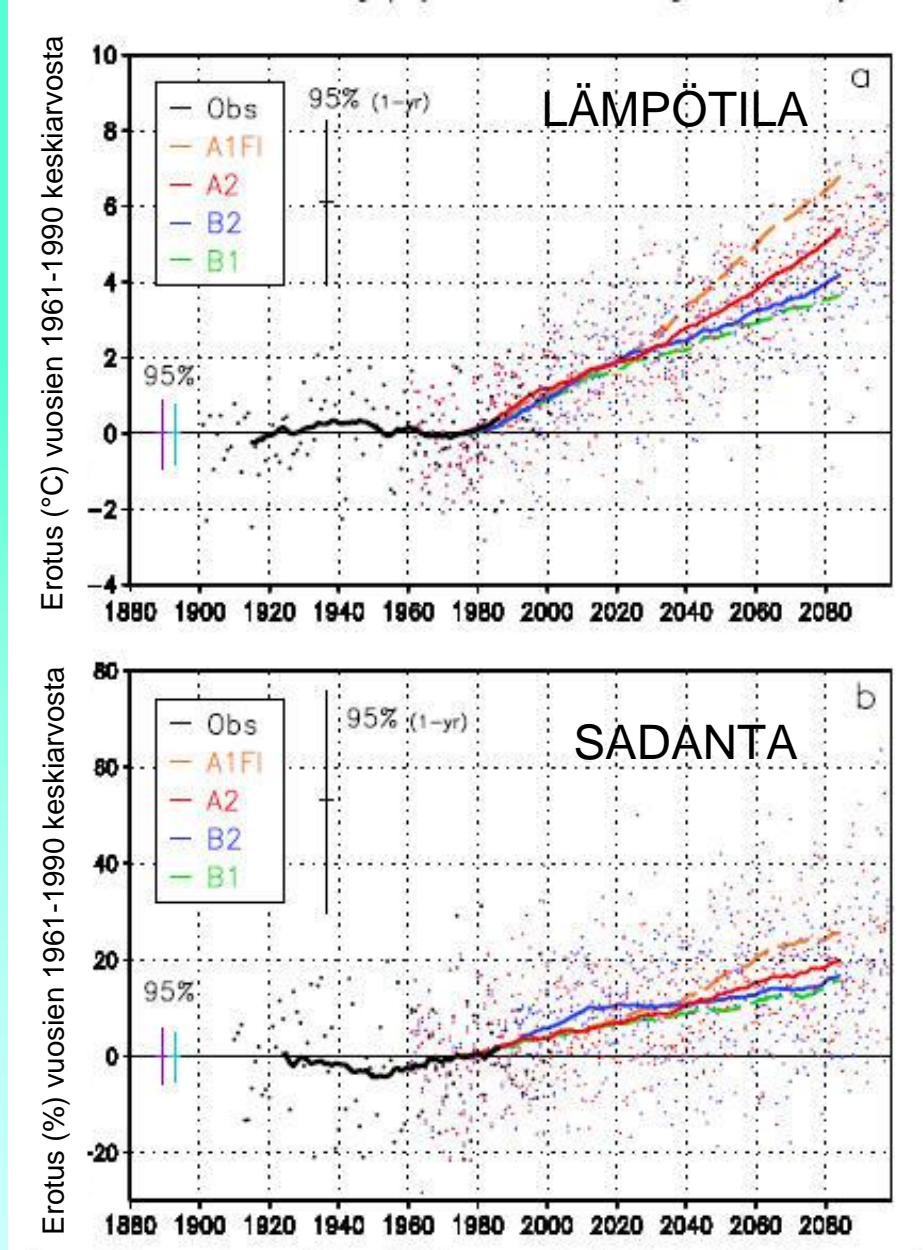




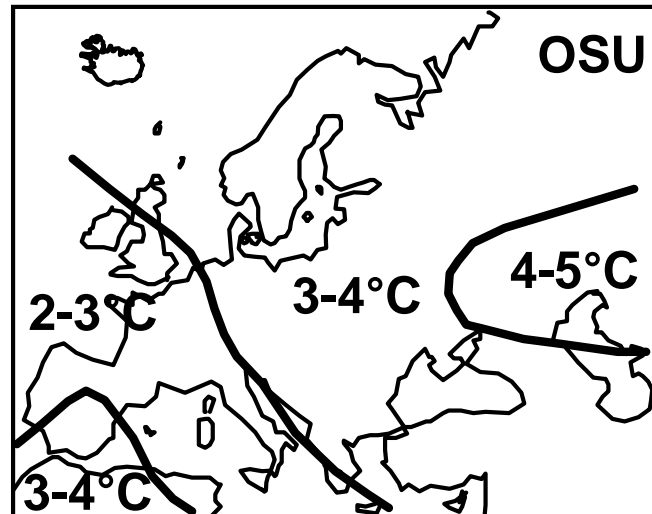
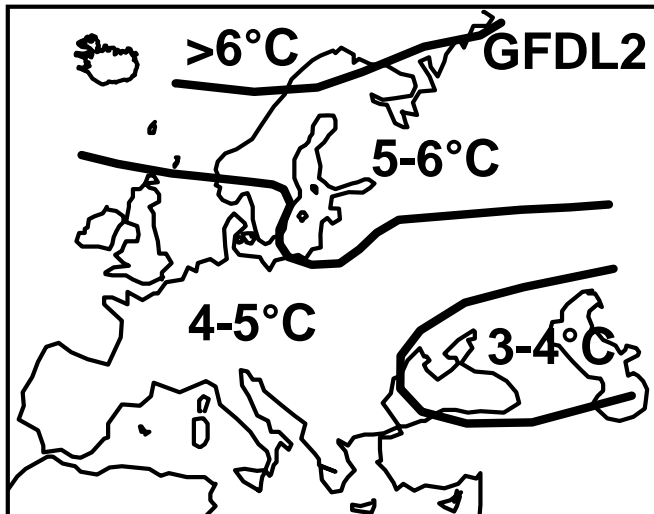
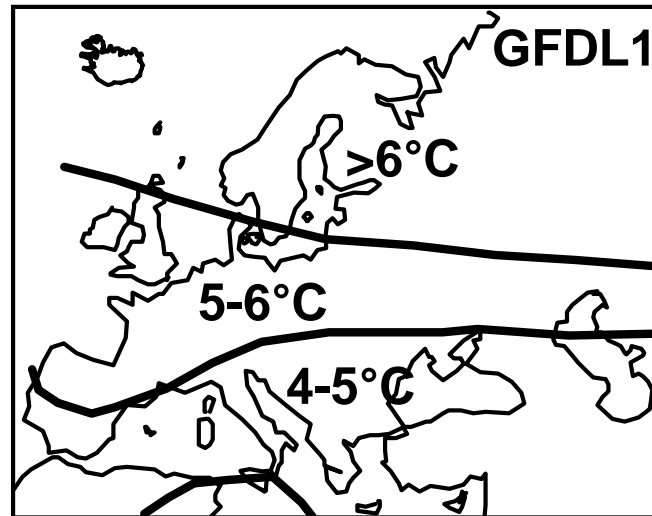
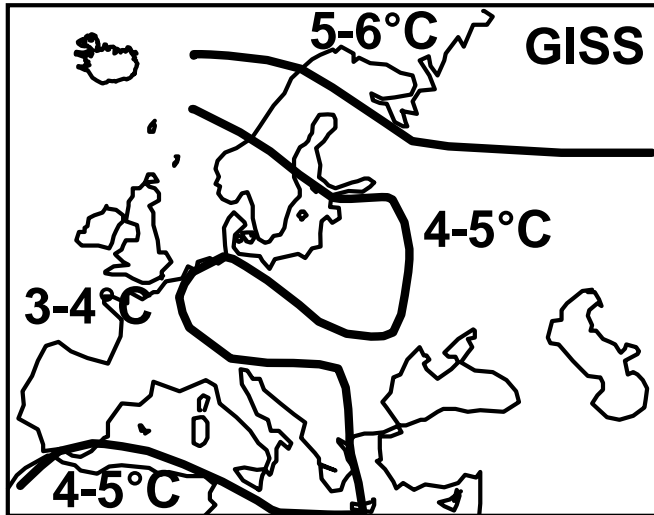
