

Kas kaugseire piltide mitmekesisus peegeldab põhjaelustiku mitmekesisust?

Kristjan Herkül, Jonne Kotta,
Tiit Kutser, Ele Vahtmäe

TÜ Eesti Mereinstituut



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
INVESTING IN YOUR FUTURE



CENTRAL BALTIC
INTERREG IV A
PROGRAMME
2007-2013

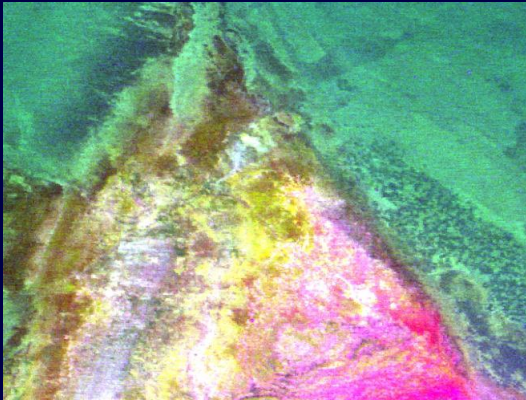


Sissejuhatus

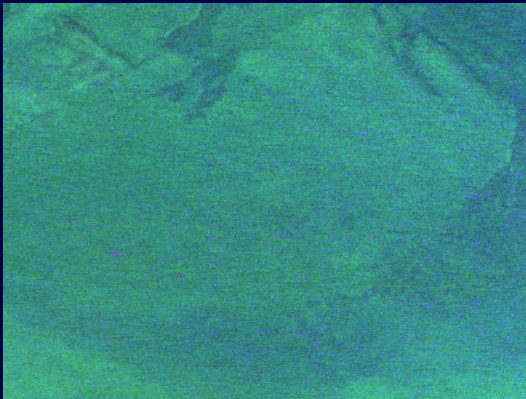
- Looduslik bioloogiline mitmekesisus mängib olulist rolli ökosüsteemi terviklikkuse ja nn. ökosüsteemi teenuste tagajana.
- Bioloogilise mitmekesisuse kaardistamine regionaalsel kuni globaalsel skaalal on oluliseks eelduseks jätkusuutliku keskkonnakasutuse ja looduskaitse korraldamiseks.
- Tavapärane proovipunktipõhine välitöö bioloogilise mitmekesisuse kaardistamiseks on
 - kallis
 - aeganõudev
 - sobimatu ulatuslike alade katmiseks suure tihedusega
- Kosmosest ja õhust teostatav optiline kaugseire võib pakkuda võimalusi kuluefektiivselt kaardistada bioloogilist mitmekesisust suurtel aladel kõrge resolutsiooniga.

- Spektraalse muutlikkuse hüpotees (SMH) ennustab positiivset seost kaugseire pildi spektraalse mitmekesisuse (SM) ja bioloogilise mitmekesisuse vahel.

Spektraalne
mitmekesisus



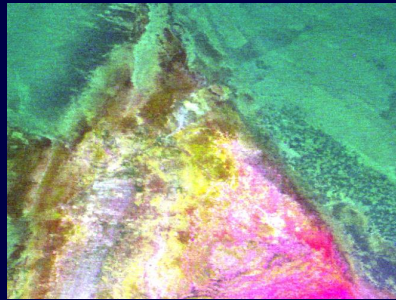
Bioloogiline
mitmekesisus



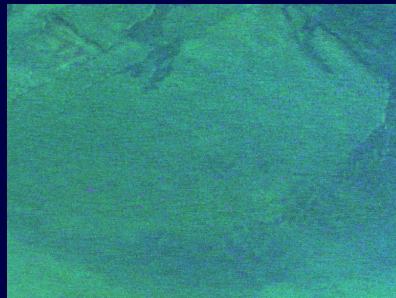
- SMH on testitud vaid üksikutes kohtades maismaataimestiku koosluste puhul.
- Antud uuring on esimene SMH testimine merekeskkonnas.

?

