



**TAL
TECH**

KAS EESTIS ESINEVAD ÜLEUJUTUSED MÕJUTAVAD RANNIKUVEE KVALITEETI?

Age Aavaste¹, Liis Sipelgas¹ ja Rivo Uiboupin¹, Kristi Uudeberg²
TalTech meresüsteemide instituut, Keskkonnaagentuur

22.11.2024

**TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL**

EESMÄRK

- Hinnata, kas Eesti jõgede üleujutused avaldavad mõju suudmealade rannikuvee CDOM-i (värvunud lahustunud orgaanilise aine) tasemele.
- Uurida, kas Sentinel-1 SAR ja Sentinel-3 OLCI andmete kombineerimine võimaldab jälgida ja hinnata üleujutuste mõju rannikuvee kvaliteedile.

ÜLEUJUTUSED JA LÄÄNEMERI

- **Kliimamuutused** toovad kaasa ekstreemseid ilmastikutingimusi, mis ühtlasi suurendavad üleujutuste sagedust ja intensiivsust.
- **Üleujutused** kannavad orgaanilist ainet, toitaineid (nt fosfor ja lämmastik) ning saasteaineid rannikuvetesse, suurendades eutrofeerumise riski ja vähendades vee hapnikusisaldust.
- **Läänemeri**, poolsuletud ja aeglase veevahetusega mereökosüsteem, on eriti tundlik eutrofeerumise ja hapnikupuuduse suhtes, mis ohustab mere elustikku ja bioloogilist tasakaalu.



TESTALADE JA AJAPERIOODI VALIK

TESTALADE JA AJAPERIOODI VALIK

Ujutusala

Keila ja Vääna jõgi



Lohusalu laht

Kasari luht



Matsalu laht

Pärnu, Halliste, Navesti,
Raudna ja Lemmjõgi



Pärnu laht

Mereala

Üleujutuste kaart

Avaleht > Siseveed > Üleujutuste kaart

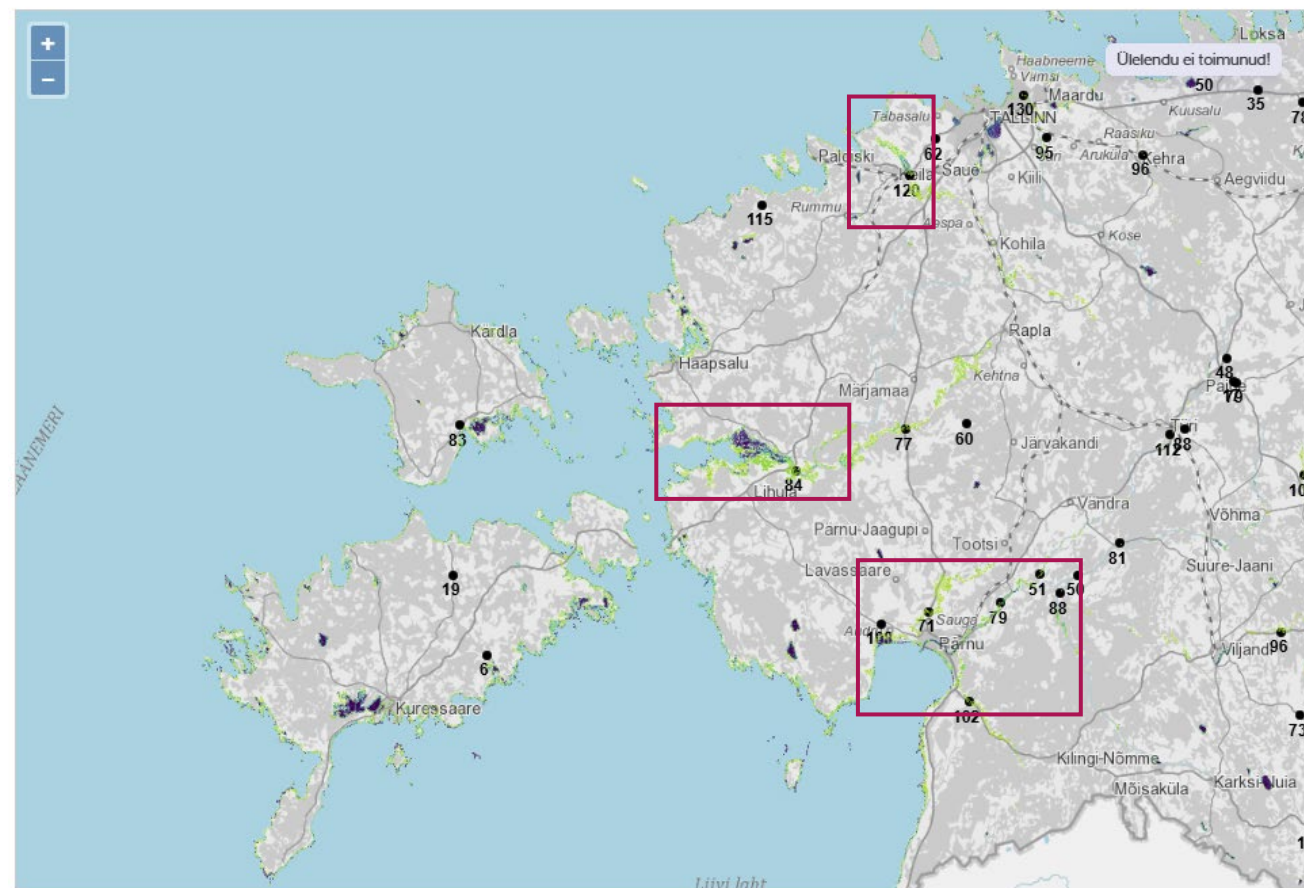
Vee ulatus valitud kuupäeval

Võrdlusperioodi valik



2020 ▼ märts ▼

Laadi alla



Vee esinemise sagedus valitud perioodil(%)



