

Veemajanduse ajaloo konverents.

**Harald-Adam Velneri 100. sünniaastapäeva
ja Eesti Veeühingu 30. aastapäeva
tähistamine Tallinna Tehnikaülikoolis**

Reoveepuhastuse tehnoloogiline areng

Aare Kuusik

Tallinn, 15. detsember 2023. a.



KLIIMAMINISTEERIUM



Reoveepuhastuse käsiraamat

Reoveepuhastuse arengulugu

Asulaveevärgi ja -kanalisatsiooni arengulugu maailmas

Vajadus puhta vee saamiseks ja reovee ärajuhtimiseks tekkis siis, kui inimesed koondusid suurematesse asulatesse.

Probleemiks kujunes ka sademevee ärajuhtimine. Algul heideti reovesi ja jäätmed lihtsalt tänavale, kust sademevesi nad veekogudesse uhtus.

Esimesed äravoolusüsteemid (rennid, kanalid ja tunnelid) rajati Vana-Kreeka linnadesse, Rooma ja Pariisi.

Vana-Kreeka Kreeta tsivilisatsioon, tuntud ka Minose tsivilisatsioonina, oli esimene, mis kasutas veevarustuseks ja reovee ärajuhtimiseks maa-aluseid savitorusid. Juba 18-l sajandil eKr olid Knossoses vesiklosetid.

Üks maailma vanimaid Mohenjo-Daro
reoveekäitlussüsteeme rajati umbes 1500
aastat eKr Induse jõe lähedale (praeguses
Pakistanis).

Era- ja ühiskondlikud hooned olid varustatud
tualettruumidega. Läbi spetsiaalsete rennide
voolanud pesemis- ja vanni- ning vihmavesi
juhiti Induse jõkke suubunud kanalitesse.

Märkimisväärne on Vana-Rooma umbes 500 aastat eKr rajatud kanalisatsioonisüsteem, mille rohked kanalid juhtisid vee suurde võlvitud kloaaki (*Cloaca Maxima*) ja selle kaudu Ponto Palatino lähedal Tiberi jõkke.

Keskajal oli linnade kanalisatsioonisüsteemide areng üsna aeglane.

Enamik jäätmeid visati vihmaveerennidesse ja -kanalitesse, kust nad uhuti sademete ajal suublasse.

Kuni kõrgkeskajani on enamiku Euroopa riikide kanalisatsioonisüsteemide kohta vähe andmeid. Linnade ebasanitaarsed tingimused ja ülerahvastatus olid keskajal levinud kogu Euroopas ja Aasias.

Tagajärjeks olid pandeemiad, nagu aastatel 541–542 Justinianuse katk ja aastatel 1347–1351 must surm, mis tapsid kümneid miljoneid inimesi.

Reovee- ja jäätmekäitlussüsteeme hakati
Euroopa linnades arendama alles 19. sajandi
keskpaigas. Kohati projekteeriti isegi
lahkvoolseid kanalisatsioonisüsteeme, milles
sademevesi lahutati olmereoveest.

Ühendkuningriigis prooviti 19. sajandil reovett puhastada põllumajandusmaal: 1840. aastal koguti puuvillatehase reovesi tiikidesse ja juhiti sealt torustikke pidi talude põldudele.

1846. aastal registreeris William Higgs selle kohta esimese patendi.

Aastal 1850 võeti kasutusele
horisontaalvooluga kääritid (setitid) ning
aastal 1905 radiaalvooluga kääritid, milles
käideldi linnade, alevite ja külade reovett
ning millest eemaldati regulaarselt setet.

Mõned linnad hakkasid 19. sajandi lõpus
kasutama reovee puhastamisel kemikaale:
1890. aastal ehitati Ameerika Ühendriikides
Massachusettsi osariigis Worchesteris
esimene keemilise sadestamisega
reoveepuhasti.

Tänapäevase septiku eelkäija oli reoveekast
või -mahuti, millesse koguti reovesi. Exeteri
linnamõõtja Donald Cameron patenteeris
1895. aastal täiustatud reovee
kogumismahuti, mille ta nimetas septikuks.
Septikud on kogu maailmas kasutusel
praegugi.

19. sajandi lõpus avastati, et reovee halba lõhna saab pärast esmast ehk mehaanilist puhastamist ära hoida, kui reovette viia hapnikku. Sellest sai alguse aeroobne bioloogiline puhastus.

Inglismaal tegi Edward Frankland 1870.
aastatel katsetega kindlaks, et reovee
filtreerumisel läbi poorse kruusa
lämmastikuühendid nitrifitseeruvad,
kusjuures filter püsis pikka aega
ummistumata. See lõi toona revolutsioonilise
mooduse reovee bioloogiliseks
puhastamiseks, rakendades reoainete
oksüdeerimiseks poorsele tugimaterjalile
tekkivat biokilet.

Biokile reovee puhastamise mooduse võttis kasutusele Londoni töönõukogu peakeemik William Libdin. Aastatel 1885–1891 ehitati sellel põhimõttel töötavaid nõrgbiofiltreid kogu Ühendkuningriigis ning idee võeti kasutusele ka USA-s.

Aktiivmudaprotsessi avastasid 1913.

aastal Ühendkuningriigis insenerid Edward Arden ja W.T. Lockett.

Reovett õhustati pidevalt pudelites umbes
kuu aega ja teadlased suutsid saavutada
proovimaterjali täieliku nitrifikatsiooni. Nad
nimetasid protsessi aktiivmudaprotsessiks.

1916. aastal hakkas Worchesteris tööle esimene täismahus pidevoolusüsteemiga aktiivmudapuhasti. Esimese maailmasõja järel levis uus puhastusmeetod kiiresti USA-sse, Taani, Saksamaale ja Kanadasse ning 1930. aastate lõpuks oli aktiivmudapuhastusest saanud üldtuntud bioloogiline reoveepuhastusprotsess.

Kanalisatsioonisüsteemide arenguga kaasnes
uute pumpamistehnoloogiate, metalltorude
ja puhastustehnoloogiate kasutuselevõtmine.

Kiiresti arenevate tööstusettevõtete reovesi puhastati sageli koos asulareoveega, mistõttu muutus vajalikuks tööstusliku reovee eelpuhastamine, et vältida bioloogilisi puhastusprotsesse pärssivate mürgiste ainete juhtimist bioloogilistesse reoveepuhastitesse.

Seoses Euroopa pinnaveekogude ning
Lääne- ja Vahemere seisundi
halvenemisega koondus 20. sajandi teises
pooles ja 21. sajandi alguses
põhitähelepanu biogeenide ärastamisele
reoveest, reoveesette käitlemisele ja selle
kasutamisele põllumajanduses ning
seadusandluse karmistamisele.

Kesk- ja Ida-Euroopa riikides oli
kanalisatsioonisüsteemide ja reovee
puhastamise areng maati pärast teist
maailmasõda üsna erinev. Kui näiteks Eestis,
Tšehhoslovakkias ja Ungaris jõuti selles
valdkonnas üsna kiiresti omakeelse hariduse
andmiseni ja seadusloome korrastamiseni,
veidi hiljem ka kanalisatsioonisüsteemide
ehitamise ja täiustamiseni, siis ülejäänud Kesk-
ja Ida-Euroopa maades oli areng natuke
aeglasem.

Lisaks biokile- ja aktiivmudapuhastitele on looduslähedasi reoveepuhastussüsteeme ehitatud peamiselt Eestis, Tšehhis, Ungaris, Poolas ja Sloveenias. Veemajanduse arengu seisukohast seatakse eri riikides eesmärgiks muuta kanalisatsiooni ja reoveepuhastuse teenus kättesaadavaks 75 – 90 %-le elanikest.

Euroopas on kehtestatud hulk õigusakte magevee kaitsmiseks reostuse eest, et saavutada vee raamdirektiiviga kooskõlas olev veekogude hea seisund. Reovee puhastamisel on viimastel aastakümnetel pööratud erilist tähelepanu ohtlike ainete, biogeenide (lämmastiku ja fosfori) ning viimastel aastatel ka ravimijääkide ja mikroplasti ärastamisele reoveest.

Aktuaalne on reoveesette käitlemine,
reoveesetest toodete valmistamine ja nende
kasutamine ning väikeasulate ja hajaasustuse
reovee puhastamine. Kõigeks selleks püütakse
leida odavaid ning töökindlaid
puhastustehnoloogiaid ja tehnilisi lahendusi.

