

Rīgas līča vides stāvokļa novērtēšanas rekomendāciju izstrāde un ieviešana klimata izmaiņu apstākļos, izmantojot vienšūņa *Mesodinium rubrum* attīstības īpatnības.

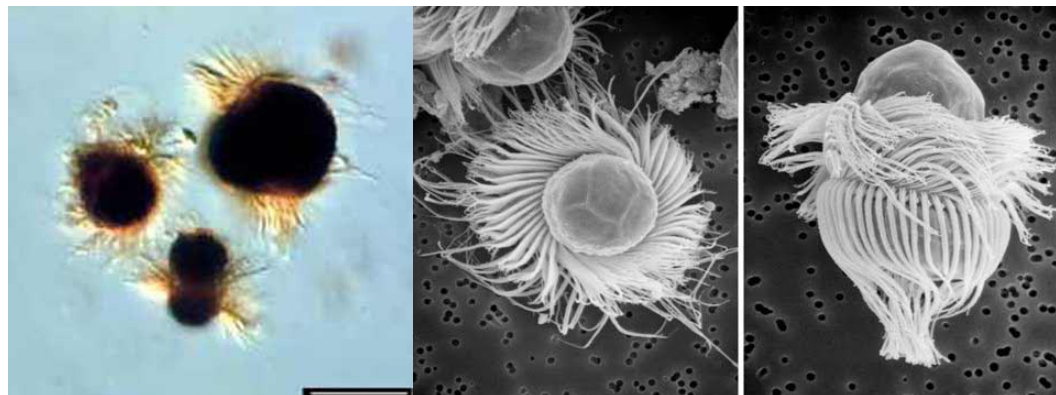


Foto: Seija Hällfors un Akayama Haruyoshi

Dr. Iveta Jurgensone (iveta.jurgensone@lhei.lv)

Dr. Evelina Griniene (evelina.griniene@apc.ku.lt)

M.Sc. Agita Maderniece (agita.maderniece@lhei.lv)

9. jūnijs 2020. – 30. septembris 2021.g.

Alla Ivakina, Ņina Sunelika, Atis Labucis, Miks Papirtis un Juris Tunēns

Projekta Nr.1-08/56/2020

Finansējums: Projektu finansēja Valsts reģionālās attīstības aģentūras Latvijas vides aizsardzības fonda administrācija
(Līguma Nr. 6-1/20/53) no budžeta apakšprogrammas "Vides aizsardzības projekti"

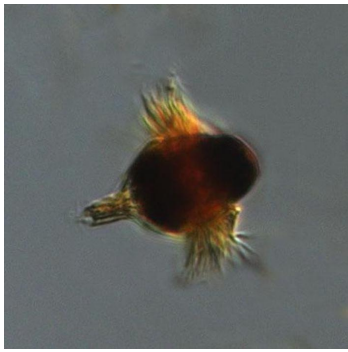
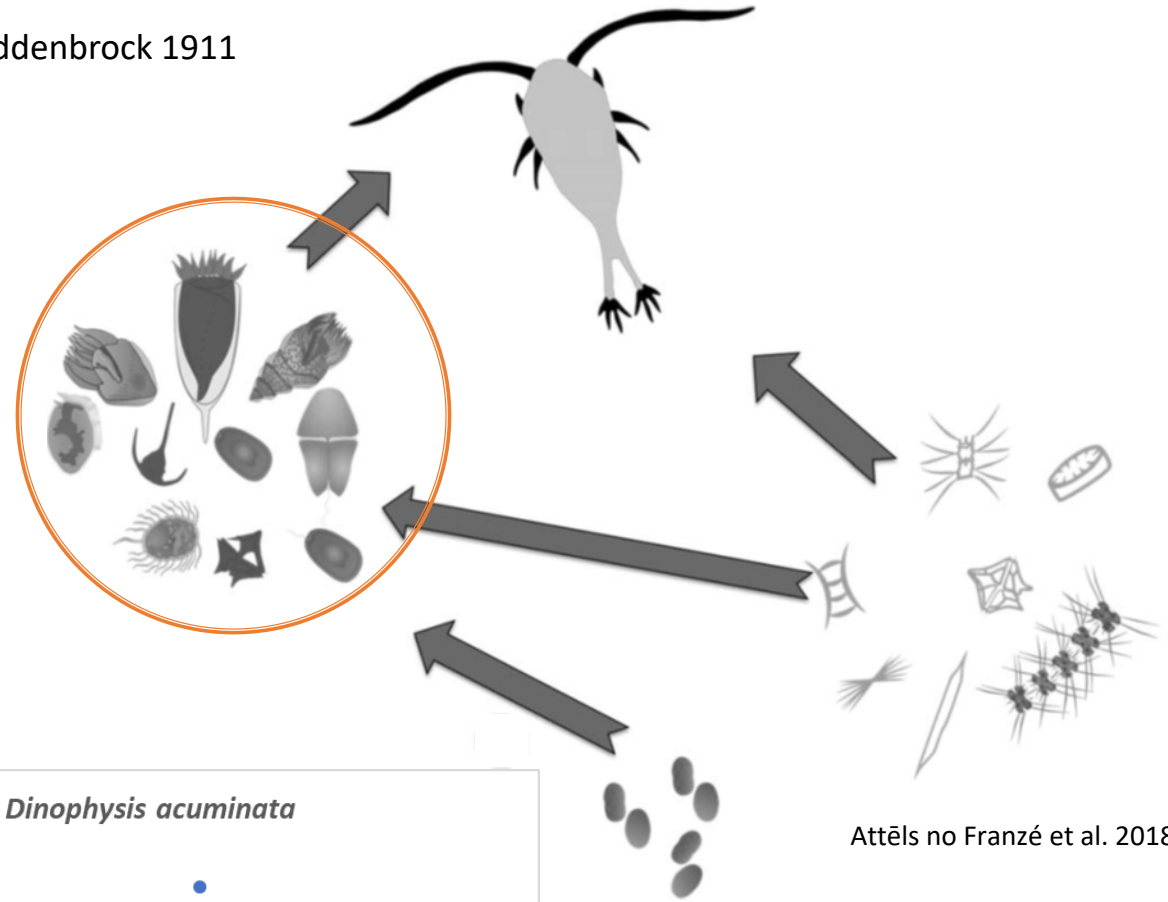


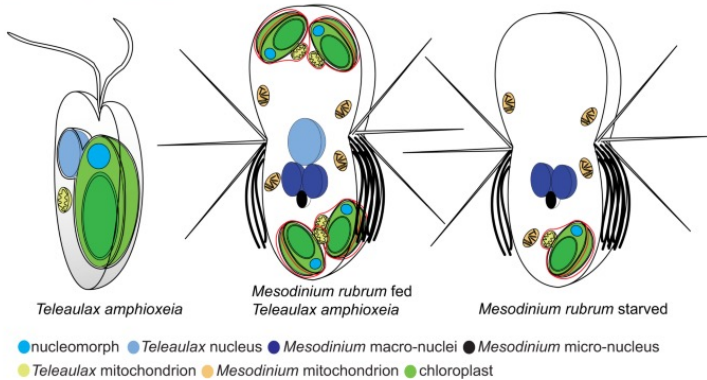
Foto: Ann-Turi Skjevick

Mesodinium rubrum (Lohmann) Hamburger & Buddenbrock 1911
(*Myrionecta rubra* Jankowski 1976)

- miksotrofa barošānās
- labs peldētājs
- iegūtā fototrofija
- barības bāze *Dinophysis acuminata*



