



Madala eutroofse järve klorofüllisisalduse määramiseks sobivad algoritmid Sentinel3/OLCI andmete alusel Ülemiste järve näitel

Kersti Kangro^{1,2}, Krista Alikas¹, Kristel Panksep²

1-Tartu Ülikooli Tartu observatoorium

2-Eesti Maaülikooli Limnoloogiakeskus

Ülemiste järv

- Tallinna peamine joogiveevaru, 90 % linna joogiveest
- Madal (suurim sügavus 4.2 m ja keskmine 2.5)
- 9,46 km² pindalaga (suuruselt neljas järv)
- II järvetüüp veepoliitika raamdirektiivi järgi
- Seisundihinnang „Kesine“
- Muutused veetarbimises 90ndatel (tarbimine vähenes 4x)
- Eutrofeerumine ja sinivetikaõitsengud probleemiks juba 19 sajandil
- Väga kõrged klorofüllisisaldused varasemalt, nüüd valdavalt alla 40 µg/l
- Suvine läbipaistvus viimasel 3 aastal alla 50 cm



Biomanipulatsiooniprojekt 2002-2009

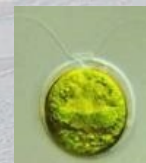
Muutused toiduahelas: järve troofsust ei vähendada, kuid saab tõsta aineringe efektiivsust

Idee:

- Röövkalade arvukus ↑
- Lepiskalade arvukus ↓
- Zooplanktoni arvukus ja suurus ↓
- Fütoplanktoni arvukus ↓
- Muutub fpl liigiline koosseis
- Veekvaliteet paraneb