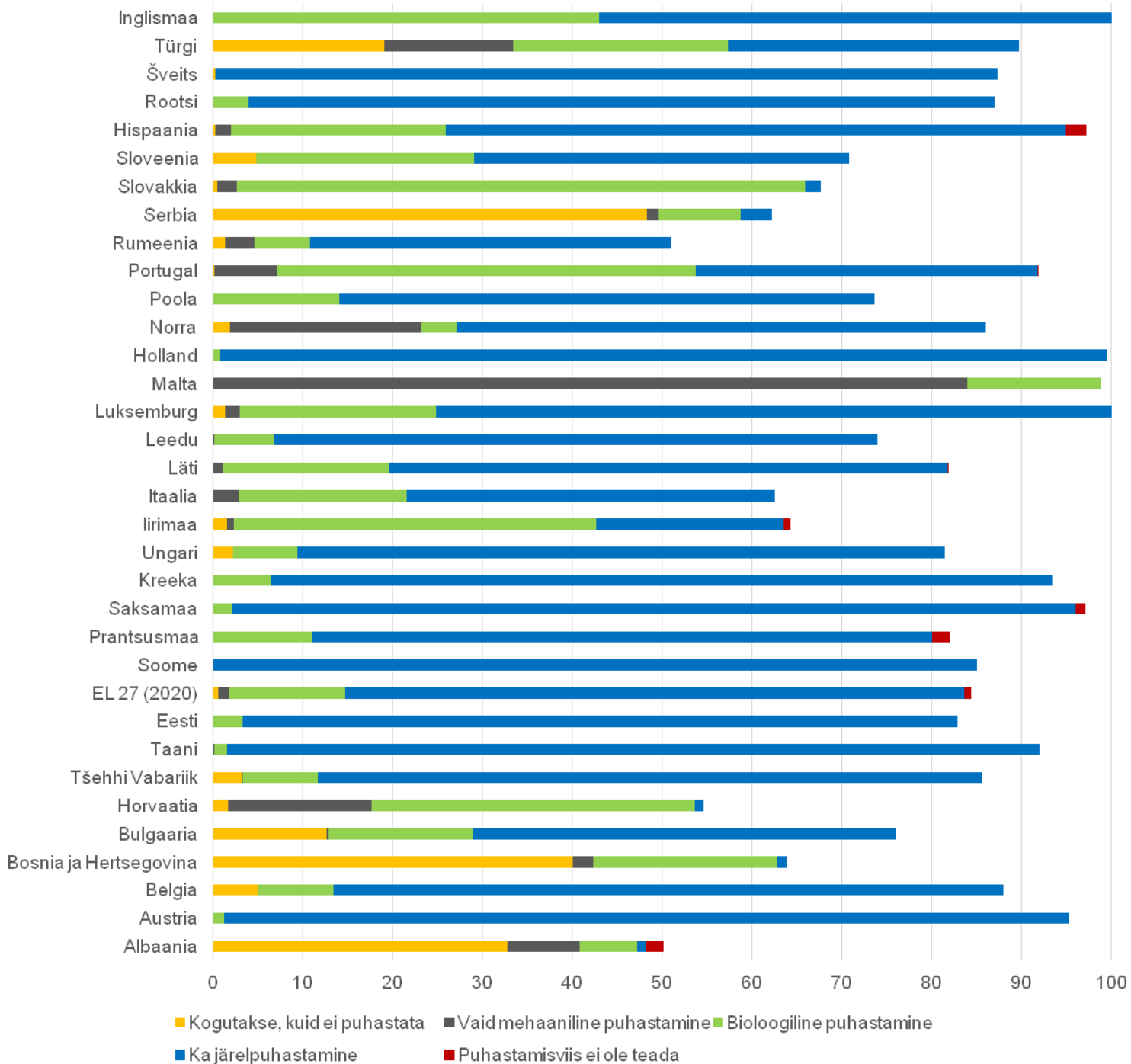
Tänaseks on reoveepuhastusjaamadest
saanud suured keerukad rajatised, millede
töös hoidmiseks kulub märkimisväärsel hulgal
energiat ja teadmisi. Pärast energiahinna
tõusu suurenes oluliselt vajadus energiat
säästa ja sellest tulenevalt hakati pöörama
suuremat tähelepanu biogaasi tootmisele
reoveesetest.

Arvatakse, et Euroopas saavad tõenäoliselt tulevikus reoveesette käitlemisel domineerima põletamine ja kasutamine põllumajanduses, haljastuses ja tööstusalade rekultiveerimisel. Kasutamist põllumajanduses peetakse üheks kõige tõenäolisemaks arenguvõimaluseks, kuigi osades Euroopa riikides (Saksamaa, Rootsi, Holland jt) kardetakse, et tulenevalt reoveesette mõjust mullale ja põllukultuuridele kulgeb sellise kasutusviisi juurutamine raskelt.

On loomulik, et ka tulevikus toimub
reoveepuhastite areng igas riigis vastavalt
kohapealsetele majanduslikele võimalustele ja
kliimatingimustele, kuid vaja on otsida ka
rahvusvahelisi võimalusi, et liikuda kiiremini
edasi reoveepuhastustehnoloogiate
arendamises ning rajada puhasteid ka
väiksemate majanduslike võimaluste ja
väiksema vastava ala teaduspotsiaaliga
riikidesse. Hea ülevaate Euroopa Liidus reovee
puhastamise alal toimuvast annab joonis 1.

Joonis 1. Asulareovee osakaal ja reovee puhastamise tase protsendina elanikkonnast Euroopa Liidu liikmesriikides 2017. aastal.

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/urban-waste-water-treatment-in-europe/#tab-chart> 2



Reoveekäitluse areng Eestis

Reoveekäitluse algus

Iseseisva Eesti Vabariigi ajal (1918–1940)

loodi üleriigiline hüdroloogiliste
vaatluspostide võrk.

Tehti jõgede, järvede ja rannikumere
hüdrograafilisi uuringuid ning kaardistati
põhjaveevarusid.

Tallinna Kõrgemas Tehnikumis alustati
veeinseneride koolitamist.

Loodi Sisevete Uurimise Büroo.

Esimese Eesti Vabariigi ajal rajati suuremates linnades (Tallinnas, Tartus, Pärnus, Narvas) sademevee ja peamiselt tootmisreovee ärajuhtimiseks kanalisatsioonivõrke ja -kraave. **Tallinnale** oli 20. sajandi alguseks rajatud ühisvoolne kanalisatsioonisüsteem, mille kaudu puhastamata reovesi juhiti lähimatesse kraavidesse, vooluveekogudesse või merre. Enne sõda ehitati Seevaldi kanalisatsioonikollektori lõppu Stroomi randa settebasseinid. 1939. aastal oli Tallinnas 130 km kanalisatsioonitorustikku.

Tartu linnas kehtestati 1930. aastal esimene
sundmäärus veevarustus- ja
kanalisatsioonisüsteemide ehitamise kohta.
Tartu linnas juhiti puhastamata tööstus- ja
olmereovesi mitmekümne veelaskme kaudu
Emajõkke, mille vee kvaliteet seetõttu pidevalt
halvenes. Veereostuse mõju jõudis ka Peipsi
järve. Veevarustus- ja kanalisatsioonisüs-
teemide ehitus võis toimuda linnavalitsuse loal
ja ettevõtjate kaudu, kellel oli selleks
linnavalitsuse luba.

Aastatel 1941–1944 oli Eesti okupeeritud ning sõjategevuses hävisid mitmed vesiehitised ja veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemid. Pärast sõda tekkisid maa-asulad, mis vajasisid veevarustust ja reovee käitlemist. Vee kasutamise ja kaitse küsimusi lahendati 1950. aastatel Kommunaalmajanduse ja Põllumajanduse Ministeeriumis.

Uute veeinseneride ettevalmistamine toimus pärast sõda Tallinna Polütehnilise Instituudi (TPI) hüdrotehnika ja teedehhituse instituudis, mille kateedrit juhtis August Velner.

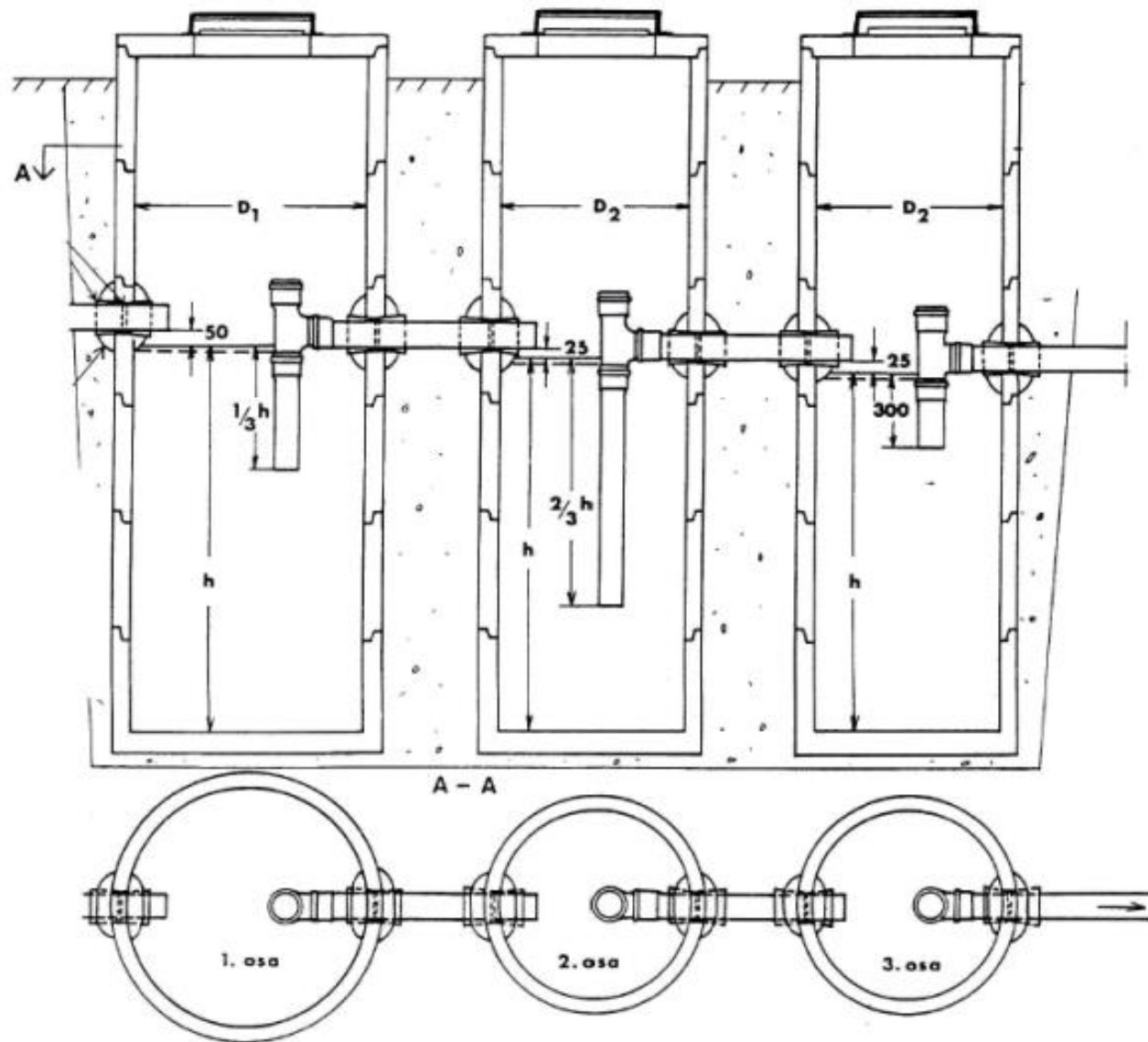
1950. aastate alguses lõpetas TPI mitu tulevast tuntud erialateadlast (**H.-A. Velner**, L. Paal, A. Maastik, A. Aitsam, U. Liiv jt), kes täiendasid end Leningradi ja Moskva ülikoolides, kus osa neist kaitses ka kandidaadi- või doktorikraadi.

