

Reiu jõe hüdroloogilise režiimi ja Kikepera looduskaitseala taastamise mõju
Surju piirkonna ülejutusriskidele

Keskkonnaagentuur

2025

Sisukord

1.	Sissejuhatus	3
2.	Andmed ja metoodika	5
2.1.	Üldandmed Reiu jõest ja selle lisajõgedest	5
2.2.	Hüdroloogiline seire	8
2.3.	Analoogjaama valik Surju jaama andmete pikendamiseks	11
2.4.	Üleujutussündmused Surju küla piirkonnas	14
2.4.1.	Oktoobri-detsembri üleujutus 2019	16
2.4.2.	Jaauari üleujutus 2025	17
2.4.3.	Juuli üleujutus 2025	20
2.4.4.	Varasemad üleujutused Surju jaama andmete põhjal	22
3.	Analüüs ja arutelu	23
3.1.	Reiu jõe hüdroloogilise režiimi pikaajaline muutlikkus	23
3.1.1.	Veetasemed	23
3.1.2.	Äravool	27
3.1.3.	Üleujutussündmuste tõenäosus Surju küla piirkonnas ning veetasemete statistiline korduvusanalüüs Laadi ja Surju hüdromeetriaamade andmete põhjal	30
3.2.	Märgalade taastamise mõju veerežiimile	33
3.2.1.	Märgalade taastamise mõju valgala ja üleujutussündmuse tasandil	34
3.2.2.	Märgalade taastamise mõju Läänemaa Suursoo-Leidisoo näitel	35
3.2.3.	Keskkonnaagentuuri hinnang Kikepera taastamiskavale	38
3.3.	Kliimamuutuste mõju veerežiimile	39
4.	Tulemused ja järeldused	41
4.1.	Surju küla üleujutused	41
4.2.	Reiu jõe veerežiimi muutlikkus	41
4.3.	Surju ja Laadi hüdromeetriaamade üleujutustõenäosused	41

4.4.	Märgala taastamise mõju veerežiimile analoogia näitel.....	42
4.5.	Kikepera taastamiskava.....	42
4.6.	Kliimamuutuste mõju veerežiimile	42
5.	Kokkuvõtte ja soovitused.....	43
6.	Viited.....	45

1. Sissejuhatus

Käesoleva töö ülesanne oli leida vastus küsimusele, kas Kikepera looduskaitseala veerežiimi taastamine võib mõjutada Reiu jõe üleujutusi Surju küla piirkonnas. Keskkonnaagentuur koostas olemasolevate andmete ja teostatud analüüside põhjal eksperthinnangu Surju asula üleujutusriskide ning Kikepera taastamisprojekti kohta.

Eestis on märgalade taastamine olnud juba mõnda aega üks olulisi looduskaitse ja kliima-poliitika suundi, sest see aitab parandada elupaikade seisundit ja liigirikkust ning reguleerida veerežiimi ja puhverdada liigvett. Märgalade taastamiseks on algatatud arvukalt rahvusvahelisi projekte. Euroopa Liidu rahastatud [WaterLANDS](#) projekti (2021-2026) tegevused hõlmavad muuhulgas ka Kikepera looduskaitseala veerežiimi taastamist.

Kikepera raba kuivenduskraavide sulgemisega plaaniti alustada 2025 kevadel, kuid Saarde vald ja kohalikud elanikud ei ole märgala taastamist toetanud. Kohalike elanike peamised mured seoses projekti tegevuste elluviimisega on metsade võimalik hukkumine, kohalike teede kahjustumine ja läbimatuks muutumine ning üleujutusohu suurenemine Reiu jõe ääres Surju külas piirkonna veerežiimi eeldatava muutuse tõttu. Kardetakse taastamisala pinna- ja põhjaveetaseme tõusu (mis ongi projekti eesmärk), mistõttu arvatakse vähenevat Kikepera raba vee puhverdamisvõime ja liigniiskuse tõttu hukkuvat taastamisalal kuusemetsad.

2025 mais peatas energietika- ja keskkonnaminister projekti Kikepera taastamiskava tegevused kuni täiendavate analüüside läbiviimiseni. Juunis otsustati, et Keskkonnaagentuur koostab olemasolevate andmete ja teostatud analüüside põhjal eksperthinnangu Surju asula üleujutusriskide ning Kikepera taastamisprojekti kohta. Kuni hinnangu valmimiseni kuivenduskraavide sulgemisega ei jätkata.

Surju küla elanike mure üleujutusriski suurenemise osas on mõistetav, sest seal piirkonnas on Reiu jõgi läbi aastate aeg-ajalt üle kallaste tõusnud, käesoleval aastal (2025) on seda juhtunud juba kahel korral, jaanuaris vihmade ja lumesulamise ning juulis paduvihmade tõttu. Mõlemal korral on Päästeamet pidanud kaaluma Surju hooldekodu elanike evakueerimist, kuid õnneks on mõlemad üleujutused olnud lühikese kestusega. Siiski põhjustab üleujutus lisaks olmelisele ebamugavusele ka majanduslikke kahjusid, samuti võivad kaasned negatiivsed mõjud inimeste tervisele ja keskkonnale. Mida pikema kestusega on üleujutus, seda suurema ulatusega on selle negatiivsed mõjud.

Käesolevas eksperthinnangus on:

- esitatud ülevaade Reiu jõe hüdroloogilisest režiimist ja selle pikaajalisest muutlikkusest;

- analüüsitud Reiu jõel asuvate Surju ja Laadi hüdromeetriaajaamade andmete põhjal üleujutussündmusi Reiu jõel Surju asula piirkonnas;
- kaardistatud üleujutusohu sündmused ja tõenäosusstsenaariumid Surju küla piirkonnas;
- analüüsitud Vihterpalu jõe valgala asuva Suursoo-Leidissoo märgala taastamise mõju jõe veerežiimile Vihterpalu ja Keila hüdromeetriaajaamade seireandmete näitel;
- antud hinnang WaterLANDS projekti Kikepera looduskaitseala ja Soomaa rahvusparki veerežiimi taastamiskava (edaspidi **Kikepera taastamiskava**) kohta selles osas, mis puudutab taastamiskavas kirjeldatud tegevuste mõju veerežiimile Reiu jõe valgala keskosas;
- kirjeldatud kliimamuutuste mõju tuleviku veerežiimile ning
- esitatud soovitused üleujutusohu ennetamiseks ja tagajärgede leevendamiseks Surju küla piirkonnas.

Töö koostasid Keskkonnaagentuuri töötajad Joonatan Kama, Sandra Loo, Anna Põrh ja Jana Põldnurk.

2. Andmed ja metoodika

Peatükis on esitatud ülevaade Reiu jõest, selle hüdroloogilisest režiimist, tänapäevasest ja ajaloolisest seirest ja seireandmetest, analoogiaama valikust ning Surju piirkonna üleujutus-sündmustest. Jõe hüdro-morfoloogiline kirjeldus loob aluse üleujutuste tekkepõhjuste mõistmiseks, sest jõe kuju, sāngi ehitus ja kaldavööndi omadused mõjutavad otseselt vee liikumist ja üleujutusala kujunemist. Surju piirkonna üleujutusriskide hindamiseks on kasutatud Keskkonnaagentuuri hüdroloogilisi seireandmeid, sh ajaloolise Surju hüdromeetriaama andmeridu on pikendatud analoogjõe meetodil.

2.1. Üldandmed Reiu jõest ja selle lisajõgedest

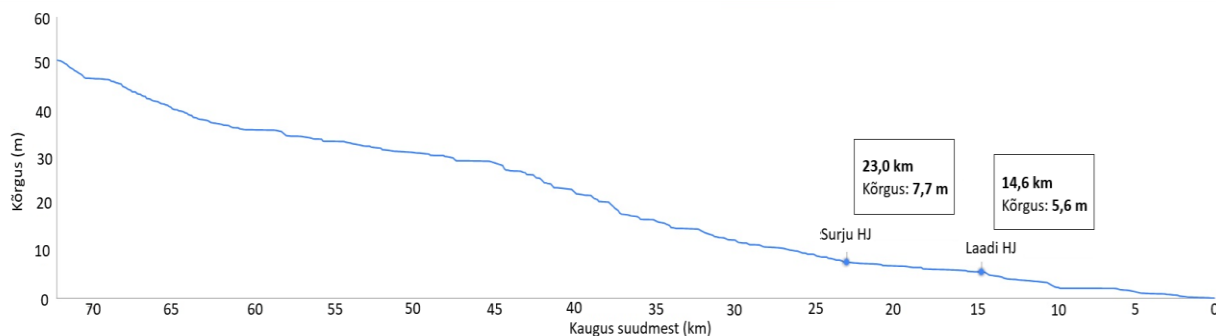
Reiu jõgi on üks suurimaid Pärnu jõe vasakpoolseid lisajõgesid kogupikkusega 72,9 km ning valgala pindalaga 730,5 km² (Keskkonnaagentuur, 2024). Jõgi saab alguse Lätist Metsepole madalikul asuvast Soka järvest ning voolab kogu ulatuses põhjasuunas läbi Sakala kõrgustiku, suubudes Pärnu jõkke 9,2 km kaugusel suudmest Pärnu madalikul Paikuse aleviku edelaserval (Keskkonnaagentuur, 2024; [Eesti Entsüklopeedia, 2003](#)). Reiu jõe sāng kujuneb kolme ligikaudu võrdse suurusega veekogu (Lamboja, Veelikse oja, Jurga oja) ühinemisel, mille alguspunktid asuvad Läti piiri lähedal Lielpura veelahe kõrgsoo piirkonnas (joonis 1).



Joonis 1. Reiu jõgi ja selle valgala.

Reiu jõe pikiprofiil kuulub languse jaotuse iseloomu järgi tasakaalustatud profiili tüüpi. Kogulangus on 60 m, mis annab veepinna keskmiseks languks 0,85‰ (joonis 2). Jõe tasakaalustatud profiili korral ei liigu vesi jõge mööda kiiresti ära ja levib lammialale, tekitades üleujutusi. (NSV Liidu hüdrograafia materjalid, 1956)

Reiu jõe lang riikliku keskkonnaseire Surju ja Laadi hüdromeetriaajaamade vahel on 2,1 m ehk 0,25‰.



Joonis 2. Reiu jõe pikiprofiil (EstModel, 2025).

Valgala taimkatte põhiosa moodustavad metsad, mis katavad umbes 54% kogu valgast. Moreentasandikul, valgala lõunaosas, esinevad metsad väikeste laikudena asulate vahel, kesk- ja idaosas aga suurte katkematute massiividena. Reiu jõe lähtealal ja valgala idaserval katavad märkimisväärse osa valgast rabastunud alad. Suurimaks rabamassiiviks on kirde-servas asuv Kikepera veelahkme raba. Kokku on rabasid umbes 7% valgala pindalast (Protasjev, M. S., & Eipre, T. F. 1972).

Reiu jõe org on jõe ulatuses arenenud ebaühtlaselt. Mõnes lõigus (65 km suudmest ja viimased 10 km) on org hästi kujunenud, kuid teistes (62-52 km suudmest, Surju küla piirkonnas ja 30-15 km suudmest) peaaegu puudub. Jõeorg on plaanilisel joonisel peaaegu sirgjooneline, ristlõikes aga tavaliselt asümmeetriline. Üks nõlv on järsk ja sirge, teine laugem. Järsu nõlva kõrgus ulatub 5-10 meetrini, samal ajal kui laugem nõlv on vaid 2-3 meetrit kõrge (Protasjev, M. S., & Eipre, T. F. 1972).

Nii nagu org, on ka lammiala oma iseloomult katkendlik. Asümmeetriliste nõlvade puhul asub see ainult ühel pool jõesängi. Kevadise suurvee ajal ning sageli ka vihmavalingute puhul on lammiala seal, kus org on hästi arenenud, üle ujutatud kuni 50-100 m ulatuses. Seal, kus lammiala moodustab jõeäärne ala (60-55 km suudmest, Surju külast ülesvoolu, samuti 20-30 km suudmest), võib üleujutuse laius ulatuda 300-500 meetrini (joonis 3). Üleujutuse keskmine sügavus on umbes 0,5 m, üksikutes kohtades kuni 1,0 m.

Kuni Surju küla piirkonnani on jõesäng 50 km ulatuses looklev, kohati väga käänuline. Allavoolu Surjust on jõesäng enamasti sirgjooneline, kohati mõõdukalt looklev. Reiu jõe iseloomulikud sängivormid on karestikud ja madalikud.



Joonis 3. Surju hüdromeetriaama suurveeaegne üleujutus 1985. aasta kevadel (EMHI fond).

2.2. Hüdroloogiline seire

Reiu jõel on asunud kaks hüdromeetriaama. Praeguseni töötav Laadi jaam avati 27.09.2006 (joonis 4). Jaam asub Reiu jõe vasakul kaldal 14,6 km Reiu jõe suubumiskohast Pärnu jõkke, jaama koordinaadid on X 6458705.3, Y 537957.44. Automaatjaama mõõteseadmed mõõdavad jaama avamise algusest veetaset, veetemperatuuri, õhutemperatuuri ja soojal aastaajal ka sademeid. Kliimaosakonna välitöötajad mõõdavad seireprogrammi alusel jõe vooluhulka, kirjeldavad jää- ja taimestikunähtuseid ning teostavad veetaseme kontrollmõõtmisi, et valideerida automaatjaama rõhul põhineva veetasemeanduri väljastatud veetaseme väärtuste täpsust.

Automaatjaam on seadistatud edastama kord tunnis andmeid hüdroloogilisse andmebaasi WISKI. Automaatjaama registreeritud veetaseme, jaamas mõõdetud vooluhulkade ja äravoolukõvera põhjal arvutatakse WISKI andmebaasis jõe äravool hüdromeetriaama

asukohas. Mõõdetud ja arvutatud parameetrite valideerimine, korrigeerimine ning arhiveerimine toimub hüdroloogilises andmebaasis WISKI.



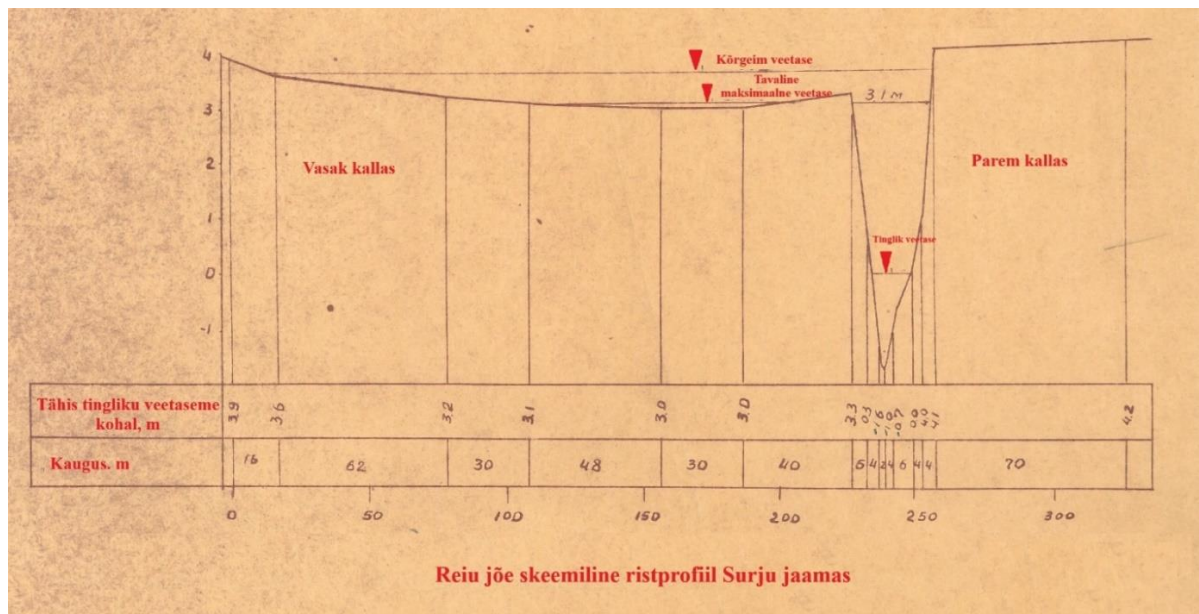
Joonis 4. Töötav Laadi hüdrometriajaam Foto: 10.08.2020 (Keskkonnaagentuur, 2020).