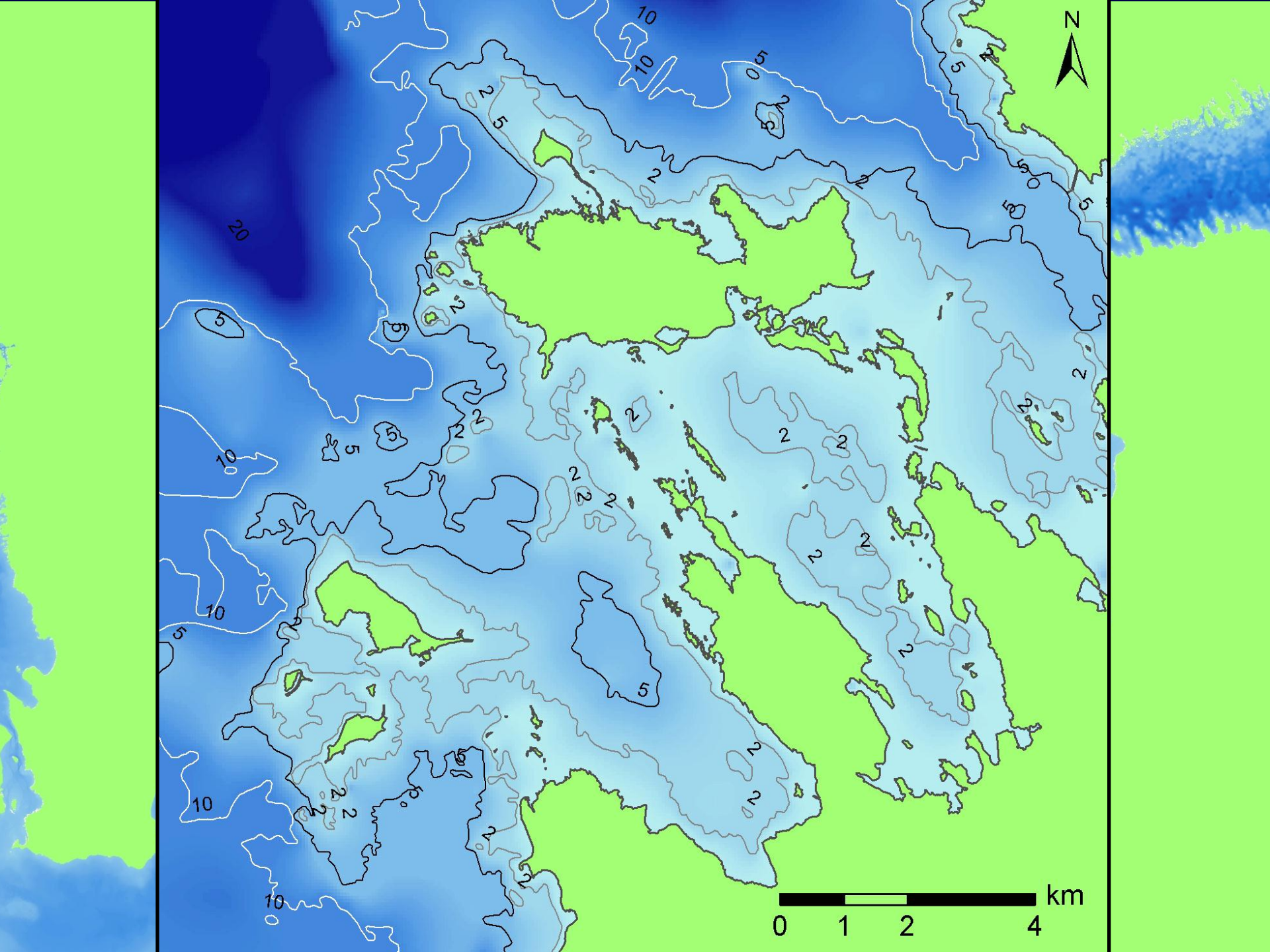
Spektraalne
mitmekesisus



Bioloogiline
mitmekesisus



Materjal & metoodika

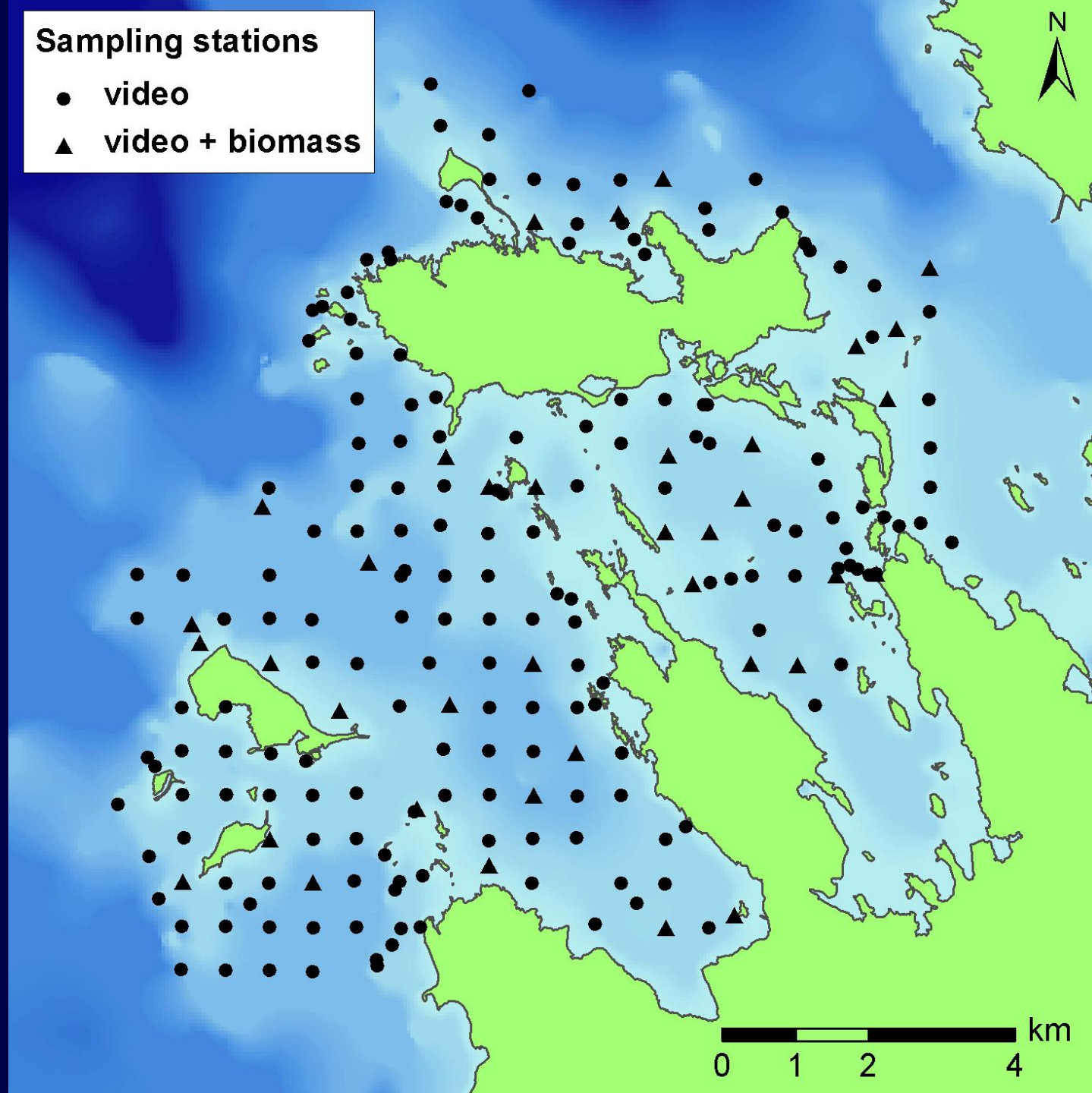


Bioloogilised proovid

