



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond



Eesti tuleviku heaks



TTÜ 1918



Preventiivsed meetodid rannikukeskkonna kaitseks

Bert Viikmäe

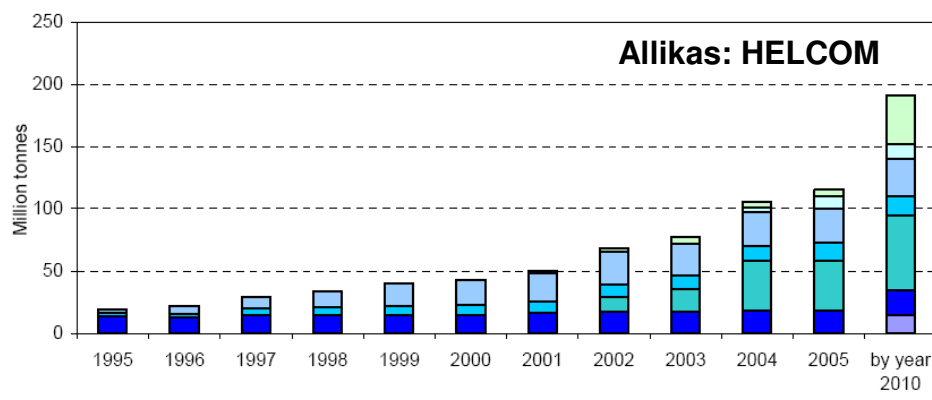
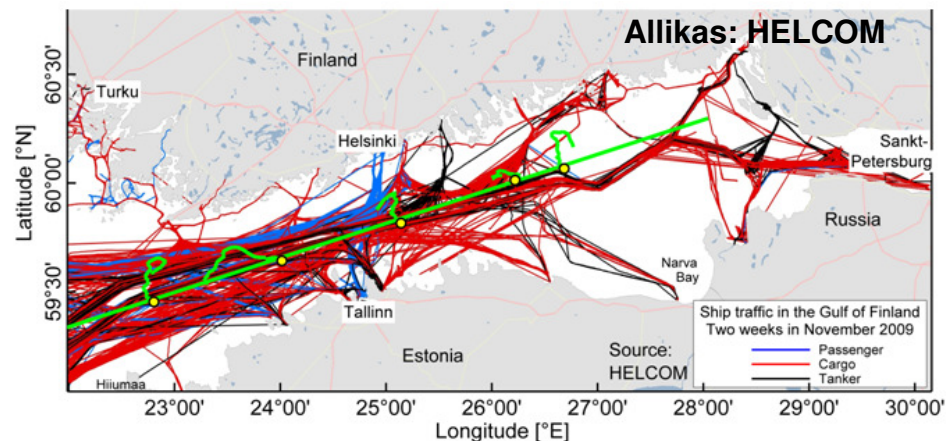
Merereostus – oht rannikule

Läänemeri - üks tihedamini laevatataav
(15% maailma meretranspordist)
mereala maailmas

Võimalikud reostuse liigid :

- (i) õlireostus
- (ii) ohtlikud kemikaalid
põhjasetete hulgas
- (iii) võõrliigid
- (iv) õhusaaste

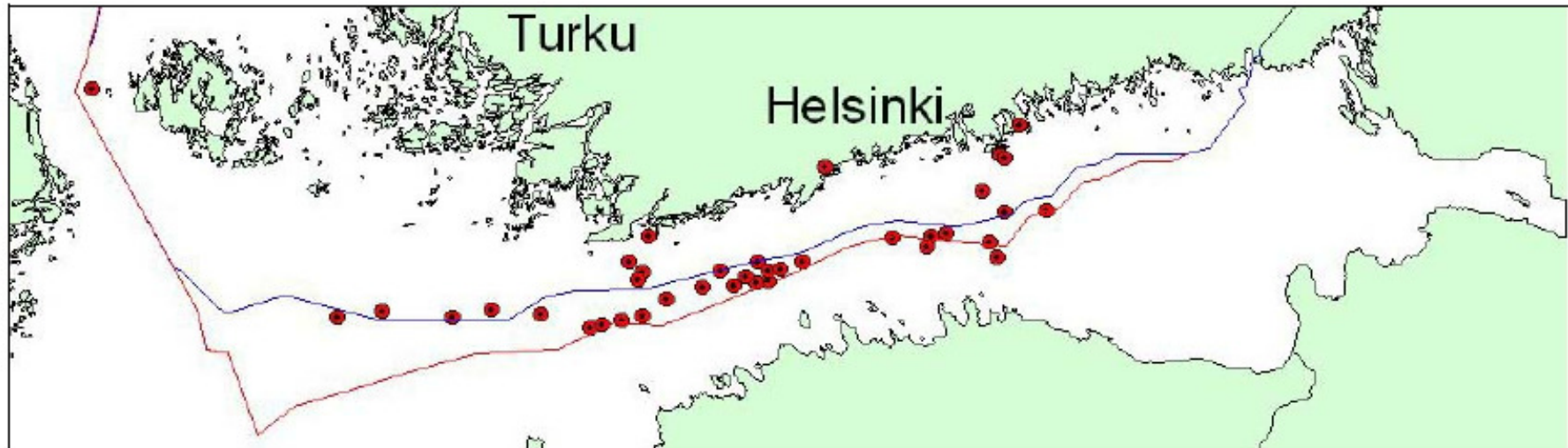
Rannikualad eriti tundlikud!



Eesmärk

Luaa uudne, väikese rakendamise maksumusega preventiivne keskkonnakaitse tehnoloogia :

- optimaalsete laevateede kujundamiseks
- keskkonnasõbralike ankrupaikade määratlemiseks
- olulise väljundiga merealade ruumilise planeerimise ülesannete lahendamiseks



ALLIKAS: SYKE (Soome Keskkonnainstituut), Heli Haapasaari ja Soome rannavalve

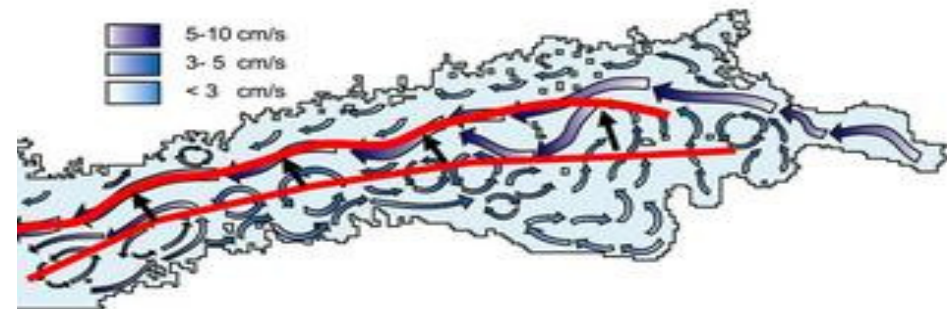
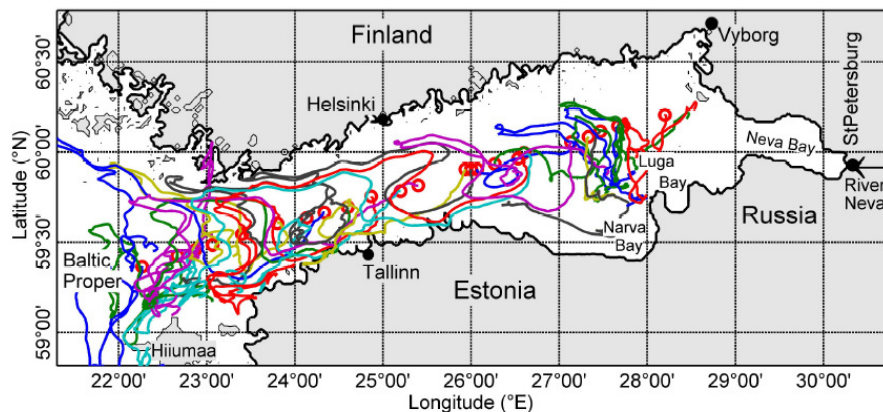
Lahendus

Hoovustranspordi pöördülesande lahendamisel leitakse merealad, kust soovimatute osakeste (õlireostuse, ohtlike kemikaalide vms) randa kandumine on:

- (i) **madalama** tõenäosusega
- (ii) **pikema** ajaga

Eelnevalt leitud merealade põhjal leitakse **optimaalsed** laevateed

- Laevaliikluse suunamine Eesti saartest kaugemale
- Soome lahes nõnda, et tekkiv reostus püsiks võimalikult kaua Soome lahe avaosas või kanduks lahest üldse välja



ALLIKAS: Dr. Oleg Andrejev, BalticWay projekt

Sammud kontseptsiooni suunas

- (i) Rannikuala (ohutsooni) määratlemine
- (ii) Reostusriski jagamine põhja- ja lõunaranniku vahel
- (iii) Rannikutabamuste tõenäosuste kaart
- (iv) Rannikutabamuste ajakaart
- (v) Optimaalsed laevateed ja “turvalised koridorid”
- (vi) Seosed ohtlike rannikualade ja ohtlike laevatee osade vahel

