



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
EESTI MEREAKADEEMIA
merenduskeskus

Julia Kalašnikova

Merevee mikrobioloogilisest reostusest Tallinna lahes

Lõputöö

Juhendaja: Arvo Käär

Tallinn 2023

Olen koostanud töö iseseisvalt.

Töö koostamisel kasutatud kõike teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele on viidatud.

Julia Kalašnikova

(allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

Üliõpilase kood: 178374VDSR

Üliõpilase e-posti aadress: jkalas@ttu.ee

Juhendaja Arvo Käär:

Töö vastab lõputööle esitatud nõuetele

(allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

Kaitsmiskomisjoni esimees OÜ Bulk & Tank tootmisjuht Marko Jürioja

Lubatud kaitsmisele

(allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

Sisukord

Annotatsioon.....	5
Sissejuhatus	6
1 Tallinna lahe kirjeldus ja veekogumi kvaliteet.....	8
1.1 Tallinna lahe ja selle valgala kirjeldus	8
1.1.1 Tallinna reidi ja selle valgala kirjeldus.....	8
1.1.2 Paljassaare lahe ja selle valgala kirjeldus	9
1.1.3 Kopli lahe ja selle valgala kirjeldus.....	10
1.2 Kakumäe lahe valgala kirjeldus.....	10
1.3 Reovee puhastamisest ning heit- ja sademevee suublasse juhtimise nõuetest	11
1.3.1 Terminid	11
1.3.2 Heitvee suublasse juhtimise nõuded.....	11
1.3.3 Sademevee suublasse juhtimise nõuded	12
1.4 Suplusvee kvaliteedi nõuetest.....	12
1.4.1 Terminid	12
1.4.2 Nõuded suplusvee kvaliteedile	13
1.5 Veeproovide võtu asukoha valikust ja proovivõtust.....	13
1.5.1 Terminid	13
1.5.2 Merevee proovivõtust	14
1.5.3 Pinnaveekogude proovivõtust	14
1.5.4 Suplusvee proovivõtust	14
1.6 Tallinna reidi kui veekogu ja selle veekogumi kvaliteet	15
1.7 Paljassaare lahe kui veekogu ja selle veekogumi kvaliteet	15
1.8 Kopli lahe kui veekogu ja selle veekogumi kvaliteet	16
1.9 Kakumäe lahe kui veekogu ja selle veekogumi kvaliteet.....	16
1.10 Tallinna lahe supluskohad	16
1.11 Tallinna lahe sissevoolud.....	17
1.11.1 Tallinna reidi sissevoolud.....	17
1.11.2 Paljassaare lahe sissevoolud	18
1.11.3 Kopli lahe sissevoolud.....	19
1.11.4 Kakumäe lahe sissevoolud	19
1.12 Uhkvoolu tekkimine ja mõju veekvaliteedile	19
1.13 Ekmani transport.....	20

1.14 Hoovused Tallinna lahes	21
1.15 Tuulte suundade mõju Tallinna lahe veetasemetele	22
2 Metodoloogiline osa	24
2.1 Uuringu eesmärgi püstitamine	24
2.2 Uurimismetoodika	24
3 Tallinna lahe vee kvaliteedi mikrobioloogilised näitajad ja nende mõju	26
3.1 Vee kvaliteedi sanitaarmikrobioloogilistest näitajatest	26
3.1.1 <i>E. coli</i> eluvõimelisusest väliskeskkonnas	26
3.1.2 Enterokokide eluvõimelisus väliskeskkonnas	26
3.2 Avamerele laskuva heitvee ja vees sisalduva ainete kohta	26
3.3 Tallinna Reidi vee kvaliteedist ja Pirita jõe vee mõjust	31
3.4 Tallinna Vesi AS väljalasu mõjust Paljassaare lahe vee kvaliteedile ja Pikakari supluskohale	33
3.5 Kopli lahe vee kvaliteedist	35
3.6 Kakumäe lahe vee kvaliteedist	39
3.7 Tallinna ja Kakumäe lahte supluskohtade üldine seisund	40
Kokkuvõte	42
Summary	44
Viidatud allikad	46
Lisa 1. Heitvee ja sademevee sublasse juhtimise nõuded	48
Lisa 2. Nõuded suplusvee kvaliteedile ja supluskohta hindamine	49
Lisa 3. Tallinna lahe ja Kakumäe lahe veemahtude tabel, sissevoolude veemahtude ja mikrobioloogiliste näitajate sisalduse tabelid	50

Annotatsioon

Enamik pinnaveest on asustatud erinevate mikroorganismidega - bakterid, viirused, algloomad, mikrokoopilised vetikad ja seened. Mikroorganismide hulgas on organisme, mis on inimese tervisele kahjutud ja/või võimelised põhjustama inimestele ohtlikke haigusi. Viimaseid mikroorganisme nimetatakse patogeenideks. Mikrobioloogiline reostus on inimeste või loomade poolt veekeskkonda sattuvate väljaheidete negatiivne mõju.

Lõputöö eesmärk oli kirjeldada merevee mikrobioloogilist reostust Tallinna ja Kakumäe lahtedes suplusvee näitel ja seda mõjutavaid faktoreid ning analüüsida reostuse põhjuseid ja tõsidust. Uurimisülesanneteks oli uurida ja kirjeldada mikrobioloogiliste reostuste näitajaid ja selle mõju keskkonnale ja reostust tekitavaid tegureid ning analüüsida ja kirjeldada saadud andmeid.

Erinevate uurimistööde ja analüüsiaktide põhjal leidis autor erinevaid reostuse põhjuseid. Suurimaks mikrobioloogilise reostuse/saaste allikaks on reoveepuhastusjaamad. Reoveepuhastusettevõtted ei suuda alati suurtes kogustes reovett käidelda. Puhastatud ja „sogane“ vesi juhitakse merre. Teine probleem reoveepuhastusfirmade jaoks on kaasaegsete seadmete puudumine. Kaasaegsed puhastustehnoloogiad on kallid ning lisaks reovee kallitele puhastustehnoloogiatele on Eesti Vabariigi keskkonnavalade seadusandlus puudulik. Veeseadus kirjeldab vee käitlemist ning vee kasutamise ja puhastamise reegleid. Veeseaduses on sätestatud supluskohtade fekaalinäitajate piirväärtused, kuid suublasse juhitava heitvee puhul fekaalinäitajate piirväärtused puuduvad.

Märksõnad: *mikrobioloogiline reostus, Enterokokkid, Escherichia coli, ökoloogia, Tallinna laht*

Sissejuhatus

Mereäärne ala on suurim inimtegevuse kontsentreerumise koht ning sinna suunatakse suurel hulgal heitvett ning sademete vetega jäätmeid. Kuna Tallinn asub mere ääres, siis kasutavad elanikud aktiivselt linna akvatooriumi. Linna rannajoonel asuvad nii puhke- ja supluskohad kui ka sadamad, tööstusettevõtted ja reoveepuhastusjaamad. Rannajoonel asuvad ettevõtted ja sadamad ei pruugi alati märgata reostuslekked avaveekogudesse. Samal ajal olemasolevad veepuhastustehnoloogiad veesaadetes ei tule toime veepuhastuse üha suureneva inimtekkelise reostusega ning seetõttu on täheldatud heit- ja (joogi)vee kvaliteedi halvenemist, sealhulgas bakterioloogiliste näitajate osas. Lisaks on reoveepuhastites kasutatavad vee desinfitseerimise meetodid vähetõhusad selliste ohtlike haigustekitajate puhul nagu fekaalsed patogeensed bakterid. Puhastamata ja desinfitseerimata heitvete hulka kuuluvate mitmesuguste tööstuslike ja nakkusohlike reostuste sattumine veekogudesse soodustab erinevate haiguste teket nii inimeste kui ka loomariigi seas. Veekogude vee kvaliteedi kontrollib Terviseamet. Terviseameti võetud proovide järgi otsustatakse kas lubada inimestele supelda või mitte (Riigi Teataja 2008). Terviseamet teeb igale supluskohale „Supluskoha profiil“, kus kirjeldatakse supluskoha valgust, vee kvaliteedi, potentsiaalseid reostusallikaid ja reostuse ennetamismetoodikat. Veekogumid, kus mikrobioloogiliste näitajate arv ületab piirnorme, ei ole enam ohutu ujumiseks. Sellepärast on oluline kontrollida nii *Escherichia coli*, kui ka enterokokkide sisaldust suplusvees. Joogi- või suplusvee mikrobioloogiline reostus võib põhjustada raskeid tagajärgi ja mõnel juhul ka surma. Suure tööstuskoormuste tõttu, ning loodusnähtuse ja laevanduse abil, suureneb mikrobioloogilise reostuse oht. Terviseamet kontrollib reostuse näitajaid supluskohtadel, aga neid meetmeid ei ole piisavalt saastamise vältimiseks. Veeseaduses on kirjeldatud piirväärtused suublasse juhiva heitveele (Lisa 1). Tabeli tähelepaneliku uurides on võimalik märkida, et heitvees sisalduva ainete nimekirjas puuduvad mikrobioloogilised näitajad. Selle seaduseaugu tõttu sattub igapäevaselt merele fekaalselt reostatud vesi. Seaduse järgi heitvee suublasse juhtimine peab toimuma vähemalt 200 meetri kaugusel supelrannast. Hoovuste keskmise kiiruse (10cm/s) arvesse võttes, sattub reostus supluskohale umbes pooltunni jooksul. Praegused reoveepuhastamise tehnoloogiad ei anna võimalust vett mitmesugustest sisust täielikult puhastada. Autor valis teemat aktuaalsuse ja keskkonnakaitse huvide tõttu. Teemal on suur tähtsus ja potentsiaal, sest esiteks mängib meri inimeste jaoks toiduallika, liikumisviisi, veotranspordi rolli ning omab suurt puhkeväärtust. Kui mere ökosüsteem muutub pöördumatult, mõjutab see kõiki elu tähtsaid aspekte. Teiseks teema on praktiliselt käsitlemata Tallinna lahe akvatooriumite suhtes.

Uurimistöö koostamisel on kasutatud erinevad teadusallikaid, uuringuid ja veeproove analüüside tulemusi. Esimese asjana koguti teavet mikrobioloogiliste näitajate kohta Tallinna rannikuvetes, lahe reostusallikate (sademeveekanaliseerimised, heitvee ärakujuhtimise kohad ja ohtu kujutavad ettevõtted) ja supluskohtade kohta. Kuna Tallinna lahe mikrobioloogiliste reostuste info ei olnud kogu ulatuses avalikult kättesaadav, võeti mõned andmesid tööstusettevõtete poolt tehtud proovide põhjal. Samuti sai autor arvamusi Keskkonnaameti ja Linnavalitsuse ekspertide käest.

Töö koosneb kolmest peatükkidest. Esimene peatükk on reeglina teoreetiline osa, kus kirjeldatakse teemaga seotud valdkondasid ja selgitatakse kasutatud terminoloogiat. Teises peatükis käsitleb autor lõputöö metoodilisi aspekte. Selgitatakse lõputöös kasutatud uurimismeetodeid. Kolmas peatükk sisaldab töö tulemusi ja teostava analüüsi.

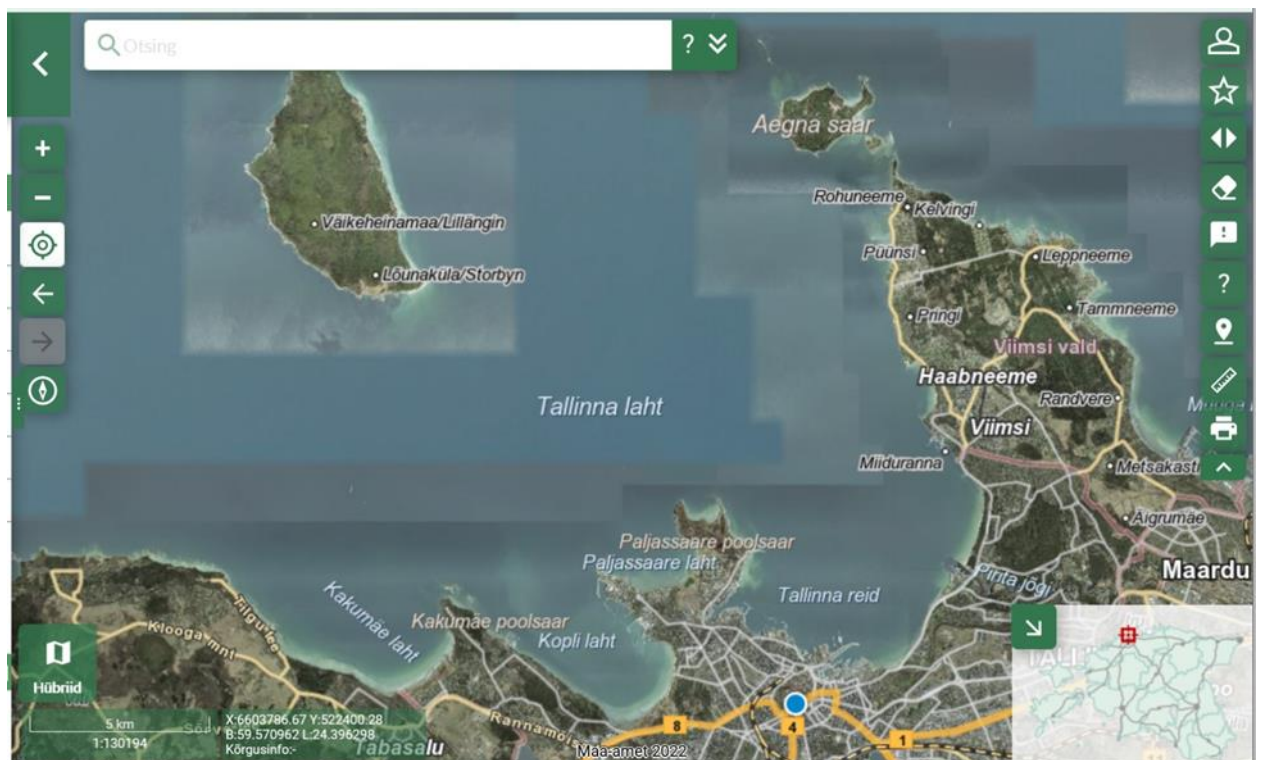
Terviseamet kirjutab suplusvee ohutusest ja loob igale supluskohale profiili. Aastal 2018 Dr. Kai Künnis-Beres ja Dr. Inga Lips teostasid pilootseiret seoses merevees esinevate võimalike patogeenidega. Uuringu tellis Keskkonnaministeerium (Künnis-Beres, Lips, 2018). Jane Kukk oma magistrisöösis hindas Eesti veekogude suplus kvaliteedi aastadel 2012-2016 (Kukk 2019).

Lõputöö eesmärk on kirjeldada merevee mikrobioloogilist reostust Tallinna lahes ja seda mõjutavaid faktoreid ning analüüsida reostuse põhjuseid ja tagajärgi. Lõputöös on saavutatud vajalikud eesmärgid: uurida ja kirjeldada mikrobioloogiliste reostuste näitajaid ja selle mõju keskkonnale ja reostuse tekitava tegureid ning koostada, analüüsida ja üksikasjalikult kirjeldada saadud andmeid.

1 Tallinna lahe kirjeldus ja veekogumi kvaliteet

1.1 Tallinna lahe ja selle valgala kirjeldus

Tallinna laht on osa Soome lahest. Vasakult piirab seda Suurupi poolsaar, paremalt Viimsi poolsaar. Soome lahest on Tallinna laht maandatud Aegna ja Naissaare saartega. Lahe pindala on umbes 223,05 km². Keskmine sügavus lahes on 38 m ja suurim sügavus ligi 100 meetrit. Tallinna laht jaguneb Tallinna Reidiks, Kopli ning Paljassaare lahtedeks.



Joonis 1. Tallinna laht.

