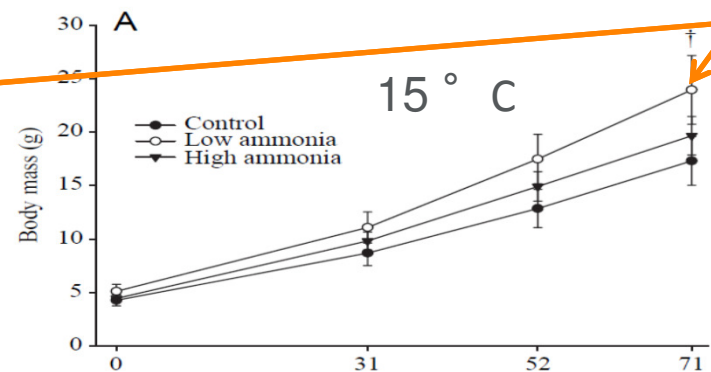
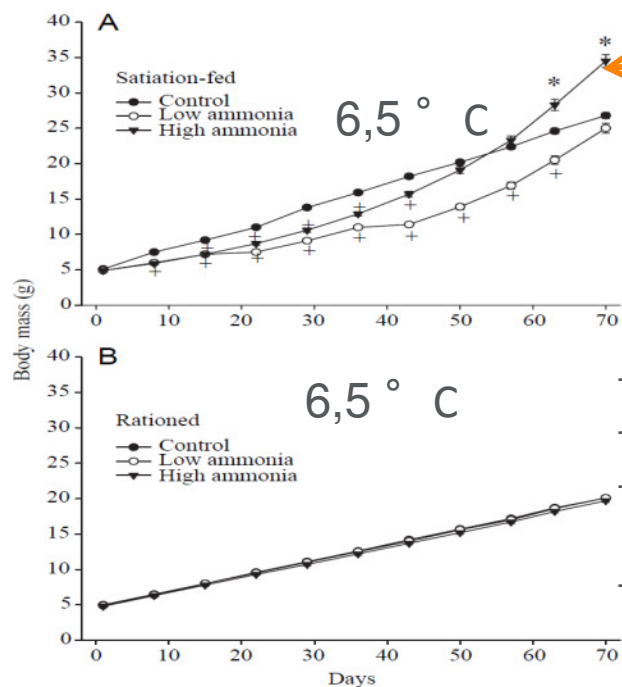
Good ym. 2010

9.11.2020

© Luonnonvarakeskus

Mitä tapahtuu, jos veden ammoniakkipitoisuus nousee suositusten ylärajalle tai vähän yli?

Wood 2004: Dogmas and controversies in the handling of nitrogenous wastes: Is exogenous ammonia a growth stimulant in fish? J. Exp. Biol 207, 2043-2054

