

Maankohoaminen, globaalit merenpinnan korkeusmuutokset ja Suomen rantaviiva eri aikoina

Suomen Valtakunnallinen Korkeuspäivä

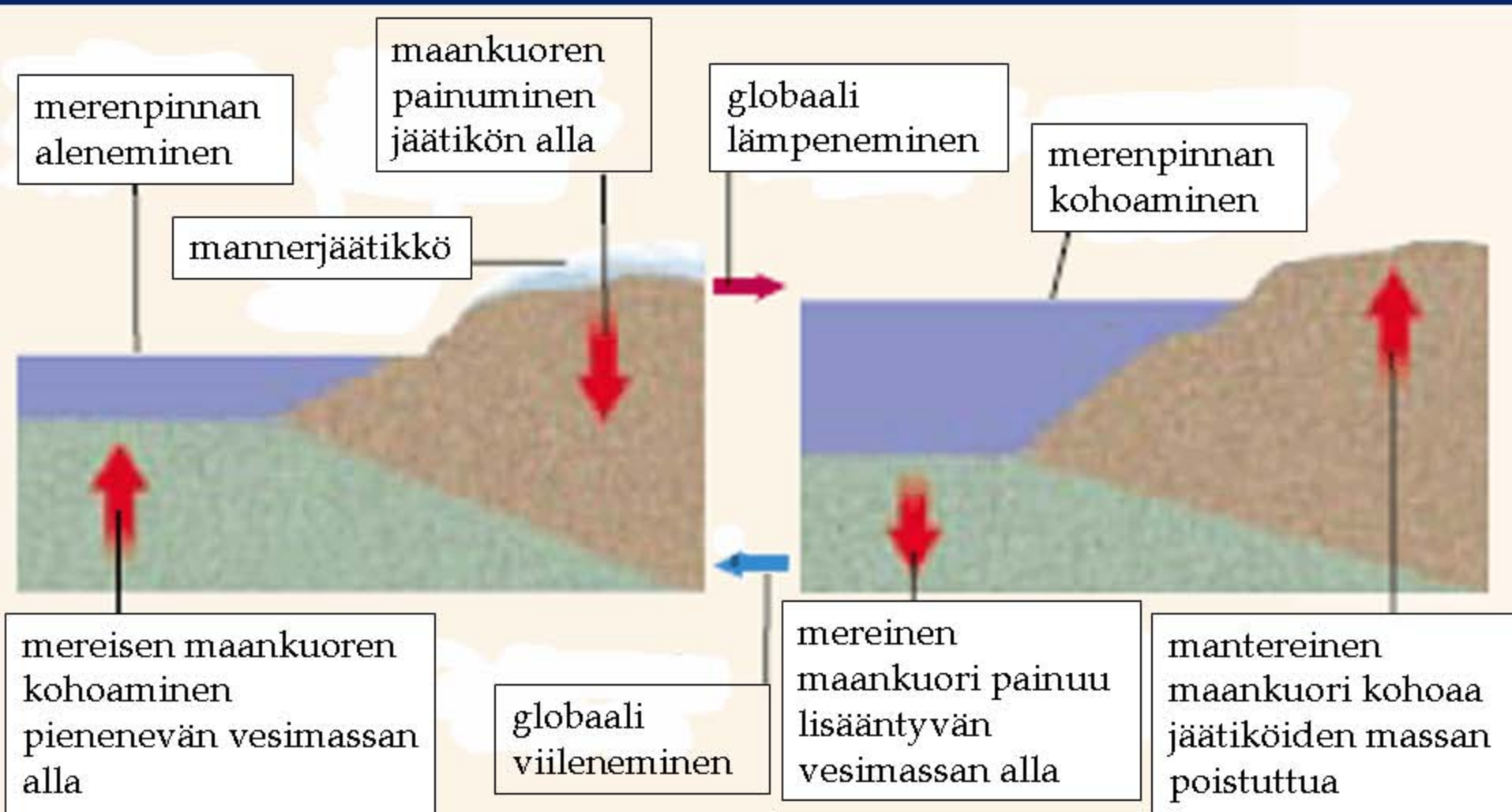
6.11. 2006

Jari-Pekka Mäkiaho