Allikas: X-GIS Maainfo kaardirakendus

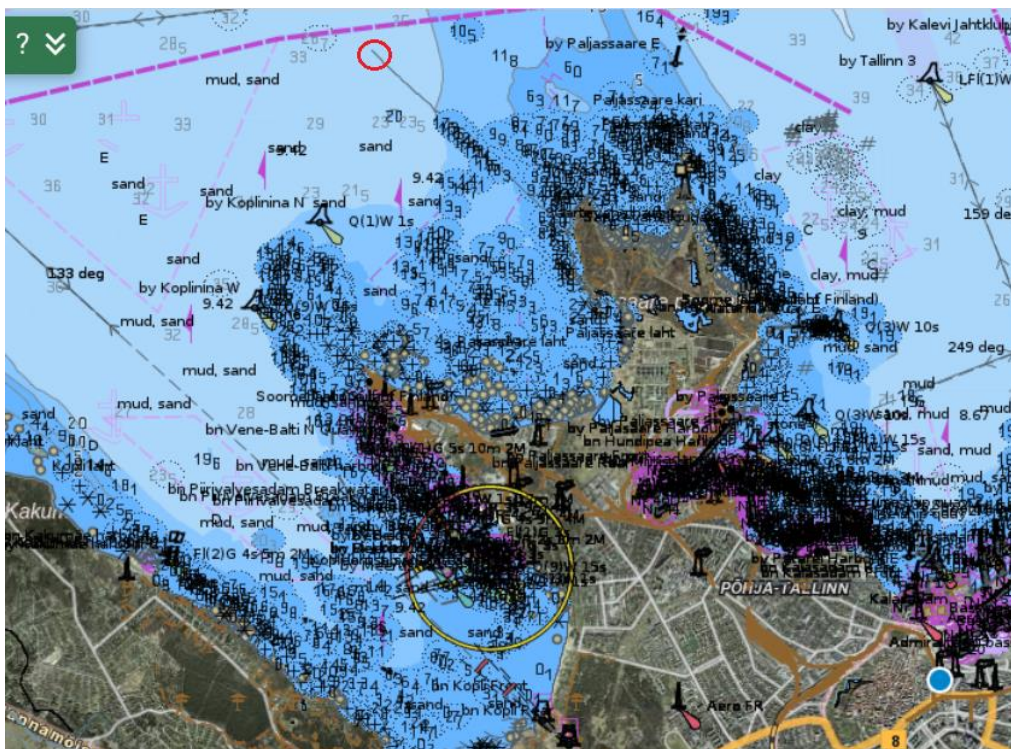
1.1.1 Tallinna reidi ja selle valgala kirjeldus

Tallinna reid asub Tallinnast põhjas. Akvatorium piirdub Viimsi poolsaarega paremal ja Paljassaare poolsaarega vasakul. Tallinna Reidi akvatooriumi ümbritseb 17 km pikkune rannajoon. Rannajoon algab Miidurannast ja lõpeb Paljassaare kõige põhjapoolsemas punktis. Reidi pindala on umbes 33,83 km² ja keskmine sügavus on Tallinna lahte suubuvad reidi piirkonnas Pirita jõgi, Teesuuoja, Mähe oja ja Varsaallika oja. Tallinna reidi alal asuvad Pikakari ja Pirita supelrannad. Need supelrannad kuuluvad valgalapõhiliselt Lääne-Eesti vesikonda ja Harju alamvesikonda. Tallinna reidi kogu pikkusel asuvad 10 sadamat. Tallinna reidil on väga tihe

laevaliiklus. Piritas rannale lähemal asuvad kaks jahisadamat Piritas sadam ning Kalevi Jahtklubi sadam (400 kohta). Merivälja poolses osas asub Miiduranna sadam. Vanasadam asub Tallinna reidi lõunaosas, Kalaranna ja Kadrioru vahel. Patareisadam on Linnahalli merepoolse korpuse väikesemõõtmeline bassein väikelaevadele. Lennusadam on ajalooline objekt, mida praegu kasutatakse muuseumi osadeks. Peetri sadam (ehk Noblessneri sadam) oli laevaehituse ja -remondi sadam. Paljassaare ja Miinisadama vahel asub Hundipea sadam. See on Veeteede Ameti laevastiku peasadam. Paljassaare sadama kasutatakse kaubasadamaks ning Miinisadam on riigikaitseline sadam.

1.1.2 Paljassaare lahe ja selle valgala kirjeldus

Paljassaare laht on Tallinna lahe osa, mis asub Kopli ja Paljassaare poolsaare vahel, umbes 1,8 km pikk, laius suudmeosas kuni 2,5 km ja keskmine sügavus 5 m. Paljassaare lahe pindala on umbes 3,2 km². Laht oli moodustatud 1912–1917 aastatel: seal ajal ehitati Peeter Suure merekindlust. Merekindluse ehitamisel täideti Paljassaare ja Kopli poolsaare vaheline madal väin. Lahe põhjas on valdavalt kruus, veeristik ja liiv, rannavees rohkesti rändrahne. Paljassaarel asub reoveepuhastusjaam. Tallinna reovesi ja suurem osa Tallinna sademeveest jõuab reoveepuhastusjaama Paljassaares ja pärast suunatakse heitvesi läänerrannikul paikneva survetorustiku kaudu Soome lahte.



Joonis 2. Survetorustiku lõpp on näidatud punase ringiga.

Allikas: X-GIS Maainfo kaardirakendus



Joonis 3. Paljassaare laht ja survetorustik.

Allikas: X-GIS Maainfo kaardirakendus

1.1.3 Kopli lahe ja selle valgala kirjeldus

Kopli laht on Tallinna lahe osa, mis asub Kopli ja Kakumäe poolsaare vahel. Lahe pindala on umbes 16,8 km², keskmine laius on 2,6 km ja keskmine sügavus on 15 meetrit. Läänerannikul koosneb rand liivast, kuid vees on palju rändrahne. Kirderannikul asub sadamate- ja tööstuspiirkond (Vene-Balti, Bekkeri, Piirivalve- ja Meeruse sadamad ning BLRT Grupp), idarannikul asub Stroomi rand, läänes asub Kakumäe väikesadam ja edelas asub Rocca al Mare sadamevee väljalask. Lahe ääres on Põhja-Tallinna ja Haabersti linnaosa.

1.2 Kakumäe lahe valgala kirjeldus

Kakumäe laht kuulub suurema osaga Tallinna linna territooriumile, väike osa lahest jääb Harku vallale. Laht asub Kakumäe poolsaare ja Suurupi poolsaare vahel. Kakumäe on avatud laht, mille laius on umbes 6,2 km, lahe pindala on 13,4 km² ja keskmine sügavus 20 meetrit. Lahe territooriumil asuvad Kakumäe ja Tilgu sadamad.

1.3 Reovee puhastamisest ning heit- ja sademevee suublasse juhtimise nõuetest

1.3.1 Terminid

Heitvesi - inimkasutuses olnud ja seejärel puhastatud reovesi ning loodusesse tagasi lastud vesi (Veeseadus 2019, §18).

Suubla – veekogu või veekogu osa, kuhu juhitakse heitvett või saasteaineid (Veeseadus 2019, §19).

Reovesi – tööstus- või tootmisvesi, kus on ületatud kehtestatud heite piirväärtusi, mis vajab puhastust enne suublasse juhtimist. Reoveeks nimetatakse ka kanalisatsiooni juhitud sademevett (Veeseadus 2019, §20).

Sademevesi - vesi, mis on tekkinud lume sulamise tagajärjel või pärast vihma, mis ei ole maapinnalt veel midagi kaasa võtnud (Keskkonnatervishoiu Eesti-Inglise seletussõnaraamat 2015).

Liigvesi – sademeist tingitud liigne vesi.

Ühisvoolne kanalisatsioon – kanalisatsioonitorustik, mille puhul reovesi ja sademevesi juhitakse kokku ühte torusse (Sademevee strateegia 2012, Lisa, lk 48).

Lahkvoolne kanalisatsioon – kanalisatsiooni torustik, mille puhul on eraldi reoveel ja sademeveel torusid (Sademevee strateegia 2012, Lisa, lk 48).

1.3.2 Heitvee suublasse juhtimise nõuded

Suublasse juhitud heitvesi peab vastama kehtestatud loaga määratud saastesisalduse piirväärtustele. Kui heitvesi juhitakse veekogusse, mille lähedal on suplusrand või ujumiskoht, peab väljavoolu supluskohast olema vähemalt 200 meetri kaugusel. Heitvee puhastusastmed ja saastesisaldus sõltub reovee liigist, kogumisala koormusest ja keskkonnaseisundist. Reovee puhastusastmed määratakse siis, kui heitvee reostusainesisalduse noormid ei ole täidetud tavalise biokeemilise puhastuse pärast ja lisatehnoloogiate kasutamine tooks kaasa suuremaid kulutusi. Heitvee suublasse juhtimise, saasteainete piirväärtused, seire nõuded ja heitvee nõuetele vastavuse hindamise meetodit kehtestab valdkonna minister määrusega (vt Lisa 1). Heitvee pinnasesse juhtimine keelatud kui koormus reoveekogumisalal on rohkem kui 2000 inimekvivalenti (Nõuded reovee puhastamise 2019).

1.3.3 Sademevee suublasse juhtimise nõuded

Sademevee puhastamisel tuleb eelistada meetodeid, mis kogunevad sademeveet selle tekkekohas, vältides sademevee reostumist. Suublasse juhitud sademevee peab täitma määratud saasteainete piirväärtuseid ja heitkoguseid. Sademevee saastamise piirväärtuse nõuded kehtestab valdkonna eest vastutav minister määrusega (vt Lisa 1). Sademevee voolu merre ei tohi mõjutama suplusvee kvaliteedile. Sademevee suunamine pinnasesse veekogude sanitaarkaitsealadel ja hooldusaladel on keelatud. Nõuded sademevee suublasse juhtimiseks on samasugused heitveega.

1.4 Suplusvee kvaliteedi nõuetest

1.4.1 Terminid

Supluskoht – suplemiseks mõeldud veekogu või veeala osa ning veealaga külgnev maa-ala, mis on tähistatud üldsusele arusaadavalt (Nõuded suplusveele ja supelrannale 2019, § 2).

Ametlik supluskoht – Terviseameti taotlusega registreeritud supluskoht, kus kontrollitakse vee kvaliteedi (Suplusvee ohutus).

Mitteametlik supluskoht – mitte Terviseameti registris asuv veekogu ja piirnev maismaa osa, mida inimesed kasutavad suplemiseks omal vastutusel (Suplusvee ohutus).

Suplusvesi – osa veest on mõeldud ujumiseks ja tähistatud poidega (Nõuded suplusveele ja supelrannale 2019, § 2).

Reostus – osakeste, mikroorganismide, ainete ja muude näitajate esinemine vees (Nõuded suplusveele ja supelrannale 2019, § 2).

Lühiajaline reostus – mikrobioloogiline reostus, mis on põhjustatud teatud allikaga, mis enamasti ei mõjuta vee seisundit kauem kui 72 tundi (Nõuded suplusveele ja supelrannale 2019, § 2).

Suplusvee profiil – suplusvee ja supluskoha andmete kogu (Nõuded suplusveele ja supelrannale 2019, § 2).

Kvantiil – juhusliku suuruse jaotusfunktsiooni pöördfunktsiooni väärtus fikseeritud kohal. (EKI 2019).

Kvartiil - üks kolmest punktist, mis jaotavad variatsioonrea neljaks võrdseks osaks (alumine kvartiil, mediaan ja ülemine kvartiil) (EKI 2019).

1.4.2 Nõuded suplusvee kvaliteedile

Suplusvee kvaliteedi põhjal hindab ja määrab Terviseamet supluskohta kvaliteedi „väga heaks“, „heaks“, „piisavaks“ või „halvaks“ (vt Lisa 2). Supluskoht võib olla ajutiselt mitte kättesaadav ja märgatud „halvaks“. Sellisel juhul peab supluskohta omanik põhjustada Terviseametile, miks supluskohtal pole võimalik saavutada „piisavat“ staatust. Kui supluskohta staatus on „halb“, peab supluskohta omanik või valdaja järgmisele hooajale rakendama kvaliteedijuhtimismeetmeid, et selgeks tegema reostuse põhjustajad ja põhjused, ning vähendada või vältida reostust. Supluskohta viie järjestikuse aasta jooksul säiliv „halb“ kvaliteet annab Terviseametile õigust suplemist alaliselt keelata. Alaline supluskeeld võib olla määratud varem, kui reostuse vältimise meetodeid nõuavad suuri kulusid. Kui supluskohtas on tähtajatu suplemiskeeld, peab omanik panema külastajaid teavitava märgi, et koht ei ole enam üldtunnustatud supluskoht. Terviseamet paneb täpsem informatsioon oma veebilehel. Erakorralisel juhul, mis võib tagada veele halba mõju, on valdaja kohustatud võtma vee kvaliteedi juhtimiseks vastu vajalikud meetmed, teavitama Terviseametit ja avalikkust, kui on vajalik, kehtestama suplemiskeelu. Avalikud supluskohad on need, mis vastavad Sotsiaalministri 3. oktoobri 2019. a määruse nr 63 „Nõuded suplusveele ja supelrannale“ nõuetele (Sotsiaalministri määrus 2019).

1.5 Veeproovide võtu asukoha valikust ja proovivõttust

1.5.1 Terminid

Punktproov – ühekordselt võetud proov, mille põhjal teostatakse analüüs (Proovivõtt reo- ja heitveest, sademeveest ning saastunud pinnasest 2005).

Valikproov - proovi võetakse teatud aja jooksul ja võetud proovi kogus sõltub vooluhulgast (Proovivõtt reo- ja heitveest, sademeveest ning saastunud pinnasest 2005).

Pidevproov – proovi võetakse proportsionaalselt vooluhulgaga või kindlatel voolukiirustel (Proovivõtt reo- ja heitveest, sademeveest ning saastunud pinnasest 2005).

Sariproov - proovide kogum, mis võetakse kindlast kohast erinevatest sügavustest (vertikaalprofiil) või kindlast sügavusest erinevatest kohtadest (horisontaalprofiil) (Proovivõtt reo- ja heitveest, sademeveest ning saastunud pinnasest 2005).

Keskmiostatud proov - kahe või enama punkt-, valik-, pidev- või sariproovi segu kindlates proportsioonides. Meetodi kasutatakse juhul, kui on vaja saada keskmist väärtust. Keskmiostatud proove võetakse:

- 1) Mitu korda sama ajalise vahega ja segatakse;
- 2) Võrdse mahuga proportsionaalselt vooluhulgaga (Proovivõtumeetodid 2019, §6).

Indikaatoraine - eriliste omadustega aine, mis iseenda muutumise, hrl lahuse värvuse muutuse kaudu teeb nähtavaks uuritava süsteemi (nt teise aine, keskkonna) teatud keemilise omaduse või selle muutuse (EKI 2021).

1.5.2 Merevee proovivõtust

Mereveeproovi võtmisel kasutatakse kas punktproovi või keskmistatud proovi. Proovi tuleb võtta tavapära tingimustes (nt ilmastik, jõgede vooluhulk). Proovivõttu korra jooksul vajalik maksimaalselt kiiresti võtta proovi igast kohtadest. Ujuvalus peab olema vees vastu tuult ja väikese nurga all. Keskendudes ujuvalusele, proovi võetakse ujuvalusi tuulepealsest küljest. Lisaks mõõdetakse merevee tihedust ja soolsust. Kui proovi võetakse avamerel, seal juhul tuleb arvestada võimalikku veekvaliteedinäitajate muutlikkust hoovuste ja frontide piirikihtides. Rannikupiirkondades kuni 3 meremiili kaugusel tuleb arvestada jõgede ja muude sissevoolude segunemise iseärasusi (Proovivõtumeetodid 2019, 4 peatükk).

1.5.3 Pinnaveekogude proovivõtust

Pinnaveeproovi võtmisel kasutatakse punkt-, sari- või keskmistatud proovi meetodeid. Proovi võetakse jõe sirgel alal võimalikult jõe keskel. Tähtis, et vee proovivõttu lõigul oleks liikuv. Suubla seisundi tuvastamisel valitakse koht, kus heitvee ja pinnavee täielikult segatakse. Veereostuse korral mõõdetakse reostuskoha levikut ja võetakse pinnaveest sariproove reostuse erinevatest kohtadest ja sügavustest. Kihistumata veekogudest võetakse punktproovi otse proovipudelis. Proov võetakse 20–30 cm sügavuselt nii, et proovipudeli suu suunatakse paadist vastassuunas. Vee kihistumise korral tuleb teha sariproovi, horisontaal- või vertikaalprofiil sõltuvalt reostusest. (Proovivõtumeetodid 2019, 5 peatükk).

1.5.4 Suplusvee proovivõtust

Supluskoha omanik või valdaja teostab vee kvaliteedi kontrolli vastavalt seirekalendrile või hiljemalt neli päeva pärast määratud kuupäeva. Seirekalendris ei pane proove, mis oli võetud lühiajalise reostuse ajal, kui nende asemel tuleb võtta uued proovid. Proovid analüüsitakse akrediteeritud laboris. Suplusvee seire sisaldab ka visuaalse kontrolli. Kui selline reostus leitakse, omanik kasutab vajalikud kvaliteedijuhtimismeetmed ning vajadusel teavitab üldsust. Omanik edastab kõik tulemused Terviseametile. Pärast suplushooaja lõppu Terviseamet koostab hooaja

kokkuvõtte, mis sisaldab kõige proovide tulemused, ning kolme eelmise suplushooaja kokkuvõtte. Suplusvee kvaliteedi hindamisperioodi ei saa muuta sagedamini kui üks kord viie aasta jooksul. Supluskoha vee hindamiseks koostatakse seireandmete kogum, milles on vähemalt 16 suplusveeproove (soolestiku enterokokid ja *E. coli* bakterid) võetud viimaste neljate aastadel. Proovide väärtustest arvutatakse valemiga protsentiilid (vt Lisa 2). Igale supluskohale teostatakse neli protsentiili: 90-protsentiil nii *E. coli* kui soole enterokokkide jaoks ning 95-protsentiil samuti nii *E. coli* kui soole enterokokkide jaoks. Protsentiilide põhjal määratakse kindlaks suplusvee klass. Arvesse tuleb võtta, kas supluskoht on kinnine või asub mere ääres, sellepärast piirmäärad erinevad siseveekogude ja mereäärsete supluskohtade veekvaliteedi klassidele. Mereäärsetele ujumiskohtadele on kehtestatud rangemad piirnormid (Nõuded suplusveele ja supelrannale 2019).

1.6 Tallinna reidi kui veekogu ja selle veekogumi kvaliteet

Tallinna reidil on suurim biogeenne koormus Harju piirkonna mereosas. Toitainete sisaldust mõjutab tugevalt Tallinna linn ja intensiivne laevaliiklus. Mere elustikku ja vee kvaliteeti reidis on jälgitud alates 1993. aastast. Tallinna reidi vee seisund on keskkonnaseire andmetel kesine.

Tallinna reidi alal asuvad Pikakari ja Pirita suplusrannad, kust võetakse veeproove.

Pikakari rannal proovi võetakse ranna keskel (N-59.47373, E-24.72478). Pikakari suplusvee kvaliteet hinnatud „väga heaks“. Vee kvaliteedi kontrollitakse regulaarselt kogu hooaja vältel. Proovidest uuritakse soole enterokokkide ja *Escherichia coli* (kolibakter) sisaldust. Pikaajalist mikrobioloogilist ja muud reostust Pikakari rannas varasematel aastatel esinenud ei ole.

Pirita rannal proovi võetakse ranna keskel (N-59,47651, E-24,83214). Veeproove võetakse vähemalt iga kahe nädala tagant. Viimastel aastatel Pirita ranna vee kvaliteet oli hinnatud „väga heaks“.