Perioodil 12.06.1945-31.03.1990 töötas Reiu jõe vasakul kaldal Surju hüdrometriajaam, mis asus praegusest Laadi jaamast 8,4 km ülesvoolu Surju külas (joonis 5). Jaama ligikaudsed koordinaadid olid X 6455330, Y 541350. Surju hüdrometriajaamas olid tööl vaatlejad, kes mõõtsid kogu jaama töötamise aja jooksul parameetreid manuaalselt. Mõõdetavateks parameetriteks olid veetase, õhutemperatuur, veetemperatuur, jää paksus, sademed ning kirjeldati eraldi jää- ja taimestikunähtuseid. Veetaseme mõõtmiseks olid jaamas nivelleeritud kõrgusmärgid, mõõtmisi teostati kaks korda ööpäevas kell 08:00 ja 20:00 kohaliku aja järgi. Mõõdetud veetaseme ja vooluhulkade ning äravoolukõvera põhjal arvutati jõe äravool hüdrometriajaama asukohas. Hüdroloogilises andmebaasis WISKI on olemas jaama kogu seireperioodi veetaseme ja äravoolu andmed. Muud seirematerjalid ei ole digitud ja on leitavad EMHI fondist.



Joonis 5. Surju hüdromeetriaajaam ja suurvee lävend (EMHI fond, 1986).

1956. aastast pärinevast tehnilisest toimikust selgub, et Surju hüdromeetriaajas algas üleujutus veeseisult 400 cm tolleaegselt graafiku nullist (4,55 m BK77/4,73 m EH2000), 480 cm veetasemega ulatus üleujutus juba vähemalt 0,4 km-ni. Jää triivimisega võib Surju küla piirkonnas esineda jääummistusi ja veetaseme tõusu. Alloleval joonisel 6 nähtub, et veetasemega 310 cm tõusis vesi vasaku kalda lammialale.



Joonis 6. Reiu jõe skeemiline ristprofiil Surju hüdromeetriaajas (NSV Liidu hüdrograafia materjalid, 1956).

2.3. Analoogjaama valik Surju jaama andmete pikendamiseks

Analüüsima Reiu jõe äravoolu ja veetasemeid, kasutati pikaajalisi vaatlusi Surju hüdromeetriaajas ($F=334 \text{ km}^2$) andmetel ajavahemikul 1946-1989. Selleks, et tuua vaatlusread praeguse olukorraga võrreldavaks ja võimaldada pikema perioodi analüüsi, mis annaks täpsema hinnangu uuritavale ajale, pikendati Surju hüdromeetriaajas andmerida analoogi abil. Analoogiks kasutati Halliste jõe Riisa hüdromeetriaajas andmeid ($F=1881 \text{ km}^2$) vaatluste perioodil 1925-2024.

Riisa hüdromeetriaam Halliste jõel avati 23.06.1924. aastal jõe paremal kaldal ja töötab tänaseni (joonis 7). Jaam asub 5,2 km kaugusel Halliste jõe suubumiskohast Navesti jõkke. Jaama koordinaadid on X 6482595.78, Y 558009.50. Jaama on paigaldatud automaatjaam alates 06.10.2006. Automaatjaama paigaldamise järgselt edastab jaam kord tunnis hüdroloogilisse andmebaasi WISKI veetaseme, veitemperatuuri ja õhutemperatuuri andmeid. Sademete aegrida on lünklikum ning alates 25.10.2018 registreerib jaamas sademed aastaringelt töötav sadememõõtja.



Joonis 7. Riisa hüdromeetriaam (Keskkonnaagentuur, 2020).

Kliimaosakonna välitöötajad mõõdavad seireprogrammi alusel jõe vooluhulka, kirjeldavad jää- ja taimestikunähtuseid ning teostavad veetaseme kontrollmõõtmisi, et valideerida automaatjaama rõhul põhineva veetasemeanduri väljastatud veetaseme väärtuste täpsust. Automaatjaama registreeritud veetaseme, jaamas mõõdetud vooluhulkade ja äravoolukõvera põhjal arvutatakse WISKI andmebaasis jõe äravool hüdromeetriaama asukohas. Mõõdetud ja arvutatud parameetrite valideerimine, korrigeerimine ning arhiveerimine toimub hüdroloogilises andmebaasis WISKI.

Hüdroloogilises andmebaasis WISKI on digitud alates jaama avamisest mõõdetud veetaseme ja äravoolu väärtused praeguseeni. Veetaset registreeris igatunniselt isekirjutaja ning vooluhulki mõõdeti jaamas tiivikuga. Veetemperatuuri ja õhutemperatuuri mõõtis vaatleja kaks korda

ööpäevas kell 08:00 ja 20:00 kohaliku aja järgi perioodil 18.05.1941-31.12.2013. Ka need andmed on WISKIs digituna.

Riisa jaam valiti Reiu jõe analoogiks järgmiste kriteeriumite alusel:

analoogjõe ja uuritava jõe äravoolu sarnasus, valgalade geograafiline lähedus, äravoolu kujunemise tingimuste ühtlus, kliimatingimuste sarnasus, mullastiku ja hüdrogeoloogiliste tingimuste ühtlus, valgalade sarnane järvisus, metsasus, soostatus ja põllumaade osakaal, puuduvad tegurid, mis oluliselt moonutaksid looduslikku äravoolu, valgalade pindalade erinevus ei ületa 10 korda.

Surju jaama vaatlusrea pikendamiseks arvutati korrelatsioonikordaja ja regressioonivõrrandi parameetrid.

Korrelatsioonikordaja leitakse valemiga:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Kus,

n – valimi maht,

$x_i - \bar{x}$ valimi i -s element,

$y_i - \bar{y}$ valimi i -s element,

$\bar{x}$ – x valimi keskmine väärtus,

$\bar{y}$ – y valimi keskmine väärtus.

Aastapõhiste andmete taastamiseks koostati regressioonivõrrand. Regressioonikordaja, mis kujutab endast sirge tõusunurga tangensit abstsissitelje suhtes, leitakse valemiga:

$$\bar{y}_x - \bar{y} = r \frac{\bar{\sigma}_y}{\bar{\sigma}_x} (x - \bar{x})$$

Kus,

r – korrelatsioonikordaja,

$\bar{\sigma}_x$ – x-valimi keskmine ruutkeskmine hälve

$\bar{\sigma}_y$ – y-valimi keskmine ruutkeskmine hälve

$\bar{x}$ – x-valimi keskmine väärtus,

$\bar{y}$ – y-valimi keskmine väärtus

$\bar{y}_x$ – otsitav väärtus.

Surju asula üleujutusriskide hindamiseks pikendati ajaloolise Surju hüdromeetriaaama andmerida analoogjõe Halliste Riisa hüdromeetriaaama andmete põhjal. Regressioonikordajad olid järgmised:

aastakeskmiste vooluhulkade pikendamisel – 0,95;

aastakeskmiste veetasemete pikendamisel – 0,90;

kevadise suurvee veetasemete pikendamisel – 0,95;

suve-sügiseste üleujutuste veetasemete pikendamisel – 0,88.

Kordajate väärtused üle 0,7 viitavad statistiliselt olulisele seosele Reiu ja Halliste jõe vaadeldud väärtuste vahel.

2.4. Üleujutussündmused Surju küla piirkonnas

Ajaloolised fotod (fondis daatum teadmata) veega kaetud Surju sovhoosi põldudelt (joonis 8) näitavad, et käsitletav piirkond on olnud üleujutustele vastuvõtlik juba aastakümneid. Surju hüdromeetriaaama kõrgeim veetase on registreeritud juulis 1978, kui veetase ulatus 481 cm üle graafiku nulli (9,54 m EH2000). Tänu meediakajastuse suurenemisele ja sotsiaalmeedia laiale levikule on käesoleval sajandil aset leidnud üleujutussündmused pälvinud üleriigiliselt suuremat tähelepanu.



Joonis 8. Üleujutus Surju sovhoosi kartulipõllul (Eesti Põllumajandusmuuseum, daatum teadmata).

Aastatel 2019 ja 2025 aset leidnud üleujutussündmuste eelsete ja nendega kaasnenud meteoroloogiliste ning hüdroloogiliste tingimuste analüüsimisel tugineti lisaks suletud Surju hüdromeetriaama andmetele ka Laadi hüdromeetriaamas samaaegselt registreeritud seireandmetele ning satelliitkaugseire- ja droonipiltidele.

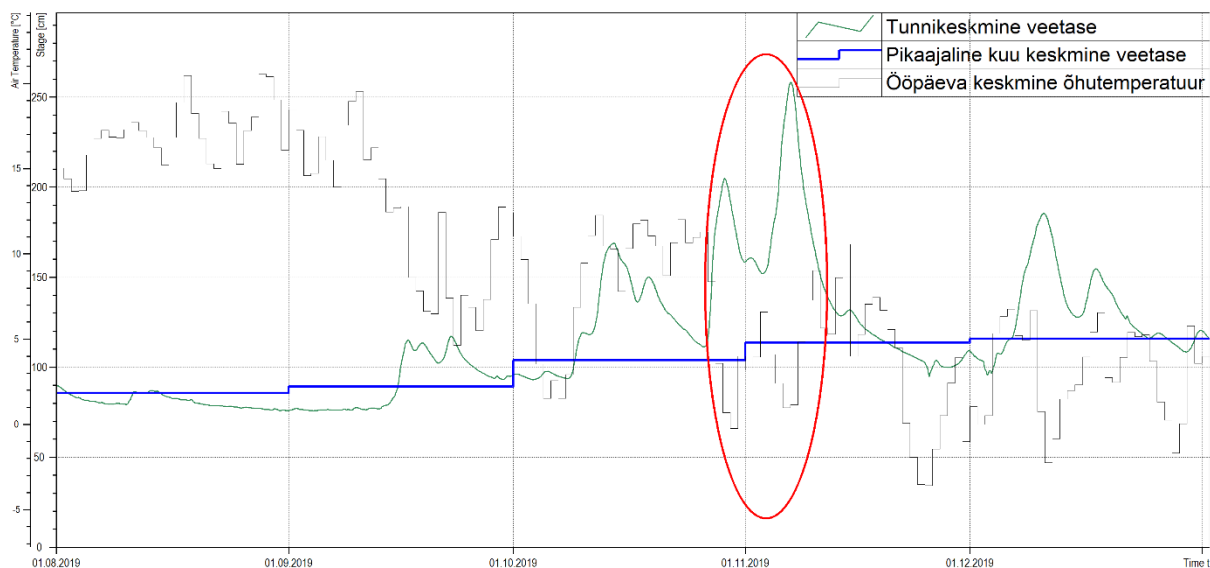
Analüüsis käsitletud üleujutussündmuste valideerimiseks kasutati Keskkonnaagentuuri vee ulatuse kaugseireteenuse väljundeid ([Keskkonnaagentuur, 2025b](#)). Teenuse aluseks on Sentinel-1 satelliitpildid, mille töötluse järel kuvatakse avatud vee ulatust satelliidi ülennu hetkel mererannikul, suuremates järvedes ning jõgede luhtadel. Satelliidipiltide ruumiline lahutus on ca 5×20 m, seega detailsust, mis jääb alla 10 m, ei ole võimalik satelliitpiltidelt hinnata. Satelliidipõhise kaardistuse väljundid on saadaval tagasiulatuvalt alates 2015. aastast. 2019. ja 2025. aastal aset leidnud üleujutussündmuse valideerimiseks võrreldi satelliidipilte kohapealsete mõõtmiste ja droonikaadritega.

2.4.1. Oktoobri-detsembri üleujutus 2019

2019. aasta oktoobrist detsembrini tõusis Reiu jõe veetase Surju külas korduvalt kiiresti, ujutades üle põllud ja teed ning muutes mitmed majapidamised ligipääsmatuks ([Pärnu Postimees, 2019](#)).

Alates oktoobri keskpaigast kuni novembri keskpaigani oli veetase Laadi hüdromeetriaajas üle pikaajalise keskmise taseme. Perioodil 8. oktoobrist kuni 13. novembrini registreeris Laadi hüdromeetriaama sadememõõdja peaaegu iga päev sademeid. Ööpäeva keskmine õhutemperatuur oli nimetatud perioodil valdavalt plusspoolel, vaid 30. oktoobril langes ööpäeva keskmine õhutemperatuur $-0,2$ kraadini. Sündmuse ajal jões jäänähtused, mis oleksid veetaseme tõusule kaasa aidanud, ei esinenud.

Üleujutussündmuse eel, 26. oktoobril oli veetase 112 cm üle graafiku nulli, misjärel tõusis veetase kolme päevaga ligi 1 meeter. Järgneva viie päeva jooksul veetase küll alanes, kuid asus 3. novembrist taas tõusma, saavutades maksimaalse veetaseme nelja päeva jooksul – 258 cm üle graafiku nulli (6,74 m EH2000 järgi) 7. novembril (joonis 9). Hooldekodu ja teised kriitilise tähtsusega hooned jäid küll kuivaks, kuid teadaolevalt esines logistilisi probleeme (nt posti ja toidukaupade kohalevedu).



Joonis 9. Laadi hüdromeetriaaja 2019. aasta veetaseme hüdrograaf. Punase ovaaliga tähistatud üleujutussündmus. (WISKI, 2025)

Üleujutusest Surju külas 2019. aasta novembris annavad indikatsiooni ka Keskkonnaagentuuri vee ulatuse kaugseire teenuse pildid (joonis 10), millelt on võimalik näha vee väljumist tavapärasest jõesängist ([Keskkonnaagentuur, 2025b](#)).



Joonis 10. Vee ulatus tuvastatuna Sentinel-1 satelliidipildilt Surju küla piirkonnas 2019 novembris (Keskkonnaagentuur, 2025).

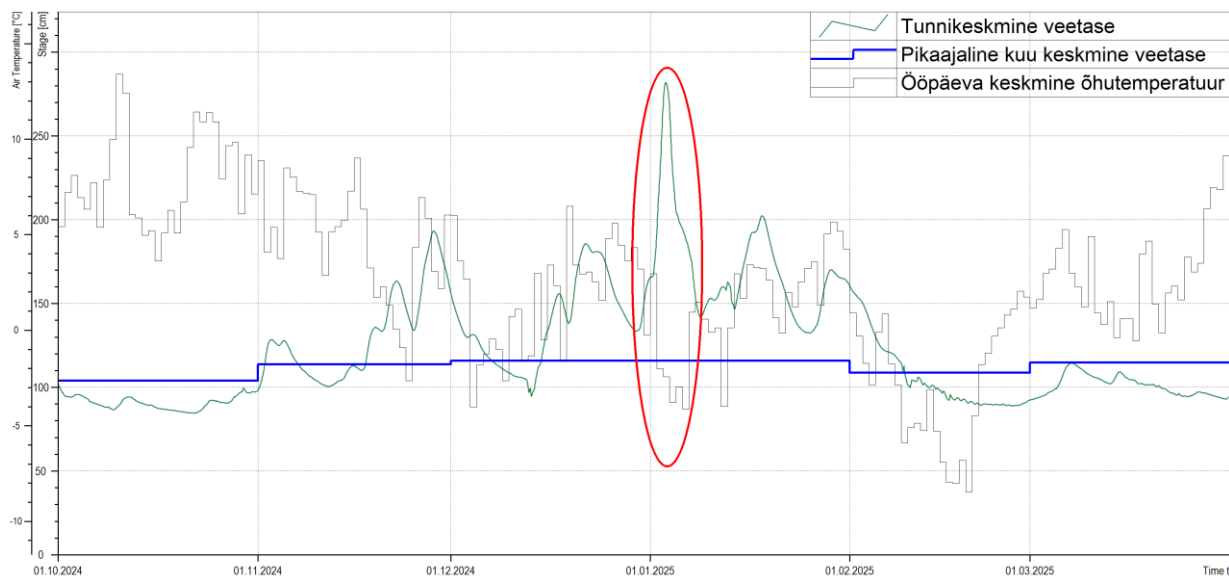
2.4.2. Jaanuari üleujutus 2025

3.-4. jaanuaril 2025 põhjustas Reiu jõe kõrge veetase ulatuslikke üleujutusi Surju keskuses ja lähedastes külates (joonis 11) ([Päästeamet, 2025](#)).



Joonis 11. Talvine üleujutus Surju külas 03.01.2025 (Päästeamet, 2025).