Muikkukannat ja ilmastonmuutos

Hannu Lehtonen
Helsingin yliopisto

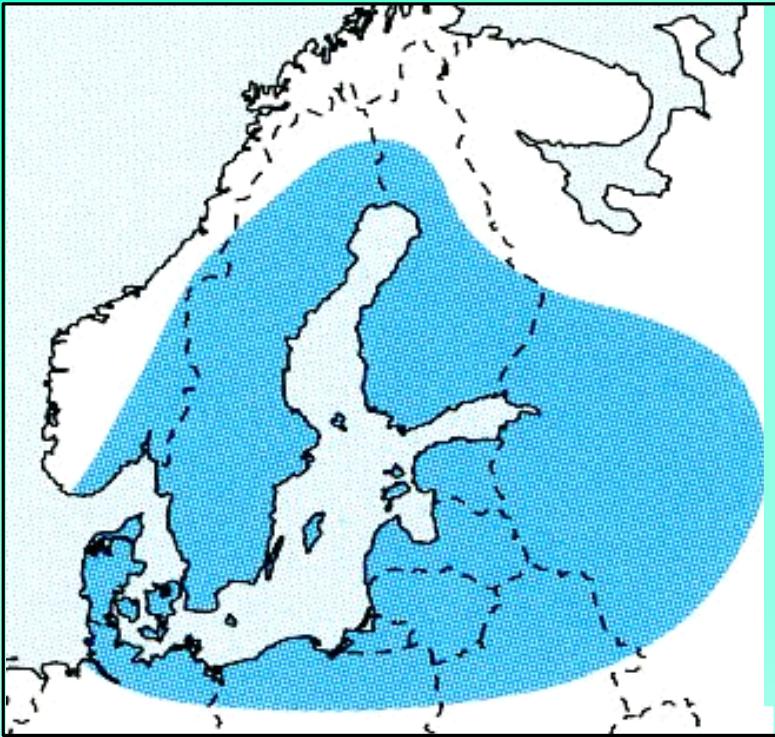
100 vuotta
suomalaista
muikkututkimusta-
seminaari
Jyväskylä 2.12.2008