TESTALADE JA AJAPERIOODI VALIK

Üleujutuste kaart

Avaleht > Siseveed > Üleujutuste kaart

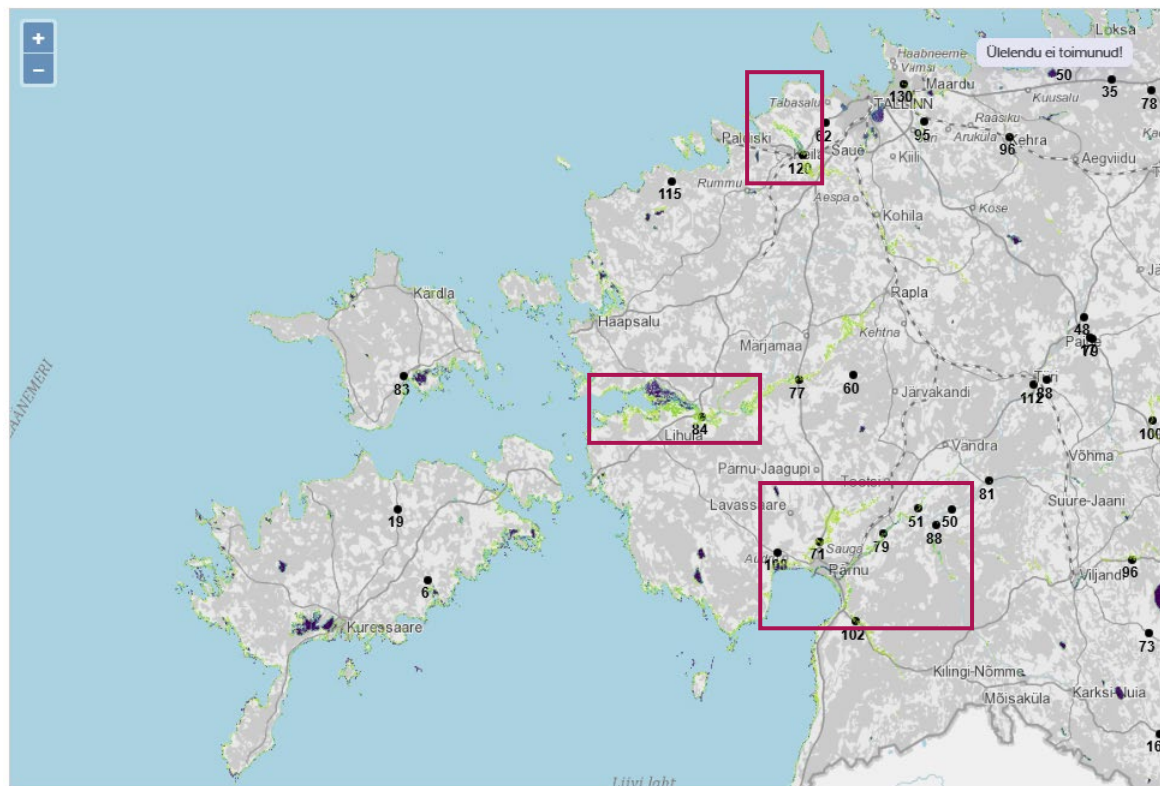
Vee ulatus valitud kuupäeval



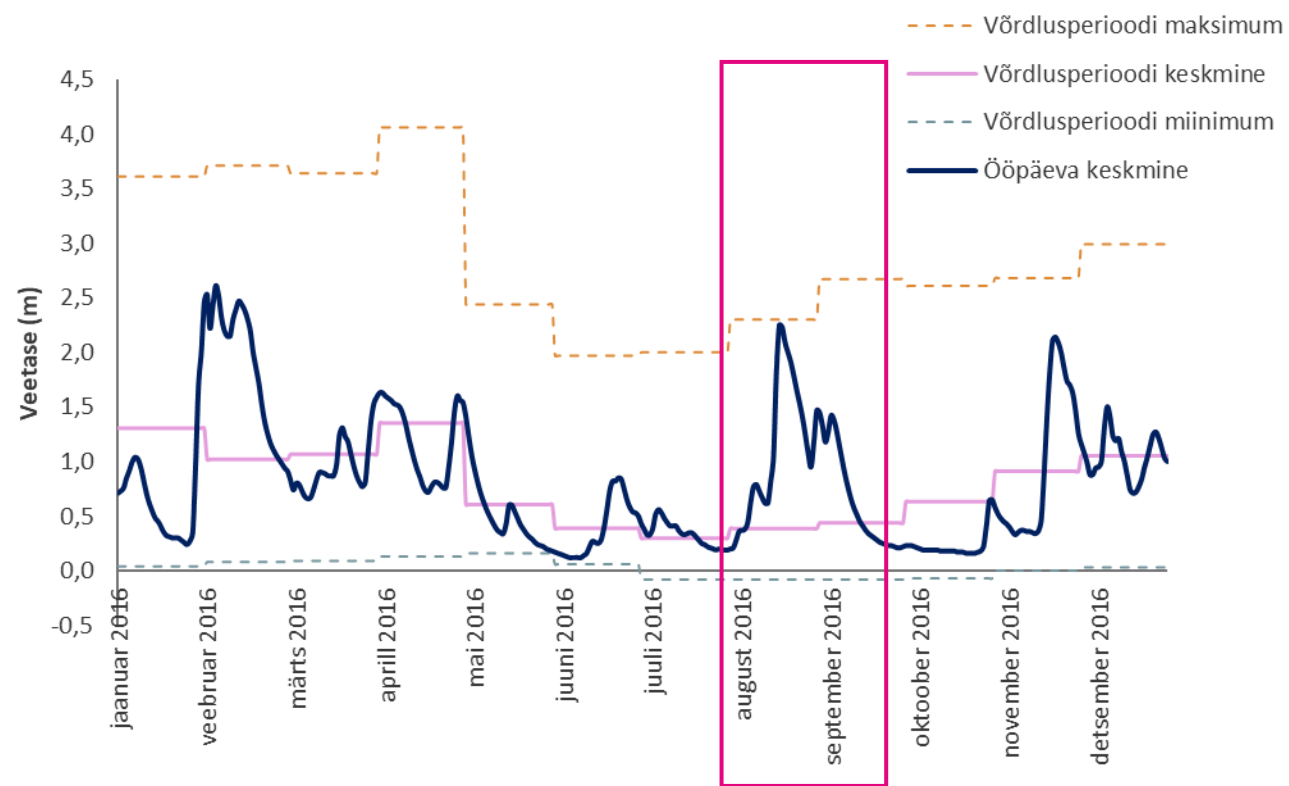
Võrdlusperioodi valik

2020 | märts

Laadi alla



Vee esinemise sagedus valitud perioodil(%)





**METOODIKA:
VEE ULATUSE KAARDISTAMINE
SENTINEL-1 ANDMETELT**

METOODIKA: VEE ULATUSE KAARDISTAMINE SENTINEL-1 ANDMETELT

Vee läviväärtus satelliitpildi rastripunktis on sõltuv radarikiire langemisnurgast antud punktis.

Seos lokaalse radarikiire langemisnurga (θ) ja vee pinnalt tagasihajunud signaali (σ^0) vahel