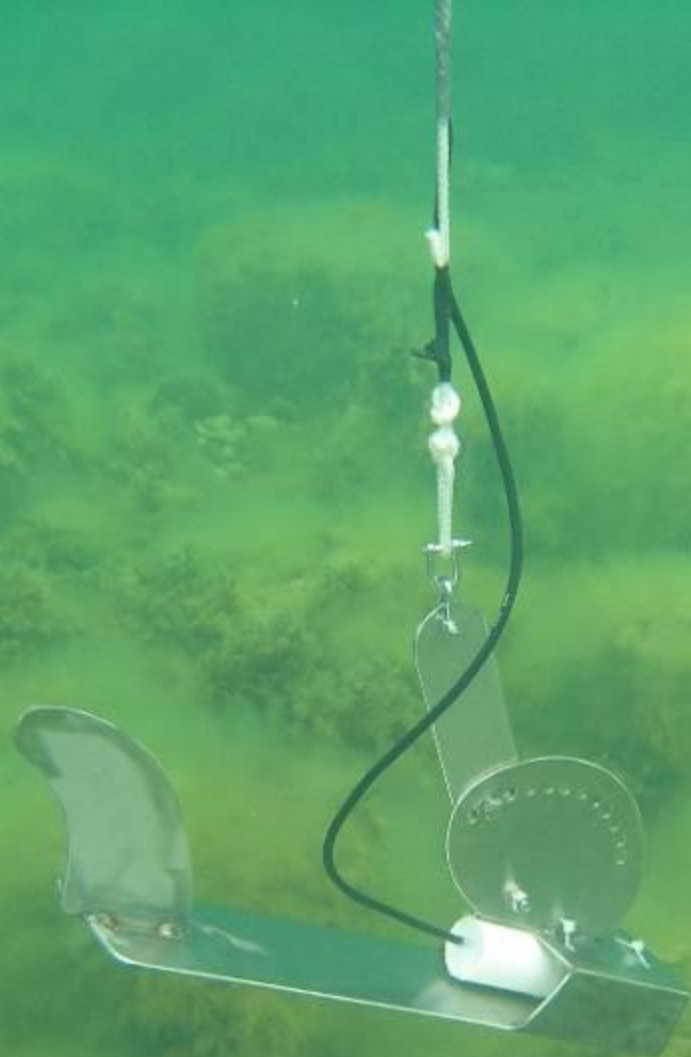
- September 2010
- 207 proovipunkti
- Visuaalsed katvushinnangud allveevideo abil igas proovipunktis
- Biomassiproovid põhjaammuti või sukelduja abil 37 proovipunktist