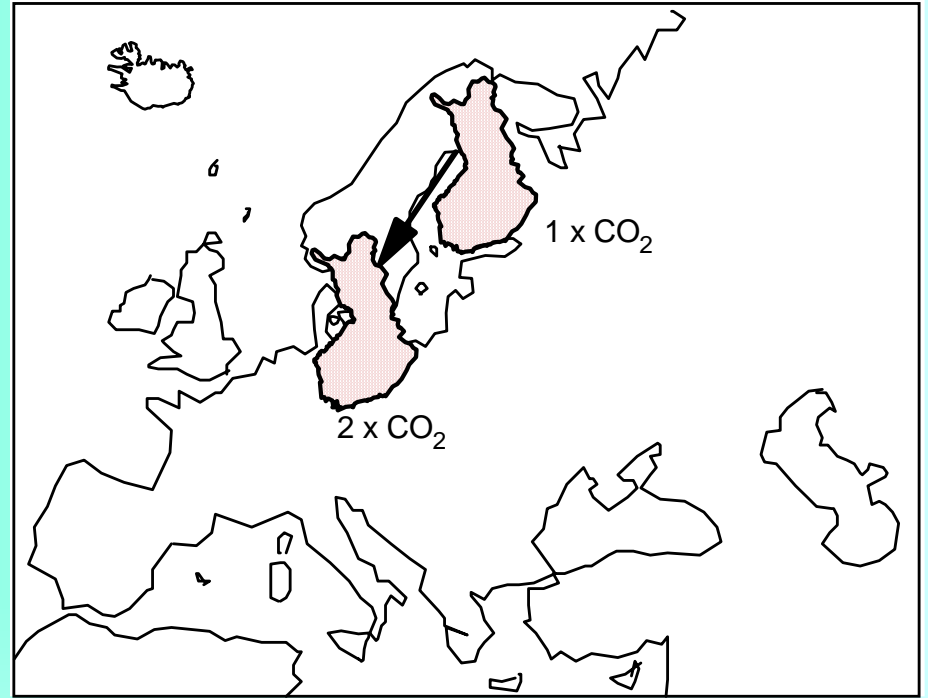
FINSKEN:in skenaariot lämpötilan ja sadannan muutoksista Suomessa (<http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/seuraukset/suomessa.html>)



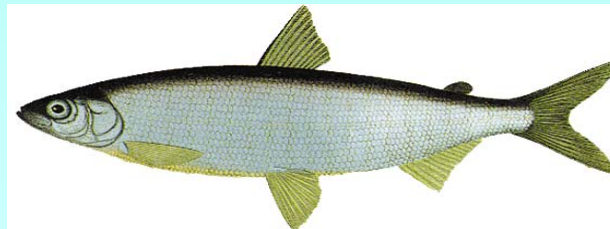
Neljän eri ennusteen mukainen keskimääräinen ilman lämpötilan nousu Euroopassa ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kaksinkertaistuttua



*Muikun yhtenäinen levinneisyys
(Gerstmeierin ja Romigin 1998
mukaan)*

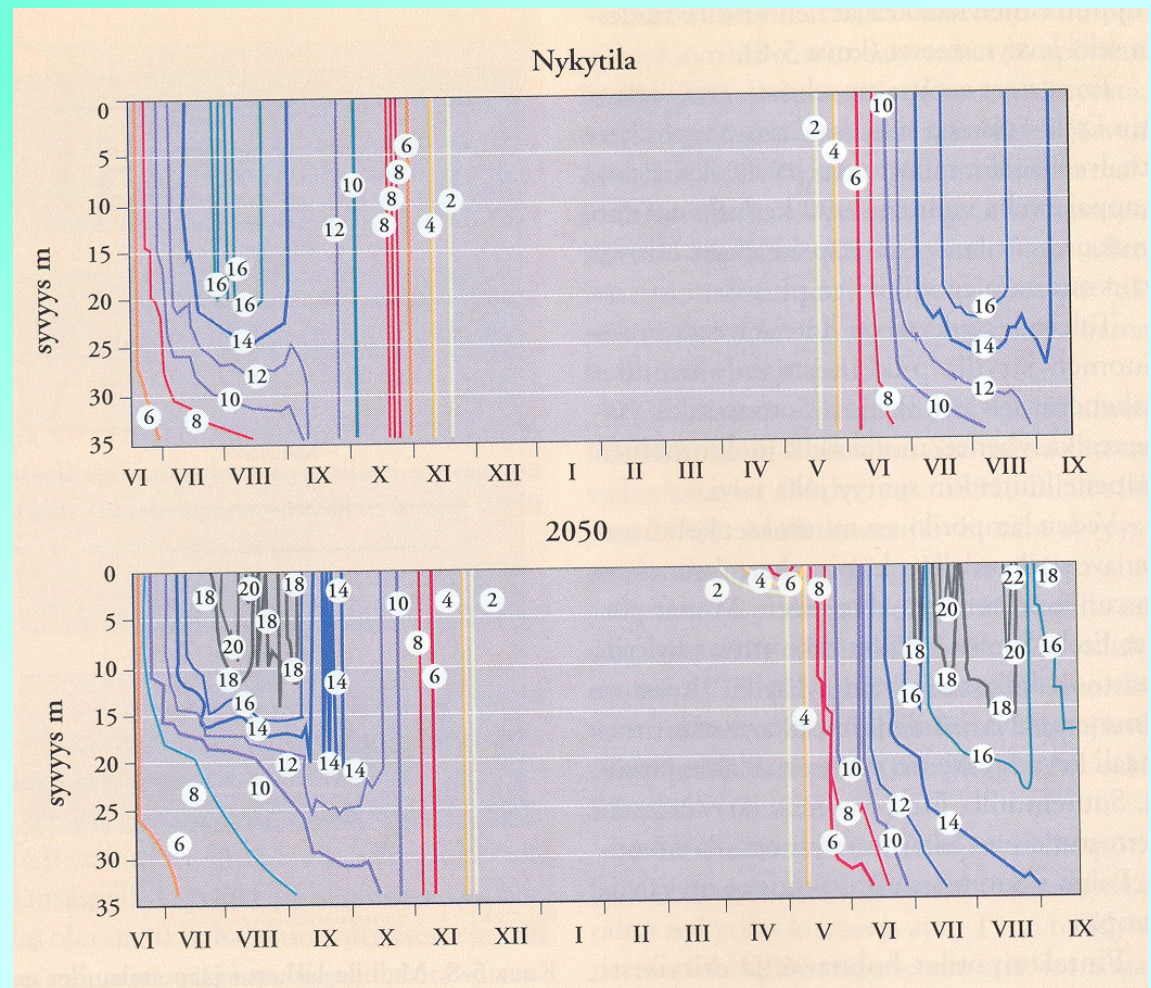


*Suomen ilmastollinen muutos
ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden
kaksinkertaistuttua*