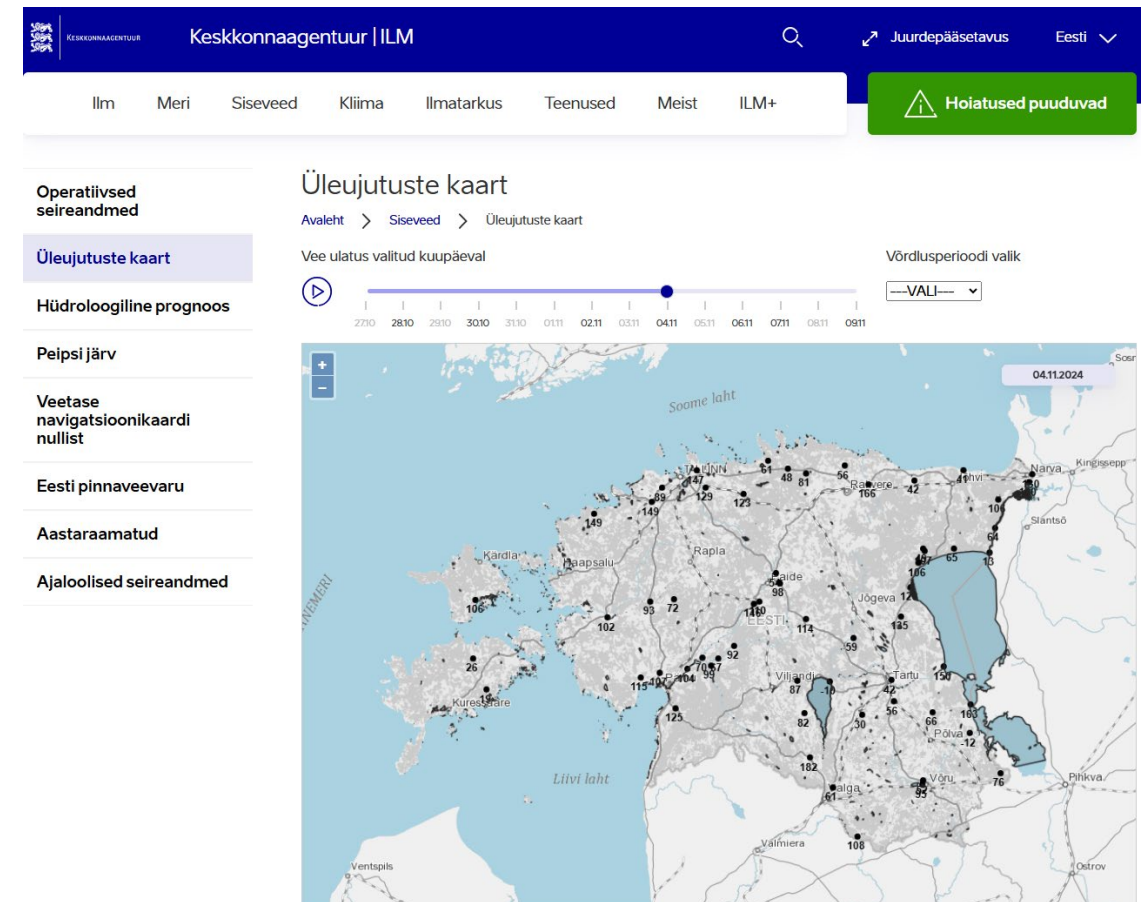


Vee läviväärtuse määramine igas rastripunktis



Tingimus veega kaetud alade kaardistamiseks

Metoodikal põhinev üleujutuste seire teenus:
<https://www.ilmateenistus.ee/siseveed/uleujutuste-kaart/>



Article

Mapping Flood Extent and Frequency from Sentinel-1 Imagery during the Extremely Warm Winter of 2020 in Boreal Floodplains and Forests

Liis Sipelgas ^{*}, Age Aavaste and Rivo Uiboupin

Remote Sens. 2021, 13, 4949. <https://doi.org/10.3390/rs13234949>



**METOODIKA:
CDOM-I HINDAMINE OPTILISE
VEETÜÜBI PÕHISELT**

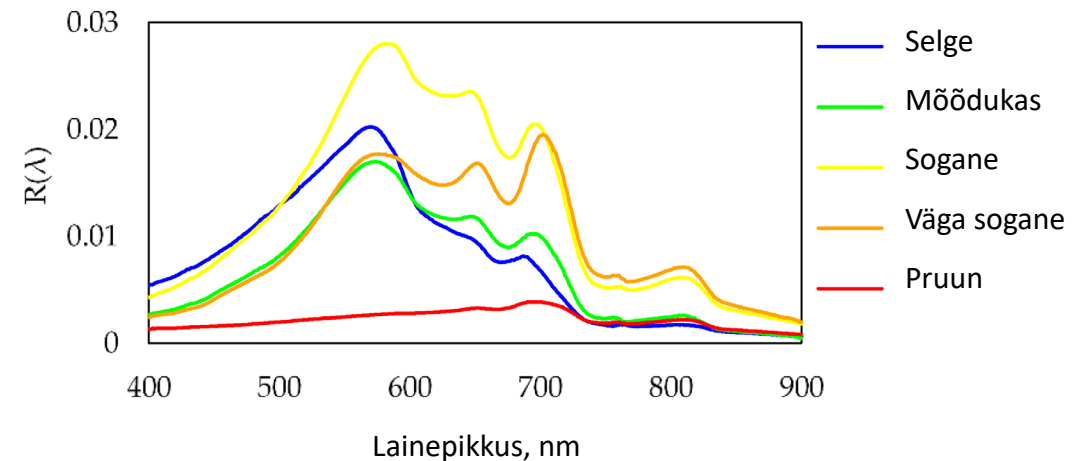
METOODIKA: CDOM-I HINDAMINE OPTILISE VEETÜÜBI PÕHISELT

CDOM-i hindamiseks kasutatakse optilise veetüübi põhist lähenemist (metoodika: Uudeberg et al., 2020).

Vee peegeldumisspektrite põhjal määratakse igale vee pikslile optiline veetüüp: Selge, Mõõdukas, Sogane, Väga sogane ja Pruun (metoodika: Uudeberg et al., 2019).



CDOM-i hindamiseks kasutatakse vastavalt optilisele veetübile kõige sobivamat algoritmi.



Joonis 2. Uudeberg et al., 2019 arendatud veetüüpide klassifikatsiooni omased vee peegeldumisspektrid.



Article

Optical Water Type Guided Approach to Estimate Optical Water Quality Parameters

Kristi Uudeberg ^{1,*}, Age Aavaste ², Kerttu-Liis Kõks ¹, Ave Ansper ¹, Mirjam Uusõue ¹, Kersti Kangro ¹, Ilmar Ansko ¹, Martin Ligi ¹, Kaire Toming ³ and Anu Reinart ¹

Remote Sens. 2020, 12, 931; doi:10.3390/rs12060931



**ANDMED JA METOODIKA:
ÜLEUJUTUSTE JA RANNIKUVEE
CDOM-I SEOSE HINDAMINE**

ANDMED:

ÜLEUJUTUSTE JA RANNIKUVEE CDOM-I SEOSE HINDAMINE

- **Sentinel-1** C-laineala Level-1 GRD (*Ground Range Detected*) **SAR** andmed
 - Töörežiim: lai interferomeetriline (*Interferometric Wide Swath, IW*)
 - Allalaadimine: ESTHub
- **Sentinel-3 OLCI** FR Level-1 andmed
 - Allalaadimine: ESTHub
- **Veetaseme ja vooluhulga** andmed
 - Allalaadimine: EstModeli veebiteenus (Keskkonnaagentuur)
- **Täiendavad ruumiandmed:**
 - **Vooluveekogud** (Eesti topograafia andmekogu)
 - **Samasügavusjooned meres** (Eesti topograafia andmekogu)
 - **Kaldajooned** (Eesti topograafia andmekogu)
 - **Rannikuveekogumite tervikvalglad** (Keskkonnaportaal)

METOODIKA:

ÜLEUJUTUSTE JA RANNIKUVEE CDOM-I SEOSE HINDAMINE

CDOM-I HINDAMINE

- 1) Uuritava rannikuala ruumikuju koostamine
 - Tingimus: maismaast >500 m, vee sügavus >2 m
- 2) S3 OLCI andmete eeltöötlus:
 - Ruumiala eraldamine, IdePix (pilvede, pilvevarjude, jää identifitseerimine), C2RCC (*Case-2 Regional CoastColour*) atmosfääri-korreksioon, sobilike pikslite eraldamine
- 3) S3 OLCI igale veepikslile peegeldumisspektrite põhjal optilise veetüübi määramine
- 4) CDOM-i hindamiseks rakendati iga optilise veetüübi jaoks kõige sobivamat algoritmi
 - Ruumiala keskmised aegread
 - Punktasukohtade aegread

ÜLEUJUTUSED

- 1) S1 SAR andmete eeltöötlus:
 - Orbiidiandmete lugemine, kalibreerimine, müra vähendamine, reljeefi korrigeerimine, projektsiooni teisendus
- 2) Avatud vee kaardistamine läviväärtuse alusel
- 3) Kaardistatud vee sidumine uuritavate vooluveekogudega