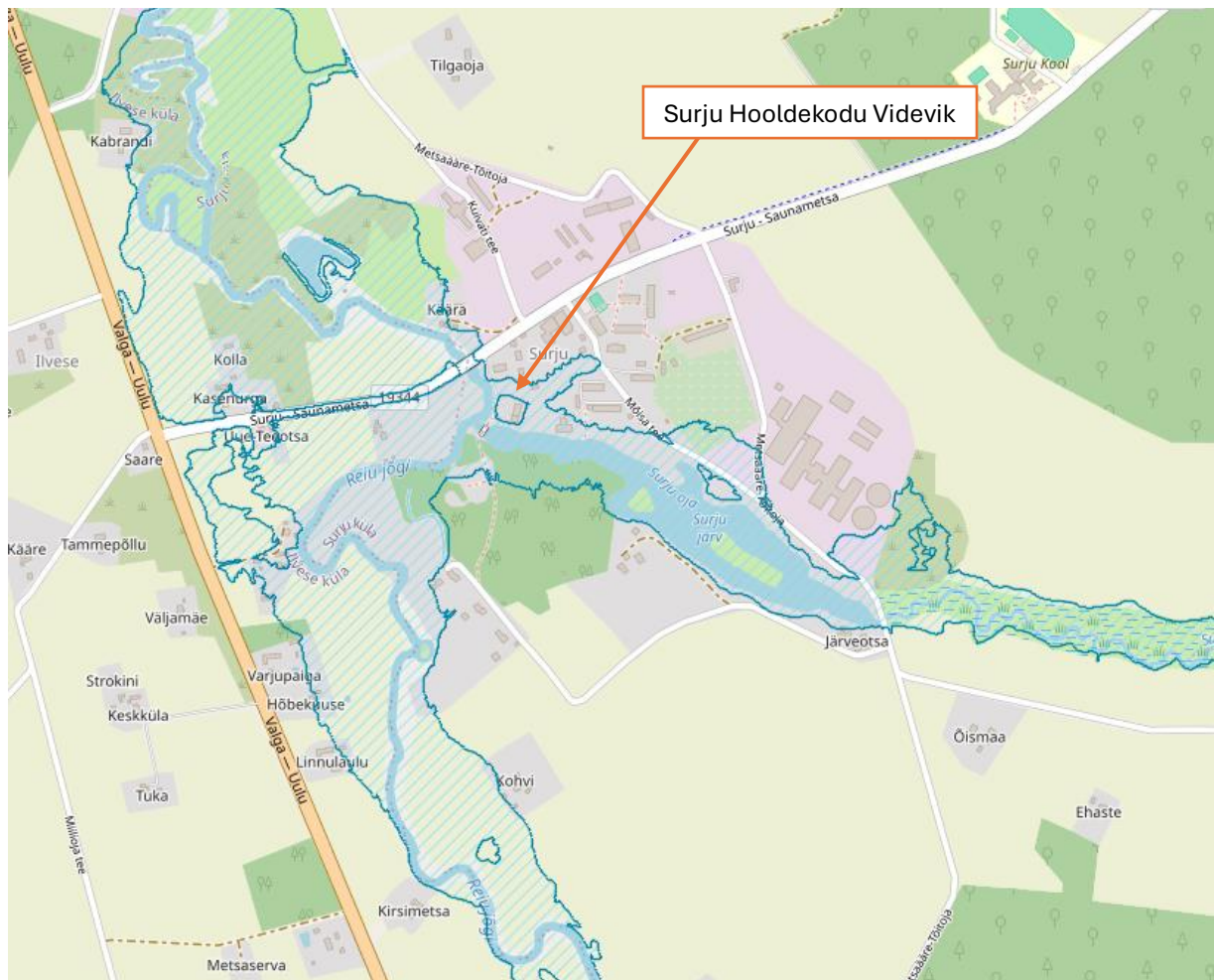
Üleujutuse eel, 29. detsembril oli veetase Laadi hüdromeetriaajas 15 cm üle pikaajalise kuu keskmise taseme. 2. jaanuaril langes päevakeskmise õhutemperatuur alla 0 °C, misjärel tõusis veetase lobjakaummistuse tõttu ligi ühe meetri. Sündmuse algusest oli veetaseme tõus viie päeva jooksul 1,5 meetrit. Maksimaalne saavutatud veetase Surju külast allavoolu asuvas Laadi hüdromeetriaajas oli 282 cm üle graafiku nulli (6,98 m EH2000 järgi) (joonis 12). Tegemist oli kõrgeima veetasemega piirkonnas alates 2011. aasta kevadisest suurveest (jaama abs max 285 cm 08.04.2011).



Joonis 12. Laadi hüdromeetriaajaama veetaseme hüdrograaf 2024. aasta sügisest kuni 2025. aasta talveni, punase ovaaliga tähistatud üleujutussündmus. (WISKI, 2025)

Jooniselt 13 on näha Päästeameti droonikaadrite alusel kaardistatud vee ulatus Surju külas 3. jaanuaril. Sündmuse käigus valmistuti muuhulgas evakueerima Surju külas asuvat hooldekodu, kuid veetase taandus enne evakuatsiooni vajadust ([ERR, 2025a](#)).

Päästeameti droonikaadrite ja Laadi hüdromeetriaajaama andmete abil valideerides tuvastati maksimaalne veetase 3. jaanuaril 2025 Surju külas vana hüdromeetriaajaama lähendis, milleks oli ligikaudu 9,2 m merepinnast (447 cm endise Surju jaama nullist). Surju hüdromeetriaajaama 45 aasta pikkuse aegrea jooksul (1945-1990) toimus üksteist vähemalt samaväärse või suurema ulatusega üleujutussündmust.

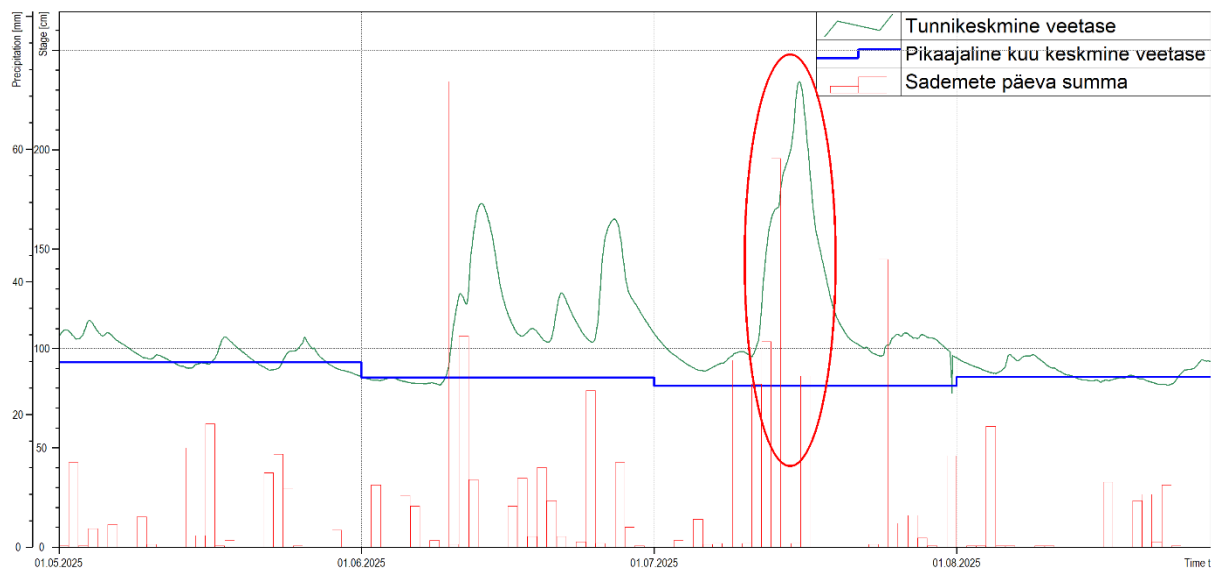


Joonis 13. Väljavõte veebikaardilt. Vee ulatus Surju külas 03.01.2025 ([Keskkonnaagentuur, 2025c](#)).

2.4.3. Juuli üleujutus 2025

13.-16. juulil 2025 põhjustas mitmepäevane intensiivne vihmasadu Reiu jõe veetaseme tõusu Laadi hüdromeetriaajas enam kui 1 m võrra, prognoosiga tõusta kuni 250-260 cm jaama graafiku nullist ([Keskkonnaagentuur, 2025d](#)).

Üleujutuse eel, 11. juulil oli veetase Laadi hüdromeetriaajas pikaajalisest kuukeskmisest tasemest ligi 15 cm kõrgem. Vihmasadude järgselt saavutas veetase maksimumtaseme 234 cm graafiku nullist (6,5 m EH2000 järgi) nelja päevaga, tõustes ligi 1,4 meetrit (joonis 14). Kaardistamiseks piisava ulatusega droonikaadrite puudumise tõttu pole kahjuks võimalik veetaset Surju suletud jaama graafiku nullile üle kanda. Vihmasajud algasid juba 9. juulil ning kestsid mõnepäevaste pausidega 16. juulini. Summeeritud sademete hulk selles perioodis, mille registreeris Laadi hüdromeetriaajas asuv sadememõõtja, oli 169 mm.



Joonis 14. Laadi hüdromeetriaajaama 2025. aasta veetaseme hüdrograaf. Punase ovaaliga tähistatud üleujutussündmus. (WISKI, 2025)

Üleujutus mõjutas taas Surju keskust ja lähiümbrust (joonis 15).

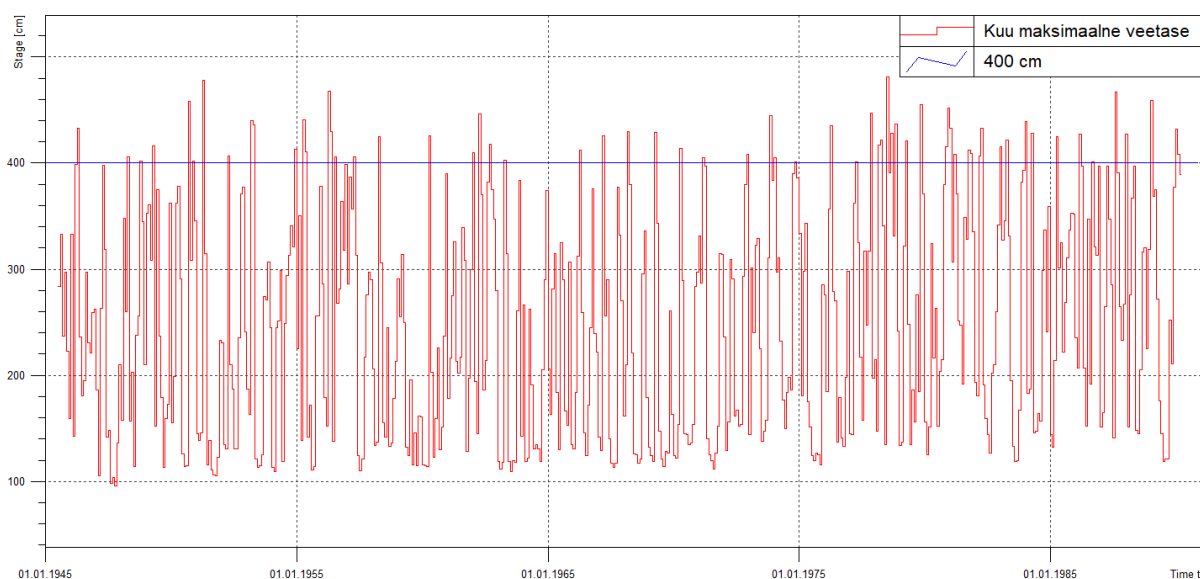


Joonis 15. Surju hooldekodu esine ala 15. juulil 2025 (Keskkonnaagentuur, 2025)

2.4.4. Varasemad üleujutused Surju jaama andmete põhjal

Maa- ja Ruumiameti kõrgusmodeli andmetele tuginedes ilmneb, et Surju külas ulatub üleujutussündmuste korral vesi esimese hooneni siis, kui veetase on enam kui 8,7 m merepinnast (400 cm suletud Surju hüdromeetriaaama graafiku nullist). Sama väärtust kasutati üleujutussündmuste registreerimiseks ka Surju hüdromeetriaaama töötamise ajal aastatel 1945-1990 (EMHI digifond, 1956). Jooniselt 16 nähtub, et jaama töötamise ajal ületas kuu maksimaalne veetase 400 cm piiri kokku 52-l korral, sh 39-l aastal 45st.

Suurim üleujutus sel perioodil toimus juulis 1978 – registreeritud maksimaalne veetase Surju jaamas 11. juulil 1978 oli 481 cm graafiku nullist ning vesi võis ulatuda jaama asukohas jõe vasakkaldal hinnanguliselt 950 m kaugusele tavapärasest jõesängist. Nimetatud kaugus on tuvastatud kaardianalüüsi kaudu, tuginedes Maa- ja Ruumiameti digitaalse kõrgusmodeli andmetele, millele on üle kantud vastav veetase endise jaama lävendis. Tulemusi aitasid valideerida 2025 jaanuaris toimunud üleujutussündmuse ajal Päästeameti poolt üles võetud droonikaadrid.



Joonis 16. Kuu maksimaalsed veetasemed Surju hüdromeetriaaamas (1945-1990). (WISKI, 2025)

Surju hüdromeetriaaamade andmetest nähtub, et kriitilist veetaset ületavate väga kõrgete veetasemete esinemissagedus on pigem vähenemas, kuid kriitilist veetaset ületavate veetasemete kogusagedus on suurenemas. Viimane on kooskõlas ka kliimaprojektsioonides esitatuga – intensiivsed, üleujutusi põhjustavad sademed muutuvad sagedasemaks.

3. Analüüs ja arutelu

Käesolevas peatükis on analüüsitud eelnevalt kirjeldatud seireandmete põhjal Reiu jõe veerežiimi pikaajalisi muutusi ning hinnatud üleujutusrisi võimalikku muutmist seoses märgala taastamistöödega. Arvestades töö algset ülesannet on käsitletud märgalade taastamise üldiseid hüdroloogilisi mõjusid ja toodud võrdluseks Läänemaa Suursoo taastamise juhtum Vihterpalu jõe valgala. Lisaks andsime hinnangu Kikepera taastamiskava kohta selles osas, mis puudutab taastamiskavas kirjeldatud tegevuste mõju veerežiimile Reiu jõe valgala keskosas. Lühidalt on käsitletud ka kliimamuutuste mõju sademete, suurvete ja üleujutuste sesoonsele dünaamikale tulevikus.

3.1. Reiu jõe hüdroloogilise režiimi pikaajaline muutlikkus

Reiu jõe loomulikku veerežiimi reguleerivad osaliselt jõe suubuvatel lisajõgedel paiknevad veehoidlad, kuid nende mõju on nii väike, et jõe üldrežiimiks loetakse „reguleerimata“, mida kinnitab vooluhulga kumulatiivne integraalkõver. Jõe suudmealal mõjutab režiimi mere paisutusefekt. Ülemjooksul reguleerib madalveevoolu osaliselt Soka järv (Läti poolel).

3.1.1. Veetasemed

Jõe veerežiimis on selgelt eristatavad kaks maksimum- ja kaks miinimumveetaset aastas. Esimene, tavaliselt aasta kõrgeim veetase, esineb kevadise suurvee ajal, mis on seotud lume intensiivse sulamisega. Suurvesi algab märtsi lõpus või aprilli alguses järsu veetaseme tõusuga, mille käigus tõuseb veetase 5-10 päevaga maksimaalsele tasemele. Tõusule järgneb kiire langus, mis lõpeb tavaliselt aprilli teisel poolel.