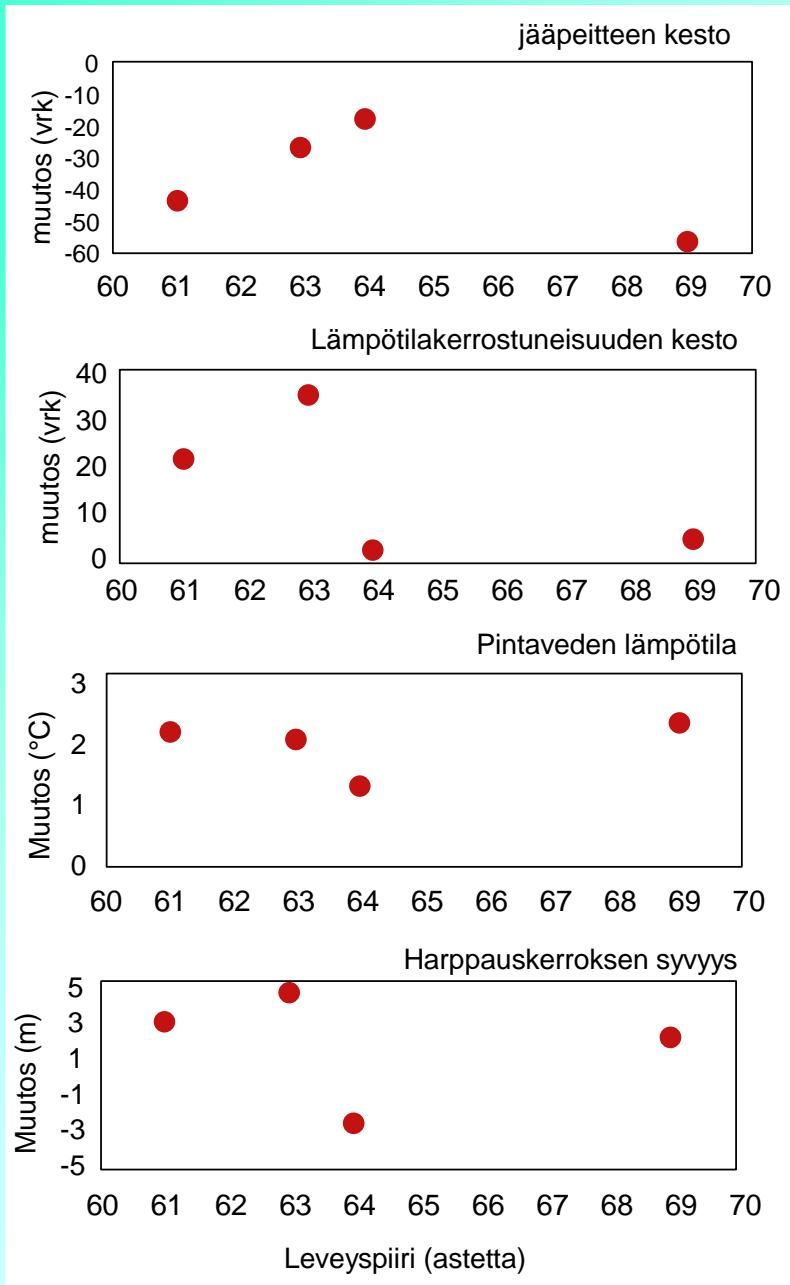
Suomen järvien lämpötiloissa ennustetaan tapahtuviksi seuraavia muutoksia, kun ilmakehän CO₂-pitoisuus on kaksinkertaistunut (*Suomalainen ilmakehänmuutosten tutkimusohjelma, SILMU*)

- Pintalämpötilat nousevat kesällä 2-8 °C. Suurimmat muutokset touko- ja syyskuussa. Talvisin vesi voi olla jopa nykyistä kylmempää.
- Harppauskerros muodostuu ylemmäksi kuin nykyisin



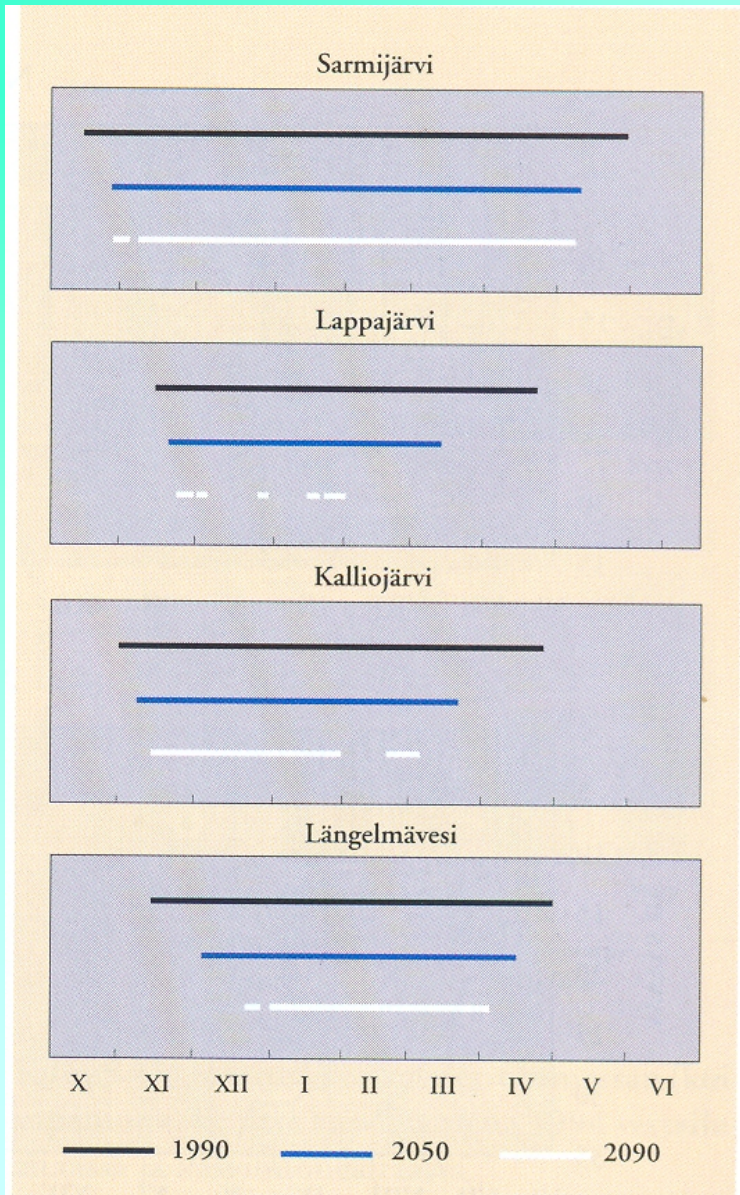
Lappajärven vedenlämpötilan muutos (PROBE-malli)

