



Kaasrahastanud
Euroopa Liit



Siseveekogud muutuvas kliimas

Jaanus Terasmaa, PhD

Ökohüdroloogia professor

Tallinna Ülikooli Loodus- ja Terviseteaduste instituudi
Ökoloogia keskus

08.04.2025



TALLINNA ÜLIKOOL

veestik.info
Veekoguvaatluste andmebaas

LIFE integreeritud projekt „Kliimamuutustega kohanemise tegevuste elluviimine Eestis“

Projekti eesmärgid:

- 🔥 suurendada erinevate ökosüsteemide vastupanuvõimet muutavas kliimas;
- 🔥 parandada ühiskonna valmisolekut **kliimamuutustega kohanemiseks** (ilmaprognoosimudelite ja kliimaprojektsioonide ajakohastamise kaudu);
- 🔥 tagada **sotsiaal-majanduslik positiivne mõju** ressursside säästva kasutamise kaudu.

TP3: Kliimamuutustest mõjutatud veekogude kaardistamine ja meetmete väljatöötamine

- 🔥 Kaardistame **veepuuduse suhtes tundlikud piirkonnad**, looduslikult kliimatundliku veerežiimiga veekogud ja põhjaveekihid.
- 🔥 Loomme pinna- ja põhjavee **mudelid kliimamuutuste mõju hindamiseks** erinevates Eesti piirkondades ning tegevuskava veepuudusega kohanemiseks.
- 🔥 Tõstame **inimeste teadlikkust kliimamuutuste suhtes tundlikest piirkondadest**, jõudes nii targa veekasutuseni.

🔥 TP3 töös osalevad asutused ja inimesed:

- 🔥 KAUR: Rauno Künnapuu, Jana Põldnurk jt
- 🔥 TLÜ: Jaanus Terasmaa, Oliver Koit, Pamela Abreldaal, Marko Vainu, Elve Lode, Chu Nguyen Hoang Anh jt
- 🔥 EGT: Joonas Pärn, Siim Tarros jt
- 🔥 KLIM: Agne Aruväli, Gady Künnapuu jt



KESKKONNAAGENTUUR



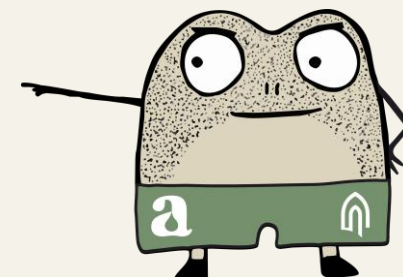
EESTI
GEOLOOGIAATEENISTUS



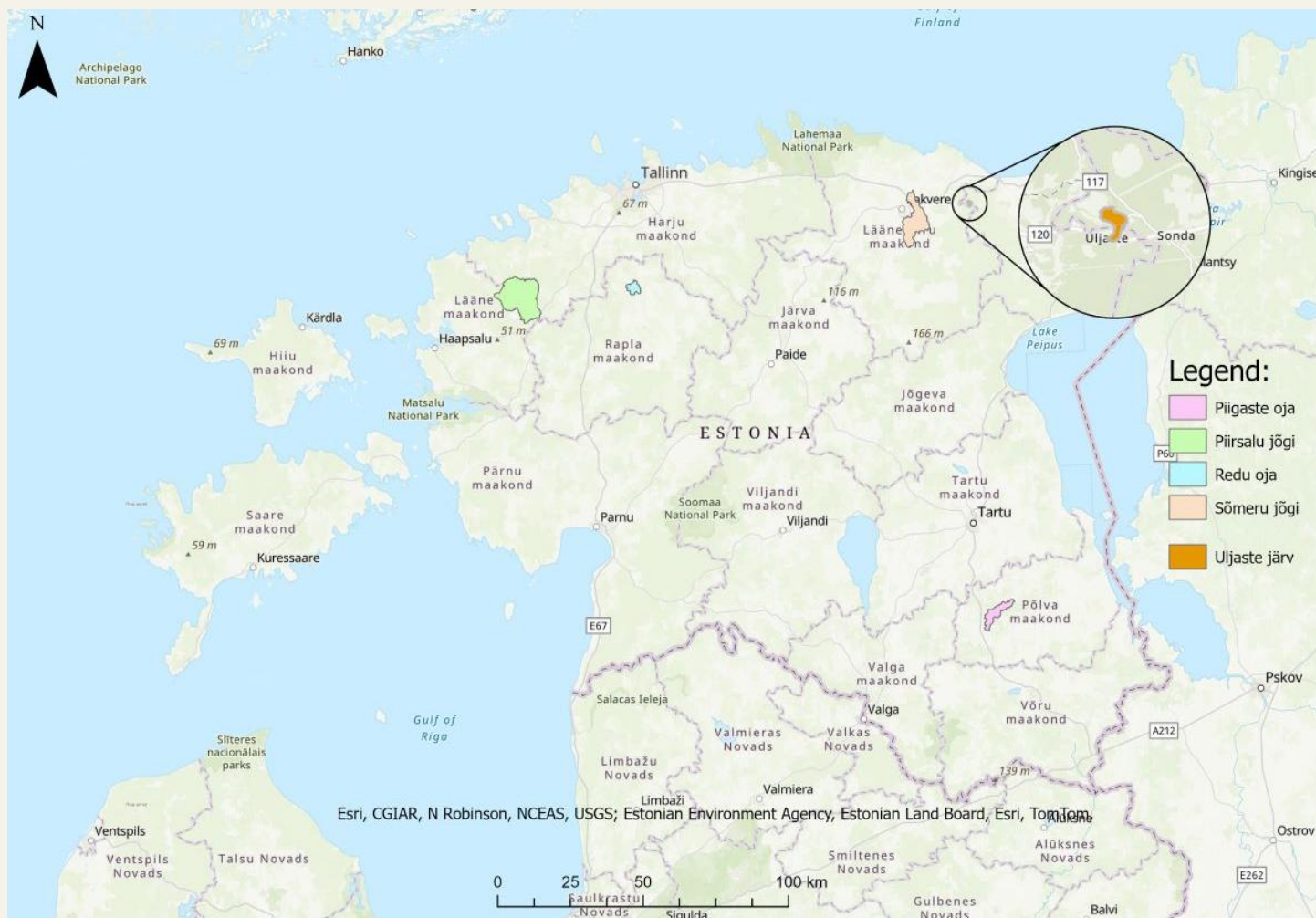
KLIIMAMINISTEERIUM



TALLINNA ÜLIKOOL



TP3: Kliimamuutustest mõjutatud veekogude kaardistamine ja meetmete väljatöötamine



Viis pilootala

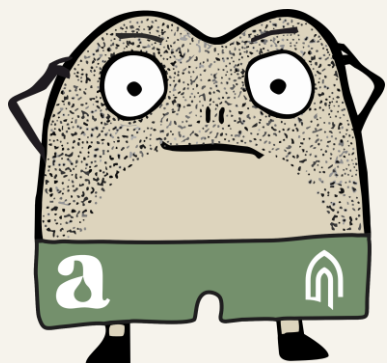
- 🔥 Piirsalu jõgi (Vihterpalu jõe valglas)
- 🔥 Redu oja (Keila jõe valglas)
- 🔥 Piigaste oja (Ahja jõe valglas)
- 🔥 Sõmeru jõgi (Selja jõe valglas)
- 🔥 Uljaste järv.



Kaasrahastanud
Euroopa Liit



Veestiku olukord maailmas ja Eestis

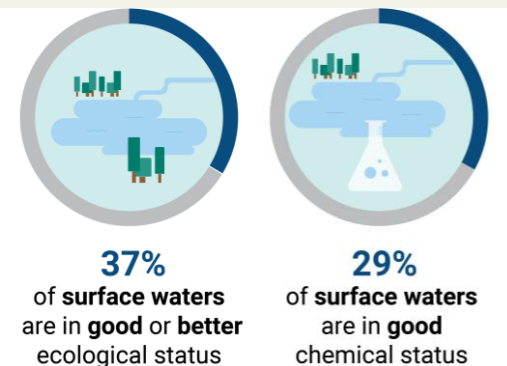
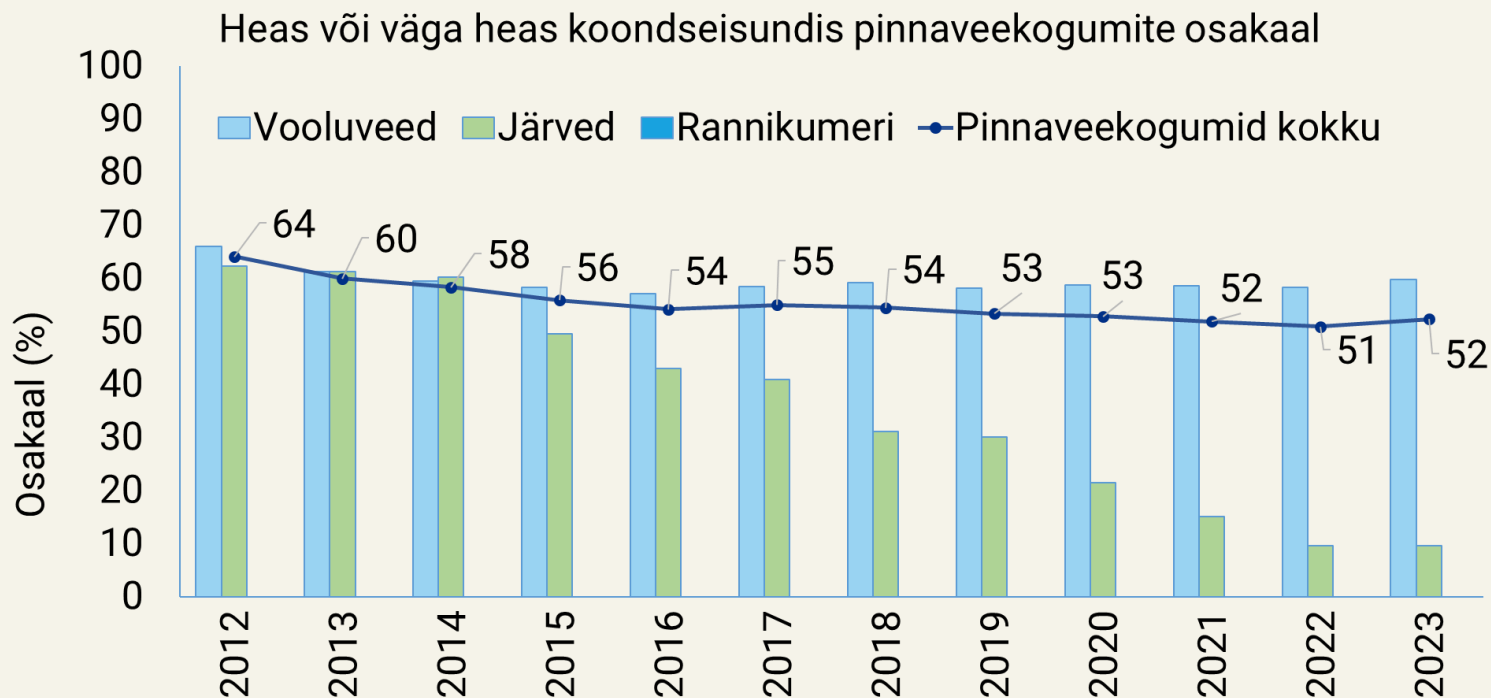


veestik.info
Veekoguvaatluste andmebaas



Pinnaveekogumite seisund Eestis ja Euroopas

- 🔥 Eestis hinnati 2023. aastal 744-st pinnaveekogumist 51% seisundisse „hea“, **väga heas seisundis veekogud puuduvad**.
- 🔥 60% jõgedest on heas seisundis.
- 🔥 10% järvedest on heas seisundis.
- 🔥 Rannikuveekogumid on kõik halvas või väga halvas seisundis.
- 🔥 Euroopas on veekogudest 37% heas ökoloogilises seisundis ja 29% heas keemilises seisundis.