1.7 Paljassaare lahe kui veekogu ja selle veekogumi kvaliteet

Paljassaare poolsaarel asub reoveepuhastusjaam, mis võtab vastu linna reo- ja sademevee, puhastab seda mehhaaniliselt, keemiliselt ja bioloogiliselt. Pärast puhastamist vee suunatakse torustiku kaudu Paljassaare ja Naissaare vahele. Andmeid vee kvaliteedi kohta on piiratud liigipääsuga.

1.8 Kopli lahe kui veekogu ja selle veekogumi kvaliteet

Kopli lahe piirkond on praegu linnaehituslikult arenev. Stroomi ranna lähedal suubub Kopli lahte Mustjõe oja, mille kaudu juhitakse Mustamäe, Järve ja Lilleküla piirkondade sademeveed. Kopli lahe proove võetakse Stroomi ranna keskel (N-59.44257, E-24.68293). Terviseameti poolt koostatud erinevate aastate suplusprofili järgi vee kvaliteet on ebastabiilne. Suplusvee kvaliteet lühiajaliselt ei vastanud kehtestatud nõuetele. Ameti hinnangutel kvaliteedi ebastabiilsuse põhjustajad on Mustjõe oja ja Rocca al Mare sademevee väljalask, ning väiksemad sademevee sissevoolud merre. Reostuse tasakaalu täpsustamiseks tehakse sademevee sissevoolude mikrobioloogiline seire. Veeproove võetakse kokku 16 sademevee väljalaskes, kust on teoreetiliselt võimalik fekaalide sissevool, iganädalaselt suplusperioodi alguseni (15.mai 2022). Suplushooaja jooksul jätkub proovivõtmine nii Stroomi rannas, kui ka Mustjõe ojas ja Rocca al Mare väljalasus.

1.9 Kakumäe lahe kui veekogu ja selle veekogumi kvaliteet

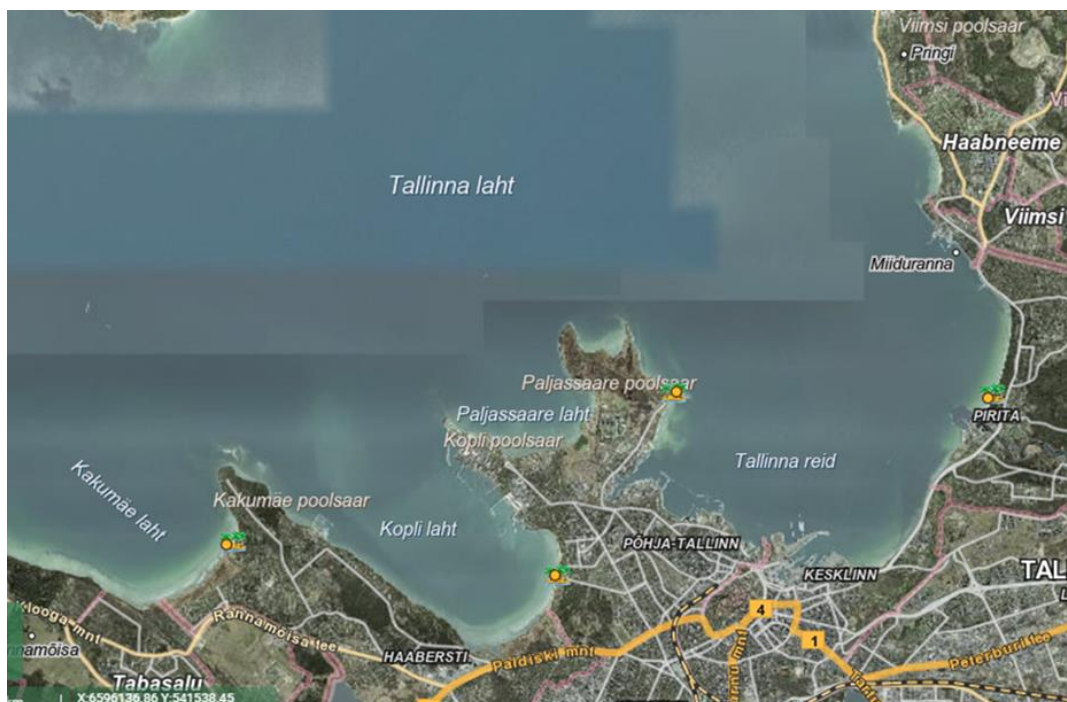
Kakumäe lahe proove võetakse Kakumäe supelranna keskel (N-59,44984; E-24,57155). Supelranna vee kvaliteet on „väga hea“. Kuni aasta 2007 võeti proove iga kahe nädala tagant. Alates 2008. aastast, kuna vee kvaliteet parenes, teostatakse proove vähemalt kord kuus. Kakumäe lahe vee kvaliteedi võivad mõjutada peamiselt inimtegevused, pinna- ja sademevee. Kakumäe supelranna piiril suubub merre Tiskre oja, mis võttab suure osa veet Harku järvest. See on aga potentsiaalne oht, kuna vee kvaliteet jäätab „väga heaks“ 15 aastat.

1.10 Tallinna lahe supluskohad

Tallinna ja Kakumäe linnajoone piires asuvad supluskohad:

- Pirita rand koos rannametsa ja rannapromenaadiga on oluline puhke- ja suplemisala. Liivaranna pikkus on vähemalt 2,45 km. Ujumiseks kasutatav veekoguosa on määratud poidega.
- Pikakari rand pikkusega 250 m, kus ühe korraga mahub kuni 1000 inimest. Suplemiseks veekoguosa on tähistatud poidega.
- Stroomi rand koos rannapargiga on oluline suplemis- ja spordiala. Ranna pikkus on 1,45 km. Ujumiseks määratud ala on piiratud poidega.

- Kakumäe rand on ametlik rand, kus soojade ilmade korral mahub korraga 3000-4000 inimest. Suplusranna joone pikkus on umbes 500 m.
- Inglirand – mitteametlik supluskoht Reidi teel, kus veeseire ei toimu regulaarselt. Rannas puuduvad päästjad. Supluskoha silmapaistval kohal asub silt, mis informeerib inimest sellest, et suplemine toimub omal vastutusel. Vee kvaliteet ei vasta Terviseameti nõuetele.
- Paljassaare poolsaarel Pikakari rannast edasi asuvast metsikust rannast on aastate jooksul kujunenud mitteametlik rand. Rand asub Paljassaare hoiualal.



Joonis 4. Tallinna lahes asuvad ametlikud supluskohad.

Allikas: X-GIS Maainfo kaardirakendus

1.11 Tallinna lahe sissevoolud

1.11.1 Tallinna reidi sissevoolud

Tallinna reidi akvatooriumi suubuvad:

- Laevastiku tn sademevee väljalask;
- Tallinna RPJ ülevool;
- Veeteede Ameti sademevee väljalasud;
- Noblessneri sademevee väljalasud;
- Salme tn sademevee väljalasud;
- Meremuuseumi sademevee väljalask;

- Vesilennuki sademevee väljalask;
- Kalaranna heitvee avariiväljalask;
- Kalaranna sademevee väljalask;
- Härjapea sademevee väljalask;
- Vanasadama sademevee väljalask;
- Tivoli ja Pikaliiva väljalasud;
- Russalka väljalask - kogutakse drenaaži- ning sademeveed Tartu mantee piirkonnast ja Sõjamäe tööstusrajoonist. Kollektorisse juhitakse ka Ülemiste järve ülevool. Vesi suunatakse Tallinna lahte Russalka monumendi lähedusel. Valgala suurus on 734 ha;
- Lasnamäe tunnelkollektori väljalask -merre juhitakse suurem osa Lasnamäe sademeveest. Kollektorite (3 tk) suudmed asuvad Lauluväljaku lähedal mere ääres, paarkümmend meetrit kaldast eemal. Valgala suurus 961 ha;
- Pirita sademevee väljalasud - kollektorist satub merre drenaaži- ja sademevett Kloostrimetsa, Iru, Kose, Maarjamäe ja Läänemere aladelt, samuti Varsallika oja. Kollektor asub Pirita ja Saare teede ristumiku lähedal;
- Pirita jõgi – Pirita jõe suubuvad kokku 14 väljalasku, mille hulgas on sademe- ja drenaaži-, heit-, jahutus- ja karjäärivesi allikad;
- Tallinna Olümpiaspordikeskuse sademevee väljalasud;
- Olümpiaspordikeskuse sadama sademevee väljalask;
- Teesuuoja väljalask;
- Mähe oja väljalask – suublasse juhitakse Kaasiku kvartalist, Mähe aedlinna ja Mähe oja vett. Lisaks drenaaživeele juhitakse sublasse veel sademe- ja kuivendusvett ning osaliselt ka olmereovett. Valgala on 266 ha. Suurem osa valg alast on looduslikus seisundis;
- Merivälja heitvee avariiväljalasud;
- Viimsi tn väljalask;
- Võra ja Tuule tn väljalasud;
- Vaate ja Lääne tn väljalasud.

1.11.2 Paljassaare lahe sissevoolud

Paljassaare lahte suubuvad:

- Dekoil Kopli terminal sademevee väljalask;
- Liinivahe tn sademevee väljalask;
- AS MSI grupp sademevee väljalask.

1.11.3 Kopli lahe sissevoolud

Kopli lahte sissevoolud:

- Kakumäe väljalask - kinnistutele on välja ehitatud torustikud, mis juhivad sademevee kraavide kaudu Kakumäe lahte. Valgala on 120 ha;
- Kakumäe sadama ja Nooda tee sademevee väljalasud;
- Rocca al Mare kuivenduskraavid;
- Rocca al Mare sademevee väljalask – suublasse juhatakse basseini vahetusveet, Väike-Õismäe, Rocca-al-Mare, Mustamäe ja ka Tallinna loomaia sademeveed. Valgala on u 816 ha;
- Veskimetsa tn sademevee väljalask.
- Mustjõe oja sademevee väljalask - kollektorite ja kuivenduskraavide kaudu kogutatakse Järvevana, Lilleküla, Mustamäe sademeveed. Valgala on u 1128 ha;
- Kopliranna tn sademevee väljalask
- Kopli väljalask

1.11.4 Kakumäe lahe sissevoolud

Kakumäe lahte suubuvad:

- Apametsa peakraav
- Tiskre oja - liigne vesi, mis on kogunenud Pikaliiva tänavatelt ja kruntidelt, juhatakse torustiku abil Harku järve, kust need oja kaudu jõuavad merre. Valgala on 400 ha;
- Kakumäe väljalask

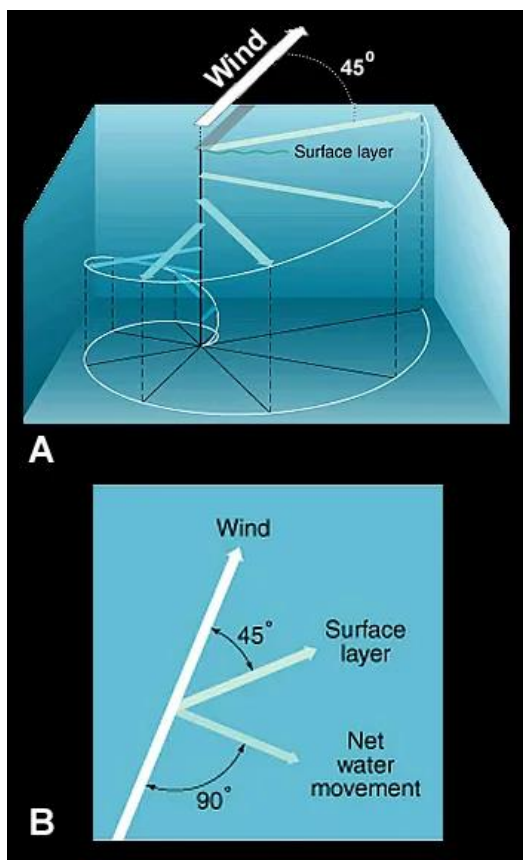
1.12 Uhkvoolu tekkimine ja mõju veekvaliteedile

Maailmaookeani hoovused jagunevad eri kategooriatesse. Ühes kategoorias on sellised mõisted nagu *upwelling* ja *downwelling*. *Upwelling*ut iseloomustab suure hulga vee tõus ookeani põhjast. Selline nähtus esineb sageli rannajoonel tuule abil. Ookeani sügavad veed sisaldavad rikkalikult orgaanilisi aineid, näiteks lämmastikku ja fosforit. Süvavete tõstmine soodustab veepinnal sisalduvate organismide elu. *Upwelling*u vastupidine nähtus on *downwelling*. Põhjapoolkeral puhub tuul põhja suunas, mis Coriolise jõu mõjul kaldub paremale ehk kalda poole. Selle tulemusena kogunevad pinnaveed kalda äärde ja vajuvad sügavale. Pinnaveed koos happnikuga satuvad ookeani madalamatesse kihtidesse.

1.13 Ekmani transport

Kui tuul puhub üle ookeani, liigutab see vett hõõrdumise tõttu ookeani pinnal. Kuna Maa pöörleb, liigub pinnavesi põhjapoolkeral tuule suunast paremale ja lõunapoolkeral tuule suunast vasakule Coriolise efekti tõttu.

Liikuva vee kiirus ja suund muutub sügavusega. Ookeanivesi pinnal liigub tuule suhtes nurga all ja pinnavee all olev vesi pöörduv natuke rohkem ja all olev vesi muutub veelgi. See muudab liikuva vee spiraali 100 kuni 150 meetrit (330 kuni 500 jalga) sügavaks, mida nimetatakse Ekmani spiraaliks. Kogu selle pöördevee keskmine suund on umbes täisnurk tuule suunast. See keskmine on Ekmani transport.



Joonis 5. Ekmani spiraal

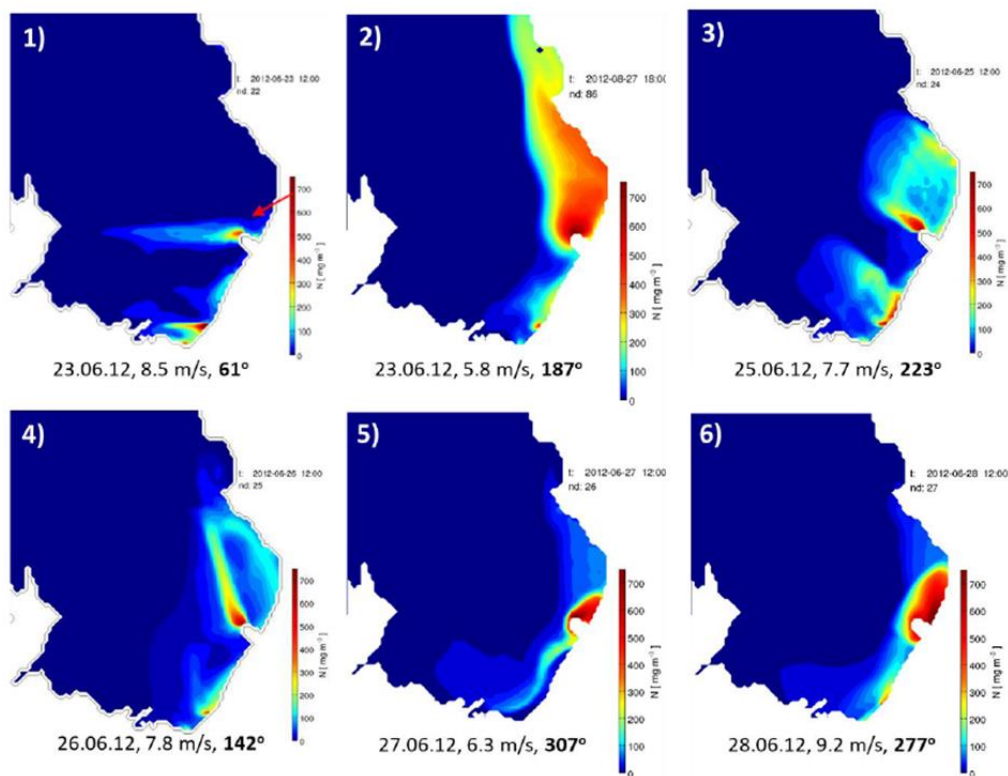
Allikas: University Corporation for Atmospheric Research (2008)

Ekmani spiraal (A) on pöörlev veesammas, mis tekib siis, kui vesi liigub Coriolise efekti tõttu tuule suuna suhtes nurga all. Pöörleva vee (B) netomõju on liikumine tuule suuna suhtes täisnurga all. Ülaltoodud näide on põhjapoolkera kohta.

1.14 Hoovused Tallinna lahes

Hoovused Tallinna reidil

Tallinna laht on vaba vee läbivooluga laht. Tavapäraselt puhuvad mõõdukad tuuled (<10 m/s), mis jääb hoovuse kiirus alla 10 cm/s. Hoovuste skeeme tõsiselt mõjutavad Soome lahe üldised tsirkulatsioonid ja tuuled. Suvel hoovuse struktuur on mitmekihiline, kuna toimub tugev vertikaalne kihistumine. Soome lahe tsirkulatsiooni tõttu voolumine Tallinna lahes toimub kellaosuti suunalise liikumisel. Sissevool Tallinna lahe toimub Naissaare ja Aegna saare vahelt ning Naissaare ja mandri vahelt voolab Tallinna lahest vesi välja. Tallina lahe lõunaosas on lokaalne hoovuste skeem ning hoovuste kiirused on selles piirkonnas väikesed (Künnis-Beres, K. jt (2022)).



Joonis 6. Pirita jõe vee ja sademeveega lahte kantavate toitainete voogude levik Tallinna lahel. Simulatsioonid erinevatel reaalsetel tingimustel (tuule suunad, kiirused).