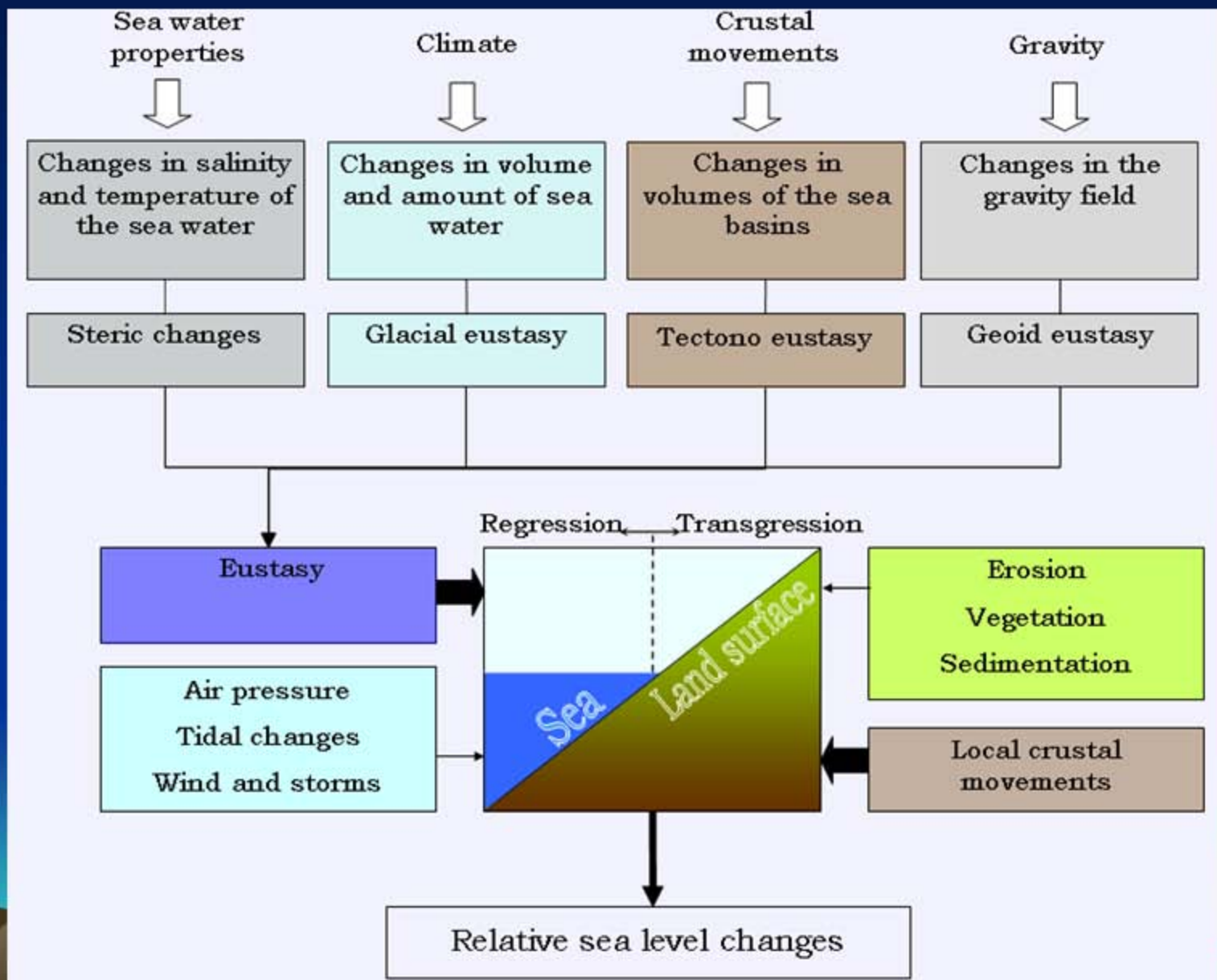
Helsingin yliopisto, maantieteen laitos



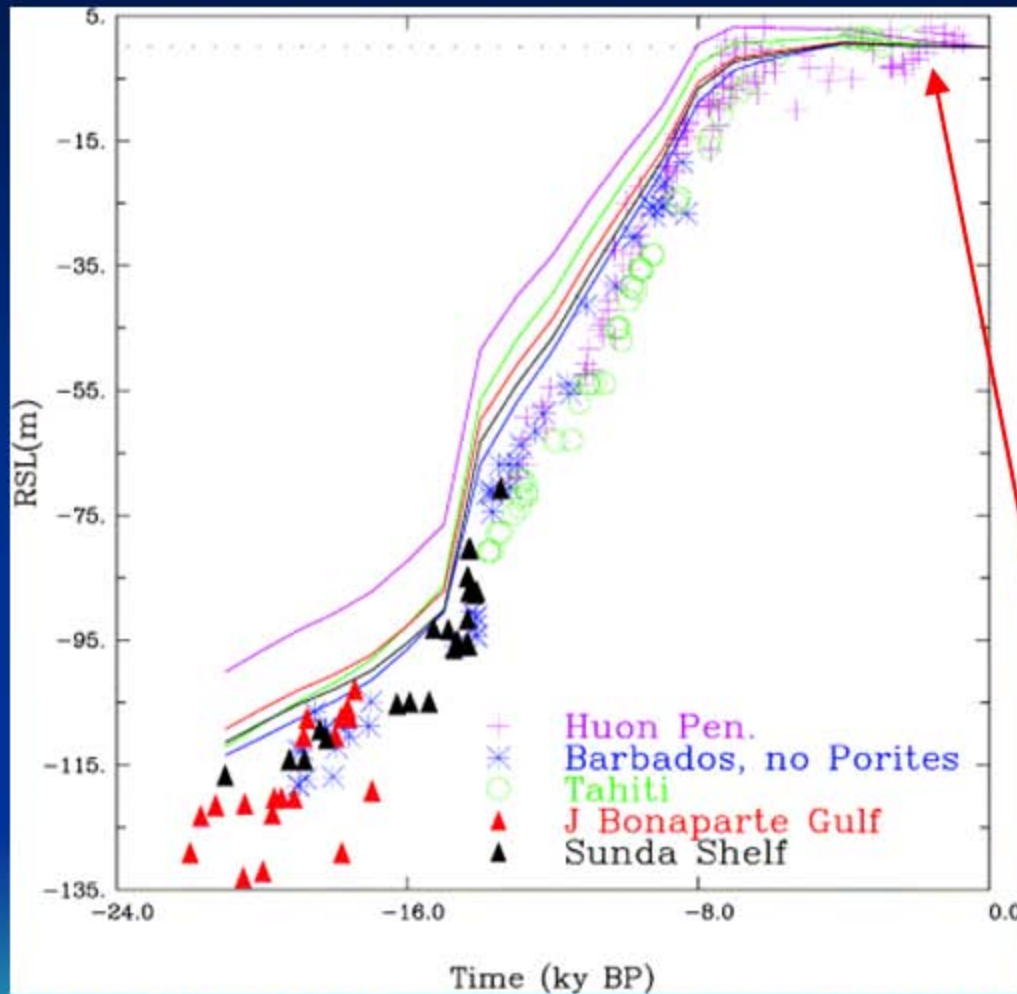
Globaalit prosessit luovat taustan paikallisesti havaittaville ilmiöille