Scientists' statement on EU water pollution standards (24.03.2025)

- 🔥 Mageveeökosüsteemide seisund Euroopas on kriitiline: alates 1970. aastast on **mageveeliikide populatsioonid vähenenud 85%**, põhjuseks reostus ja elupaikade kadu.
- 🔥 Euroopa veekogud vajavad kiiresti ajakohastatud reostusstandardeid, et kontrolli alla saada **veekeskkonnas levivate kemikaalide probleem**.
- 🔥 Praegused seiremeetodid ei kajasta reaalset reostuse **olukorda**, sest jälgitakse piiratud arvu vananenud saasteaineid ning **eiratakse kemikaalide koosmõju** veekeskkonnale.
- 🔥 Seire- ja analüüsimeetmete tugevdamine on vajalik ja **majanduslikult põhjendatud samm**, et vältida veereostuse suuremaid kulusid ja kahju inimtervisele.



Over 450 scientists rally for immediate action against 'forever chemicals' in EU waters

© 24 March 2025

Brussels, Belgium – 24 March, 2025 – A group of **over 450 scientists** is calling on the European Union to swiftly update its water pollution standards to address the increasing threat of chemical pollution, including PFAS ('forever chemicals'), in Europe's freshwater ecosystems.

In an open letter, the undersigned experts urge the European Commission, EU Member States, and the European Parliament to prioritise the state of Europe's freshwaters in upcoming trilogue negotiations and to uphold the environmental objectives of the Water Framework Directive (WFD).

Freshwater and coastal habitats are vital biodiversity hotspots that provide essential services such as drinking water, food, and recreation. However, human activity has severely degraded these ecosystems, with freshwater species populations plummeting by 85% since 1970 due to habitat loss and pollution.

Today, **less than half** of Europe's water bodies are in good health, and there has been little improvement in freshwater status since 2010. The latest Eurobarometer survey showed that 78% of Europeans are concerned about water pollution and the impact of chemicals on their health and daily lives, and want stronger action at the EU level.

The WFD, adopted in 2000, remains the EU's primary law for protecting freshwater and coastal ecosystems through an integrated approach to water management. But scientists argue that the monitoring, reporting, and pollution control measures outlined in the WFD need updating to reflect the current extent of chemical pollution and its impacts on aquatic biodiversity. Existing monitoring practices focus on a limited and outdated list of pollutants, failing to account for complex chemical mixtures that often occur in European rivers, even when individual substances are considered safe.

The experts welcome the ongoing update of the WFD and related directives but stress the need for regulatory action to implement new scientific tools, such as effect-based monitoring and non-target screening. These tools can help assess the cumulative impact of chemicals on aquatic life, but they require proper integration into EU regulations.

The scientists highlight that, while increasing monitoring efforts requires investment, the cost of inaction—biodiversity loss, drinking water contamination, and the need for costly remediation—far outweighs the expense.

The undersigned scientists urge policymakers to adopt up-to-date water pollution standards, ensuring the protection of Europe's freshwater ecosystems for future generations.

Sara Johansson, Senior Policy Officer, EEB, says:

"Member States are dragging their feet to curb water pollution, and people and nature have to pay the price. We can't afford to wait a decade to curb pollution that's harming Europe's coastal and freshwater habitats."

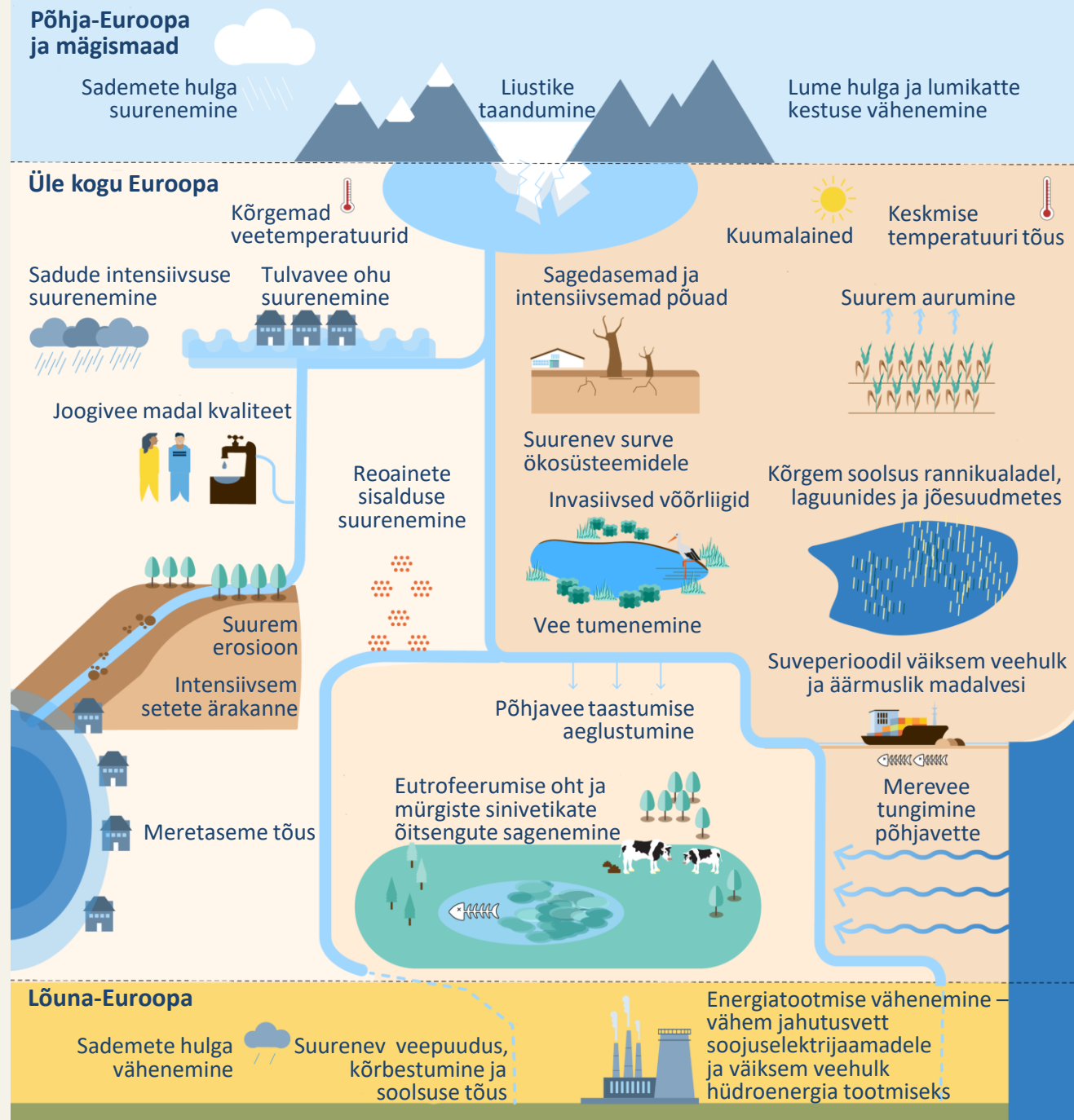
Manon Rouby, Policy Officer at PAN Europe, says:

"Water companies have increasing difficulty providing clean drinking water. Intake from surface water has to be stopped regularly because there are too many pesticide residues in the water. Recently, we found TFA, the tiny PFAS, in water everywhere in Europe. This will pollute our drinking water for generations to come."



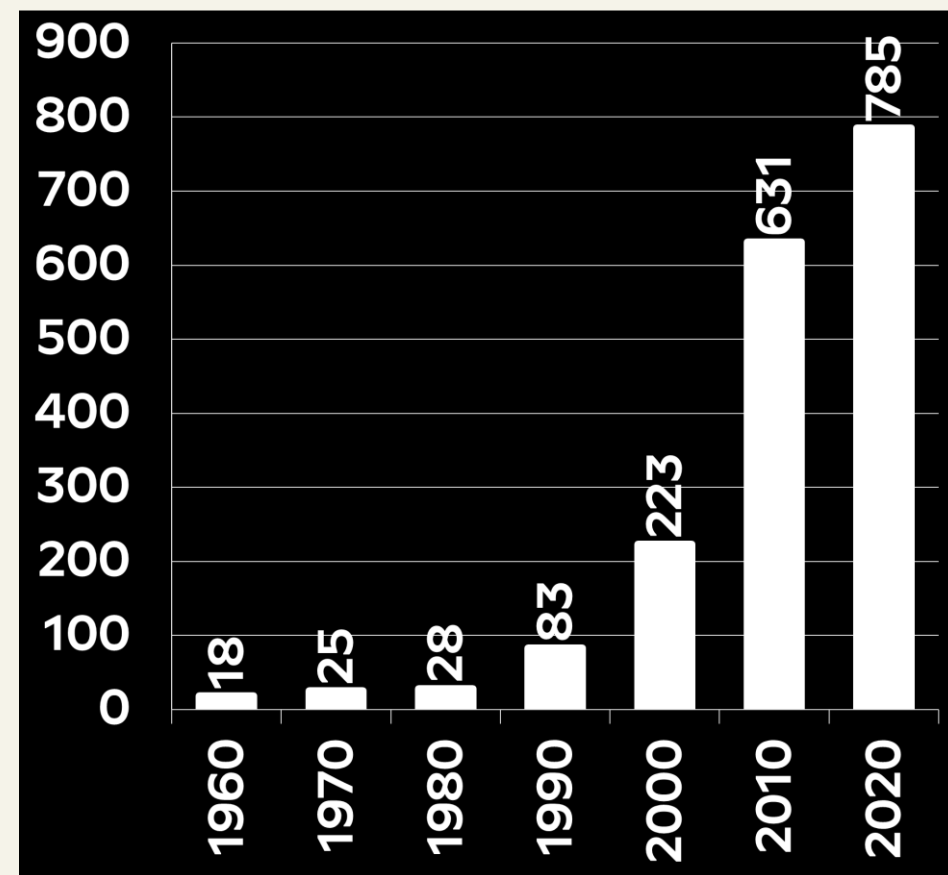
Kliimamuutuse mõju veestikule

- Suurenevad äärmuslikud nähtused** – Põhja-Euroopas suureneb sademete hulk ja üleujutuste oht, Lõuna-Euroopas süveneb veepuudus, kõrbestumine ja soolsus.
- Süvenevad tõsised ökoloogilised probleemid** – suureneb põudade sagedus ja intensiivsus, surve ökosüsteemidele, eutrofeerumine ja sinivetikate vohamine.
- Halveneb vee kvaliteet ja kättesaadavus** – suureneb reoainete sisaldus, joogivee kvaliteet langeb ning põhjavee taastumine aeglustub.
- Intensiivistub erosioon ja meretaseme tõus** – suureneb erosioon ja setete ärakanne ning tõusev meretase ohustab rannikualasid ja nende infrastruktuuri.



Inimkonna lahendused veeprobleemidele?

- 🔥 **Kliimamuutus kiirendab ja muudab veeringet:**
 - 🔥 alates 2000. aastast on mullaniiskus vähenenud kiirenevas tempos;
 - 🔥 Maismaavee varu on viimasel kümnendil kahanenud vähemalt 1200 km³ võrra.
- 🔥 4.5 miljardit inimest elab **<50 km raadiuses problemaatilisest veeressurssist.**
- 🔥 Prognoositakse, et aastaks 2050 on **40-79% põhjaveekogumitest ammendumas.**
- 🔥 **Vajadus vee järele kasvab** 2050. aastaks praegusega võrreldes 55%.
- 🔥 Maailmas on 2023. a seisuga registreeritud **1920 veekonflikti**, viimastel kümnenditel on sagedus kasvanud eksponentsiaalselt.