Sampling stations

- video
- ▲ video + biomass







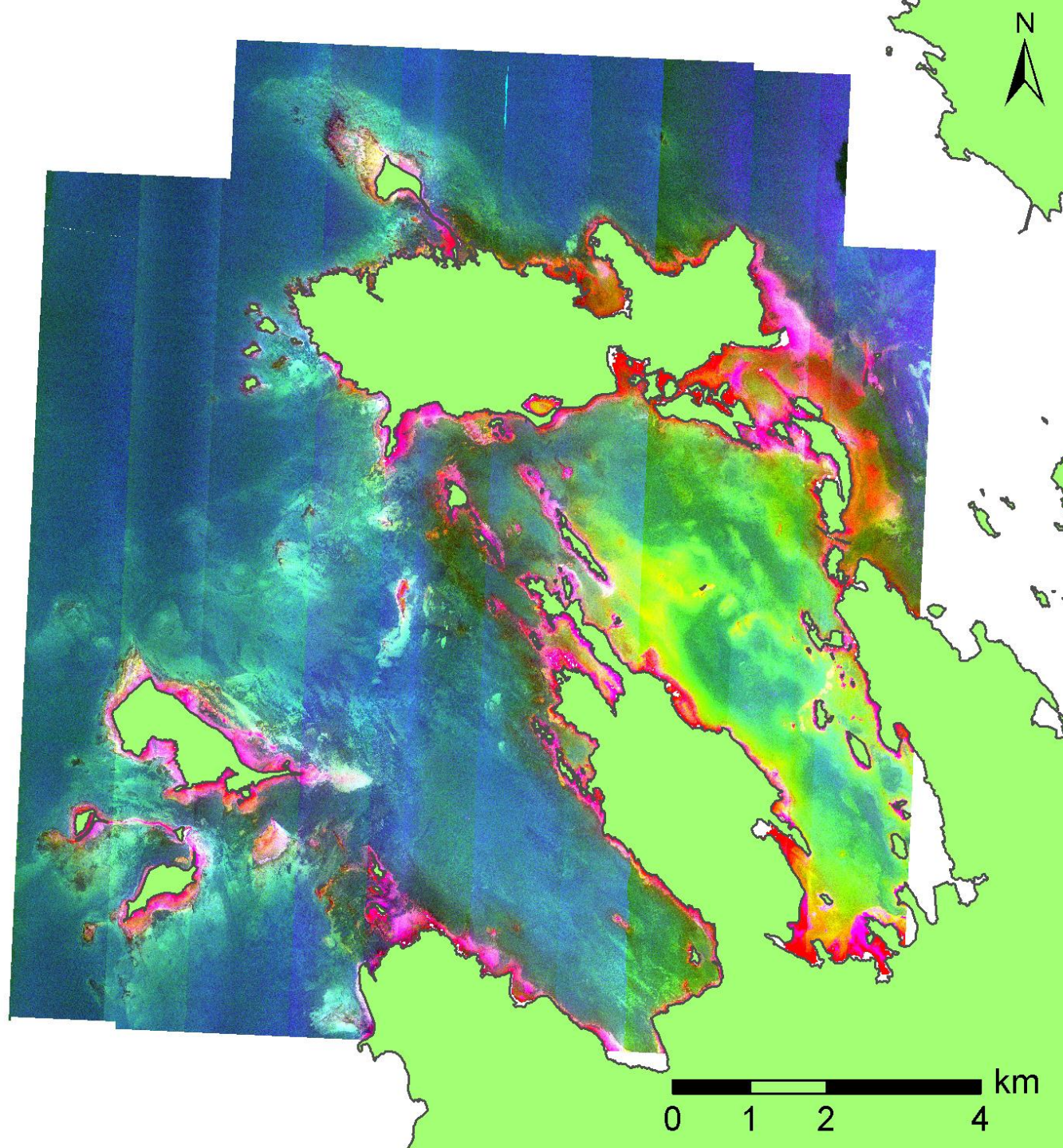




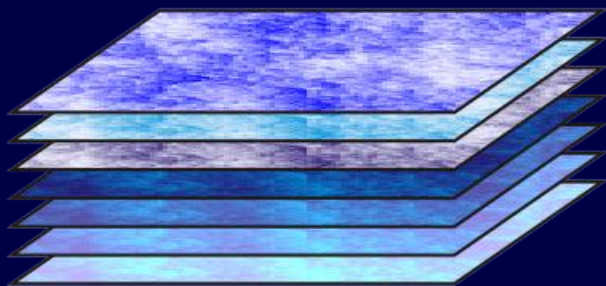
Kaugseire

- September 2010
- Hüperspektraalne spektromeeter CASI
- Lennukõrgus 2000 m
- 370-1050 nm, programmeeritavad kanalid
- 25 salvestatud kanalit, 12 kanalit kasutatud
- Lennujoonte heleduse korrektsioon, geokorrektsioon, mosaiikimine
- 11.6 × 12.9 km mosaiik, 1 m piksel
- PCA, 3 komponenti

