

## **Average salinity as an index for environmental forcing on cod recruitment in the Baltic Sea**

Heikinheimo, O.  
Boreal Env. Res. 13 (Preprint)

### **Suolapitoisuus Itämeren turskan lisääntymistä selittävänä indeksinä**

Turskan lisääntymisen onnistumiseen Itämeressä vaikuttavat ympäristöolosuhteet kuten suola- ja happipitoisuus kutusyvänneissä sekä biologiset tekijät, mm. poikasille sopivan ravinnon saatavuus ja mätiin tai poikasiin kohdistuva saalistus. 1980-luvulla Itämeren turskakanta romahti. Samoihin aikoihin tapahtui sekä Itämerellä että Pohjanmerellä laaja ekosysteemimuutos, joka vaikutti eliöiden runsaussuhteisiin kaikilla ravintoverkon tasoilla planktonista kaloihin ja jopa merilintuihin ja -nisäkkäisiin. Muutoksen on todettu liittyvän Pohjois-Atlantin ilmastollisiin olosuhteisiin, joita kuvaa NAO-indeksi. Itämeressä länsituulisuuden ja sadannan lisääntyminen sekä Pohjanmerestä tulevien suolapulssien väheneminen johti tuolloin suolapitoisuuden alenemiseen.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että turskan lisääntymismenestyksen vaihtelun ja NAO-indeksin välillä on yhteys. Toisaalta NAO selittää Itämeren suolapitoisuutta. Tässä tutkimuksessa oletettiin, että Itämeren syvän veden keskimääräinen suolapitoisuus voisi toimia indeksinä, joka heijastaa ympäristöolosuhteiden suoria ja välillisiä vaikutuksia turskan lisääntymiseen.

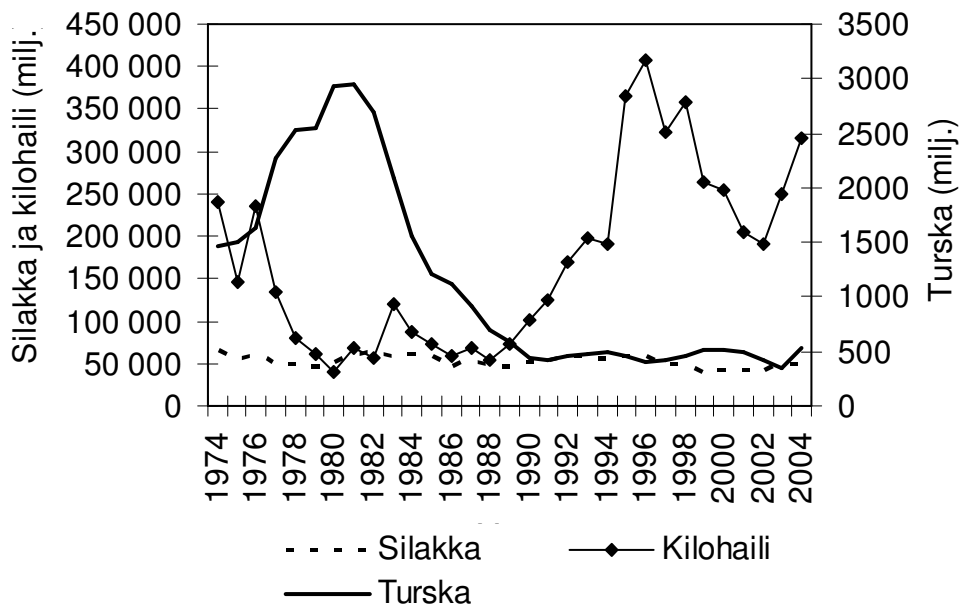
Suolapitoisuutta käytettiin selittävänä muuttujana turskan kutukannan ja syntyvien poikasten määrän välistä riippuvuutta kuvaavassa yhtälössä, ns. Rickerin yhtälössä. Tätä mallia verrattiin yhtälöön, jossa oli pelkästään kutukanta selittävänä tekijänä. Kolmantena vaihtoehtona oli malli, jossa ympäristötekijänä oli turskan kutu- ja poikastuotantoalueeksi sopiva vesitilavuus, ns. ”reproductive volume”. Tilavuus lasketaan veden suola- ja happipitoisuuksien perusteella.