Kliimamuutustega kohanemise arengukava aastani 2030

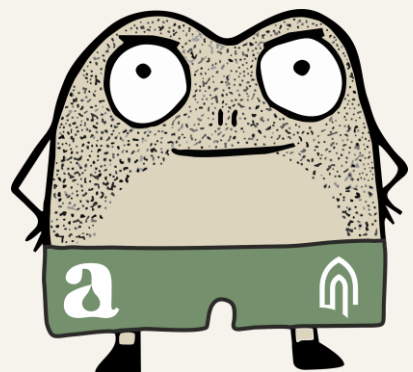
- IPCC emissioonimudeli SRES-A2 stsenaariumi kohaselt prognoositakse 2100. aastaks Euroopa järvede, sh Eesti järvede, **veetemperatuuri tõusu 2–7 °C**.
- Siseveekogude tase on seotud jõgede äravooluga. Prognoositud lumikatte vähenemise tõttu on tuleviku jaoks modelleeritud praegusest väiksemad ja aasta jooksul **ühtlasemalt jaotunud maksimaalsed äravoolud** ja seega ka **väiksemad maksimaalsed veetasemed**.
- Kevade kõrval muutub **oluliseks suurvee ajaks sügis**. Suvised miinimumäravoolu perioodi pikemaks muutumise tõttu suureneb võimalus väikeste ojade ja jõgede **ülemjooksude kuivamiseks**.
- Sadude intensiivsus ja suurenev sademete hulk võib **põhjustada lokaalseid üleujutusi**. Intensiivsed sajud suurendavad toitainete väljakandmise riski mullast pinna- ja põhjavette. **Pehmed talved vähendavad mullaveevaru** vegetatsiooniperioodi esimesel poolel, **suureneb niisutusvajadus**.
- Riiklikuks eesmärgiks on seatud veekogude **hea seisundi saavutamisele** võivad anda **tagasilöögi kliimamuutused**, kuna ette on näha veetemperatuuri tõusu, toitainete ärakande ja sisekoormuse kasvu, ohtlike ainete ärakande kasvu, ning toksiliste veeõitsengute sagenemist.
- Kliima muutumine võib nii tugevdada kui nõrgendada eutrofeerumise ilminguid ja **töötada vastu pinnaveekogude parandamise meetmetele** või neid toetada. Vooluveekogude puhul on oluline jätkata **selge funktsioonita paisude likvideerimist** ja tagada miinimumäravool.
- Teadmistepõhiste otsuste tegemiseks on vaja kaardistada kliimamuutuste tulipunktid, kasutada **integreeritud modelleerimissüsteeme** ja **tihendada seiresammu**. Perspektiivne meede on sotsiaal-majanduslikult ja keskkonnakaitseliselt oluliste **pinnaveekogude kompleksne tervendamine** ning sellealased rakendusühtlused.
- Mageveeökosüsteemide alaeesmärgi saavutamiseks on vajalikud nii **regulatiivsed kui ka teavitavad meetmed** ning ühekordsed **uuringud** ja pikaajalise **seire täiendamine**. Prognoosivõime ja -täpsuse suurendamiseks on viivitamata vaja teha **modelleerimisi kliimamuutustega kaasnevate ärakannete, sisekoormuste ja vee- ning kihistumisrežiimi muutuste kohta Eestis**.