SEOSE HINDAMINE

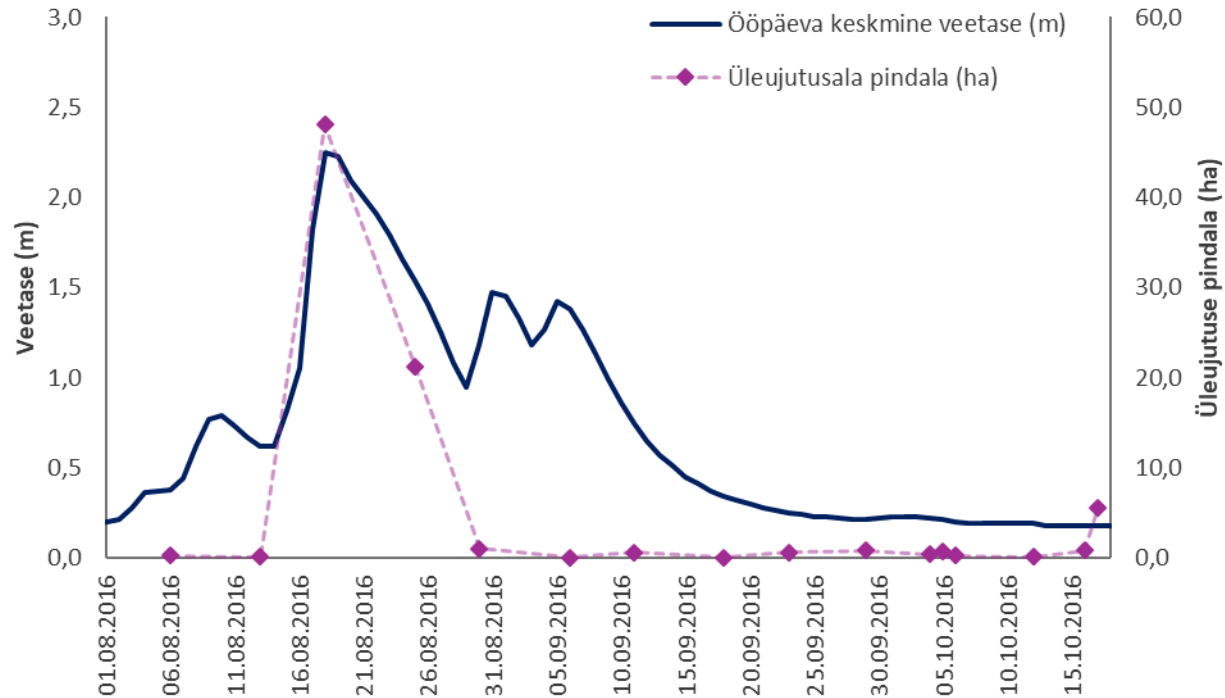
- 1) Üleujutusala pindala, veetasemete ja CDOM-i aegridade kõrvutamise



**TULEMUSED
JÕGEDE ÜLEUJUTUSTE MÕJU
RANNIKUVEELE**

TULEMUSED

SEIREJAAMAS MÕÕDETUD VEETASE JA ÜLEUJUTUSALA ON KOOSKÕLAS



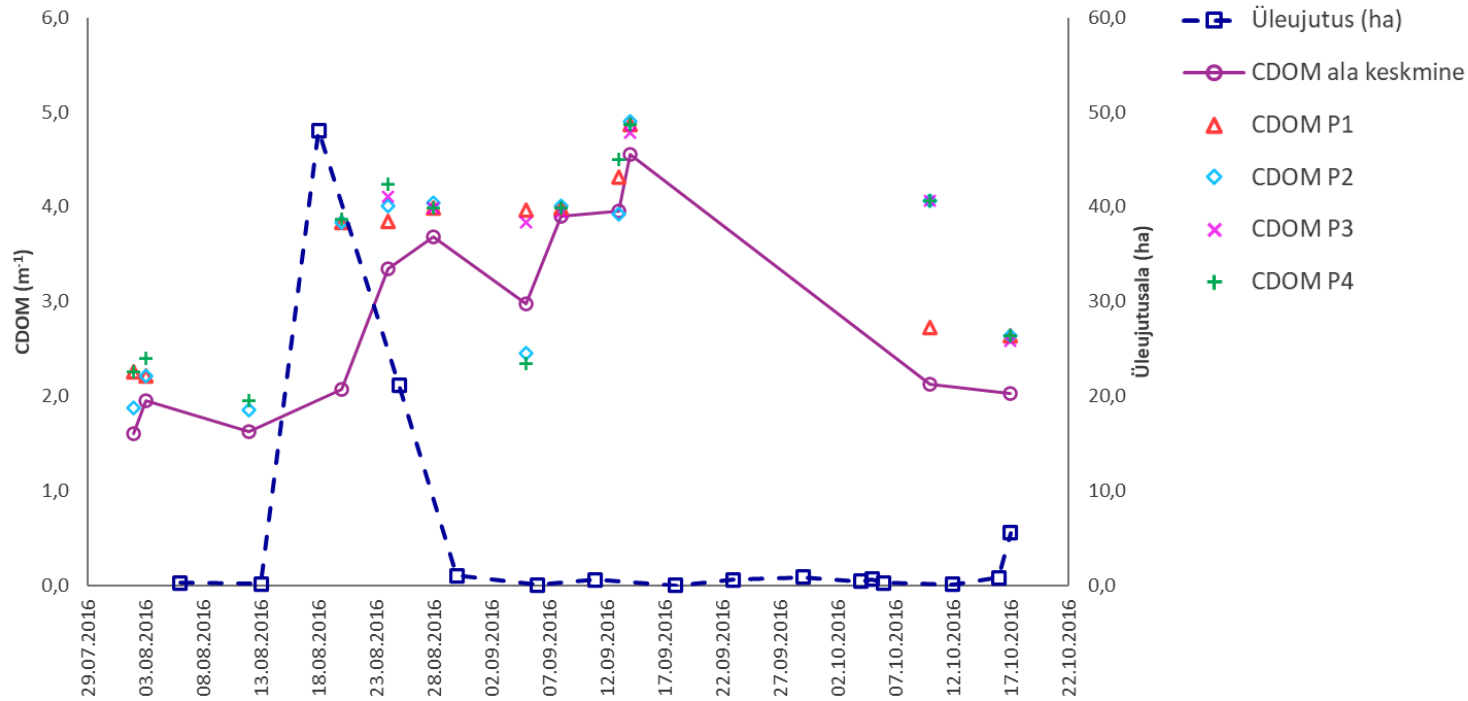
Joonis 3. Oore hüdromeetriajaama veetase ja S1 satelliidilt kaardistatud üleujutusala pindala.