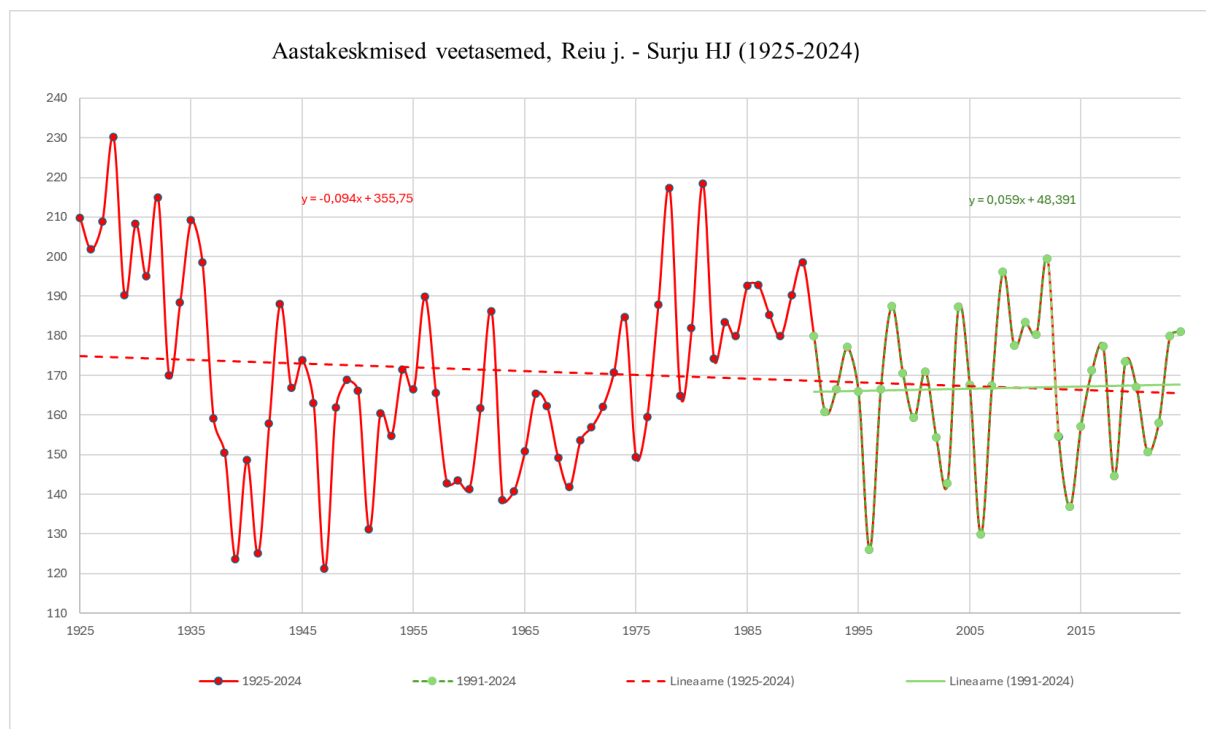
Surju küla piirkonnas (22 km suudmest) on suurvee ajal veetaseme tõus keskmiselt 2,5 m võrreldes keskmise tasemega, kuid üksikjuhtudel (1941, 1947, 1951, millest kaks viimast aastat on Surju jaamas mõõdetud ja esimene aasta analoogi alusel pikendatud andmereast) üle 3 meetri. Veetõus Surjust allavoolu ulatub umbes 3 meetrini, ja jõe suudmes (viimased 5 km) kuni 4 meetrini (NSV Liidu hüdrograafia materjalid. 1956).

Mai lõpus, kui kevadine suurvesi on taandunud, kujuneb välja suvine madalvesi, mis kestab keskmiselt 3 kuud, vahel isegi kuni 5 kuud (nt 1947). Septembris suureneb sademete hulk ning järjestikused tulvaveed põhjustavad veetaseme teise kõrgpunkti, mis langeb oktoobri-novembri kuudele.

Suvine-sügisene maksimaalne veetase on Surju piirkonnas keskmiselt 1 m madalam kui kevadine suurvesi, kuid mõnel aastal ületab sügisene tase kevadise (nt 1929, 1931, 1936, 1963, 1975, 1978, 1979, 1980, 1988, 1991, 1992, 1996, 2012, 2018, 2020, neist perioodil 1945-1990 aastate kohta on andmed Surju jaamas mõõdetud ja ülejäänud aastatel on andmed analoogjõe andmerea alusel pikendatud reast) kuni 0,5 m võrra.

Detsembris, peale jääkatte tekkimist, algab kiire veetaseme langus ja kujuneb välja talvine madalvesi, mis kestab tavaliselt 2-3 kuud. Talvine madalvesi katkeb sageli talviste tõusudega, mil veetase tõuseb keskmisest 0,3-0,5 m võrra. Need tõusud kestavad tavaliselt 5-10 päeva. Talviti võib jõe keskosas Surju küla piirkonnas esineda jääpaisu, mille tõttu veetase tõuseb 2-3 m võrra. (Protasjev, M. S., & Eipre, T. F. 1972)

Joonisel 17 on kujutatud Reiu jõe aastakeskmiste veetasemete hüdrograaf Surju jaamas perioodil 1925-2024 (pikendatud analoogjõe andmete abil). Graafikutel esitatud veetasemed on cm-des, üle graafiku nulli, Surju jaama graafiku null on 4,73 m EH2000. Aastakeskmiste veetasemete hüdrograaf kajastab jõe hüdroloogilise režiimi pikaajaliste muutuste üldist suundumust. Trendianalüüs võimaldab hinnata, kas veetasemed ajas tõusevad, langevad või püsivad stabiilsena, samuti annab see aluse veevarude pikaajalise stabiilsuse ning põua- ja üleujutusriskide hindamiseks.

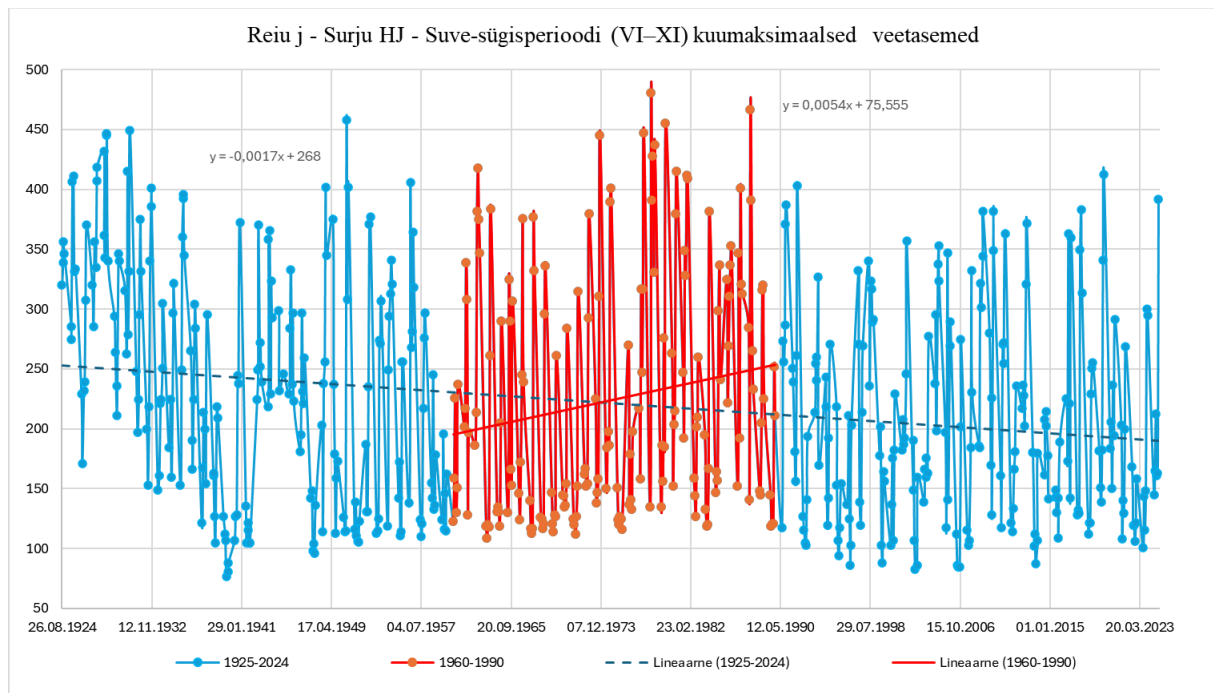


Joonis 17. Surju jaama aastakeskmised veetasemed, H cm (pikendatud analoogjõe andmete alusel)

Peaaegu 100-aastase perioodi (1925-2024), mis hõlmab nii maaparandustööde puudumise aastaid kui ka nende aktiivse teostamise perioodi, andmete analüüs näitab, et aastakeskmised veetasemed on nõrgas, kuid püsivas langustrendis. Selle perioodi jooksul on aastakeskmise veetase langenud ligikaudu 9 cm, mis viitab väikestele, kuid pikaajalistele muutustele jõe hüdroloogilises režiimis. Antud langustrendi võivad mõjutada nii looduslikud tegurid kui ka inimtekkelised mõjud veekogumisalale, siiski on see sarnane enamiku Eesti jõgede pikaajaliste aastakeskmiste veetasemete trendidega.

Joonisel 17 on esile tõstetud ka teine periood, mis hõlmab aastaid 1991-2024, mil aktiivne maaparandusperiood Reiu jõe vesikonnas oli lõppenud ning maaparanduse ajal rajatud kraavid hakanud looduslikult taimestuma. Selle perioodi trendijoon näitab nõrka aastakeskmise veetaseme tõusu – umbes +6 cm.

Joonisel 18 on esitatud maksimaalsed veetasemed Surju hüdromeetriaajas suvise-sügise tulvaveeperioodil. Suvise-sügise tulvavee perioodid jõgedel määratletakse kui lühiajalised järsud veetaseme ja vooluhulga tõusud, mis tekivad pärast kevadist suurvett peamiselt intensiivsete vihmasadude mõjul. Neile on iseloomulik suhteliselt lühike kestus, korduvus hooaja jooksul ning märkimisväärsed amplituudi kõikumised, sõltuvalt sademete intensiivsusest, pinnase niiskusest, jõesärgi morfoloogiast ja valgalast. Nende tulvavee hüdrograaf eristub veetaseme kiire tõusu ja suhteliselt kiire langusega. Märgalade vee puhverdamisvõime ilmnamist eeldamegi peamiselt just sel perioodil. Wu jt (2023) leiavad oma uuringus, et märgalade veekogumise dünaamika suviste vihmade ajal sõltub nende asukohast jõe suhtes – näiteks ülemjooksul paiknevad märgalad suudavad vett pikemalt puhverda, säilitades suutlikkuse ka hilisemate ekstreemsete tippaegade leevendamiseks (Wu et al. 2023).



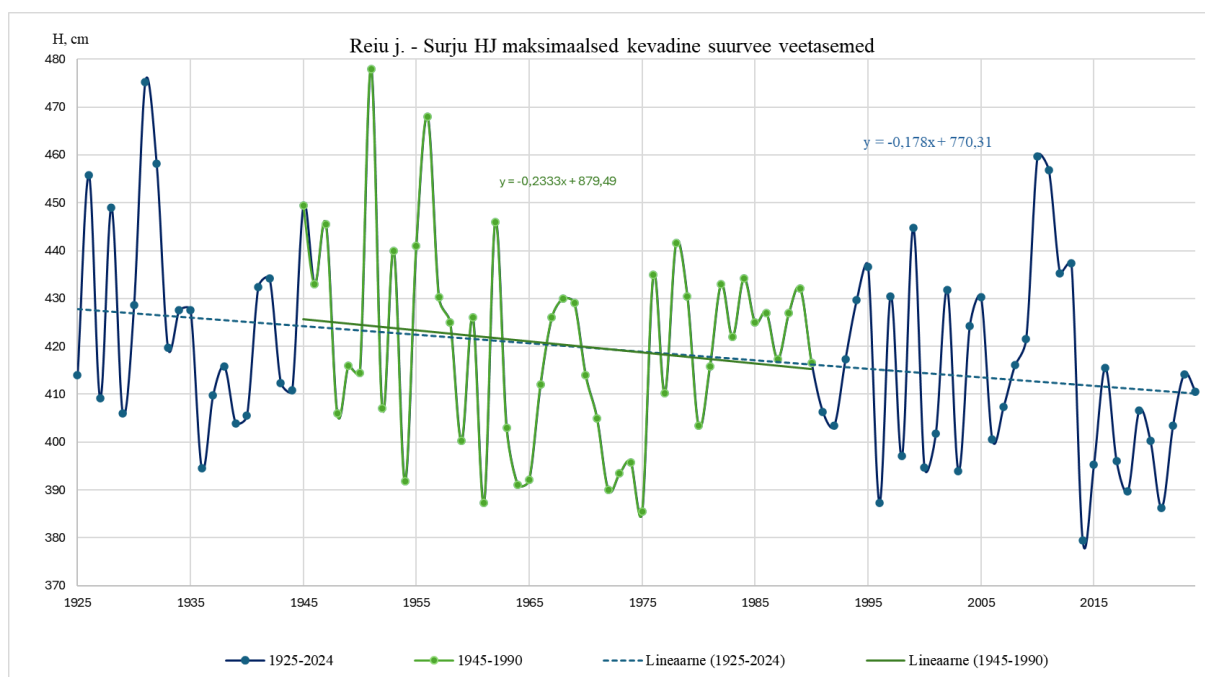
Joonis 18. Surju jaama suve-sügisperioodi kuu maksimaalsed tulvavee veetasemed, H cm (pikendatud analoogiõe andmete alusel)

Joonis 18 graafikult on kogu vaatlusperioodi 1924-2024 jooksul näha selge langev trend, mis näitab maksimaalse veetaseme alanemist 34 cm võrra. Samuti on graafikul selgelt eristatav maksimaalsete veetasemete tõusutrend perioodil 1945-1990, millesse langeb ka aktiivne soode kuivendamise aeg. Seda trendi võib selgitada sellega, et esimestel kümnenditel pärast kuivendusobjektide rajamist väheneb pinnavee liikumisaeg jõgedeni, mis põhjustab suve-sügisese tulvavee maksimaalsete veetasemete tõusu (Nazarov, 2014). Kuigi pikaajalise aegrea analüüsist selgub, et maksimaalsed suve-sügisese tulvavee veetasemed on piirkonnas langenud, siis võrreldes maksimaalsete veetasemete muutusi aktiivse maaparanduse perioodil 1960-1980ndatel (Eesti Loodus, 2007) sellele eelneva ja järgneva perioodiga, nähtub, et maksimaalsed veetasemed sel perioodil tõusid. Bullock & Acreman (2003) ning Acreman & Holden (2013) on leidnud, et märgalade kuivendamine suurendab vihmasadude järgset äravoolu tippu ning lühendab vee viibeaega piirkonnas. Seega langes aktiivse kraavitamise perioodil ülemjooksul asuvate märgalade vee puhverdamisvõime.

Surju jaama veetaseme vaatluste ning jõe uuringuandmete põhjal on ohtlikuimad hüdrooloogilised nähtused üleujutused jõe keskosas, eriti Surju küla piirkonnas. Kevadine suurvesi jõgedel määratletakse kui iga-aastane pikaajaline veetaseme tõus ja vooluhulga suurenemine, mis tekib valgala lume sulamise tagajärjel. Kevadisele suurveele on iseloomulik suur veerohkus, ajaliselt püsiv iseloom, märkimisväärne veetasemete amplituud ning kogu

jõevõrgustiku haaratus. Suurvee hüdrograafi iseloomustab suhteliselt ühtlane, kuid kestev tõus, mille tipuks on tihti aasta maksimaalsed väärtused. Sellele järgneb aeglane veetaseme alanemine ja vooluhulga vähenemine.

Joonisel 19 on esitatud aasta maksimaalsed veetasemed Surju hüdromeetriaajas kevadise suurvee perioodil. Graafikult on kogu vaatlusperioodi 1924-2025 jooksul samuti näha üsna selge langev trend, mis näitab maksimaalse veetaseme libiseva keskmise alanemist 18 cm võrra. See on kooskõlas ka mitmete uuringutega, mis kinnitavad kevadsuurvee pikaajalist vähenemise ja talvise äravoolu suurenemise trendi (Keskkonnaagentuur 2025, Levina 2022)



Joonis 19. Surju jaama iga-aastased maksimaalsed kevadise suurvee veetasemed, H_{cm} (pikendatud analoogjõe andmete alusel)

Kokkuvõtvalt, pikaajaliste suve-sügise tulvavee maksimaalsete veetasemete analüüs näitab üldist langustrendi, kuid aktiivse kuivendamise perioodil (1960-1980ndad aastad) täheldati maksimaalsete veetasemete tõusu, mida võib seostada pinnavee lühema liikumisajaga jõgedeni kuivendusobjektide rajamise järgselt. See tõstab suviseid-sügise maksimaalseid veetasemeid.