Attēls no Franzé et al. 2018



Attēls no Altenburger et al. 2020

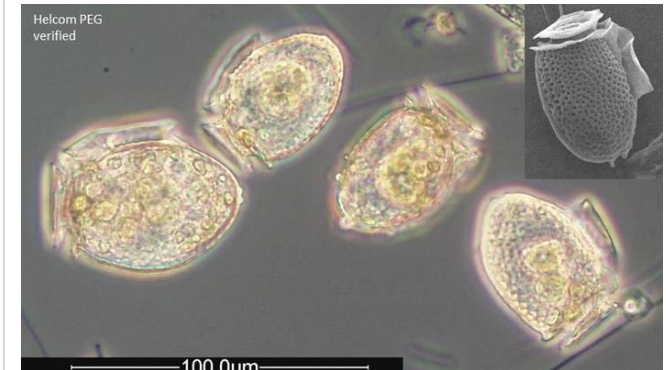
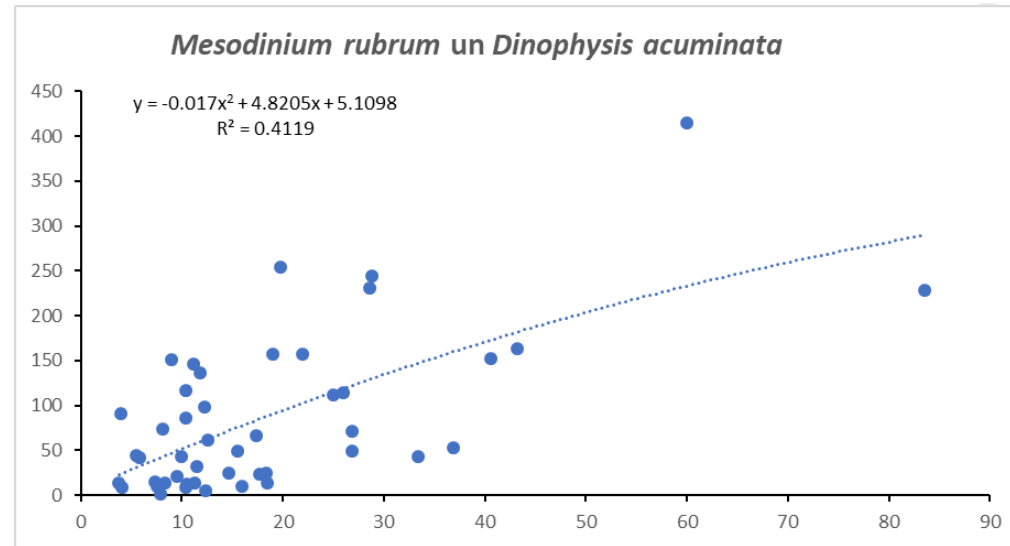


Foto: Regina Hansen

Mērķis un uzdevumi

Izstrādāt rekomendācijas jūras vides kvalitātes novērtēšanai Rīgas līcī klimata izmaiņu apstākļos, izmantojot vienšūni *Mesodinium rubrum* kā indikatorsugu.

- apkopot un analizēt Rīgas līča LHEI datu bāzē esošos 2001.-2019. g. *Mesodinium rubrum*, fitoplanktona, hidroloģijas un hidroķīmijas datus
- ievākt un analizēt iepriekš minētos paraugus laika periodos 2020. g. jūnijs-novembris un 2021. g. marts-jūnijs (ievākšana vismaz 2x mēnesī), epifluorescences/trofijas paraugus
- noskaidrot vai *Mesodinium rubrum* varētu izmantot kā indikatorsugu, Rīgas līča laba vides stāvokļa (GES) noteikšanai
- informēt HELCOM Fitoplanktona Ekspertu grupu (PEG) par projekta rezultātiem

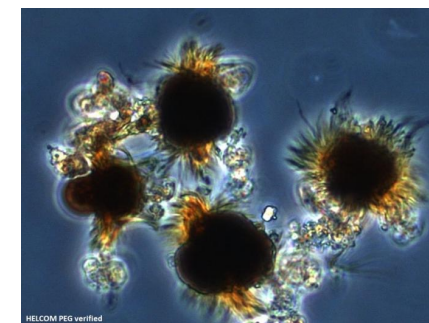


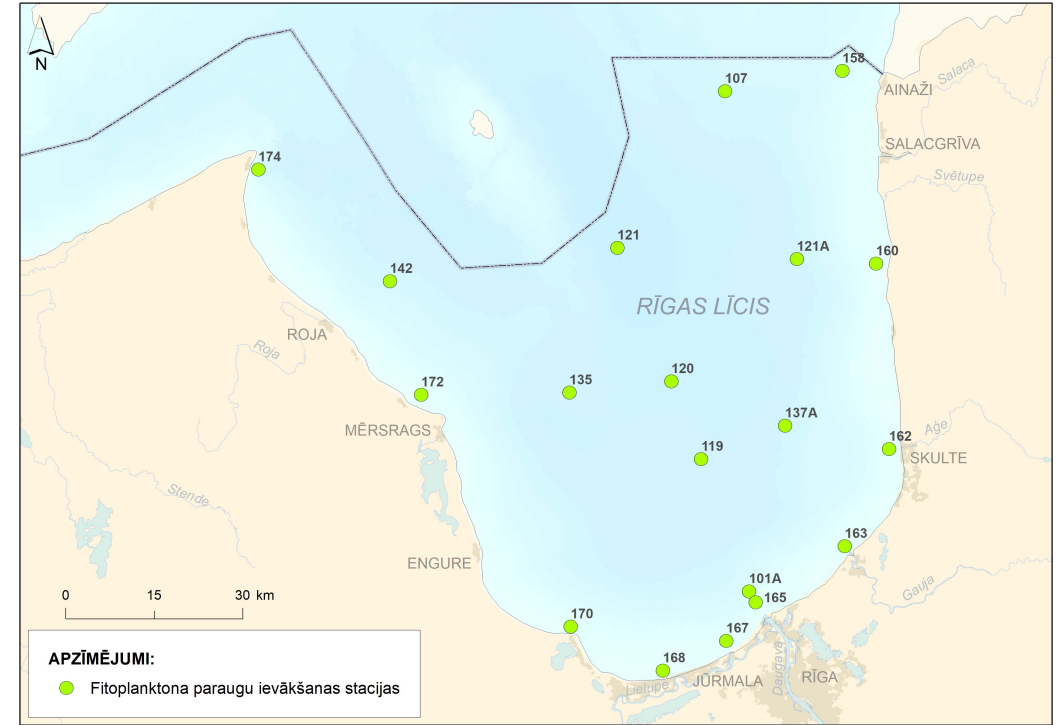
Foto: Helena Högländer

Materiāls un metodes

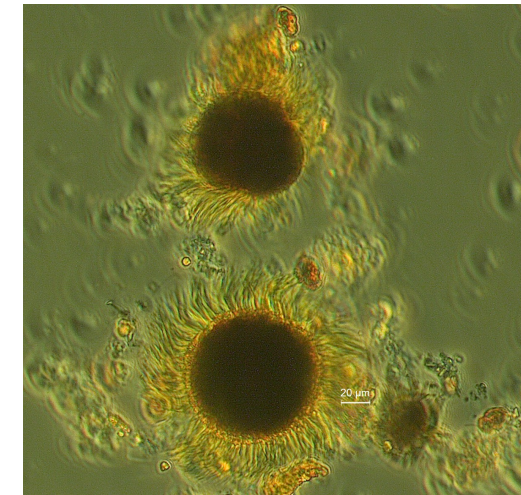
Datu kopa: fitoplanktona (ieskaitot *M. rubrum*), pikoplanktona biomasa, hidroloģijas un hidroķīmijas dati 0-10m slānim 2001.-2021.g.
19 paraugu ievākšanas stacijās Rīgas līcī.

Metodes:

- epifluorescences metode trofijas noteikšanai,
- daudzfaktoru analīze (Multi-dimensional scaling - MDS) un ANOSIM līdzību noteikšanai,
- daudzfaktoru analīze (Multivariate redundancy analysis - RDA), Spīrmena ranga korelācijas analīze sakarību noteikšanai
- sezonas: pavasaris - 20.03.-10.06.
vasara - 11.06.-10.10.
rudens - 11.10.-30.11.
ziema - 01.12.-19.03.