Microcystis wesenbergii



Materjal ja meetodid

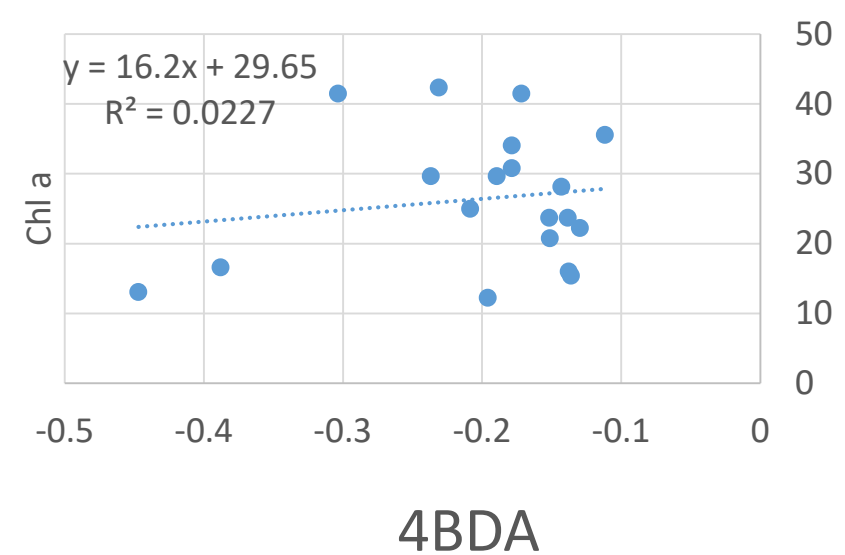
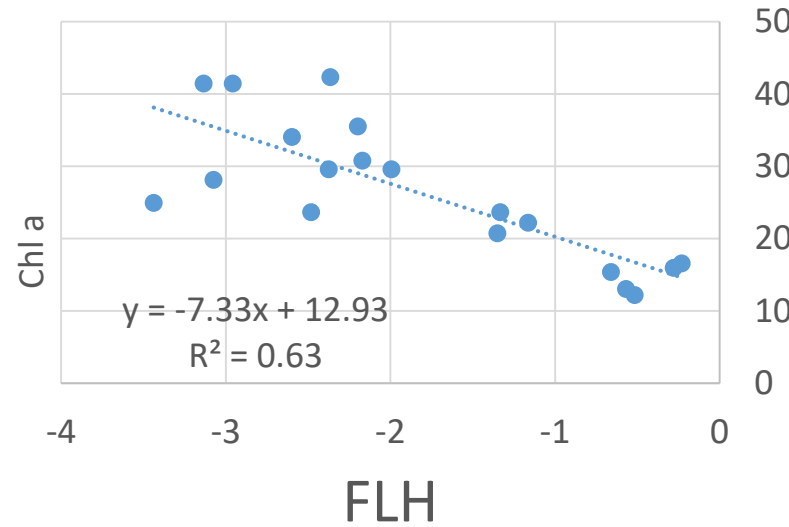
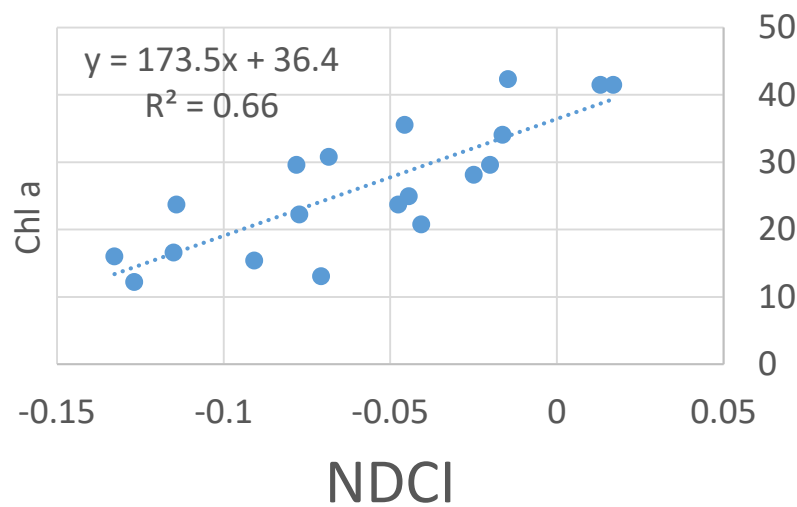
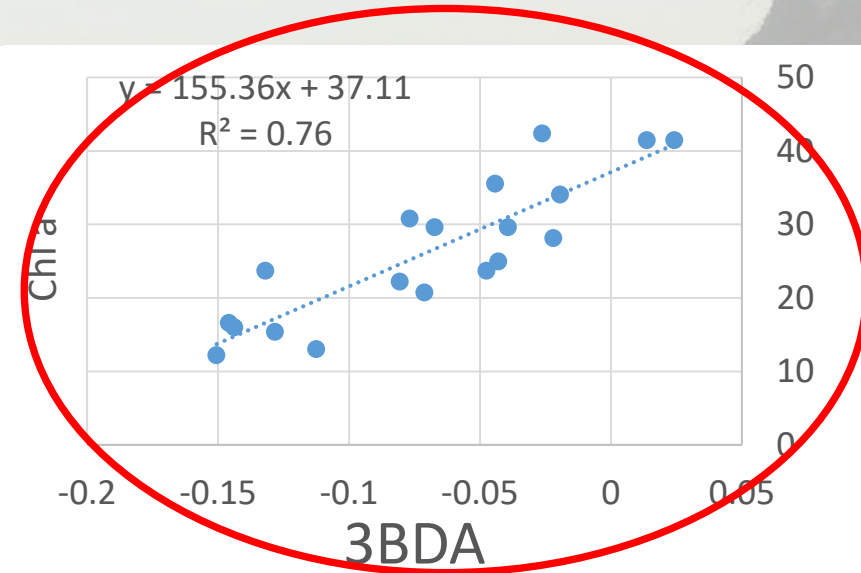
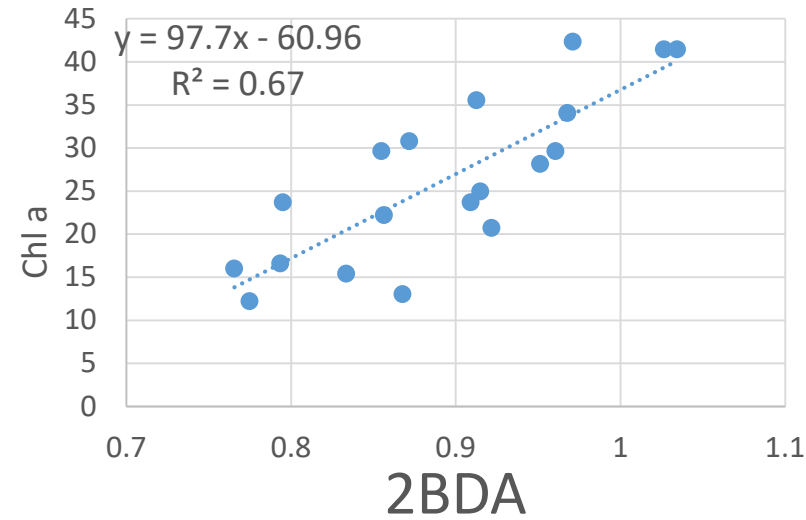
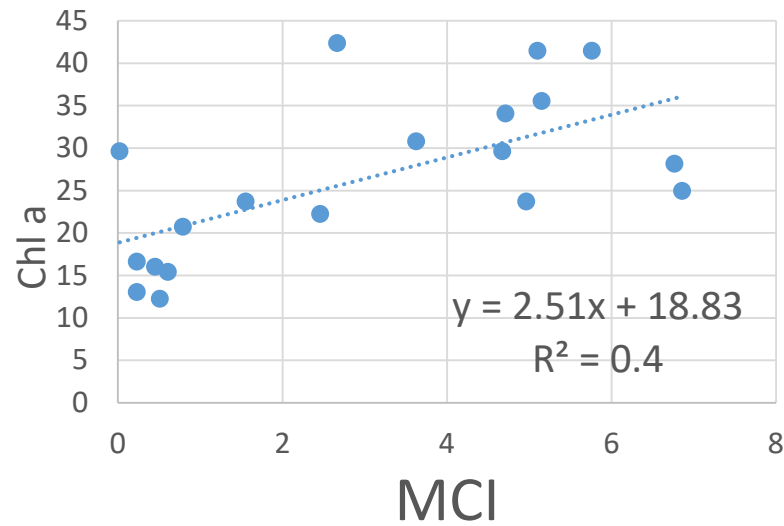
- In situ Chl a andmed mõõtis AS Tallinna Vesi, kasutades ekstraheerimist 96% etanooliga, arvutused Jeffrey-Humphrey (1975) meetodit kasutades.
- Sentinel 3A/OLCI täislahutusega L1 pildid laaditi alla <https://coda.eumetsat.int/#/home>,
- Snap 5.0 piltide töötlemiseks
- Edaspidi kasutati atmosfääri ülapiiri kirkusi
- Algoritmide valideerimiseks kasutati kokkulangevusi kohapealsete mõõtmiste ja satelliidiandmete vahel (samal päeval mõõdetud)