Kaasrahanud
Euroopa Liit



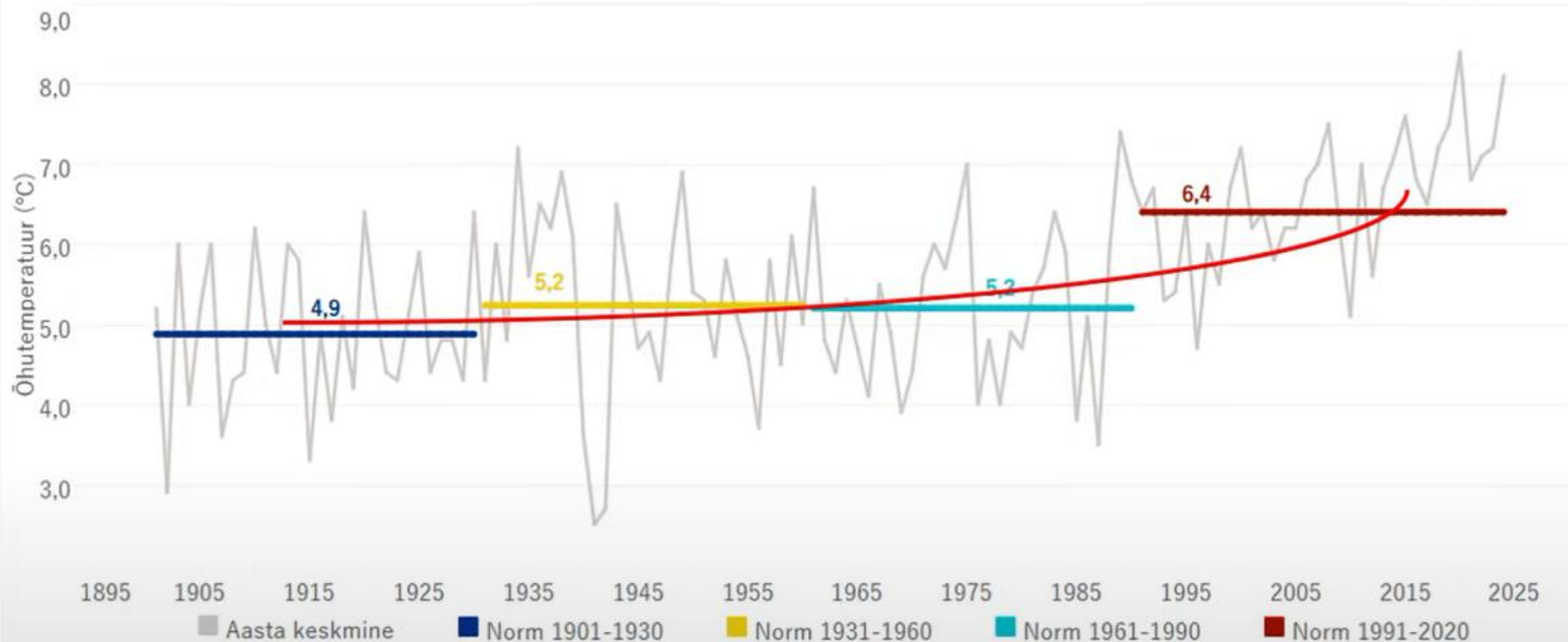
Kliimamuutuste senine kulg Eestis



veestik.info
Veekoguvaatluste andmebaas



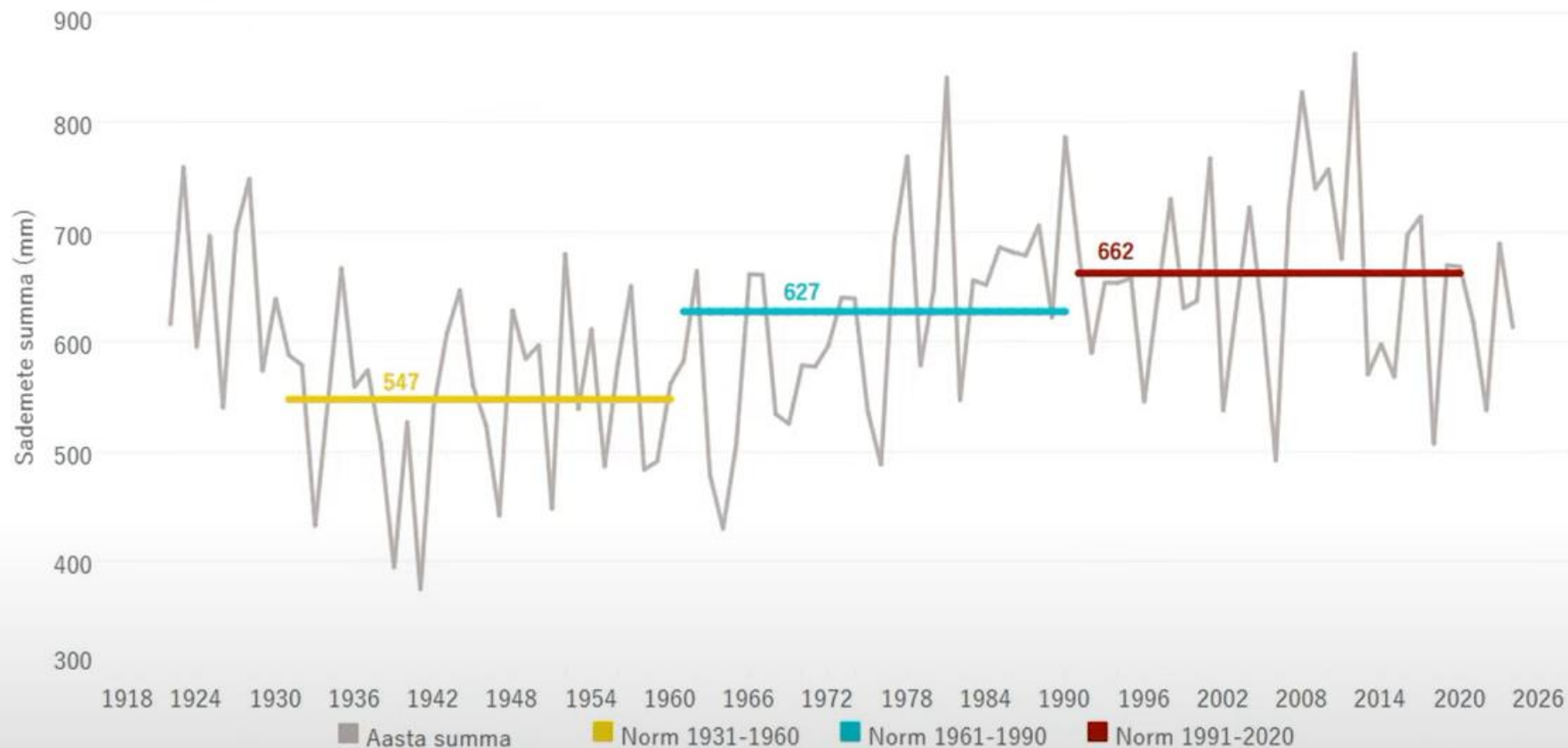
Eesti keskmine aasta õhutemperatuur



Meteoroloogiapäeva konverents 2025

Andmed: Keskkonnaagentuur, 2025

Eesti keskmine aasta sademete summa

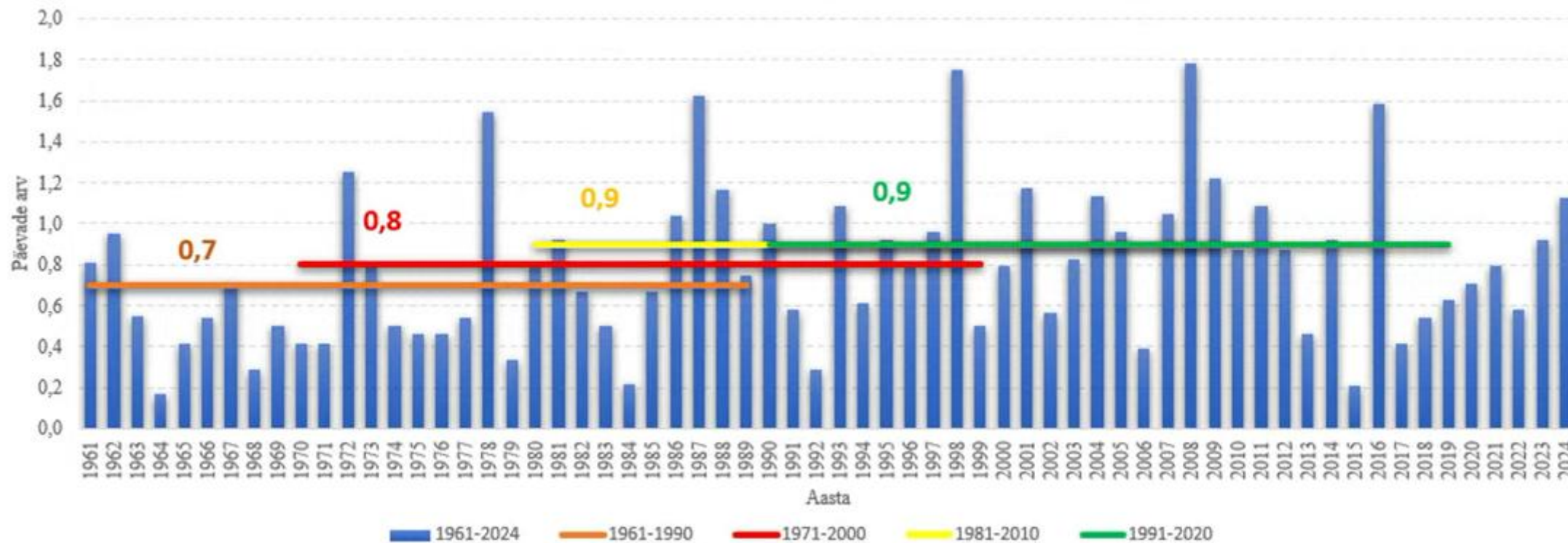


Andmed: Keskkonnaagentuur, 2025

Meteoroloogiapäeva konverents 2025

Allikas: <https://keskkonnaportaal.ee/et/teemad/ilm-ja-kliima/kliimamuutused>

Eesti keskmine päevade arv sajuhulgaga ≥ 30 mm



Meteoroloogiapäeva konverents 2025

Sademetete hulga ja intensiivsuse muutused

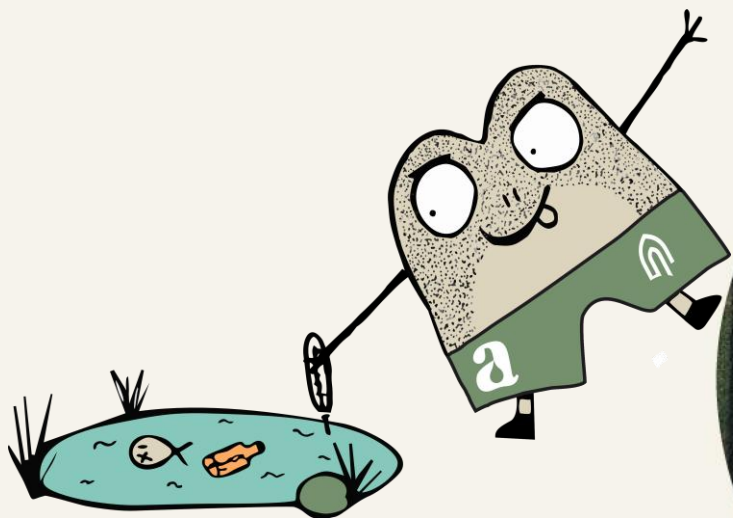
- 🔥 Kas on hakanud rohkem sadama kui varem? **JAH**
- 🔥 Kas sajus on muutunud intensiivsemaks? (või kas intensiivsed sajud on sagenenud?) **JAH**
- 🔥 Kas on toimunud sesoonsed muutused sademete jaotuses? **JAH**
- 🔥 Kas üleujutusohht on sagenenud? **JAH**



Kaasrahanud
Euroopa Liit



Kliimamuutuste mõju järvedele

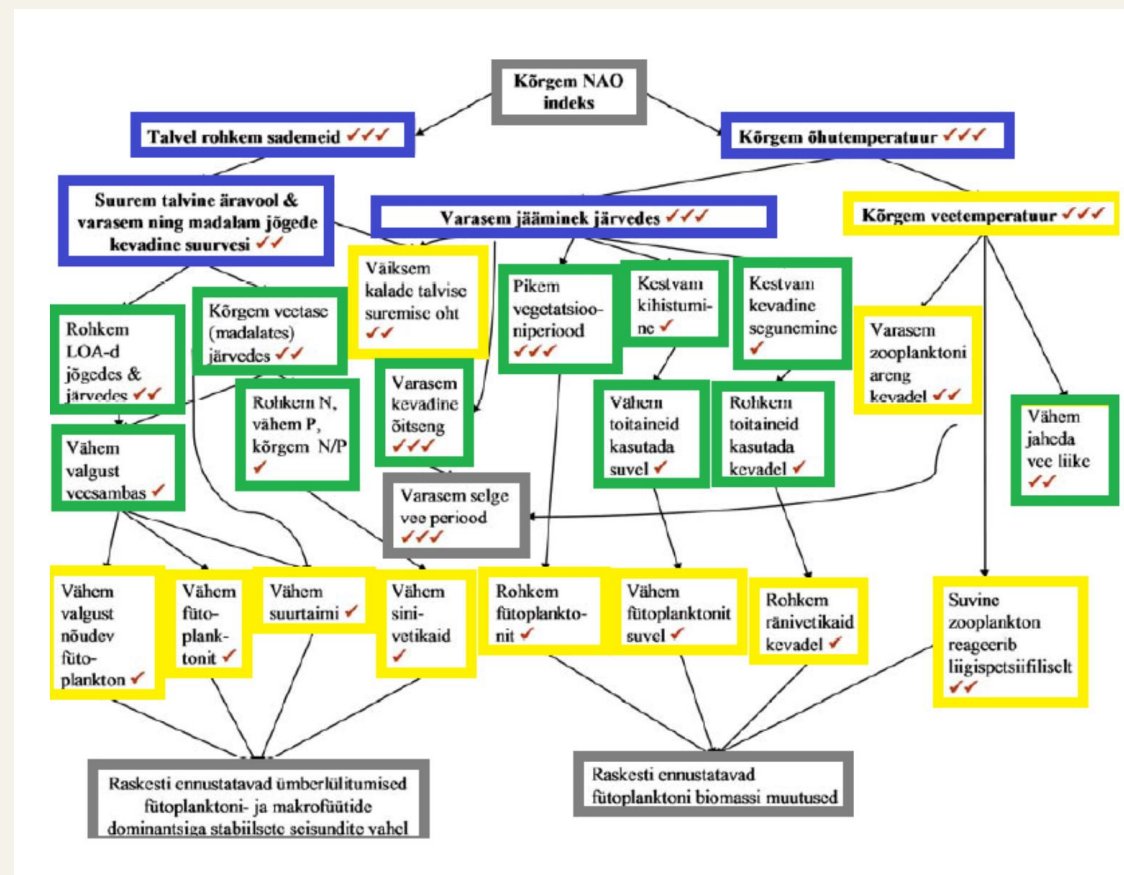


veestik.info
Veekoguvaatluste andmebaas



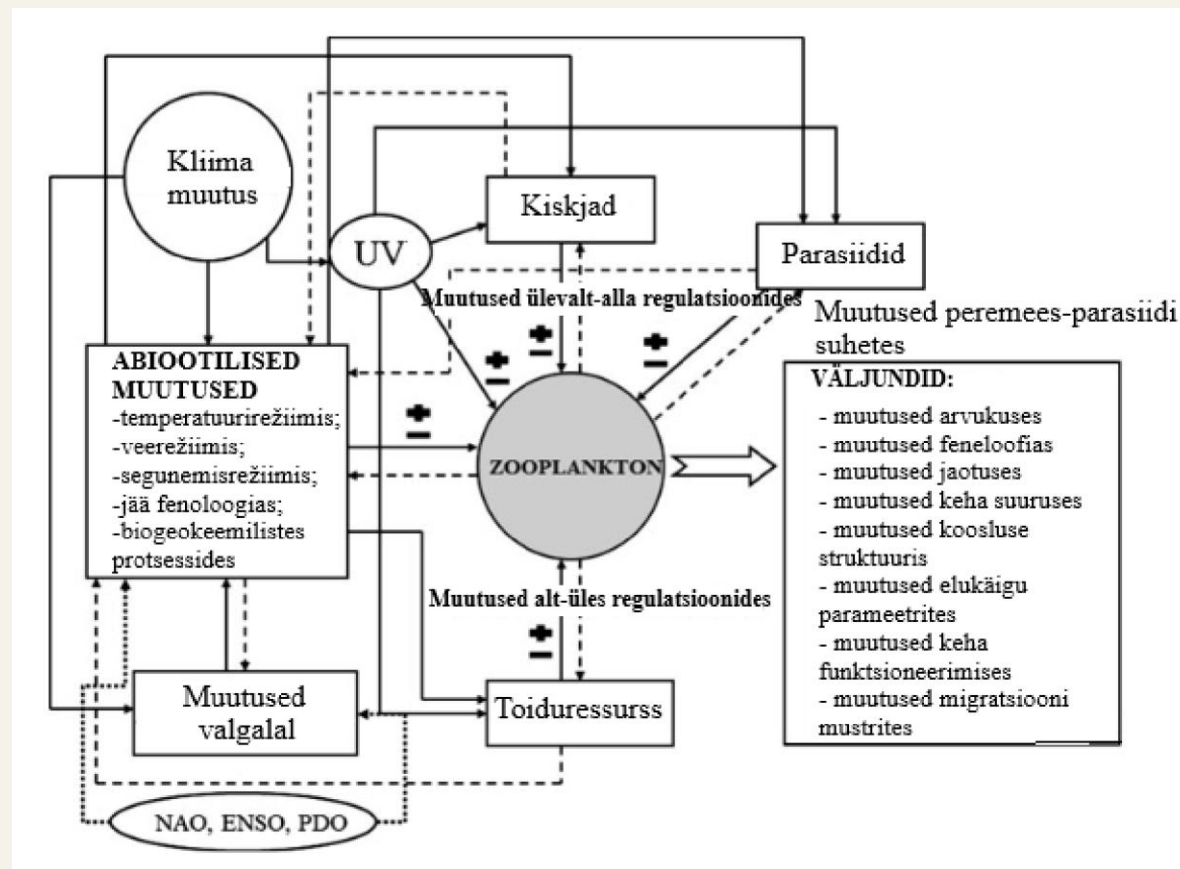
Kliimamuutuste mõju järvedele

- 🔥 Kliimastsenaariumite realiseerumisel võib mõju Eesti järvede olla **nii ökoloogilist seisundit stabiliseerivad kui halvendavad**.
 - 🔥 Kliimasoojenemine **kiirendab eutrofeerumist**, kuid kaasnev **järvede tumenemine** (humiinainete lisandumine) muudab valgusrežiimi ning need adsorbeerivad fosfaate, mis **võib järvede primaarproduktiooni vähendada**.
 - 🔥 Eestis võib arvestada järgnevate keskkonnamuutustega:
 - 🔥 aastaegade teravate piiride ähmastumine,
 - 🔥 kasvuperioodi pikenemine,
 - 🔥 kihistusrežiimi muutused,
 - 🔥 jäävaba perioodi pikenemine,
 - 🔥 suuremates järvedes valdavatest tugevamatest tuultest põhjustatud lainetuse mõju muutumine,
 - 🔥 veetaseme dünaamika muutused,
 - 🔥 veevahetusrežiimi muutused,
 - 🔥 valgalalt ärakande muutused,
 - 🔥 põhjavee režiimi muutused (allikatoide) jm.