(Lauri Arvola ym. 1996)

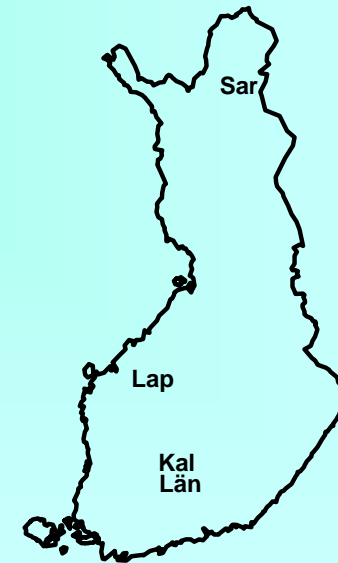


Jääpeitteen keston, lämpötilakerrostuneisuuden, harppauskerroksen sijainnin ja pintaveden lämpötilan muuttuminen 1990-luvulta vuoteen 2050 eri leveyspiireillä sijaitsevissa tutkimusjärvissä (uudelleenpiirretty, *Aija-Riitta Elo ym. 1998*)

Jääpeitteisen ajan pituus lyhenee keskimäärin n. 2 kk

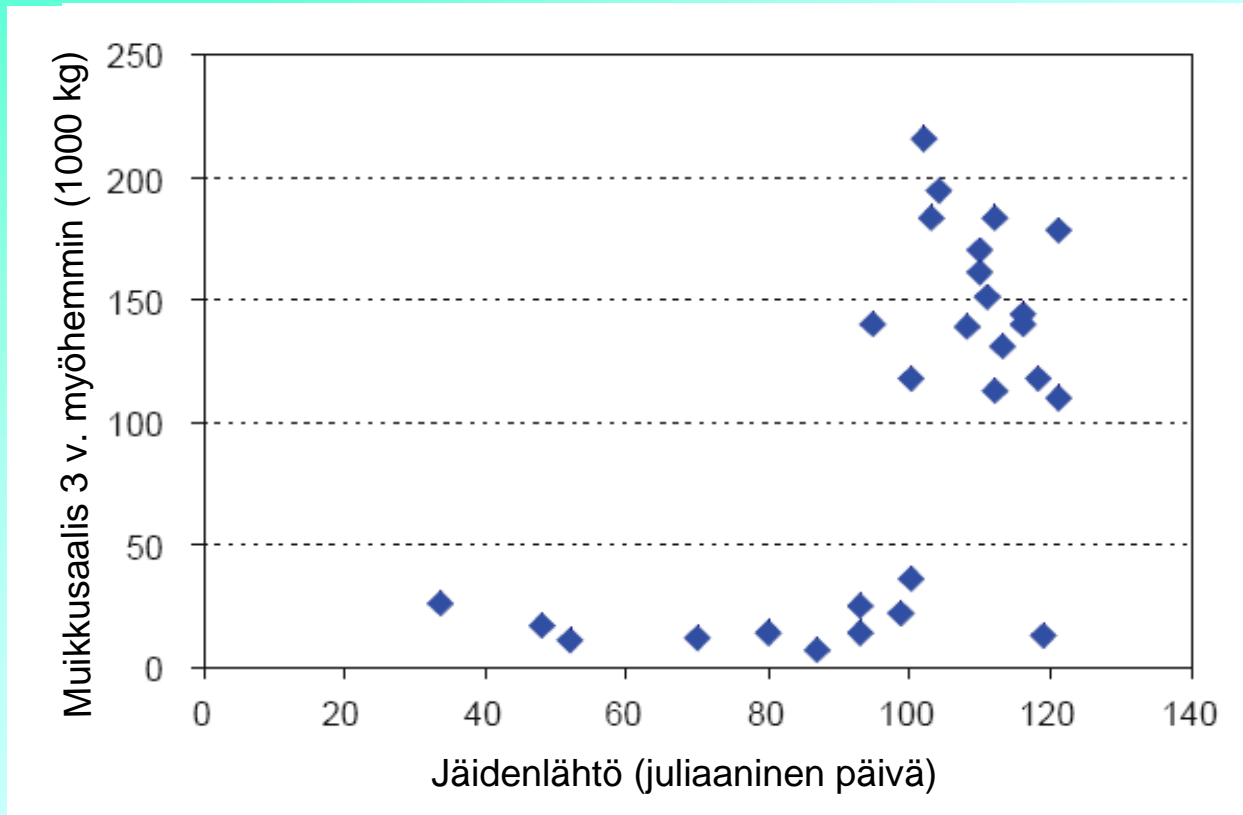


Mallilla lasketut jääpeitekaudet neljällä eri järvellä (SILMUn keskiskenaario) (Lauri Arvola ym. 1996)