Aasta	In situ andmed aprill-oktoober	Sentinel-3A/OLCI	Kokkulangevad
2016	30	59	19
2017	30	63	12
2018	30?	55	-

6 erinevat algoritmi klorofüll-a määramiseks eutroofsetes järvedes (>10 µg/L)

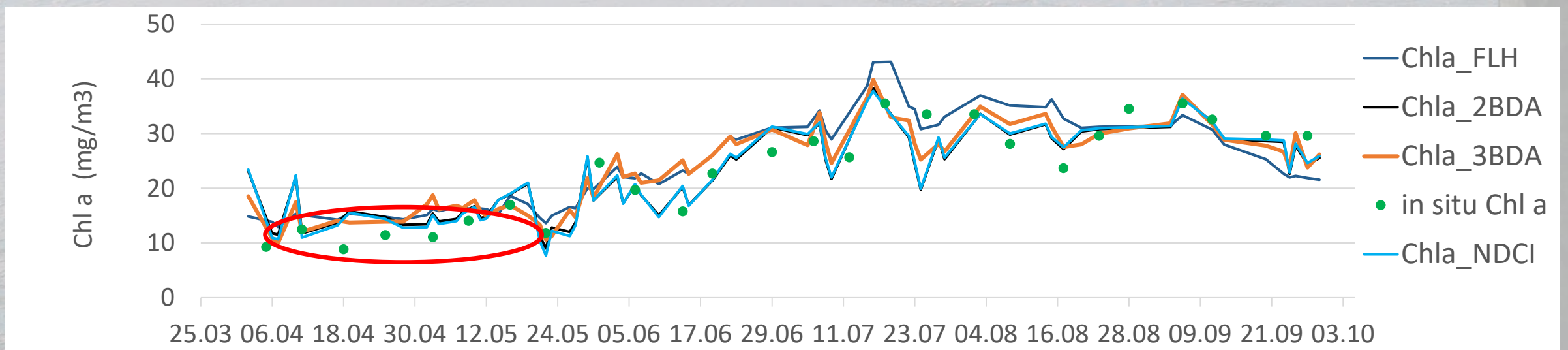
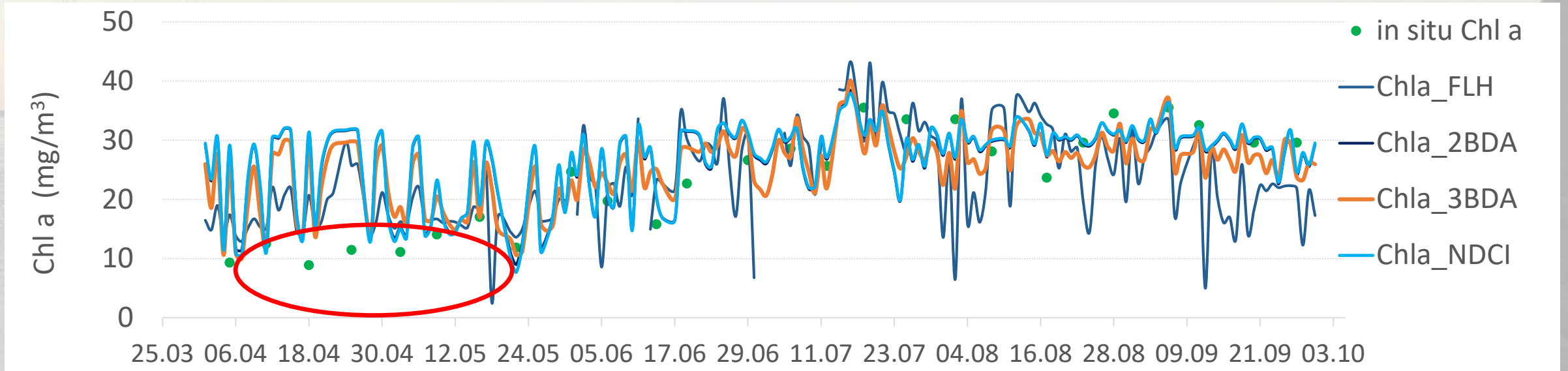
Mudel	Autor	Arvutuskäik
2BDA	Dall'Olmo & Gitelson (2005)	$\frac{L(708)}{L(665)}$
3BDA	Gitelson jt. (2003)	$(L(665)^{-1} - L(709)^{-1}) * L(753)$
NDCI	Mishra & Mishra (2012)	$\frac{L(708) - L(665)}{L(708) + L(665)}$
MCI	Gower jt. (2008)	$L(709) - L(681) - \left(\frac{708-681}{753-681} * (L(753) - L(681))\right)$
FLH	Gower jt. (1999)	$L(681) - 1.005 * [L(665) + ((L(709) - L(665)) \left(\frac{681-665}{708-665}\right))]$
4BDA	Le et al. (2009)	$[1/L(665) - 1/L(681.25)] / [1/L(753.75) - 1/L(708.75)]$

Parima klorofüllialgoritmi otsingud: *in situ* mõõdetud Chl a (mg/m³) ja satelliidi abil saadud Chl a