Havaittavaan rannansiirtymiseen vaikuttavat tekijät



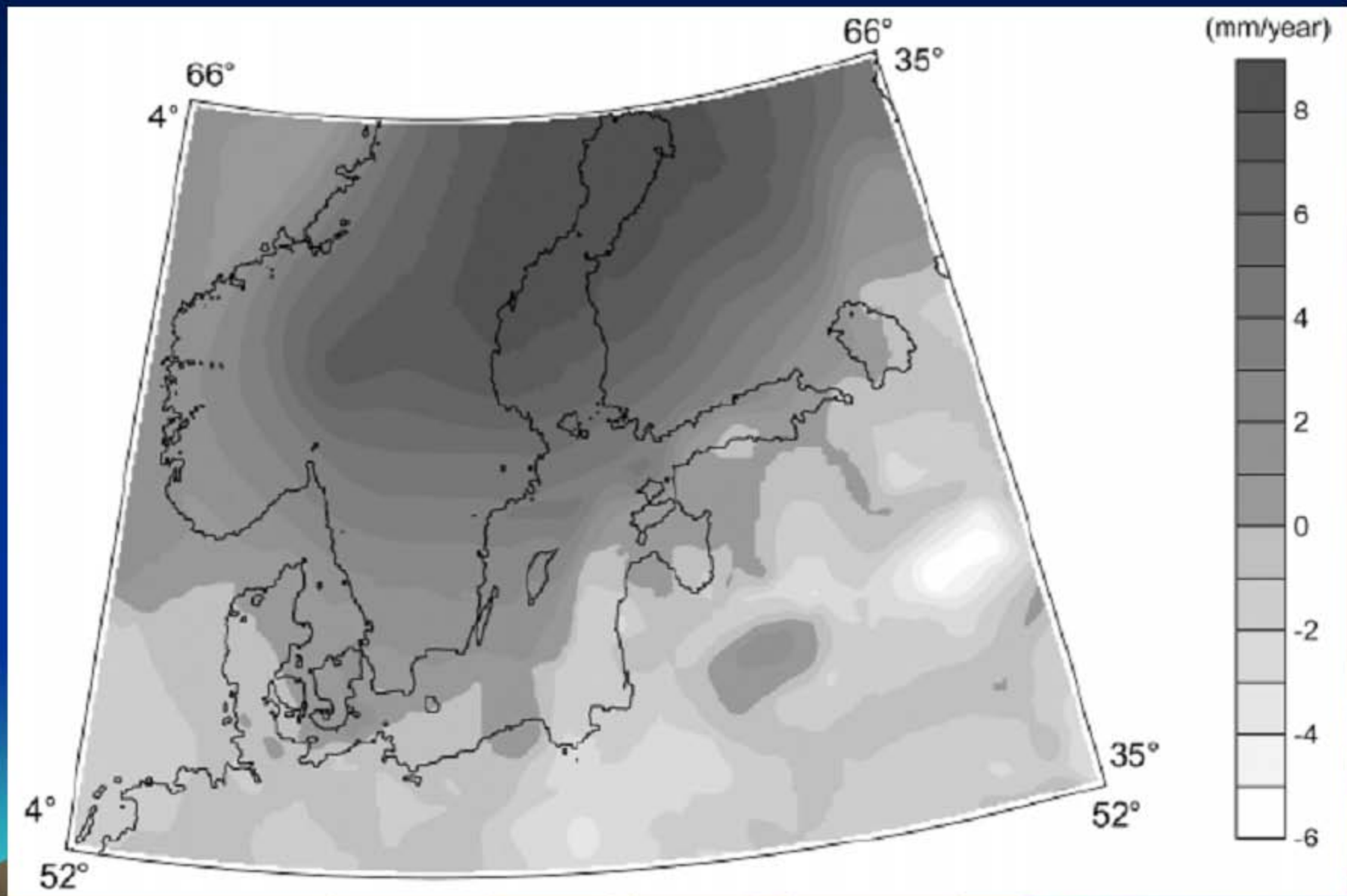
Eustaattiset muutokset



Peltier, WR (2002) *Quaternary Science Reviews* 21:1, Fig 6.

- Korallimittauksiin perustuva käyrä merenpinnan korkeusmuutoksista viimeisen 24 000 vuoden ajalta
- Valtamerien pinta on kohonnut noin 120 metriä jääkausiminimin jälkeen
- Nopeimmat muutokset deglasiaation aikana ja heti sen jälkeen.
 - Sulavat jäätiköt
 - Lämpölaajeneva merivesi
- Huom! Viimeisten vuosituhansien laskeva trendi holoseenin lämpömaksimin jälkeen

Maankuoren liikkeet



Viimeaikaiset maankuoren liikkeet (Garetsky ym 2001)

Suomen karttakuvan kehitys

- Suomi paljastui mannerjään alta 13 000-9500 vuotta sitten
- Jo ennen jään alta paljastumista alkanut maankohoaminen jatkuu edelleen
- Valtamerien pinta kohosi rajusti jääkauden lopulla, mutta merkittävä nousu lakkasi jo noin 8000 vuotta sitten

→ Suomen karttakuva on muuttunut jatkuvasti ja tulee muuttumaan jatkossakin



Suomi paljastuu mannerjään alta

Finland and the Baltic Ice Lake, ca. 10,300 BP

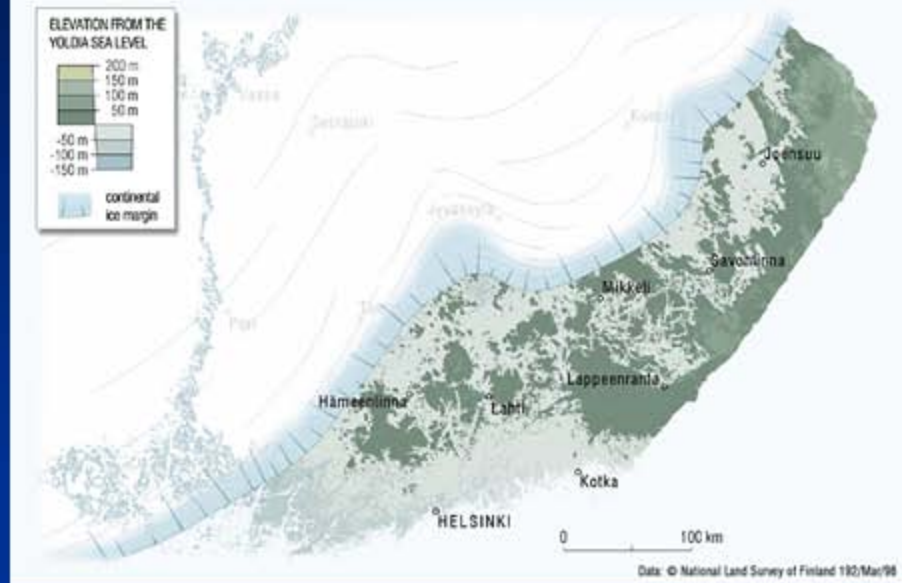


Ensimmäiset maa-alueet paljastuvat mannerjään alta.

Itämeren altaan vedenpinta 25-28 metriä valtamerenpintaa korkeammalla

Tikkanen & Oksanen (2002) *Fennia* 180: Fig 1.