Aastal 1954 avati TPI-s uus eriala –
sanitaartehnika ning 1958. aastal loodi
sanitaartehnika ja hüdraulika kateeder, mida
juhatas Leo Tepaks. Selle eriala valinutest pidid
saama universaalsed spetsialistid, kes oleksid
võimelised töötama nii veevarustuse ja
kanalisatsiooni kui ka kütte ja ventilatsiooni
alal.

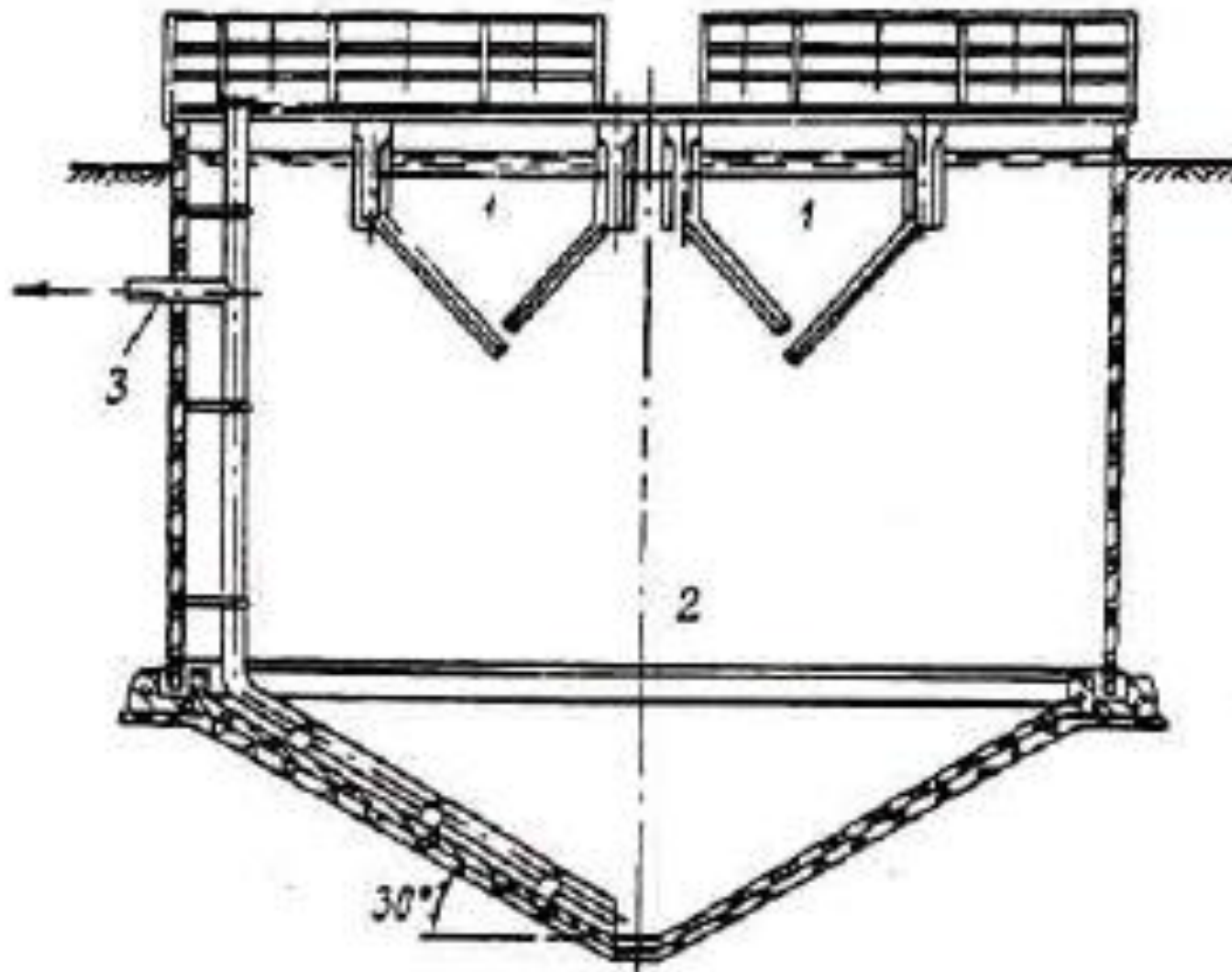
Pärast sõda kehtestati Eestis Nõukogude Liidu
ehitusnormid ja eeskirjad (SNiP) ning
sanitaarkaitseenormid, millega reguleeriti
veekogude veekaitseenõudeid sõltuvalt sellest,
mis otstarbel veekogu kasutamist leiab.
Vastavate uuringute teaduslikud alused
töötasid Nõukogude Liidus välja TPI teadlased
H.-A. Velneri juhtimisel.

Esimene sõjajärgne reoveepuhastite ehitamist reguleeriv seadusandlik akt oli ENSV Ministrite Nõukogu 02. augusti 1951. aasta määrus nr. 640, milles oli nimestik tööstusettevõtetest, millele tuleb ehitada reoveepuhastid. See hõlmas ainult Eesti NSV alluvuses olevaid tööstusettevõtteid, liidulise alluvusega tööstuste kohta suuniseid ei antud.

Kahel esimesel sõjajärgsel aastakümnel
ehitati reovee puhastamiseks vaid
väikeobjektidele betoonist
kaevurõngastest septikuid,
korruselamutele monoliitsest betoonist
septikuid ning lastelaagritele ja mõnede
elamupiirkondadele mõned emšerid
(joonised 2 ja 3).

