

ITÄMEREN MUUTTUVA EKOSYSTEEMI

ILPPO VUORINEN

Itämeri ei ole koskaan ollut vakaa. Se syntyi aikoinaan ilmastonmuutoksen takia. Viimeisen kolmensadan vuoden aikana todettu talvien lämpeneminen voi yhtä aikaa aiheutua luonnollisesta, jääkauden jälkeisestä lämpenemisestä ja ihmisen aiheuttamasta ilmastonmuutoksesta. Globaalit ilmastomallit eivät ota huomioon alueellisia erityispiirteitä, esimerkiksi jääkauden jälkivaikutuksia Pohjois-Euroopassa. Itämeren alueen ilmastonmuutos tulee siksi olemaan intensiivisempi ja nopeampi kuin mitä globaalit mallit ennustavat. Monet viime vuosina aikasarjatutkimuksissa havaitut ympäristömuutokset esiintyvät myös ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutoksen seurauksien luettelossa.

Viime vuosien havaintoja Itämeren muutoksesta voidaankin hyvin käyttää ajatusmallina tulevasta. Sateisuus tulee lisääntymään, varsinkin talvella, talvet tulevat leudontumaan, mutta myös kesällä kuumat kuivat kaudet yleistyvät, Itämeri tulee makeutumaan ja monien lajien levinneisyys tulee muuttumaan. Toisaalta globaali merenpinnan nousu ja maankohoaminen (pohjoisella Itämerellä) toimivat tätä ennustetta tasapainottavina tekijöinä. Kokonaiskuvaan vaikuttavia tuntemattomia tekijöitä on kuitenkin vielä paljon, kuten mahdollinen mantereiden päällä olevien jäätiköiden odotettua nopeampi sulaminen, joka nostaisi merenpintaa metrikaupalla ja aiheuttaisi mittavat tulvasuojaustyöt tai jopa rannikko-kaupunkien siirtämisiä.

Itämeri ei ole koskaan ollut vakaa

Itämeri syntyi noin yksitoistatuhatta vuotta sitten Skandinaviaa peittävän jäätikön alkaessa sulaa. Voimat, jotka synnyttivät Itämeren, ovat täällä läsnä edelleen, vaikka heikompina. Sanotaan, että Itämeren alue on vielä toipumassa jääkaudesta. Tämä näkyy monissa seikoissa, esimerkiksi maankohoamisessa. Viime vuosien merkittävä havainto on ollut Itämeren alueen suolapitoisuuden lasku, varsinkin pohjoisella Itämerellä. Matala suolapitoisuus on syntynyt ympäristötekijöiden yhdistelmästä, jossa sadannan lisääntyttä Itämeren suuri valuma-alue kerää entistä enemmän makeaa vettä, samalla kun ulosvirtaavan veden paine matalissa Tanskan salmissa estää suolaisen veden vapaan pääsyn Itämeren suuntaan.

On kiinnostavaa, että Itämeren alueen talvet ovat aikasarjahavaintojen mukaan leudontuneet viimeisten kolmensadan vuoden aikana (BACC 2008). Monien Itämeren satamien jättien lähtöä on seurattu jo kauan, esim. Torniossa 1690-luvulta asti, ja jättien lähtöpäivä on siellä aikaistunut kymmenellä päivällä tänä aikajaksona. Ihmisen vaikutus ilmastoon ei kuitenkaan ole voinut alkaa ennen teollista vallankumousta. Tällaisissa aikasarjoissa onkin ilmeisesti kyse luonnollisesta ilmastonmuutoksesta. Huolestuttavaa on, että ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos ja luonnollinen toipuminen jääkaudesta vaikuttavat samaan suuntaan ja kansainvälisen ilmastopaneelin suuret globaalit ilmastomallit ottavat huomioon vain ensimmäisen näis-

tä. Näyttääkin siltä, että tuleva ilmastonmuutos ja sen vaikutus myös Itämereen onkin huomattavasti nopeampi ja voimakkaampi kuin mitä mallitutkimuksissa on saatu tulokseksi.