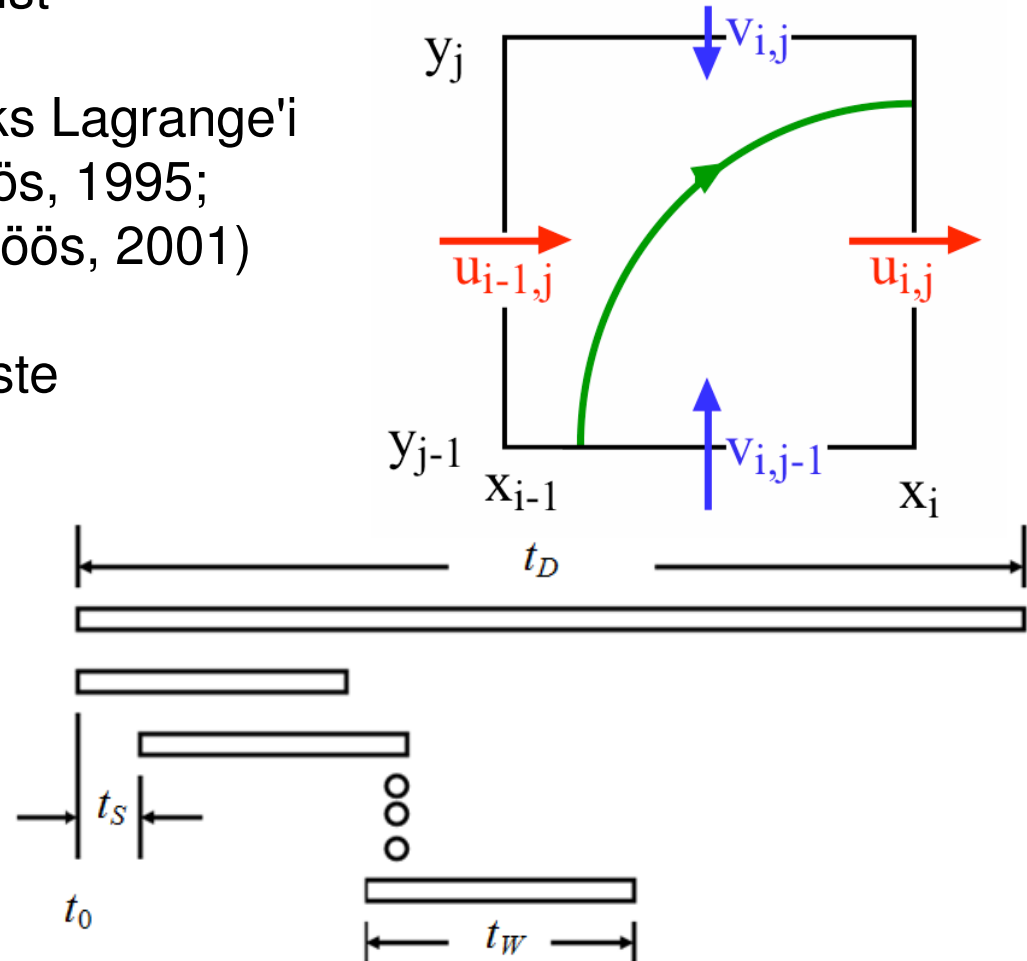
Mudel ja andmestik

Tsirkulatsioonandmestik pärineb 2 meremiilise lahutusvõimega **RCO** (Rossby Centre Ocean) mudelist

Tsirkulatsioonandmestik on sisendiks Lagrange'i osakeste mudelile **TRACMASS** (Döös, 1995; Blanke ja Raynaud, 1997; Vries ja Döös, 2001)

Statistiliselt usaldusväärsete tulemuste arvutamiseks:

- moodustavad arvutused pikema ajaintervalli $t_D = 1987$
- koosneb võrdväärse pikkusega ajaakendest $t_W = 20$
- omavahel eraldatud võrdväärse sammuga $t_S = 5$



Arvutuste alguskuupäevad: 1, 6, 11, 16, 21 ja 26 (igas kuus 6 ajaakent)
Arvutuste koguperiood 1982 – 2001, ajaaknaid kokku 1440

Ohutsooni määramine (I)

Ohutsoon laiusega 2 meremiili (~3.7 km)

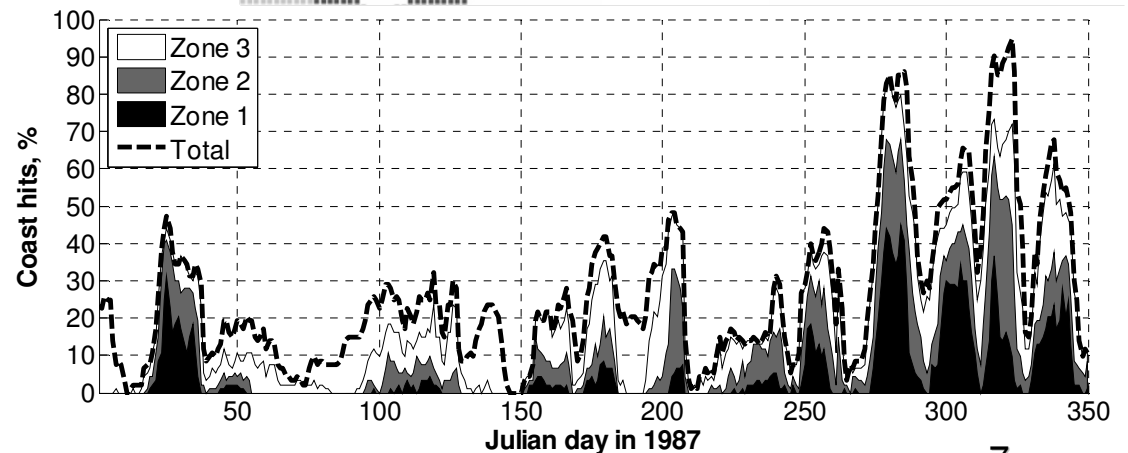
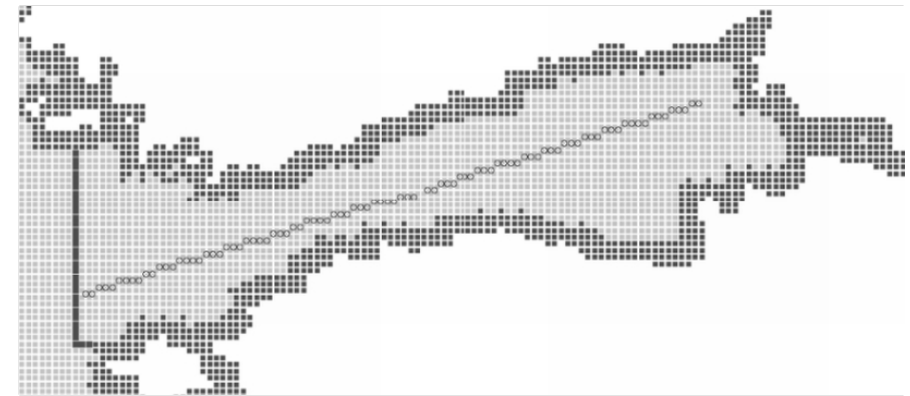
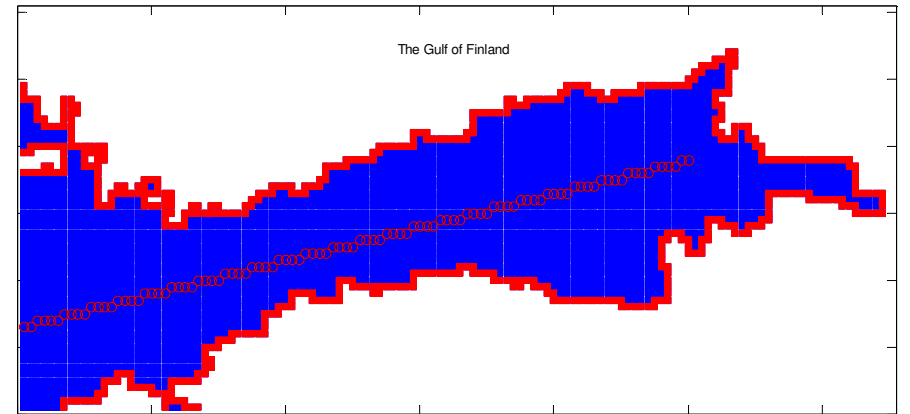
3 ohutsooni :

2 meremiili (~3.7km)