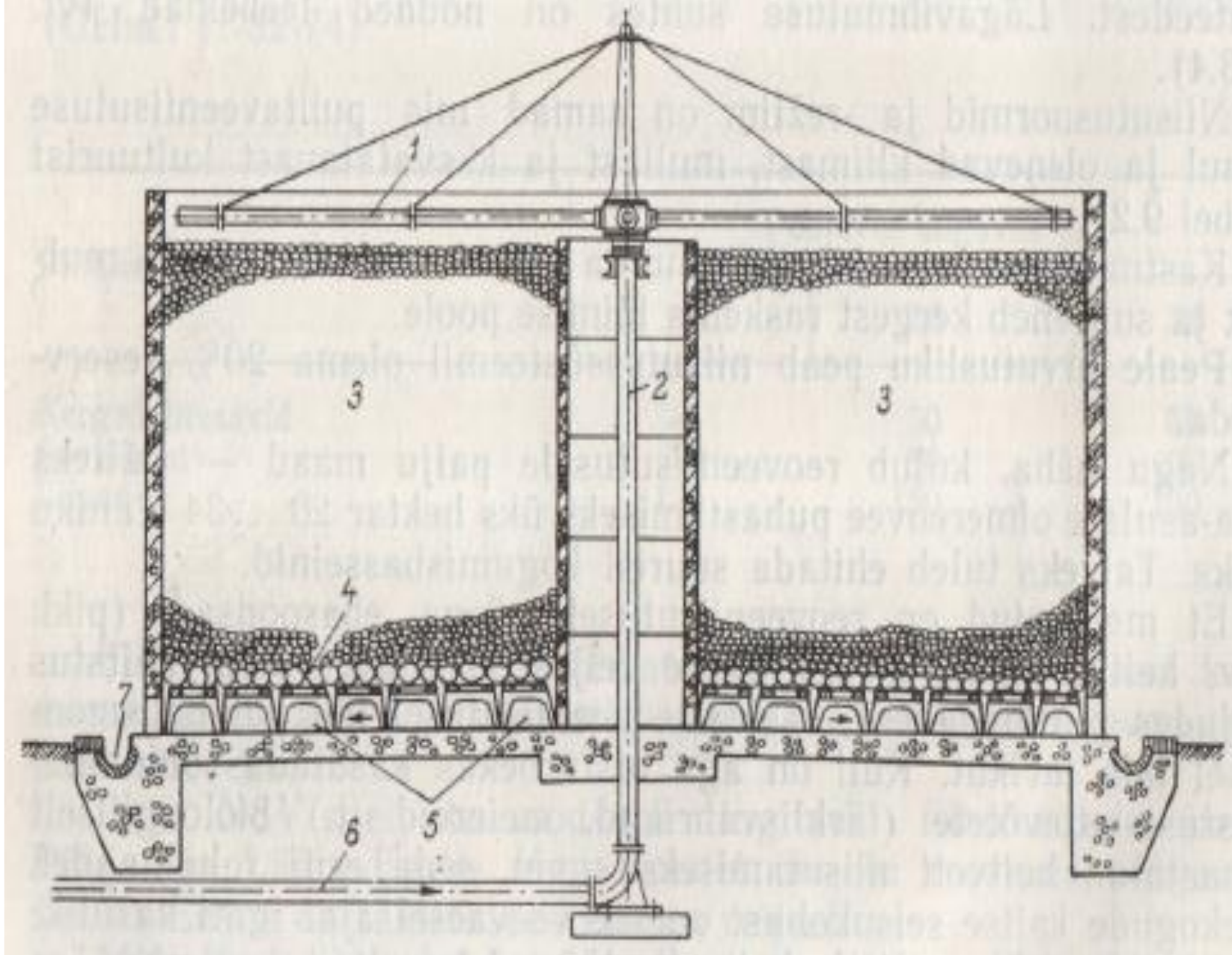


Joonis 2. Kolmekambriline septik.



Joonis 3. Emšer: 1 – esimese astme setiti settimisrennid, 2 – teise astme setiti koos käärimiskambriga, 3 – sette-eemaldustorustik.

Kohtla-Järvel, Jõhvis, Sompas, Sindis ja mujal
ehitati 50. aastatel mõnele üleliidulise
tähtsusega suurtööstusettevõttele üksikuid
biopuhasteid, peamiselt nõrgbiofiltreid
(joonised 4 ja 5).



Joonis 4. Nõrgbiofiltri tehnoloogiaskeem: 1 – reaktiivniisuti, 2 – püstik, 3 – filtermaterjal, 4 – kandekiht, 5 – drenaaž, 6 – juurdevoolutorustik, 7 – äravoolurenn.



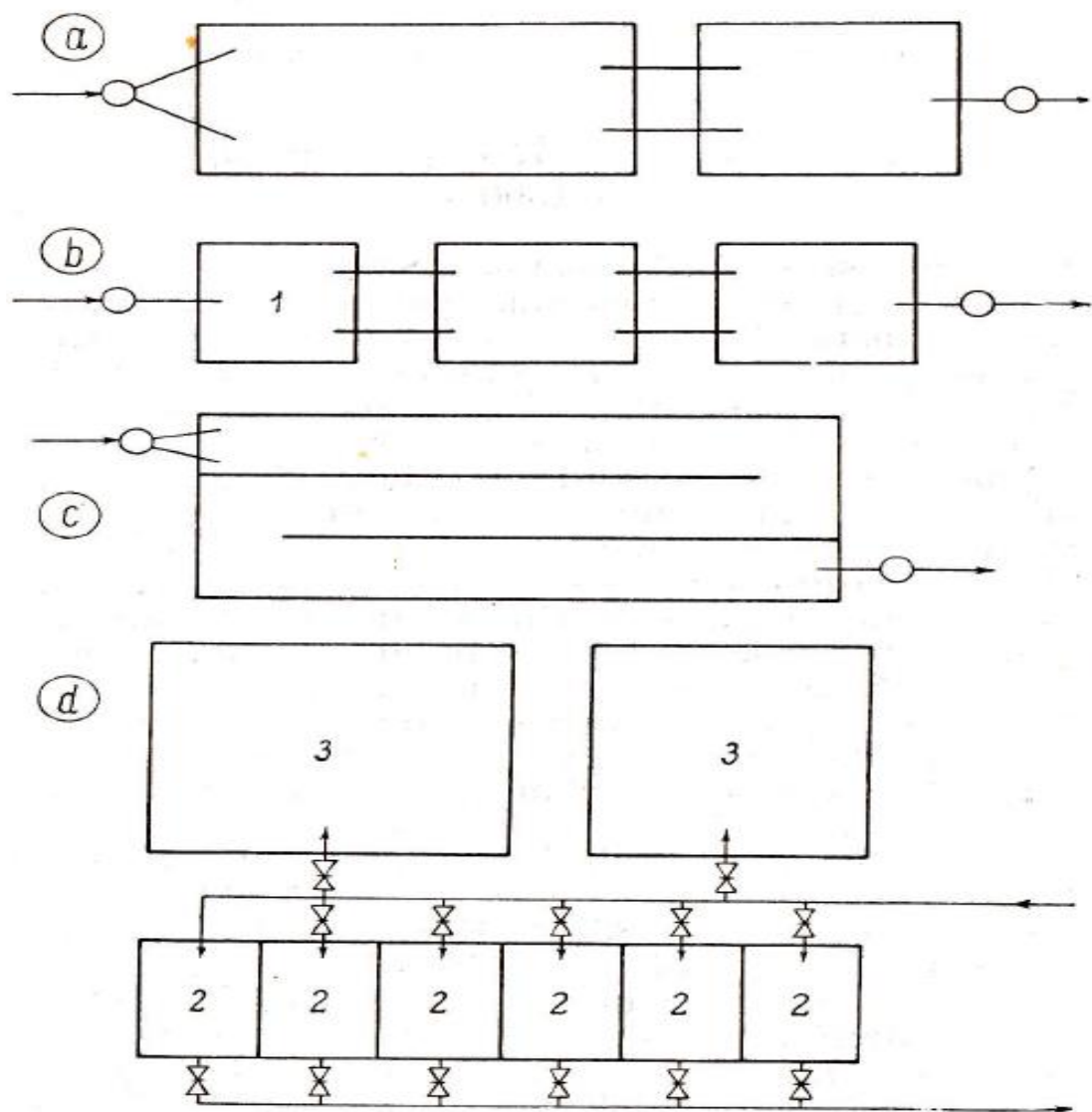
Joonis 5. Kohtla-Järve kunagised nõrgbiofilrid. Foto A. Maastik.

Kuivõrd NL-s kehtivad normid lugesid eriti toiduainetööstusettevõtete reovee puhastamise eelismooduseks reoveeniisutust, rajati 1960. aastatel kolm reoveeniisutusala (Saha-Loo linnuvabrikule, Vaida meiereile ja Kadrina tärklisevabrikule) ning valmimas oli ka reoveeniisutusala Salutaguse pärmivabrikule, kusjuures kõik nad sattusid kaitsmata põhjaveega aladele.

EPA-s A. Maastiku juhtimisel tehtud põhjalik
uuring põllumajandusettevõtetes tekkiva
reovee ja Eesti hüdrogeoloogiliste tingimuste
kohta näitas, et Eesti kliimas ja geoloogilistes
oludes ei ole aastaringsel reoveeniisutusel
mingit tulevikku, mistõttu reoveeniisutusest
loobuti.

Samal ajal alustas A. Maastik Eesti
Põllumajanduse Akadeemias katseid
biotiikidega (joonis 6), milles kulgevaid
bioloogilisi protsesse uuris E. Kukk TRÜ
botaanikakateedrist. Esimene biotiik Eestis
valmis Vana-Kuuste meierei reovee
puhastamiseks 1964. aastal. Tulemused olid
lootustandvalt head ja biotiikide rajamine oli
järgnevail aastail maa-asulates üsna sage.

Aastaks 1975 oli Eesti maa-asulate ja mitmesuguste põllumajandusobjektide tarvis ehitatud üle 740 reoveepuhasti, kus biotiigid toimisisid iseseisva puhastina (244 seadet) või kus neid kasutati järeldpuhastina (500 seadet). Ka hiljem on biotiigid olnud soovitud reovee puhastamise looduslähedased seadmed ja mitmete katsetuste objektiks. Põhiliselt rajati aeroobseid biotiike, kuid vähesel arvul on rajatud ka anaeroobseid, nagu näiteks Türi linna reoveepuhastussüsteemis.



Joonis 6. Eestis kasutatud biotiikide tehnoloogiaskeeme: a) läbivoolutiigid; b) anaeroobse eelpuhastustiigiga reoveepuhasti, 1 – tiigikaskaad; c) serpentiinbiotiik; d) 2 - kontaktbiotiikidega ja 3 - kogumistiikidega reoveepuhasti.

Katseid tehti ka õhustatavate biotiikidega:

E. Kirt ja A. Maastik rakendasid Jõgeva rajooni Pajusi kolhoosi Nurga tärklisvabriku biotiikidel kavitatsioonaaeraatoreid ja ejektorõhusteid.

Õhustuse tõhustamiseks pandi seal ka aeraatorid liikuma (joonis 7). Vaatamata üsna headele tulemustele ehitati õhustatavaid biotiike Eestisse ainult kümmekond.



Joonis 7. Nurga tärklisvabriku liikuvate pindõhustitega biotiik. Foto A. Maastik.