Kanal	Lainepikkus (nm)
5	479.8
6	498.9
7	520.3
8	549
9	568.1
10	589.6
11	601.5
12	620.6
13	629
14	649.3
15	673.1
16	699.4



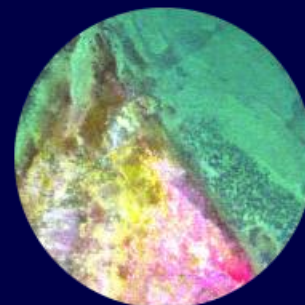
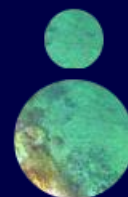
Hyperspectral image



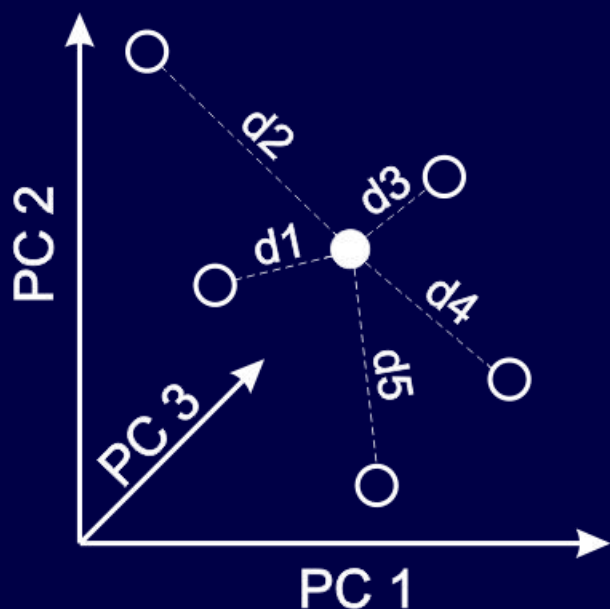
PCA



PCA components



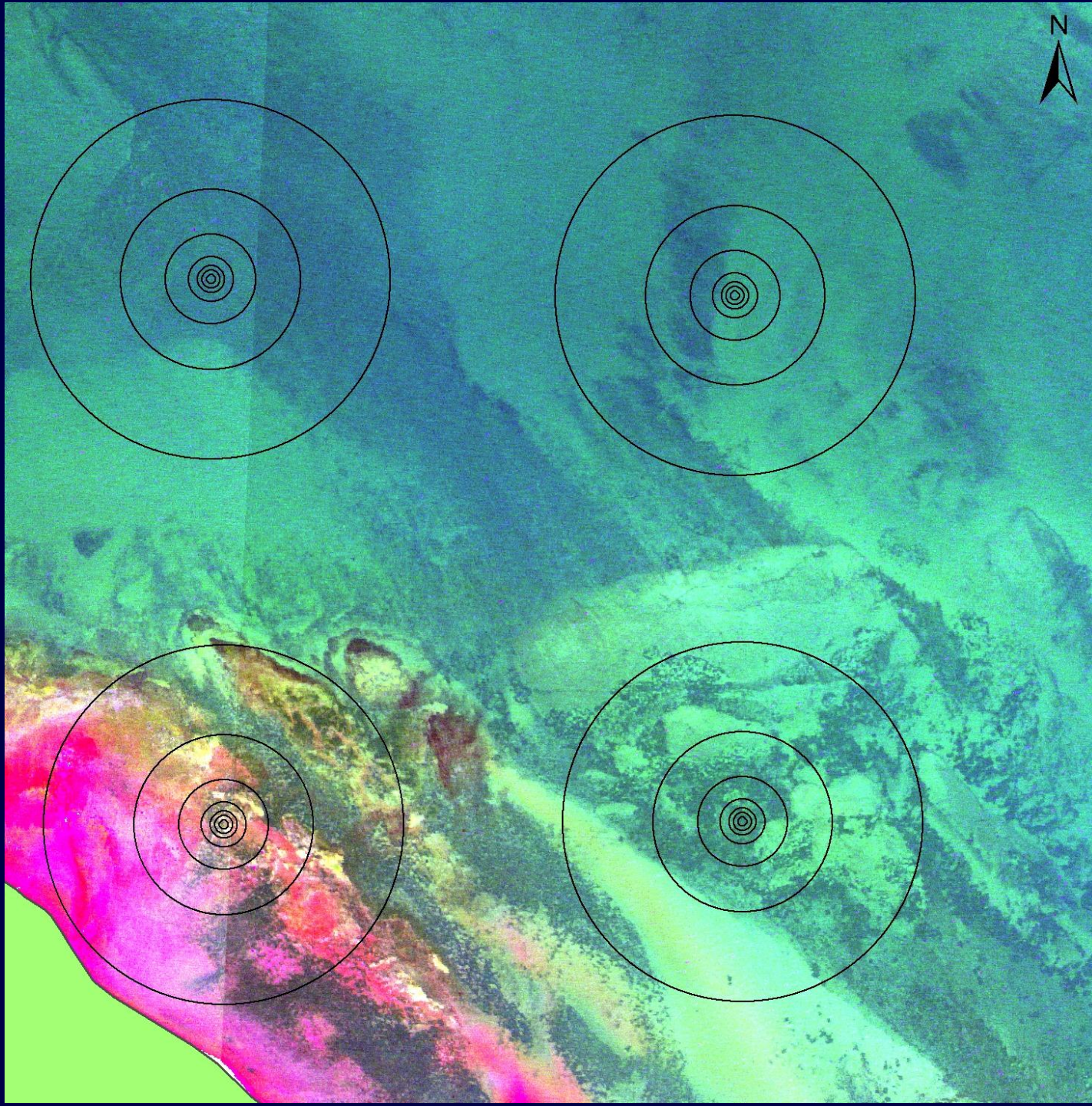
PCA images of
different radiuses
around sampling
stations: 5, 10, 15,
25, 50, 100, 200 m