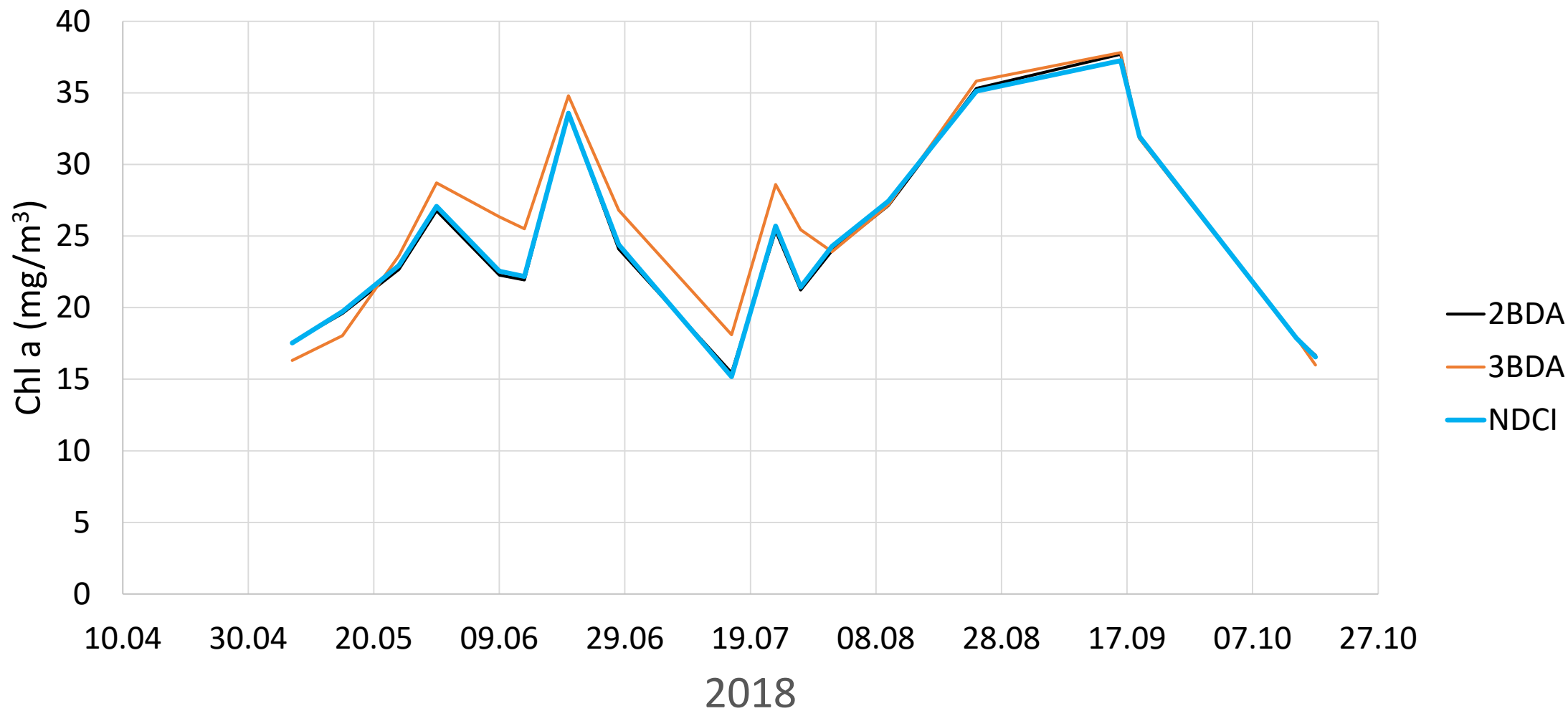


	kordaja	vabaliige	R ²	MSE	RMSE	NRMSE %
MCI	2.51	18.82	0.4	52.41	7.24	24.03
FLH	-7.32	12.93	0.63	32.33	5.69	18.88
2BDA	97.7	-60.96	0.67	29.01	5.39	17.88
3BDA	155.36	37.11	0.76	21.00	4.58	15.21
NDCI	173.5	36.41	0.66	29.84	5.46	18.14

Sesoonne dünaamika 2017 aastal 4 paremini toimunud algoritmi abil: märgendite mõju



Chl a sesoonne dünaamika 2018 aastal 3 andmestikku paremini kirjeldanud algoritmiga