1965. aastal asutati ENSV MN Riiklik
Maaparanduse ja Veemajanduse komitee.
Järgnevatel aastatel koordineeris
reoveepuhastite väljatöötamist Riikliku
Maaparanduse ja Veemajanduse komitee
juures asuv ametkondadevaheline
puhastusseadmete komisjon, mille
tööprogramm hõlmas reoveepuhastuse
teooriat ja praktikat ning kes arutas läbi kõik
uudsed projektlahendused.

Reoveepuhastite Intensiivse projekteerimise ja ehitamisega tehti Eestis algust aastal 1965. Selleks ajaks oli linnade veekaitsele pühendatud projekteerimistegevus koondunud RPI Eesti Projekti ja RPI Kommunaalprojekti, tööstusettevõtetega tegeles RPI Eesti Tööstusprojekt ning maa-asulate veekaitse ja maaparandus olid RPI Maaehitusprojekti ja RPI Maaparandusprojekti valdkond. Eesti insenerid hakkasid otsima ajakohasemaid puhasteid, võttes sageli aluseks ka Eesti oludesse kohandatavaid välisriikide lahendusi.

Välismaistest lahendustest valisid A. Maastik ja E. Kukk hollandlaste konstrueeritud ringkanalid (joonis 12). Esimesed katseseadmed ehitati Nõo meierei ja Tarvastu tärklisevabriku reovee puhastamiseks aastatel 1965–1966. Et ringkanalite lehterjärelsetitid kujunesid väga sügavaks, konstrueerisid A. Maastik ja E. Kirt nende asemele kanali sisse pandava tööstuslikult toodetava laminaarsetiti.

Kuuekümnendate aastate lõpupoolel kujunes Eestis välja kaks „koolkonda“, mille eestvedajateks olid Tartus A. Maastik ja Tallinnas H. Mölder. Enamasti eelistas Tartu „koolkond“ reovee mehaanilise õhustusega reoveepuhasteid ja biotiike ning Tallinna „koolkond“ pneumaatilise aeratsiooniga reoveepuhasteid. Reoveepuhastite projektlahenduste väljatöötamisega tegelesid praktiliselt kõik asutused, kes veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteeme projekteerisid.

Eesti projekteerimisinstituutidesse koondunud
erialainseneride grupid töötasid koostöös TPI
(H. Mölder) ning EPA (A. Maastik) ja TRÜ (E. Kukk)
teadlastega välja õige mitu reovee väikepuhastite
projektlahendust: RPI Eesti Projekt
kompaktpuhastid BIO–25, BIO–50 ja BIO–100;
RPI Eesti Tööstusprojekt kaevpuhasti KP–21,
ringkanali RK–200, rõngaspuhastid MRP–300 ja
MRP–1000; PI EKE Projekt kaevpuhastid EKE B–
5/8 ja EKE B–14/21 ning ringkanalid RK–120 ja
RK–250; RPI Eesti Maaehitusprojekt
kompaktpuhastid OXYD–45, OXYD–90 ja OXYD–
180.

Reoveepuhastid konstrueeriti nii, et nad võimaldaksid normaalsel hooldamisel vähendada BHT-d 85–95 % ning et puhastatud olmeheitvee $BHT_5 = 15–25 \text{ mgO}_2/\text{l}$. Nähti ette, et kui suublaks on väikese läbivooluga või seisuveekogu (veehoidla, tiik vms), tuleb reovesi puhastada ka biogeensetest elementidest. Fosfori eemaldamiseks soovitati keemilist puhastust, lämmastiku kõrvaldamiseks biotiike.

Reoveepuhastite kataloog

Aastal 1972 hakkas reoveepuhastite ehitamist koordineerima Ehituskomitee ning samal aastal andis RPI Eesti Projekt välja „Eesti NSV-s väljatöötatud reoveepuhastite kataloogi“ (toimetajad J. Malmet ja J. Kaljumäe). Kataloogis kirjeldatud reoveepuhastite (bioloogiliste aktiivmudapuhastite) koondandmed on toodud tabelis 1 ning puhastite jõudluspiirid joonisel 9.

Reoveepuhastid jagati kahte gruppi. Grupis A
olid need, mille projekte võis puhasti
väljatöötanud instituudi nõusolekul korduvalt
kasutada konkreetse sidumisprojekti
koostamiseks. Väljaspool Eestit võis neid
projekte kasutada vaid kooskõlas NSVL
Ministrite Nõukogu 18. augusti 1972. aasta
korraldusega nr. 1798-k. Gruppi B kuulusid
eksperimentaalsed puhastid, mille töökindluse
ja efektiivsuse kontrollimine ei olnud veel
lõppenud.

Nende projektide kasutamiseks oli vaja
puhastusseadmete komisjoni luba, kusjuures
eksperimentaalseid puhasteid ei tohtinud
ehitada üle kümne. Seejärel otsustati, kas
nende ehitamist võis jätkata. Kõik uudsed
projektlahendused arutati läbi
puhastusseadmete komisjonis, mille
soovituseta ei tohtinud veemajanduse
inspektsioonid neid kooskõlastada.

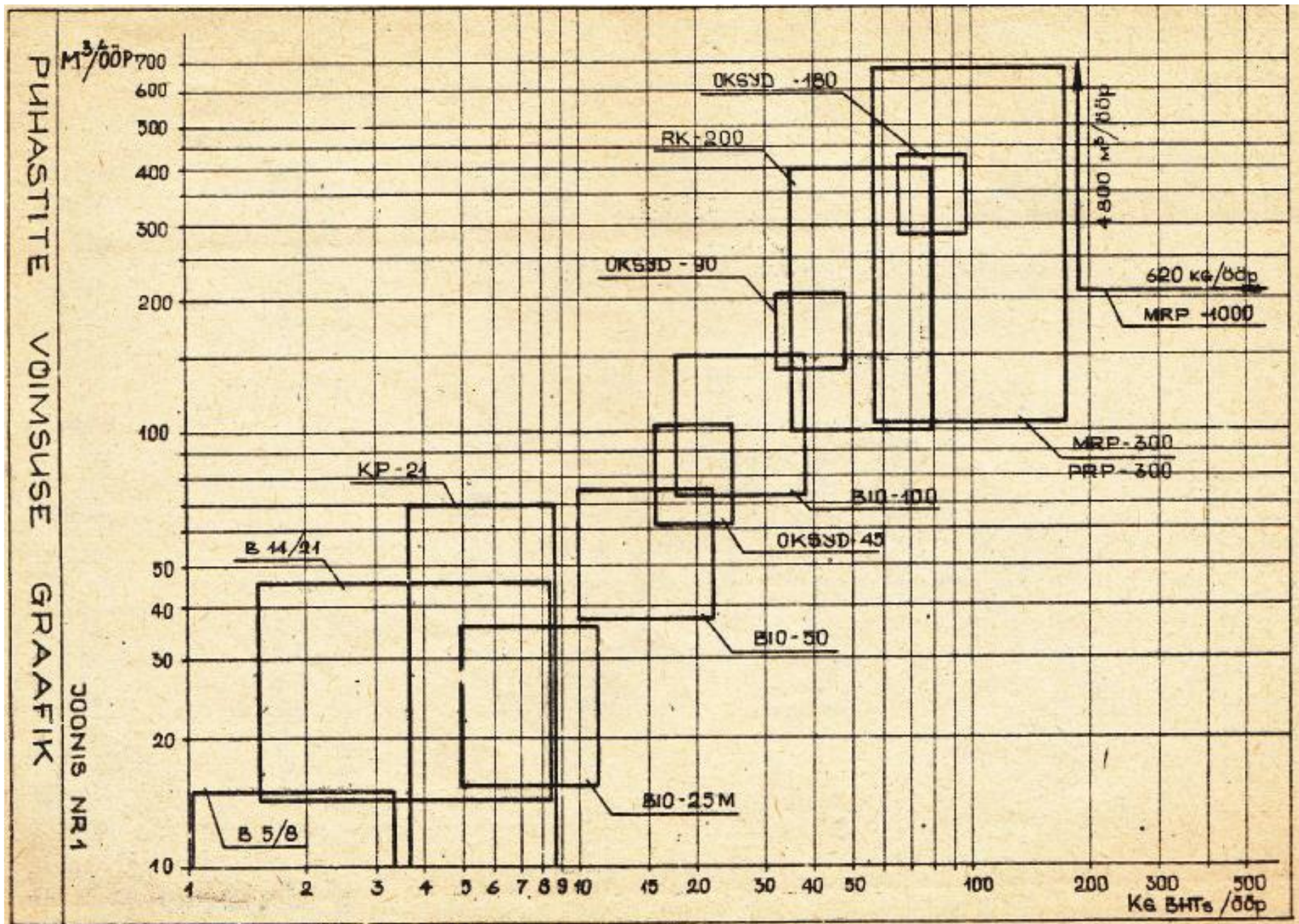
Gruppi A kuulusid: BIO–25 M, BIO–50 ja BIO–100; OXYD–45; EKE-B–5/8 ja 14/21, RK–120 ja RK–200, MRP–300 ja PRP–1000 ning

Gruppi B: OXYD–90, OXYD–180, KP–21, PRP–300 ja RK–250 (joonised 9 – 14).

Elu tegi siiski korrektiive: kuigi EKE–B tüüpi seadmed olid grupis A, keelas puhastusseadmete komisjon 1975. aastal nende ehitamise puuduliku töökindluse tõttu ära.

Tabel 1. Reoveepuhastite põhinäitajad.