3.1.2. Äravool

Reiu jõe äravool ei ole reguleeritud. Selle suurus varieerub hooajaliselt väga palju. Kevadise suurvee ajal moodustab äravool keskmiselt umbes 35% aastamahust. Surju hüdromeetriaaja andmete põhjal on Surju jaamas mõõdetud aastane äravool väga muutlik. Aastased maksimaalsed vooluhulgad ületavad keskmise aastase äravoolu tavaliselt 14 korda,

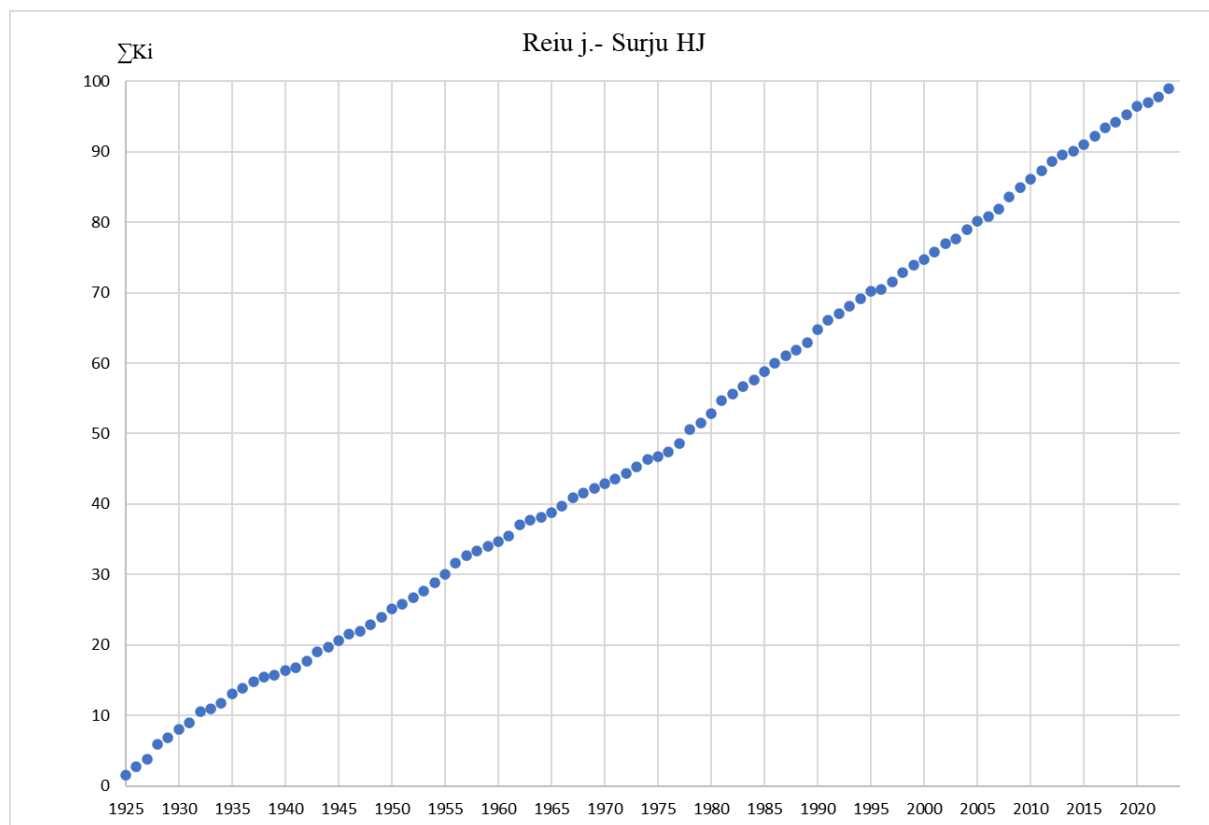
üksikjuhtudel (1951. aastal) isegi kuni 38 korda. Suvekuudel moodustab äravool keskmiselt 5%, madalaimad suvised kuivaperioodide vooluhulgad on keskmisest aastasest äravoolust umbes 35 korda väiksemad, mõnikord (1951. aastal) kuni 150 korda väiksemad. Talvine äravool varieerub vähem ning on keskmiselt 15%. Surju küla piirkonnas on keskmine aastane vooluhulk 3,05 m³/s. Surju jaama ajalooline maksimaalne vooluhulk on 40,0 m³/s. Surju jaama valgalal põhinev äravoolunorm on 9,13 l/s·km².

Aastase vooluhulga homogeensuse hindamiseks Surju hüdromeetriaajas kasutati pikaajalisi vooluhulga vaatlusi aastatel 1925-2024. Hüdroloogilise rea homogeensusanalüüs viidi läbi graafilise meetodiga, mis eeldab kumulatiivse integraalkõvera koostamist:

$$\sum_{i=1}^n K_i = f(t)$$

kus $\sum_{i=1}^n K_i$ on uuritava jõe hüdroloogilise tunnuse kumulatiivväärtus ajas

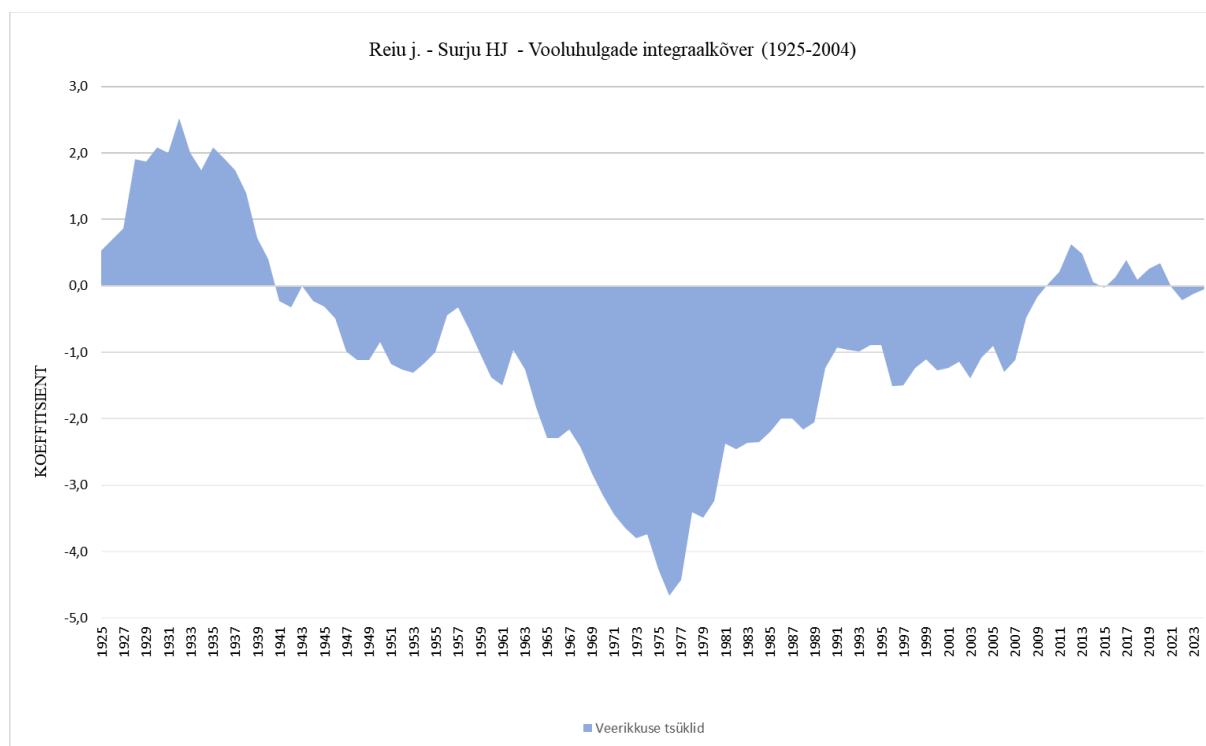
Integraalkõvera järsk kaldenurga muutus iseloomustab veerežiimi muutuse algust. Integraalkõvera kõrvalekallet tinglikust sirgjoonest joonisel 20 ei täheldatud, seega hüdroloogilise rea homogeensuse rikkumist ei esine.



Joonis 20. Reiu jõe Surju jaama aastase vooluhulga kumulatiivne integraalkõver.

Reiu jõe valgla veerežiimi muutuste hindamiseks koostati integraal-diferentsiaalne kõver (joonis 21). Erinevuste integraalkõver annab kõige selgema ettekujutuse aastase vooluhulga tsükliliste kõikumiste kohta ja kujutab endast kumulatiivset summat aastate lõpu kohta arvatud keskmise aastase vooluhulga moodulkordajate kõrvalekalletest pikaajalise keskmise väärtuse suhtes, st $\sum_{i=1}^n (ki - 1)$, kus ki on moodulkordajad, mis arvutatakse valemiga $ki = Qi/Qkesk$, kus $Qkesk$ on aastaste keskmiste vooluhulkade rea aritmeetiline keskmine, ning n on rea liikmete arv, mis iseloomustab uuritava jõe aastase vooluhulga tsüklilisi kõikumisi.

Analüüsides Surju jaama pikaajalisi aastase äravoolu kõikumisi, järeltame, et aastase äravoolu kõikumistel puudub kindel perioodilisus (joonis 21). Siiski saab täheldada üldist suundumust äravoolu kõrvalekalletes normist (joonis 21 graafikul 0), kuid tsükliliste kõikumiste faaside ja amplituudide ajastus on erinev. Reiu jõe pikaajalises veerežiimis eristada võib mitut iseloomulikku perioodi: rohkeveeline periood – 1924-1940, väheveeline periood – 1941-2009 ja normilähedane periood – 2010-2024 (joonis 21). Sealjuures jääb joonisel 18 esitatud suvesügise tulvavete maksimaalsete veetasemete tõusutrend just väheveelisse perioodi.



Joonis 21. Surju jaama integraalkõver

Reiu jõe pikaajalised veetaseme kõikumised on tingitud kahest peamisest tegurist: esiteks, kliimateguritest ja nendest tulenevatest muutustest jõgede äravoolu kujundamise tingimustes (sademete hulga suurenemine või vähenemine, aurumise suurenemine või vähenemine valgala

pinnalt) ning teiseks, veemajanduslike, hüdrotehniliste ja agrotehniliste tegevuste mõjust valgalal (tehisjärvede rajamine ja vooluhulga reguleerimine, veevõtu suurenemine jõgedest ja põhjaveest, metsade pindala muutused, soode kuivendamine või taastamine jm).

Suurema osa Eesti jõgede äravoolu muutused ei toimu üheaegselt ning nende vooluhulga kõikumised pikemal perioodil on asünkroonsed. Jõgede vooluhulga kõikumiste asünkroonsust erinevates piirkondades määravad peamiselt antropogeenne tegevus veekogumisalal ning aastaste ja hooajaliste sademete summa, millel on suur ruumiline ebaühtlus. Seetõttu ei olnud asjakohane võrrelda Surju jõe veerežiimi muutlikkust samal meetodil kogu Eesti või terve Pärnu jõgikonna äravoolu muutlikkusega.

3.1.3. Üleujutussündmuste tõenäosus Surju küla piirkonnas ning veetasemete statistiline korduvusanalüüs Laadi ja Surju hüdromeetriaamade andmete põhjal

2024-2025 arvutas Keskkonnaagentuur erineva tõenäosusega (0,1%, 1%, 2%, 10%) maksimaalsed veetasemed Pärnu jõe valgala peamistele jõgedele. Arvutuste põhjal koostati iga tõenäosusstsenaariumi kohta kaardikiht, mis visualiseerib üleujutatud ala ulatust ([Keskkonnaagentuur, 2025a](#)).

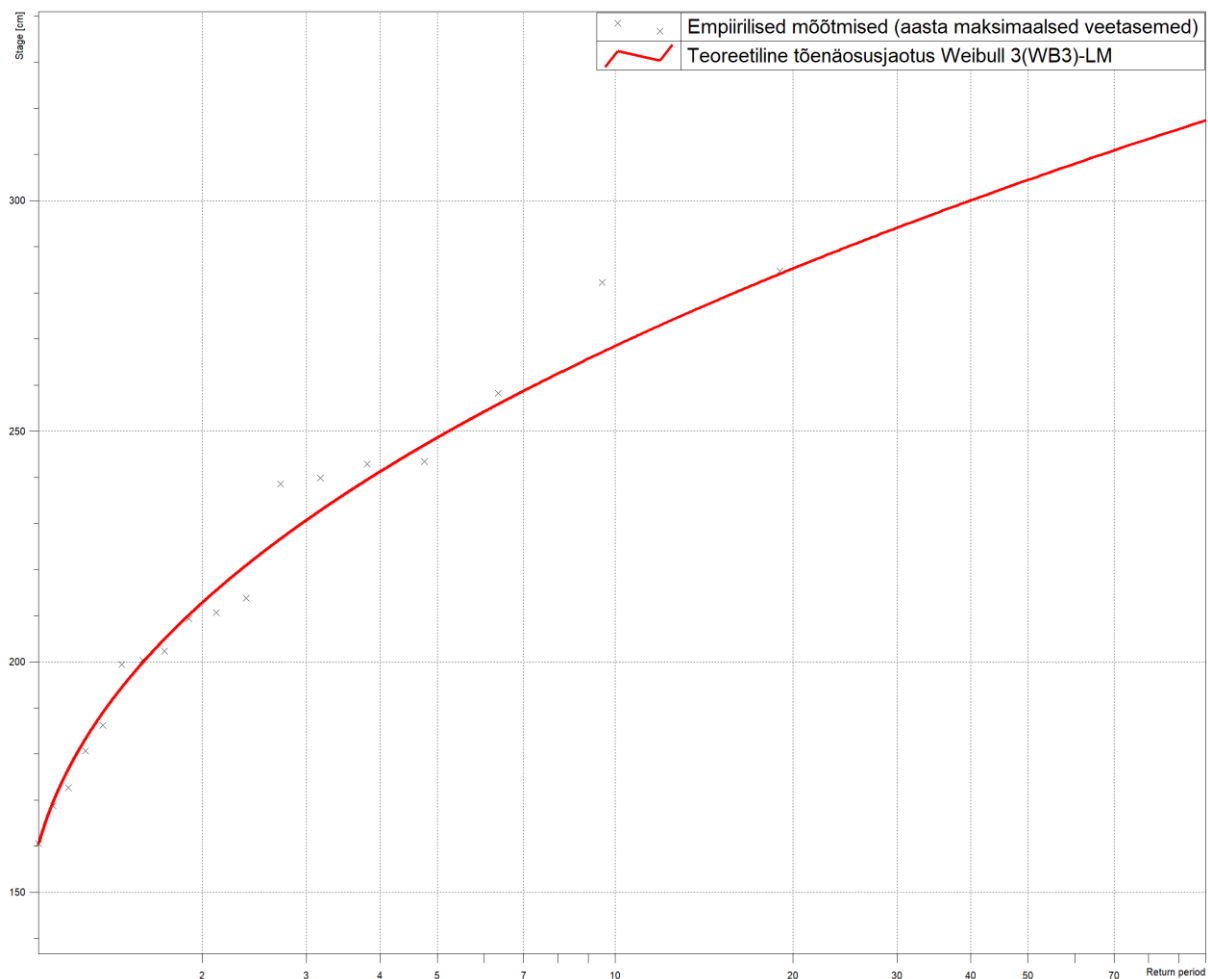
Joonisel 22 on esitatud kaart üleujutusala dega Surju küla piirkonnas kümne aasta (10% tõenäosus ehk iga 10 aasta tagant) üleujutusstsenaariumi korral. Kaardilt on näha, et Surju küla piirkond on üleujutuste poolt tugevalt mõjutatud ning tööstus- või tsiviilehitiste rajamisel või rekonstrueerimisel tuleb Reiu jõel tekkivate üleujutuste potentsiaalset ulatust kindlasti arvesse võtta.



Joonis 22. 10% (kord kümne aasta jooksul) üleujutustõenäosuse kaart Surju küla piirkonnas (Maa-ja Ruumiameti X-GIS portaal, 2025).

Aasta maksimaalsete veetasemete statistilise analüüsi eesmärgil koostati mõlema seirejaama mõõdetud andmete alusel teoreetilised ületustõenäosuse kõverad, tuginedes empiirilistele mõõtmistulemustele. Esmalt arvutati uuritava aegridade valimi kirjeldavad parameetrid ja leiti nende hulgast sobiv jaotus.