Finland and the Yoldia Sea, ca. 10,000 BP



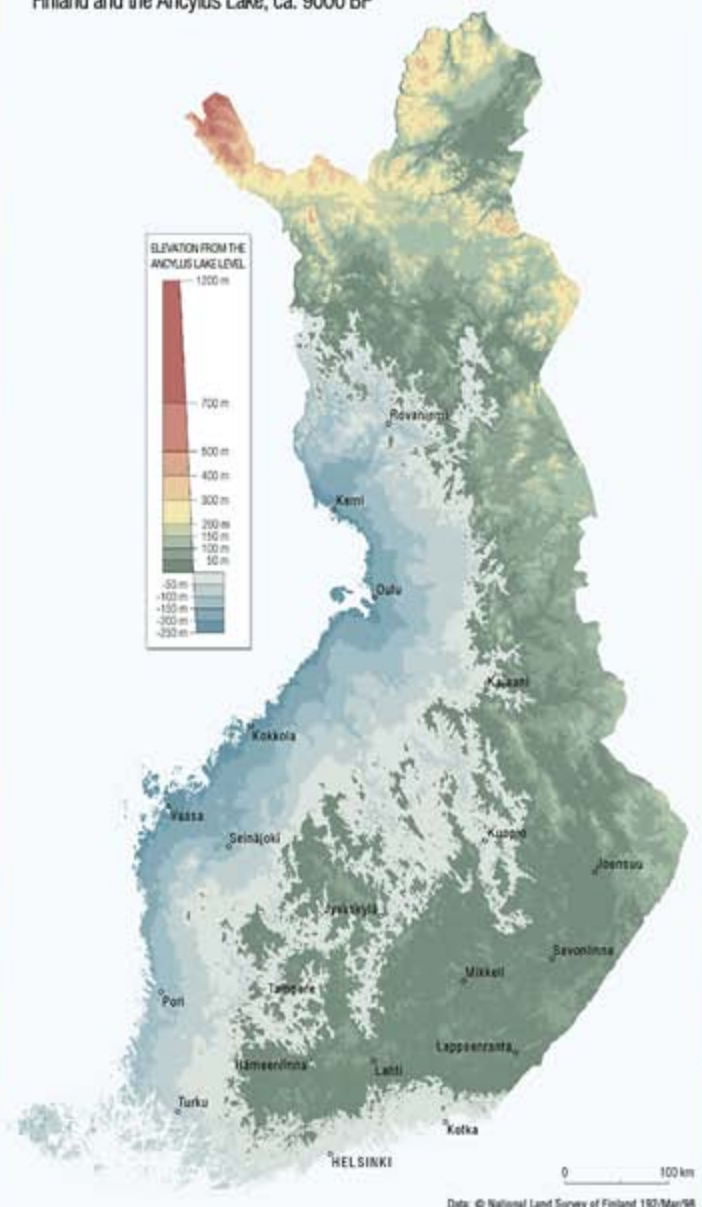
Tilanne joitakin satoja vuosia myöhemmin.

Itämeren vedet valtamerenpinnan tasossa Billingenin portin avauduttua

Tikkanen & Oksanen 2002 *Fennia* 180: Fig 2

Rantaviiva jään vetäydyttyä Suomesta

Finland and the Ancylus Lake, ca. 9000 BP



Noin 9000 radiohiilivuotta sitten koko Suomi on jo jäältä vapaa.

Itämeren vedenpinta kohoaa valtamerenpinnan yläpuolelle maan kohotessa Keski-Ruotsissa.

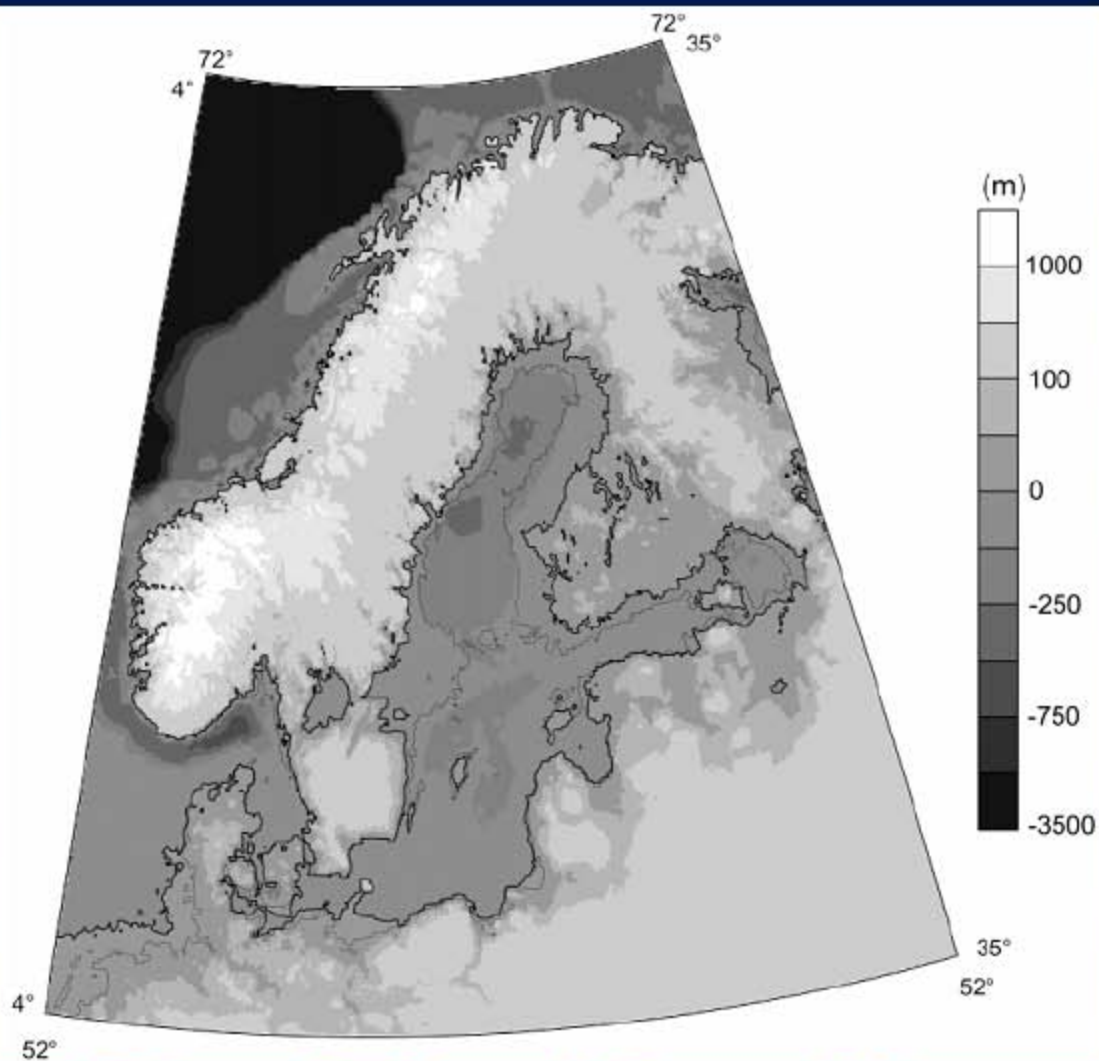
Itämeren altaaseen patoutuu Ancylusjärvi

Maa kohoaa erittäin nopeasti

- Aikavälillä 9000-7000 BP pohjanmaan alueilla yli 100 metrin maankohoaminen (Ristaniemi ym. 1997 *Journal of Coastal Research* 13:2, 397-406)

Kuva: Tikkanen & Oksanen 2002 *Fennia* 180: Fig 3

Itämerenpiiri 8000 Before Present



Itämeren laajuus ja Suomen rantaviiva 8000 BP. Itämerellä on valtameriyhteys Tanskan salmien kautta (Dana-joki). Keski-Ruotsin Närken salmet kohoavat ja jäävät kuiville.