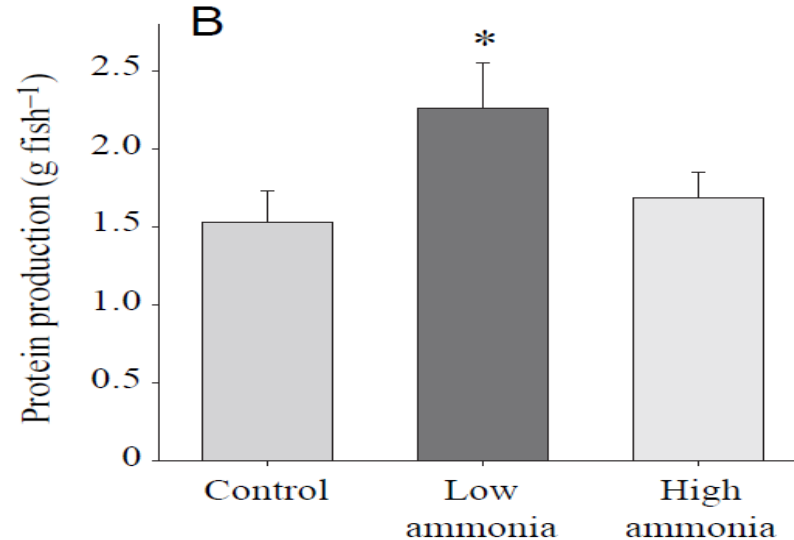


NH₃-N
15-18 µg/l

- Kohonnut ammoniakkipitoisuus paransi selvästi kirjolohen kasvua
- Paras kasvuvaste saatiin veden ammoniakkipitoisuudella 15-18 µg/l
- Wood arvioi, että optimitasolle nostettu ammoniakkipitoisuus voisi lisätä tuotantoa jopa 40%
- Koholla oleva ammoniakkipitoisuus paransi kasvua vain kylläiseksi ruokinnassa. Rajoitetulla ruokinnalla molemmat ryhmät kasvoivat yhtä hyvin

Wood 2004, rainbow trout

- Koholla oleva ammoniumpitoisuus stimuloi proteiinituotantoa
- Tarkkaa mekanismia ei tunneta. Wood oletti, että ammoniumia joko käytetään proteiinisynteesissä ja aminohappojen valmistuksessa tai ammonium alentaa aineenvaihdunnan vaatimaa energiaa



Millä vedenkäytön intensiteetillä Woodin havaitsema kasvua stimuloiva NH_3 -pitoisuus saavutettaisiin Laukaan PRAS-kokeen olosuhteissa?

Tuloveden pH noin 7 ja alkaliniteetti 12 mg/L CaCO_3

PRAS-aitaiden alkaliniteetti 15-17 mg/L CaCO_3

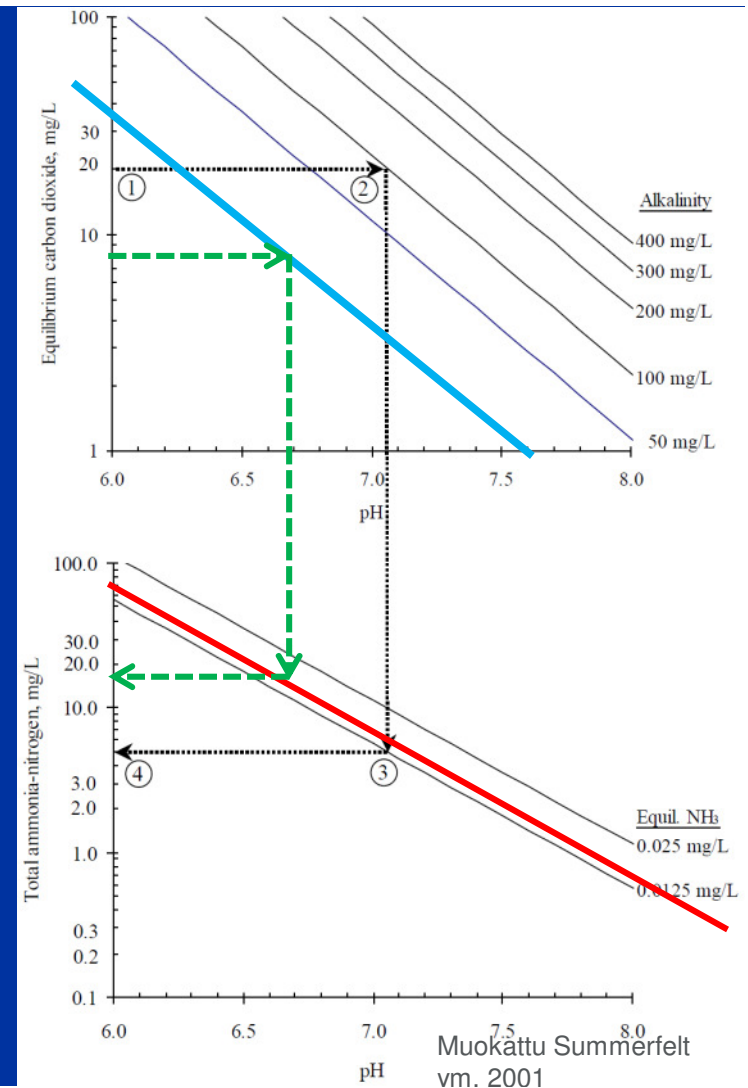
Noin 7,6 mg/L CO_2 pitoisuus riittää alentamaan veden pH:n tasolle 6,7