Tilastollinen analyysi osoitti, että suolapitoisuusmallin ennuste osui parhaiten yksin turskan poikasmäärän havaitun vaihtelun kanssa. Yhtenevyys 1980-luvulla tapahtuneen poikasmäärän romahduksen kanssa oli erityisen ilmeinen. Myös poikastuotantoalueeksi sopiva vesitilavuus selitti kohtuullisesti lisääntymisen onnistumista tutkittavan aikajakson 1974–2004 alussa, mutta ei riittänyt selittämään poikasmäärän nopeaa vähenemistä 1980-luvulla.

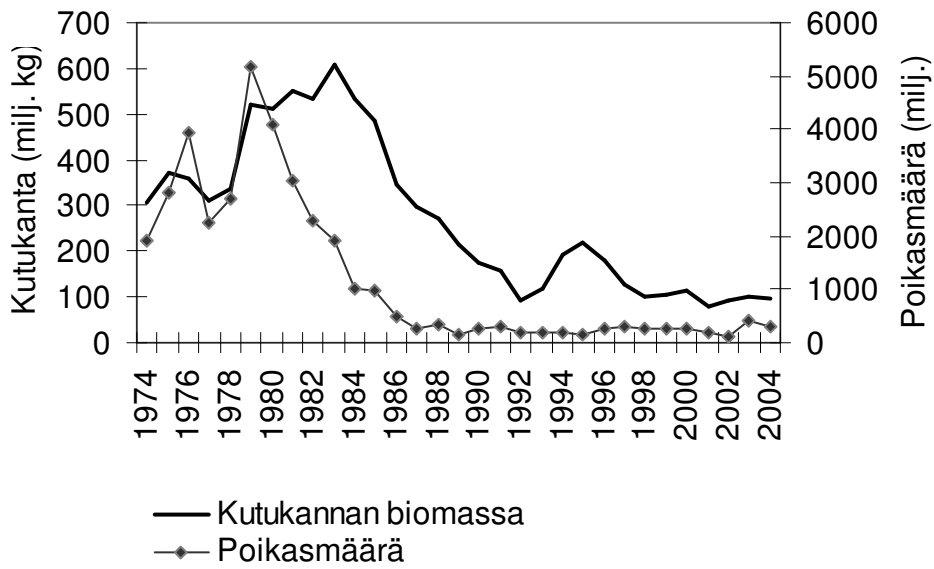
Tulokset osoittavat, että turskan lisääntyminen on suuresti riippuvainen Itämeren ympäristöolosuhteista, mutta mekanismi on monimutkaisempi kuin suola- tai happipitoisuuden suora vaikutus lisääntymisalueilla. Turskakannan romahduksen syynä on aiemmin ajateltu olevan mm. sen, että kilohaili syö turskan mätiä. Kilohaili runsastui kuitenkin vasta turskan romahduksen jälkeen. Kalastusta on pidetty yhtenä selittävänä tekijänä. Turskan kalastus on voimakasta, mutta mitään sellaista pyynnin tehostumista ei tapahtunut 1980-luvulla, joka olisi voinut aiheuttaa turskan poikasmäärän havaitun

putoamisen. Ympäristötekijöiden vaikutukseen viittaa sekin, että poikastuotannon jyrkkä pieneneminen alkoi kutukannan ollessa vielä runsas. Uusimpien tutkimustulosten perusteella eläinplanktonlajiston muutos, erityisesti *Pseudocalanus*- hankajalkaisen väheneminen, näyttää olevan merkittävä tekijä. Se on turskan poikasten tärkeä ravintokohde, ja sen runsaus Itämeressä on riippuvainen suolapitoisuudesta.