Lämpötilan muutoksen vaikutuksia muikkuun

- Ilmaston lämmitessä kudun ajankohta siirtyy myöhemmäksi ja poikasten kuoriutuminen aikaistuu – **valojaksoisuus ei muutu, seuraukset, ravinto-eläimistö?**

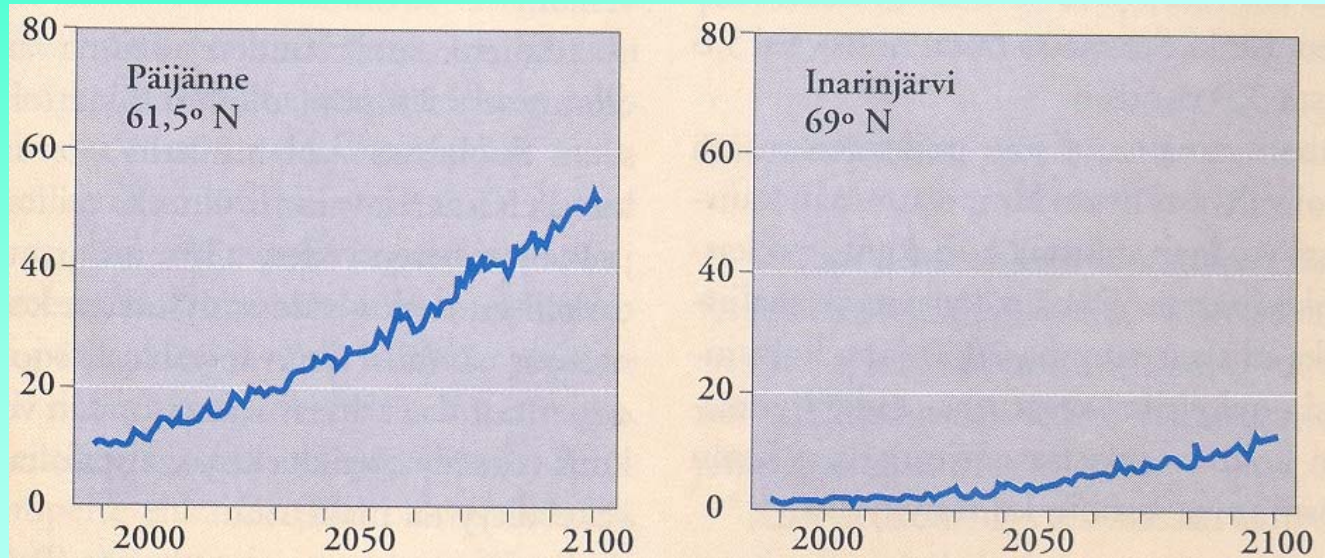


Jäiden lähdön ajankohta ja muikkusaalis 3 vuotta myöhemmin Mälaren-järvellä Ruotsissa (*Per Nyberg ym. 2001*)

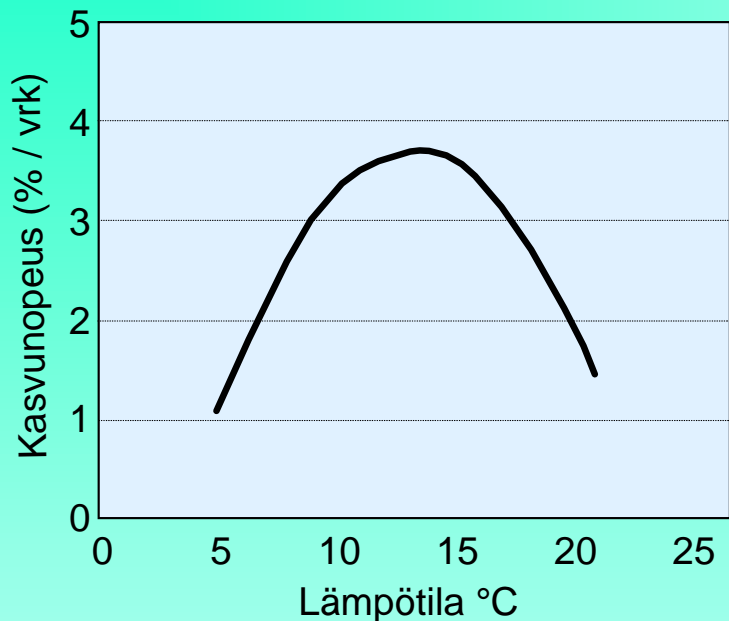
- Korkea veden lämpötila ja alhainen happipitoisuus aikaistavat muikun poikasten kuoriutumista (*Viljanen & Koho 1991*) – **Poikaset pienempiä kuin kylmässä vedessä kehittyneet**
- Korkea kuoriutumisen jälkeinen lämpötila yhdessä huonon ravintotilanteen kanssa lisää poikaskuolleisuutta – **Todennäköistä, jos kuoriutuminen aikaistuu niin, ettei ravintoeläintuotanto ole käynnistynyt**
- Lämpötilan kohtuullinen nousu kuoriutumisen jälkeen on edullista, nopea nousu sen sijaan haitallista poikasten eloonjäännille - **Johtuneet mm. ahventen aiheuttamasta saalistuksesta korkeassa lämpötilassa**
- Pohjoisessa korkea kesälämpötila on tärkeä edellytys vahvalle vuosiluokalle (*Erno Salonen 1998*), etelässä sen sijaan kylmä talvi yhdistettynä myöhäiseen jäiden lähtöön (*Per Nyberg ym. 2001*)