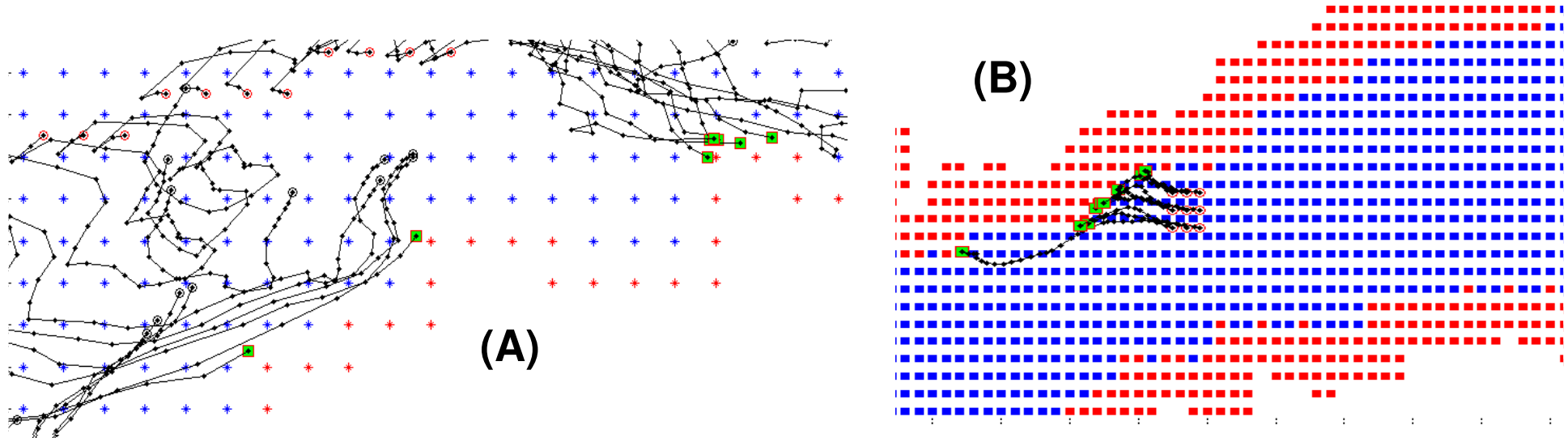
4 meremiili (~7.4km)

6 meremiili (~11.1km)

- Rannikutabamuste statistilise analüüsi kohaselt ei ole esimese kahe ohutsooni puhul tabamuste protsent piisav ja kõige otstarbekam on kasutada **6 meremiilist** ohutsooni.

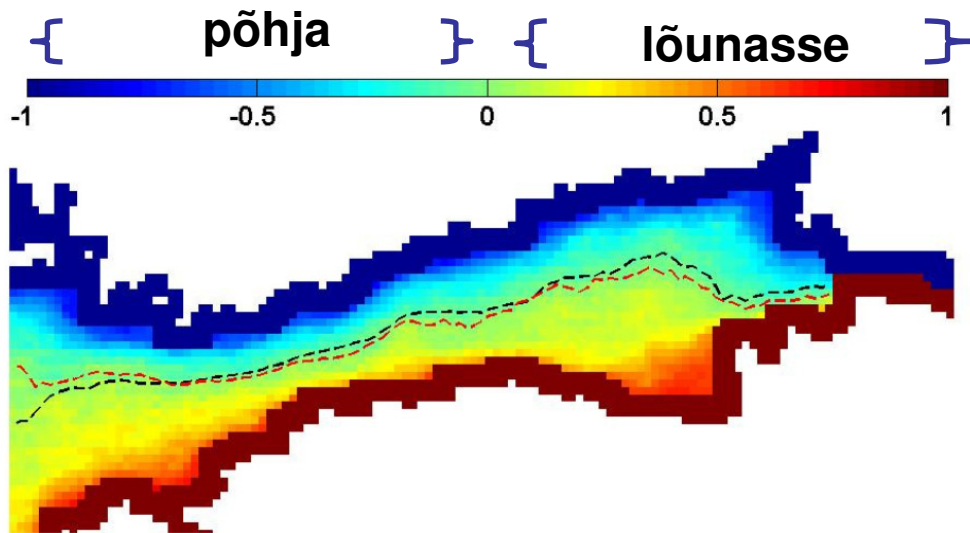


Riskide jagamine (II)

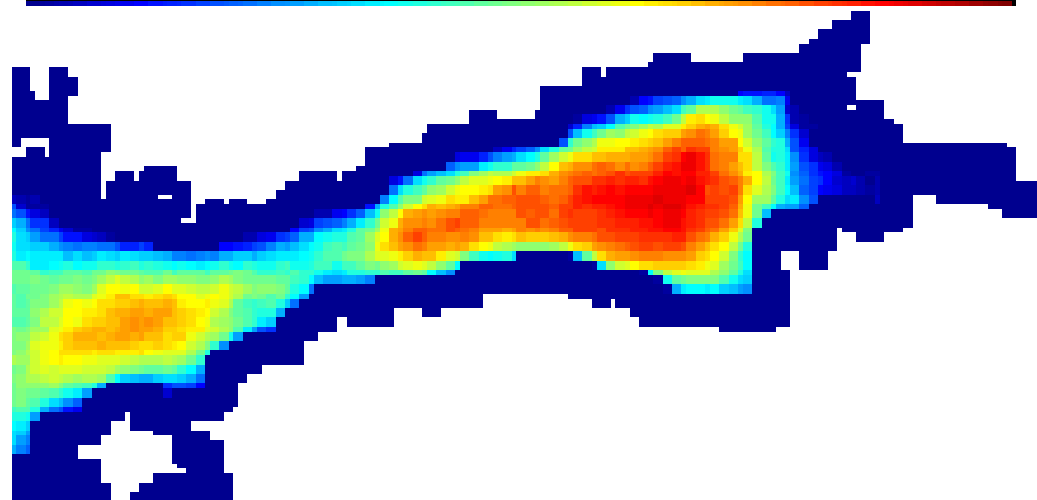


Otsene meetod (A) : 3131 osakest Soome lahes, 4 osakest igas ruudus

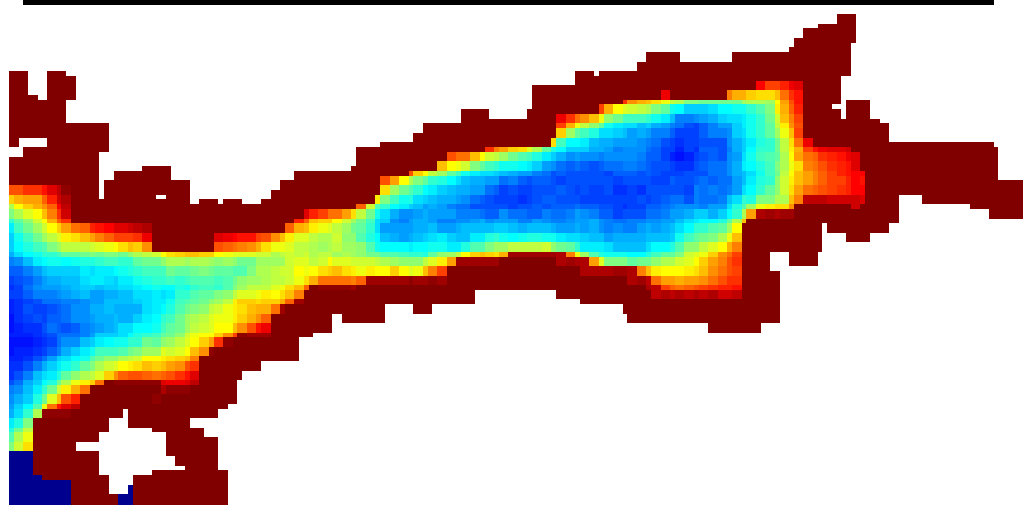
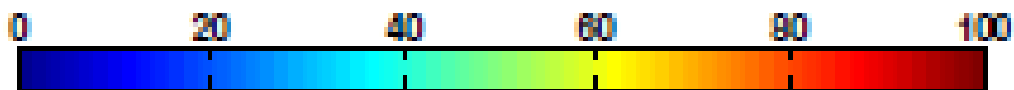
Silumismeetod (B) : otsese meetodi laiendatud variant, 2463 libisevat klastrit (9 ruutu) >50%, väärtuseks -1 või 1, vastasel korral 0



Aja- ja tõenäosuste kaardid (III – IV)