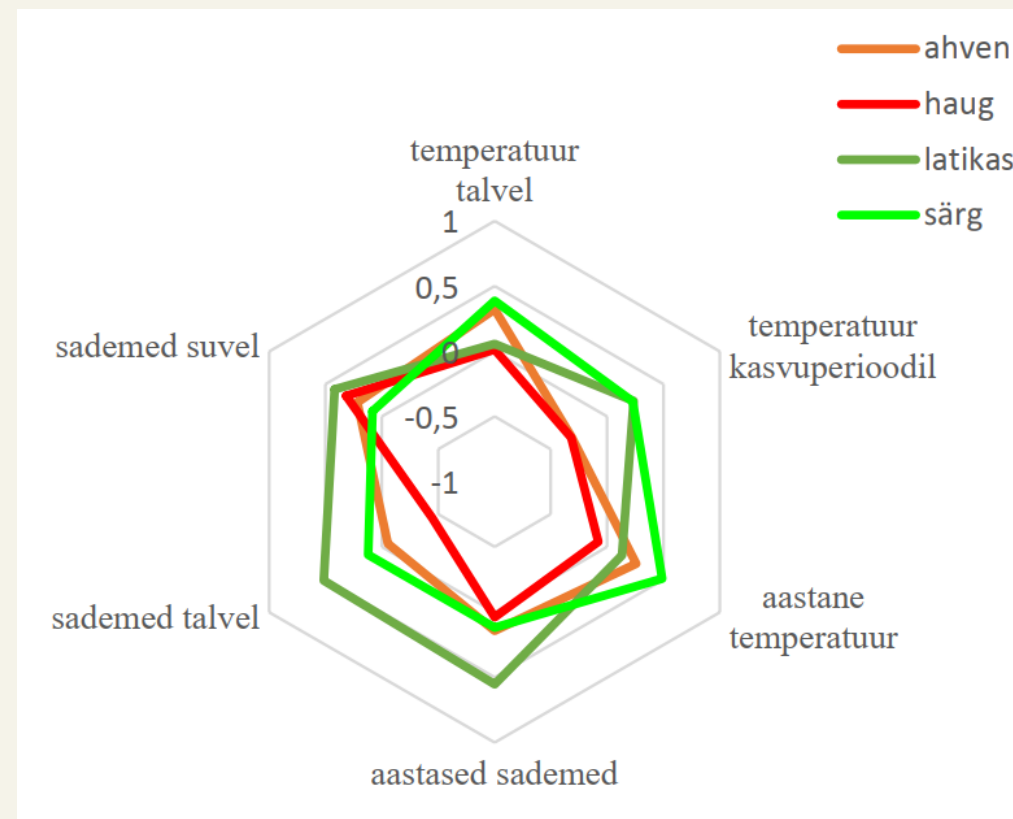
Kliimamuutuste mõju järvedele

- 🔥 Kliimamuutuste ja otseste inimtekkeliste survetegurite mõju leevendamiseks **sobivad samad meetmed.**
- 🔥 Nende kahe protsessi mõju veeökosüsteemidele on **sageli keeruline eristada.**
- 🔥 Lahendus eeldab järvede **meetmekavade senisest intensiivsemat rakendamist.**
- 🔥 Esimeses lähendusest **peab tegelema mitteheas ökoloogilises seisundis olevate järvedega**, aga olulist tähelepanu vajavad ka teised.



Kliimategurite mõju tugevus kalaliikidele Uljaste järves

- 🔥 Kõige positiivsemaks mõjuriks **kalastikule** osutus **talvine sademete koguse suurenemine**.
- 🔥 Kliimategurid üksikuna kalaliikide osakaale Uljaste järves oluliselt ei ole mõjutanud, oli vaadeldud **kliimategurite negatiivne kogumõju** kahele liigile: mudamaimule ja haugile.
- 🔥 **Enim soosisid** vaadeldud kliimategurid Uljaste järves **roosärge ja latikat**, veidi vähem ahvenat.
- 🔥 Uljaste on suhteliselt nõrga ökosüsteemiga, **ebastabiilsuse annab pehme vesi ja läbivoolu puudumine**.
- 🔥 Kliimamuutused **võivad Uljaste järve oluliselt mõjutada** nii temperatuuri, veerežiimi, tuule mõju kui ka pruunistamise kaudu.



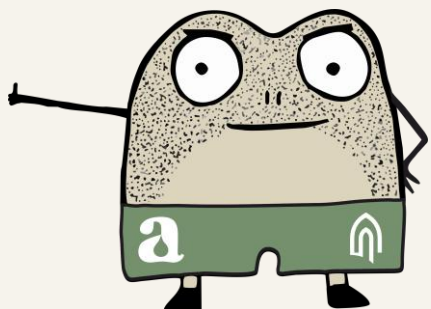
Kliimateguri mõju tugevus kalaliigi biomassile:
1 - tugevaim soosiv mõju, 0 - mõju puudub, -1 tugevaim vastumõju.