Allikas: Künnis-Beres, K. jt (2022)

Paljassaare lahe hoovused

Paljassaare lahe rannaprotsesse mõjutavad peamiselt hoovused, tuuled, lainetus ja jää. Hoovused Paljassaare rannikul järgnevad kaldajoonel. Sõltuvalt tulerežiimist hoovuste kiirused võivad olla vahemikus 5-30 cm/s. Kuna tavaliselt Tallinna piirides domineerivad loode- ja kagutuuled, hoovus

kas tuleb kaldale või liigub kalda ühest poolest teisele. Sund võib olla aeg ajalt ebastabiilne hoovuste ja tuulte kiiruste tõttu.

Kopli lahe hoovused

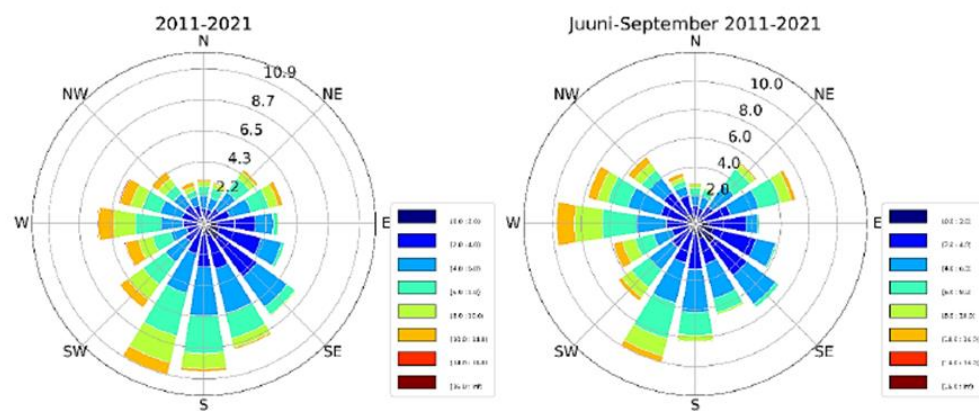
Kopli lahes nagu kõigis teistes lahtedes Tallinna piirides hoovused on suunatud piki randa. Hoovus on spiraalikujuline ja levib sõltuvalt tuule suunast kogu rannikul läänest itta või vastupidi.

Hoovused Kakumäe lahes

Hoovusteskeem Kakumäe lahes on tavaliselt samasugune Tallinna Lahe skeemiga. Suurimad hoovused esinevad Kakumäe nina juures, ulatudes kuni 50 cm/s. Loodetuuled võivad põhjustada kergemate mereliste setete teket Tabasalu rannikujoonel.

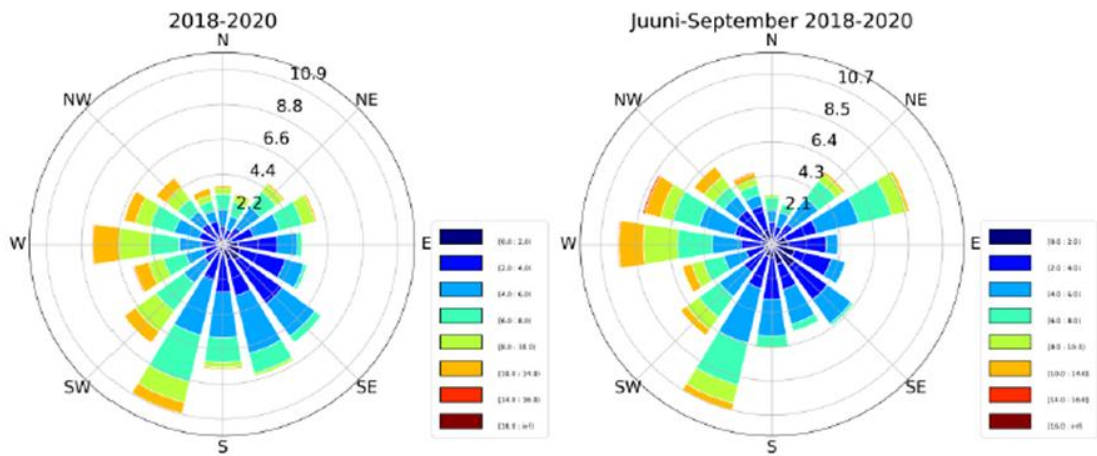
1.15 Tuulte suundade mõju Tallinna lahe veetasemetele

Uuritavas piirkonnas domineerivad peamiselt tihedad lõuna- ja läänetuuled ning nõrgemad kagu- ja idatuuled (joonis 7). Kogu mõõtmisperioodi 2011-2021 jooksul põhjatuule sagedus esinemisele oli väike. Tugevamad tuuled tulevad suveperioodil peamiselt läänekaarest (NW kuni SSW) ja kirde suunas, kõrgemal on ka nõrgemad kagutuuled. Suuri erinevusi kiiruse absoluutväärtuses ei toimu kogu perioodi või ainult suveperioodi vahel: tugevamad tuuled jäävad vahemikku 10–14 m/s ning nii tugevad tuuled esinevad ka suvel enamikus vaadeldud sektorites (Künnis-Beres, K. jt (2022)).



Joonis 7. Tuulteroos (vasak) kogu perioodi ning (parem) suvise perioodi vältel 2011-2021 teostatud mõõtmistest. Allikas: Künnis-Beres, K. jt (2022)

Tuulteroosid modelleerimisperioodil (joonis 8) oluliselt pikemaajalistest jaotustest ei erine. Tuule suund kogu perioodil on tavaliselt edela- ja läänesuunas, vähem esineb lõunatuul (Künnis-Beres, K. jt (2022)).



Joonis 8. Tuulteroos (vasak) kogu modelleerimisperioodi ning (parem) suvise modelleerimisperioodi vältel mõõtmistest.

Allikas: Künnis-Beres, K. jt (2022)

2 Metodoloogiline osa

2.1 Uuringu eesmärgi püstitamine

Esmalt töö kirjutamisel valiti aktuaalse uurimustöö teemat. Järgmiseks sammuks olid uurimisprobleemi kujunemine, uurimiseesmärgi selgitamine, usaldusväärsete infoallikate otsimine, informatsiooni töötlemine ja refereerimine.

Antud uurimistöös on uurimisprobleemiks on merevee mikrobioloogiline reostus Tallinna ja Kakumäe lahtedes. Uurimistöö ülesanneteks olid uurimisobjektiga seotud terminite ja teemade põhjalik uurimine, Tallinna ja Kakumäe lahtede uuring, reostusallikate leidmine, reostusallikatest proovide võtmisel ja avalikes supluskohtades proovide võtmisel saadud andmete töötlemine, erinevate ekspertide arvamustest saadud teabe selgitamine ja analüüsitud andmete põhjal järelduste tegemine.

Informatsiooni töötlemisel uuris autor välja, et reostuse allikaid on mitu, aga suurem reostus tuleb Tallinna linna heitvee väljalaskudest. Probleemi lahendamiseks on vajalik pöörata rohkem tähelepanu vee puhastamisele professionaalsetes ettevõtetes, rakendada tõhusaid meetmeid reostuslekete likvideerimiseks. Samuti arvab autor üheks olulisemaks möödalaskmiseks progressiivse vee mikrobioloogilisest reostusest puhastamisel seadme võimatust ning mikrobioloogiliste näitajate piirangute puudumine seadusandluses.

Kõikidele kirjandusallikatele mida töös kasutati, on viidatud vastavalt Tallinna Tehnikaülikooli Eesti Mereakadeemia juhendis olevatele nõuetele. Uurimistöös kasutatud kirjandus on välja toodud viidatud allikates.

Uurimustöö on koostatud eetikanõuete kohaselt ning selle täitmiseks kasutati tõenduspõhiseid kirjandusallikaid, välditi ebaausust ja plagieerimist. Lõputöö koostamisel ja vormistamisel lähtus autor Tallinna Tehnikaülikooli Eesti Mereakadeemia 2017. aasta lõputööde koostamise ja vormindamise juhendist.

2.2 Uurimismetoodika

Uurimistöös autor kasutas erinevaid metoodikaid: ekspertarvamused, uuringute ja teadusartiklite ning asjasse puutuva olemasoleva informatsiooni autoripoolne analüüs. Töö kirjutamisel koguti teavet uuritava objekti ja objekti mõjutavate tegurite kohta. Uuriti Eesti seadusandlust uuritavas

valdkonnas. Analüüsi uurimistulemusi ja teaduslikke allikaid. Samuti koguti ja analüüsi teemaga kursis olevate inimeste arvamusi.

Lõputöö kirjutamisel analüüsi Terviseametiga tehtud veeproovid erinevate proovivõtu kohtadest, Tallinna Vesi AS aastade kokkuvõttes, et tähistada probleemi tõsidust. Kogutud materjalidest hakkas autor välja arvutama vajalikke andmeid. Exceli programmi abil saadi täpsemateks ja tõhusamateks andmearvutusteks tulemused, mis põhinevad töös esitatud järeldustel ja graafikutel. Suplusvee reostuskoguse tabelid koostati kõigi suplushooajal võetud proovide keskmise väärtuse põhjal (umbes 16 proovi igast supluskohast). Samuti arvestati tulemuste koostamisel Eesti seadusandluse paragrahvide järgi mikrobioloogiliste näitajate sisalduse normidega.

Oli kogutud arvamused ekspertidest, et saada teavet, mis võiks viia probleemi lahendamiseks võimalikke lahendusi. Uuringute ajal kogus autor arvamusi veekaitse juhivspetsialistist (Silver Riige), keskkonnahoiu osakonna juhatajast (Arvo Käär), abilinnapeast (Vladimir Svet) ja linnaosade vanematest.

Uurimise käigus kogutud andmete ja arvamuste põhjal on suudetud mõista probleemi ulatust ja kuritahtlikkust, mõjust ja lahendusest.

3 Tallinna lahe vee kvaliteedi mikrobioloogilised näitajad ja nende mõju

3.1 Vee kvaliteedi sanitaarmikrobioloogilistest näitajatest

Vee reostumise tuvastamiseks inimese, loomade või lindude väljaheidetega on kasutusele võetud *nn* fekaalse reostuse indikaatorid – *Escherichia coli* (värskereostus) ja soole enterokokid (vana reostus). Mõlemad bakterirühmad esinevad nii inimeste, (imetajate) loomade kui ka lindude soolestikes. On kindlaks tehtud, et inimeste, loomade ja lindude soolestikku asustavad erinevad kolibakterite ja enterokokkide tüved. Geneetilise analüüsiga on võimalik tuvastada, milline organism on fekaalse reostuse tekitaja.

Enterokokid ja *E. coli* on tavaliselt ohutud. Nende bakterite hulgas võib esineda ka patogeenseid tüvesid, mis eritavad mürke ja põhjustavad neerupõletikke, verist kõhulahtisust, *etc.*

3.1.1 *E. coli* eluvõimelisusest väliskeskkonnas

Primaarne roll bakterite elus on temperatuuril. Optimaalne temperatuur *E.coli* bakterite paljunemiseks on vahemikus 37-49 °C. Madalatel temperatuuridel bakterite kasv ja paljunemine peatub.

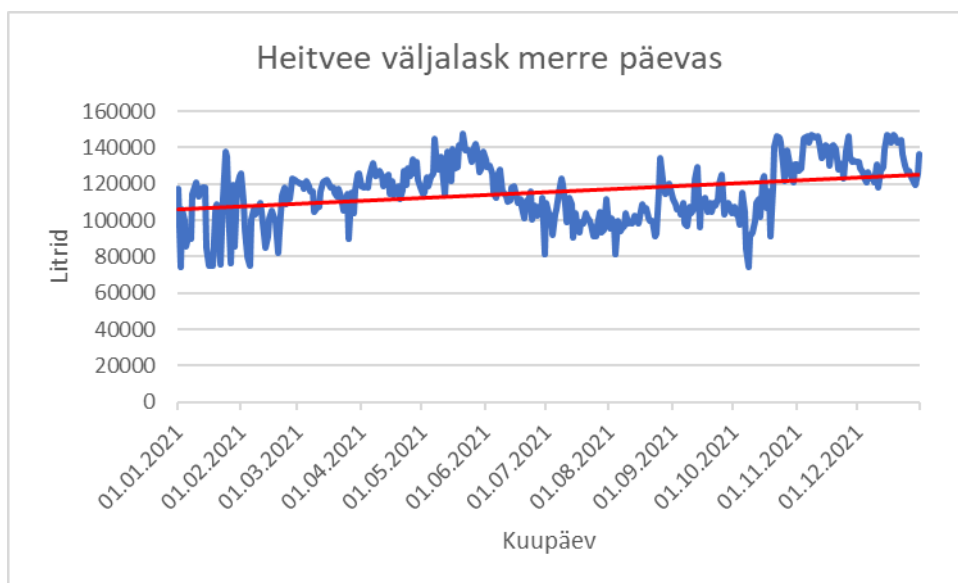
Temperatuuril 65 °C *E.coli* bakter hävib. Bakterite väliskeskkonnas ellu jäämiseks on vajalik toidu kättesaadavus. *E. coli* hävib veekeskkonnas kiiremini kui vees lahustunud orgaanika sisaldus on madal.

3.1.2 Enterokokide eluvõimelisus väliskeskkonnas

Soole enterokokkide esinemine viitab vanemale reostusele. Enterokokid on erinevates keskkonnatingimustes elujõulised. Enterokokid on resistentsed antibiootikumide suhtes, mis kokkupuutes teiste bakteritega võivad suurendada haigestumise riske elanikkonna riskirühmades.

3.2 Avamerele laskuva heitvee ja vees sisalduva ainete kohta

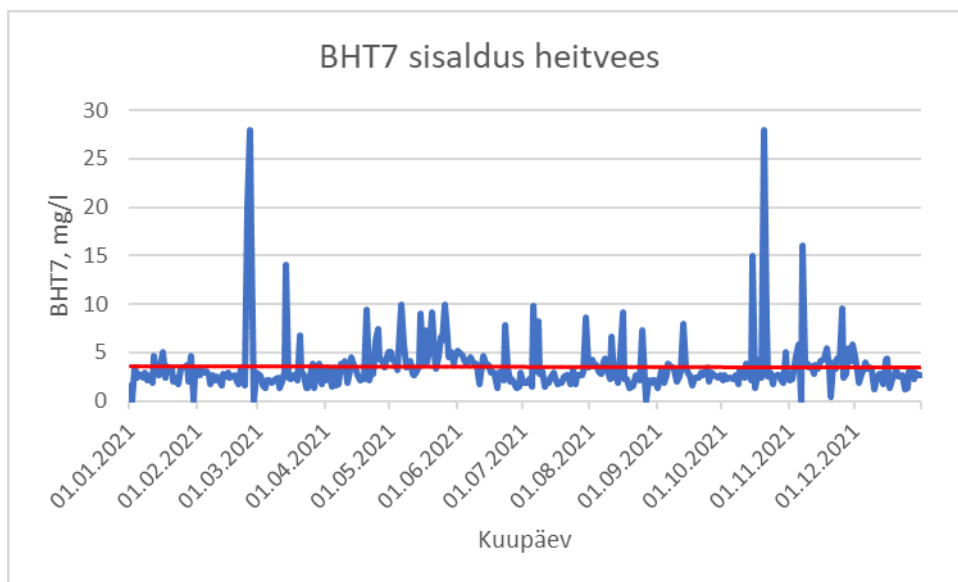
Igapäevaselt juhitakse merre tuhandeid litreid heit- ja sademeveet. Peamised väljalaskud Tallinnas asuvad Pirita jõel, Russalka monumendi lähedal ja Paljassaare poolsaarel.



Joonis 9. Heitvee väljalask merre päevas.

Graafikus on näidatud igapäevane väljalaskude koormus Tallinna linnas. Graafiku väärtuspiirid jäävad vahemikku 74-150 tuhat liitrit reovett päevas. Keskmine äravoolava vee kogus päevas algab 105st ja lõpeb 130 tuhande liitriga päevas.

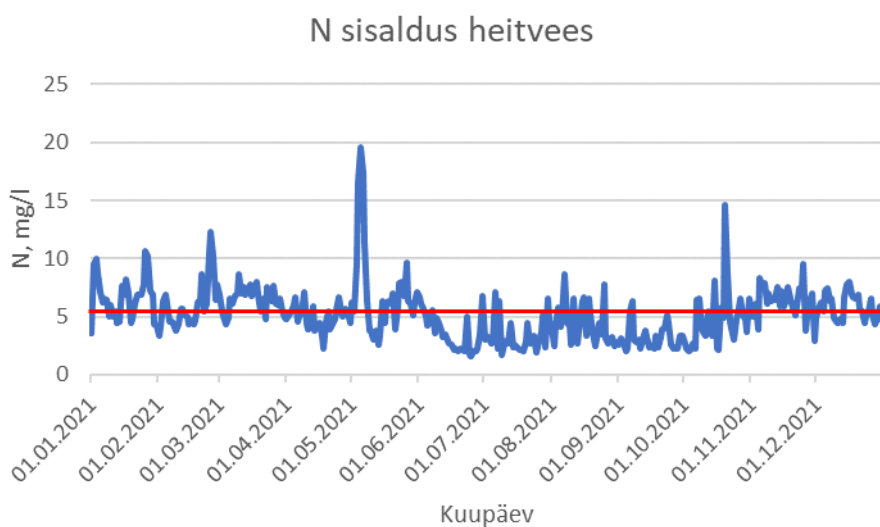
Heitvesi, mida juhitatakse sublasse, sisaldab erinevaid orgaanilisi näitajaid, nagu biokeemiline hapnikutarve, lämmastik ja fosfor.



Joonis 10. BHT7 sisaldus heitvees.