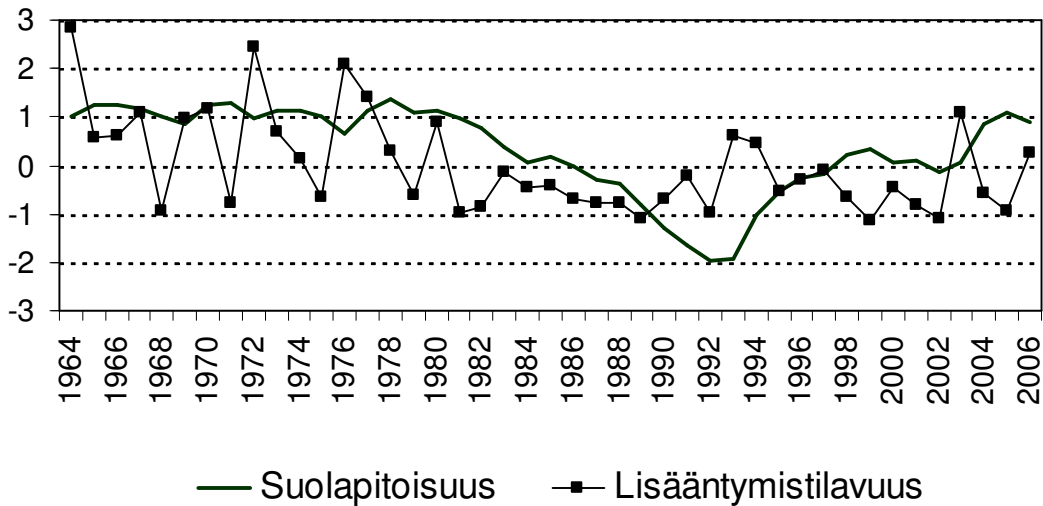
Tutkimuksessa käytetty suolapitoisuusaineisto Itämeren syvimmästä mittauspisteestä, Landsortin syvänteestä, on peräisin Merentutkimuslaitoksen tietokannasta ja Ruotsin SHARK- tietokannasta (Svenskt Havsarkiv, Swedish Meteorological and Hydrological Institute). Turskan lisääntymistilavuusaineisto (reproductive volume) saatiin Maris Plikshs'ltä (Latvian Fisheries Research Institute). Turskan kanta-arviot ovat ICESin monilajimallityöryhmän (SGMAB) tuloksia vuodelta 2005.



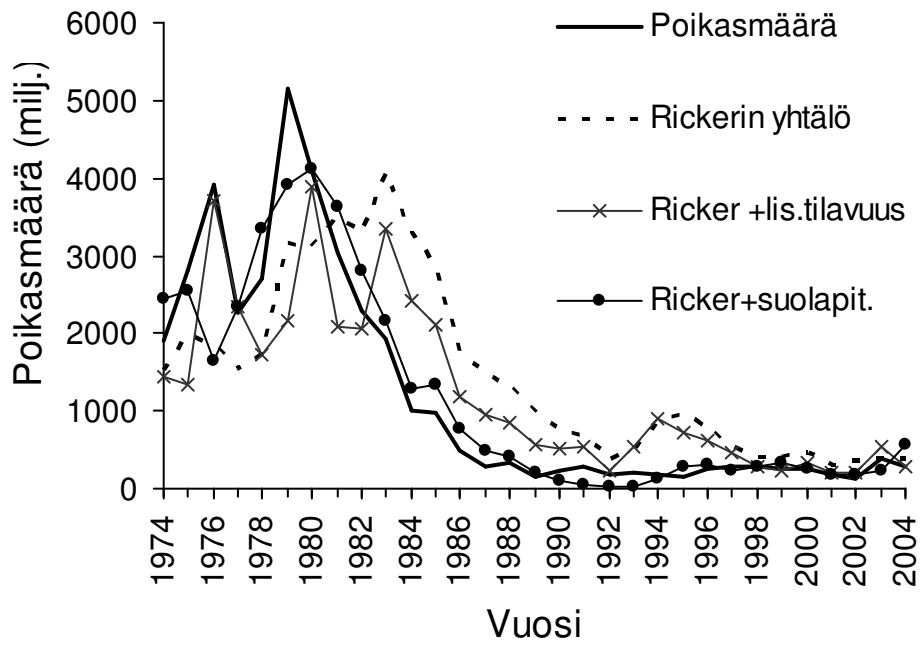
Kuva 1. Turska-, silakka- ja kilohailikannan runsaus 1974 – 2004.



Kuva 2. Turskan kutukannan biomassa ja vuosittain syntynyt poikasmäärä vuosina 1974–2004.



Kuva 3. Keskimääräinen vuosittainen syvän veden (syvyys >100 m) suolapitoisuus Landsortin syvänteessä ja turskan lisääntymiseen sopiva vesitilavuus sen lisääntymisalueilla vuosina 1964-2006, molemmat suhteellisella asteikolla. Tässä tutkimuksessa käytettiin vuosien 1974-2004 aineistoa.



Kuva 4. Turskan poikasmäärä ja eri mallien tuottamat ennusteet. Parhaiten poikastuotantoa selittää malli, jossa ympäristötekijänä on suolapitoisuus

Lisätietoja:

Outi Heikinheimo, RKTL, Helsinki outi.heikinheimo@rktl.fi