Paras kasvuvaste kirjolohella kun NH_3 15-18 $\mu\text{g/L}$

Tämä ammoniakkipitoisuus saavutetaan pH:ssa 6,7 kun TAN on noin 18 mg/l

Kirjolohen ammoniumin erityis 18,2 g/syötetty rehukilo

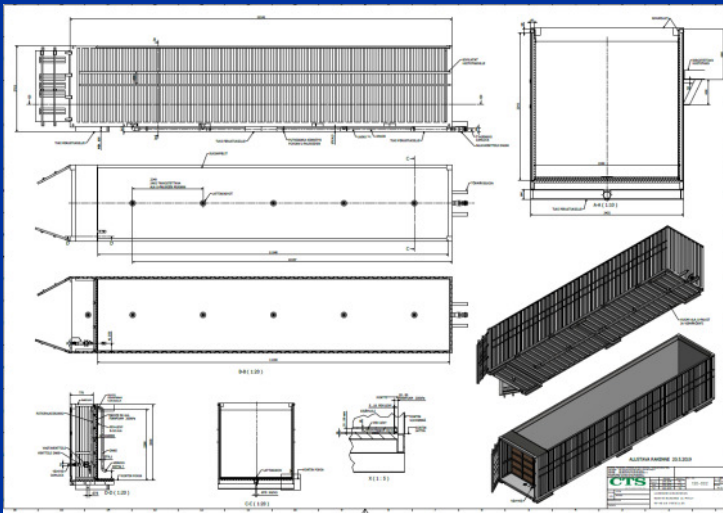
→ uuden veden tarve 1000 l/syötetty rehukilo



Kaksi pienehköä vesiviljelyn kehittämishanketta

RASMOBIL (150 000 €)

- Merikonttiin perustuvan osittaiskiertosysteemin (PRAS) suunnittelu ja rakentaminen



RASPILOT (119 000 €)

- Kasvatuskokeet, joissa RASMOBIL –hankkeessa rakennettuja prototyypppejä testataan