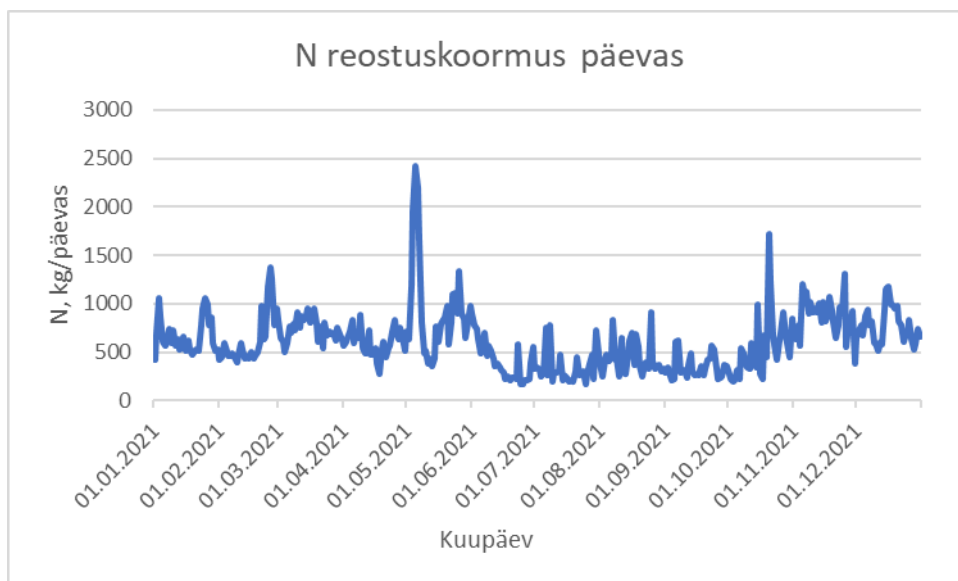
BHT7 või biokeemiline hapnikutarve on näitaja, mis iseloomustab vajalikku mikrobidelle hapniku sisaldust orgaaniliste ainete lagundamiseks 7 päeva jooksul. Veekogu peamised hapnikuallikad on õhust tulenev hapnik, sademevesi, veetaimede bioloogiline aktiivsus. Samuti tasub mainida, et sageli on heitveel piisavalt kõrge hapniku sisaldust, kuna inimese poolt kasutatavad

puhastusjaamas oksügenatsiooniprotsessid on väga efektiivsed. Seega on veekogu üheks hapnikuallikaks puhastatud ja ettevalmistatud reovesi. Hapniku kontsentratsiooni vähenemine veekogus võib viidata selle saastumisele orgaaniliste lisanditega. Hapniku vähenemine toob kaasa ka negatiivseid tagajärgi. Nende hulka kuuluvad: eutrofeerumine (anaeroobsed bakterid, fotosünteesivad bakterid ja vetikad), aeroobsete organismide väljasuremine (kalad, karbid, plankton jt). BHT7 näitaja piirnorm on 15 mg/l, samal ajal alumise piiriks on 4mg/l. Graafikus on nähtav igapäevane BHT7 sisaldus litris. Keskmine näitaja asub alumise piiril. Kuna mõnedel päevadel hapniku sisaldus kahekordselt ületab normi aga see ei mõjuta tõsiselt rannikuvetes toimuvaid protsesse. Üles toodud andmete põhjal on võimalik järeldada, et merevesi Tallinna ja Kakumäe lahtedes on orgaanilise ainerikas.



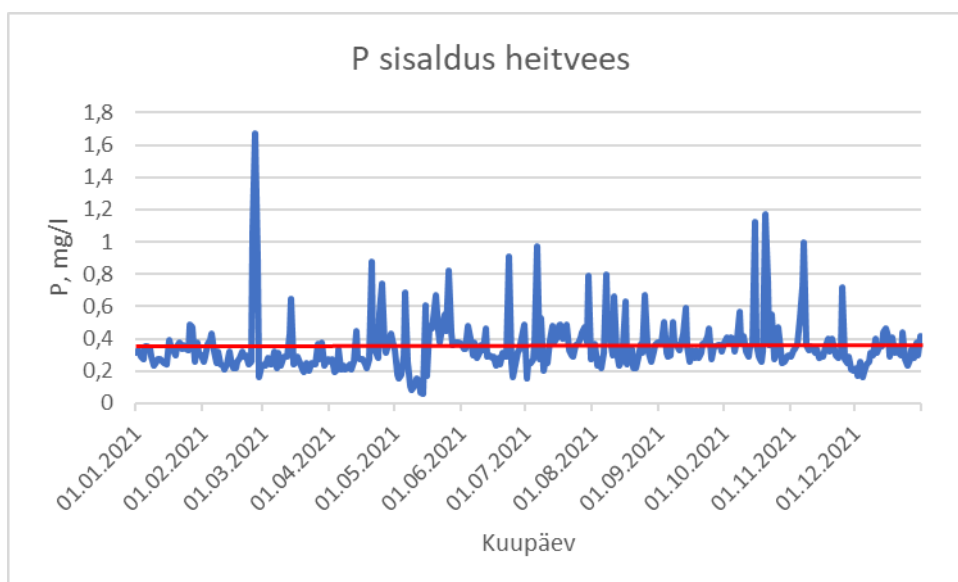
Joonis 11. Lämmastiku sisaldus heitvees.

Liigne lämmastik (N) imub vee ökosüsteemidesse. Lämmastik võib põhjustada mürgiste vetikate kiiret kasvu, mida tuntakse vetikate õitsemise nime all. See loodusnähtus kurnab vees olevat hapnikku ja tekitab rannikuäärseid surnud alasid, mis mõjutavad veelust elu. Lämmastiku sisalduse piirnorm on heitveele 15 mg/l. Tavaliselt ei ületa aastal 2021 lämmastik normi ja keskmine väärtus on 5,5 mg/l.



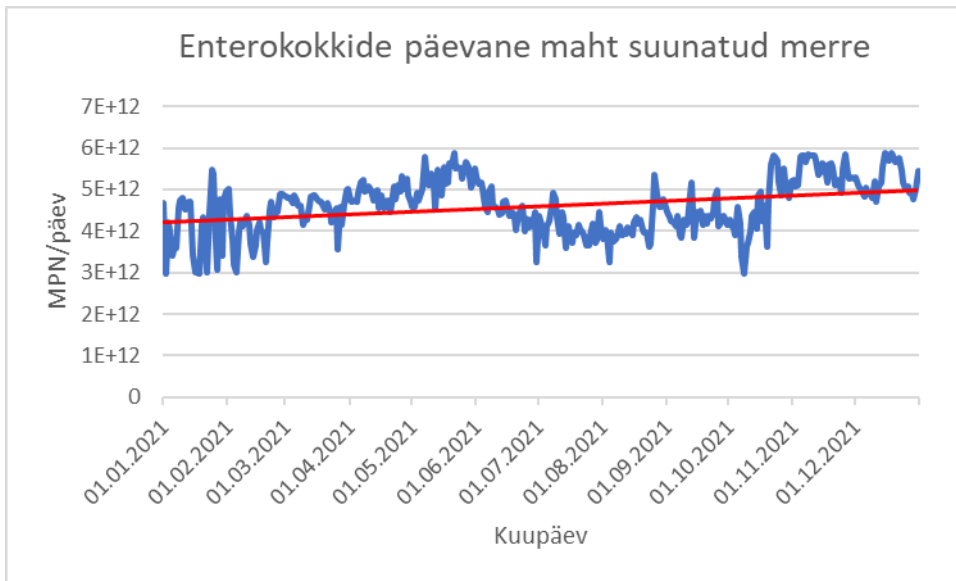
Joonis 12. Lämmastiku reostuskoormus päevas.

Päevas aga ulatub mahavisatud lämmastiku kogus kuni 2500 kg.



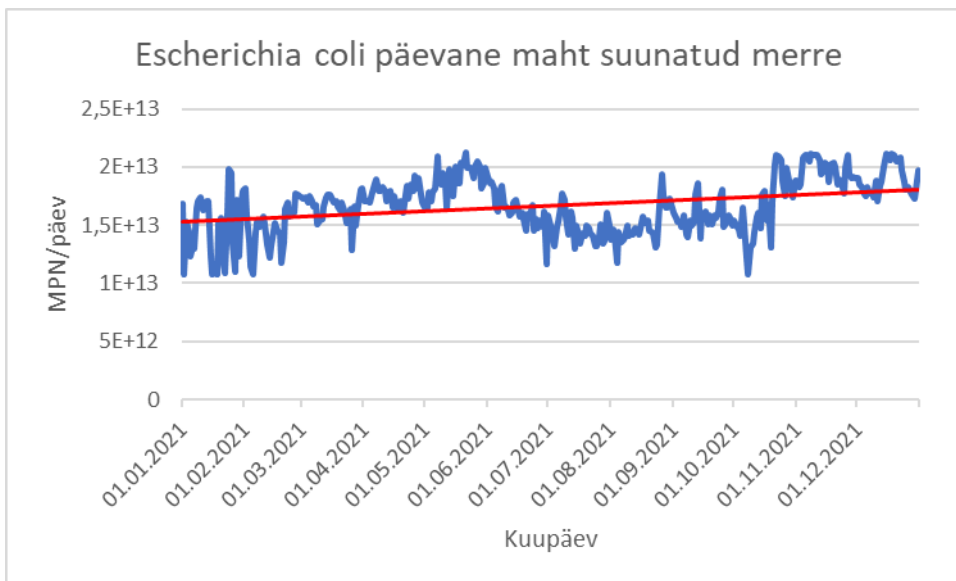
Joonis 13. Fosfori sisaldus heitvees.

Fosfor (P), nagu ka lämmastik, on biogeenne element, nii et selle esinemist veekogudes täheldatakse isegi siis, kui heitvett ei ole. See element leiab laialdast kasutust inimese poolt, nii et selle kontsentratsioon reovees on nii suur. Fosfor võib vees esineda lahustumatute ja lahustuvate ühenditena. Fosfori oluline omadus (eeldusel, et vees on piisavalt lämmastikku) on eutrofeerumine (vetikate kasvu stimuleerimine). Fosfori näitaja ei pea ületama 1,0 mg/l. On nähtav, et mõnikord fosfori sisaldus asub ülemise piiri ääres või ületab seda. Mais oli fosfori tase peaaegu üle piiri ja lämmastiku tase ületas samadel päevadel normi. See ületamine võis põhjustada vetikate teket.



Joonis 14. Enterokokkide päevane maht suunatud merre.

Kuna heitvees ei kontrolli mikrobioloogilise näitajate sisaldust üldse, kasutame näidiseks suplusvee kvaliteedi norme. Enterokokkide näitaja piirväärtuseks on 100 MPN/ 100 ml kohta. Sellest järeldub et näitajad ületavad normi märkimisväärselt palju kordi.

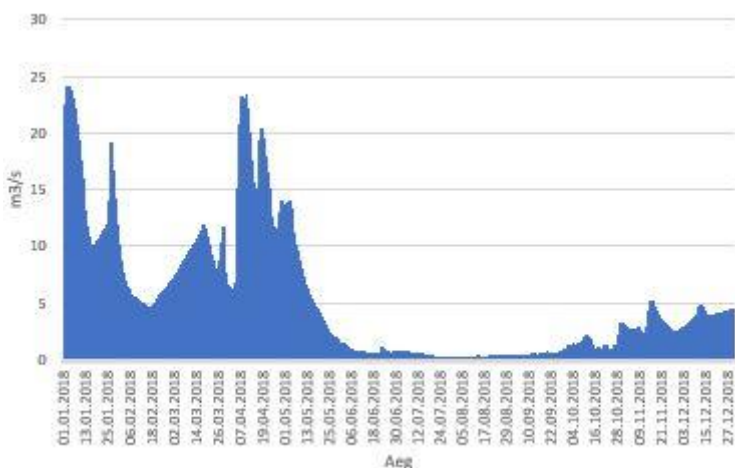


Joonis 15. Escherichia coli päevane maht suunatud merre.

Escherichia Coli võrdlemiseks võtame supluskooha piirväärtuse normid. *E.coli* kontrollväärtuseks on 1000 MPN/100 ml kohta. Nagu enterokokkide puhul, on ka selles olukorras lubatud väärtuse normi ületamine suur. Toodud andmetest nähtub, et Tallinna akvatoorium reostub fekaalbakteritega heitvee kaudu.

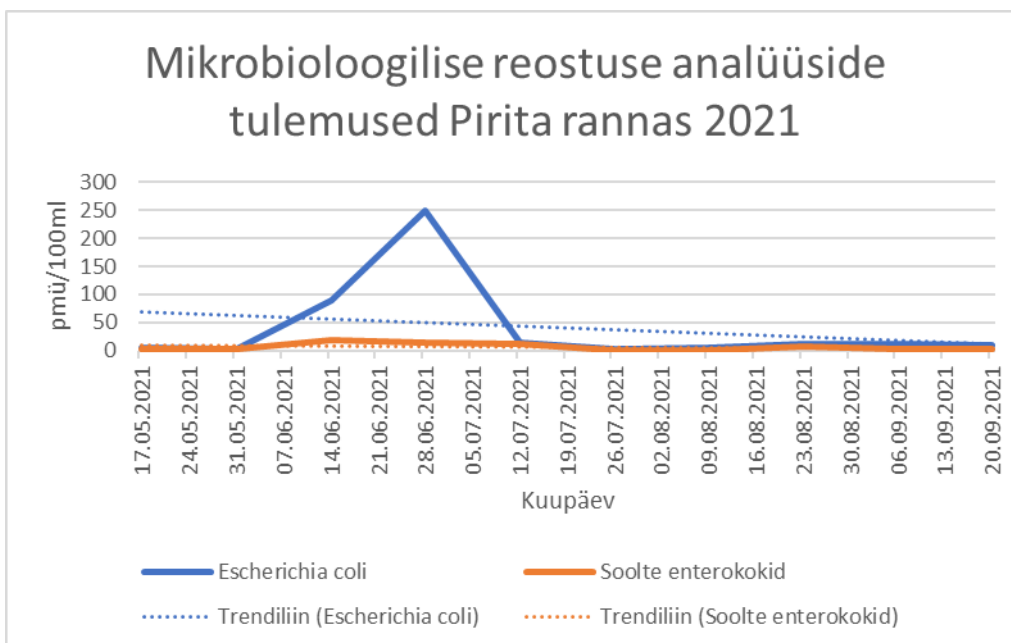
3.3 Tallinna Reidi vee kvaliteedist ja Pirita jõe vee mõjust

Pirita jõgi on Põhja-Eestis asuv jõgi, mille pikkus on 106,9 km. Suubub Pirital Tallinna lahte. Kogu jõe teekonnal, lähtest suudmeni, suubuvad 14 äravooluvee allikat. Nende hulgas on heit-, karjääri-, jahutus- ning sademe- ja drenaazivesi. Aastal 1922 veepudutuse leevendamisel Pirita jõe vesi oli võetud kasutusele Pirita-Ülemiste kanali. Oli tehtud kanali rekonstrueerimine ja Pirita jõe ääres rajatud hüdroosõlm.



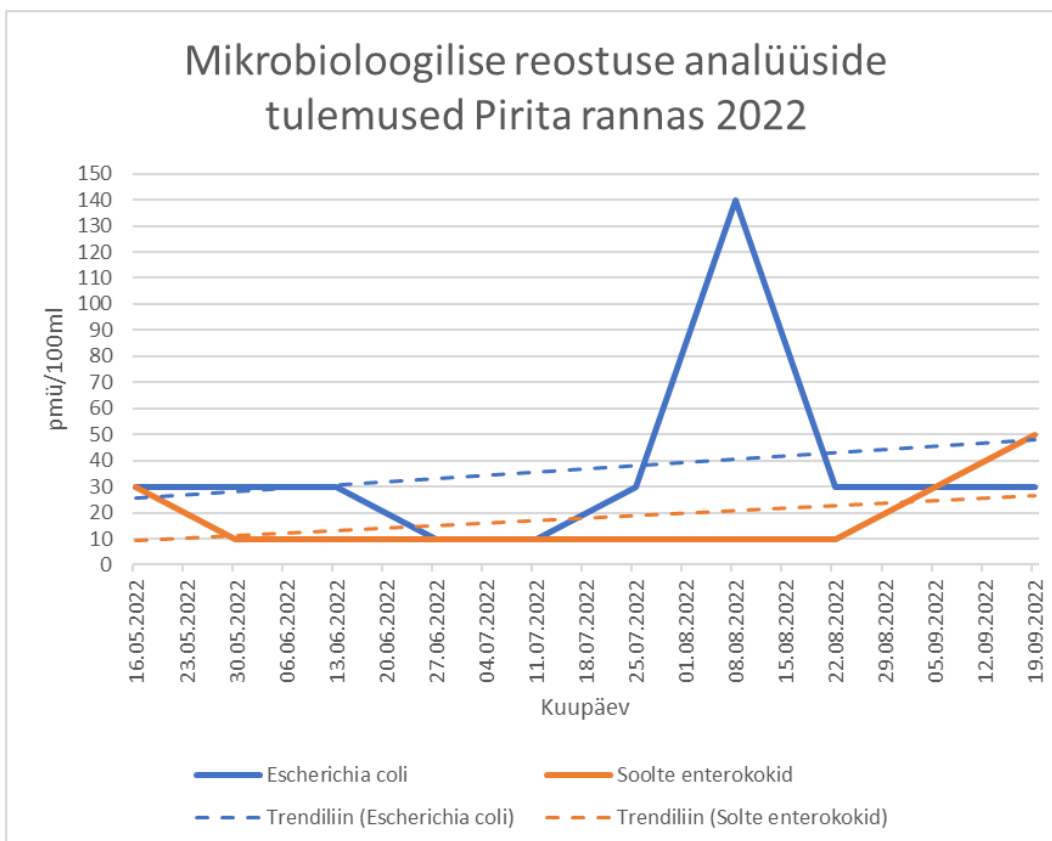
Joonis 16. Pirita jõe vooluhulk sõltuvalt aastaegadest

Kuna jõe hüdroloogiline režiim on rikunud, madalvee perioodidel puudub piisav vooluhulk. Sellistel ajadel voolab jões valdavalt heitvesi ja Tallinna Reidil suureneb antropogeenne reostuskoormus ehk inimese osalusel tehtud reostus. Suvel Tallinna Reidi möödamines oli võimalik tunda ebameeldiva lõhna. Põhjusega on kaks väljalasku: Russalka sadevee kollektor ja Pirita jõgi. Kollektorist sattub merele tundmatu orgaaniline aine, mis suvise temperatuuri abil hästi laguneb. Hoovuste abil levis orgaaniline aine Pirita linna osadeni. Pirita jõest tuleb toiteainete rikas vesi. Seega väljalaskude abil tekkisid vetikad. Vetikad ja E.coli bakterid loovad sümbioosi ja annavad teineteisele soodsad elutingimusi.