Rannikoilla asuneet varhaiset ihmiset ovat muuttaneet merenpinnan mukana, asutuksen arkeologisia jälkiä löydetään Itämerenkin muinaisten, korkean merenpinnan vaiheiden alta, kuten Riian lahdella ja Karjalan kannaksella (Rosentau ym. 2013). Se osoittaa, ettei ilmastollisissa muutoksissa ole ihmisenkään kannalta mitään uutta Itämeren alueella. Itämeren piirin muutosten moninaisuutta pohtiessa uskon myös, ettei lämpötilan kohoaminen ole merkittävin odotettavissa oleva seuraus ilmastomuutoksesta, sitä tärkeämmäksi voivat osoittautua monet epäsuorat muutokset, kuten suolapitoisuuden lasku ja meriveden pinnan nousu.

Kaikki vesi tulee Atlantilta

Lämpöä siirtyy meille eniten lännestä ilma- ja merivirtojen välityksellä, ilman tätä ”kaukolämpöä” suomalaiset pystyisi elämään nykyisenkaltaista elämää. Suomi ja Grönlannin eteläkärki ovat samalla leveysasteella, joten voidaan täydellä syyllä sanoa, että Suomen olemassaolo on lämpimän Golf-virran ja sen yläpuolisten lounaisten ilmapvirtausten ansiota. Käytännössä kaikki Itämeren vesi (ja järvienkin) on tullut Atlantin alueelta, joko Pohjanmereltä Tanskan salmien läpi tulvehineiden suolapulssien tai pienempien virtausten kautta tai sitten matalapaineiden myötä Atlantin suunnalta tulevien sateiden kautta.

Suolapulssien tuloa on seurattu 1800-luvun lopulta asti, siksi niitä ylläpitävästä mekanismista on nykyisin melko hyvä käsitys. Suolapulssien tavanomaisin tuloaika on vuodenvaihteessa eikä niitä ole koskaan havaittu kesällä (Leppäranta ja Myrberg 2009). Suolapulssin tuloa edeltää muutamia päiviä tai viikkoja vallitseva länsituuli tai myrsky, joka laskee Itämeren pintaa etelässä. Jos samalla Tanskan salmista ulos valuvan makean veden määrä on pieni, on pulssilla mahdollisuus syntyä. Koska suolapulssien tulo on ollut miltei jokatalvinen tapahtuma aikasarjan alusta aina 1970-luvun loppuun asti, voidaan täydellä syyllä sanoa, että suolapulssit ovat erällä tavalla talven ilmenemismuoto meriekosysteemissämme. 1970-luvun jälkeen

niiden tulo on vähentynyt ja esiintyvyys on alen-
nut vain noin yhteen pulssiin kymmenen vuod-
den välein. Samaan aikaa tapahtui makean veden
valuman huomattava lisääntyminen (Hänninen
ja Vuorinen 2011). Elämme edelleen korkean va-
luman aikaa ja se onkin tuonut tullessaan paitsi
pulssien vähenemisen myös monia ekologisia seu-
raamuksia, joista esimerkkeinä kampelan ja turs-
kan huomattava väheneminen suolapitoisuuden
laskun takia sekä sinileväkukintojen yleistyminen
ja rakkolevän väheneminen ravinnemäärien kas-
vun myötä (ne taas ovat seuraamusta valuman ja
huuhtoutumisen kasvusta, ks. Hänninen ja Vuor-
inen 2015).