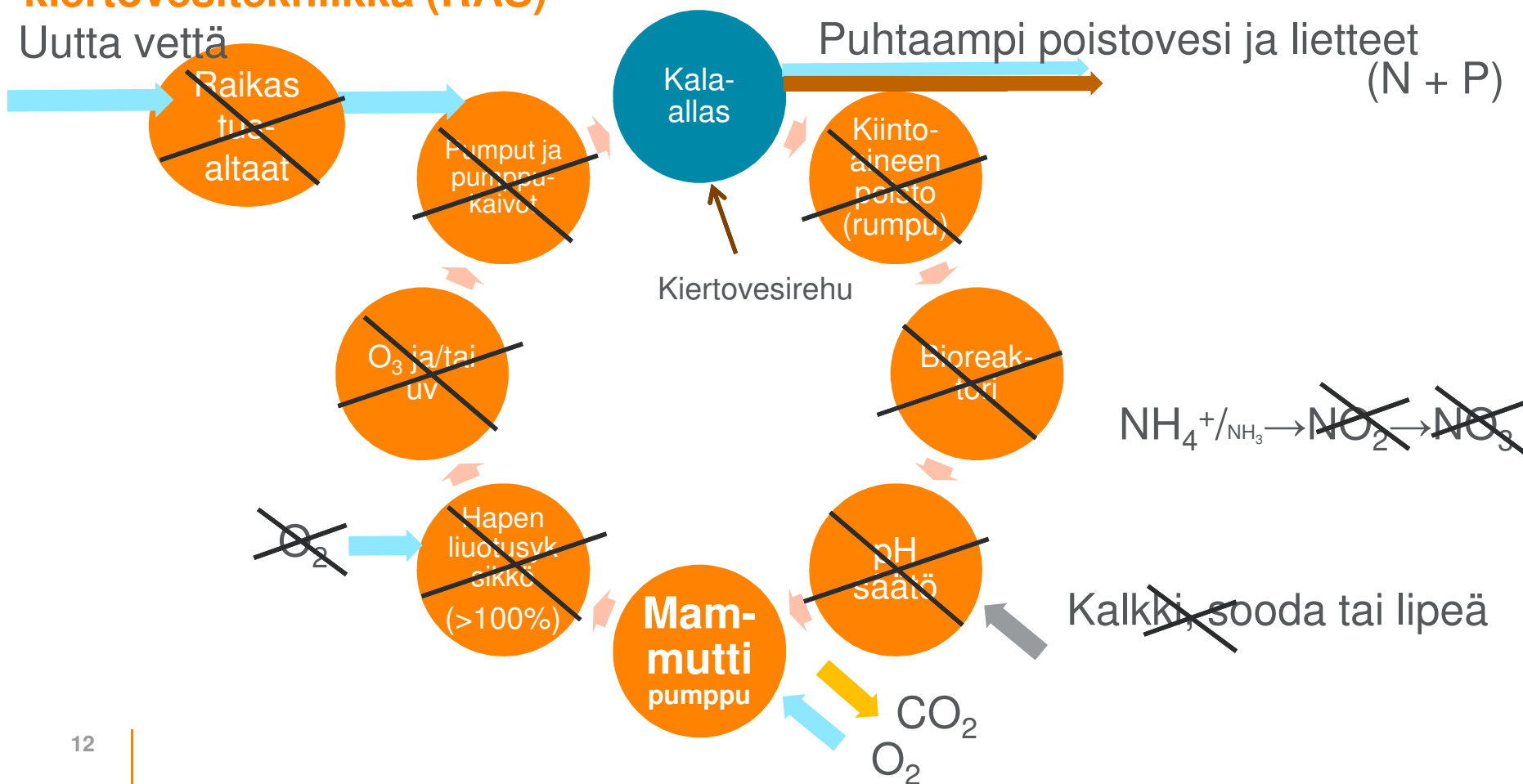


9.11.2020

© Luonnonvarakeskus

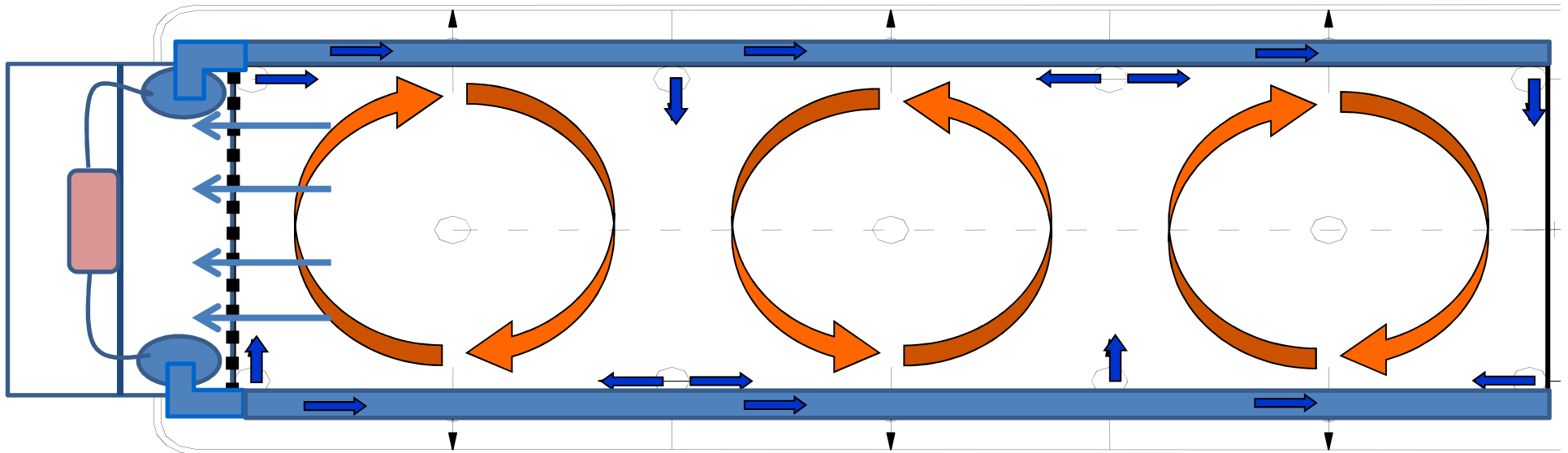
Osittaiskiertovesitekniikka (PRAS) ilman biologista vedenkäsittelyä vs. kiertovesitekniikka (RAS)