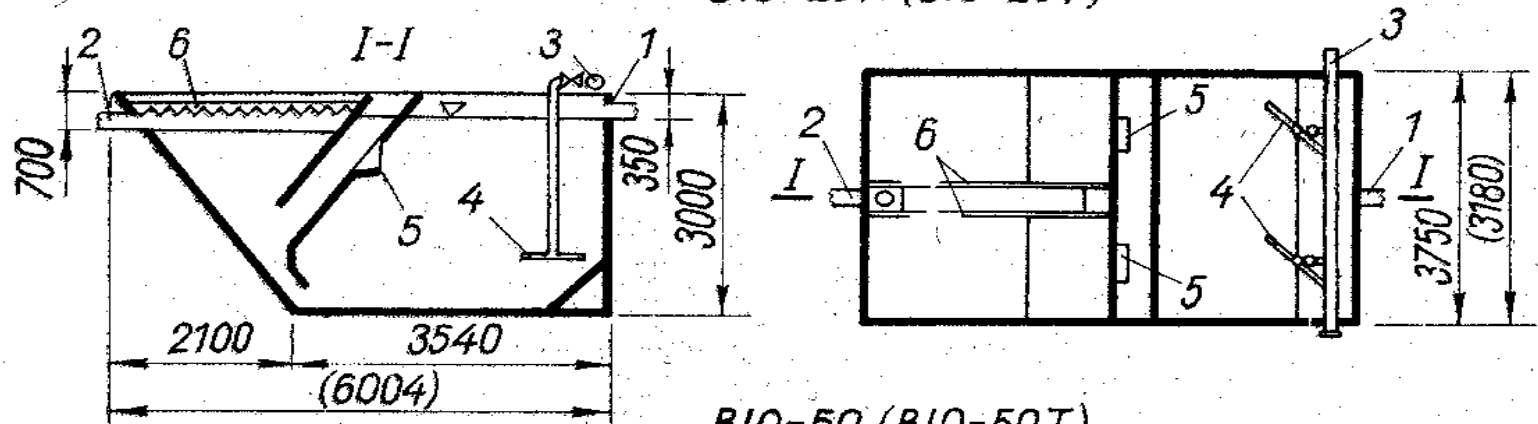
Puhasti	Hüdrauliline koormus	Mahukoormus	Reostuskoormus	
	m³/d	g BHT ₅ /m³	kg BHT ₅ /d	ie
B - 5/8	8-15	100-400	0.51-3,32	9-61
B - 14/21	15-45	100-400	1,49-8,52	28-158
KP - 21	10-70	180-400	3,8-8,4	70-155
BIO - 25M	15-35	180-400	5-11	100-200
BIO - 50	40-75	180-400	10-22	190-400
BIO - 100	80-150	180-400	17,5-39,0	320-700
OXYD - 45	72-105	400-600	16,2-24,3	333-500
OXYD - 90	144-210	400-600	32,4-48,6	566-1000
OXYD - 180	288-400	400-600	65-97	1332-2000
MRP - 300	100-650	180-600	57-190	1100-3800
MRP - 1000	200-4800	200-600	206-620	4100-12500
PRP - 300	100-650	180-600	57-190	1100-3800
RK - 200	100-400	180-400	36-80	670-1500
RK - 250	240	100-210	25-52	500-1000



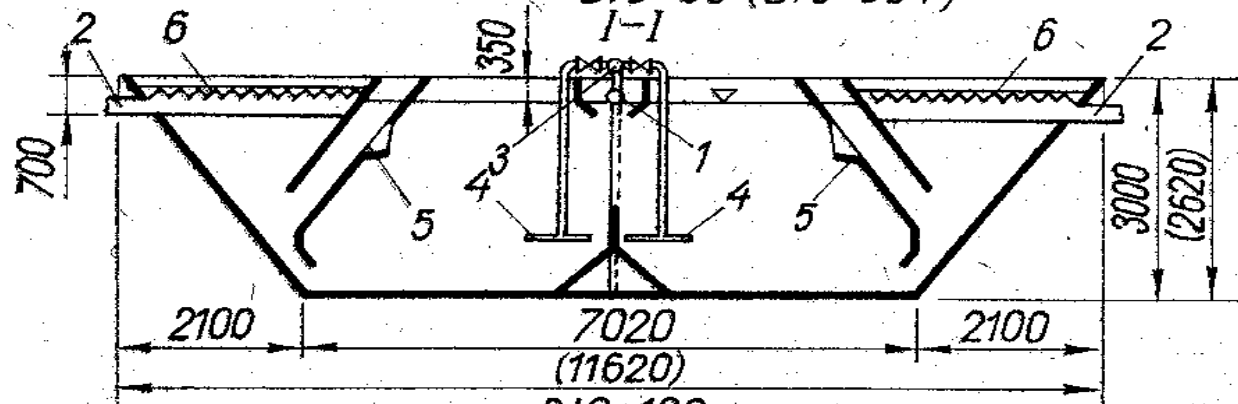
Joonis 8. Reoveepuhastite jõudluspiirid.

BIO – seeria puhasteid hakati 1968. aastal
tootma Rakvere rajooni Põllumajandustehnika
Tootmiskoondise (EPT) Väike-Maarja tsehhis ja
Rakvere külje all Näpi asulas. Alates 1981.
aasta lõpust hakati metalli kokkuhoiu eesmärgil
ning seadmete transpordi lihtsustamiseks
(BIO–M mõõtmed ei vastanud
raudteetranspordi nõuetele) tootma nende uut
modifikatsiooni BIO–T.

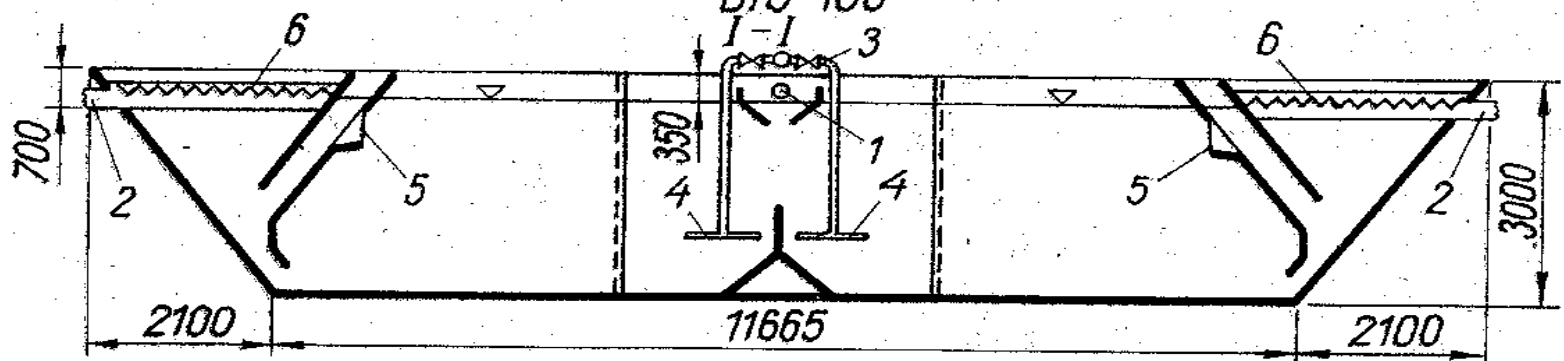
BIO-25M (BIO-25T)



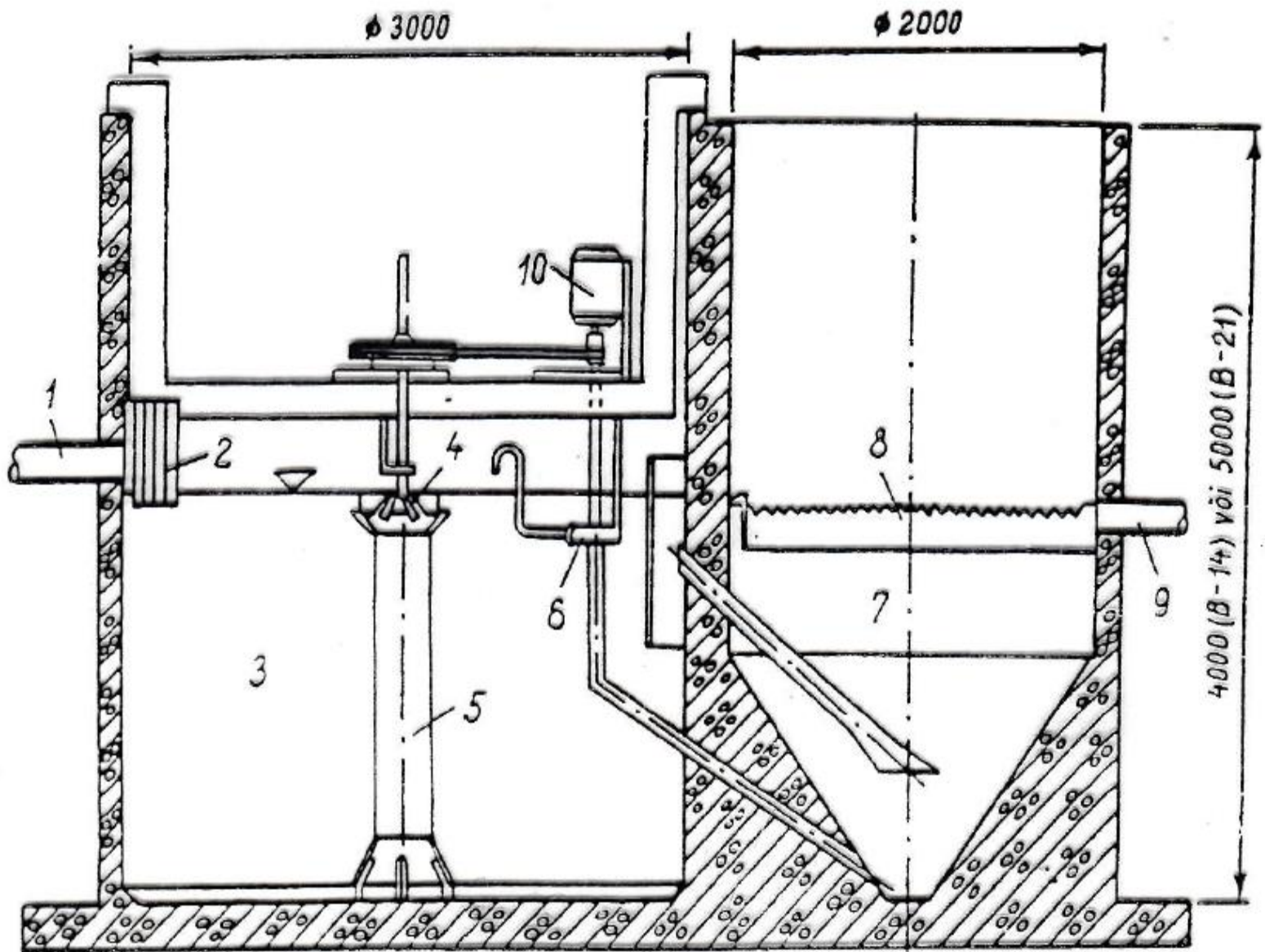
BIO-50 (BIO-50T)