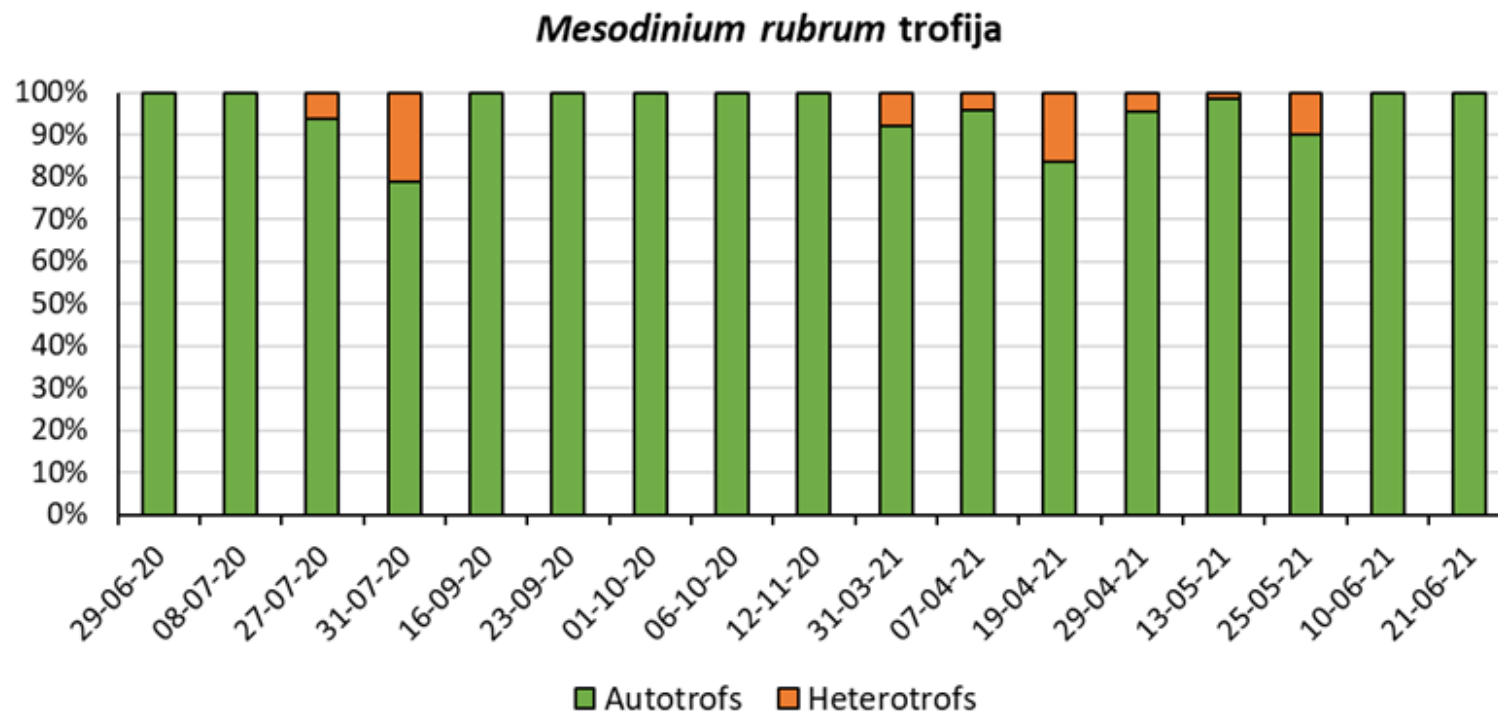
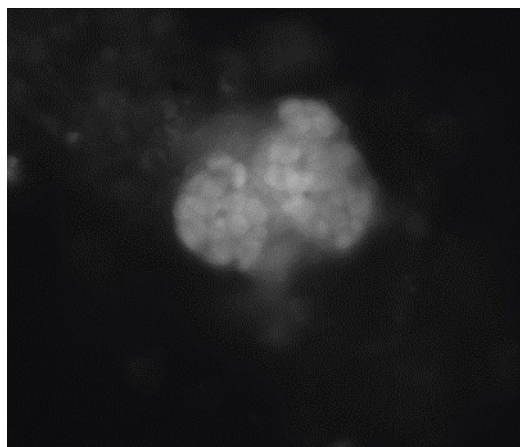
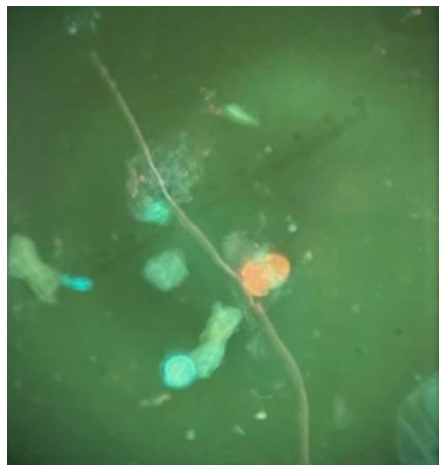


Periods	Paraugu ievākšanas vieta	Parametrs	Kopējais paraugu skaits
2001-2021	107; 119; 120; 121; 135; 142; 158; 160; 162; 163; 165; 167; 168; 170; 172; 174; 101A; 121A; 137A	Fitoplanktona taksonomiskais sastāvs un biomasa, temperatūra, sāļums, skābekļa koncentrācija, vides pH, duļķainība D750, biogēnās vielas - NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ⁻ , SiO ₄ ⁻	930
2011-2021	107; 119; 120; 121; 135; 142; 158; 160; 162; 163; 165; 167; 168; 170; 172; 174; 101A; 121A; 137A	<i>Mesodinium rubrum</i> biomasa izmēru klasēs	496
2020-2021	101A	<i>Mesodinium rubrum</i> trofija	17

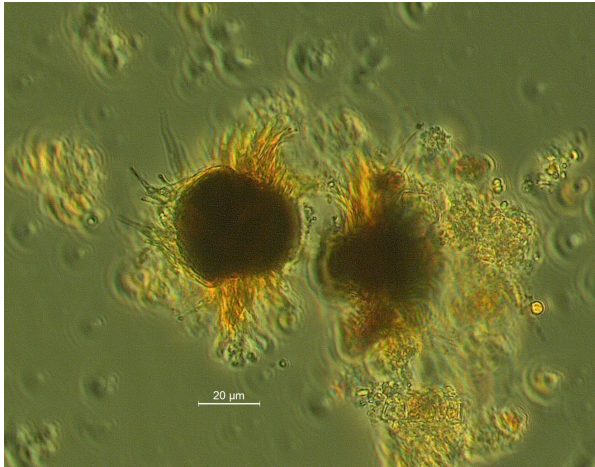


Mesodinium rubrum trofija jeb barošanās veids (Caron 1983)