Chl a ruumiline jaotus Ülemiste järves, 4 erineva algoritmiga

07.05.2018

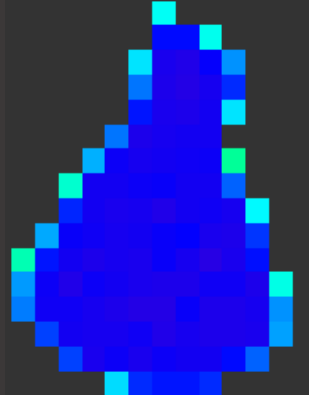
2bda



NDCI



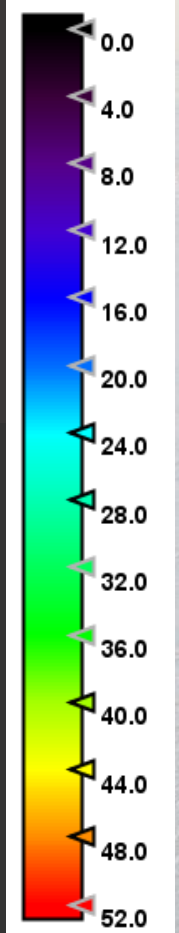
FLH



3bda

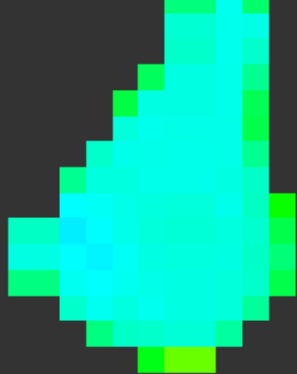


Chla (mg/m3)