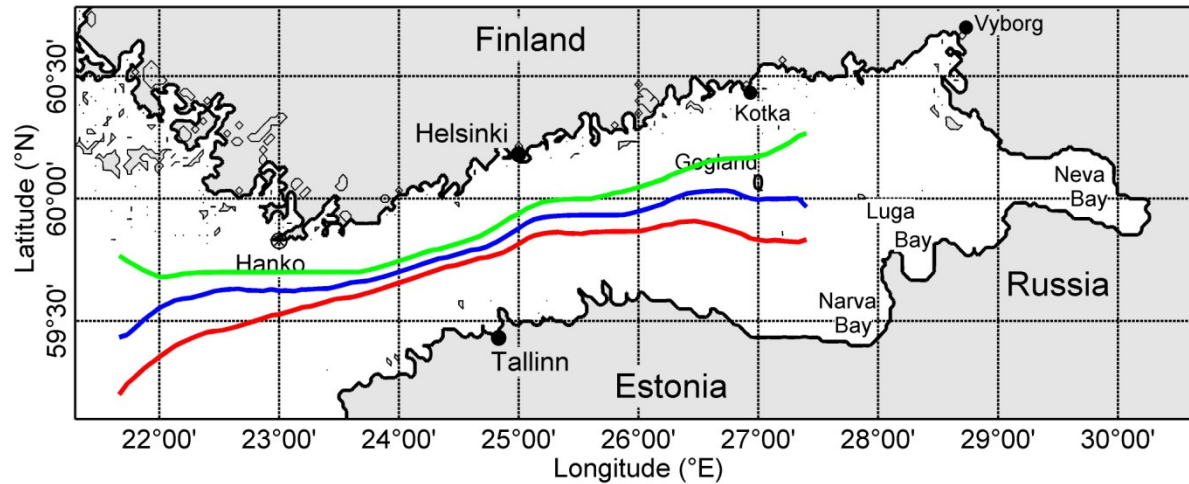
Rannikutabamuste aja kaart



Rannikutabamuste
tõenäosuste kaart

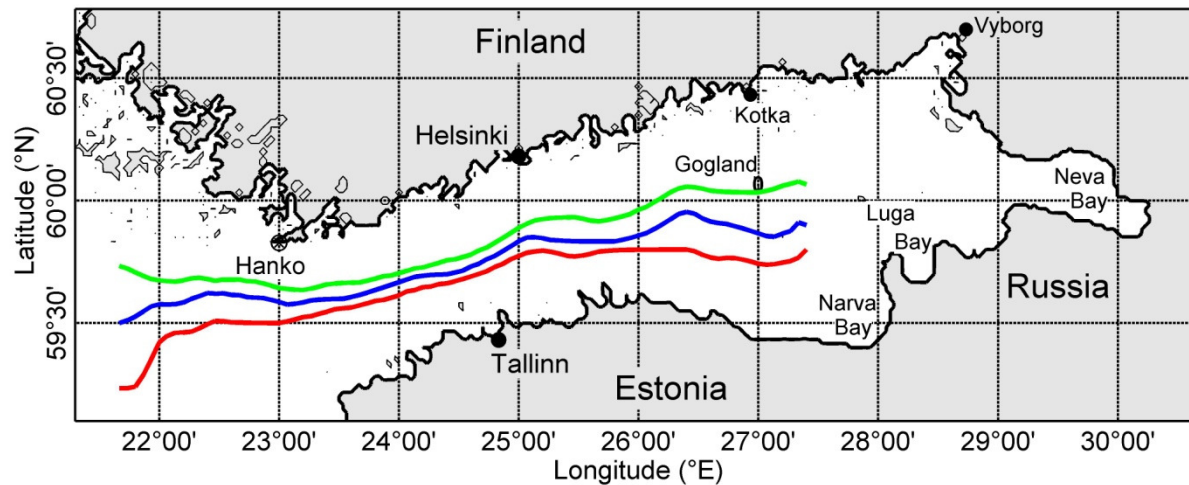
Optimaalsed laevateed ja “turvalised koridorid” (V)

Otsene meetod



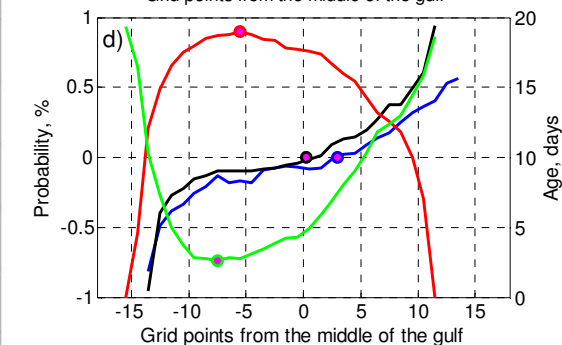
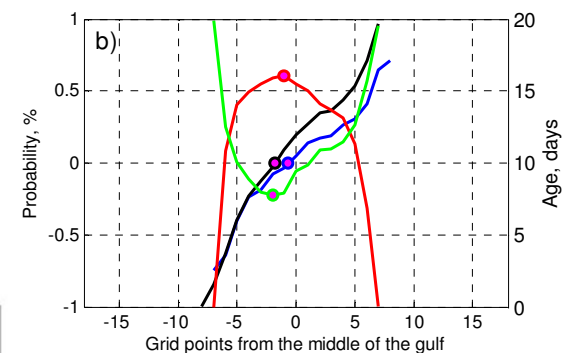
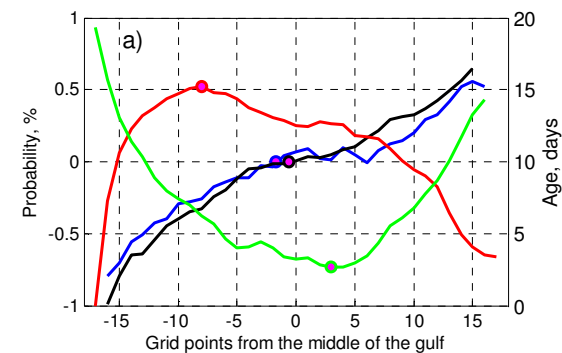
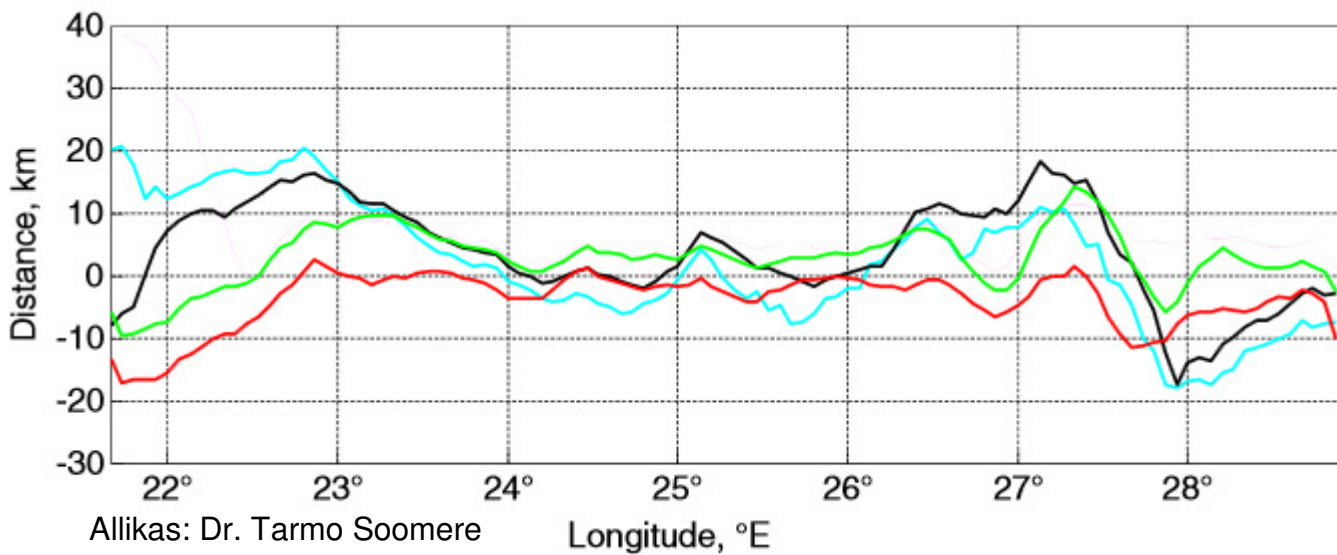
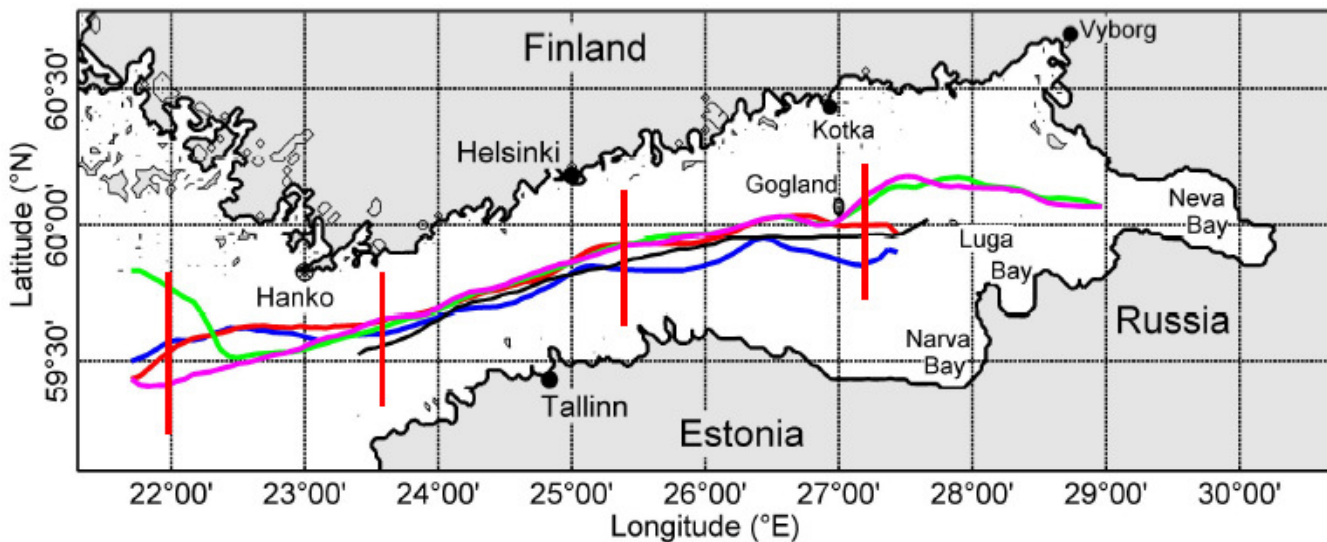
Tõenäosus kummagi
ranniku tabamiseks
0...15%