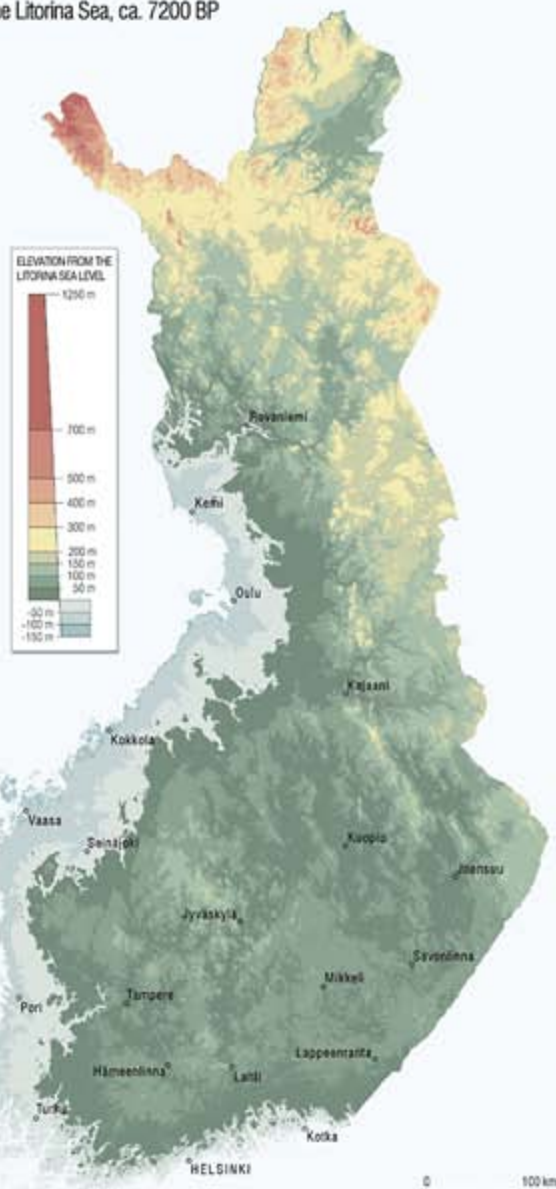
Tämän vaiheen jälkeen Suomen rantaviivaan vaikuttavat merkittävästi enää maankohoaminen ja eustaattisen merenpinnan liikkeet.

Huomattavasti pienemmät roolit on eroosiolla, sedimentaatiolla ja kasvittumisella. (ja myöhemmin ihmisellä)

Kuva: Meyer & Harff (2005) *Journal of Coastal Research* 21:3, 598-609.

Suomen rantaviiva 7200 BP

Finland and the Litorina Sea, ca. 7200 BP



Suomen rantaviiva 7200 BP.

Nopea valtameren pinnannousu ylittää maankohoamisen Etelä- ja Kaakkois-Suomessa. (Eronen 1974. *Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Physico-Mathematicae* 44:4)

Pohjanmaalla maankohoaminen on voimakkaampi myös tässä vaiheessa (Ristaniemi ym. 1997 *Journal of Coastal Research* 13:2, 397-406)