Toki suolavettä voi tulla Itämeren puolelle
muutenkin kuin pulsseina, tällaista kulkeutumis-
ta tapahtuukin jatkuvasti, mutta suolapulssit ovat
kuitenkin voimakkain suolapitoisuutta ja varsin-
kin veden kerrostuneisuutta (ja sitä kautta hap-
pitoisuutta) muuttava tekijä. Painavan suola-
veden ja kevyen pintaveden kerrostuessa erilleen
syntyy Itämeren keskiseen syvänteeseen (ja mal-
tampienkin alueiden, esim. Suomen rannikon
syvänteisiin) happikatoalueita, joissa ravinteita
myös liukenee veteen pohjasedimentistä. Ravin-
teiden liukenemista happikatoalueilla sedimen-
tistä veteen sanotaan sisäiseksi kierroksi ja se on
varsinkin Suomen järvitutkijoille tuttu. Itämerellä
ilmiön skaala on aivan toista luokkaa ja Itämeren
hapteron alue on Etelä-Suomen laajuinen. Sitä on-
kin sanottu ”Euroopan suurimmaksi autiomaaksi”
tai ”Kuolleeksi mereksi”. Happikatohan sammut-
taa kaiken elämän alueeltaan – tällainen tilanne on
Itämerellä vallinnut jo vuosikymmeniä. Vaikka il-
miöllä on juurensa puhtaasti fyysikaalisissa tekijöis-
sä, ihmisen toiminta on aikojen mittaan pahenta-
nut sitä paljon.

Itämeren haavoittuvuus

Itämeren ekosysteemi on jo nuoruutensa takia
vähälajinen. Alhainen lajimäärä muodostaa ra-
kenteellisen haavoittuvuuden siksi, että jonkin tai
joidenkin, vaikkapa suolaista vettä vaativien lajien
vähenemistä voi korvata vain suhteellisen pienen
lajimäärän edustajat.

Itämeren valuma-alueella on suhteellisen suu-
ri merkitys sen ekosysteemin toiminnalle. Va-
luma-alue on noin neljä kertaa itse merialuetta

suurempi, siksi valuman merkitys ekosysteemin
toiminnalle on poikkeuksellisen suuri. Tätä koros-
taa se, että Itämeri on erittäin matala merialueek-
si, sen keskisyvyys on vain noin 60 metriä. Esimer-
kiksi välittömästi Itämeren ulkopuolella Norjan
edustalla meren syvyys on jopa noin 600 metriä.
Itämeren suhteellisen pieni tilavuus on siis yksi
riskitekijöistä.

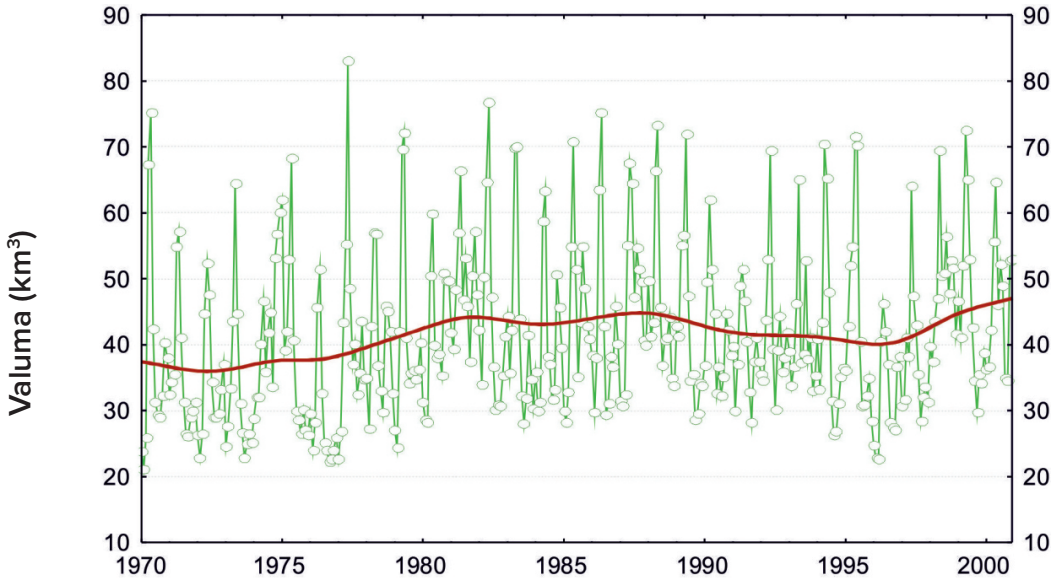
Itämeren rannikon asukasluku on erittäin suu-
ri, valuma-alueen valtioissa asuu noin 85 miljoonaa
ihmistä. Vastaavasti Norjan rannikolla asuu vain
noin kuusi ja puoli miljoonaa. Tässäkin esimerkis-
sä ympäristöä kuormittaa kymmenkertainen mää-
rä tekijöitä.