Silumismeetod



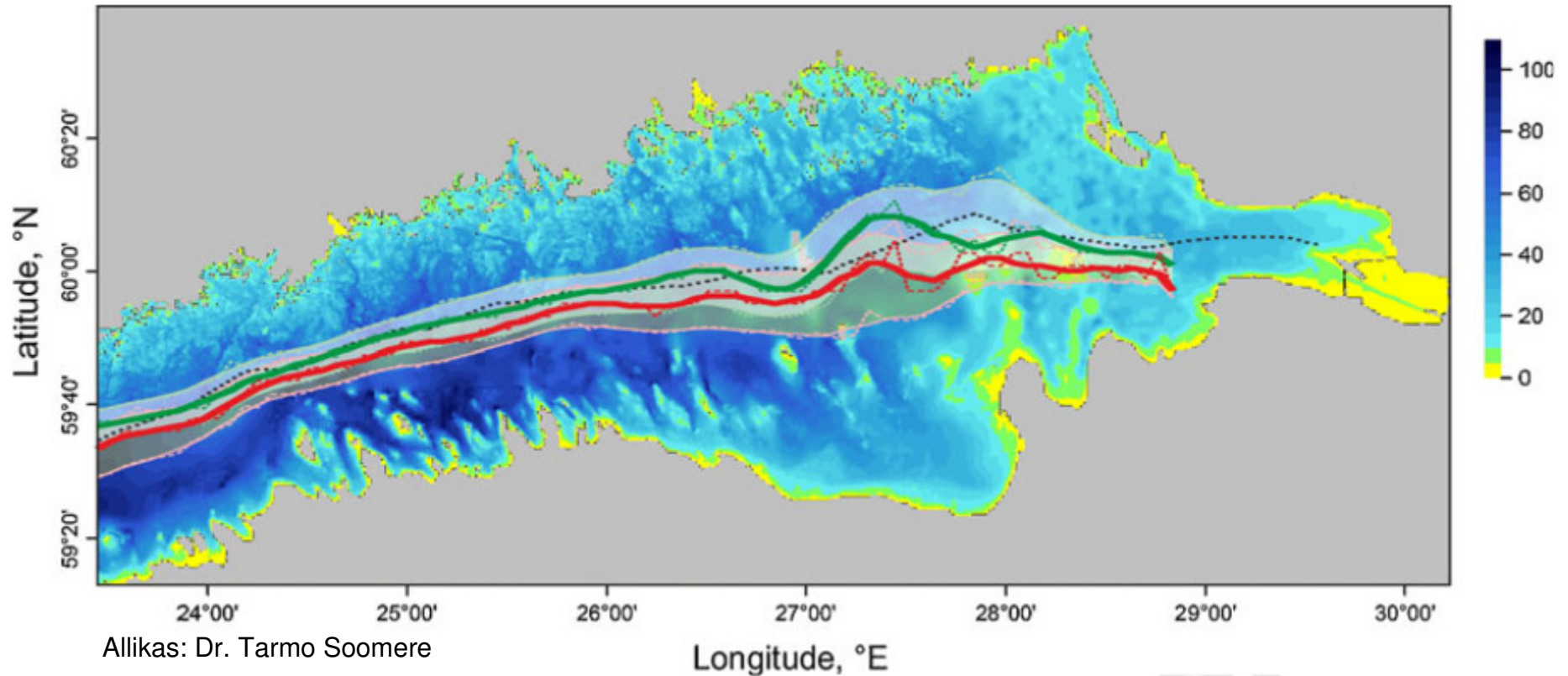
Tõenäosus kummagi
ranniku tabamiseks
0...10%

Optimaalsed laevateed (V)



Allikas: Dr. Tarmo Soomere

Optimaalsed laevateed (V)

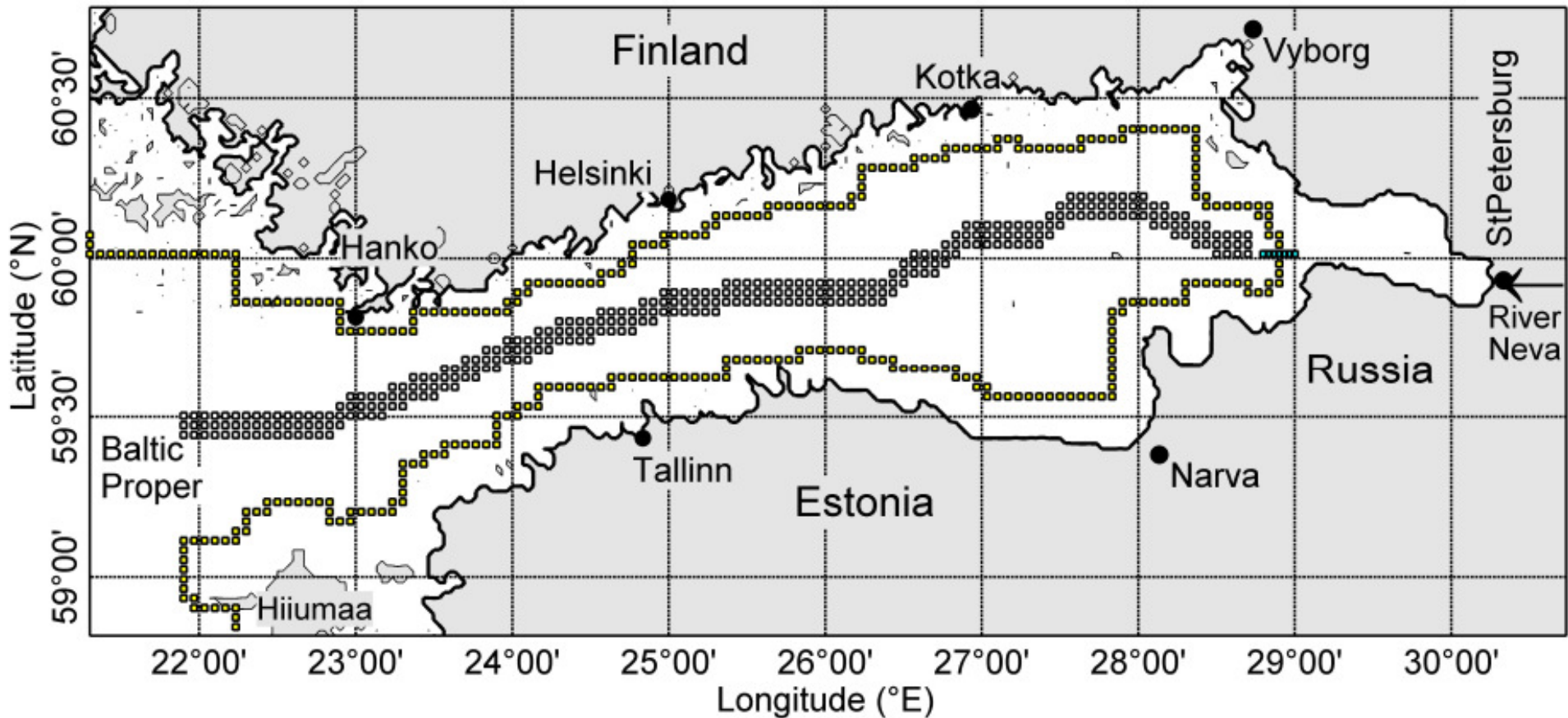


Optimaalsed laevateed Soome lahes tõenäosuste (roheline) ja aja (punane) meetodil 1 meremiilise lahutusvõimega andmestiku põhjal ja “turvalised koridorid” keskmise laiusega 15km.