Kuva: Tikkanen & Oksanen 2002 *Fennia* 180: Fig 4

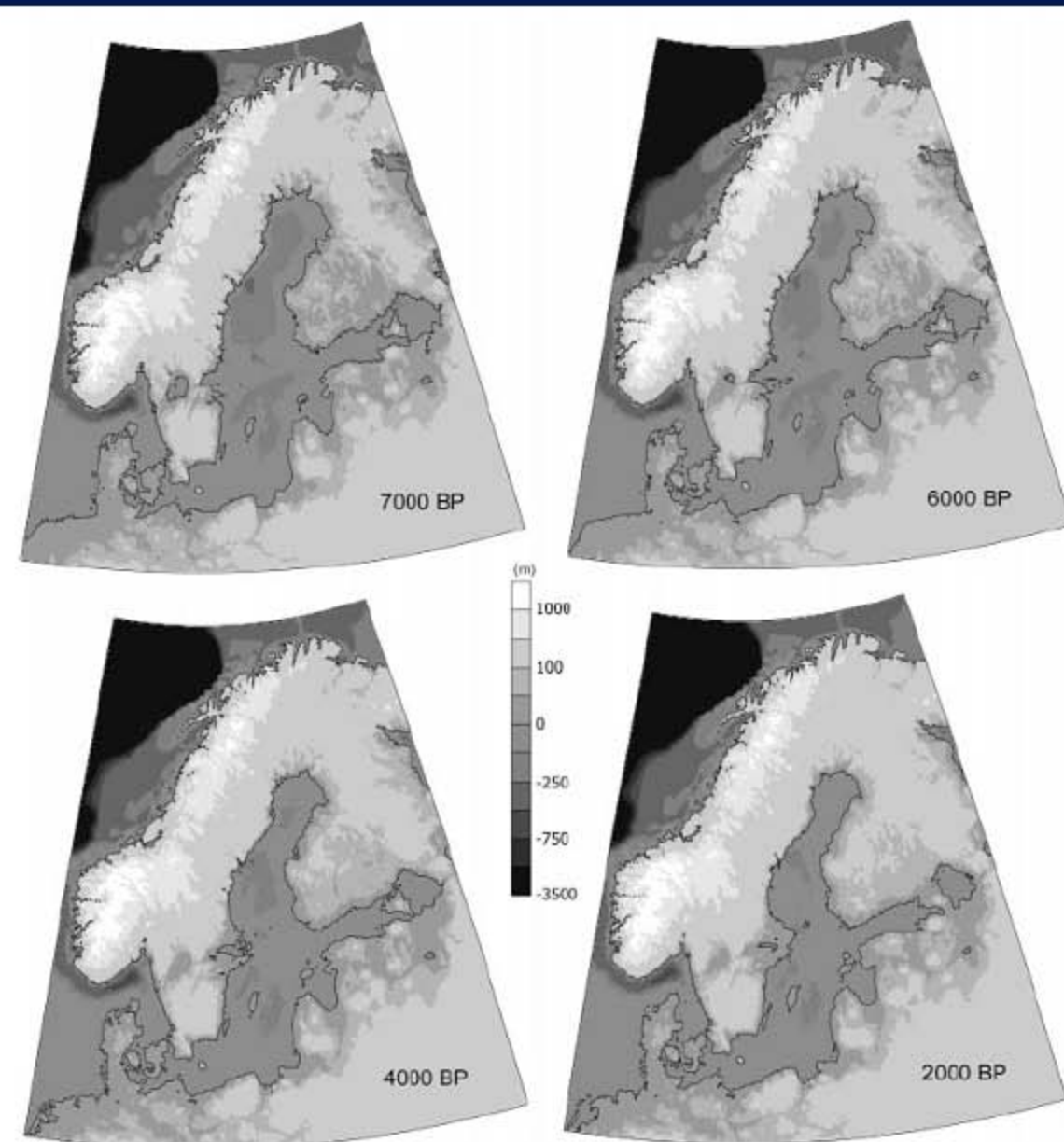
Itämeren rantaviivan kehitystä

Itämeren rantaviivan regressiivistä kehitystä jäärivaiheiden jälkeen

Prosessia dominoi tasaisesti hidastuva maankohoaminen

Holoseenin ilmasto-optimin (n 8000 BP) jälkeen valtamerien laskee, kun merivesi jäähtyy (max. 6 metrin lasku)

Kuva (Meyer & Harff 2005)
Journal of Coastal Research 21:3,
598-609.



Tulevaisuuden muutokset?

Mallintamisen lähtökohta:

"The prediction of future shoreline displacement is based on the famous dictum of Charles Lyell (1875, cit. Korhola 1989): "The present is the key to the past" and its corollary "The present is the key to the future". The assumption is that the local crustal movements and eustatic changes will continue the same patterns and trends that they have followed during the Holocene."

(Mäkiahho 2005) Development of Shoreline and Topography in the Olkiluoto Area, Western Finland, 2000 BP – 8000 AP. *Posiva Working Report 2005-70: 10.*



Rantaviivan siirtyminen Suomen länsirannikolla

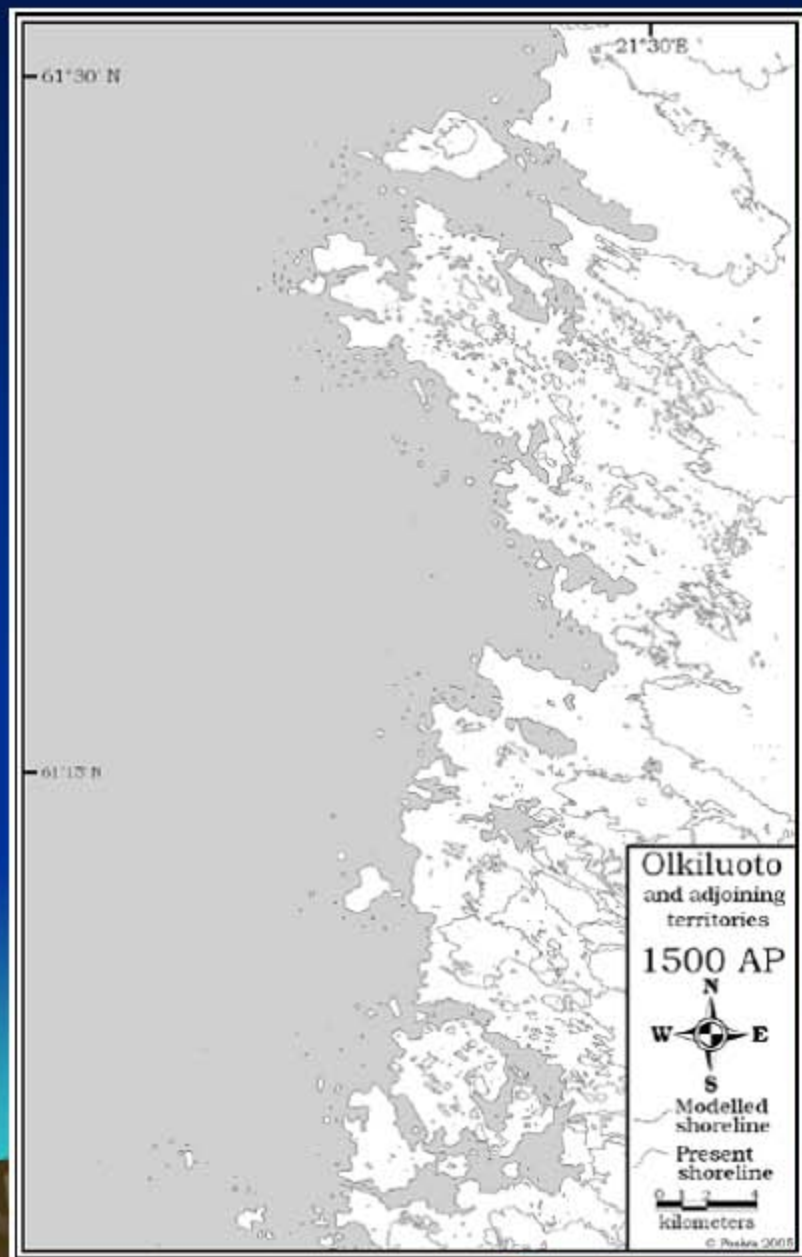
Oletukset:

- Maankuoren jääkauden jälkeinen palautuminen jatkuu hitaasti vaimentuen vielä noin 10000 vuotta
- Valtamerenpinta kohoaa globaalin lämpenemisen seurauksena ~90 cm