Uutta vettä



Nostepumpputoimimisen soluvirtausaltaan toimintaperiaate

- Allashydrauliikka ja kiintoaineen poisto
- Hapetus
- Hiilidioksidin poisto
- pH:n alentaminen





Kasvatusaltaiden pinta-ala on noin 75% koko laitoksen pinta-alasta

Tuotantomittakaavan pilotti:
kaksi 12 m
konttia ja yksi 6
m kontti

Kaikki
vedenkäsittelyn
vaiheet tapahtuu
kala-altaassa

Vedenkäsittelyn
tilantarve 5%
kasvatusaltaiden
tilantarpeesta





Kasvatuskoe kesä-lokakuu 2020

Testattavana

Kaksi konttityyppiä (DC20' ja DC40')

- 6 m kontin vesitilavuus 25 m³
(kala-allas 21,5 m³)

- 12 m kontin vesitilavuus 50 m³
(kala-allas 48,5 m³)

Kaksi eri sisusmateriaalia

Kaksi hammuspumpun rakennetta

Kolme kalatiheyttä

Uuden veden käyttö 10 000 l/kg

© Luonnonvarakeskus

Luke
LUONNONVARAKESKUS

Kasvatuskoe 29.5-3.11.2020 (ruokinta-aika 152 vrk)

1

Lopputiheys
31,3 kg/m³

Alkubiomassa	213 kg (kp 320 g)
Loppubiomassa	1519 kg (kp 2604 g)
Lisäkasvu	1306 kg
SGR	1,3%
Rehukerroin	0,92
Kuolleisuus	3,2%

2

Lopputiheys
58,0 kg/m³

Alkubiomassa	405 kg (kp 250 g)
Loppubiomassa	2812 kg (kp 1992 g)
Lisäkasvu	2407 kg
SGR	1,3%
Rehukerroin	0,94
Kuolleisuus	1,8%

3

Lopputiheys
78,3 kg/m³

Alkubm	193 kg (kp 92 g)
Loppubm	1649 kg (kp 860 g)
Lisäkasvu	1456 kg
SGR	1,4%
Rehukerroin	0,86
Kuolleisuus	6,3%*
*josta 2,7% tapaturmaisesti	

Yhden näytteenottokerran vedenlaatuparametrit kontista 3 7.10.2020

- TAN 1,85 mg/l
- Lämpötila 11.7 °C
- NO₂-N 0,09 mg/l
- O₂ 8,1 mg/l
- CO₂ 11,7 mg/l
- Sameus 2,17 FNU (tulovesi 1,44 FNU)
- pH 6,6 (Tulovesi 7,13)
- COD 20,1 µg/l (tulovesi 17,3 µg/l)
- TSS 0,92 mg/l (tulovesi 0,35 mg/l)

Kontin tiedot

- Vesitilavuus 25 m³
- Ruokinta 20,3 kg/vrk
- Vedenkäyttö 10 000 l/syötetty rehukilo