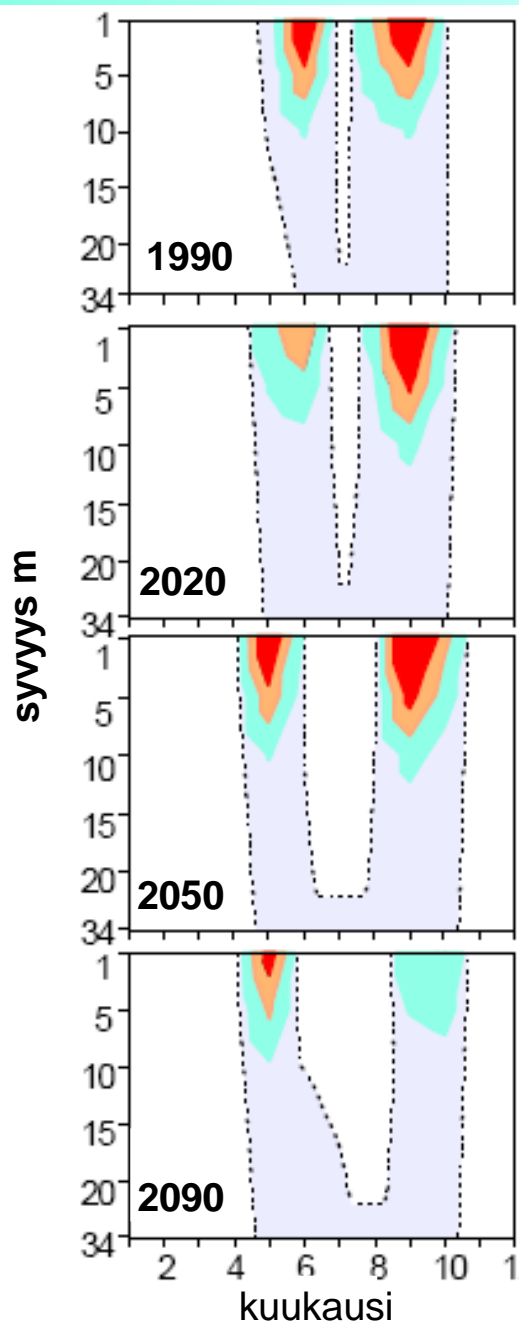
Aikuiset muikut eivät viihdy yli 16-asteisessa vedessä (*Stellan Hamrin 1979*) - **Muikulle lämpötilan puolesta sopiva elintila pienenee ilmaston lämmitessä**



Kuvassa niiden päivien lukumäärä, jolloin päällysveden lämpötila ylittää stressitason Päijänteessä ja Inarinjärvessä SILMU:n keskiskenaarion mukaan (*Jyrki Lappalainen & Hannu Lehtonen 1997*)



Amerikanmuikun (*C. artedi*) kasvunopeus prosentteina kokonaispainosta eri lämpötiloissa laboratorio-oloissa (James Reist ym. 2006)



Simuloidut siian kasvulle sopivimmat lämpötilat Lappajärvessä kuukausittain ja syvyyksittäin

valkoinen – ei kasvua
punainen – nopein kasvu

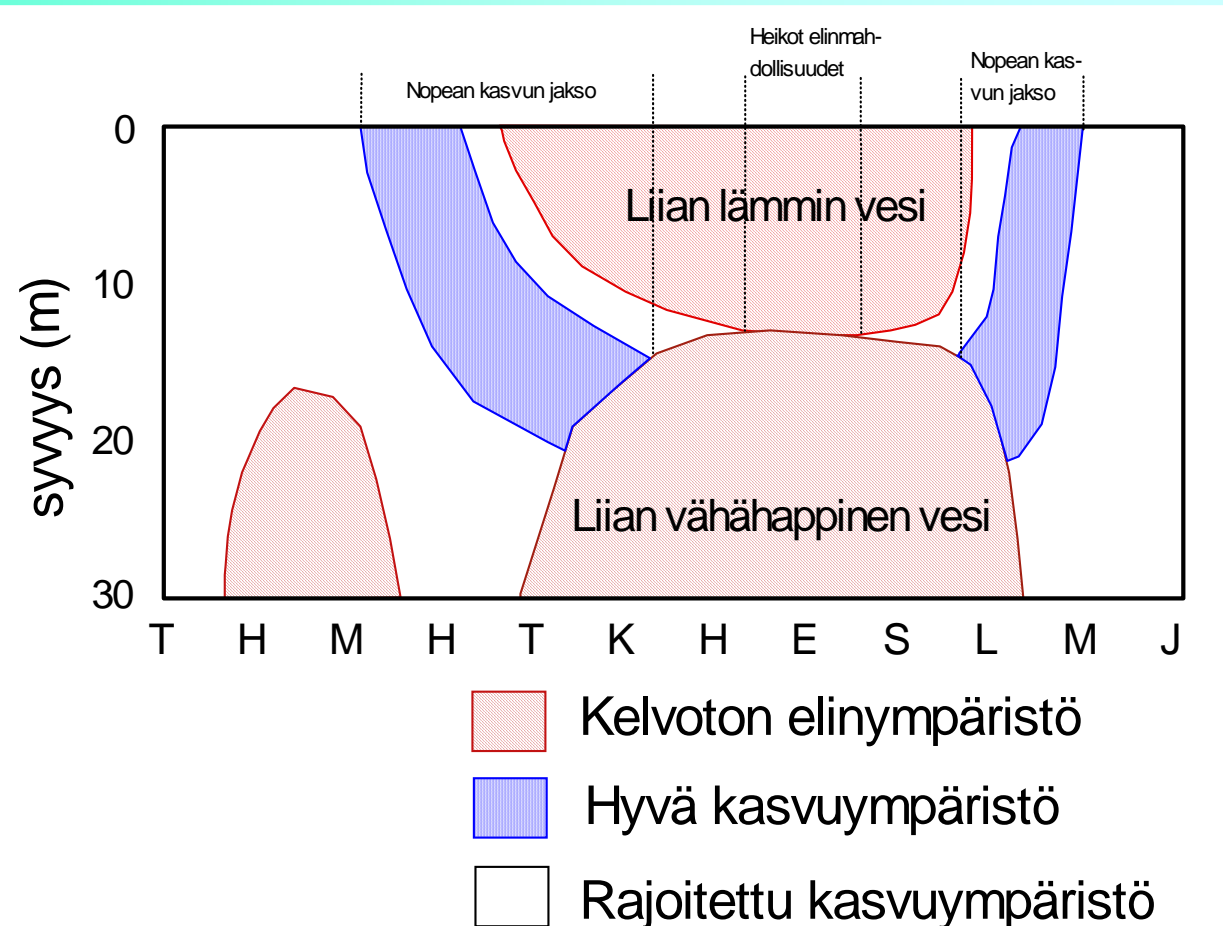
(Jyrki Lappalainen & Hannu Lehtonen 1997)