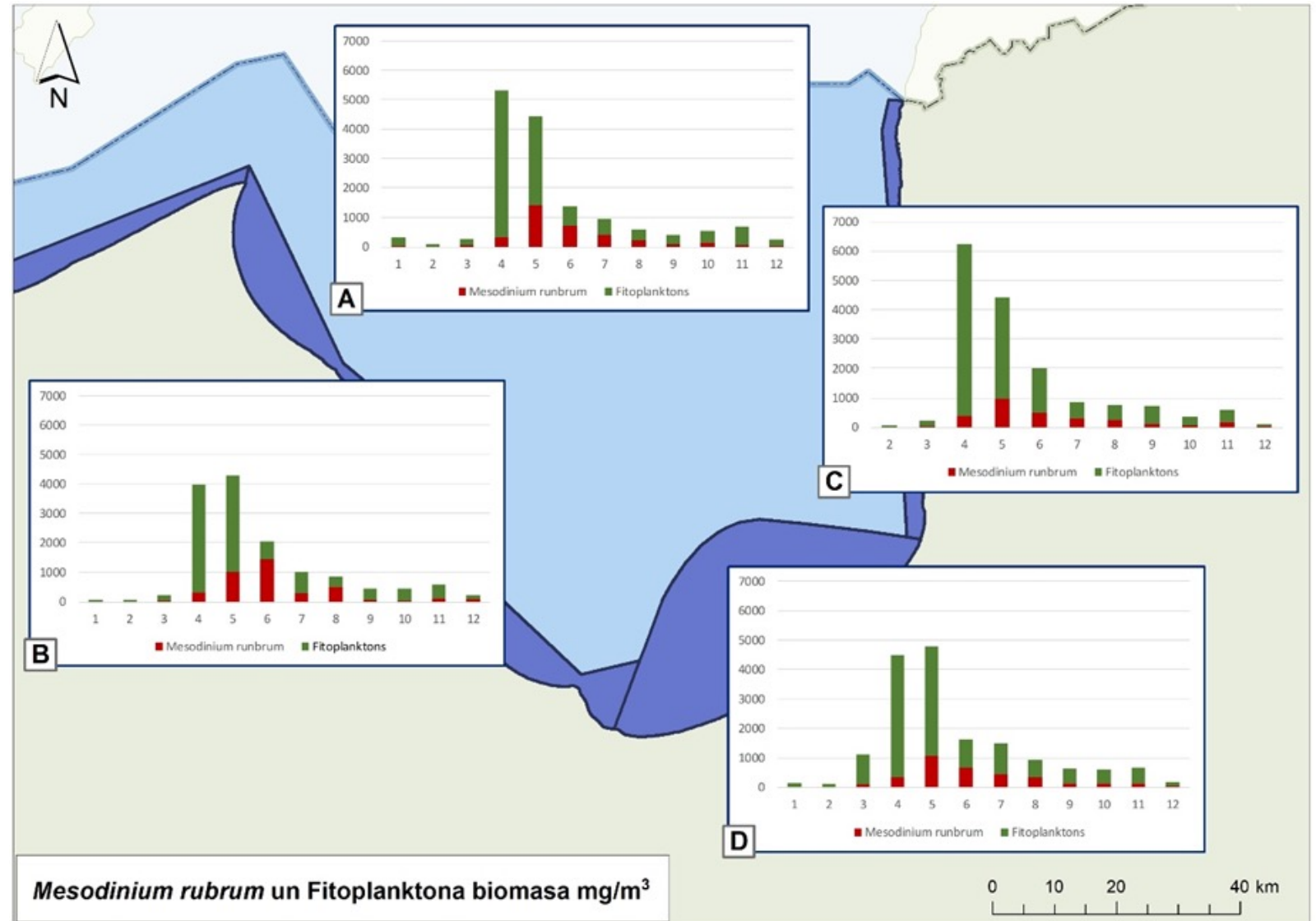
- vidēji 96% autotrofs
- 1-21% heterotrofs (marta - maija beigas un jūlija beigas)



Mesodinium rubrum sezonālā dinamika

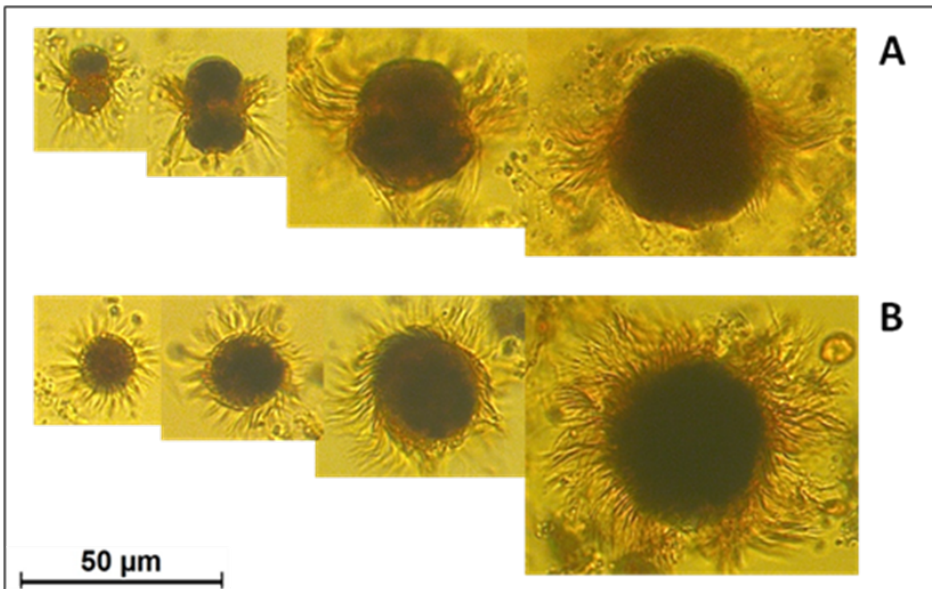


- sastopams visu gadu
- maksimums maijā un jūnijā
- biomasa var sasniegt pat 70 - 80% no kopējās fitoplanktona biomasas
- sezonālā dinamika visā līča akvatorijā ir vienāda



Mēnešu vidējā (2001. – 2020.g.) biomasa A) Rīgas līča centrālajā; B) rietumu piekrastes; C) austrumu piekrastes daļā un D) pārejas ūdeņos.

Mesodinium rubrum izmēru klašu sezonālais sadalījums



Fotno: L. Ozoliņa

Liela šūnu izmēru dažādība no 16 – 65 µm

2001. – 2010.g. kopējā biomasa

2011. – 2021.g. Izmēru klases:

16-20

21-27

27-33

34-45

46-55

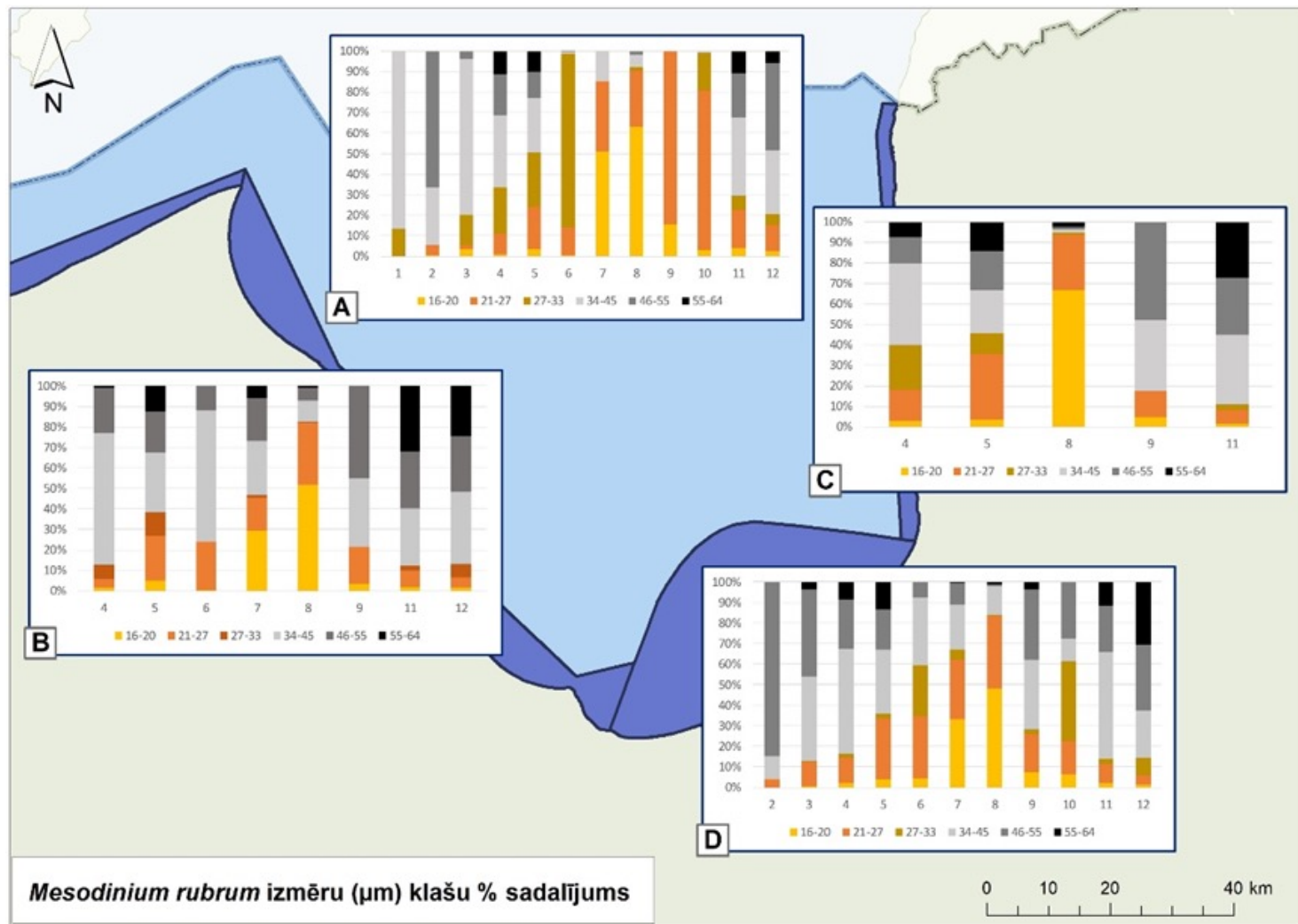
56-64

≥ 34 un ≤ 33 µm

Garcia-Cuetos et al., 2012:

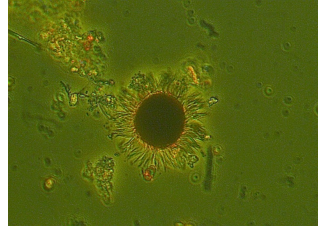
M. major - 35 - 50 µm - pavasara sezona

M. rubrum - 25 – 35 µm vasaras sezona

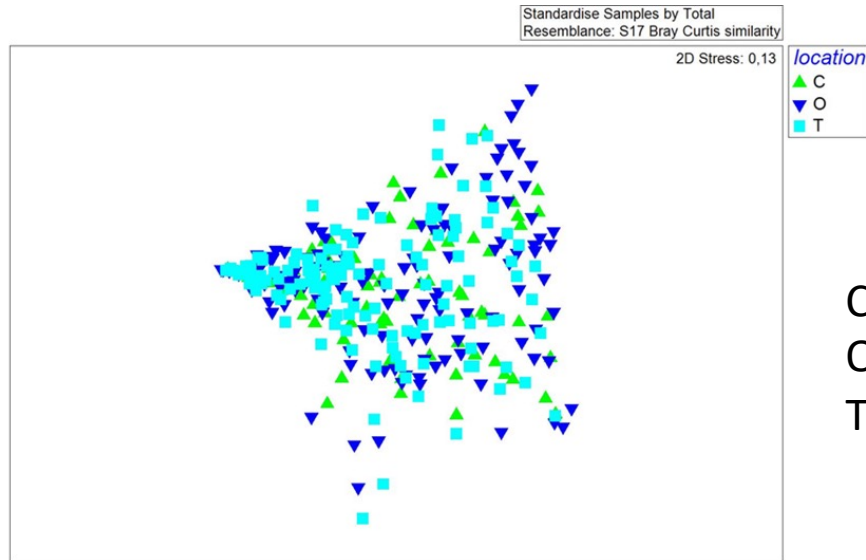


Rīgas līča atklātās, piekrastes un pārejas ūdeņu zonas līdzību noteikšana

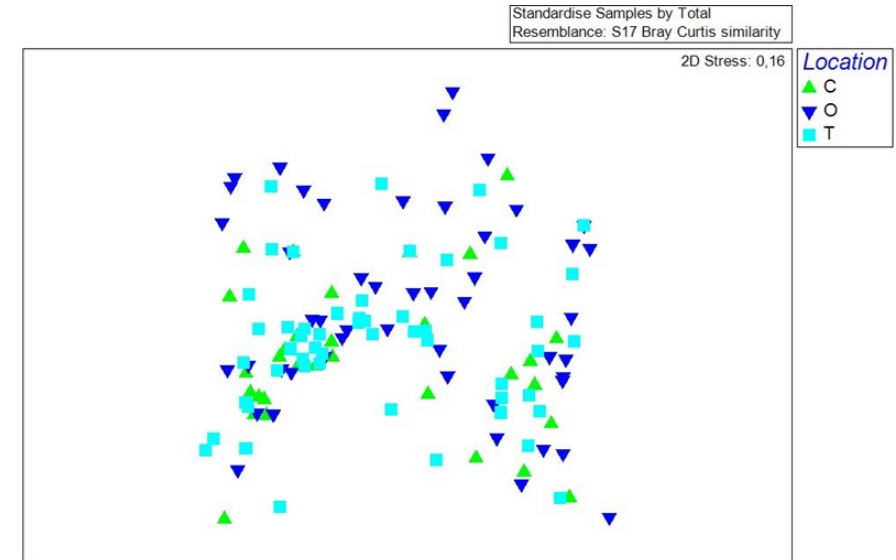
Fitoplanktona biomasa (*M. rubrum* ieskaitot)
mēneša vidējās vērtības 2001. – 2021.g.



M. rubrum 6 izmēru klašu biomasa
mēneša vidējās vērtības 2011. – 2021.g.



C – piekraste
O – atklātā
T – pārejas zona



Fitoplanktona biomasa	R statistika	Nozīmības līmenis, %
piekraste, pārejas zona	0.018	13.7
atklātā, piekraste	-0.023	94.3
atklātā, pārejas zona	0.019	1.1

<i>M. rubrum</i> izmēru klases	R statistika	Nozīmības līmenis, %
atklātā, pārejas zona	0	46.9
atklātā, piekrastes	0.009	33.1
atklātā, pārejas zona	0.028	4.2

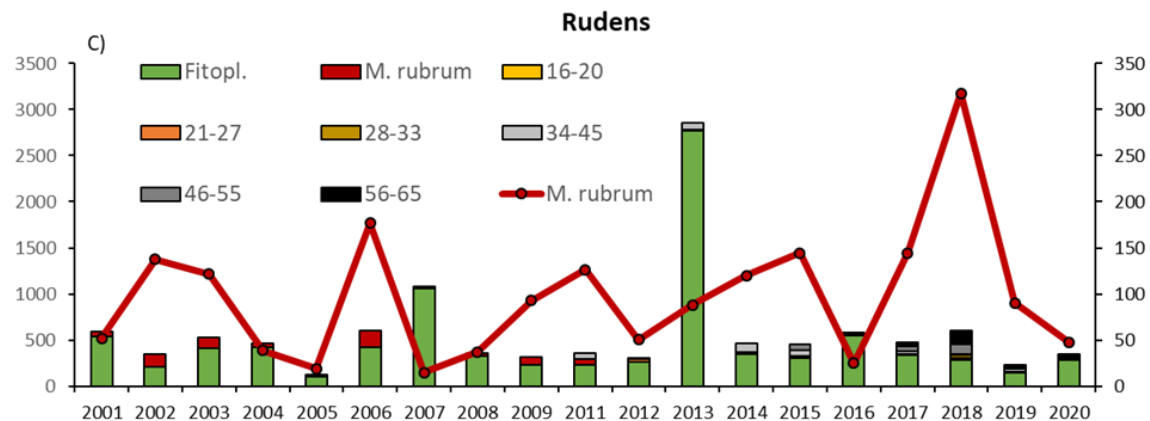
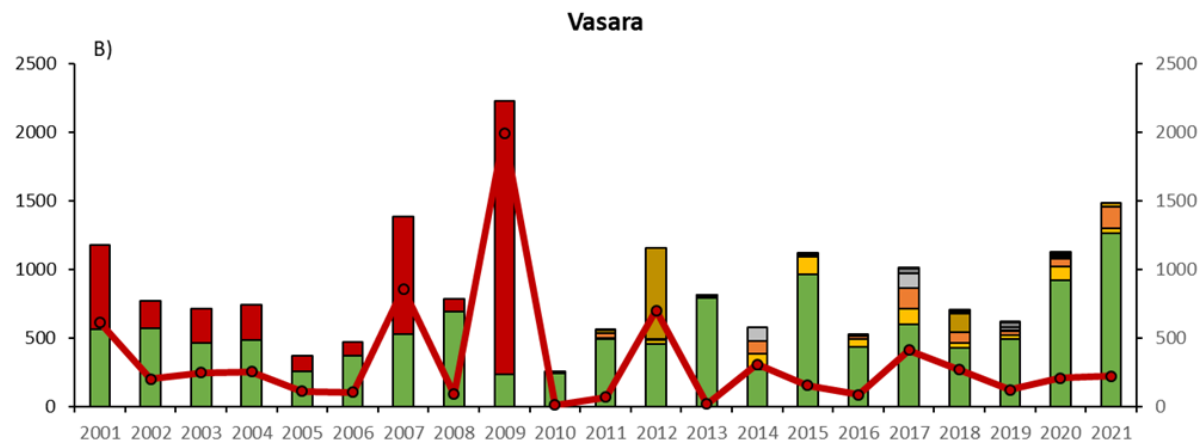
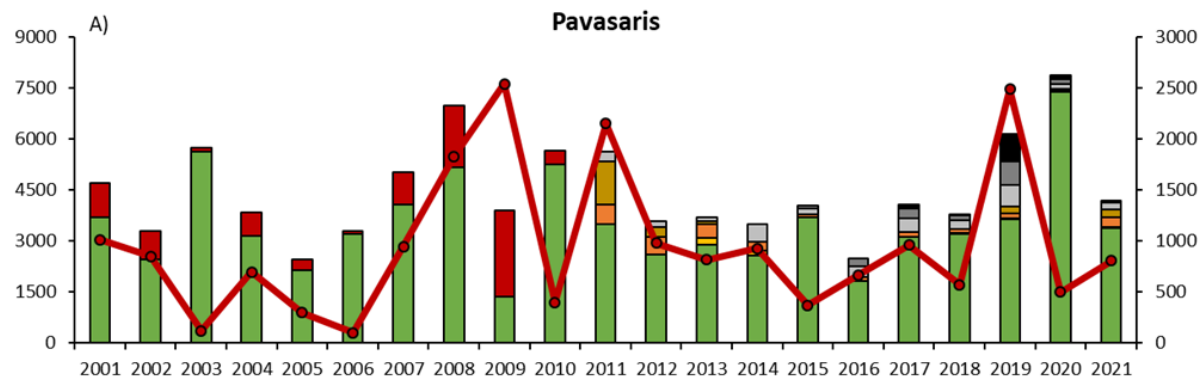
MSD un ANOSIM analīze uzrādīja, ka sadalījums visos trīs izdalītajos apakšrajonos ir līdzīgs, atšķirības ir statistiski nenožīmīgas un visu trīs rajonu dati tika apkopoti vienā datu kopā.