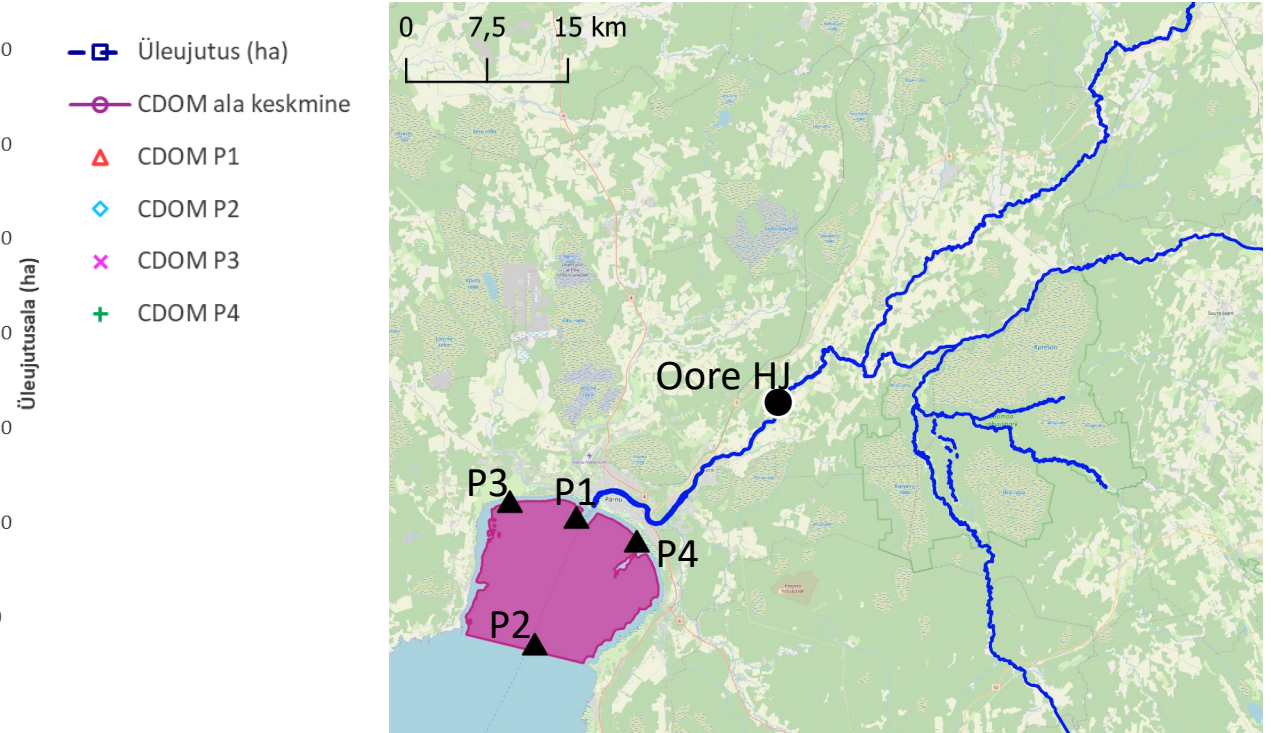
Joonis 4. Oore hüdromeetriajaama asukoht (must ring), üleujutustega seotud jõed (sinised jooned) ning testala peamine üleujutuspiirkond.

TULEMUSED

PÄRNU LAHE CDOM-I TÕUS ÜLEUJUTUSE JÄRGSILT



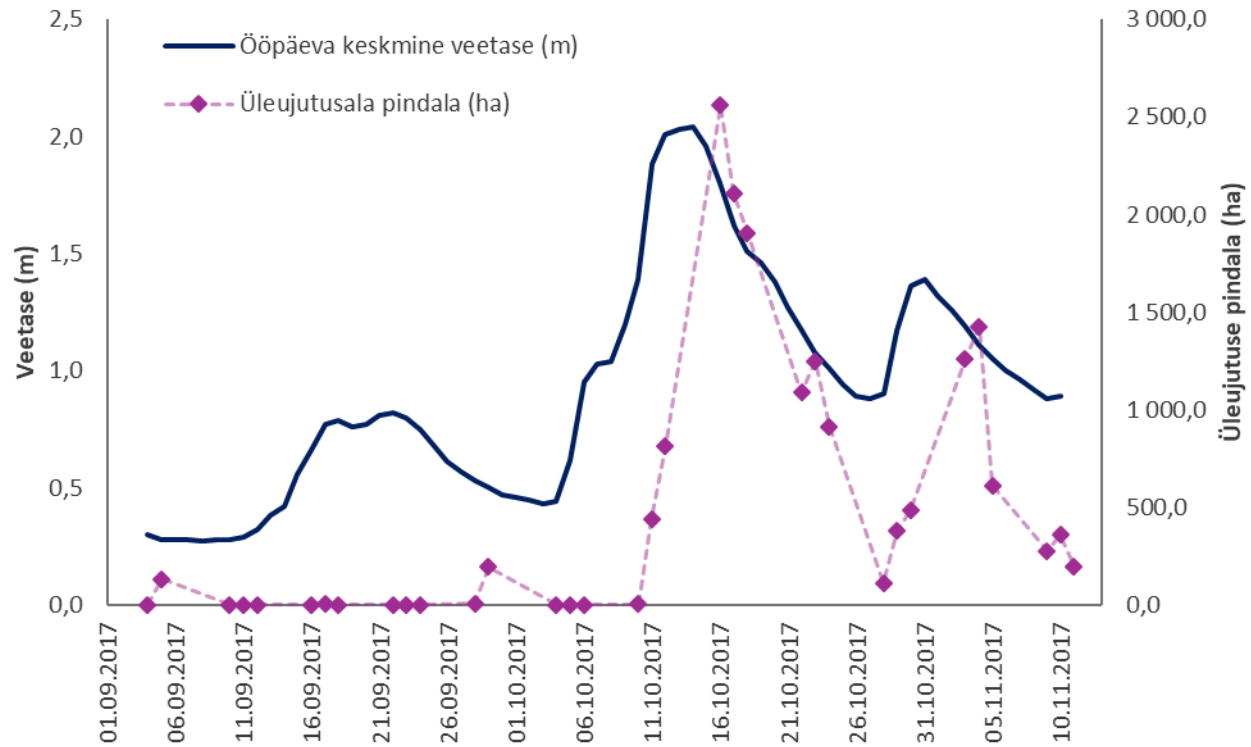
Joonis 5. Pärnu lahe ruumiala CDOM-i keskmised ja punktandmed hinnatuna Sentinel-3 andmetest ning üleujutusala pindala Sentinel-1 satelliitpildilt.



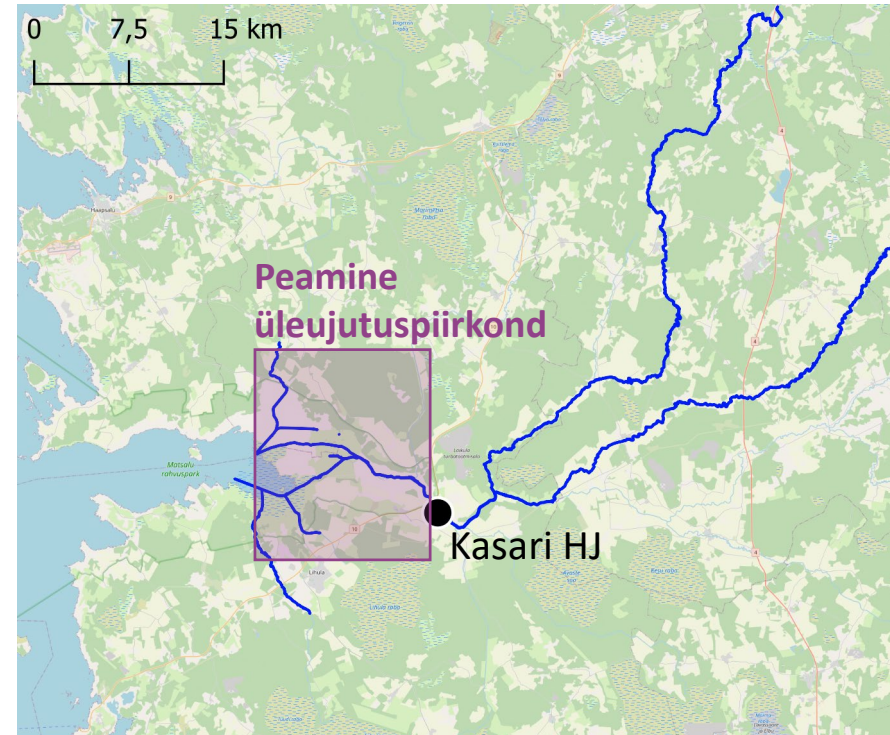
Joonis 6. Pärnu lahe uurimisala (roosa ala) ja punktasukohad (mustad kolmnurgad), üleujutustega seotud jõed (sinised jooned) ning Oore hüdromeetriaajaama asukoht (must ring).