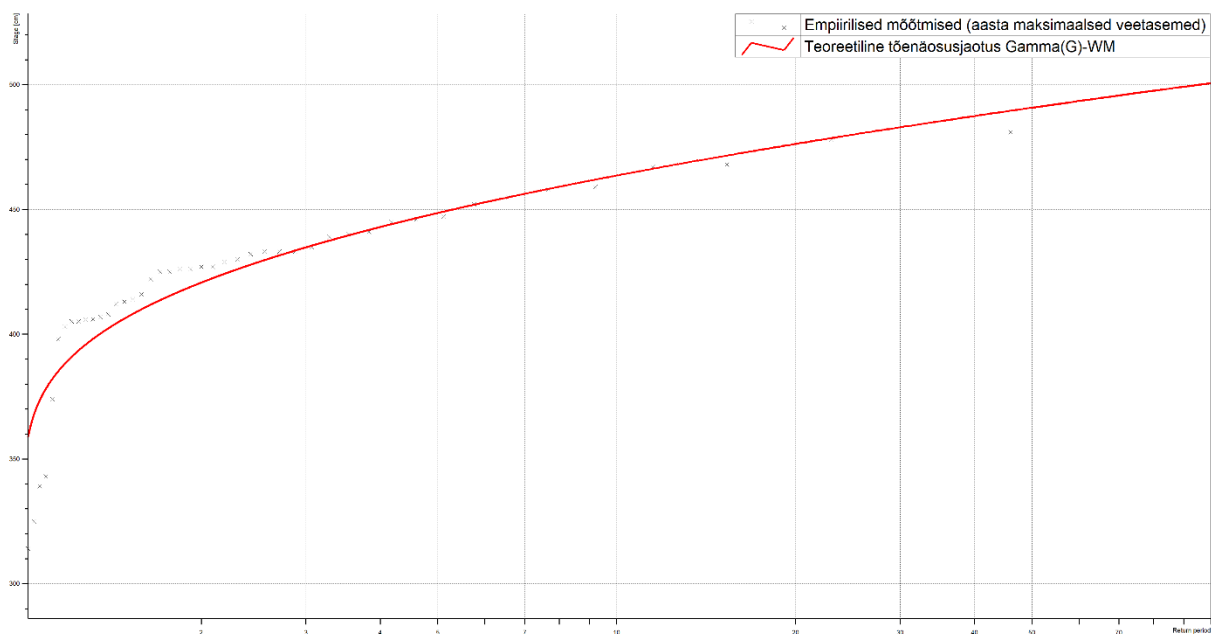
Laadi hüdromeetriaajama aasta maksimaalsete veetasemete empiiriliste mõõtmiste alusel andis parima tulemuse Weibull 3 Linear Moments jaotus. Jaotus sai otsustatud järgnevate statistiliste parameetrite põhjal: Kolmogorovi väärtus 0,1186 (kõigist väikseim), w^2 test 0,0017 (kõigist väikseim), kvantiilide sobivus 0,9897 (kõigist suurim).



Joonis 23. Laadi hüdromeetriaama aasta maksimaalsete veetasemete ületustõenäosuste kõver Weibull 3 jaotuse põhjal.

Jooniselt 23 nähtub, et 2025. aasta talvel Surju külas üleujutuse ajal Laadi hüdromeetriaamas mõõdetud veetasemele 282 cm üle graafiku nulli vastab korduvusperiood ligikaudu 17 aastat ja 2025. aasta suvel esinenud üleujutuse ajal Laadis mõõdetud veetasemele 234 cm üle graafiku nulli vastab korduvusperiood ligikaudu 3 aastat. 2019. aasta Surju üleujutuse ajal Laadis mõõdetud veetaseme 258 cm üle graafiku nulli korduvusperiood on umbes 8 aastat.

Võrdluseks tuuakse Surju hüdromeetriaama mõõdetud veetasemete aasta maksimaalsete veetasemete ületustõenäosuskõver (joonis 24). Parima jaotumusega oli Weibull 3 jaotus, kuid see ei katnud mõõdetud maksimum veetaset ja seetõttu selle jaotuse põhjal alahinnatakse maksimaalseid veetasemeid. Seepärast valiti sobivamaks Gamma Probability Weighted Moments jaotus, mis iseloomustas maksimaalseid veetasemeid paremini. Üldised statistiliste parameetrite väärtused olid: Kolmogorovi väärtus 1, w^2 test 0,3333, kvantiilide sobivus 0,9327.



Joonis 24. Surju hüdromeetriaajaama aasta maksimaalsete veetasemete ületustõenäosuste kõver Gamma jaotusega.

Graafikult nähtub, et Surju hüdromeetriaajaama senise kõrgeima registreeritud veetaseme 481 cm üle graafiku nulli korduvus Surju jaama mõõdetud andmete alusel on 26 aastat ja 2025. aasta jaanuari üleujutussündmusele üle kantud veetase 447 cm üle graafiku nulli korduvus on 5 aastat.

Mõlema jaama andmete alusel hinnatud üleujutusi põhjustanud veetasemete korduvus on graafikute järgi 3-5 aastat, mis on küllaltki sage. Siiski tuleb märkida, et Laadi jaama andmerida ei ole veel statistiliselt usaldusväärse pikkusega (hetkel vaid 18 täisaastat) ja Surju jaama mõõdetud andmerida lõppes 35 aastat tagasi, mistõttu võivad kliimamuutuste või valgala režiimi muutuste tõttu korduvusperioodid olla hinnangulised.

3.2. Märjalade taastamise mõju veerežiimile

Veeressursside ümberjaotamisele suunatud meetmed põhinevad hüdroloogilistel arvutustel. Soode kuivendamine või taastamine põhjustab veeressursside ümberjaotumist, eriti mulla niiskuse osas, ning mõjutab ühel või teisel määral kogu jõe valgala veerežiimi. Märjalade taastamine mõjutab veerežiimi peamiselt vee puhverdamisvõime suurenemise ja voolusuundade hajutamise kaudu, mis tavaliselt vähendavad äravoolu tippe ning pikendavad vee viibeaega väikestes ja keskmise suurusega valgaldes üleujutussündmuste korral. Mõju

varieerub märgala tüübi, ühenduse, ulatuse ja sündmuse tugevuse järgi ning ekstreemsetes või küllastunud tingimustes võib efekt väheneda (Environment Agency, 2025; Watson et al., 2024).

3.2.1. Märgalade taastamise mõju valgala ja üleujutussündmuse tasandil

Märgalade veerežiimi kujundavad reeglina neli põhiprotsessi:

- sademete ja aurumise vaheline veebilanss;
- pinnavoolu ja ajutise üleujutuse hajutamine ning viibeag;
- veevoolu aeglustumine (karedus, mikroreljeef, taimestik);
- pinnavee ning põhjavee omavaheline seos, mis mõjutab baasvoolu.

Märgalade kuivendamine suurendab vihmasadude järgset äravoolu tippu ning lühendab vee viibeaga piirkonnas. Veerežiimi taastavad sekkumised aga suurendavad reeglina maksimaalset vee kogumahtu märgalal ning veevoolu hajuvust, mistõttu pikeneb vee viibeag piirkonnas (Bullock & Acreman, 2003; Acreman & Holden, 2013).

Kraavide sulgemine ja taimestiku taastumine tõstab põhjaveetaset ning vähendab kiiret äravoolu (Shuttleworth et al., 2019). Võrreldes kuivendatud testaladega on täheldatud, et põhjaveetaseme tõus on märgalade taastamise otsene tulemus (Gao et al., 2024). Kõrgem põhjavee tase vähendab pinnavees lühiajaliste kõrgvete maksimaalseid veetasemeid ning äravoolu sesoonsus on hajutatud (Tanneberger et al., 2021).

Märgalade taastamise mõju ulatus sõltub käsitletava valgala suurusest: peavoolust eemal asuvad hüdroloogiliselt hästi ühendatud lammi- ja sooväljad võivad üleujutusi hästi hajutada, kuid piirkonnast allavoolu on mõju märgatav vaid siis, kui taastatud alade pindala ja paigutus peavoolu suhtes on sobiv ning veemahutavus märgalal on sündmuse ajal piisav (Metcalf et al., 2018). Uuringud on näidanud, et hajusad looduslähedased meetmed (nt pinnavoolu aeglustavad mikrotõkked, võsastunud/taimestunud lammide laienemine) võivad vähendada keskmiste ja kõrgete vooluhulkade väärtuseid, ent kogu valglal mõõdetava vooluhulga tipu kahanemine eeldab reeglina mitme sekkumisviisi kombineerimist (Lane et al., 2018).

Märgalade hajutav toime on kõige tugevam üleujutussündmuste alguses, kui märgala pole veega täielikult küllastunud. Pika vihmaperioodi või talvise küllastuse korral võib lisakasu väheneda (Bullock & Acreman, 2003). Ekstreemsete vihmade puhul võib lokaalne äravoolu tipu vähenemine olla märgatav, kuid mõju taastamisalast allavoolu sõltub taastamistööde täpsemast ulatusest (Metcalf et al., 2018).

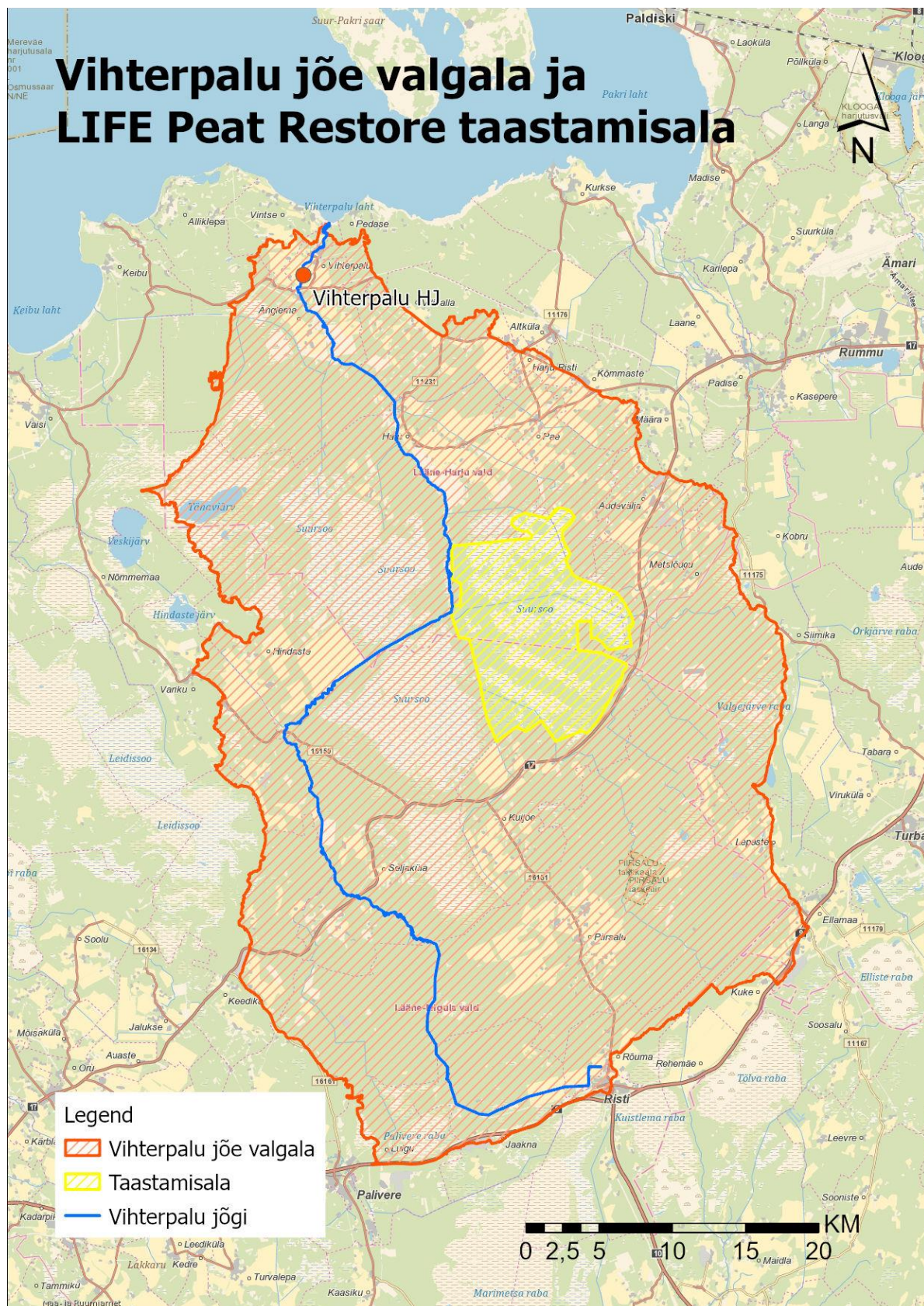
Riiklikud ülevaated mujalt maailmast, näiteks Inglismaa “Working with Natural Processes” programm, kinnitavad, et märgalade, turbaalade ja lammi taastamine on tõhus osa üleujutusriskide vähendamise strateegiast väikestes ja keskmise suurusega piirkondades mõõdukate sündmuste korral (Environment Agency, 2025). Siiski rõhutatakse, et enamik tõendusmaterjali pärineb lühiajalistest juhtumiuuringutest ja suurte jõgede ning ekstreemsete sündmuste puhul on mõju ebakindlam.

3.2.2. Märgalade taastamise mõju Läänemaa Suursoo-Leidissoo näitel

Märgalade taastamisprojektide ligikaudset mõju Eestis saab hinnata varasemalt läbi viidud projektide kaudu. 2017-2018. aastal alustati Läänemaal asuva Suursoo-Leidissoo turbasoo ökosüsteemi taastamise ettevalmistamiseks projektiga LIFE Peat Restore, mis oli osa laiemast Põhja-Euroopa turbamaade taastamise algatusest ([LIFE Peat Restore, 2025](#)). Projekti käigus kaardistati varasemalt läbi viidud kuivenduse mõju soo veerežiimile ja elustikule ning töötati välja lahendused kraavide sulgemiseks ja veetaseme tõstmiseks märgalal. Kavandatud tegevused, sealhulgas kraavide täitmine ja paisude rajamine viidi ellu alates 2019. aastast, eesmärgiga vähendada kasvuhoonegaaside emissiooni ning taastada väärtuslikud looduslikud elupaigad Natura 2000 kaitsealal (Pajula, Truus, & Ilomets, 2018).

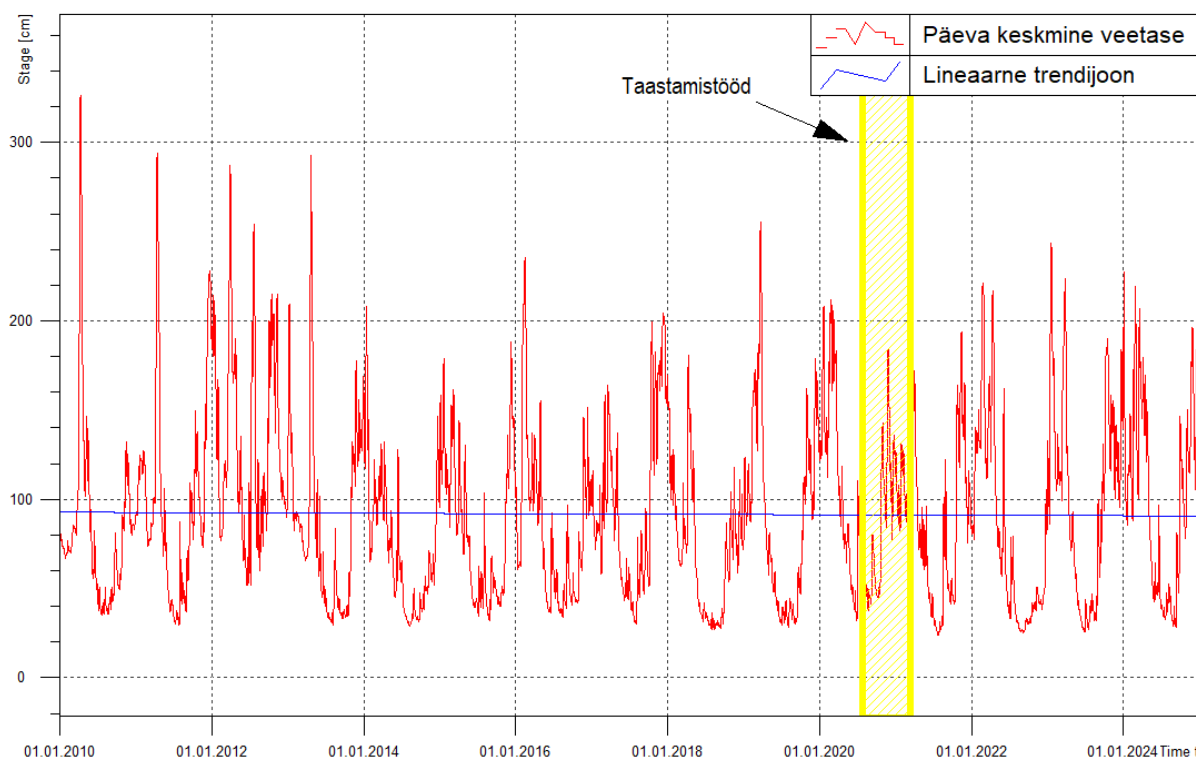
Läänemaa Suursoo taastamisala suurus on 33,43 km² (Pajula, Truus, & Ilomets, 2018) ning kogu Vihterpalu jõe valgala 484,4 km² (Keskkonnaagentuur, 2024), taastamisala moodustab kogu jõe valgast umbes 6,9% (joonis 25). Võrdluseks – Kikepera ja Soomaa taastamisprojekti kogu taastamisala suurus on 31,14 km² (WaterLANDS, 2025), sellest 17,21 km² asub Reiu jõe valgala (joonis 1). Kogu Reiu jõe valgala suurus on 730,5 km² (Keskkonnaagentuur, 2024), seega moodustab Kikepera taastamisala umbes 2,4% kogu Reiu jõe valgast ehk proportsionaalselt moodustab umbes kolm korda väiksema ala jõe valgast kui Läänemaa Suursoo Vihterpalu jõe valgast.