Kaasrahanud
Euroopa Liit



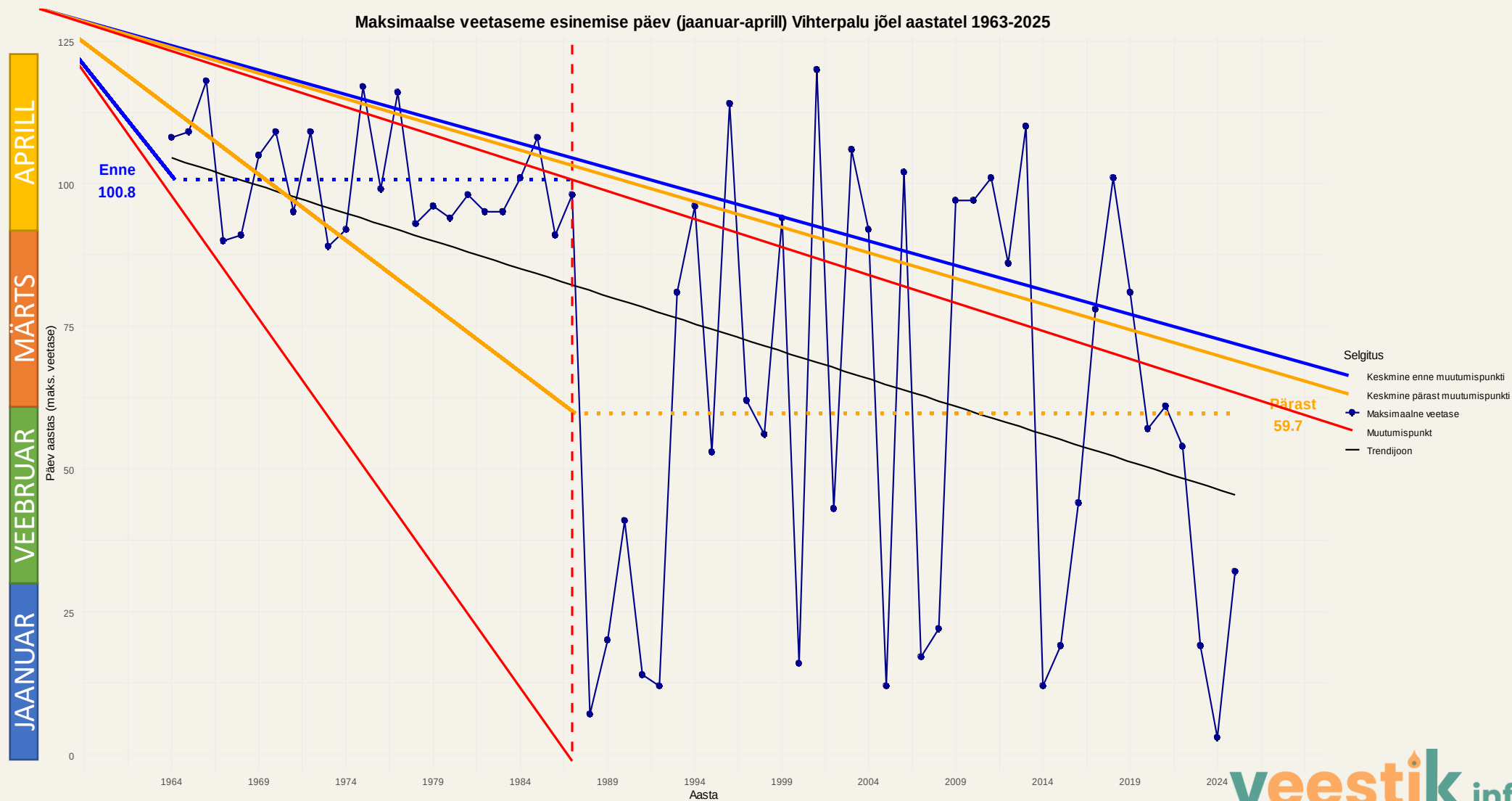
Kliimamuutuste mõju jõgedele



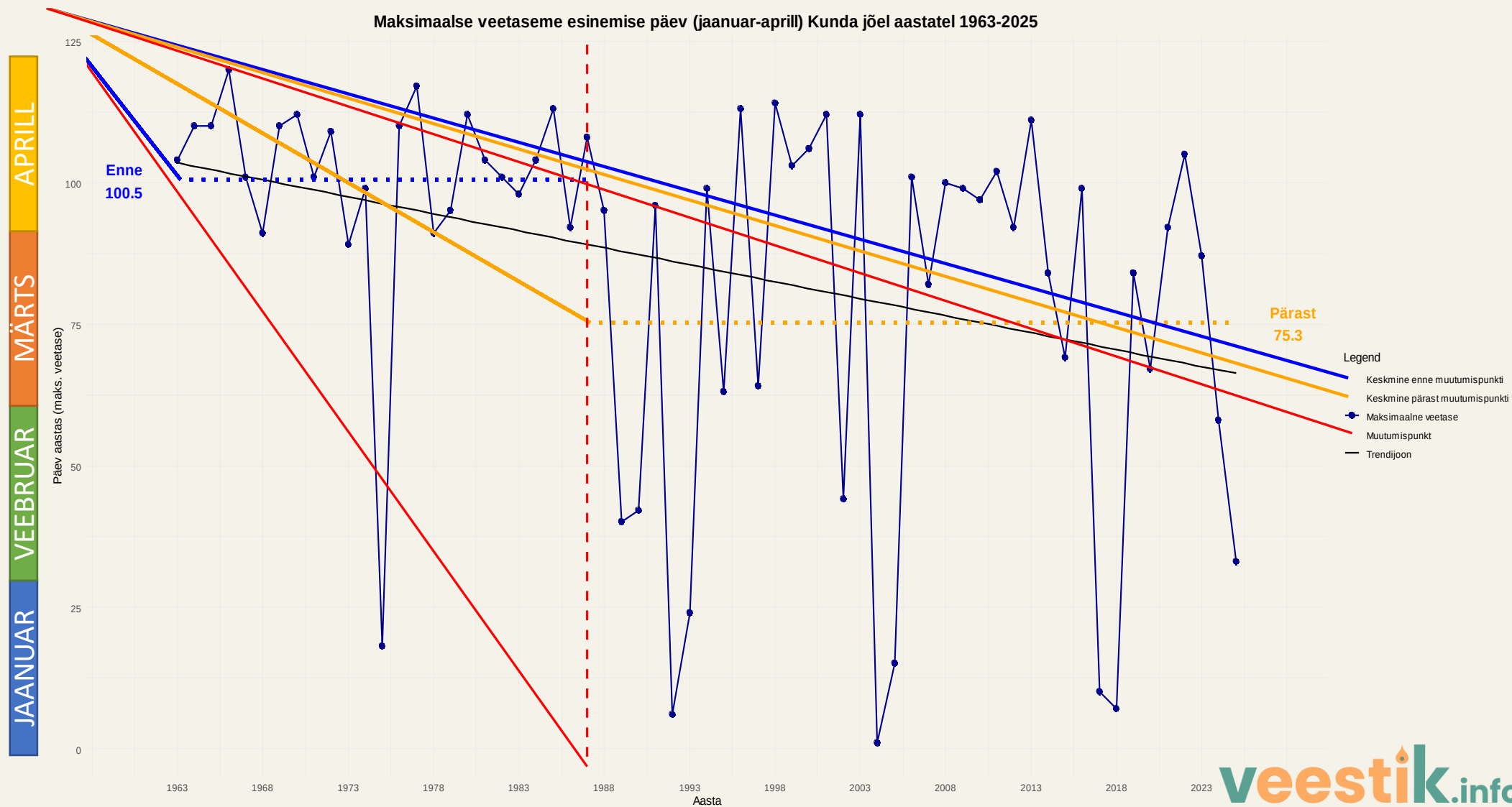
veestik.info
Veekoguvaatluste andmebaas



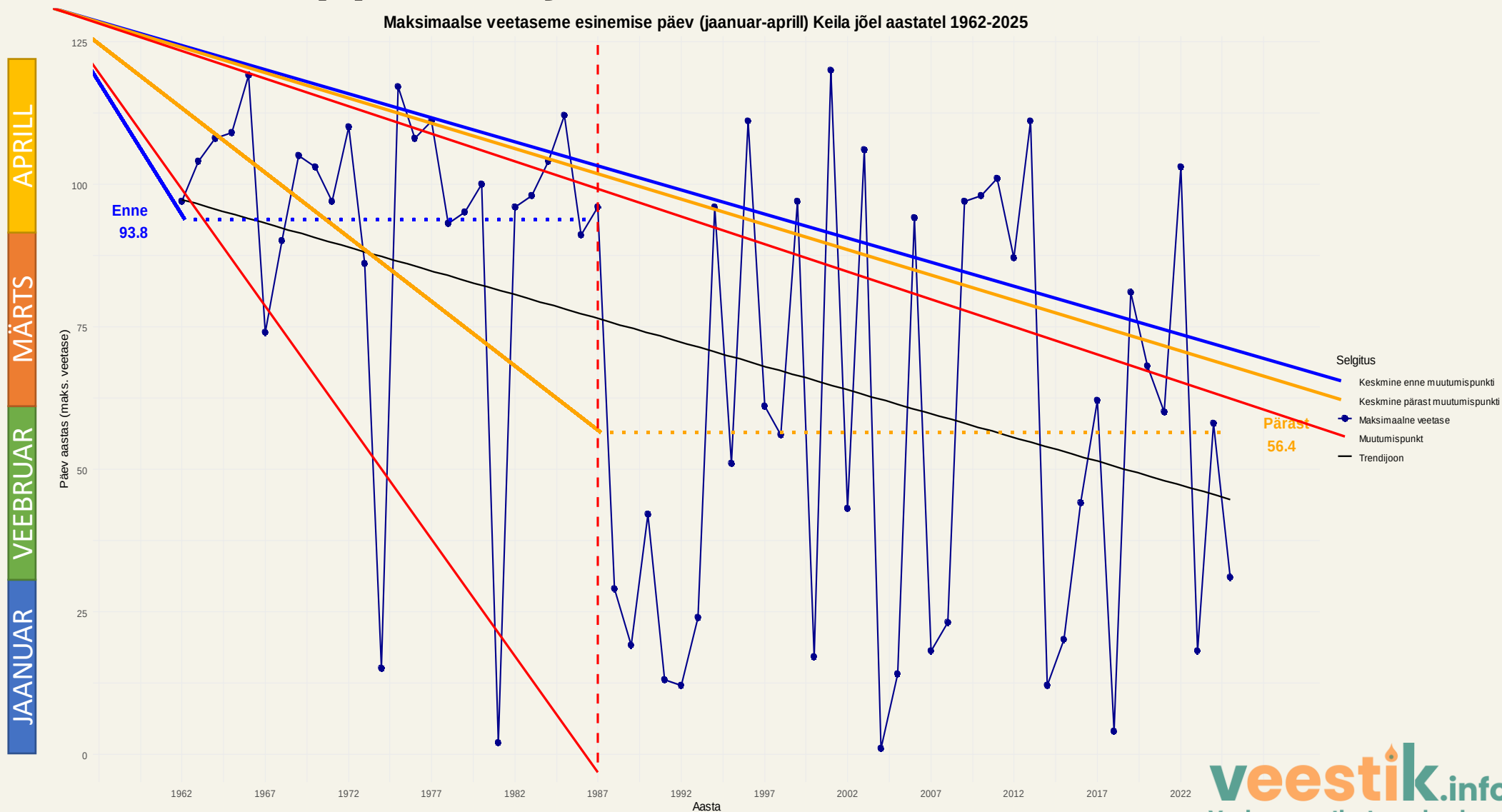
Kevadise suurvee tipp Vihterpalu jõel aastatel 1963–2025



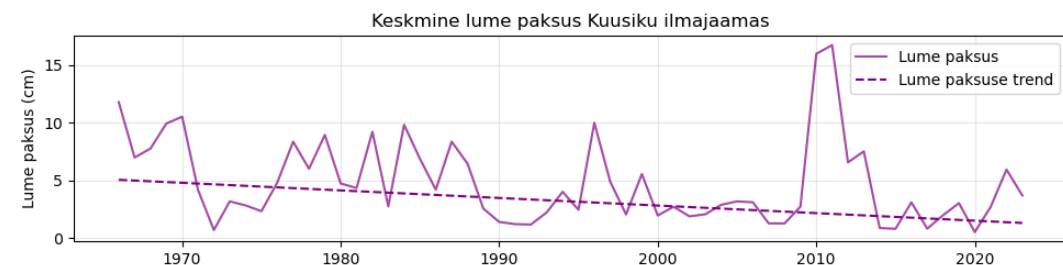
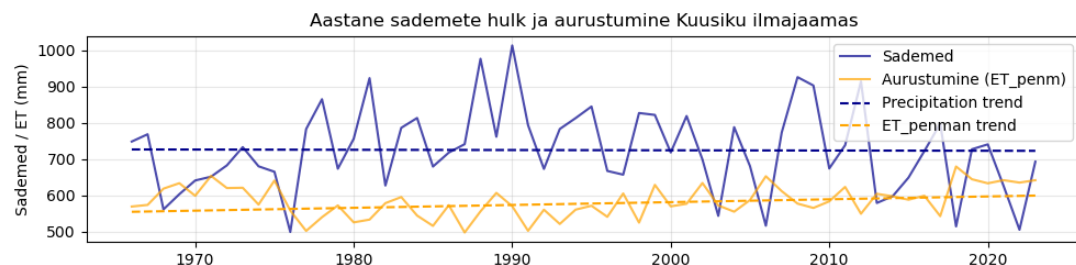
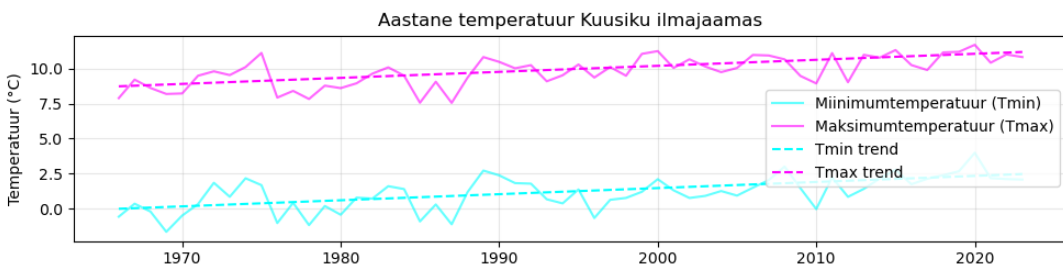
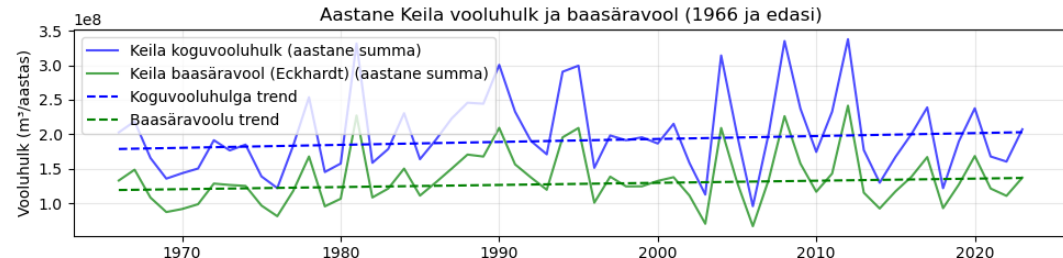
Kevadise suurvee tipp Kunda jõel aastatel 1963–2025



Kevadise suurvee tipp Keila jõel aastatel 1962–2025



Keila jõgi aastatel 1962–2025



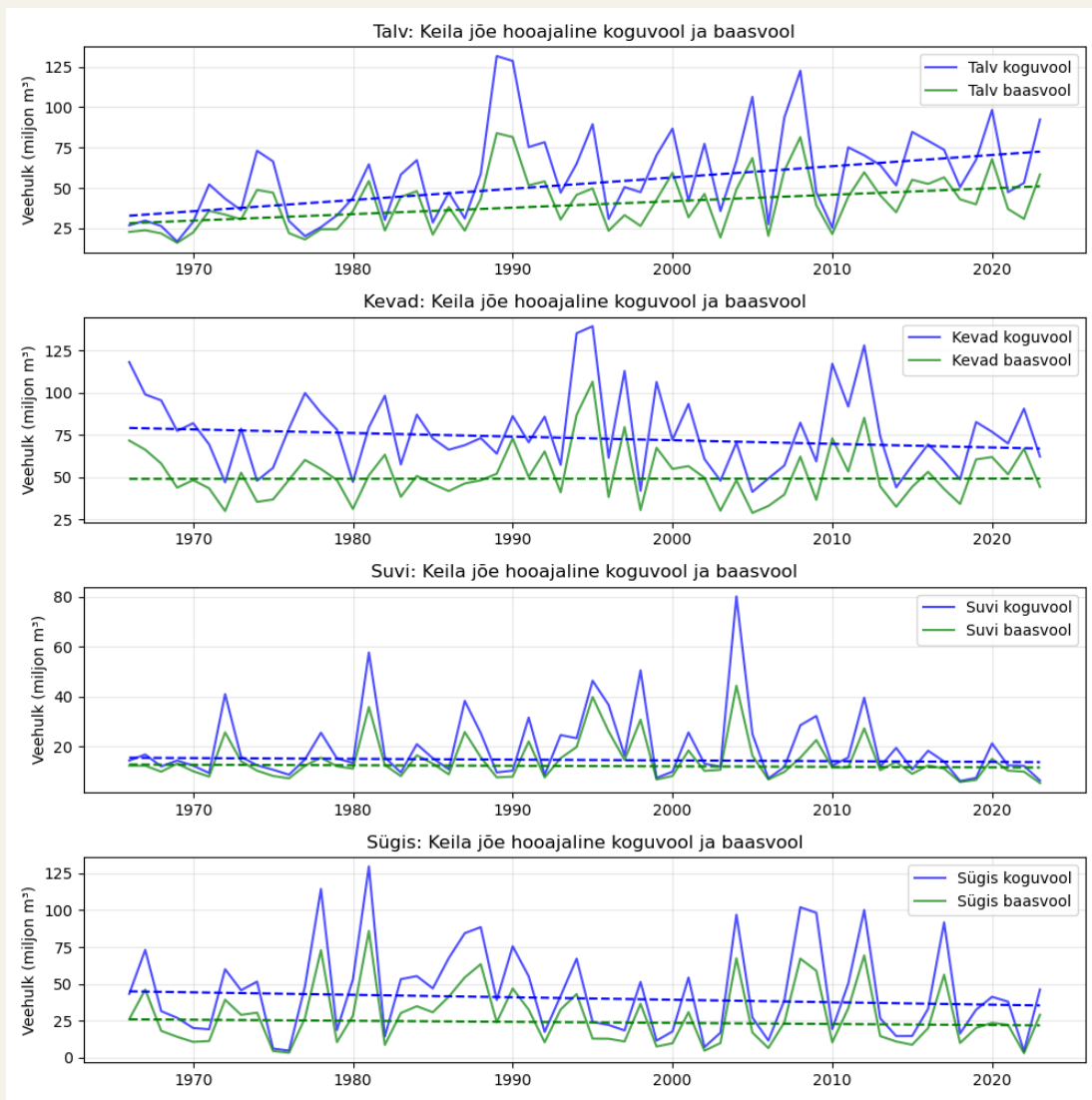
Nõrk väheoluline tõusutrend aastases kogu- ja baasäravoolus

Oluline nõrk tõusutrend Tmin ja Tmax väärtustes, umbes 0.04 °C aastas.

Sademete puhul oluline trend puudub, aurumine näitab nõrka olulist tõusutrendi.