Itämeren sijainti lounaisten ilmapvirtausten
alueella tuottaa laajalle valuma-alueelle suuren
määrän sadevettä, jonka aiheuttama valuma sekä
ravinteiden ja ympäristöä kuormittavien myrkky-
jen huuhtoutuminen on suurta, mikä puolestaan
aiheuttaa rehevöitymistä ja ympäristön kemikali-
soitumista.

Tanskan salmien mataluus huonontaa veden
vaihtuvuutta ja tekee Itämerestämme valtavan
luonnollisen sakeutusaltaan. Lisävaikutusta ran-
nikoillamme aiheuttaa vielä vuoroveden puute.
Eristyneissä altaissa syntyy luonnostaan kerros-
tuneisuutta, paitsi keskisessä altaassa myös koko
Suomen rikkonaisen rannikon alueella, joten seu-
rausilmiö, sisäinen kuormitus, ei ole yksin avoi-
men Itämeren altaan ongelma.

Valuma selittää paljon, miltei kaiken

Itämeren viimeaikaisia muutoksia lähdettiin tu-
kimaan aikasarjatutkimuksen keinoin Turun yli-
opiston Saaristomeren tutkimuslaitoksessa
1980-luvulla. Ensimmäisiä tutkittuja aikasarjo-
ja olivat Saaristomeren suolapitoisuuden, lämpö-
tilan ja eläinplanktonlajien vaihtelut. Nämä var-
haiset tutkimukset osoittivat suolapitoisuuden
vaihtelun olevan tärkein eläinplanktonyhteisöä
säätävä tekijä. Varhaisten tietokoneohjelmien
vaatimattomat ominaisuudet ja saatavilla olevien
aikasarjojen vähäisyys olivat kuitenkin kehityksen
este. Tutkimus pääsi nopeaan kehitysvauhtiin, kun
tutkijoiden saataville tuli merkittäviä ympäristöai-
kasarjoja, kuten *The North Atlantic Oscillation In-
dex* (NAO), joka kuvaa ilmanpaine-eron vaihtelui-
ta päiväntasaajan ja niin sanotun Islannin matalan



Kuva 1. Itämereen laskevien jokien kokonaisvaluma nousi merkittävästi (Hänninen ja Vuorinen 2011) 1970-luvun alusta ja on siitä lähtien ollut korkealla tasolla. Tapahtuma antoi lähtömerkin monelle merkittävälle ekologiselle muutokselle Itämeren piirissä.

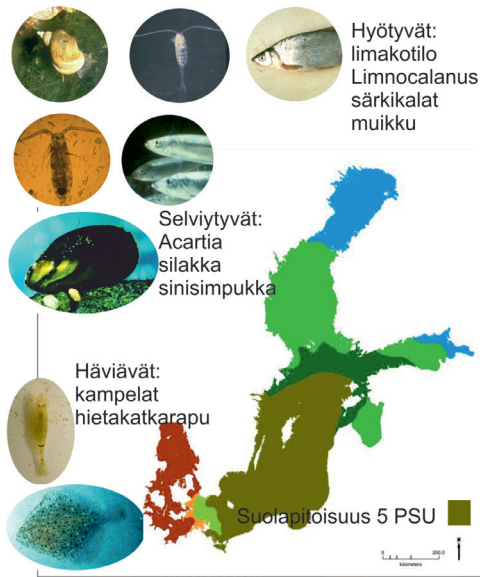
välillä. Indeksillä mahdollisti useiden samanaikaisten merentutkimuksen aikasarjojen yhdistämisen ilmastotekijöiden vaihteluun. Eniten käyttämämme aikasarja-analyysi perustui siirtofunktioiden käyttöön. Pystymme nyt askel askeleelta seuraamaan tapahtumaketjua Pohjoisen Atlantin yllä kulkevista matalapaineista sateisuuteen ja valumaan Itämeren alueella ja kuvaamaan tätä kautta matemaattisesti ravinteiden pitoisuutta Itämeressä, suolapitoisuutta sekä sen vaikutuksia eläinplanktoniin ja kaloihin, muun muassa silakan kasvuun ja ravintoon, sekä koko Itämeren valuman vaikutuksia Pohjanmerelle asti (Hänninen ym. 2016).