Spectral heterogeneity calculation:
mean distance of all pixels to the
spectral centroid calculated separately
for all radiuses



Statistical analyses:
correlation
GLM
hierarchical partitioning



Tulemused & arutelu

CASI pildid

- Kõik CASI kanalid olid omavahel tugevas korrelatsioonis

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	1	0.99	0.95	0.90	0.86	0.99	0.98	0.96	0.96	0.95	0.92	0.92
6	0.99	1	0.96	0.92	0.88	0.98	0.98	0.97	0.97	0.95	0.93	0.93
7	0.95	0.96	1	0.95	0.92	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95	0.94	0.92
8	0.90	0.92	0.95	1	0.94	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92	0.89
9	0.86	0.88	0.92	0.94	1	0.87	0.88	0.89	0.90	0.89	0.90	0.87
10	0.99	0.98	0.96	0.91	0.87	1	0.99	0.98	0.98	0.97	0.93	0.94
11	0.98	0.98	0.96	0.91	0.88	0.99	1	0.99	0.99	0.98	0.95	0.96
12	0.96	0.97	0.95	0.92	0.89	0.98	0.99	1	0.99	0.99	0.97	0.97
13	0.96	0.97	0.96	0.92	0.90	0.98	0.99	0.99	1	0.99	0.97	0.98
14	0.95	0.95	0.95	0.92	0.89	0.97	0.98	0.99	0.99	1	0.97	0.98
15	0.92	0.93	0.94	0.92	0.90	0.93	0.95	0.97	0.97	0.97	1	0.97
16	0.92	0.93	0.92	0.89	0.87	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98	0.97	1

- Esimene peakomponent kirjeldas rohkem kui 96 % varieeruvusest ja oli tugevas korrelatsioonis kõigi kanalitega

CASI band	PC1 (96.58%)	PC2 (1.43%)	PC3 (0.77%)
5	0.98	0.15	-0.01
6	0.99	0.12	0.05
7	0.97	-0.01	0.20
8	0.93	-0.10	0.31
9	0.90	-0.15	0.35
10	0.99	0.09	-0.01
11	0.99	0.00	-0.04
12	0.99	-0.08	-0.03
13	0.99	-0.09	-0.02
14	0.99	-0.13	-0.03
15	0.96	-0.22	0.04
16	0.97	-0.21	-0.08

- Spektraalse mitmekesisuse väärtused erinevatel skaaladel olid omavahel statistiliselt olulisel määral korrelatsioonis. Tugevamad seosed olid lähedasemate skaalade vahel.

	5 m	10 m	15 m	25 m	50 m	100 m	200 m
5 m	1	0.90	0.81	0.70	0.62	0.57	0.54
10 m	0.90	1	0.96	0.87	0.78	0.69	0.63
15 m	0.81	0.96	1	0.96	0.85	0.73	0.65
25 m	0.70	0.87	0.96	1	0.91	0.78	0.69
50 m	0.62	0.78	0.85	0.91	1	0.94	0.81
100 m	0.57	0.69	0.73	0.78	0.94	1	0.91
200 m	0.54	0.63	0.65	0.69	0.81	0.91	1

- SM oli kõigil skaaladel negatiivses seoses sügavusega, avatusega lainetusele ja kaugusega rannajoonest.