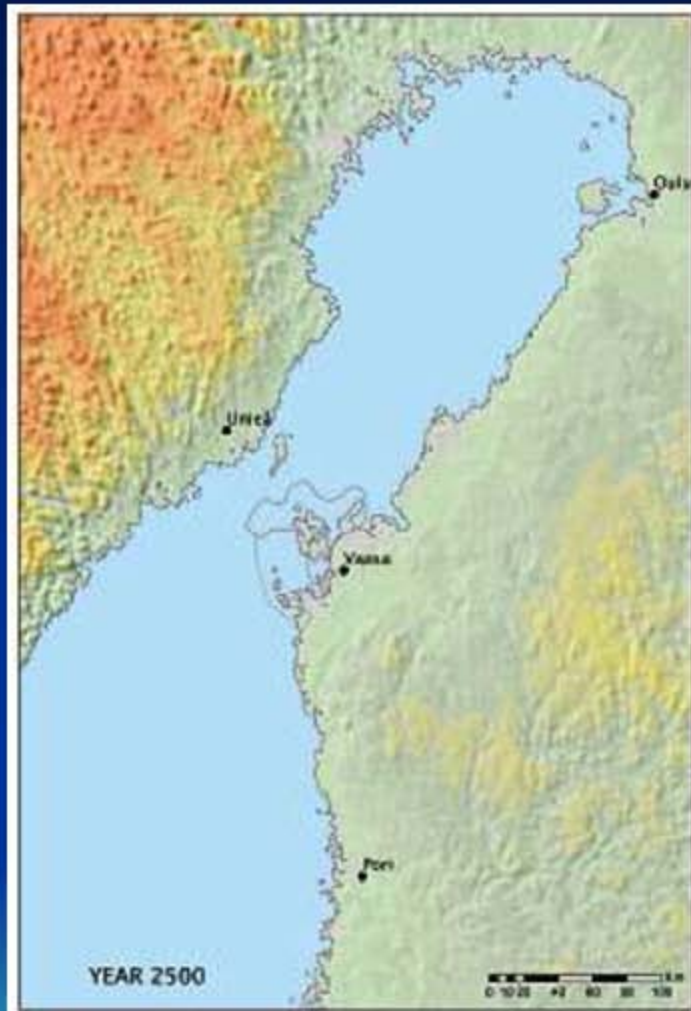
Seuraukset seuraavan 1500 vuoden aikana:

- Suhteellinen merenpinnan lasku 8,9 m
- Runsaasti uutta maata paljastuu veden alta
- Rantaviiva siirtyy useita kilometrejä merelle päin

Rauman-Porin saaristo 1500 AP (~vuonna 3500).
Mäkiäho 2005 *Posiva working report 2005-70*: Fig 26.



Perämeren kehitys seuraavina vuosituhansina



Breilin ym. (2005). *Geological Survey of Finland, Special Paper 40*, 97–111

Pitkän aikavälin ennusteita

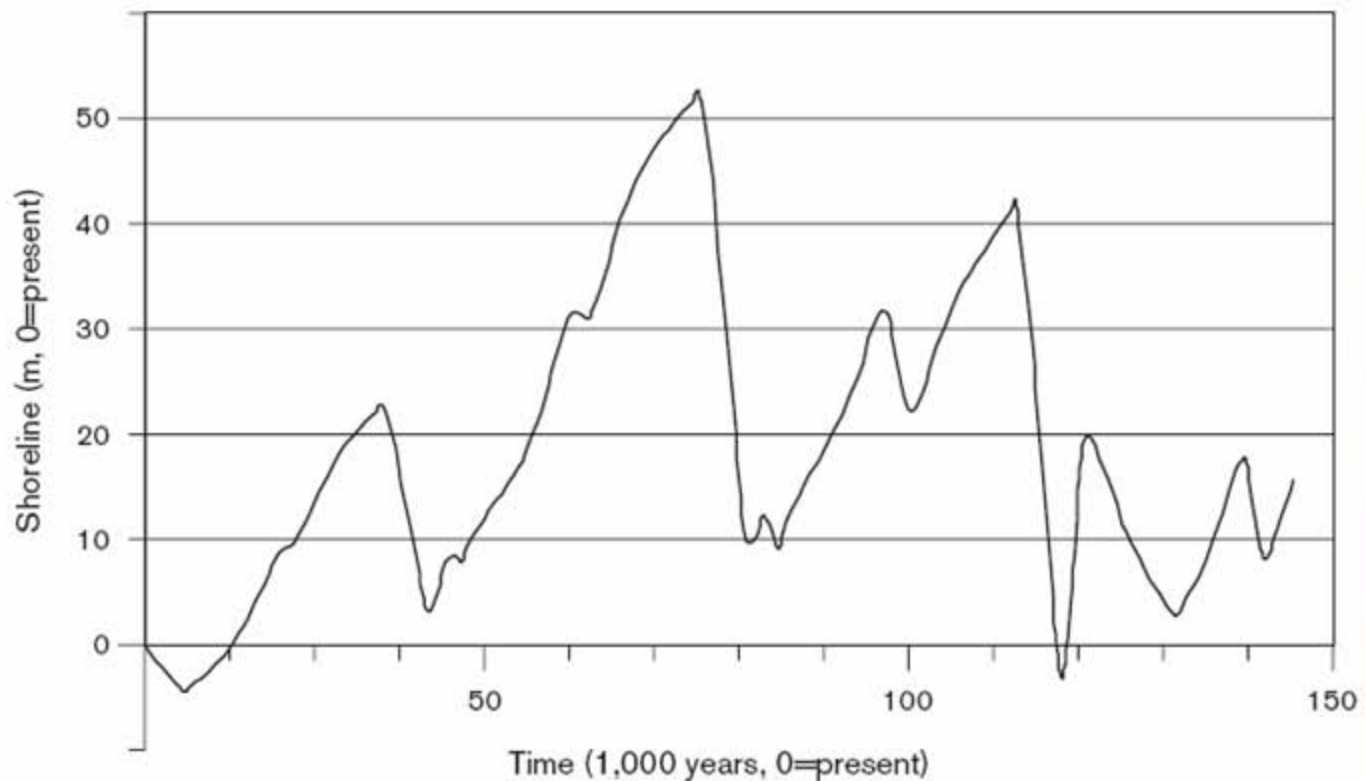
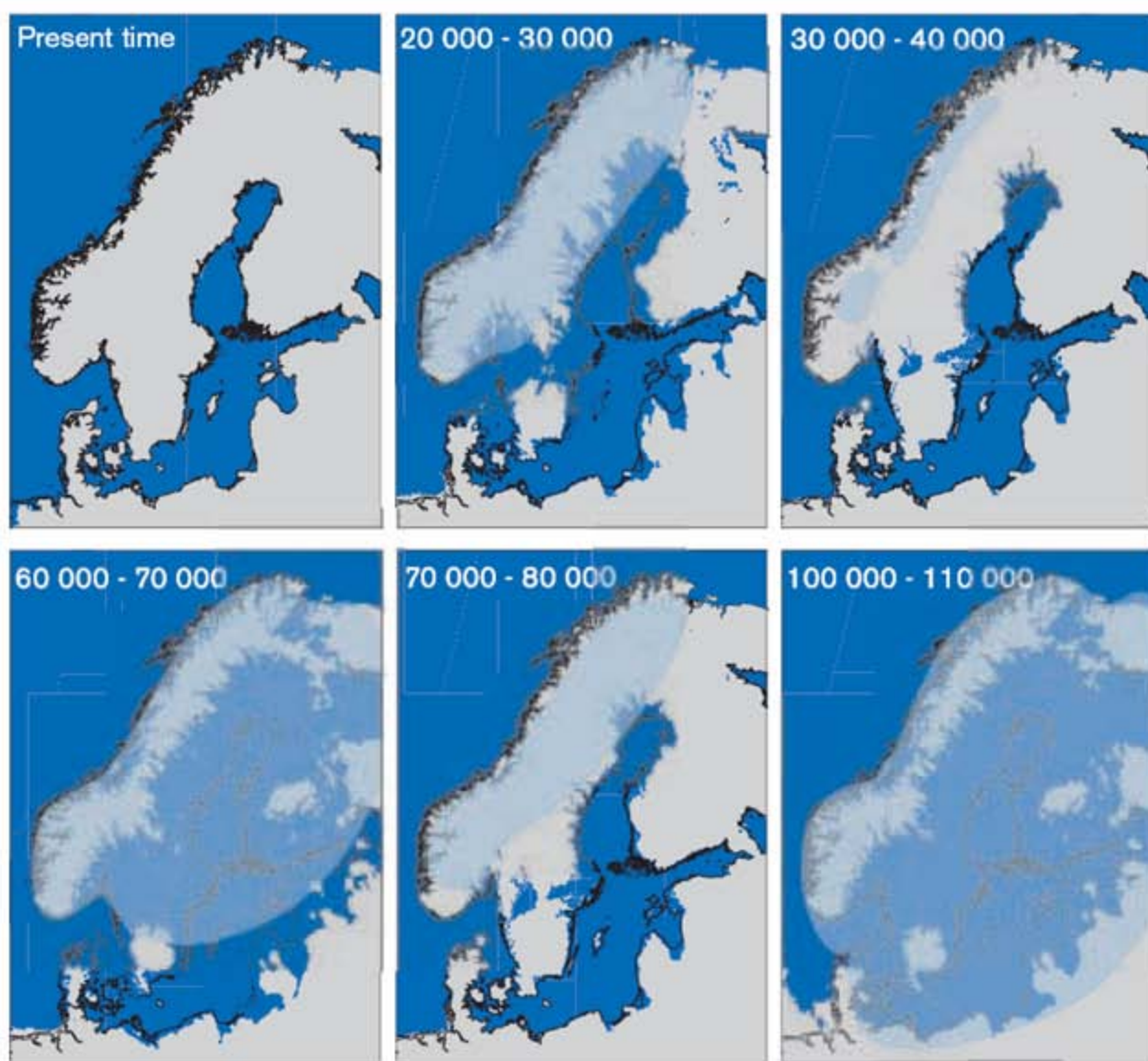