Joonis 17. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Pirita rannas 2021 aastal.

2021 aastal Pirita supluskohal proovide tulemustes toimus ešerihhia hüpe ajavahemikul 31.05-12.07. Kuna näitajad jäävad normi piiresse, ei ole indikaatorite väike tõus inimestele eluohtlik. Selle perioodi hüpet saab seletada vette sattuvate orgaaniliste ainete, mis soodustavad bakterite elutegevust, aga ka äravoolava heitveega.



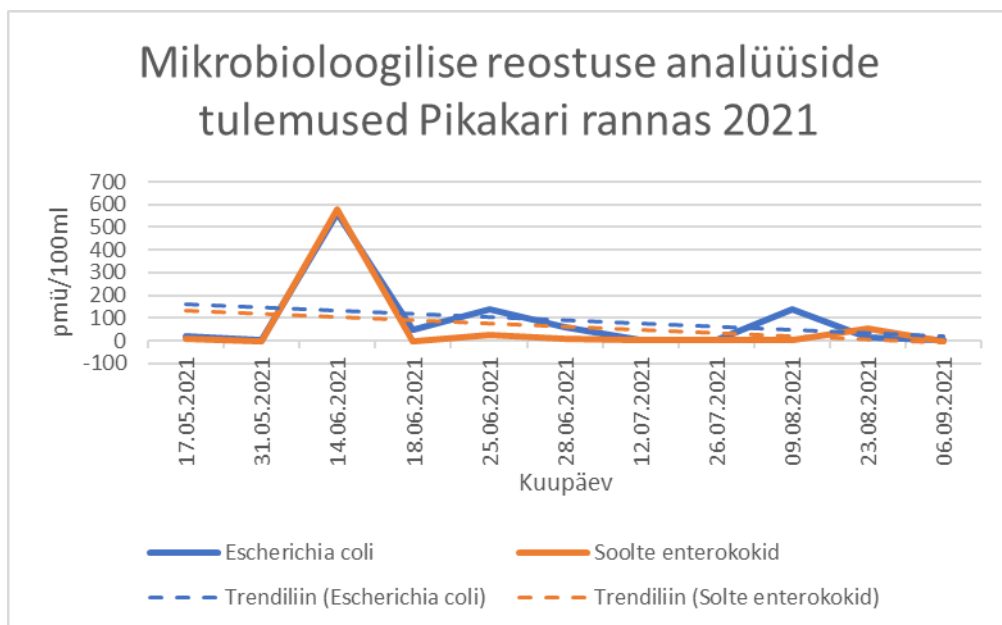
Joonis 18. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Pirita rannas 2022 aastal.

2022. aastal toimus ka ešerihhia näitajate hüpe suveperioodil, mis jäi lubatud piiridesse. Mõlema aasta enterokokkide arv püsis praktiliselt stabiilsena, kasvades alles 2022. aasta ujumishooaja lõpus. Vana reostust alarmeerides ei ületa see näitaja normi.

Toodud andmete põhjal võib järeldada, et näitajad järgivad normi ja kuigi reostust esineb, ei kahjusta see inimese tervist. Pirita ujumiskoht vastab hindele „väga hea”. Pirita jõgi toob madalvee ajal lahte orgaanilisi aineid, kuid ranna seisundit need tõsiselt ei mõjuta. Samuti on Tallinna Reidil mitteametlik rand (Inglirand), millest lubamatu kaugusel asub reovee äravool. Kuna tema näitajad ei vasta normile, ei võeta sealt proove. Rannas on ka teade suplemise ohutusest selles kohas.

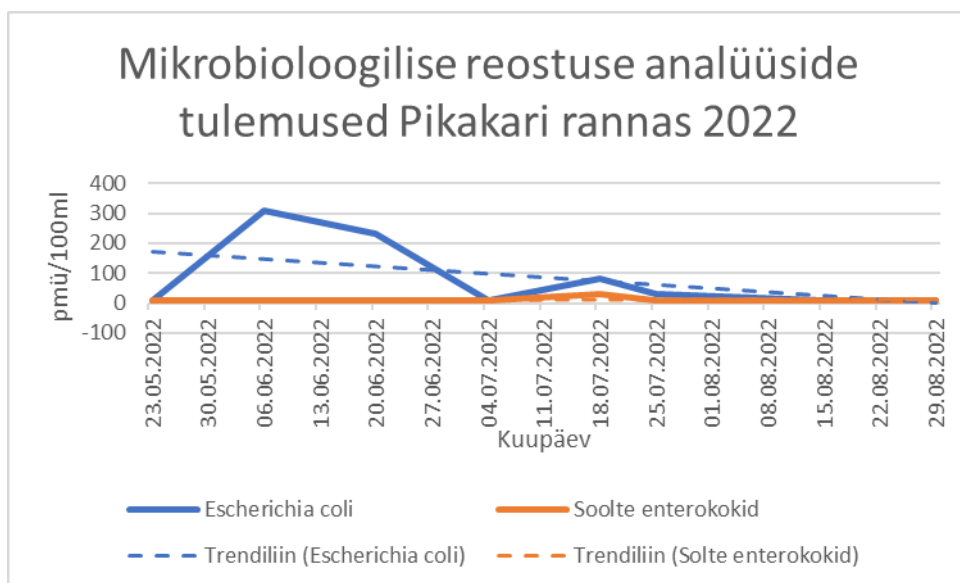
3.4 Tallinna Vesi AS väljalasu mõjust Paljassaare lahe vee kvaliteedile ja Pikakari supluskohale

Paljassaarel asub reoveepuhastusjaam. Tallinna reovesi ja suurem osa Tallinna sademeveest jõuab reoveepuhastusjaama Paljassaares ja pärast suunatakse heitvesi läänerannikul paikneva survetorustiku kaudu avamerele. Lähtudes Riigi Teataja määrusest „Nõuded reovee puhastamise ning heit-, sademe-, kaevandus-, karjääri- ja jahutusvee suublasse juhtimise kohta, nõuetele vastavuse hindamise meetmed ning saasteainesisalduse piirväärtused“ on võimalik järeldada, et sademe- ja heitvesi väljalaskudes ei võtta mikrobioloogilisi proovi. Kuna mikrobioloogilisel näitajal piirnormi ei ole, satub merre saastunud vesi. Pärast reoveepuhastusjaamas puhastamist, veet jaotatakse torustikude süsteemi järgi, mitte ainult Paljassaare asuva survetorustikku, kuid terve linna piirides väljalaskude juurde. Tallinna Vesi AS teeb igal aastal keskkonnaaruannet, kus viib statiistikat oma puudutuse kohta. 2021. aastal probleemide nimekirjas oli: puhastamata reovee heide keskkonda ja heitvee merre juhtimine. 2021. aastal oli merre juhitud 288 200 m³ puhastamata reoveet ja 934 000 m³ osaliselt puhastatud reoveet. Iga aasta puhastamata vee näitajad kasvavad. 1 222 200 m³ vett, mis ei vasta veepuhastuse seaduse tingimusi. Puhastatud reovee kogus 2021. aastal oli 48 200 200 m³, millistest miikrobioloogilist näitajaid ei kontrolli üldse. Kokkuvõttes seaduse puudus mõjutab ekosüsteemi ja inimeste tervist. Hoovuste, lainete ja tuulte abil levib reostus kogu Tallinna lahes.



Joonis 19. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Pikakari rannas 2021 aastal.

2021. aastal tuvastati 14.06 proovide põhjal enterokokkide lubamatu väärtus. Näit ületas normi 6 korda. Samal perioodil tõsteti ka ešerihhia sisaldust vees, kuid suurt rolli see ei mänginud. 4 päeva hiljem tehti kordusproovid, mille tulemusena rikkumisi ei leitud. Pikakari rand asub hästi hoovusega läbitavas kohas, mille tõttu reostus sinna kauaks ei jää.



Joonis 20. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Pikakari rannas 2022 aastal.

2022. aastal olid mõlema indikaatori näitajad lubatud piirides.

Kokkuvõtteks võib järeldada, et vaatamata akvatooriumi peamise reostuse allika olemasolust on Paljassaare laht mõlema indikaatori järgi vastuvõetav. Tänu hoovustele ei püsi reostus lahes kaua. Pikakari supluskoht vastab kvaliteedi klassile „väga hea“.

3.5 Kopli lahe vee kvaliteedist

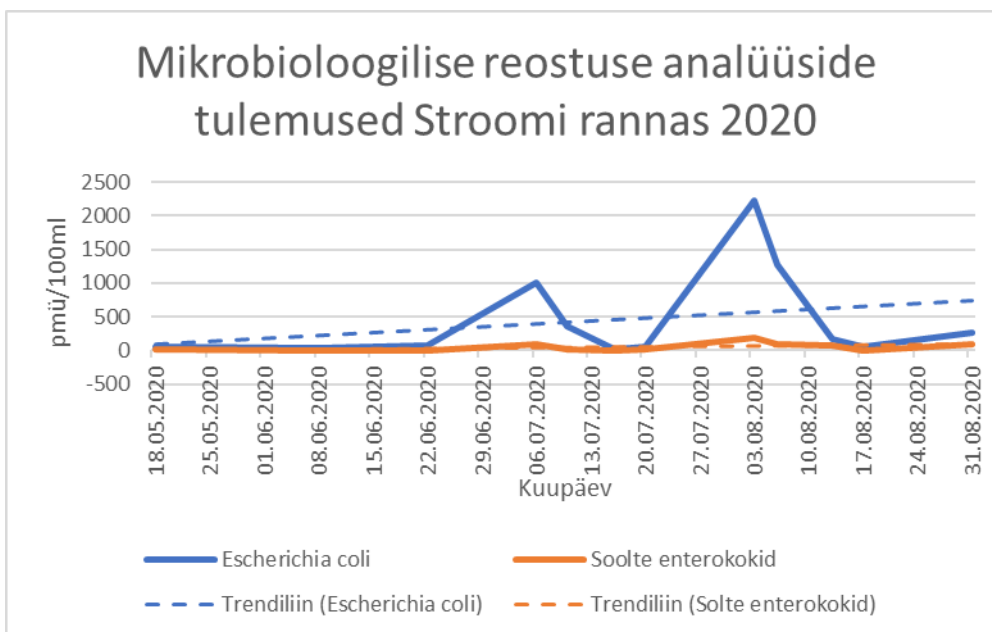
Kopli lahes asuv Stroomi rand on peamine suupluskoht lähiumbruse elanikele. Suplusvee analüüsid viimastel aastadel olid nõrge kvaliteediga aga Terviseameti hindamisel situatsioon alustas parenema aastal 2021 ja veekvaliteedi staatus muutus „heaks“. Abilinnapea Vladimir Svet sõnadel reostus oli seotud juhtumitega, kus reovett juhiti sademeveekanaliseerimisele. Aastal 2022 Stroomi ranna külastajad saatsid kaebusi ranna seisundi ja lõhna kohta.



Joonis 21. Stroomi rannapiiri reostus.

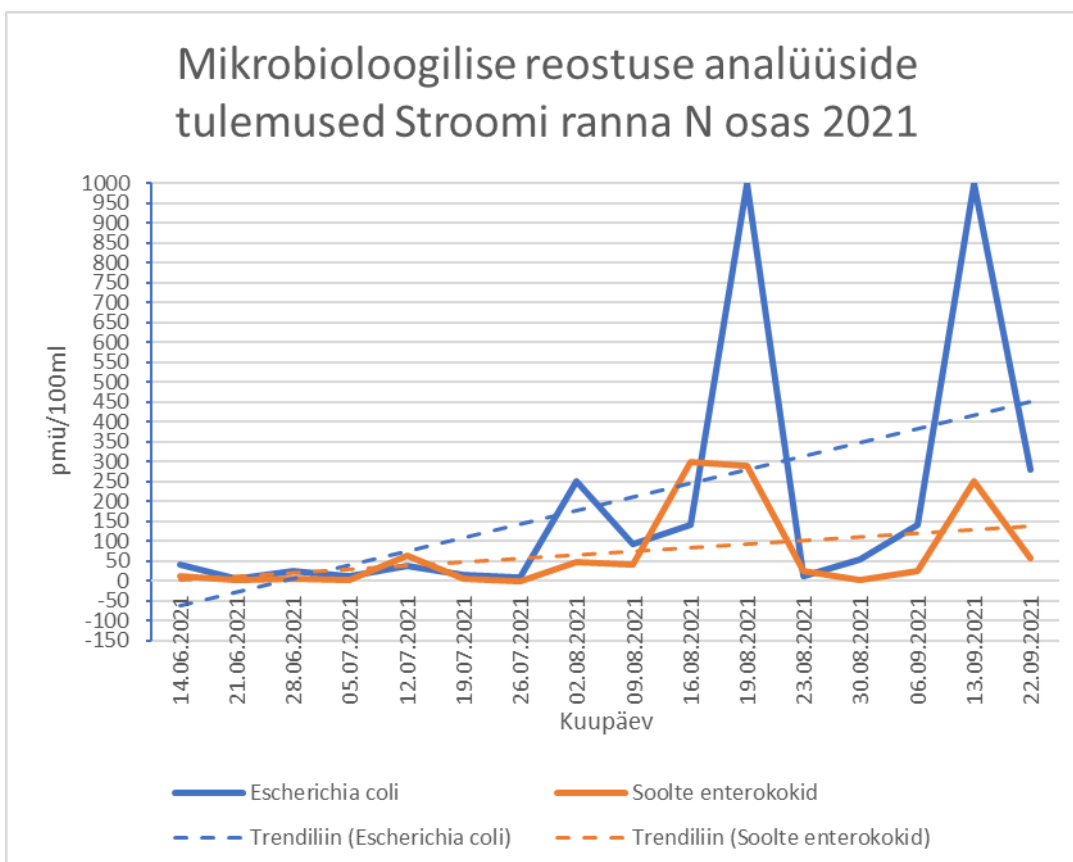
Põhja-Tallinna linnapea Manuela Pihlap kirjeldas, et veetase rannal on taandunud ja veelune muda välja tulnud (Joonis 9). Avaldas veekvaliteedi noormidele mittevastavus. Probleemi kõige suurem põhjus on reoained, mis satuuvad sademevee väljalaskude kaudu merre. Reoained tekitab vanade tööstuspiirkondade sademeveest ja reovee sisselaskudest sademeveekanaliseerimisele. Kopli lahe suubuvad 8 väljalasku.

Suplusvee kvaliteeti hinnatakse mikrobioloogilise indikaatornäitaja *E.coli* bakterite ja enterokokide alusel. Enterokokid säilivad keskkonnas kauem ja näitavad vanemat fekaalset reostust, *E.coli* näitab värsket reostust.



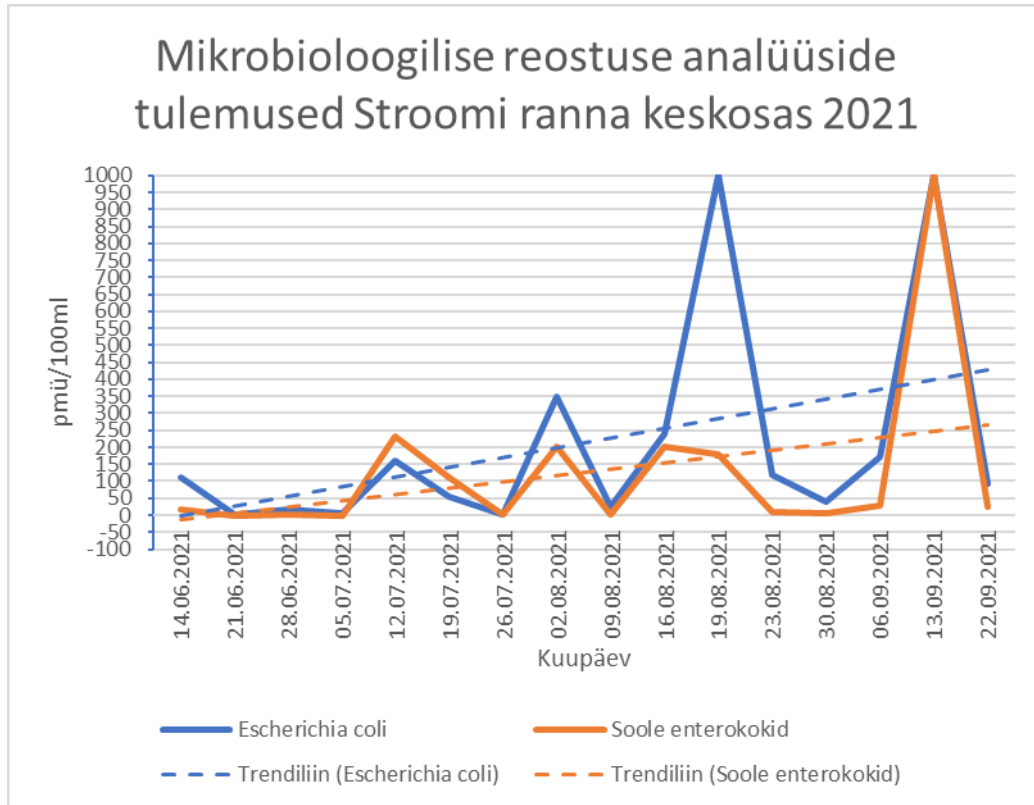
Joonis 22. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Stroomi rannas 2020 aastal.