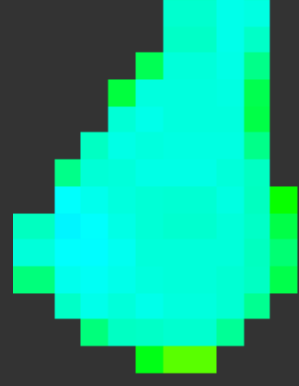


01.08.2018

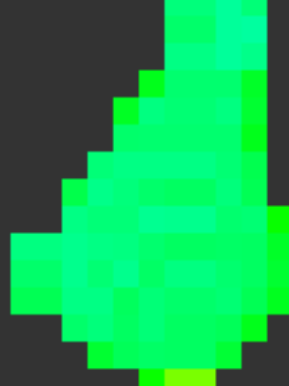
2bda



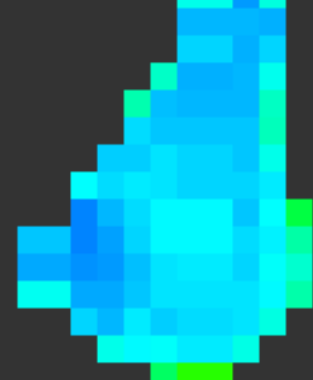
NDCI

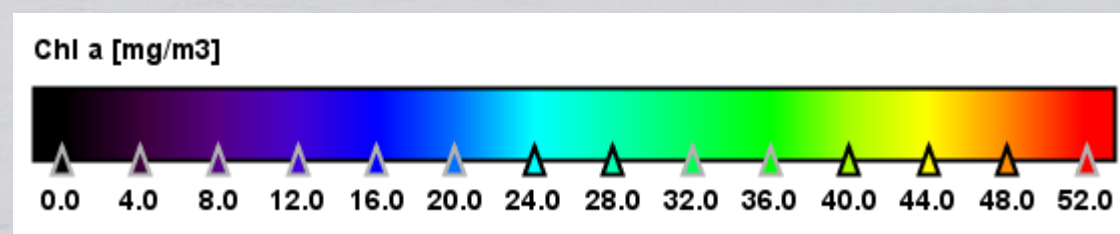