Lume paksuse puhul oluline langustrend

Keila jõgi aastatel 1962–2025



Talvel oluline tõusutrend kogu- ja baasäravoolus. Tõenäoline seos lumikatte paksuse kahanemise ja sademete/infiltratsiooni suurenemisega

Kevadel nõrk väheoluline langustrend koguäravoolus

Suvel märgatavad trendid puuduvad

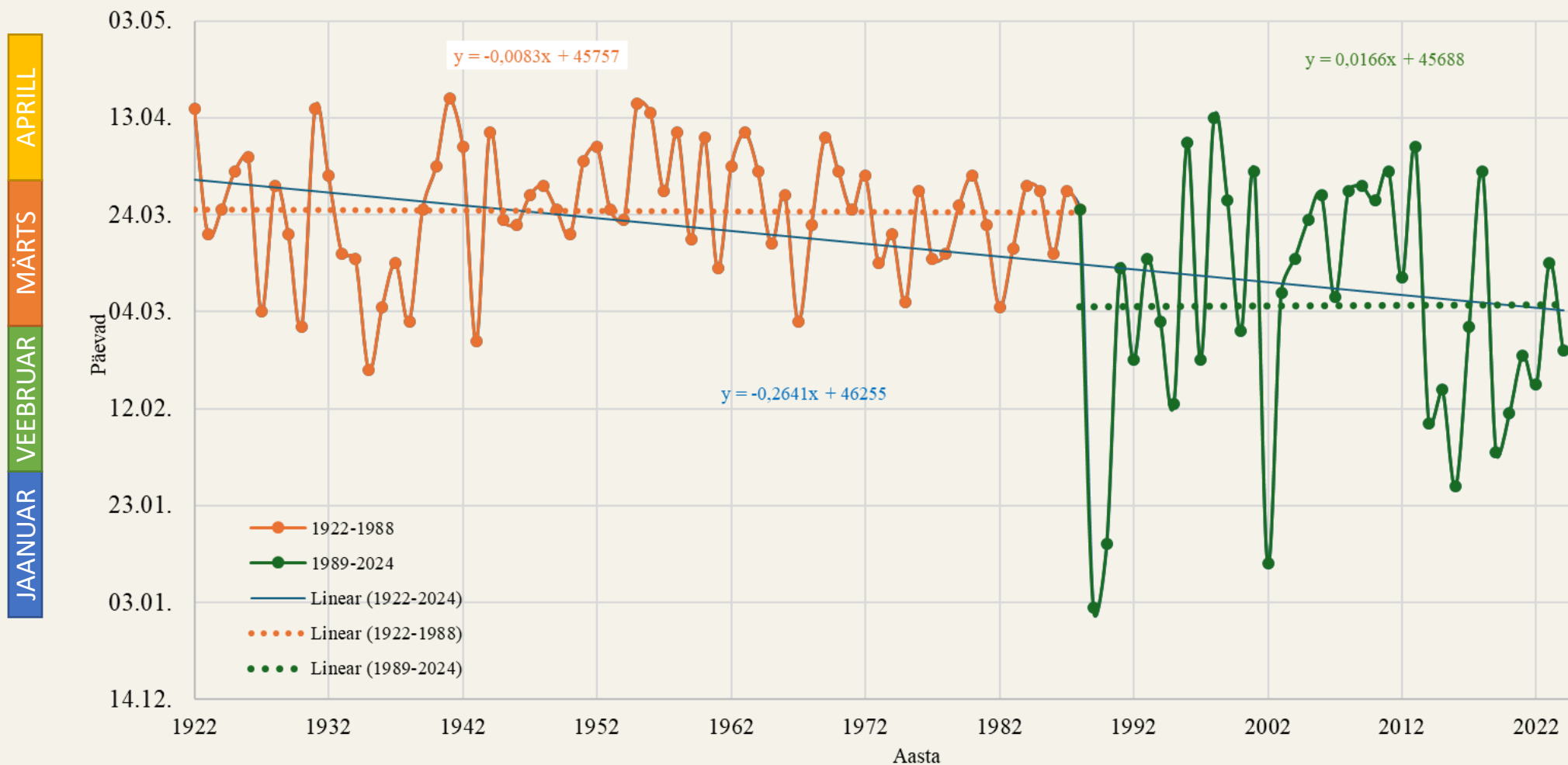
Sügisel nõrk väheoluline langustrend

Keila jõgi aastatel 1962–2025

- 🔥 Kevadise suurvee tipp Keila jõel nihkunud pikaajalise trendi põhjal varasemaks keskmiselt **0,59 päeva aastas**.
- 🔥 Statistiliselt oluline **režiiminihe 1988. aastal**.
- 🔥 Enne režiiminihet nõrk ebaoluline **langustrend** (nihkumine varasemaks)
- 🔥 Pärast režiiminihet nõrk ebaoluline **tõusutrend** (nihkumine hilisemaks)
- 🔥 Talviste **keskmiste temperatuuride järsk tõus** 1988/1989. aastal.
- 🔥 **Läänetuulte järsk tugevnemine**, mis on toonud suurema hulga sooja õhku Põhja-Atlandilt Läänemere piirkonda.

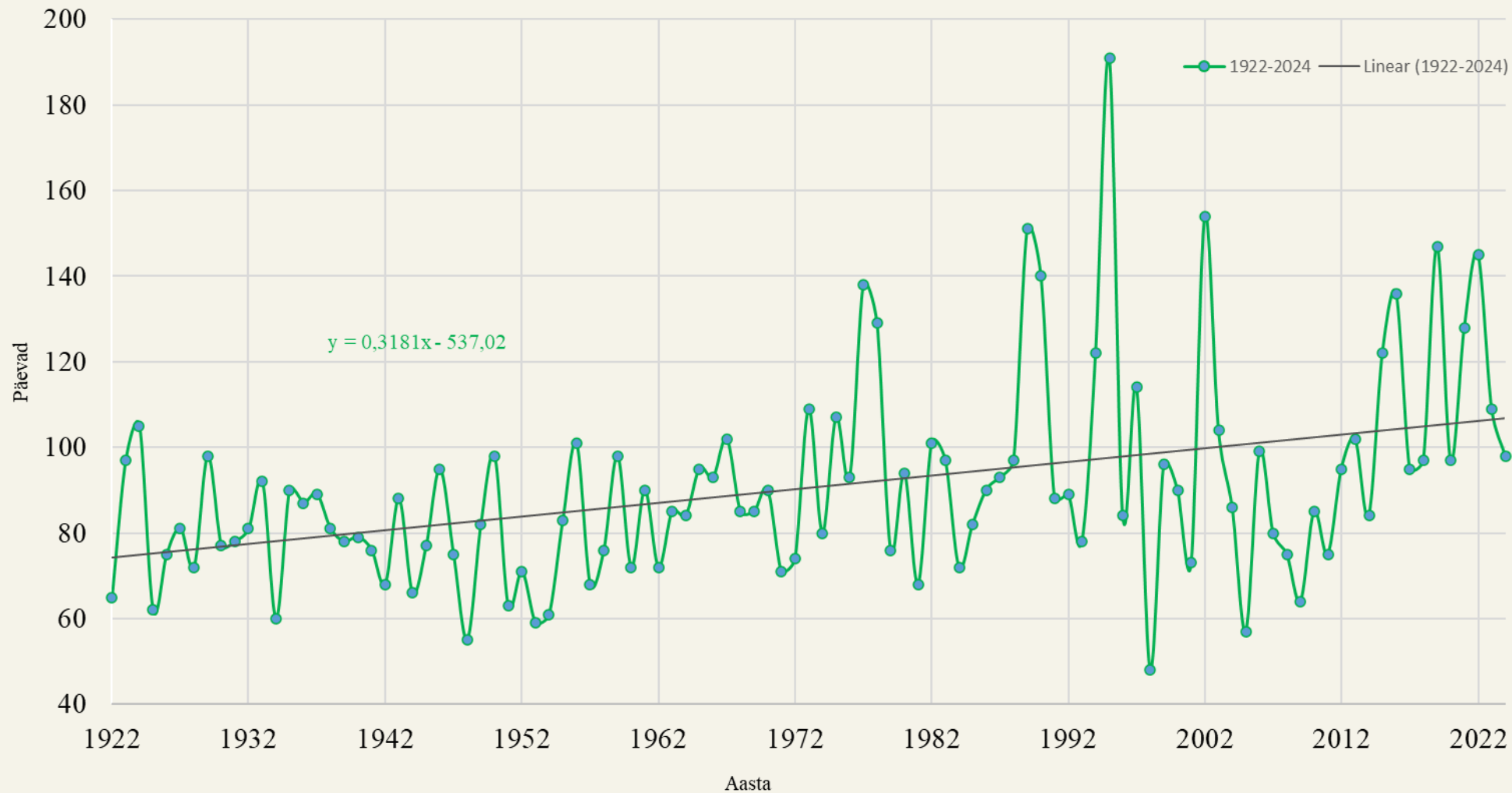
Suurvee algus Emajõel aastatel 1922–2024

Emajõgi (Tartu HJ; 1922-2024) - suurvee alguse



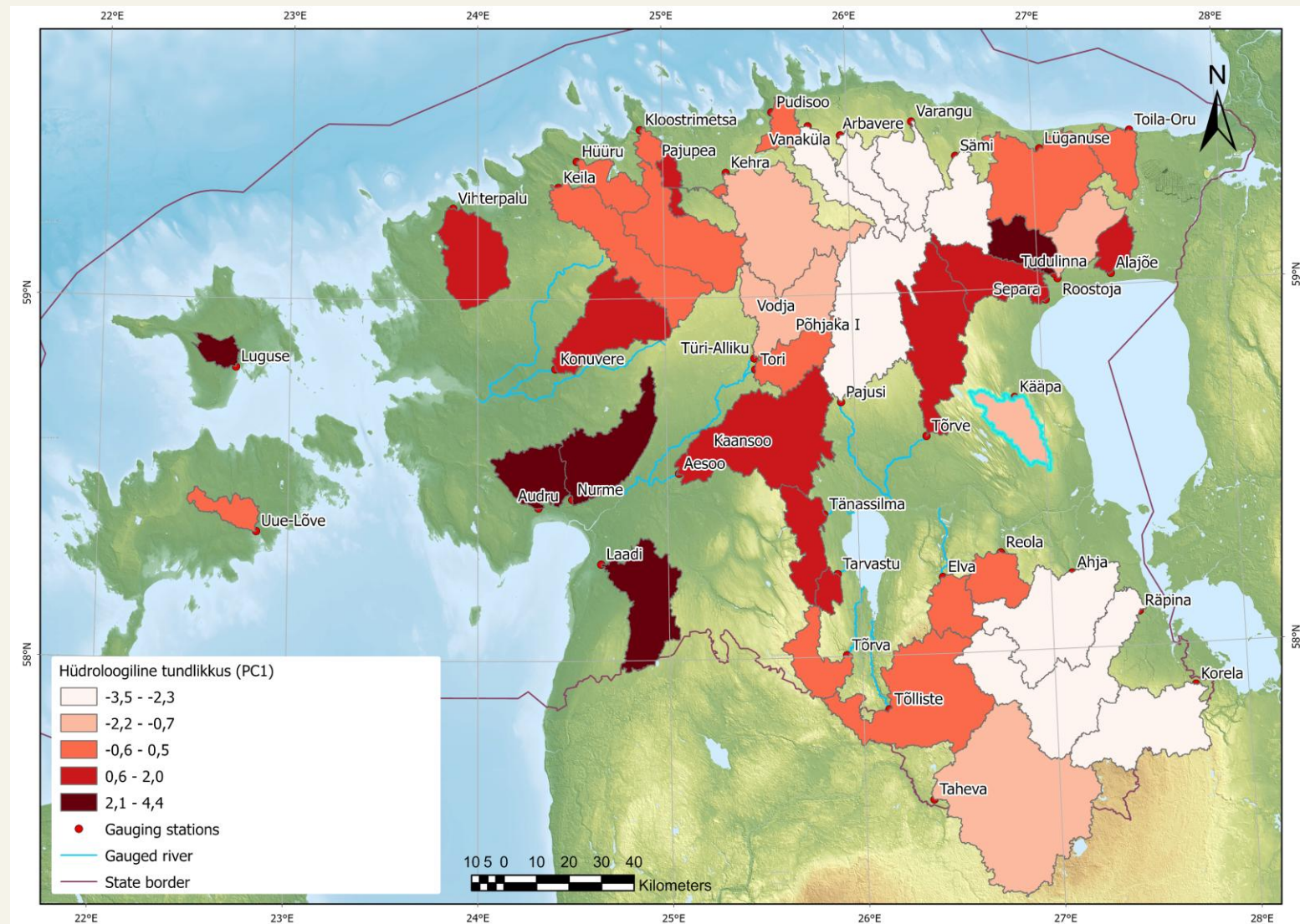
Suurvee kestus Emajõel aastatel 1922–2024

Emajõgi (Tartu HJ; 1922-2024) - suurvee kestus



Valglate kliimatundlikkus

- Valgalade hüdroloogilise tundlikkuse indeks (HTI), mis on koostatud valitud Koiti et al. (2025) andmestiku parameetrite kombineerimisel peakomponentanalüüsis.
- Indeks on kombineeritud:
 - Äravoolu elastsus koguaaurumise suhtes
 - Toitesignaali reguleerimisaeg
 - Baasäravoolu indeks (BFI)
 - Mäluefekt (ACF k)
 - Keskmise põuapäevade arv veeastast (2011-2022)
 - Ristkorrelatsiooni koefitsient sademete ja äravoolu signaali vahel (CCF r)
- Tundlike valgalade puhul on PC1 väärtus suurem, ja vastupidi.