Figure 4-15. Scenario of future shore level displacement at Öresund

Fennoskandian alueen rantaviivan kehitysennuste seuraaville 150 000 vuodelle. Morén & Pässe (2001). SKB Technical Report TR-01-19

Pitkän aikavälin ennusteet



Karttakuva muutokset edelliseen käyrään perustuen

Morén & Pässe (2001). SKB
Technical Report TR-01-19

Figure 4-17. Shore level and ice sheet extension during the warm and cold peaks of the scenario for the next 150 000 years.

Yhteenveto

- Kautta maapallon historian jatkuneet topografiaa muokkaavat prosessit jatkavat kulkuaan tulevaisuudessakin
 - Dynaaminen maankuori joustaa ja palautuu (viiveellä) vaihtuvan kuormituksen alla
 - Valtamerialtaissa olevan veden määrä ja laajuus (tiheys) vaihtelevat ilmasto-olojen mukaisesti
 - Mannerliikunnot muuttavat merialtaiden tilavuuksia ja aiheuttavat osaltaan maankuoren liikkeitä
- Topografia, merenpinnan korkeus ja rantaviivan sijainti tulevat muuttumaan jatkossakin



Siteerattu kirjallisuus

- Breilin O, Kotilainen A, Nenonen K & M Räsänen (2005). The unique moraine morphology, stratotypes and ongoing geological processes at the kvarken archipelago on the land uplift area in the western coast of Finland. *Geological Society of Finland, Special Paper 40*, 97-111. [[pdf](#)]
- Eronen M (1974). The history of the Litorina Sea and associated holocene events. *Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Physico-Mathematicae* 44:4, 79-195.
- Garetsky RG, Ludwig AO, Schwab G & W Stackebrandt (2001;toim.) : Neogeodynamics of the Baltic Sea Depression and Adjacent Areas. *Results of IGCP project 346, Brandenburger Geowissenschaftliche Beiträge*. 1, 1-48.
- Korhola A (1989). Uniformitarismi - geotieteiden aatteellinen helmi vai vaarallinen doktriini? *Terra* 101:1, 2-18.
- Lyell C (1875). *Principles of geology; or, The modern changes of the earth and its inhabitants considered as illustrative of geology*. 12. painos. 652s. John Murray. London.
- Meyer J & J Harff (2005). Modelling Palaeo Coastline Changes of the Baltic Sea. *Journal of Coastal Research* 21:3, 598-609- [[doi](#)]
- Morén L & T Pässe (2001). Climate and shoreline in Sweden during Weichsel and the next 150,000 years. *SKB Technical report TR-19-01*, 1-67. [[pdf](#)]
- Mäkiaho JP (2005). Development of shoreline and topography in the Olkiluoto area, western Finland, 2000 BP – 8000 AP. *Posiva working report 2005-70*, 47 s. [[pdf](#)]
- Peltier WR (2002). On eustatic sea level history: last glacial maximum to Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 21:1–3, 377-396. [[doi](#)]
- Ristaniemi O, Eronen M, Glückert G, & P Rantala (1997). Holocene and Recent shoreline changes on the rapidly uplifting coast of western Finland. *Journal of Coastal Research* 13:2, 397-406.
- Tikkanen M & J Oksanen (2002). Late Weichselian and Holocene shore displacement history of the Baltic Sea in Finland. *Fennia* 180: 1-2, 9-20. [[html](#)]