Näissä aikasarjoissa havaitaan merkittävä porrasmainen muutos makean veden valuman kasvussa 1970-luvulla. Tämä edelsi Itämeren ekosysteemissä myöhemmin todennettuja merkittäviä muutoksia. Massiiviset sinileväkukinnat ilmestyivät Itämeren pintaosiin hieman myöhemmin ja ensimmäiset sinileväkukinnat todettiin Pohjanlahden puolella 1980-luvun puolivälissä. Sinileväkukinnat ovat sinänsä luonnollinen ilmiö, mutta niiden runsastumisen takana on ravinteiden lisääntynyt kulkeutuminen Itämereen (nykyisin myös yhdistyneenä sisäiseen kuormitukseen ja satunnaisiin suolapulsseihin). Samoihin aikoihin to-

dettiin rakkolevän romahdusmainen väheneminen monilla paikoilla Suomen rannikolla sekä laajemminkin koko Itämeren alueella. Ilmiö yhdistetään nykyisin rehevöitymiseen useilla erilaisilla mekanismeilla, joista valaistun vesikerroksen pienentyminen on yksi merkittävimmistä.

Valuman kasvu on aiheuttanut suolapitoisuuden laskua, joka puolestaan vaikuttaa kaikkien Itämeren lajien, sekä makean veden että merilajien, levinneisyyteen. Ehkä tunnetuin esimerkki suolaisuuden merkityksestä on turskakantojen romahdus 1980-luvun huippuvuosien jälkeen. Toisaalta turskan aiheuttaman saalistuspaineen pieneneminen on lisännyt kilohailin määriä merkittävästi. Alhainen suolapitoisuus on vaikuttanut myös silakan kasvuun suoraan ja epäsuorasti. Tutkimussarja osoitti viimeksi, että Itämereltä Pohjanmerelle valuva vesi lisää Pohjanmeren sillinpoikasten kasvua merkittävästi vuoden viiveellä, jos valuma Tanskan salmista ulos on ollut suurta (Hänninen ym. 2015).

Havaitsemamme muutokset ovat huolestuttavan yhtäpitävien niiden ennusteiden kanssa, joita (BACC 2008, BACC II 2015) asiantuntijat ovat esittäneet ihmisen aiheuttaman ilmastomuutoksen seurauksiksi Itämeren alueella. Tärkeimpiä niistä ovat sateisuuden kasvu (varsinkin talvella),



Kuva 2. Tulevassa Itämeressä suolapitoisuuden lasku aiheuttaa miltei kaikkien eliöiden levinneisyydessä muutoksia. Murtoveden lajimäärä on alhaisimmillaan suolapitoisuudessa, joka on 5–7 tuhannesosaa. Varsinaisen Itämeren koko ulappa-alue tulee olemaan tämän ongelmallisen suolapitoisuuden piirissä. Makean veden lajit lisäävät esiintymisalueitaan (ylärivissä mm. *Limnocalanus*-äyriäinen, joka on Pohjan- ja Riianlahdella silakan tärkeää ravintoa). Monet meriveden lajit tulevat silti selviytymään (keskiosassa murtoveden *Acartia*-äyriäinen sekä silakka ja sinisimpukka), mutta jotkut korkeaa suolapitoisuutta vaativat lajit häviävät Itämereltä kokonaan. Näitä ovat mm. kampelat ja hietakatarapu.

siitä aiheutuvat valuman ja rehevöitymisen kasvut sekä lajien runsauden ja levinneisyyden muutokset (erityisesti on tutkittu merilajien muutoksia). Voidaankin sanoa, että olemme jo nyt nähneet ilmastonmuutoksen seuraukset Itämeressä, vaikka 1970–80-luvuilla todettu makeutuminen on ollut vielä suhteellisen pientä.