TULEMUSED

MÕÕDETUD VEETASE JA ÜLEUJUTUSALA NÄITAVAD SARNAST DÜNAAMIKA



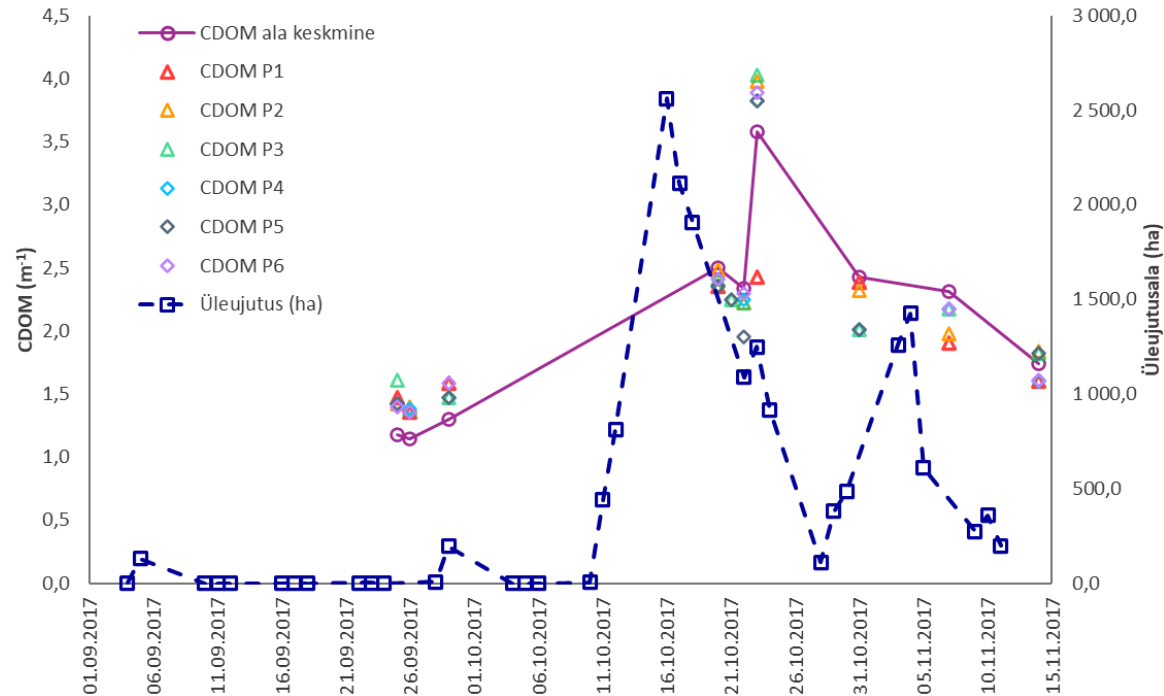
Joonis 7. Kasari hüdromeetriaajaama veetase ja S1 satelliidilt kaardistatud üleujutusala pindala.



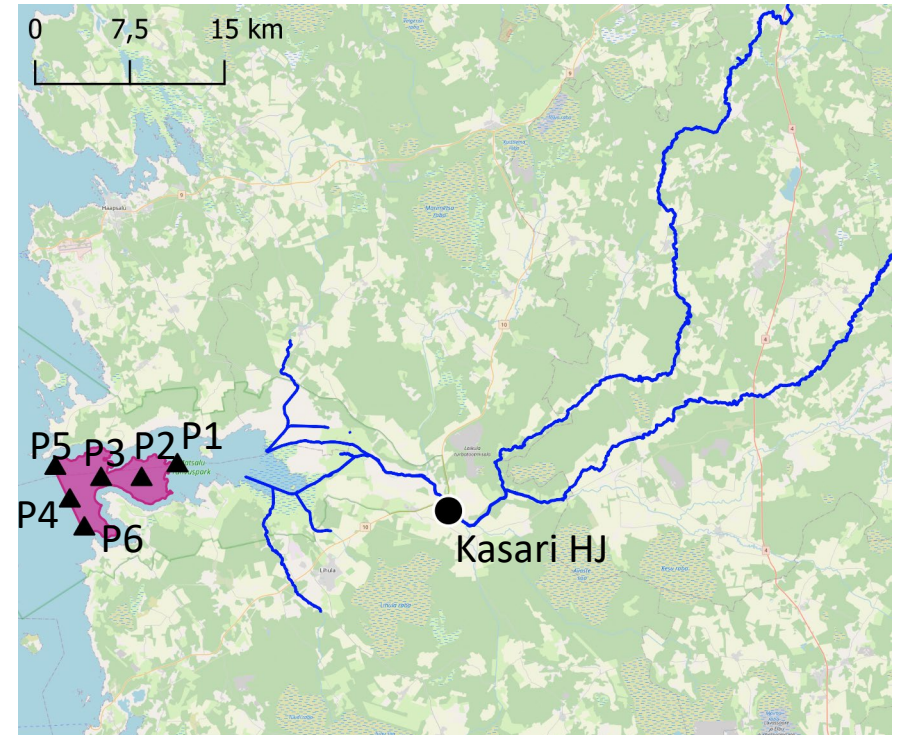
Joonis 8. Kasari hüdromeetriaajaama asukoht (must ring), üleujutustega seotud jõed (sinised jooned) ning testala peamine üleujutuspiirkond.