2020. aastal ei vastanud Stroomi rannaproovide tulemused ešerihhia normile. Juuli alguses oli näitaja ülemise piiri tipus. Samuti algas alates 20. juulist kiire tõus, mis ulatus normi ületamiseni 2,5 korda.



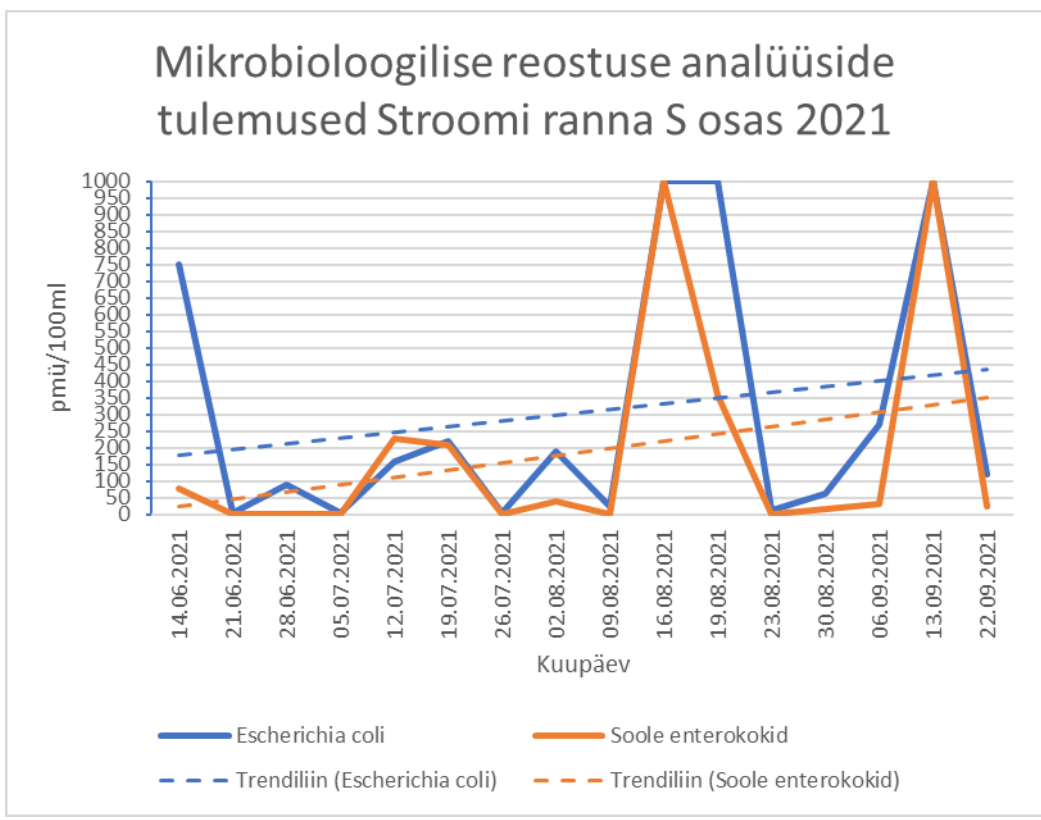
Joonis 23. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Stroomi ranna N osas aastal 2021.

Proovide võtmise punktis N on ešerihhia sisaldus piirväärtuse ülemisel piiril. Toimuvad järske hüppeid, mis võivad viidata reostusallika äkilisele esinemisele. Samuti ei ole normis enterokokkide näitajad, ületades perioodiliselt normi 3 korda. Esinevad nii vanad, kui ka värsked reostused.



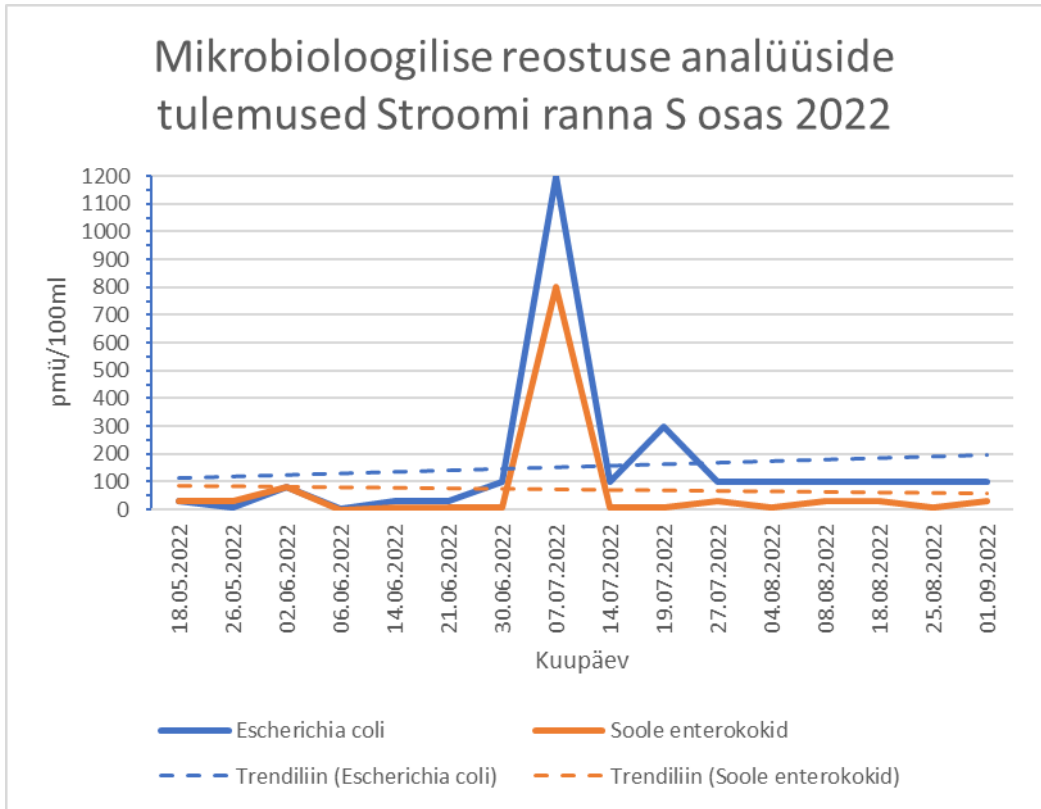
Joonis 24. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Stroomi ranna keskosas aastal 2021.

Ranna keskosas ilmub tõsine vana reostus. Indikaator ületab normi 10 korda. *E.coli* näitaja püsib samal määral, kui ranna N osas.



Joonis 25. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Stroomi ranna S osas aastal 2021.

Ranna S osas on nähtav täiesti uus enterokokide reostus, suurem on ka värske fekaalne reostus.



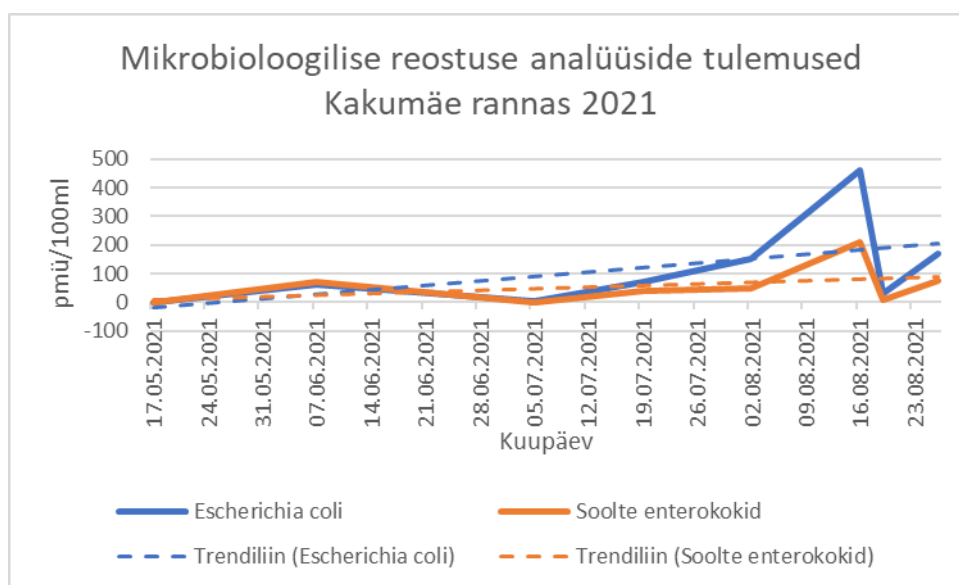
Joonis 26. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Stroomi ranna S osas aastal 2022.

Viimase seire andmetel Kopli lahe seisund on ebastabiilne. Analüüside kogumine viidi läbi kolmest proovivõtupunktist. Kopli lahe ranna lähedases proovivõtupunktis ehk pindmises kihis esineb värske fekaalne reostus, tuulte ja hoovuste abi lahjenedes leevib reostus Kopli lahe keskossa. Kõige kaugemas proovi võtmise punktis ehk suudmes ilmub täiendav värske reostus. Enterokokid ilmuvad Kopli lahes ainult päraosas, mis räägib vanast fekaalsest reostusest merevee pindmises kihis. Ületavad mõlemad näitajad normi. Kuid ekterokokkide indikator ületab 8 korda lubatud normi.

Kokkuvõtteks võib öelda, et Kopli lahe kvalifikatsioon on ebastabiilne. Stroomi ujumiskohale ei tohi anda enneaegset hinnangut „hea“. Samuti ei tohi unustada reovee ärajuhtimise kohti, eriti Paljassaarest väljuvat torustikku. Kuna see torustik on üks suuremaid saasteallikaid ning tänu veevoludele ja tuultele levitab reostust eelkõige Kopli lahel. Seda ei saa eitada tänu AS-i Tallinna Vesi aruannetest saadud reostusandmetele.

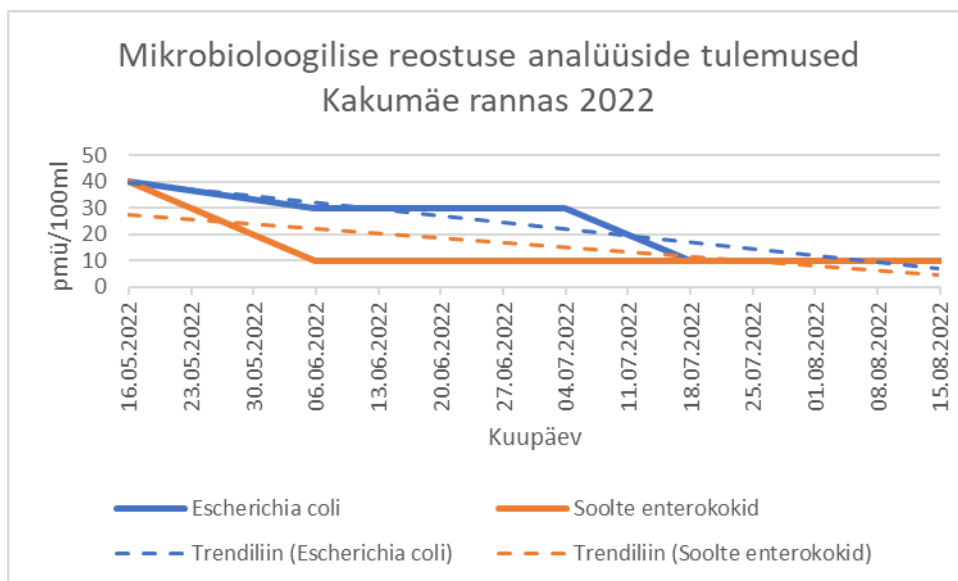
3.6 Kakumäe lahe vee kvaliteedist

Kakumäe lahte suubuvad 3 väljalasku. Neist Tiskre oja tekitab kõige rohkem probleeme. Tiskre oja võttab algust Harku järvest. 2018-2022. aastadel seirete fekaalsed näitajad olid 3-4 korda normist suurem.



Joonis 27. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Kakumäe rannas aastal 2021.

2021. aastal nähti ujumishooajal lahes 2 korda üle normi vana fekaalset reostust. Selle põhjuseks võib olla üks Kakumäe lahe asuva heitvee ärajuhtimise allikast. Samuti ilmub lahes värske reostus, hoiab aga normi piires.



Joonis 28. Mikrobioloogilise reostuse analüüside tulemused Kakumäe rannas aastal 2022.

2022. aasta seire andmetel Kakumäe lahes on väike reostus. Analüüside kogumine viidi läbi kolmest proovivõtupunktist. Analüüsideselgub et lahe merevee pindmises kihis ja keskosas värske fekaalne reostus puudub, mis tähendab et Tiskre ojust ei sattu reostust merre. Kakumäe lahe avaosas esineb värske fekaalne reostus. Põhjusega võib olla hoovustega ja tuultega leviv reostus Kopli lahe suunast. Kakumäe lahe merevees soole enterokokide sisaldus ehk vanem fekaalne reostus on liiga väike.

Kokkuvõtteks on võimalik öelda et Kakumäe lahes ei esine vanem fekaalse reostust, kuna puudub reostuse allikas. Värske reostuse näitaja kaugemal punktil teavitab et lahese sattub teisest kohast reostus ehk Kopli lahest tuleb hoovusega reostus. Kakumäe supluskoht vastab „hea“ veekvaliteedile.

3.7 Tallinna ja Kakumäe lahte supluskohtade üldine seisund

Uuringu käigus oli analüüsitud veeproovide tulemused Pirita, Pikakari, Stroomi ja Kakumäe rannast. Veekvaliteedi hinnang oli tehtud Pirita rannal 34 proovide põhjal, Pikakari rannal 36 proovi põhjal, Stroomi rannal 56 proovide põhjal ja Kakumäe rannal 29 proovide põhjal (Lisa 3). Selleks oli kasutatud Terviseameti avalikud tulemused, Keskkonnaametiga tehtud seired aastadel 2018-2022, AS Tallinna Vesi Keskkonna aruanne 2021 ja AS Tallinna Vesi heitvee seired aastadel 2020-2022. Aastadel 2018-2019 tulemused kõikides supluskohtades olid piirväärtusega normis. Muutus situatsioon aastal 2020. Stroomi ja Kakumäe rannadel ilmus mikrobioloogiline reostus. Tabeli andmetest on arusaadav, et Kopli lahes ilmub värske fekaalne reostus, millest räägib

Escherichia Coli näitaja. Tuulte ja hoovuste abil tuleb reostus Kakumäe lahes. Aastal 2021 värske fekaalne reostus vähenes Kopli ning Kakumäe lahtedes, kuna suurenes vanema reostuse arv. Tallinna Reidil ja Pikakari lahel piirväärtused olid normis. Aasta 2022 tulemused on muutunud märgatavalt paremaks, võrreldes aasta 2021 tulemustega. Selle tulemuste abil on võimalik määrata supluskohtade kvaliteedi klassi. Pirita supluskohta kvaliteedi klassi hinnatakse „väga heaks“, Pikakari supluskohta „väga heaks“. Stroomi supluskohta klass 2022 aastal hinnatakse „heaks“, kuna aastal 2021 oli see „halb“. Kakumäe supluskohta hinnatakse „heaks“.

Kokkuvõte

Mikrobioloogilised näitajad, nagu *Escherichia coli* ja enterokokid, aitavad kindlaks teha fekaalsete reostuste olemasolu vees. Bakterite arvukus on veeökosüsteemides indikaatornäitajaks. Mikroobide indikaatormeetodid võimaldavad läbi viia seiret operatiivselt, iseloomustades ökoloogilist olukorda rannikuvees.

Mikroorganismide elutegevust ja levikut mõjutavad mitmed tegurid, nagu temperatuur, toitainetega soodsa keskkonna olemasolu, veealused hoovused, tuuled. Fekaalsed bakterid on inimeste ja imetajate elutegevuse produkt. Kõige suuremad mikrobioloogilise reostuse allikad on reoveepuhastusjaamad. Vee mikrobioloogilistest näitajatest vabanemine heitvees on tänapäeval terav probleem. Planeedi asurkond kasvab, looduslikud ressursid kahanevad, suureneb ka jäätmete hulk. Puhastusettevõtted ei suuda nii suurt hulka reovett *de jure* käidelda. Teine puhastusettevõtete probleem on kaasaegsete seadmete mitteomamine. Puhastustehnoloogiad arenevad ja muutuvad veest üha väiksemate osakeste püüdmiseks kättesaadavaks. Kaasaegsete reoveepuhastustehnoloogiate juurutamine on kulumahukad.

Lisaks reoveepuhastusprobleemidele on puudulik Eesti Vabariigi keskkonnavaline seadusandlus. Veeseaduses kirjeldatakse reovee käitlemist ja kasutamist ning puhastamise reegleid. Mikrobioloogiliste näitajate kohta on olemas paragraaf. Selles peatükis figureerivad supluskohtade fekaalsete näitajate piirväärtused, kuid veekogudesse kui suublasse juhitava heitvee fekaalseid näitajaid ei käsitleta.

Tallinna veeala koosneb neljast lahest: Tallinna Reid, Paljassaare laht, Kopli laht ja Kakumäe laht. Tallinna lahe akvatooriumid on üsna koormatud, eriti suvel. Tallinna rannikul suplevad inimesed, sõidavad praamid, töötavad ettevõtted. Tallinnas on 4 ametlikku supluskohta, kuid on ka mitteametlikke supluskohti. Mitteametlikes supluskohtades saasteproove ei võeta. Enamik inimest ei mõtle kunagi, et väljaspool ametlikke kohti suplemine võib tervisele olla ohtlik. Terviseameti võetud proovid aitavad koostada üldpilti supluskohtade saastatusest ja suplusohutusest. Mõne aasta andmete põhjal määratakse kindlaks vee kvaliteediklass.