Suolapitoisuuden pullonkaulan siirtyminen

Itämeren lajimäärä on pienimmillään suolapitoisuudessa 5–7 tuhannesosaa. Tämä suolapitoisuus vallitsee nykyisin pintavedessä alueella, joka ulottuu Merenkurkusta Gotlannin pohjoispuolelle. Tä-

män suolapitoisuuden alaraja alkaa olla liian korkea makean veden lajeille, kun taas yläraja on liian alhainen merilajeille. Edellä mainittu makean veden valuman lisääntyminen laskee lounaisen Suomen suolapitoisuuksia vuoden 1977 huippuarvoista (jopa 7 tuhannesosaa havaittiin Airistolla) noin kahdella yksiköllä. Tämä vähäiseltä tuntuva lasku aiheutti kuitenkin merkittäviä muutoksia merilajien levinneisyydessä. Aikaisemmin säännöllisesti tavatut kampamaneetti, hietakatarapu ja turska käytännössä katosivat alueelta. Niiden tilanne tuli kyllä muita lajeja, makeanveden (ja rehevöityneen ympäristön) edustajia, kuten kuhaa ja särkikalajoja.

Ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutoksen on tulevaisuudessa ennustettu olevan samaa luokkaa kuin yllä esitetty, jo nyt todettu muutos. Voidaan siis odottaa kehityksen jatkuvan samaan suuntaan. Jos näin tulee käymään, ovat seuraukset hyvinkin dramaattiset, koska vaaravyöhykkeessä ovat tärkeitä merellisen ympäristön muodostajalajit (*founder species*) rakkolevä, meriajokas ja sinisimpukka (Vuorinen ym. 2014). Ennustettu suolapitoisuuden lasku siirtäisi nyt Merenkurkussa olevan suolapitoisuuden Saaristomerelle ja Gotlannin luona olevan vuorostaan Tanskan salmiin.

Mainittujen suomalaisen meriympäristön muodostajalajit, rakkolevä ja sinisimpukka, tarvitsevat noin neljän tuhannesosan suolapitoisuuden, meriajokas jopa viiden tuhannesosan. Edellä mainitut lajit esiintyisivät tulevaisuudessa siis aivan Saaristomeren etelälaudalla, mutta meriajokas häviäisi lajistostamme kokonaan. Merkittäväksi asian tekee se, että näiden lajien muodostamissa yhteisöissä elävät Itämeren tärkeimmät muut lajit, kuten monet äyriäiset ja nilviäiset, sekä muut selkärangattomat eläimet, jotka muodostavat Itämeren ravintoverkon perustan. Siten ennustettu muutos tarkoittaisi kokonaisen ekosysteemin perustekijöiden romahtamisen rannikkovesissämme. Häviävän merellisen yhteisön tilalle mahdollisesti muodostuvaa makeamman veden yhteisöä on tutkittu vähemmän, mutta ajatusmallina voimme käyttää vaikkapa Pohjanlahden nykyisiä lajistoja ja niiden muodostamaa ekosysteemiä. Esimerkiksi eteläisemmässä Itämeressä Riianlahden eliöstön odotetaan laajentavan esiintymisalueitaan varsinaiselle Itämerelle.

Itämeren ekosysteemissä on paljon tuntemattomia tekijöitä
Edellä mainittujen todennäköisten muutosten lisäksi Itämereen tulee vaikuttamaan globaali merenpinnan nousu, eri arvioiden mukaan se tulisi olemaan metrin luokkaa. Tämän vaikutusta Itämeren ja Pohjanmeren vedenvaihtoon sekä