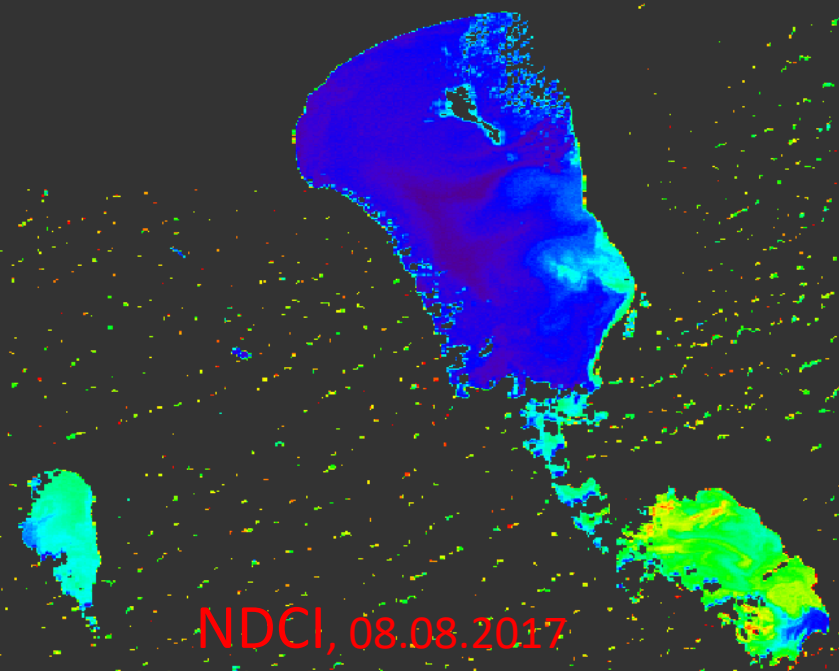
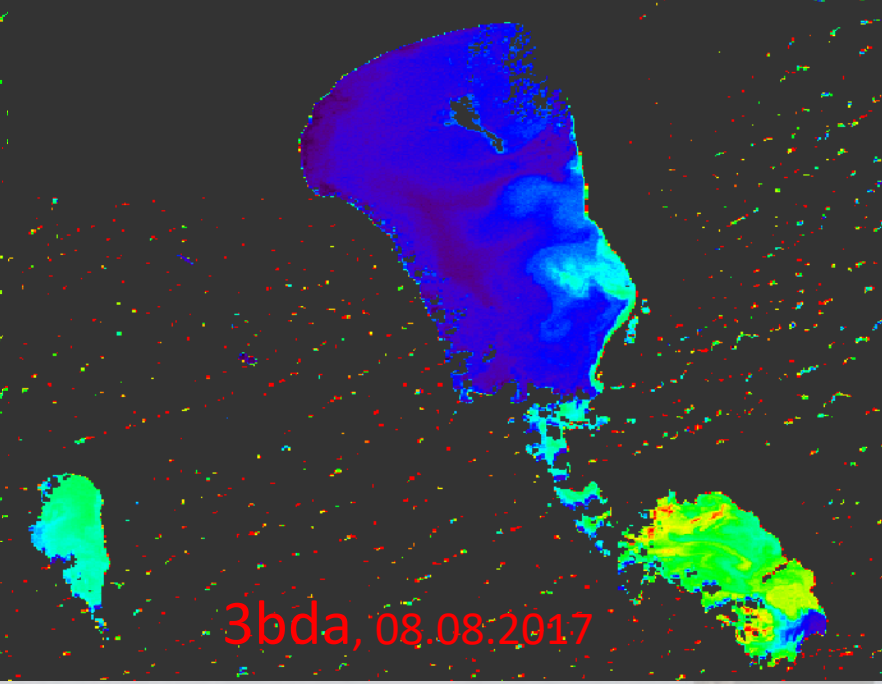
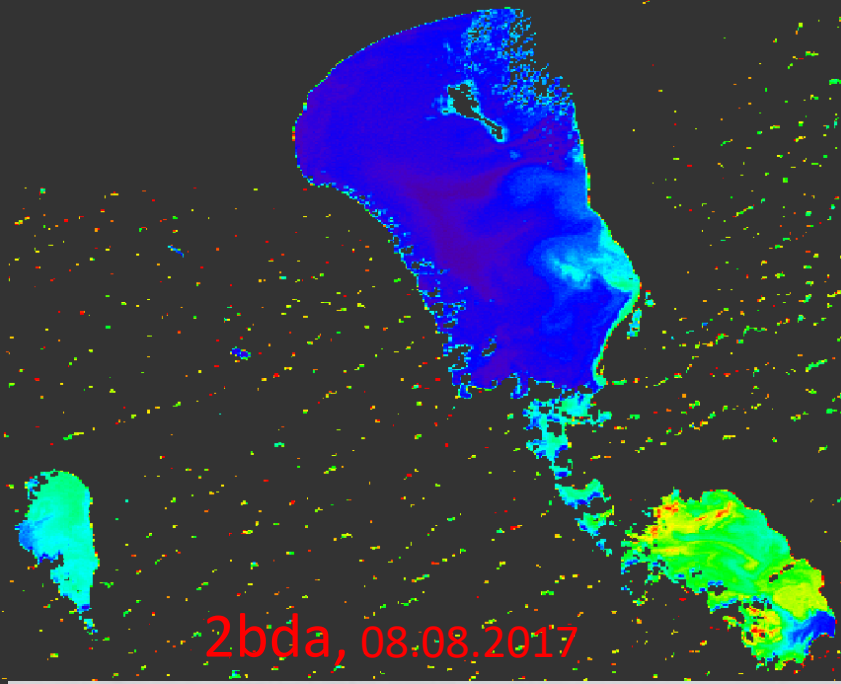
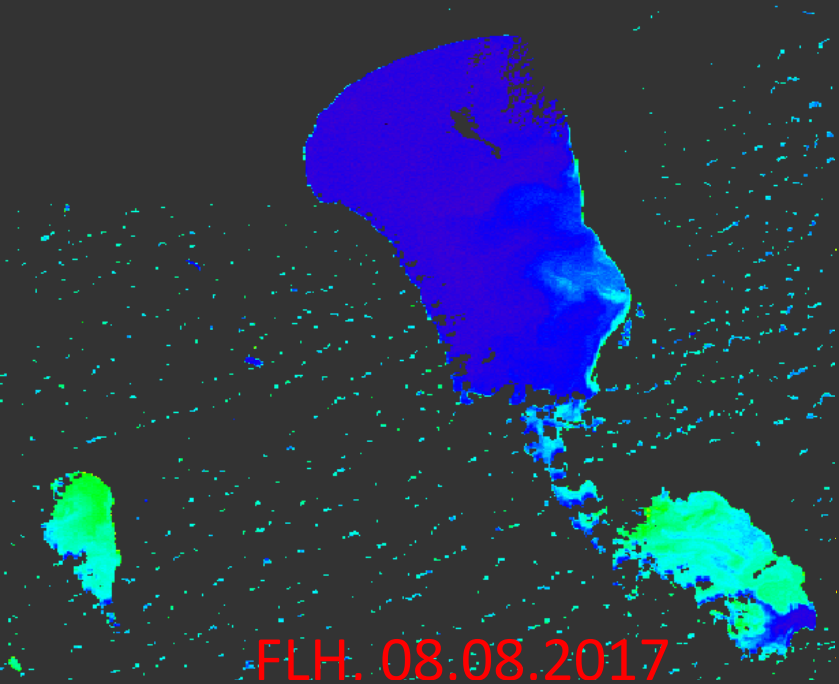