Keskm. SM	Sügavus	Pehme sette %	Avatus lainetele	Nõlva kalle	Kaugus rannani	Kaugus 10 m sügavuseni
5 m	-0.38	-0.04	-0.16	0.19	-0.30	-0.06
10 m	-0.42	-0.05	-0.17	0.16	-0.34	-0.01
15 m	-0.44	-0.06	-0.18	0.16	-0.37	0.02
25 m	-0.46	-0.06	-0.17	0.16	-0.39	0.04
50 m	-0.53	-0.06	-0.19	0.17	-0.44	0.06
100 m	-0.57	-0.03	-0.21	0.20	-0.48	0.06
200 m	-0.62	-0.07	-0.20	0.25	-0.55	0.06

Bioloogilised andmed

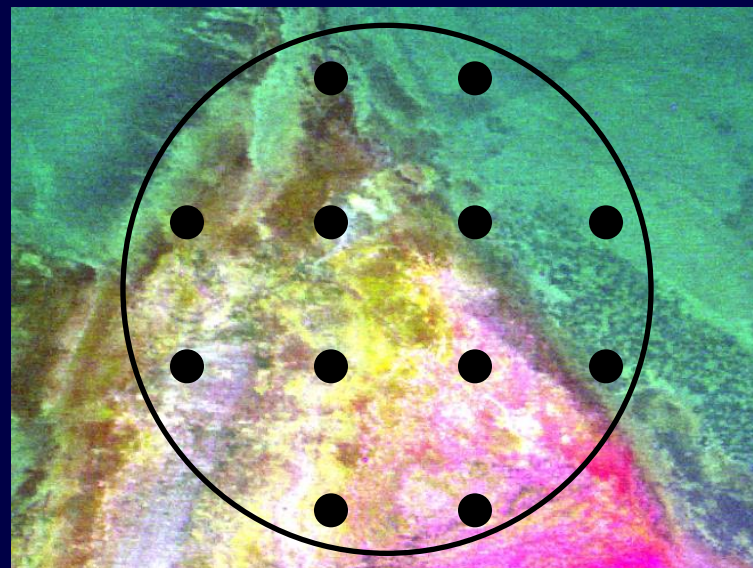
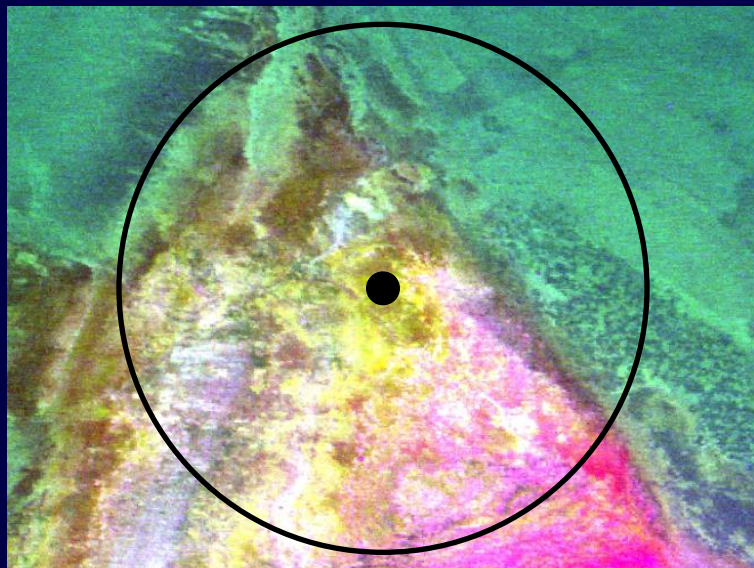
- Videoproovid
 - 17 taime ja 4 selgrootu taksonit
 - söödav rannakarp, tavaline tõruvähk, punavetikad *Ceramium tenuicorne* ja *Polysiphonia fucoides*, kamm-penikeel, põisadru.
- Biomassiproovid
 - 24 taime ja 29 selgrootu taksonit
 - taimed: punavetikad *Ceramium tenuicorne* ja *Polysiphonia fucoides*, kamm-penikeel
 - selgrootud: söödav südakarp, vesiking, lamekeermene vesitigu