Läänemaa Suursoo taastamisalast ligikaudu 10 km allavoolu asub riikliku keskkonnaseire Vihterpalu hüdromeetriaam (koordinaadid X 6568207.1, Y 492386.2). Jaam asub Vihterpalu jõel, mis on taastamisala üheks piiriks ning seeläbi ka otseselt taastamistöödest mõjutatud.



Joonis 25. Vihterpalu jõe valgala ja LIFE Peat Restore taastamisala.

Selleks, et hinnata taastamistööde mõju piirkonnas, on võimalik võrrelda veetasemete muutusi Vihterpalu hüdromeetriaajas enne ja pärast taastamistööde läbiviimist. Joonisel 26 on kuvatud Vihterpalu hüdromeetriaaja ööpäeva keskmised veetasemed alates 2010. aastast. Veetaseme graafikule lisatud trendijoon näitab, et taastamistööde järgselt ei ole jõel esinenud veetaseme tõusu, pigem on kogu esitatud perioodil tervikuna tuvastatav vaevumärgatav langustrend.

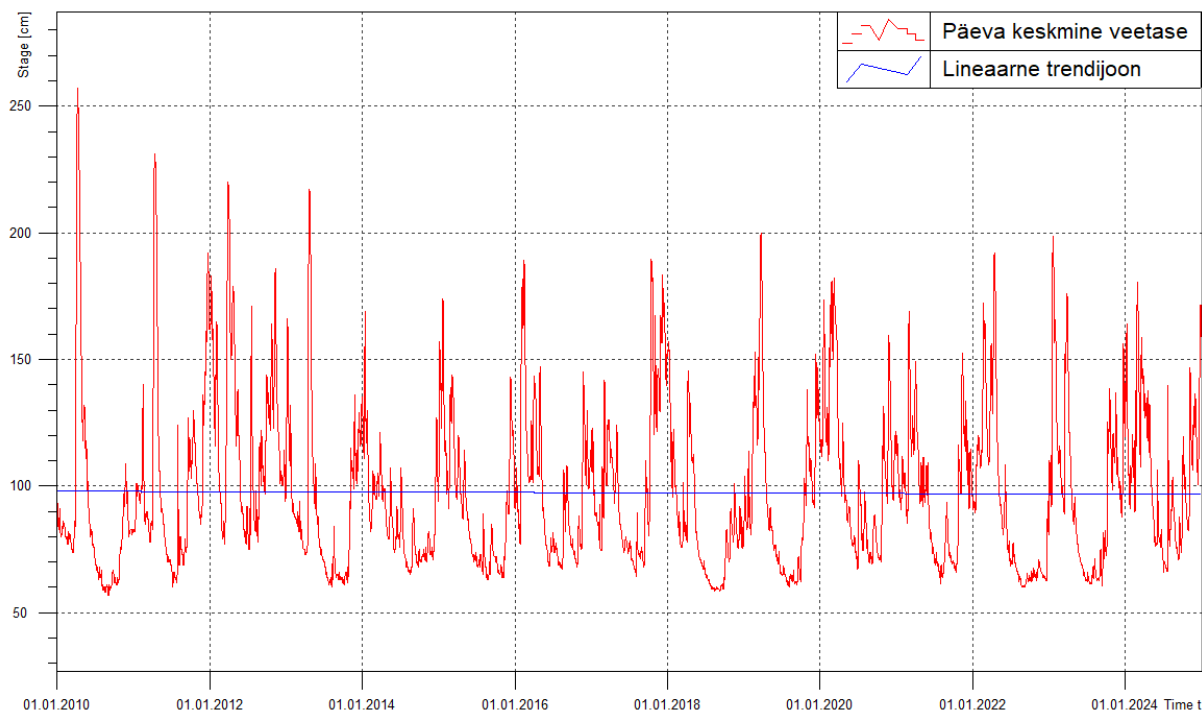


Joonis 26. Vihterpalu hüdromeetriaaja ööpäeva keskmised veetasemed (2010-2025) ning vastavate väärtuste lineaarne trendijoon.

Joonisel 27 on kuvatud sarnase veerežiimiga Keila hüdromeetriaaja veetasemed samal võrdlusperioodil. Graafikult nähtub, et ka valgalal, kus soode taastamistööd ei ole läbi viidud, ei ole käsitletaval perioodil veetasemetes märkimisväärsed muutusi ilmnenud. Seega ei ole Läänemaa Suursoo märgala taastamistööde mõju Vihterpalu hüdromeetriaajas veerežiimi muutusena tuvastatav.

Vihterpalu ja Reiu jõed paiknevad samas hüdroloogilises piirkonnas, mida iseloomustavad ühesugused äravoolurežiimi tunnused. Piirkond on järvevaene, kõigi jõgede põhjaveetoide on väike ning äravool toimub peamiselt sademete arvelt. Samuti on neid jõgesid iseloomustanud see, et nende pikiprofiil on sirgjooneline ja kaldad madalad. Valgalade keskmine soostumus on 32%, metsasus 37% ja põllumajanduslik kasutus 18%. Keskmine pikaajaline äravoolu moodul

on 8,8 l/km² (Protasjev, M. S., & Eipre, T. F. 1972). Seetõttu eeldame, et märgala taastamise mõju avaldub Vihterpalu ja Reiu jõe valgadal sarnaselt.



Joonis 27. Keila hüdromeetriaama ööpäeva keskmised veetasemed (2010-2025) ning vastavate väärtuste lineaarne trendijoon.

3.2.3. Keskkonnaagentuuri hinnang Kikepera taastamiskavale

Kikepera looduskaitseala ja Soomaa rahvusparki veerežiimi taastamiskava dokumendi ([WaterLANDS, 2025](#)) ülesehitus on selgelt mõistetav ning korrektse vormistusega. **Taastamiskava lähtub Kikepera kaitsekorralduskavast ja RMK taastamistööde näidis-koosseisust ning asjaomaste asutuste kooskõlastustest.** Taastamisalal planeeritavad tegevused on taastamiskavas põhjalikult kirjeldatud ja joonistega illustreeritud.

Märgalade taastamise mõju hinnatakse taastamiskavas mitme indikaatori alusel: veetaseme ja vooluhulkade muutused, taimkatte areng, kaitstavate liikide asurkondade muutused, süsiniku ja metaani bilanss ning sotsiaalmajanduslik mõju (Wilson et al., 2016; Turunen et al., 2002). Lühiajalises perspektiivis (3-5 aastat) oodatakse soostuvate ja siirdesoometsade taastumist ning metsise elupaikade paranemist; pikaajaliselt (>30 aastat) on eesmärgiks looduslike soo- ja metsaelupaikade isereguleeruv taastumine (WaterLands, 2025).

Kikepera taastamiskavas on olemas:

- üldine modelleerimise ja andmestiku kirjeldus (kõrgusmodelid, niiskuseindeksi muutus, üleujutusala kaardid);
- kohalike ojaõikude profiilanalüüsid;
- rahvusvaheline analoogne võrdlusjuht (Lymington), mis tõestas vooluhulga tippude vähenemist ja vee viibeaja pikenedamist märgalade taastamise järgselt;
- veetaseme mõõturite paigaldamine 2023. aastal muutuste seireks piirkonnas.

Projekti käigus on tegevuste planeerimisel kaasatud kohalikku elanikkonda ning arvestatud nende ettepanekutega, välistades osad alad kraavide sulgemisest või jättes osa kuivendussüsteeme toimima kohtades, kus taastamine omaks ebasoovitavat mõju. Taastamiskavas on muuhulgas ka kirjeldatud, et majanduslikus plaanis võib projekt tuua kaudseid hüvesid turismi ja loodusturismi kaudu, samuti pakkuda võimalusi teadus- ja seiretegevuste laiendamiseks (WaterLANDS, 2025).

Taastamiskava ei anna piirkonnale kohandatud kvantitatiivset hüdroloogilist hinnangut koos Kikepera taastamistööde mõjuga Reiu jõe äravoolule. Samas ei näe taastamiskava näidis-koosseis ja muud nõuded ette spetsiifiliselt märgala taastamise mõjualast laiemale piirkonnale kohandatud hüdroloogilise hinnangu andmist.

Kliimamuutuste temaatikaga seonduvalt on dokumendis viiteid kliimakavade kontekstile ning üldine seos kliimamuutustega on mainitud (nt turbaalade roll CO₂ sidumisel, sademete dünaamika muutused).

3.3. Kliimamuutuste mõju veerežiimile

Eesti jõgede äravool on suure ajalise muutlikkusega ning veerikkad ja veevaesed perioodid vahelduvad. Veerohkust mõjutab oluliselt inimtegevus (mitte ainult veemajandus, vaid ka ruumilise tegevusega seotud aktiivsus nagu põllumajandus, metsandus, tööstus jne) ning viimase mõju eristamine kliimamuutuse mõjust on keeruline. Sageli toimivad nad sünkroonselt. (Keskkonnaagentuur 2015)

Kliimamuutuste mõju siseveekogude üleujutusrisi suurenemise kontekstis avaldub peamiselt suurenevas sademete hulgas ja soojemates talvedes. Keskkonnaagentuuris 2015 koostatud Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100 prognoosivad sademete hulga suurenemist kõigi aastaaegade ning kõigi kliimamuutuste stsenaariumi ja perioodi kombinatsioonide kohta (Keskkonnaagentuur 2015).

Samal ajal on toimunud ka sesoonsete perioodide nihe: kevadised kliimaatilised aastaajad on hakanud saabuma varem ja sügisesed hiljem, mille tagajärjel on soe poolaasta pikenenud ja talv lühemaks jäänud. Ajavahemikus 1946-1998 on trendi järgi Eesti siseveekogudel talve lõpp nihkunud varasemaks keskmiselt ühe kuu võrra. Selle tulemusel on suurvesi jõgedel on nihkunud varasemale ajale ning suurveetipud on laugemad (Keskkonnaagentuur 2015).

Pehmete talvede sagenemist kinnitab hiljutine uurimus (Lehmann & Post, 2025), mille kohaselt on Põhja-Atlandi ostsillatsiooni positiivne faas (NAO+) seotud pehme ja niiske õhu saabumisega Läänemere piirkonda, samas kui negatiivne faas (NAO-) toob külma ja kuiva õhu. Aastatel 1950-2022 on NAO+ olukordade sagedus suurenenud (+13,6%) ning NAO- sagedus vähenenud (-11,4%).

Pehmemad ja sademerohkemad talved on toonud kaasa sagedasemaid talviseid üleujutusi, mida kinnitavad juhtumid Jekabpilsis ([jaanuar 2023](#)), Loo külas ([jaanuar 2024](#)) ja Surju külas ([jaanuar 2025](#)). Neid sündmusi iseloomustas lumikatte kiire sulamine vihma ja plusskraadide mõjul, millele järgnes jää ja lobjaka kuhjumisest tingitud ummistus ning veetaseme kiire tõus. Kui Surjus ja Lool olid ohus vaid üksikud majad, siis Lätis väljastati kõrgeima ohutaseme hoiatus, inimesi tuli evakueerida ja üleujutus põhjustas märkimisväärsed majanduslikke kahjusid.

Siiski on tuleviku jaoks modelleeritud maksimaalsed äravoolud ja seega ka maksimaalsed veetasemed prognoositud lumikatte vähenemise tõttu väiksemad praegusest ning aasta jooksul ühtlasemalt jaotunud. Lisaks üldisele sademete hulga suurenemisele projitseerivad mudelid ekstreemsete, üle 30 mm päevas sademete juhtumite hulga suurenemist, kuid arvestades selle väga väikest esinemise tõenäosust enamuse osa aastast, on see oluline vaid suvel (Keskkonnaagentuur 2015). Seega võib suviste paduvihmade tulemusena suurenda üleujutusohu ka suvisel madalveeperioodil.

4. Tulemused ja järeldused

4.1. Surju küla üleujutused

Suletud Surju hüdromeetriaajaama töötamise ajal perioodil 1945-1990 on kriitilise veetaseme, 400 cm jaama graafiku nullist, ületamisi külas esinenud peaaegu iga-aastaselt, suurim üleujutus sel perioodil toimus juulis 1978 – registreeritud maksimaalne veetase Surju jaamas 11. juulil 1978 oli 481 cm ning vesi võis jaama asukohas jõe vasakkaldal ulatuda hinnanguliselt 950 m kaugusele tavapärasest jõesängist. Kevadise suurvee või tulvavete ajal on Surju küla piirkonnas kogu jõeäärne ala üle ujutatud kuni 400-500 meetri lauses ja 0,5-1,0 meetri sügavuselt. Kriitilist veetaset ületavate väga kõrgete veetasemete esinemissagedus Surju külas on pigem vähenemas, kuid kriitilist veetaset ületavate veetasemete kogusagedus on suurenemas. Viimane on kooskõlas ka kliimaprojektsioonides esitatuga – intensiivsed, üleujutusi põhjustavad sademed muutuvad sagedasemaks.

4.2. Reiu jõe veerežiimi muutlikkus

Reiu jõe pikaajalises veerežiimis eristada kolme iseloomulikku perioodi: rohkeveeline periood – aastatel 1924-1940, väheveeline periood – aastatel 1941-2009 ja normilähedane periood – aastatel 2010-2024. Pikaajalised aastakeskmised veetasemed, samuti ka kevadsuurvee aegsed ning suvised-sügisesed maksimaalsed veetasemed Surju jaamas näitavad langustrendi. Siiski on peaaegu saja-aastases seireandmestikus tuvastatav suve-sügise tulvavete maksimaalsete veetasemete tõusuperiood aastatel 1960-1990, mis langeb kokku aktiivse maaparanduse ajaga. Sealjuures jääb see maksimaalsete veetasemete tõusuperiood omakorda väheveelisse perioodi. Seega saab järeldada, et aktiivse kraavitamise perioodil langes Reiu jõe ülemjooksul asuvate märgalade vee puhverdamisvõime.

4.3. Surju ja Laadi hüdromeetriaamade üleujutustõenäosused

Pärnu jõe vesikonna 0,1%, 1%, 2%, 10% üleujutus-tõenäosusarvutuste ja kaardikihtide alusel on Surju küla piirkond üleujutuste poolt tugevalt mõjutatud. Seda kinnitavad ka empiirilised mõõtmisandmed ja nende põhjal arvutatud ületustõenäosused. Surju külas 2019 novembri, 2025 jaanuari ja 2025 juuli üleujutuste ajal Laadi hüdromeetriaajas mõõdetud veetasemete (vastavalt 258 cm, 282 cm ja 234 cm üle graafiku nulli) korduvusperiood on vastavalt 8, 17 ja 3 aastat. Surju hüdromeetriaajaama senise kõrgeima registreeritud veetaseme – 481 cm üle graafiku nulli – teoreetiline korduvus Surju jaama mõõdetud andmete alusel on 26 aastat ja

2025. aasta talvisele üleujutussündmusele Surju jaama üle kantud veetase 447 cm üle graafiku nulli teoreetiline korduvus on 5 aastat. Mõlema jaama andmete alusel hinnatud üleujutusi põhjustanud veetasemete korduvus on graafikute järgi 3-5 aastat, mis on küllaltki sage.

4.4. Märgala taastamise mõju veerežiimile analoogia näitel

Analüüsides märgala taastamise mõju veerežiimile analoogia alusel Vihterpalu jõe valgalal asuva Läänemaa Suursoo-Leidissoo näitel ei olnud võimalik eristada märgala taastamisjärgsel perioodil Vihterpalu hüdromeetriaaamas veerežiimi märgatavat muutumist, mida oleks saanud seostada Suursoo-Leidissoo kuivenduskraavide sulgemisega. Veerežiimi muutusi ei olnud võimalik tuvastada ka märgala taastamisest mõjutamata Keila jõel asuva Keila hüdromeetriaaama andmetes sama perioodi jooksul. Vihterpalu ja Reiu jõed paiknevad samas hüdroloogilises piirkonnas, mida iseloomustavad ühesugused äravoolurežiimi tunnused. Seetõttu eeldame, et märgala taastamise mõju avaldub Vihterpalu ja Reiu jõe valgalal sarnaselt.