Ainetasekoe

15 vuorokauden mittainen seurantajakso konteille 1 ja 2

6 mm kiertovesirehu (Biomar Orbit), kalakoko 1,7-2,7 kg, veden lämpötila noin 12 °C

- Pyörreselkeyttimen hydraulinen kuorma $10 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$
- Lietteen pumppaus pyörreselkeyttimen pohjalta ja lietenäytteenotto kerran vuorokaudessa
- Pyörreselkeyttimen pinnalta poistuvasta vedestä näytteenotto kaksi kertaa vuorokaudessa (näytteet yhdistettiin)
- Lietteen ja veden määrien mittaus sekä ultraäänivirtausmittarilla että astialla, jonka tilavuus tunnettiin



Ainetasekokeen fosfori ja typpitulokset



Ravinne	Kuormitus/ rehukilo	Kuormitus/ kalakilo
Fosfori	2,7 g	2,5 g
Typpi	43 g	40 g

Kalaan sitoutumattomasta fosforista saatiin lietteen mukana talteen 43%

Kalaan sitoutumattomasta typestä saatiin lietteen mukana talteen 4,7%

Pohdintoja tuotantokapasiteetista tällä teknologialla

Maksimiruokinta saavutettiin
12.10.2020, jonka jälkeen veden
viileneminen leikkasi ruokintaa

Kontti 1: 12,7 kg/vrk

Kontti 2: 30,7 kg/vrk

Kontti 3 (21,5m³): 21,8 kg/vrk

Ei merkkejä vedenlaadun huononemisesta
→ 1 kg rehua/m³ vettä/vrk mahdollista

*Teoreettinen maksimiruokinta ja -lisäkasvu
kokeen tulosten perusteella 50 m³ altaalle*

50 kg x 365 = 18250 kg rehua/vuosi

Rehukerrointen keskiarvo 0,91 → **teoreettinen
lisäkasvukapasiteetti 20 054 kg**

*Se kuinka suuren osan vuodesta ruokintaa
saataisiin pidettyä lähellä maksimia riippuu
tuotantosuunnitelmasta ja veden
lämpötilaprofiilista*

Muita havaintoja

Allashydrauliikka toimii suunnitellusti ja altaat ovat itsepuhdistuvia

Kaikki vedenlaatuparametrit ovat olleet hyviä tai erinomaisia läpi kokeen, lukuun ottamatta kontin 2 ilmaputken irtoamista toisessa ilmalinjassa. Tällöin happi putosi tasolle 5,8 mg/l muutamiksi tunneiksi

Tuloveden lämpötila kontrolloi allasveden lämpötilaa

Kalat ovat kasvaneet hyvin ja kuolleisuus oli kohtuullista

Makuhaittoja ei ole esiintynyt missään ryhmässä

Sähkön kulutus on noin 2 kWh/kg rehua (kun ruokinta yli 15 kg/vrk)

RTGE aiheutti lievää kuolleisuutta yhdessä altaassa (kontti 3) ja allas oli noin kaksi viikkoa paastolla kesken parhaan kasvukauden, jonka jälkeen ruokinta nostettiin hitaasti uudelleen ylös

9.11.2020

© Luonnonvarakeskus

Luke
LUONNONVARAKESKUS

Jatkotutkimustarpeita

Veden käytön tiukentamisen vaikutukset
tuotantoparametreihin, makuhaittoihin ja lämpötalouteen

Menetelmän testaus poikastuotannossa ja muilla lajeilla

Kustannustehokkaimman tuotantostrategian hakeminen

Jatkohanke suunnitteilla PRAS-prosessin optimoimiseksi ja
teknologian kaupallistamisselvitysten tekemiseksi (Business
Finland R-to-B –hakemus)

(Patenttihakemus on jätetty 26.5.2020)

9.11.2020

© Luonnonvarakeskus



Kiitos!