Tallinna lahte suubuvad 38 väljalasku, mille kaudu juhitakse heit- ja sademevett. 38 allikat, millele ei ole fekaalsete bakteritega saastumise piiranguid. Need torustikud levitavad baktereid kogu Tallinna lahe akvatooriumis. Suurim reostusallikas torustikusüsteemist on Paljassaare poolsaare suurveetorustik. See väljub otse veepuhastusettevõttest ja kulgeb vee all poolsaarelt Naissaare poole. Avamerele heidetud reostunud vesi levib kiiresti peamiselt Kopli ja Kakumäe lahe suunas, tänu nende lahtede põhja- ja pinnahoovustele.

Tallinna Reidi Piritas rannas ülenormatiivne fekaalne reostus puudub. Näitajad on normi piires, vaatamata orgaanilistele ainetele, mis satuvad lahte ja loovad bakteritele soodsad elutingimused. Sama oluline roll reostuse levikul on tuultel ja hoovustel. Enamasti liigub lahe vesi kirdest edelasse, mis aitab reostust supluspiirkonnast eemale viia. Mis puudutab Russalka monumendi ja Vana Sadama ala, siis selle ala kohta andmeid ja mõõtmisi ei tehta. Kuid ainult välistest teguritest, nagu lõhn ja vetikad kaldal, võib järeldada, et reostus eksisteerib.

Paljassaare laht on väikeste mõõtmetega ja hästi „pestav“ avamerest tulevate hoovuste vetega. Reostus, mis lahes esineb, nõrgeneb kiiresti hoovustega.

Kopli lahes on suurimad reostusnäitajad Tallinna lahes. Lahega külgneb küllaltki suur hulk „äravoolutorustikke“. Kuigi Kopli lahe üldine olukord on paranenud, on tõsiseid fekaalseid reostusjuhtumeid esinenud.

Kakumäe laht on hetkel heas seisukorras. Mitu aastat varem oli lahes reostust, mis võis viia Kopli lahe reostuse paraleeli. Teiseks võimalikuks reostusallikaks oli Harku järvest tulev Tiskre oja. Kuna järvega on aastaid olnud mikrobioloogilise reostusega probleeme.

Lõpetuseks võib lisada, et kõige suurem roll Tallinna lahe merevee reostamisel on inimestel. Inimestel, kes ei ole teadlikud mikrobioloogilise reostuse probleemist.

Summary

MICROBIOLOGICAL POLLUTION OF SEAWATER IN TALLINN BAY

Julia Kalašnikova

Language of the thesis is Estonian. Keywords are microbiological pollution, Enterococcus, Escherichia coli, ecology, Tallinn Bay. The substantive part of work is 38 pages. There are 9 drawings, 19 tables and 3 annexes with 7 more tables. 28 sources of information were used in work.

The majority of surface waters are inhabited by various micro-organisms - bacteria, viruses, protozoa, but also microscopic algae and fungi. Among micro-organisms there are organisms that are both: harmless to human health and capable of causing dangerous diseases. The latter are called pathogens. Microbiological pollution is defined as the negative impact of the products of human or animal life entering aquatic system. Microbiological indicators, such as Escherichia coli and enterococci, help to determine the presence of fecal pollution in the water that a person uses on a daily basis. The abundance of bacteria can be a reliable indicator of organic pollution in aquatic ecosystems. Microbial indication methods are a convenient tool for monitoring, which allows operationally describe the ecological situation in coastal waters. The seaside area is the largest site of human products concentration, which receives large amounts of waste and wastewaters.

The author chose the topic due to the interests to topicality and environmental protection. The topic has great importance and potential, because first of all, the sea has a role as a food source, way of movement and transporting things. If the marine ecosystem changes irrevocably, it will affect all important aspects of life. Secondly, the topic is practically untouched with regard to the waters of Tallinn and Kakumäe Bay. The fight against microbiological pollution has only begun.

Since fecal bacteria are a product of human life, the largest sources of microbiological pollution are water cleaning stations. The problem of cleaning water from microbiological indicators is a sharp topic today. The planet's population is growing, natural resources are shrinking, the amount of waste is also increasing. Cleaning companies cannot handle such a large amount of wastewater. The purified and soggy water then flows into the sea by the same pipes. Another problem for cleaning companies is the lack of a modern equipment. Cleaning technologies are evolving and becoming available to capture ever smaller particles from water. But modern technology has a

completely modern price tag. In addition to water treatment problems in enterprises, there are also holes in the legislation of the Estonian state. The Water Act describes the handling of water and the rules for the use and treatment of water. Government sets out the limit values for faecal indicators of bathing places, but there is no word on the indicators for effluent flowing into open waters.

People play the biggest role in polluting Tallinn's waters. People who do not control the legislation. People who are not able to provide the necessary equipment for water cleaning businesses. And finally people who are not aware of the problem of microbiological pollution.

Viidatud allikad

Andresmaa, E., Sedman, P., Raia, T., Lääne, A. (2005). Proovivõtt reo- ja heitveest, sademeveest ning reostunud pinnasest.

Eesti Keele Instituut (EKI). (2022), <https://sonaveeb.ee> (23.03.2023)

Estonian bathing water quality in 2020. European Environment Agency. (juuni 2021), <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/assessments/state-of-bathing-water/state-of-bathing-water-4> (18.05.2022)

Health Board. Terviseamet. <http://vtiav.sm.ee/> (05.01.2022-19.03.2023)

How seawater moves: Ekman transport. University Corporation for Atmospheric Research. (2008), <https://scied.ucar.edu/learning-zone/earth-system/how-ocean-moves-ekman-transport> (15.04.2023)

Keskkonnanaruanne 2021. AS Tallinna Vesi. https://tallinnavesi.ee/wp-content/uploads/2022/06/Tallinna_Vesi_Keskkonnanaruanne_2021.pdf

Kukk, J. (2019). „Eesti veekogude suplusvaliteedi hindamine“ magistritöö, Eesti Maaülikool, Tartu, Eesti, 2019.

Kõrgmaa, V. (2019). Bakteriaalne reostus joogivees.

Künnis-Beres, K., Lips, I. (2018). Merevees esinevate võimalike patogeenide pilootseire. KeM leping nr. 4-1/17/135 Aruanne. TTÜ meresüsteemide instituut.

Künnis-Beres, K., Väli, G., Lilover, M.-J., Siht, E. (2022). Tehniline uuring Pirita tee äärsel rannaala ja kaldakindlustuse ümberkujundamiseks. KeM leping nr. 4-1/21/131 Lõpparuanne. TTÜ Meresüsteemide Instituut. Tallinn 2022. 11, 22-23.

Lind, S. (2021). Harku järve valgala veekvaliteedi seire 2019-2021. KeM leping nr. 19/SL/12 Lõpparuanne. Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ.

Lind, S. (2021). Tallinna sademevee seire 2019-2021. KeM leping nr. 19/SL/13 Lõpparuanne. Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ.

Mereproгноosid. Ilmateenistus. Keskkonnaagentuur. <https://www.ilmateenistus.ee/meri/mereproгноosid/> (15.02.2023)

Nõuded reovee puhastamise ning heit-, sademe-, kaevandus-, karjääri- ja jahutusvee suublasse juhtimise kohta, nõuetele vastavuse hindamise meetmed ning saasteainesisalduse piirväärtused. Riigi Teataja. (08.11.2019), <https://www.riigiteataja.ee/akt/112112019006>

Nõuded suplusveele ja supelrannale. Riigi Teataja. (03. oktoober 2019), <https://www.riigiteataja.ee/akt/108102019004> (21.01.22)

Proovivõtumeetodid. Riigi Teataja. (03. oktoober 2019),
<https://www.riigiteataja.ee/akt/108102019001> (21.01.2022)

Saava, A. (2015). Keskkonateravishoiu Eesti-Inglise seletussõnaraamat,
https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/content-editor/Terviseametist/Trukised/trukis-keskkonateravishoiu_eesi-inglise_seletussonaraamat.pdf

SatBaltyk. European Regional Development Fund. <http://test-satba-db2.iopan.pl/> (05.04.2023)

Supluskoha hindamine ja klassifikatsioon. Sotsiaalministri määrus nr 63 „Nõuded suplusveele ja supelrannale1“ Lisa 2. (03. oktoober 2019),
https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1081/0201/9004/SOM_m63_lisa2.pdf#

Supluskohad ja suplusvee kvaliteet 2020.aastal. Terviseamet. (jaanuar 2021),
https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/Keskkonateravis/Suplusvesi/supluskohad_ja_suplusvee_kvaliteet_2020.pdf

Suplusvee ohutus. Terviseamet. <https://www.terviseamet.ee/et/keskkonateravis/inimesele/suplus-ja-ujulavee-ohutus/suplusvee-ohutus> (11.01.2023)

Suplusvee seire. Sotsiaalministri määrus nr 63 „Nõuded suplusveele ja supelrannale1“ Lisa 1. (03. oktoober 2019), https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1081/0201/9004/SOM_m63_lisa1.pdf#

Tallinna laht. Eesti Entsüklopeedia. (detsember 2003),
http://entsyklopeedia.ee/artikkel/tallinna_laht3 (14.02.22)

Tallinna sademevee strateegia aastani 2030. Riigi Teataja. (19. juuni 2012),
<https://www.riigiteataja.ee/akt/409032013041> (02.02.2022)

Tallinna sademevee strateegia aastani 2030. Tallinna Linnavolikogu määrus nr 18 Lisa.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/4090/3201/3041/2110123505.attachment.pdf>

Tervisekaitseõuded supelrannale ja suplusveele. Riigi Teataja. (25. juuli 2000),
<https://www.riigiteataja.ee/akt/72214> (20.02.2022)

Veeseadus. Riigi Teataja. (13. veebruar 2019), <https://www.riigiteataja.ee/akt/122022019001> (02.02.2022)

X-GIS. Maa-amet. https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/terviseamet_veetervis (05.01.2022)

Lisa 1. Heitvee ja sademevee sublasse juhtimise nõuded

Reostusnäitaja	31.12.2001		31.12.2002		31.12.2003		31.12.2004	
	Üle 100 000 ie		15 000–100 000 ie		10 000–14 999 ie		2000–9999 ie	
	Reostus- näitaja piirväärtus, mg/l	Reovee puhastus- aste, %	Reostus- näitaja piirväärtus, mg/l	Reovee puhastus- aste, %	Reostus- näitaja piirväärtus, mg/l	Reovee puhastus- aste, %	Reostus- näitaja piirväärtus, mg/l	Reovee puhastus- aste, %
Biokeemiline hapnikutarve, BHT ₇ ¹	15,0	suurem / võrdne 90	15,0	suurem / võrdne 90	15,0	suurem / võrdne 90	15,0	suurem / võrdne 90
Keemiline hapnikutarve, (KHT) ²	125,0	suurem / võrdne 75	125,0	suurem / võrdne 75	125,0	suurem / võrdne 75	125,0	suurem / võrdne 75
Tekstiiltootusettevõtte heitvee KHT ³	160,0	suurem / võrdne 75	160,0	suurem / võrdne 75	160,0	suurem / võrdne 75	160,0	suurem / võrdne 75
Keemia-, tselluloosi-, püüdu- või toiduainetööstusettevõtte heitvee KHT ³	250,0	suurem / võrdne 75	250,0	suurem / võrdne 75	250,0	suurem / võrdne 75	250,0	suurem / võrdne 75
Heljuvainesisaldus ¹	15,0	suurem / võrdne 90	15,0	suurem / võrdne 90	15,0	suurem / võrdne 90	25,0	suurem / võrdne 80
Üldfosforisisaldus ²	1,0	suurem / võrdne 80	1,0	suurem / võrdne 80	1,0	suurem / võrdne 80	1,5	suurem / võrdne 80
Keemia-, tselluloosi- või toiduainetööstusettevõtte või prügilä heitvee üldfosforisisaldus ³	2,0	suurem / võrdne 80	2,0	suurem / võrdne 80	2,0	suurem / võrdne 80	2,0	suurem / võrdne 80
Ühealuseliste fenoolide sisaldus ¹	0,1	suurem / võrdne 75	0,1	suurem / võrdne 75	0,1	suurem / võrdne 75	0,1	suurem / võrdne 75
Kahealuseliste fenoolide sisaldus ¹	15,0	suurem / võrdne 70	15,0	suurem / võrdne 70	15,0	suurem / võrdne 70	15,0	suurem / võrdne 70
Naftatööstusettevõtte heitvee naftasaadusesisaldus ³	5,0	suurem / võrdne 75	5,0	suurem / võrdne 75	5,0	suurem / võrdne 75	5,0	suurem / võrdne 75
Naftasaadusesisaldus ²	1,0	suurem / võrdne 75	1,0	suurem / võrdne 75	1,0	suurem / võrdne 75	1,0	suurem / võrdne 75
Üldlämmastikusisaldus ²	10,0 ⁴	70–80 ⁴	15,0	70–80	15,0	70–80	_5	_5
Keemiatööstusettevõtte või prügilä heitvee üldlämmastikusisaldus ³	75,0 ⁴	suurem / võrdne 75 ⁴	75,0	suurem / võrdne 75	75,0	suurem / võrdne 75	_5	_5

Lisa 2. Nõuded suplusvee kvaliteedile ja supluskoha hindamine

Mikroorganismid	Kontrollväärtus(*)	Analüüsi standardmeetodid
Soole enterokokid (pmü/100 ml)	100	ISO 7899-1 või ISO 7899-2
<i>Escherichia coli</i> (pmü/100 ml)	1000	ISO 9308-3 või ISO 9308-1

	A	B	C	D	E
	Mikroorganismid	Väga hea kvaliteet	Hea kvaliteet	Piisav kvaliteet	Analüüsi standardmeetodid
1	Soole enterokokid (pmü/100 ml)	100 (*)	200 (*)	185 (**)	ISO 7899-1 või ISO 7899-2
2	<i>Escherichia coli</i> (pmü/100 ml)	250 (*)	500 (*)	500 (**)	ISO 9308-3 või ISO 9308-1

(b) Konkreetsest veekogust kogutud mikrobioloogiliste andmete \log_{10} normaaljaotuse tihedusfunktsiooni protsentiili hindamise põhjal leitakse protsentiili väärtus järgmiselt:

– võetakse \log_{10} väärtus kõigist bakteriaalsetest loenditest hinnatavas andmejärjestuses (Kui saadakse nullväärtus, võetakse selle asemel \log_{10} väärtus analüüsimeetodi minimaalsest avastamispiirist.);

– arvutatakse aritmeetiline keskmine \log_{10} väärtustest (μ);

– arvutatakse standardhälve \log_{10} väärtustest (σ).

Andmete jaotuse tihedusfunktsiooni ülemine 90-protsentiili punkt tuletatakse võrrandist: ülemine 90-protsentiil = pöördlogaritm ($\mu + 1,282 \sigma$).

Andmete jaotuse tihedusfunktsiooni ülemine 95-protsentiili punkt tuletatakse võrrandist: ülemine 95-protsentiil = pöördlogaritm ($\mu + 1,65 \sigma$).

(c) „Halvem“ tähendab suuremat kontsentratsiooni väärtust väljendatuna pmü/100 ml.

(d) „Parem“ tähendab väiksemat kontsentratsiooni väärtust väljendatuna pmü/100 ml.

Lisa 3. Tallinna lahe ja Kakumäe lahe veemahtude tabel, sissevoolude veemahtude ja mikrobioloogiliste näitajate sisalduse tabelid

	Pindala, km ²	Keskmine sügavus, m(km)	Ruumala, km ³
Tallinna Reid	33,83	30(0,03)	1,02
Paljassaare laht	3,2	5(0,005)	0,016
Kopli laht	16,8	15(0,015)	0,25
Kakumäe laht	13,4	20(0,02)	0,27

	Sissevoolud	Veemaht ajaühikus, m ³ /s
Tallinna reid	Pirita jõgi	7-8
	Pirita väljalask	0,02
	Mähe oja	0,02
	Russalka väljalask	0,122
	Lasnamäe kollektor	0,015
Paljassaare laht	AS MSI	0,00038
Kopli laht	Mustjõe oja	0,185
	Rocca al Maare väljalask	0,026
Kakumäe laht	Tiskre oja	0,6
	Apametsa peakraav	1,70

	Sissevoolud	Veemaht ajaühikus, l/s	E.coli PMÜ/100ml	Enterokokid PMÜ/100 ml	Proovide hulk
Tallinna reid	Pirita jõgi	7000	-	-	-
	Pirita väljalask	20	1722	363	6
	Mähe oja	20	18162	990	6
	Russalka väljalask	122	2478	835	6
	Lasnamäe kollektor	15	158621	7810	6
Paljassaare laht	AS MSI	3,8	-	-	-
Kopli laht	Mustjõe oja	185	37059	39401	6
	Rocca al Maare väljalask	26,6	7190	3463	6
Kakumäe laht	Tiskre oja	60	1225	187	6
	Apametsa peakraav	1700	-	-	-

Suphuskoht	Näitaja	2021	2020	2019	2018	Kontrollväärtused	Veekvaliteet
Pirita rand	Soole enterokokid PMÜ/100 ml	3	28	< 4	< 4	100	Väga hea
	Escherichia coli PMÜ/100 ml	9	61	5	16	1000	
Pikakari rand	Soole enterokokid PMÜ/100 ml	0	29	7	< 4	100	Väga hea
	Escherichia coli PMÜ/100 ml	5	43	0	0	1000	
Stroomi rand	Soole enterokokid PMÜ/100 ml	>1000	180	44	128	100	Halb
	Escherichia coli PMÜ/100 ml	>1000	2230	230	300	1000	
Kakumäe rand	Soole enterokokid PMÜ/100 ml	210	> 100	33	220	100	Hea
	Escherichia coli PMÜ/100 ml	460	710	190	750	1000	

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Julia Kalašnikova:

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Merevee mikrobioloogilisest reostusest Tallinna lahes“, mille juhendaja on Arvo Käär:
 - 1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

26.04.2023

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.