BIO-100

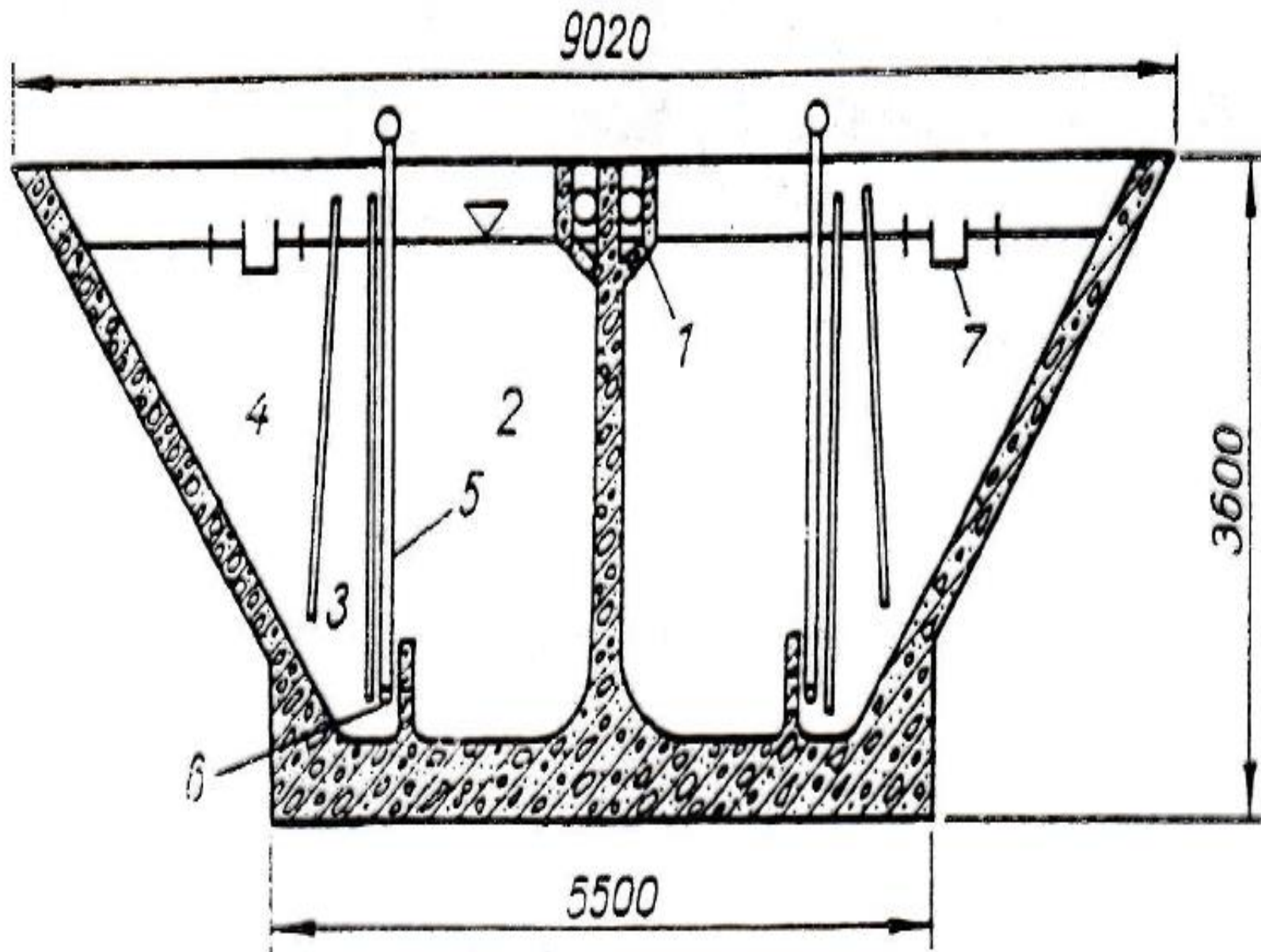


Joonis 9. Reoveepuhastid BIO: 1 - juurdevoolutoru, 2 - äravoolutoru, 3 - suruõhutorustik, 4 - pihusti, 5 - reguleeritav ava, 6 - hammasülevoov.



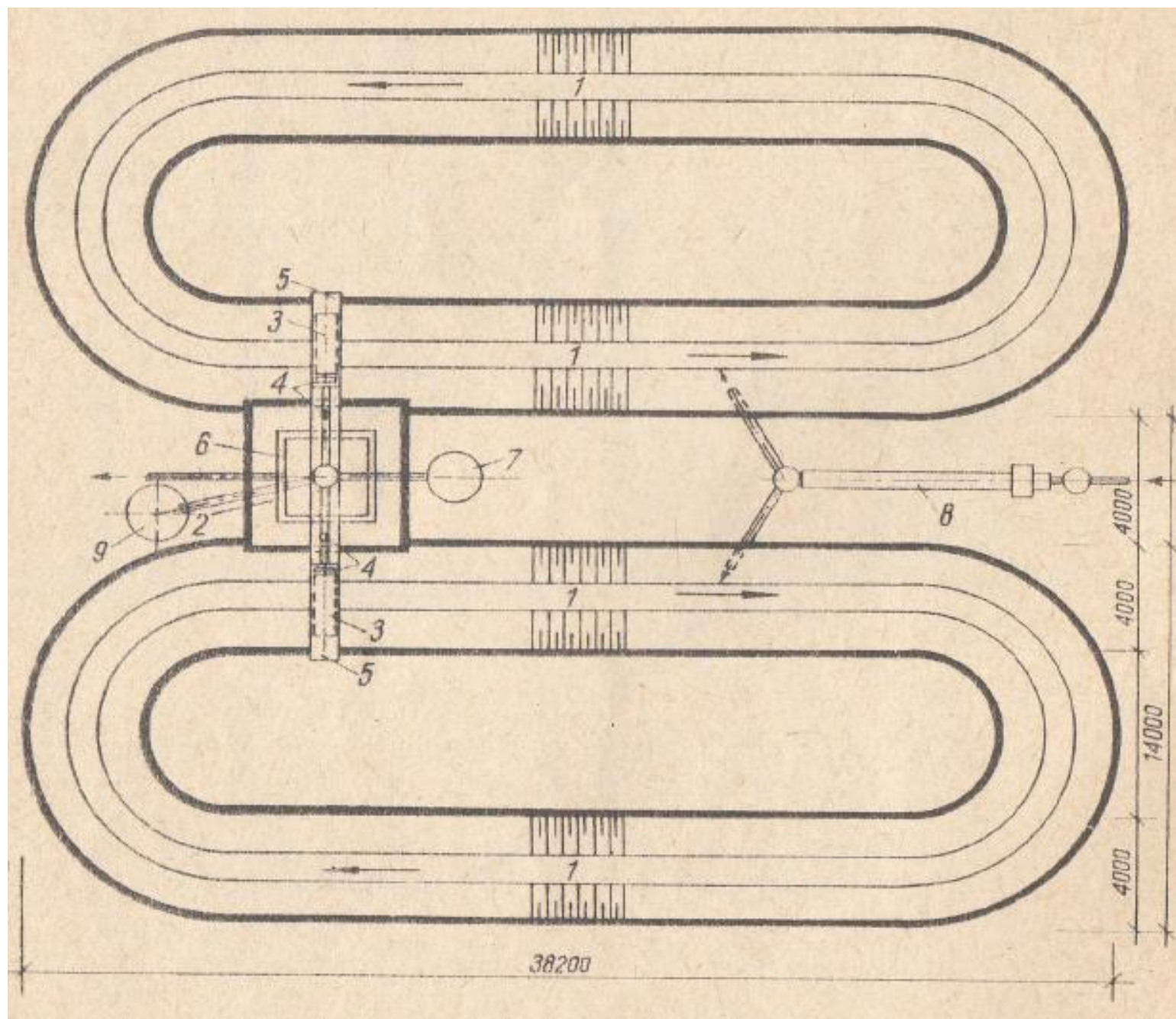
Joonis 10. Mehaanilise õhustusega kaevpuhasti B 14/21: 1 - juurdevool, 2 - võrekorv, 3 - õhustuskamber, 4 - pindaeraator, 5 - tõusutoru, 6 - mudatagastuspump, 7 - setiti, 8 - ülevoolurenn, 9 - äravool, 10 - elektrimootor.