esimerkiksi kerrostuneisuuteen ja happipitoisuuteen on tutkittu hyvin vähän. Suomalaisia kiinnostaa se, että maanpinnan nousu tulee olemaan samaa luokkaa, joten ensi kädessä muutokset meillä näyttäivät vähäisiltä. Itämeren eteläosassa tilanne on toinen, koska siellä maa ei ole nousussa, vaan päinvastoin laskee hieman. On nähtävissä että satunnaiset korkean veden kaudet tulevat vaikuttamaan kuitenkin myös meidän rannikkokaupungeissamme, joten meriveden tulasuojelu tulee olemaan merkittävä yhteiskunnallinen asia tulevaisuudessa koko Itämeren alueen rantakaupungeissa. Asia saa lisäpainoa siitä, että on havaittu merkkejä mantereiden päällä olevien suurten jäätiköiden sulamisesta aikaisemmin luultua nopeammin. Jos tämä toteutuu, Itämeren merenpinta voi nousta jopa viisi metriä, jolloin olemme jälleen tilanteessa, jossa kivikauden ihminen joutui siirtymään nousevan meriveden tieltä.

Tähän asti tietomme antavat olettaa, ettei paljon puhuttu lämpötilan nousu ole ensisijainen kriittinen tekijä tulevan ilmastomuutoksen seurausten joukossa. Kasvit ja eläimet, ihminen mukana, ovat hyvinkin sopeutuneita jopa kymmenien asteiden nopeisiin lämpötilamuutoksiin. Uskon, että muut, epäsuoremmat tekijät, tulevat osoittautumaan yllätyksellisen merkittäviksi ihmiskunnan sopeutuessa ja lopulta toivottavasti torjuessa tähän asti mittavinta itse aiheutettua

Jos tämä toteutuu, Itämeren merenpinta voi nousta jopa viisi metriä, jolloin olemme jälleen tilanteessa, jossa kivikauden ihminen joutui siirtymään nousevan meriveden tieltä.

ympäristön epäedullista muutosta. Näitä tekijöitä ovat meriveden tulviminen, tuulisuuden kasvu, rannikkoalueiden suolapitoisuuden muutokset, ravintoeläinten lisääntymis- ja kasvuhäiriöt, tulokaslajit ja uudet sairaudet.

Viitteet

- BACC 2008. Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Regional Climate Studies. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- BACC 2 2015. Baltic Assessment of Climate Change. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Regional Climate Studies. Springer International Publishing.
- Hänninen J. ja Vuorinen I. 2011. Time-Varying Parameter Analysis of the Baltic Sea Freshwater Runoffs. *Environmental Modeling and Assessment* 16, 53–60. doi: 10.1007/s10666-010-9231-5.
- Hänninen J., Vuorinen I., Rajasilta M. ja Reid P. C. 2015. Response of the Baltic and North Seas to river runoff from the Baltic watershed – Physical and biological changes. *Progress in Oceanography* 138:91–104. doi:10.1016/j.pocean.2015.09.001.
- Hänninen J. ja Vuorinen I. 2015. Riverine tot-P loading and seawater concentrations in the Baltic Sea during the 1970s to 2000 – Transfer function modeling based on the total runoff. *Environmental Monitoring and Assessment*. doi:10.1007/s10661-015-4538-y
- Leppäranta, M. ja Myrberg, K. 2009. *Physical Oceanography of the Baltic Sea*. Springer-Verlag.
- Rosentau A., Muru M., Kriiska A., Subetto D., Vassiljev J., Hang, T., Gerasimov D., Nordqvist K., Ludikova A., Löugas L., Raig H., Kihno K., Aunap R., Letyka N. 2013. Stone Age settlement and Holocene shore displacement in the Narva-Luga Klint Bay area, eastern Gulf of Finland. *Boreas* 42(4):912–931.
- Vuorinen I., Hänninen J., Rajasilta M., Laine P., Eklund J., Montesi-Pouzols F., Corona F., Junker K., Meier M. H. E. ja Dippner J. W. 2014. Scenario simulations for future salinity and ecological consequences in the Baltic Sea and adjacent North-Sea areas-implications for environmental monitoring. *Ecol. Indic.* 50:196–205, doi.org/10-1016/j.ecolind.2014.10.019.

Kirjoittaja on Turun yliopiston Saaristomeren tutkimuslaitoksen professori (emeritus). Artikkelin perustuu Tieteen päivillä 14.1.2017 pidettyyn esitelmään.