SM ja bioloogilise mitmekesisuse seosed

- Korrelatsioonid katvusandmetel põhinevate mitmekesisuse muutujate ja SM vahel

	5 m	10 m	15 m	25 m	50 m	100 m	200 m
Taimeliikide arv	0.25	0.31	0.28	0.25	0.26	0.26	0.30
Kõikide liikide arv	0.29	0.32	0.27	0.22	0.19	0.19	0.24
Taimerühmade arv	0.26	0.28	0.27	0.24	0.26	0.26	0.31
Taimede Shannon	0.25	0.29	0.26	0.22	0.24	0.26	0.27
Kõikide liikide Shannon	0.22	0.24	0.20	0.15	0.14	0.16	0.19

- Kõik katvusel põhinevad mitmekesisuse muutujad olid statistiliselt olulisel määral positiivses korrelatsioonis SM-ga
 - SMH peab paika merepõhja elupaikade puhul.
- Korrelatsioonid olid suhteliselt nõrgad
 - bioloogilise proovi ühik oli väga väike võrreldes optilise ühikuga



- Korrelatsioonid biomassi andmetel põhinevate mitmekesisuse muutujate ja SM vahel

	5	10	15	25	50	100	200
Taimeliikide arv	-0.06	-0.09	-0.04	0.01	0.08	0.12	0.13
Loomaliikide arv	0.25	0.26	0.23	0.22	0.28	0.32	0.32
Kõikide liikide arv	0.12	0.11	0.12	0.14	0.22	0.26	0.27
Taimerühmade arv	-0.07	-0.04	0.04	0.07	0.11	0.08	0.07
Loomarühmade arv	0.09	0.14	0.11	0.12	0.14	0.18	0.22
Taimede Shannon	-0.17	-0.17	-0.12	-0.08	-0.05	-0.06	-0.06
Loomade Shannon	0.17	0.12	0.14	0.16	0.21	0.20	0.21
Kõikide liikide Shannon	-0.19	-0.22	-0.23	-0.22	-0.22	-0.24	-0.18
Rohevetikate liikide arv	-0.17	-0.16	-0.12	-0.05	0.03	0.07	0.13
Pruunvetikate liikide arv	0.28	0.31	0.37	0.39	0.46	0.46	0.38
Punavetikate liikide arv	0.10	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	-0.01
Kõrg. taimede liikide arv	-0.29	-0.32	-0.33	-0.32	-0.29	-0.24	-0.18
Herbivooride liikide arv	0.36	0.32	0.32	0.31	0.37	0.43	0.43
Filtreerijate liikide arv	-0.14	-0.21	-0.28	-0.29	-0.25	-0.22	-0.12
Detrivooride liikide arv	0.07	0.15	0.09	0.03	-0.01	-0.02	-0.09
Karnivooride liikide arv	0.07	0.12	0.16	0.22	0.32	0.32	0.32

- Ainult üksikud biomassiproovidel põhinevad mitmekesisuse muutujad olid statistiliselt olulisel määra korralatsioonis SM-ga
 - biomassiproovide arv oli madal
 - katvushinnangud on otseselt seotud optilise signaaliga, aga biomassiproovides on palju väikeste mõõtmetega ja/või madala biomassiga liike, mis optilises signaalis ei kajastu
- Vastuolu SMH-ga: negatiivne korrelatsioon kõrgemate taimede liikide arvu ja SM vahel
 - kõrgemate taimede liigirikkus on suurem lainetuse eest varjatud pehmepõhjalistel merealadel, mis on ruumiliselt homogeensed

- Statistilised mudelid (katvusandmed)

Bioloogiline muutuja	Kirj. %	SM skaala	Ennustavate muutujate sõltumatu efekt(%)						
			SM	Sügavus	Pehme sete	Avatus	Nõlv	Kaug. rand	Kaug. 10 m
Kõikide liikide arv	17.06	10	34.98	10.76	30.04	3.14	2.24	18.39	0.45
Taimeliikide arv	25.09	10	15.30	28.36	2.61	11.57	2.24	22.39	17.54
Loomaliikide arv	26.95	5	7.95	7.53	30.96	17.15	4.18	0.84	31.38
Taimerühmade arv	26.15	200	10.34	31.03	10.84	12.32	2.46	19.21	13.79
Kõikide liikide Shannon	11.15	10	36.84	5.26	31.58	5.26	2.63	15.79	2.63
Taimede Shannon	22.71	10	21.79	15.38	3.85	32.05	1.28	8.97	16.67

- SM oluline igas mudelis.
- SM-I oli suurim efekt summaarse liikide arvu ja kõikide liikide Shannoni indeksi mudelites

Järeldused

- SMH leidis kinnitust madalaveelise merepõhja elustiku puhul.
- SM kasutamisel on hea potentsiaal madalate merealade põhjaelustiku liigirikkuse kaardistamisel, eriti kui seda kombineerida teiste keskkonna-andmetega ja modelleerimistehnikatega.
- Järgnevates uuringutes tuleb koguda rohkem bioloogilisi proove ühe optilise ühiku kohta.