Optimaalse laevatee kasutamine Soome lahes :

- **vähendaks** rannikutabamuse tõenäosust **40%** võrra
- **suurendaks** keskmist rannikutabamuseks kuluvat aega **5.3** päevalt **9** päevale₁₂

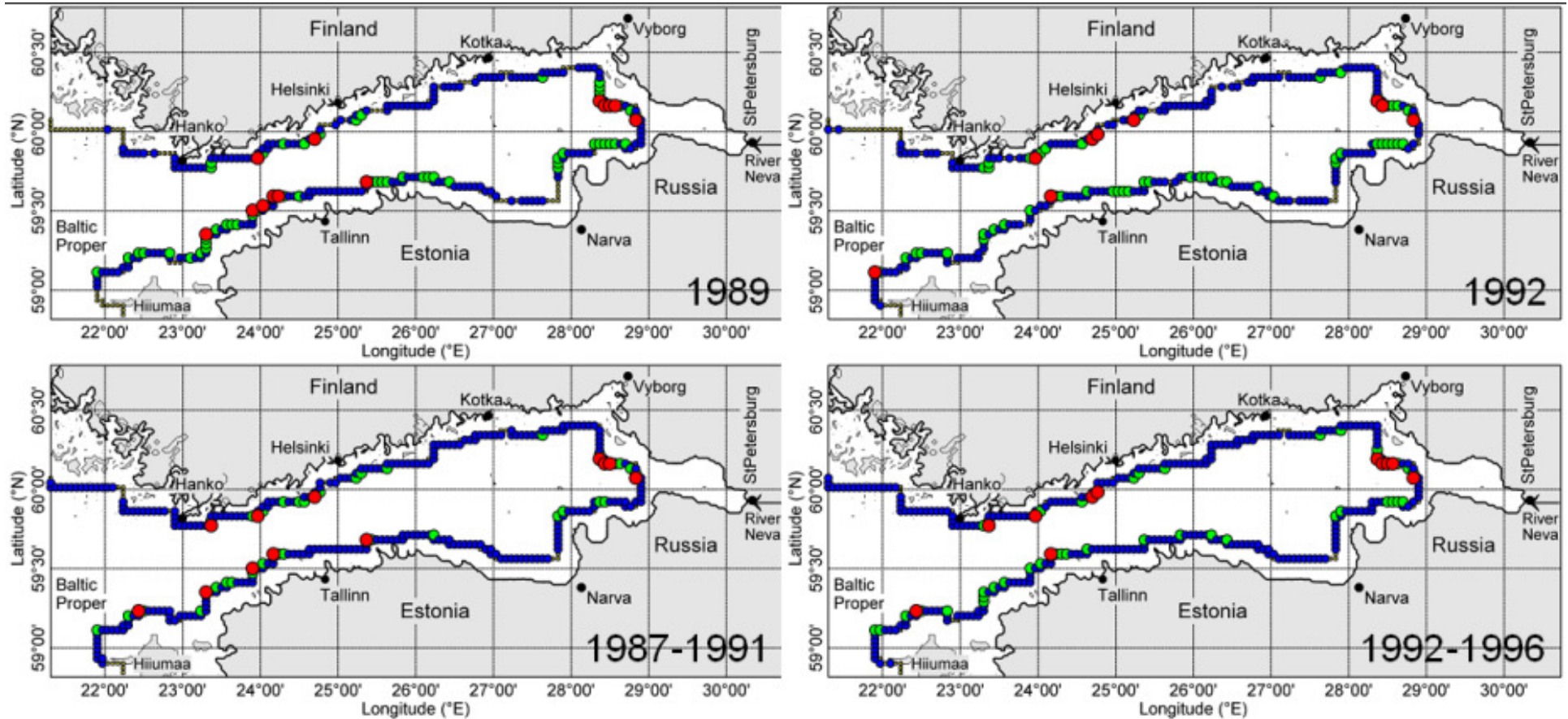
Seosed ohtlike rannikualade ja ohtlike laevatee osade vahel (VI)



Osakeste alguspunktid (**309**) on valitud selliselt, et need enam-vähem kattuksid peamise laevateega

Rannikuala (ohutsoon) on piiritletud **331** rannikupunktiga.

Ohustatuimad rannikualad



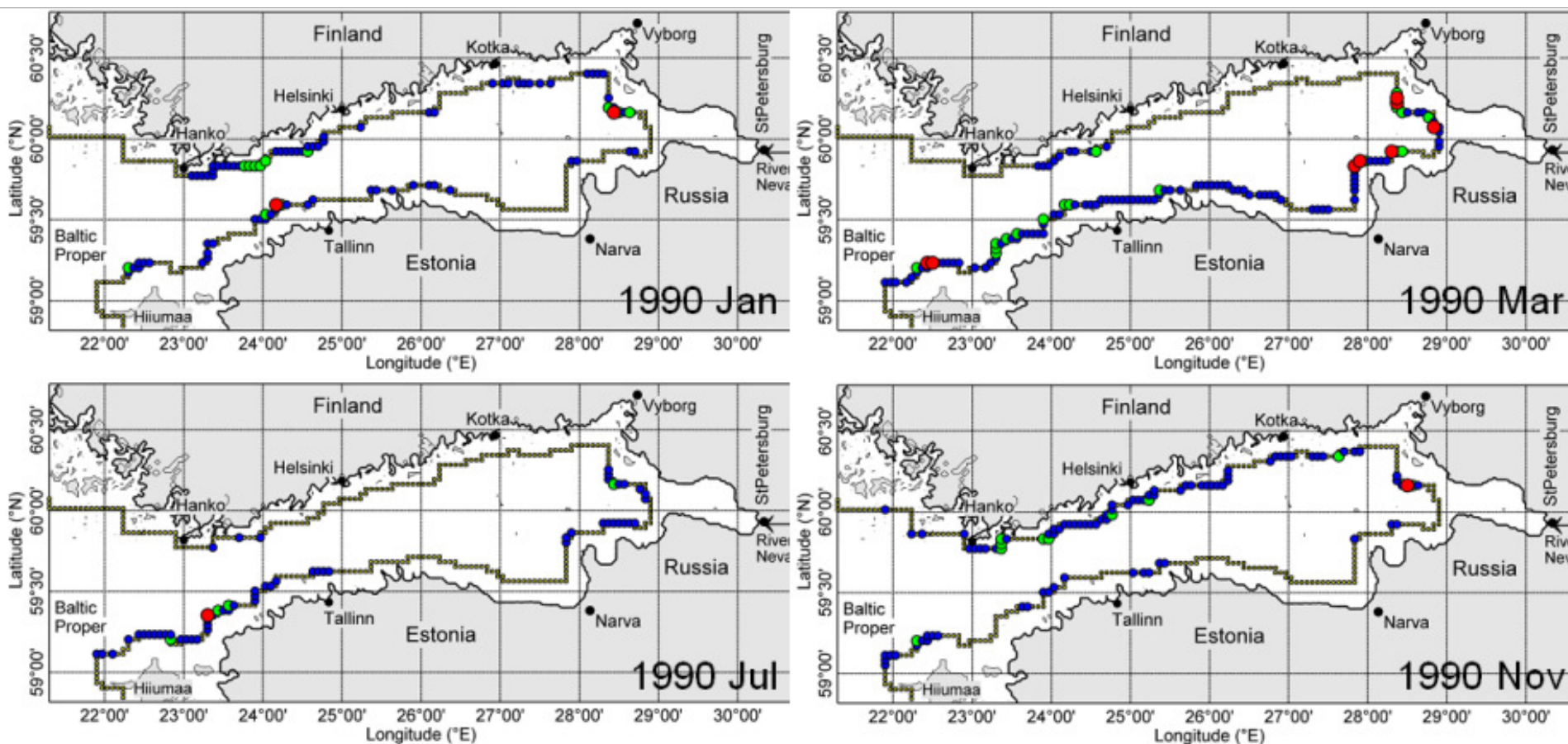
Oluline aastevaheline muutlikkus!

Punane = palju tabamusi

Roheline = keskmiselt tabamusi

Sinine = vähe tabamusi

Ohustatuimad rannikualad (2)



Suur sesoonne muutlikkus!