Mesodinium rubrum biomasas un izmēru klašu biomasas daudzgadīgā dinamika

- dinamika mainīga visās sezonās, neuzrādot izteiktu pieauguma vai samazinājuma tendenci
- pavasarī augstāka (virs 50% no fitoplanktona kopējās biomasas) biomasa bija 2009. gadā
- 2011.g. pavasarī dominēja mazāka (≤ 33) un 2019.g lielāka ($\geq 34\mu\text{m}$) izmēra šūnas
- vasarā augstāka biomasa bija 2001.; 2007.; 2009. (pat 89%) un 2012. gadā
- rudenī - 2018.gadā



Foto: Helena Höglander



Fitoplanktona taksonomisko grupu sakarības ar vides faktoriem

pavasari - kramaļģes, dinoflagelātaļģes un eiglēnaļģes



Foto: Susanne Busch

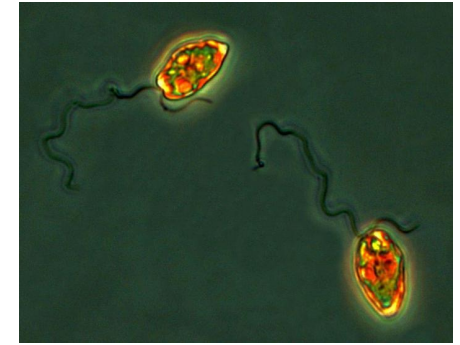
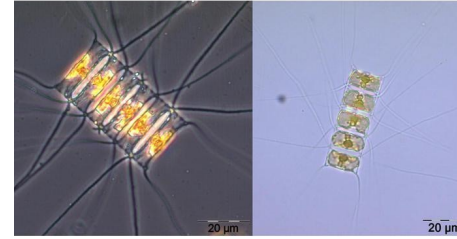
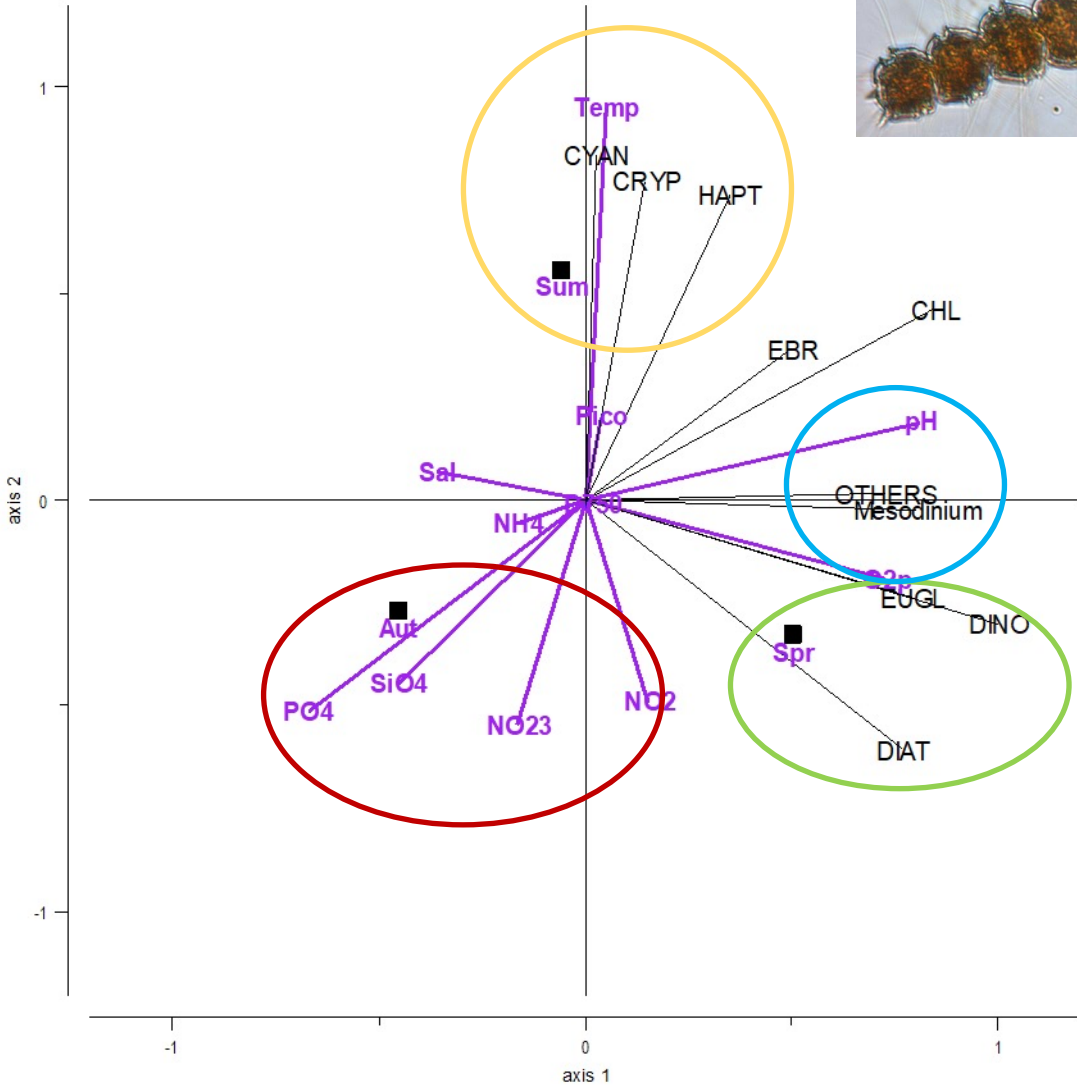