4.5. Kikepera taastamiskava

Kikepera looduskaitseala ja Soomaa rahvusparki veerežiimi taastamiskavas märgalade taastamise mõju on hinnatud mitme, muuhulgas ka hüdroloogilise indikaatori alusel. Taastamiskava ei anna piirkonnale kohandatud kvantitatiivset hüdroloogilist hinnangut koos Kikepera taastamistööde mõjuga Reiu jõe äravoolule. Samas ei näe taastamiskava näidiskooseis ja muud nõuded ette spetsiifiliselt märgala taastamise mõjualast laiemale piirkonnale kohandatud hüdroloogilise hinnangu andmist.

4.6. Kliimamuutuste mõju veerežiimile

Kliimamuutuste mõju siseveekogude üleujutusrisiki suurenemise kontekstis avaldub peamiselt suurenevas sademete hulgas ja soojemates talvedes. Kevadine suurvesi jõgedel on nihkunud varasemale ajale ning suurveetipud on laugemad. Pehmemad ja sademerohkemad talved on toonud kaasa sagedasemaid talviseid üleujutusi. Lisaks üldisele sademete hulga suurenemisele projitseerivad mudelid ekstreemsete, üle 30 mm päevas sademete juhtumite hulga suurenemist, seetõttu võib suviste paduvihmade tulemusena suurenedagi üleujutusohu ka suvisel madalveeperioodil.

5. Kokkuvõte ja soovitused

- 100-aastase perioodi jooksul (1925-2024) on keskmised ja maksimaalsed veetasemed Reiu jõel Surju külas püsivas langustrendis
 - Perioodil 1960-1990 eristub suve-sügiskuude maksimaalsete veetasemete tõusutrend, mis langeb kokku aktiivse kraavitamise perioodiga Reiu jõe ülemjooksul
 - Vihterpalu jõe valgalal Läänemaa Suursoo taastamistöde (kuivenduskraavide sulgemise) järgselt ei olnud tuvastatav Vihterpalu jõe veerežiimi muutus, Vihterpalu ja Reiu jõgi asuvad samas hüdrooloogilises piirkonnas
 - Kliimamuutuste mõjul väheneb Eestis kevadisest suurveest ning suureneb talvistest ja suvistest tulvadest tingitud üleujutuste oht, intensiivsed sajud sagenevad
 - Surju küla on üleujutuste poolt tugevalt mõjutatud – 2025 suvise üleujutuse (ca 500 m jõesängist) kordvusperiood on 3-5 aastat, üleujutus ulatusega kuni 950 m võib toimuda kord 26 aasta jooksul
-

1956. aastal koostatud Reiu jõe hüdrograafilise kirjelduse andmetel kuulus Surju küla piirkond riskitsooni, kus nii suurvee kui ka tulvade ajal jõgi oluliselt üle kallaste tõuseb, sealjuures eriti kõrged veetasemed esinevad jää- ja lobjakaummistuste korral. Reiu jõe hüdrooloogilise seire pikaajaliste andmete kohaselt on suurim üleujutus registreeritud 1978. aastal, kui seirejaamas mõõdeti mõõtmisajaloo maksimaalne veetase 481 cm üle graafiku nulli ja tänapäevase kõrgusmudeli järgi küündis vee ulatus jõe vasakkaldast ligikaudu 950 meetrini. **Kuni poolekilomeetrise veeulatusega üleujutuse tõenäosus Surju külas on kord kolme kuni viie aasta tagant. Seega on üleujutused Surju külas olnud korduvad ning üleujutusohu piirkonnas aktuaalne läbi aastakümnete.**

Seireandmete analüüsi tulemusel selgus, et pikaajaliselt on jõe maksimaalsed veetasemed langustrendis nii aastakeskmise, kevadsuurveeaegselt kui ka suvel-sügisel. Surju jaama veetasemete pikaajalises langustrendis on siiski eristatav **maksimaalsete veetasemete tõusuperiood**, mis langeb kokku aktiivse maaparanduse ajaga aastatel 1960-1980. Sealjuures jääb see tõusuperiood omakorda Reiu jõe väheveelisse perioodi. Siit järeldame, et **aktiivse kraavitamise perioodil võis väheneda Reiu jõe ülemjooksul asuvate märgalade vee puhverdamisvõime**, mistõttu tõusid maksimaalsed veetasemed.

Analoogselt Kikepera ja Soomaa märgalade taastamisele on Eestis sarnane projekt ellu viidud nt Vihterpalu jõe valgalal Läänemaa Suursoo-Leidissoo taastamise näol. Vihterpalu hüdromeetriaajama seireandmete analüüs seostatuna **Suursoo-Leidissoo märgala**

taastamisega ei tuvastanud taastamistegevustest tingitud võimalikke muutusi jõe hüdroloogilises režiimis. Vihterpalu ja Reiu jõed paiknevad samas hüdroloogilises piirkonnas, mida iseloomustavad ühesugused äravoolurežiimi tunnused. Seetõttu eeldame, **et märgala taastamise mõju avaldub Vihterpalu ja Reiu jõe valgalal sarnaselt.**

Kliimamuutuste mõju siseveekogude üleujutusriski suurenemise kontekstis avaldub peamiselt suurenevas sademete hulgas ja soojemates talvedes. Pehmemad ja sademerohkemad talved on toonud kaasa **sagedasemaid talviseid üleujutusi.** Lisaks üldisele sademete hulga suurenemisele projitseerivad mudelid ekstreemsete sademete juhtumite hulga suurenemist, seetõttu võib **suviste paduvihmade tulemusena suurenedä üleujutusohu ka suvisel madalveeperioodil.** Kriitilist veetaset ületavate väga kõrgete veetasemete esinemissagedus Surju külas on pigem vähenemas, kuid kriitilist veetaset ületavate veetasemete kogusagedus on suurenenemas. Viimane on kooskõlas ka kliimaprojektsioonides esitatuga – intensiivsed, üleujutusi põhjustavad sademed muutuvad sagedasemaks.

Tuginedes käesolevale analüüsile, Reiu jõe veerežiimi omadustele ning Kikepera LKA ja Soomaa RP taastamiskavale, on võimalik anda soovitusi edasisteks tegevusteks piirkonnas:

- 1) Riiklikul tasandil kaaluda veetaseme seire taastamine Surju suletud mõõtejaama piirkonnas, et saada ajakohaseid andmeid veetaseme võimalike muutuste kohta.
- 2) Valgalale seada üles hüdroloogiline prognoosmudel, mis aitab üleujutusohu olukordi prognoosida, ning piirkonna hüdromeetriaajaamadele määrata kriitilised veetasemed, et õigeaegseid hoiatusi väljastada.
- 3) Projektide puhul, mis mõjutavad veerežiimi, anda spetsiifiliselt mõjupiirkonnale kohandatud kvantitatiivne hüdroloogiline hinnang.
- 4) Märgalade taastamise edasisel kavandamisel koostada kliimastsenaariumite põhine analüüs, kuidas paduvihmade sagenemine või intensiivistumine ning muutused kevadises suurvees ja talvistes tulvades võiksid mõjutada taastamisala vee puhverdamisvõimet.
- 5) Surju küla ei vasta hetkel ametlikele üleujutusohu riskipiirkonnaks määratlemise kriteeriumitele, sest see ei ole tiheasustusalala. Kaaluda kohaliku omavalitsuse tasandil üldplaneeringuga asustatud üleujutusohuala tiheasustusalaks määramist.

6. Viited

- Acreman, M. C., & Holden, J. (2013). How wetlands affect floods. *Wetlands*, 33(5), 773-786. <https://doi.org/10.1007/s13157-013-0473-2>
- Bullock, A., & Acreman, M. (2003). The role of wetlands in the hydrological cycle. *Hydrology and Earth System Sciences*, 7(3), 358-389. <https://doi.org/10.5194/hess-7-358-2003>
- Eesti Entsüklopeedia (2003). Reiu jõgi. Kasutamise kuupäev: 28.08.2025. Allikas Eesti Entsüklopeedia: http://entsyklopeedia.ee/artikkel/reiu_j%C3%B5gi3
- Eesti Loodus (2007). Sood kaitsevad vett. Kasutamise kuupäev: 28.08.2025. Allikas Eesti Loodus: http://vana.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/artikkel1941_1938.html
- Eesti Põllumajandusmuuseum. Üleujutus Surju sovhoosi kartulipõllul. Kasutamise kuupäev 14.08.2025. allikas Eesti Muuseumide Veebivärv: <https://www.muis.ee/museaalView/4305509>
- Environment Agency. (2025). Working with natural processes to reduce flood risk – Evidence update. Environment Agency, UK Government. <https://www.gov.uk/flood-and-coastal-erosion-risk-management>
- EMHI digifond (1956). Surju tehniline toimik.
- ERR. (2025a). Päästeamet Surju hooldekodu siiski ei evakueeri. Kasutamise kuupäev 14.08.2025. allikas Eesti Rahvusringhääling: <https://www.err.ee/1609566529/paasteamet-surju-hooldekodu-siiski-ei-evakueeri>
- EstModel (2025). EstModeli suve-eri jõgede voolukiirused. Laadi jaama pikiprofiil. Kasutamise kuupäev 27.08.2025. Allikas EstModel <https://estmodel.app/et/#/velocity-measurements?station=SJA9057000>
- Gao, C., Holden, J., McDonald, A. T., & Walker, J. (2024). Rewetting impact on the hydrological function of a drained peatland. *Journal of Hydrology*, 631, 129587. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.129587>
- Keskkonnaagentuur. Laadi tehniline toimik.
- Keskkonnaagentuur (2015). Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100. Kasutamise kuupäev 27.08.2025. Allikas Keskkonnaportaal: https://keskkonnaportaal.ee/sites/default/files/Teemad/ilm_kliima/2016-04-07-KAUR_Lopparuanne.pdf
- Keskkonnaagentuur (2024). Eesti looduse infosüsteem (EELIS). Kasutamise kuupäev 22.08.2025. allikas EELIS: <https://infoleht.keskkonnainfo.ee/>
- Keskkonnaagentuur (2025a). Pärnu jõe vesikonna üleujutuste tõenäosusstsenaariumite arvutamine ja kaardistamine. Kasutamise kuupäev 14.08.2025. allikas Keskkonnaportaal: <https://keskkonnaportaal.ee/et/parnu-joe-vesikonna-uleujutuste-toenaosusstsenaariumite-arvutamine-ja-kaardistamine>.
- Keskkonnaagentuur (2025b). Üleujutuste kaart. Kasutamise kuupäev 14.08.2025. allikas Keskkonnaagentuur, ILM: <https://www.ilmateenistus.ee/siseveed/uleujutuste-kaart/>
- Keskkonnaagentuur (2025c). Päästeameti droonikaartide põhjal kaardistatud vee ulatus Surju küla piirkonnas 03.01.2025. Kasutamise kuupäev 19.08.2025. allikas ArcGIS Online: <https://kaur.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=d0b895101ae94017ac4e0c3f5e3cdc6a>

Keskkonnaagentuur (2025d). Hindame koostöös Päästeametiga Surju üleujutuse ulatust ja edasist kulgu. Kasutamise kuupäev 14.08.2025. allikas Keskkonnaportaal: <https://keskkonnaagentuur.ee/uudised/hindame-koostoos-paasteametiga-surju-uleujutuse-ulatust-ja-edasist-kulgu-0>

Lehmann, A., Post, P. (2025) Changing impact of large-scale atmospheric circulation variability on the water mass exchange and circulation of the Baltic Sea during winters 1950-2022. Journal of the European Meteorological Society Volume 3, December 2025, 100018 <https://doi.org/10.1016/j.jemets.2025.100018>

Lane, S. N., Landström, C., & Whatmore, S. J. (2018). Imagining flood futures: Risk assessment and management in practice. Earth Surface Processes and Landforms, 43(1), 126-141. <https://doi.org/10.1002/esp.4238>

Levina, K (2022) Eesti jõgede aastase äravoolu pikaajaline hooajaline muutlikkus . TalTech 2022. Kasutamise kuupäev 30.08.2025 Allikas: <https://digikogu.taltech.ee/en/Download/b9efc50c-e85a-4fb8-83da-d5572edd7d8c>

LIFE Peat Restore (2025). Kliimamuutuste leevendamine rikutud turbaalade taastamise teel. Kasutamise kuupäev 21.08.2025. allikas: LIFE Peat Restore: <https://life-peat-restore.eu/ee/>

Metcalf, P., Beven, K., Hankin, B., & Lamb, R. (2018). A modelling framework for evaluation of the hydrological impacts of nature-based approaches to flood risk management, with application to in-channel interventions across a 29 km² catchment in the United Kingdom. Hydrological Processes, 32(13), 2031-2046. <https://doi.org/10.1002/hyp.13141>

Nazarov, N. N. (2014). Hydrological consequences of land drainage improvement and channel processes. Geographical Bulletin, 1(28), 4-10.

NSV Liidu hüdrograafia materjalid. (1956). Reiu jõe hüdrograafiline kirjeldus (Kõide 1, vihik 3). Tallinn.

Pajula, R., Truus, L., & Ilomets, M. (2018). LIFE project “Reduction of CO₂ emissions by restoring degraded peatlands in Northern European Lowland”: State of the project site and consequences for project implementation. Estonia. LIFE15 CCM/DE/0001381. LIFE Peat Restore.

Protasjev, M. S., & Eipre, T. F. (1972). NSV Liidu pinnaveeressursid. Kõide 4: Läänemere piirkond. Vihik 1: Eesti. Leningrad: Gidrometeoizdat.

Pärnu Postimees. (2019). Pildid: Surjus üle kallaste laiutav Reiu jõgi jätab talud veevangi. Kasutamise kuupäev 14.08.2025. allikas Pärnu Postimees: <https://parnu.postimees.ee/6819779/pildid-surjus-ule-kallaste-laiutav-reiu-jogi-jatab-talud-veevangi>

Päästeamet (2025). Pärnumaal Saarde vallas ohustab Reiu jõe üleujutus hooldekodu ja majapidamisi. Kasutamise kuupäev 14.08.2025. allikas Päästeamet: <https://www.rescue.ee/et/uudised/paernumaal-saarde-vallas-ohustab-reiu-joe-ueleujutus-hooldekodu-ja-majapidamisi-2709>

Shuttleworth, E. L., Evans, M. G., Pilkington, M., Spencer, T., Walker, J., & Allott, T. E. H. (2019). Restoration of blanket peat moorland delays stormflow from hillslopes and reduces peak discharge. Journal of Hydrology, 570, 903-919. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.01.034>

Tanneberger, F., Wichtmann, W., Schröder, C., & Joosten, H. (2021). Peatland rewetting and flood mitigation: Evidence and knowledge gaps. Ecological Engineering, 170, 106318. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106318>

Turunen, J., E. Tomppo, K. Tolonen, Reinikainen, A. (2002). Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland – application to boreal and subarctic regions. *Holocene* 12: 69-80. <https://doi.org/10.1191/0959683602hl522rp>

WaterLANDS (2025). Kikepera looduskaitseala ja Soomaa rahvuspargi veerežiimi taastamiskava (2. versioon). Tartu Ülikool, Eestimaa Looduse Fond, Riigimetsa Majandamise Keskus. allikas:

<https://drive.google.com/file/d/1Qo8eHNIgAEhkhpP4g8SDcYIUTUC2Dlis/view?pli=1>

Watson, H., Brazier, R. E., & Worrall, F. (2024). Does peatland rewetting mitigate flooding from extreme rainfall events? A paired catchment study in northern Sweden. *Hydrology and Earth System Sciences*, 28(3), 551-568. <https://doi.org/10.5194/hess-28-551-2024>

Wilson, D., Blain, D., Couwenberg, J., Evans, C. D., Murdiyarso, D., Page, S. E., Renou-Wilson, F., Rieley, J. O., Sirin, A., Strack, M., and Tuittila, E.-S. (2016). Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils, *Mires Peat*, 17, 1-28. DOI: 10.19189/MaP.2016.OMB.222

Wu, Y., Sun, J., Hu, B., Zhang, G., Rousseau, A.N. (2023) Wetland-based solutions against extreme flood and severe drought: efficiency evaluation of risk mitigation, *Climate Risk Management* (2023), doi: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100505>