FLH



3bda





Tuletatud empiirilisi suhteid saab kasutada ka teiste madalate eutroofsete järvede klorofüllisisalduse määramiseks

Kokkuvõte

- Ülemiste järve *in situ* klorofüllü määdetakse tihedama sammuga kui teistes Eesti järvedes
- Seetõttu sobib Ülemiste järv hästi algoritmide valideerimiseks
- Kõige paremini sobis Ülemiste järves klorofüllisisalduse kirjeldamiseks 3bda algoritm
- 4bda selle veekogu klorofüllisisalduse kirjeldamiseks ei sobinud
- 2BDA ja NDCI andsid peaaegu identse tulemuse
- Paremini kirjeldati suviseid kõrgemaid klorofülliväärtusi, klorofüllisisaldused $<10 \mu\text{g/l}$ olid satelliidilt ülehinnatud
- Osad algoritmid sobivad ka Sentinel-2/MSI andmete jaoks

Tänuavaldused

- AS Tallinna Vesi *in situ* andmete eest
- Finantsallikaid:
 - Euroopa Liidu H2020 projekt EOMORES
 - ETAGi personaalne uurimistoetus PSG10



Tänu kuulamast!

uudised

EESTI

ARVAMUS

REITINGUD

MAJANDUS

VÄLISMAA

KULTUUR

Paunküla veehoidla veetase on viimase 30 aasta madalaim

EESTI

Vahur Lauri

15.09.2018 19:30



TEATEID ELUST 29. AUGUST 2018

Tallinlased jõid Paunküla veehoidla kuivaks 2

Selle aasta suvi on olnud nii sademetevaene, et Tallinna suurima joogiveereservuaari, Paunküla veehoidla veetase on erakordselt madal.

JAGA KUULA



Data Analyses

✦ Same day in situ measurements and S3/OLCI overpass

✦ 1x1 pixel area

✦ Accuracy assessment

- the coefficient of determination (R^2),
- the number of match-ups (N),
- the root mean squared error (RMSE),
- the relative root mean squared error (RRMSE),
- the average of relative percent differences (RD).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_{sat,i} - X_{insitu,i})^2}$$

$$RRMSE = \sqrt{\frac{RMSE}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n X_{insitu}}} \cdot 100$$

$$RD = 100 \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{X_{sat,i} - X_{insitu,i}}{X_{insitu,i}}$$