Foto: Helena Höglander



pārejas periodā – *Mesodinium rubrum*, grupa pārējās un pH

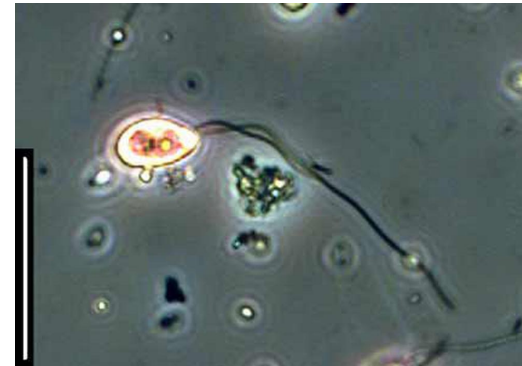


Foto: Seija Hällfors

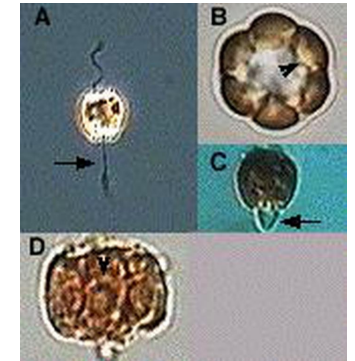


Foto: Mats Kuylenstierna

vasarā - cianobaktērijas, kriptofītaļģes, haptofītaļģes un temperatūra



Foto: Heidi Hällfors

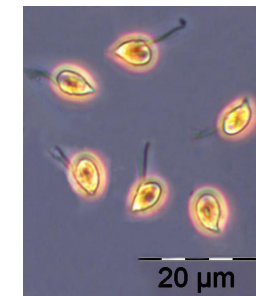
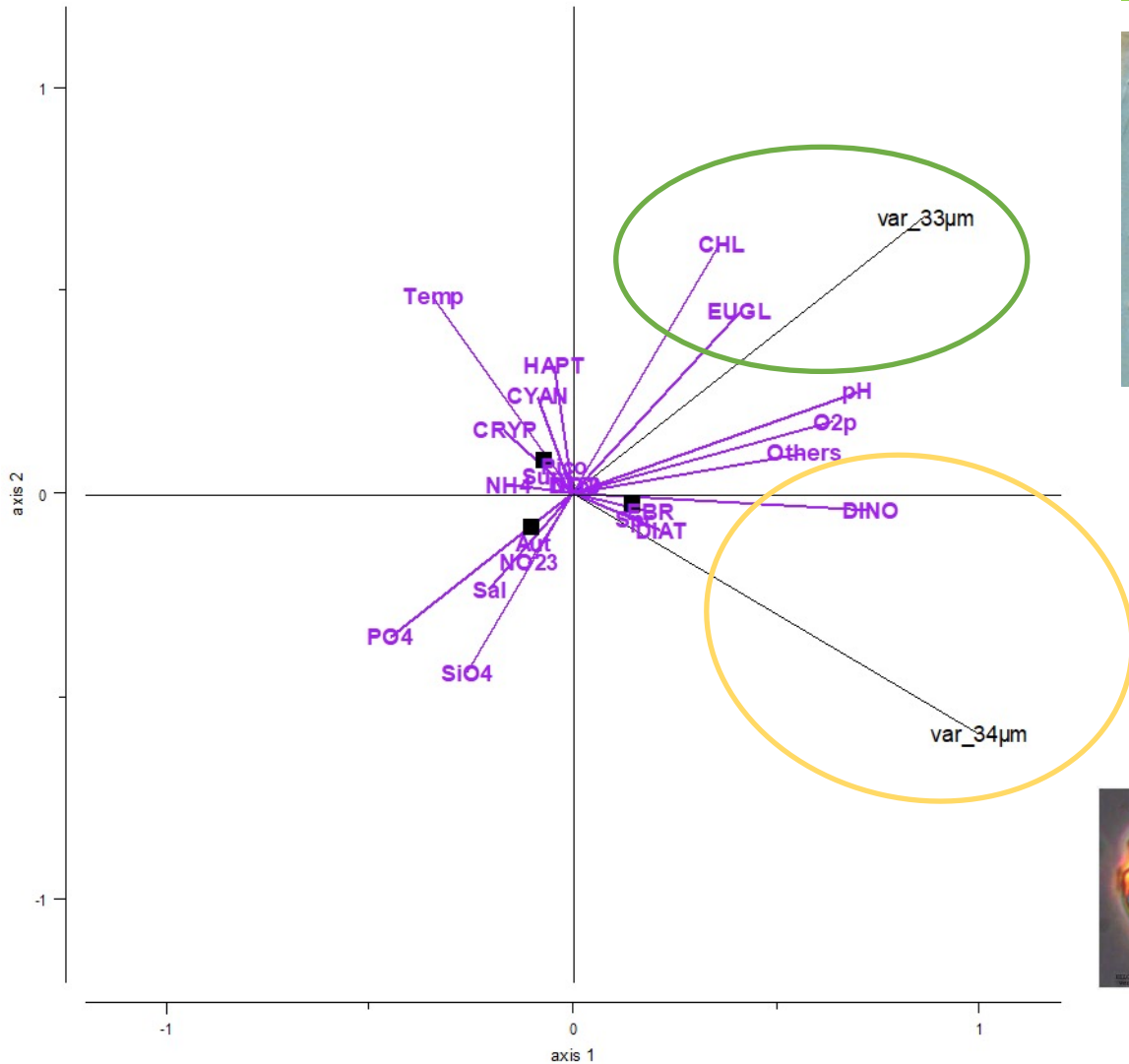


Foto: Susanne Busch



Foto: Hilda Canter-Lund

Mesodinium rubrum izmēru klašu (≤ 33 un ≥ 34 μm) biomasas sakarības ar pārējām fitoplanktona grupām un vides faktoriem



mazākā izmēra šūnas, eglēnaļģes un zaļaļģes



Foto: Seija Hällfors

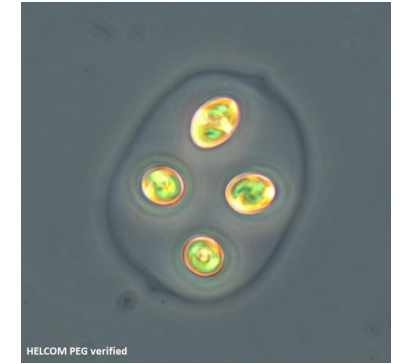
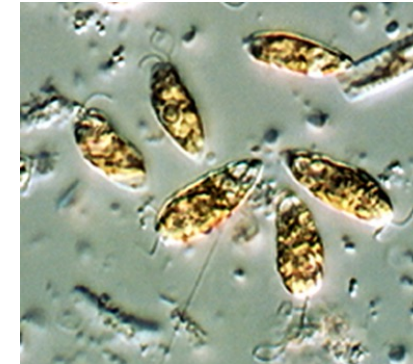


Foto: Helena Höglander

lielākā izmēra šūnas un dinoflagelātaļģes

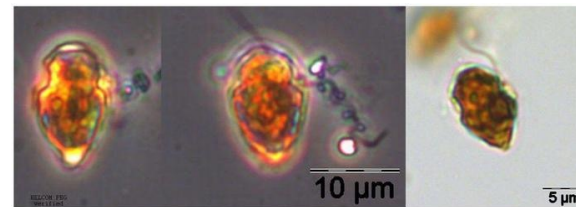


Foto: Susanne Busch

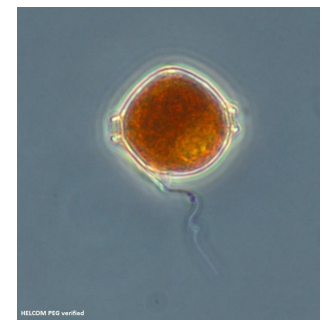
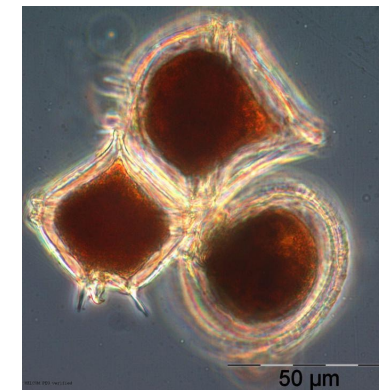