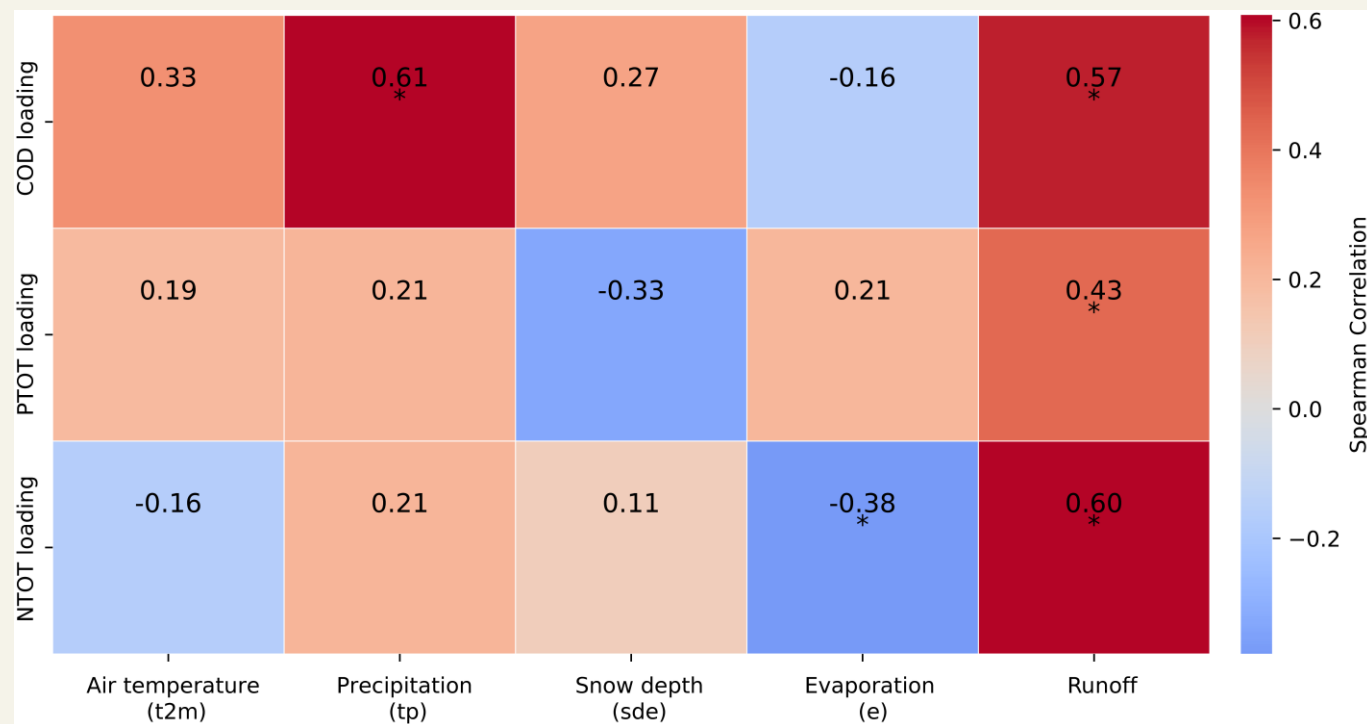
Peamised tegurid ja korrelatsioonid

Koormuste muutuseid mõjutavad enim hüdroklimaatilised tegurid:

- 🔥 Tugev seos äravoolumustrite ja koormuste trendide vahel
- 🔥 Õhutemperatuuri, sademete ja lumikatte paksuse muutused

Rolli mängib ka valgla maakasutus:

- 🔥 Turbaalad ja kunstlik kuivendamine, mis on seotud suure KHT koormusega
- 🔥 Põllumajanduspiirkonnad korreleerusid suurenenud NTOT-koormusega



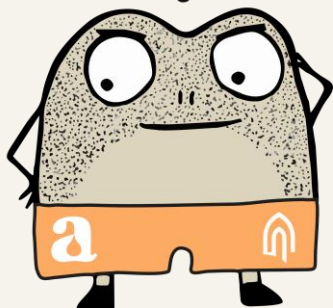


Kaasrahastanud
Euroopa Liit



Kliimamuutuste muud mõjud ja leevendused

PEAKS VIST
SEIRAMA...

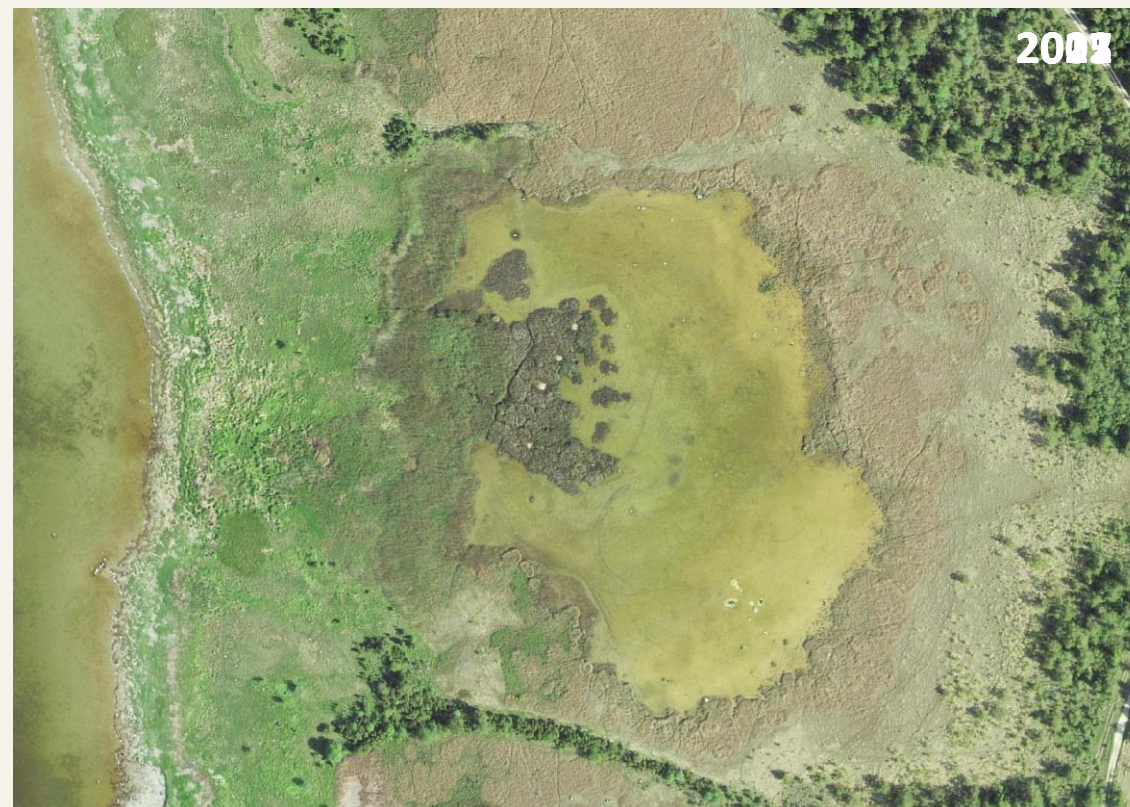


veestik.info
Veekoguvaatluste andmebaas



Veel kliimamuutuste mõjusid veestikule

- 💧 Kevadise suurvee nihkumine varasemaks (näiteks veebruari) tähendab seda, et ka **karstijärvikud** täituvad veega varakult. Muud kliimaatilised olud **pole veel sobivad vee-elustikule**. Selleks ajaks, kui vee-elustik tahaks tegutsema hakata, on **järvikud tühjenemas**.
- 💧 Kliimamuutused mõjutavad **rannikulõukaid** ja teisi väga madalaid veekogusid – kõrgvesi on varakult, **kevadel-suvel veetase madal**. Tarnad, mõõkrohi jt rohttaimed **saavad vohada seal, kus varem oli vaba vesi**. Nii on vaid kümnekonna aastaga toimunud **tavapärasest intensiivsem maastumine**.

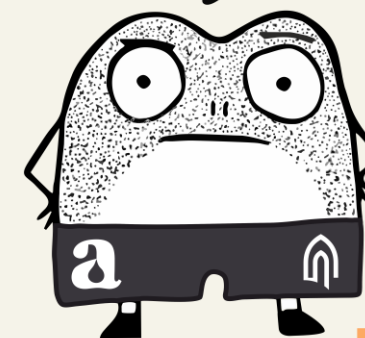




Veebipõhine harrastusteaduse kaardirakendus veestiku vabatahtlikuks seireks -> <https://veestik.info/>

- 🔥 Veebipõhine **kaardirakendus pinnavee seireks** (järved, jõed, karstijärvikud jne).
- 🔥 Vabatahtlikud saavad **luua uusi vaatluskohti**, lisada nendega seotud vaatlusi (**kirjeldus, pildid jne**) ning kontrollida varem sisestatud andmeid.
- 🔥 Andmebaas on **avalikult kõigile kättesaadav**.
- 🔥 **Edasiarendus** varasemast allikad.info allikate seiramise rakendusest.
- 🔥 Riik jõuab seirata ainult **3% järvedest ja 14% vooluveekogudest**.
- 🔥 Kohalikud tunnevad enda veekogusid paremini, olukorra **korrapärane jäädvustamine** lubab muutuseid tuvastada enne, kui need on jõudnud **kriitilisse seisundisse**.

ÄRA EIRA, PAREM SEIRA!



veestik.info
Veekoguvaatluste andmebaas



Sul on lisaküsimusi:

-> jaanus.terasmaa@tlu.ee

Soovid rohkem teada TLÜ LTI Ökoloogia keskuse kohta:

-> <https://www.facebook.com/LTIOK>

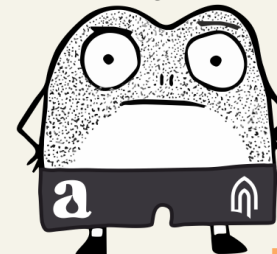
Liitu allikainfo grupiga:

-> <https://www.facebook.com/groups/allikainfo>

Jälgi veestik.info FB lehekülge

-> <https://www.facebook.com/veestik.info/>

ÄRA EIRA, PAREM SEIRA!



veestik.info
Veekoguvaatluste andmebaas



TALLINNA ÜLIKOOL