TULEMUSED

MATSALU LAHES SAMUTI TÄHELDATAV CDOM-I TÕUS PÄRAST ÜLEUJUTUSI



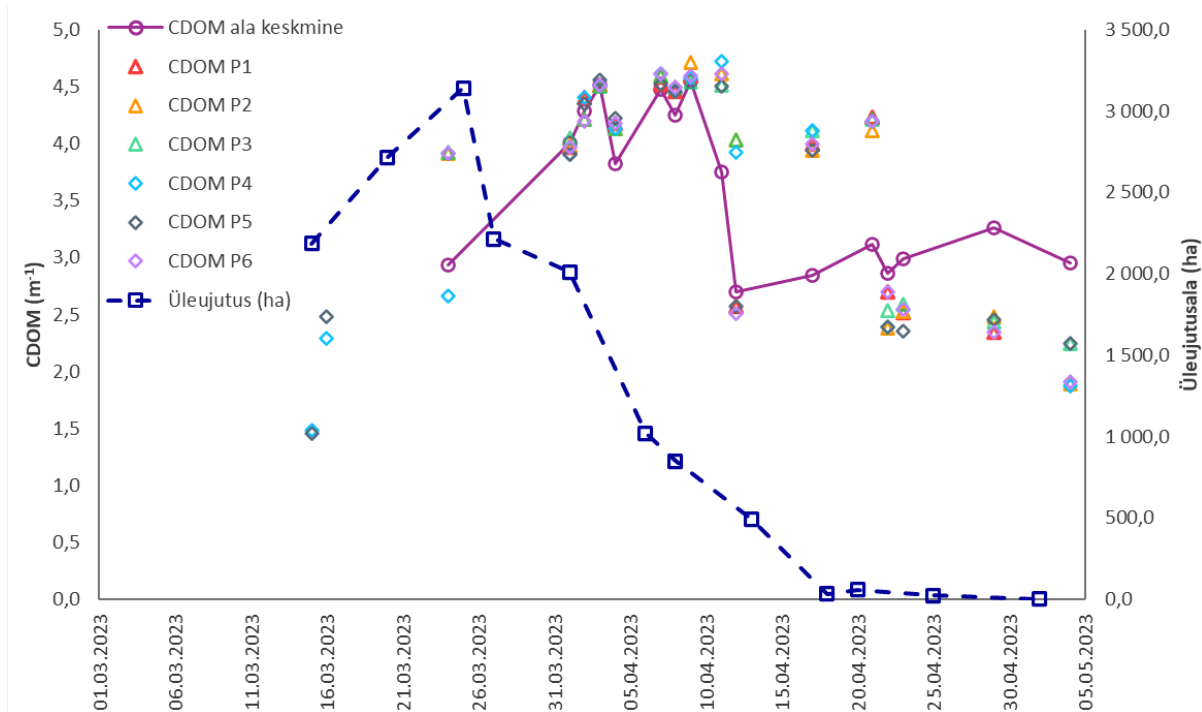
Joonis 9. Matsalu lahe ruumiala CDOM-i keskmised ja punktandmed hinnatuna Sentinel-3 andmetest ning üleujutusala pindala Sentinel-1 satelliitpildilt.



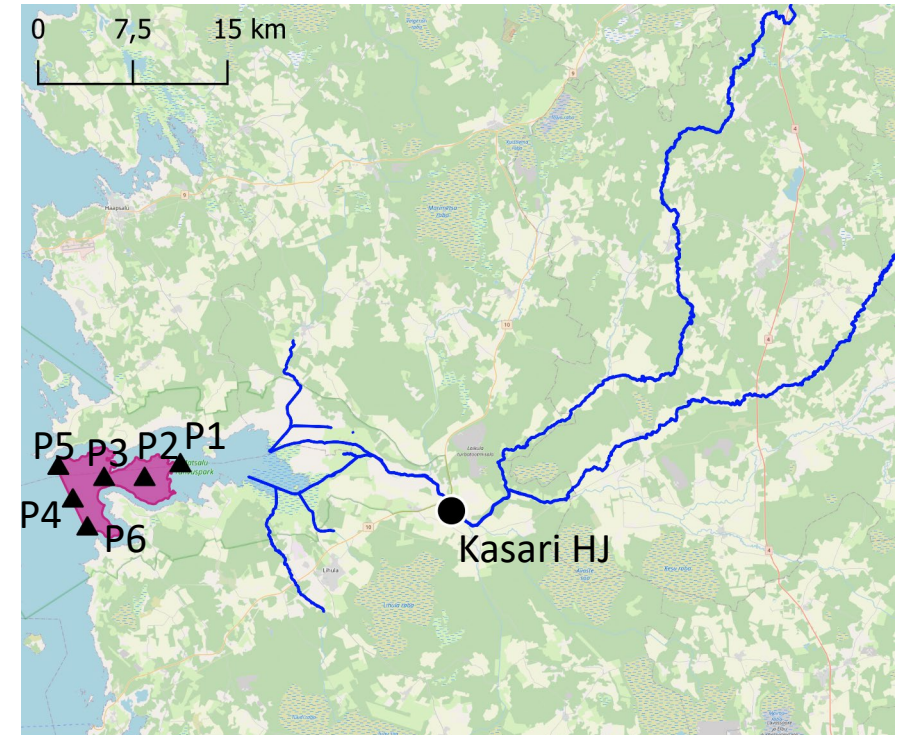
Joonis 10. Matsalu lahe uurimisala (roosa ala) ja punktasukohad (mustad kolmnurgad), üleujutustega seotud jõed (sinised jooned) ning Kasari hüdroomeetriaajaama asukoht (must ring).

TULEMUSED

MATSALU LAHES ON SAMUTI TÄHELDATAV CDOM-I TÕUS PÄRAST ÜLEUJUTUSI



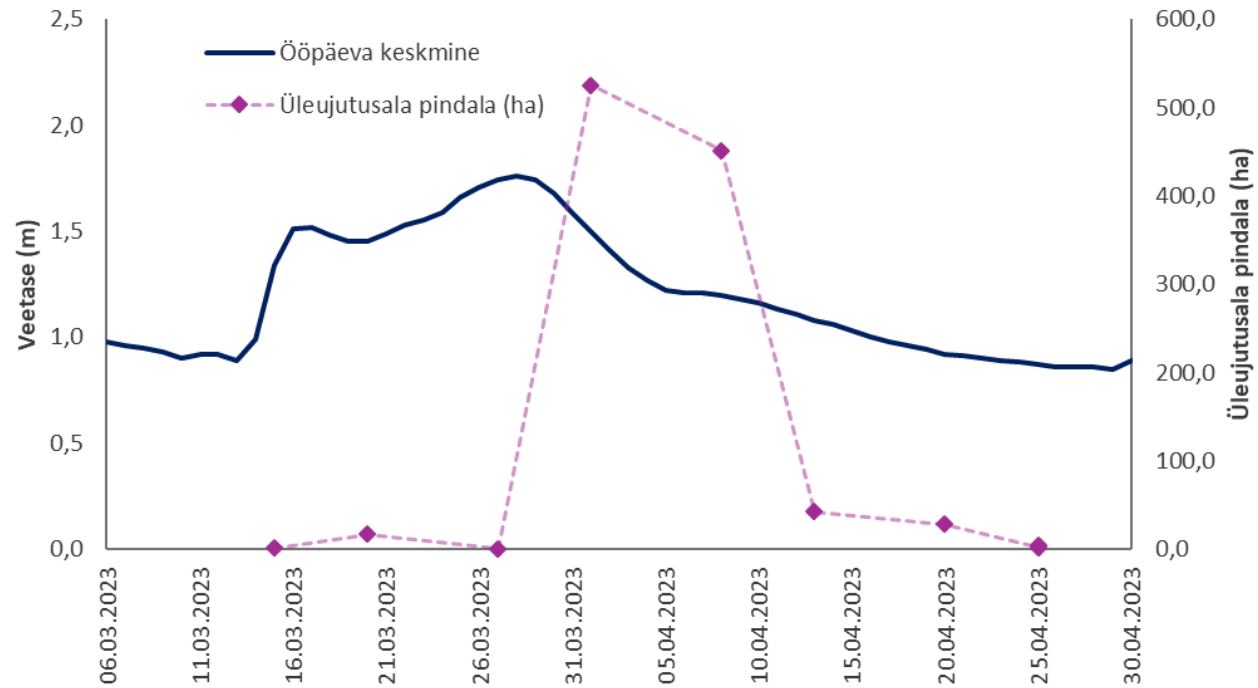
Joonis 11. Matsalu lahe ruumiala CDOM-i keskmised ja punktandmed hinnatuna Sentinel-3 andmetest ning üleujutusala pindala Sentinel-1 satelliitpildilt.