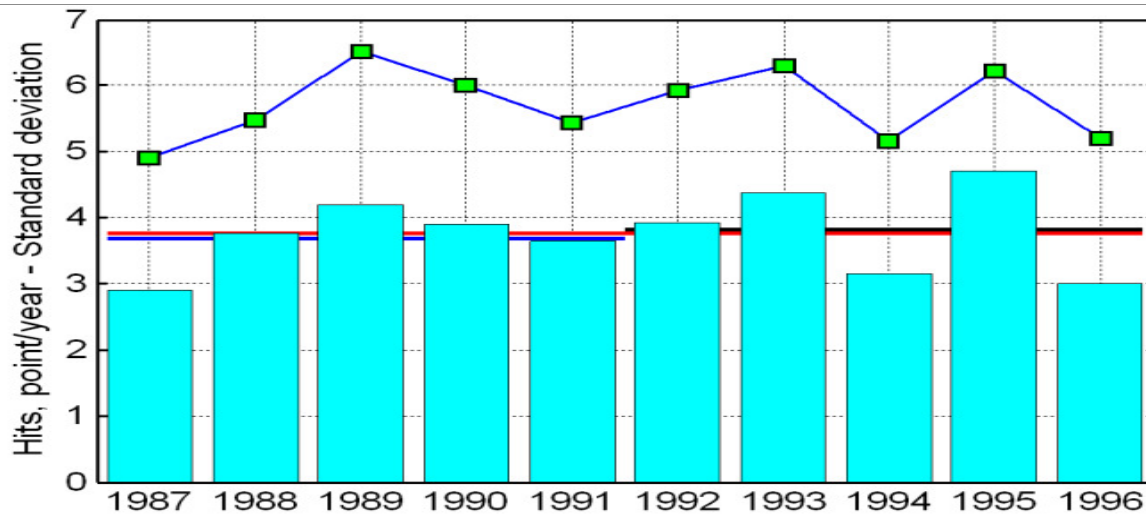
Punane - palju tabamusi

Roheline – keskmiselt tabamusi

Sinine – vähe tabamusi

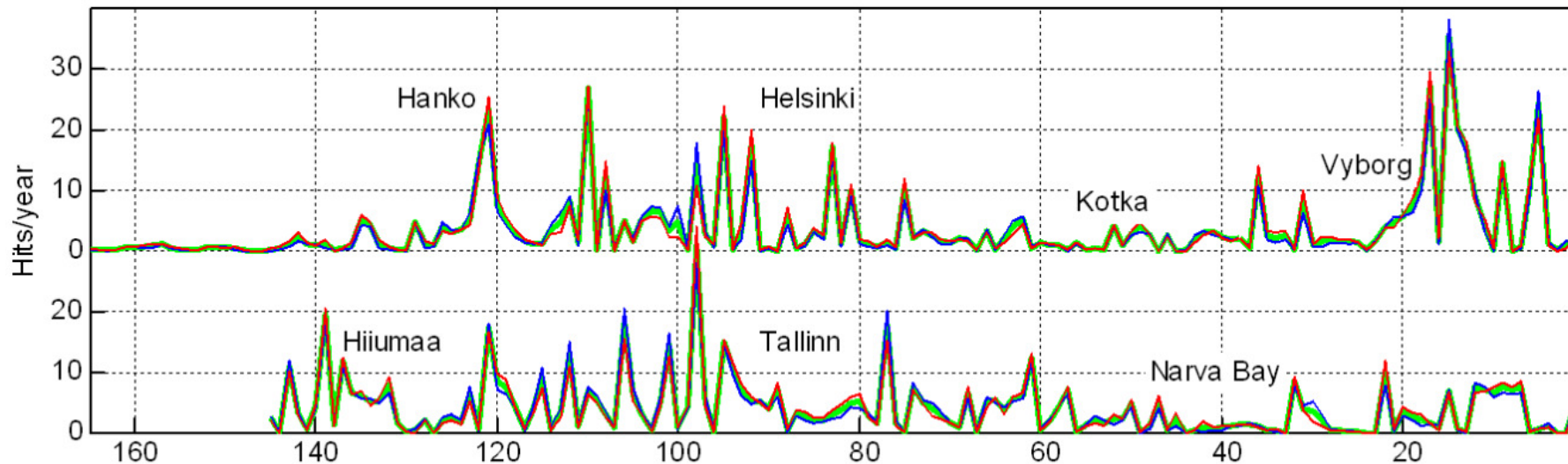
Kollane – tabamused puuduvad

Ohustatuimad rannikualad (3)



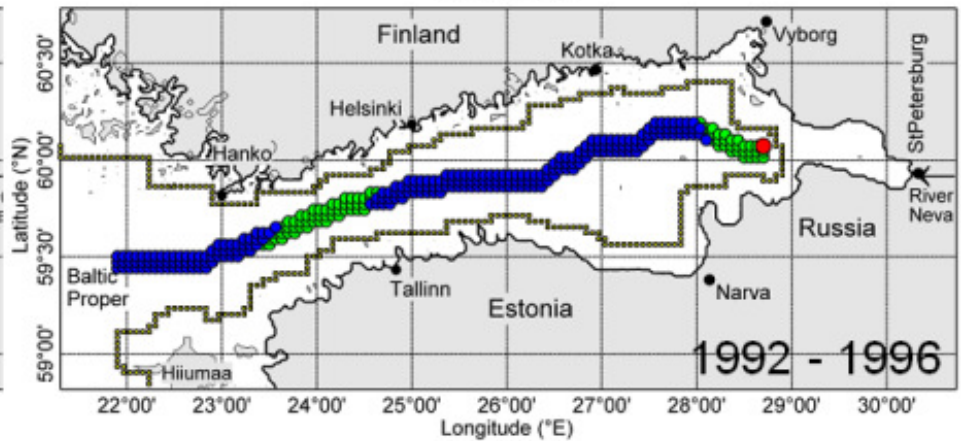
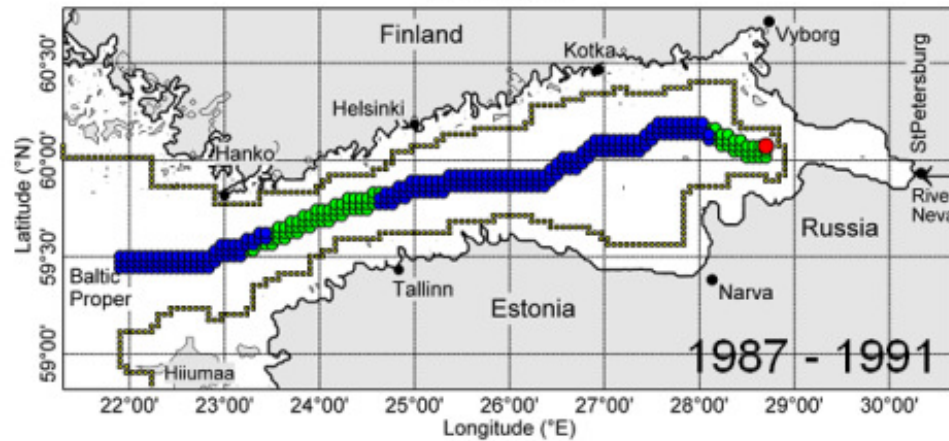
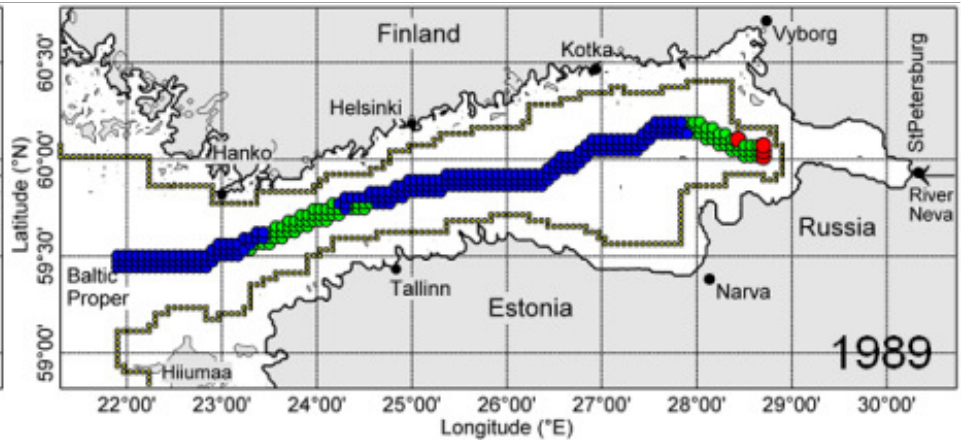
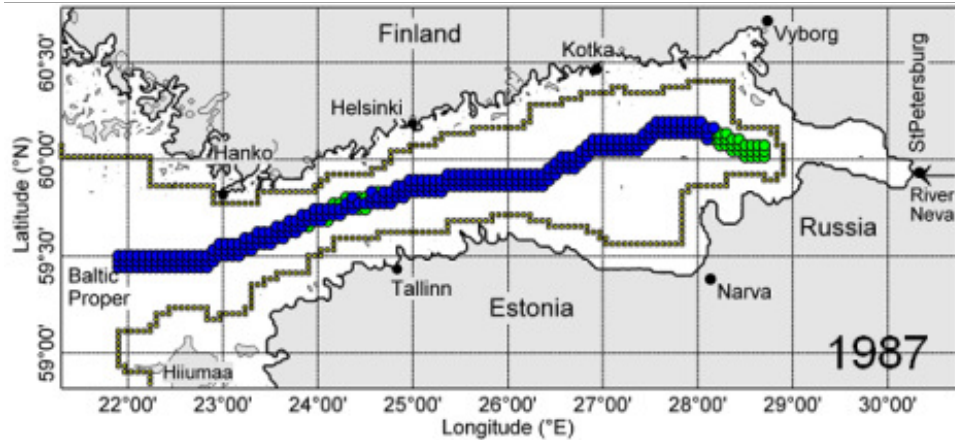
Aastatevah. muutlikkus (tulbad)
 5a keskmine (sinine 1987–1991)
 5a keskmine (must 1992–1996)
 10a keskmine (punane)
 Standardhälve (ruudud)

Allikas: Dr. Tarmo Soomere



Aastakeskmised tabamused rannikupunktide lõikes 1987–1991 (sinine), 1992–1996 (punane) ja 1987–1996 (roheline). Allikas: Dr. Tarmo Soomere