Muita muikun elinedellytyksiin vaikuttavia muutoksia

- Valon määrä vedessä kasvaa talvella jää- ja lumipeitteen ohentuessa – **Vaikuttaa pohjalla kehittyviin mätimuniin**
- Happipitoisuus pienenee alusvedessä – **Muikulle sopivan elinalueen tilavuus pienenee erityisesti rehevissä vesissä**

Kaavamainen esitys järven lämpötilan ja happipitoisuuden jakautumisesta ajan ja syvyyden suhteen muikun kannalta ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kaksinkertaistuttua

(mukailtu Heinz Stefanin ym 2001 mukaan)



- Perustuotanto kasvaa – **Happipitoisuus pienenee alusvedessä ja jääpeitteen aikana**
- Bakteereita ja leviää ravintonaan käyttävien eläinplanktonlajien määrä kasvaa – **Muikulle enemmän ravintoa**
- Valumat maalta kasvavat lisääntyneiden sateiden vuoksi – **Ravinteet ja ympäristömyrkkypitoisuudet kasvavat**
- Tuulten voimakkuus ja myrskyjen esiintymisfrekvenssi kasvavat - **Eläinplanktonin jakautuminen vesimassassa muuttuu, veden sameus kasvaa**



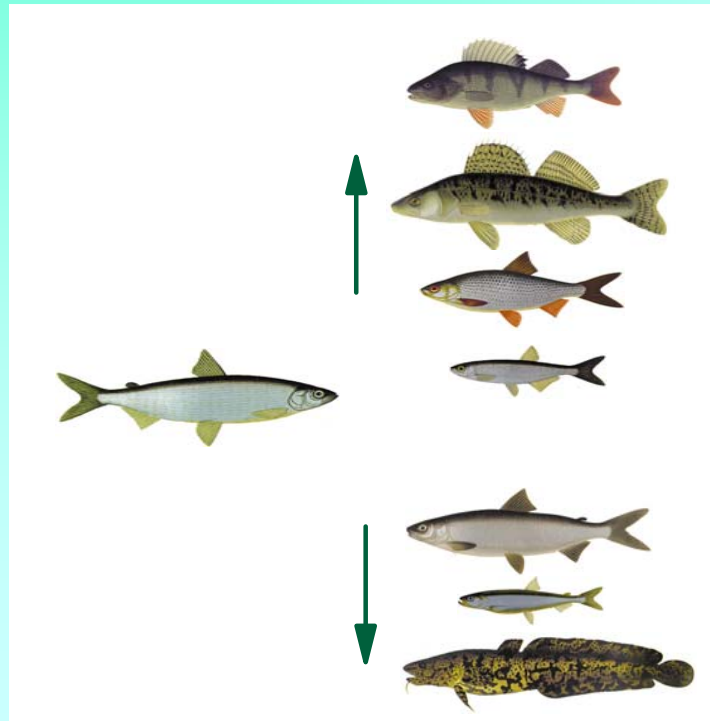
Muikun talvinuottausta Keski-Suomessa 1960-luvulla

Muut kalat ja muikku

Muuttuneet olosuhteet vaikuttavat eri lajeihin eri tavoin ja muuttavat lajienvälisiä kilpailu- ja peto-saalissuhteita

SILMUn ennusteiden mukaan runsastuvia lajeja ovat mm. ahven, kuha, särki, salakka ja lahna

Taantuvia lajeja olisivat esimerkiksi muikku ja muut lohikalat sekä made



Miten muikun lopulta käy?

Myönteistä

- * muikun ravintoeläimistö runsastuu
- * levinneisyyden pohjoisosissa kehittyä aiempaa useammin runsaita vuosiluokkia

Kielteistä

- * päällysvesi nykyistä pidempään liian lämmintä
- * erityisesti rehevissä vesissä alusvesi tulee olemaan nykyistä pidempään liian vähähappista
- * levinneisyyden eteläosissa kehittyä aiempaa harvemmin runsaita vuosiluokkia
- * kasvulle optimaalisen lämpötilan käsittävä vesitilavuus pienenee
- * muikunpoikasia ja aikuisia muikkuja ravintonaan käyttävien kalojen määrä kasvaa
- * ravintokilpailu muiden lajien kanssa tiukkenee



Kiitos mielenkiinnosta