Joonis 12. Matsalu lahe uurimisala (roosa ala) ja punktasukohad (mustad kolmnurgad), üleujutustega seotud jõed (sinised jooned) ning Kasari hüdromeetriajaama asukoht (must ring).

TULEMUSED

MÕÕDETUD VEETASE JA ÜLEUJUTUSALA NÄITAVAD SARNAST DÜNAAMIKA



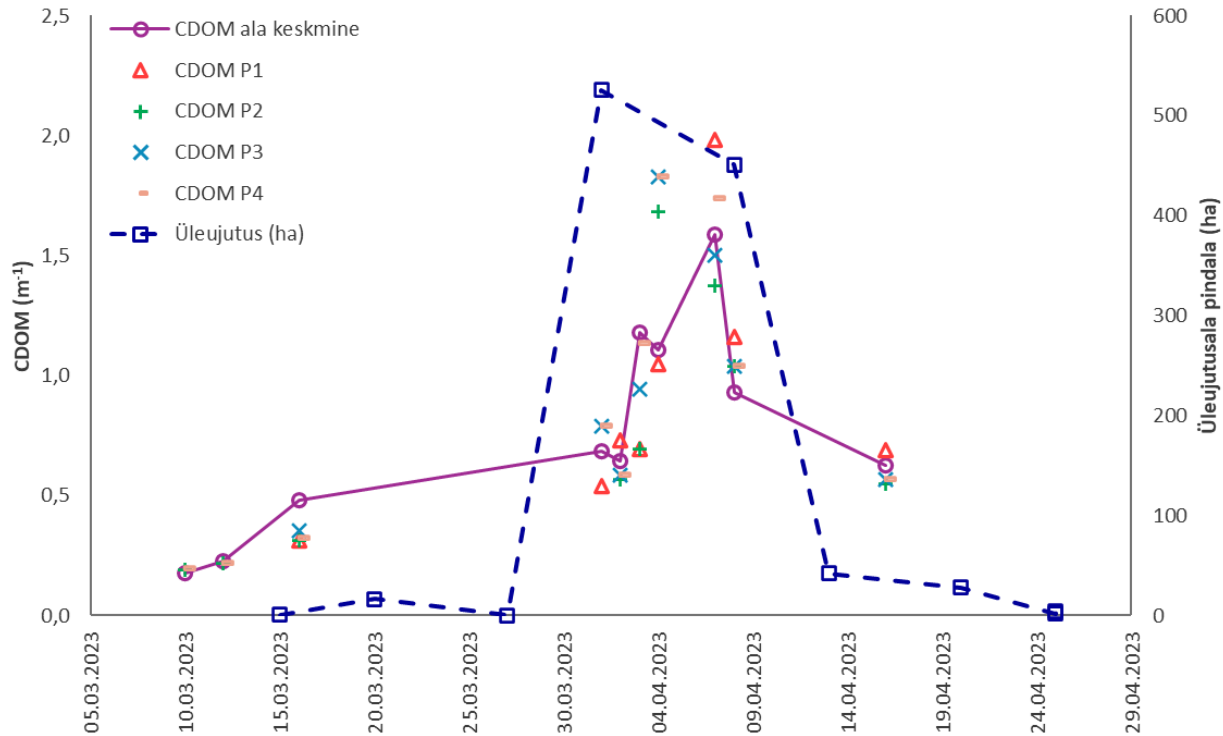
Joonis 13. Keila hüdromeetriaaja veetase ja S1 satelliidilt kaardistatud üleujutusala pindala.



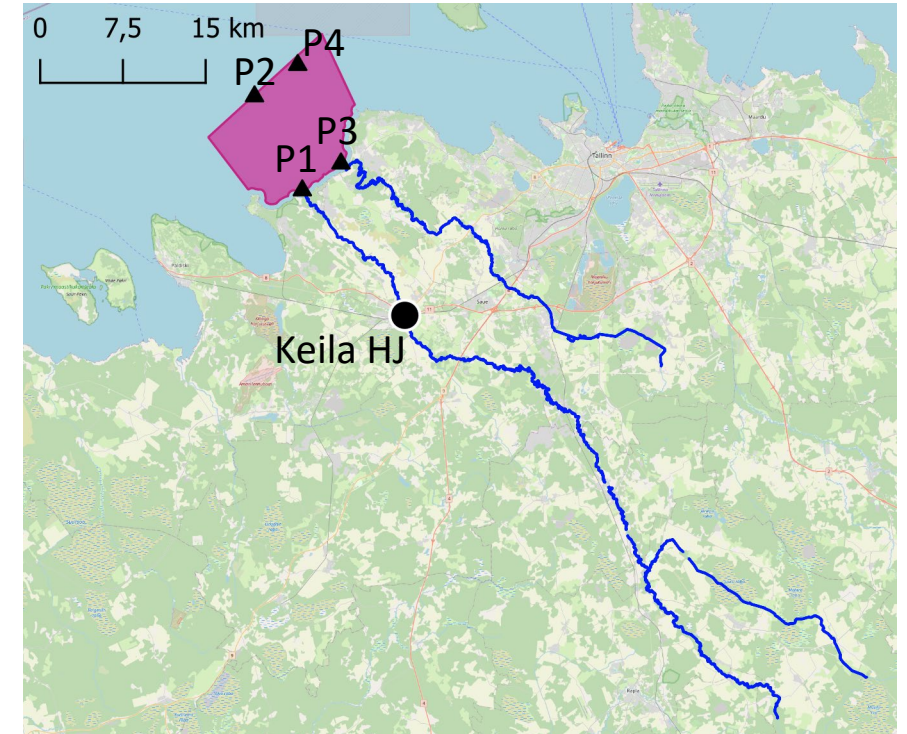
Joonis 14. Keila hüdromeetriaaja asukoht (must ring), üleujutustega seotud jõed (sinised jooned) ning testala peamine üleujutuspiirkond.

TULEMUSED

LOHUSALU LAHE CDOM-I TÕUS ÜLEUJUTUSTE JÄRGSELT



Joonis 15. Lohusalu lahe ruumiala CDOM-i keskmised ja punktandmed hinnatuna Sentinel-3 andmetest ning üleujutusala pindala Sentinel-1 satelliitpildilt.



Joonis 16. Lohusalu lahe uurimisala (roosa ala) ja punktasukohad (mustad kolmnurgad), üleujutustega seotud jõed (sinised jooned) ning Keila hüdroomeetriaajaama asukoht (must ring).

KOKKUVÕTE

Eestis toimuvad üleujutused mõjutavad märkimisväärselt rannikuvee kvaliteeti.

Sentinel-1 ja Sentinel-3 kaugseireandmete kombinatsioon võimaldab jälgida vee kvaliteedi muutusi enne üleujutusi, nende ajal ja järel, andes ülevaate muutuste dünaamikast ajas.

Veekvaliteedi näitaja CDOM-i kontsentratsioon tõusis üleujutuste perioodil/järgselt 1,6-2,7 korda.

CDOM-i tõus rannikuvees esines keskmiselt 7 päevase viibega.