Ohtlikud laevatee osad



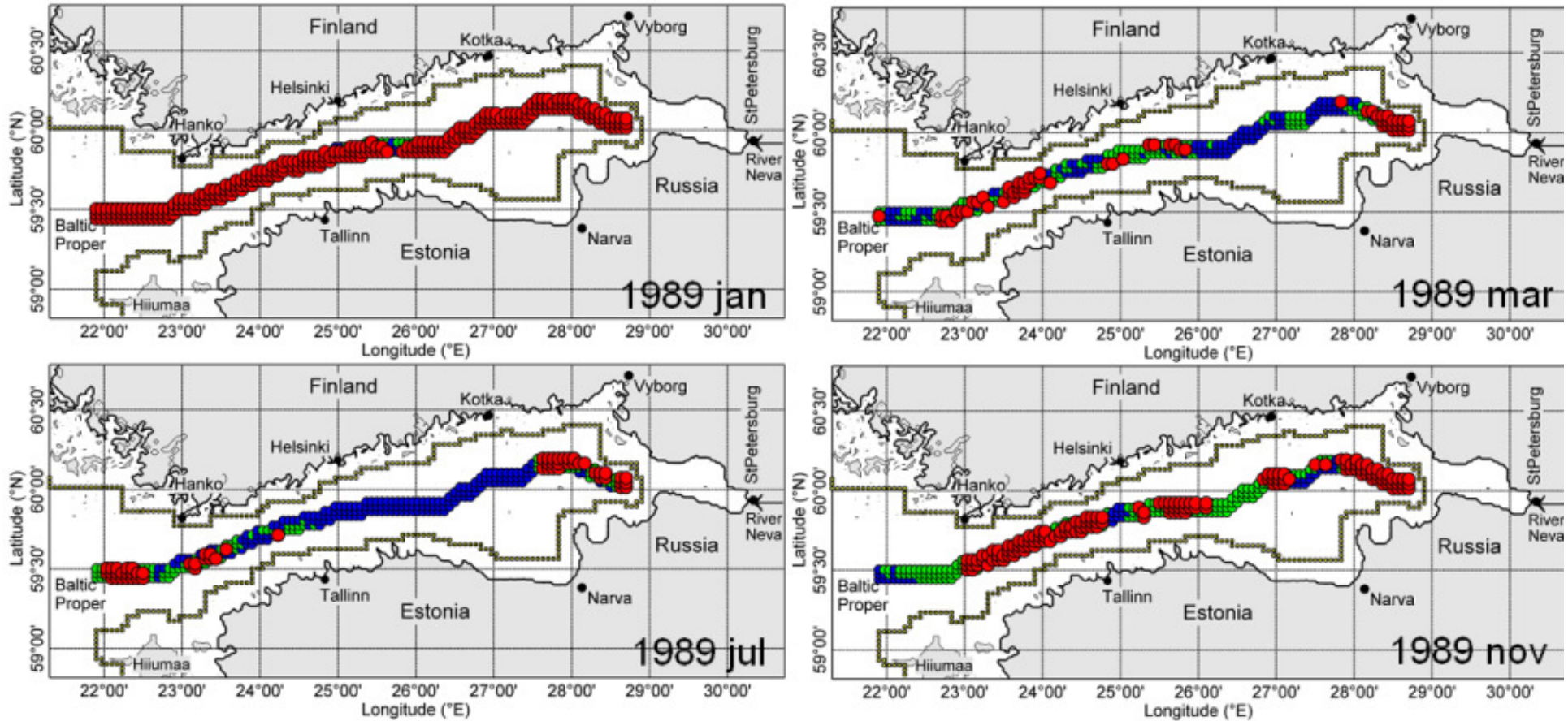
Aastatevaheline muutlikkus!

Punane $\geq 60\%$

Roheline = 30-60%

Sinine $\leq 30\%$

Ohtlikud laevateed osad (2)



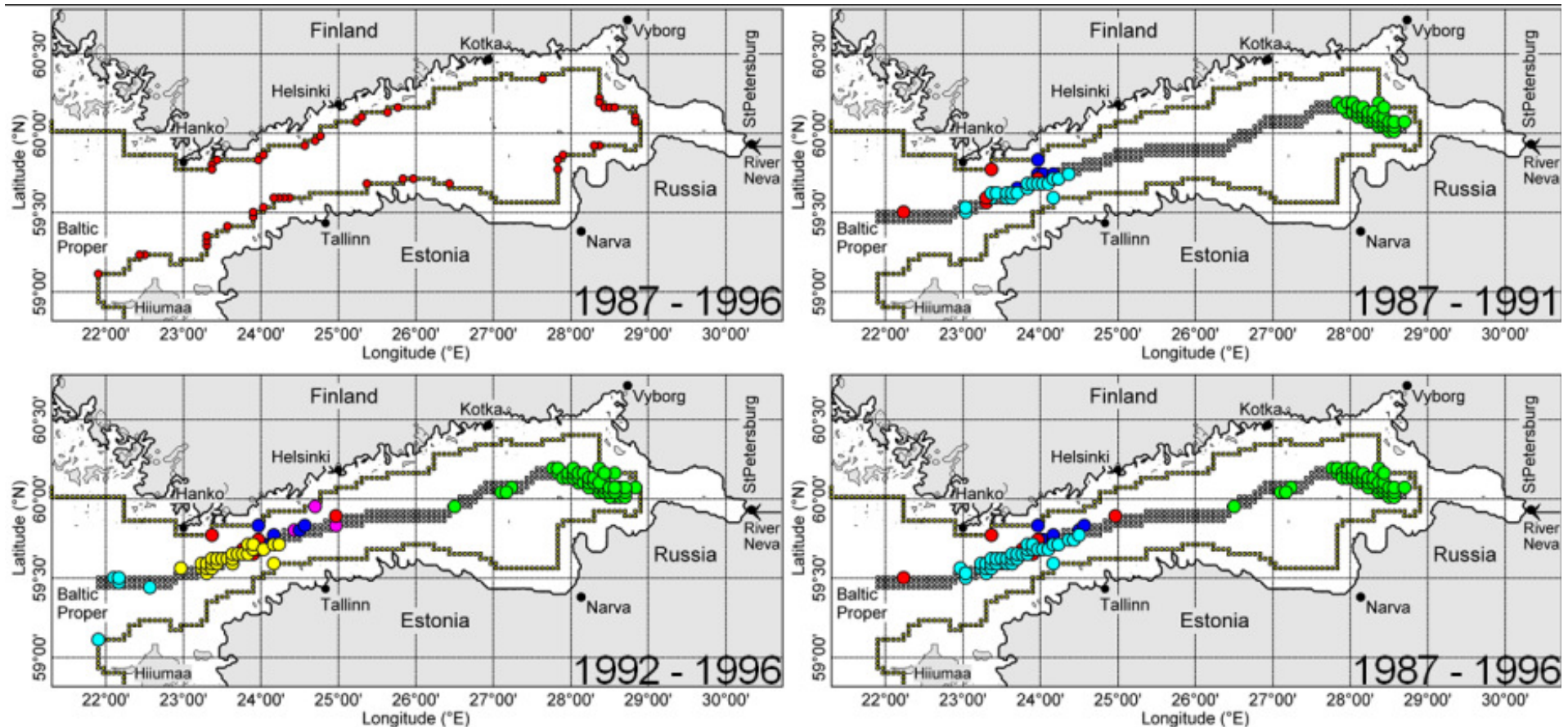
Suur sesoonne muutlikkus !

Punane $\geq 60\%$

Roheline = $30-60\%$

Sinine $\leq 30\%$

Seosed ohtlike laevatee osade ja ohustatuimate rannikualade vahel



Preventiivne keskkonnakaitse tehnoloogia

Käesolevaks hetkeks valminud :

Hoovustranspordi pöördülesandel põhinev preventiivne keskkonnakaitse tehnoloogia idee tasemel

Vastavad arvutused on sooritatud lähtudes lihtsaimast (konstantsest) sihifunktsioonist ja **2 meremiilisest** tsirkulatsioonimudelitest ajavahemiku **1982-2001** jaoks, mille tulemusel on valminud hoovustranspordi Lagrange'i trajektooride esialgne andmebaas

Tulevikuplaanid :

Eesti vajaduste jaoks modifitseeritakse sihifunktsioon

Suurendatakse tsirkulatsioonimudeli lahutusvõimet **1 meremiilini**

Analüüsitakse saadud lahenduste sesoonset ja aastatevahelist varieerumist

Järeldused

Analüüsi rannikutabamuste ruumilist mustrit ajaperioodil 1982-2001

Erinevate rannikuala osade tabamuste tõenäosus ja laevatee erinevate osade võime tekitada reostust on sesoonselt äärmiselt muutlik

Laevatee potentsiaalne mõju on pöördvõrdeliselt proportsionaalne selle kaugusega lähimast rannikust

Lühike osa laevateest Viiburist lõunas ja väike osa Tallinnast läänes on kõige tõenäolisemad merereostuse allikad

Enim tabamusi saanud rannikualad on lühikesed Hanko ja Helsingi vahelised rannikuosad, Eesti kirderannik Viiburist lõunas ja pikemad osad Tallinnast Hiiumaani Soome lahe lõunarannikul

Optimaalse laevatee kasutamine Soome lahes vähendaks rannikutabamuse tõenäosust 40% võrra või suurendaks keskmist rannikutabamuseks kuluvat aega 5.3 päevalt 9 päevale