Foto: Helena Höglander

Spīrmena rangu korelācijas koeficienti fitoplanktona grupu, *Mesodinium rubrum* izmēru klašu biomasai un vides parametriem

labā - ($\pm 0.7-0.9$)
vidēja - ($\pm 0.5-0.7$)

vāja, bet joprojām
statistiski nozīmīga
 $p < 0.05$

kop. biomasā – dinoflagelātaļģes,
pārējās, izmēru klases

$\geq 34 \mu\text{m}$ – temperatūra

$\leq 33 \mu\text{m}$ - zaļāļģēm, dinoflagelātaļģēm
parējās

kop. biomasā – sezona, zaļāļģes,
kramaļģes, eīglēnaļģes un O_2

$\geq 34 \mu\text{m}$ – kramaļģes, dinoflagelātaļģes,
eīglēnaļģes

$\leq 33 \mu\text{m}$ – PO_4 un pH

Mainīgie	Sezona	Pico	CHL	CRYP	CYAN	DIAT	DINO	EBR	EUGL	HAPT	Others	<33	>34	Meso.k.b.	Temp	Sal	O2	PO4	SiO4	NO2	NO3	NH4	D750	pH
Sezona	1.0																							
Pico	0.0	1.0																						
CHL	-0.3	0.2	1.0																					
CRYP	0.1	0.2	0.5	1.0																				
CYAN	0.2	0.2	0.3	0.3	1.0																			
DIAT	-0.4	-0.1	0.1	-0.2	-0.4	1.0																		
DINO	-0.6	0.1	0.5	0.1	0.0	0.4	1.0																	
EBR	-0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0																
EUGL	-0.5	0.0	0.4	-0.1	-0.1	0.5	0.6	0.4	1.0															
HAPT	0.0	0.2	0.5	0.4	0.3	-0.1	0.3	0.2	0.1	1.0														
Others	-0.5	0.1	0.5	0.1	0.0	0.3	0.7	0.5	0.6	0.3	1.0													
<33	-0.3	0.1	0.5	0.2	0.1	0.2	0.6	0.3	0.3	0.3	0.5	1.0												
>34	-0.3	0.0	0.0	-0.3	-0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	-0.2	0.2	0.1	1.0											
Meso.k.b.	-0.5	0.1	0.4	0.0	-0.1	0.4	0.6	0.3	0.4	0.0	0.5	0.8	0.6	1.0										
Temp	0.4	0.2	0.3	0.5	0.5	-0.5	-0.2	0.1	-0.3	0.5	0.0	0.1	-0.5	-0.3	1.0									
Sal	0.2	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.3	-0.3	-0.1	-0.3	0.0	1.0								
O2	-0.6	0.1	0.3	0.0	-0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.5	0.3	0.2	0.4	-0.2	-0.1	1.0							
PO4	0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2	0.0	-0.4	-0.3	-0.4	-0.3	-0.5	-0.4	0.1	-0.3	-0.2	0.0	-0.6	1.0						
SiO4	0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	0.1	-0.2	-0.2	0.0	-0.5	0.8	1.0					
NO2	0.0	-0.2	-0.1	-0.3	-0.3	0.3	0.0	-0.1	0.2	-0.3	-0.1	-0.1	0.2	0.1	-0.4	-0.3	-0.2	0.5	0.5	1.0				
NO3	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	0.2	-0.2	-0.2	0.0	-0.4	-0.3	-0.2	0.1	-0.1	-0.5	-0.2	-0.2	0.7	0.6	0.8	1.0			
NH4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.2	-0.3	-0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	1.0		
D750	-0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.4	-0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	1.0	
pH	-0.3	0.0	0.5	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.1	0.3	0.2	-0.4	0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.2	0.6	1.0

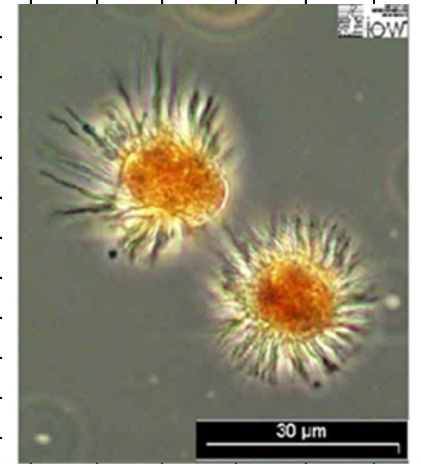


Foto: Regina Hansen

Secinājumi

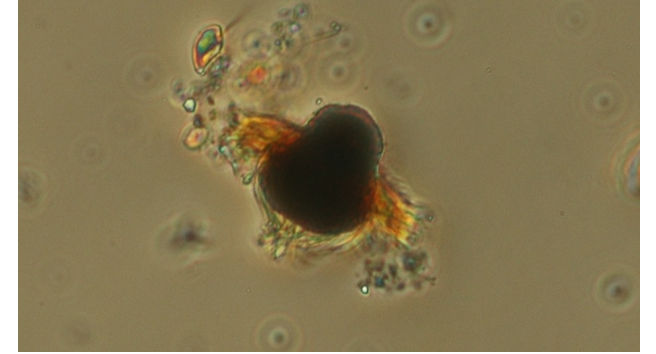


Foto: Learn More

indikatora izstrādes 1. fāze

- *Mesodinium rubrum* Rīgas līcī funkcionē kā fitoplanktons
- maksimāla attīstība maijā un jūnijā
- daudzgadīgā dinamika ir mainīga, bez izteikta pieauguma vai samazinājuma tendences
- fitoplanktona biomasai un ciliāta šūnu izmēru sadalījumam raksturīga sezonalitāte (svarīgs ir paraugu ievākšanas biežums)
- *Mesodinium rubrum* kā atsevišķai sugai nav izteiktu sakarību ar vides apstākļiem, bet ir sakarības ar citām fitoplanktona grupām
- *Mesodinium rubrum* kā individuālu sugu nevar izmantot vides stāvokļa novērtēšanā

Turpmākie soļi

indikatora izstrādes 2. fāze

- iekļaut *Mesodinium rubrum* fitoplanktona grupu un vides parametru analīzē



kramaļģes: dinoflagelātaļģes: *Mesodinium rubrum*



HELCOM pavasara Diat/Dino indeksa indikators

- ģenētisko pētījumu ietvaros noteikt *Mesodinium* ģints sastopamās sugas Rīgas līcī
- 2022. gadā sagatavot un iesniegt publikāciju par projektā iegūtajiem rezultātiem



Mesodinium rubrum

Foto: Janina Kownacka

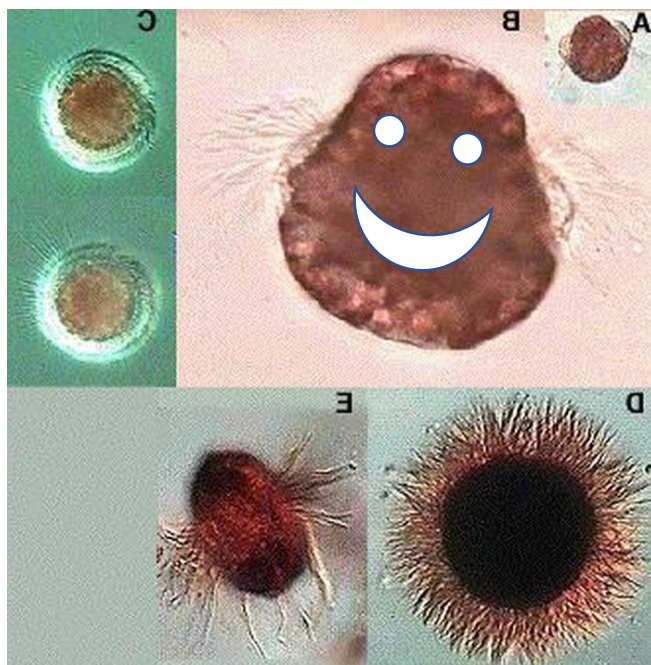


Foto: Mats Kuylenstierna

Paldies par uzmanību!