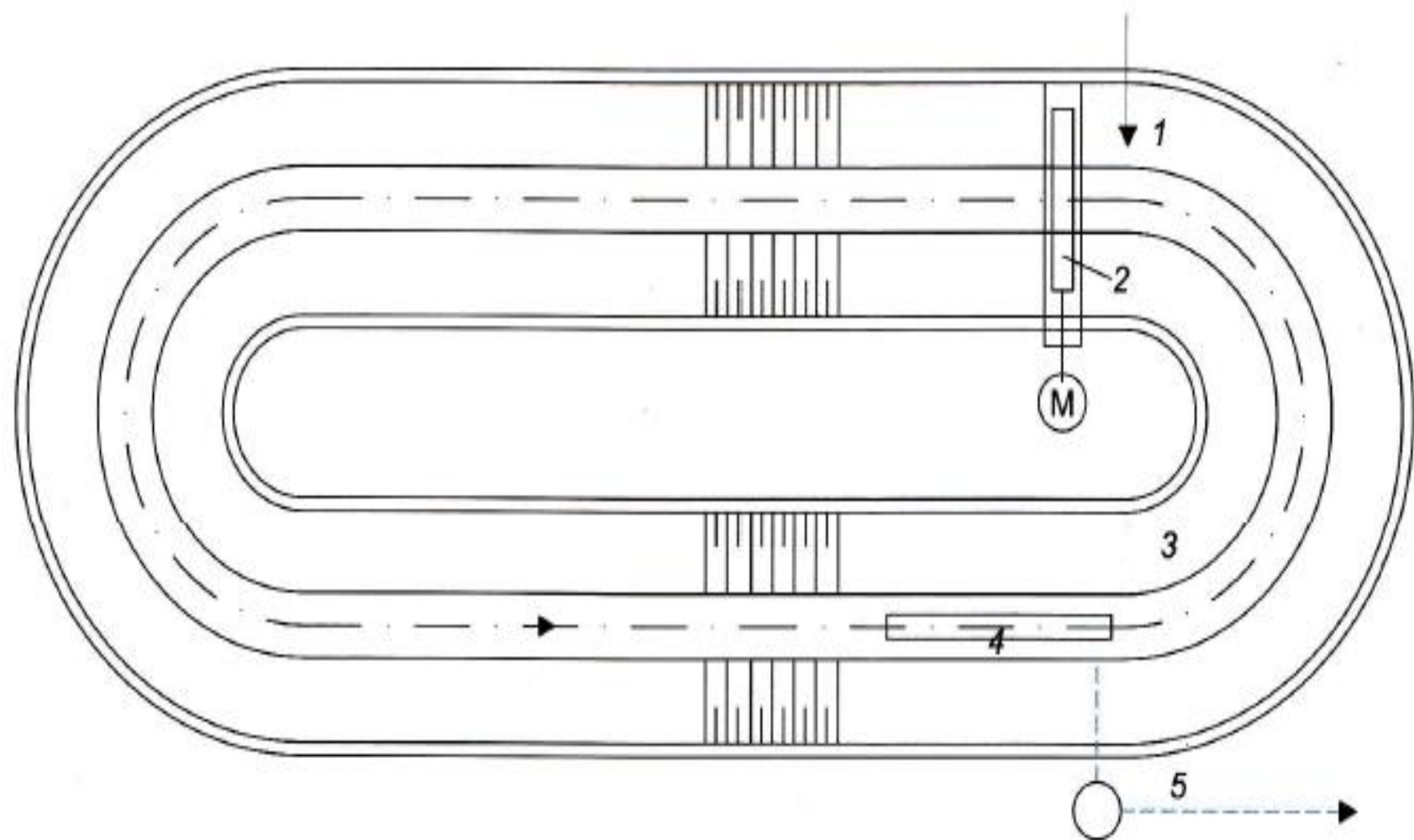
Esimene OXYD-tüüpi reoveepuhasti rajati 1969.
aastal ja 1994. aastal oli neid ekspluatatsioonis
111, mis moodustas 10 % väikepuhastite
koguarvust. Raudbetoonist OXYD-seeria
puhastite (joonis 11) põhi on monoliitne ning
seinad monteeritavad. Ka need puhastid on
monoplokkseadmed. Ehitati neid kolmes
suuruses: OXYD 45, OXYD 90 ja OXYD 180.



Joonis 11. Reoveepuhasti OXYD ristlõige: 1 - juurdevool, 2 - õhustuskamber, 3 - õhueraldusšaht, 4 - setiti, 5 - suruõhutorustik, 6 - pihusti, 7 - ülevoolurenn.

Ringkanaleid oli 1983. aastaks Eestisse ehitatud
68, kõige rohkem Võru ja Põlva rajooni
(kummassegi *ca* 20 puhastit) ning 1994. aasta
lõpuks oli neid ekspluatatsioonis 50 (joonis 12)
ja need on lihtsa ehitusega
aktiivmudapuhastid.



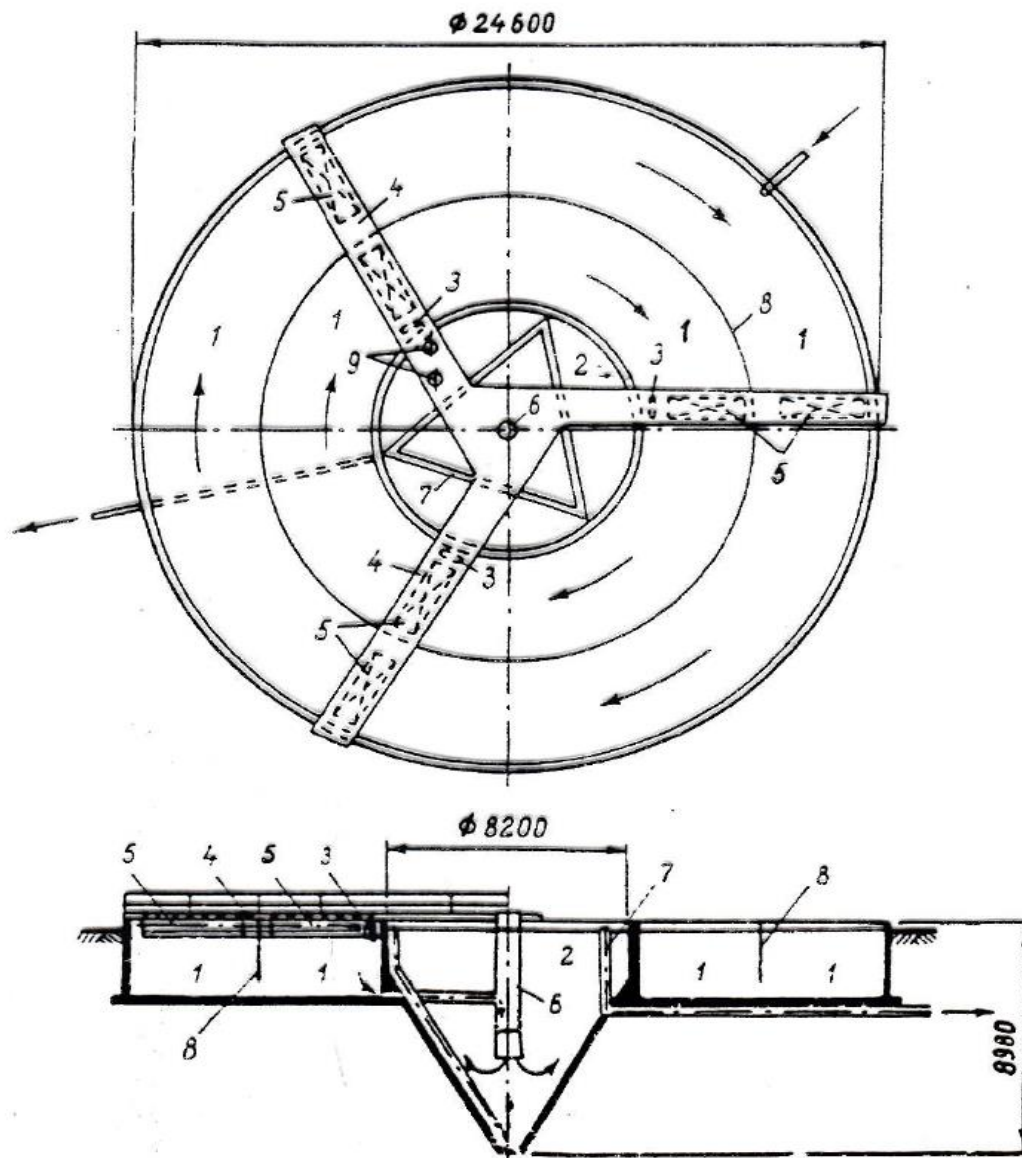




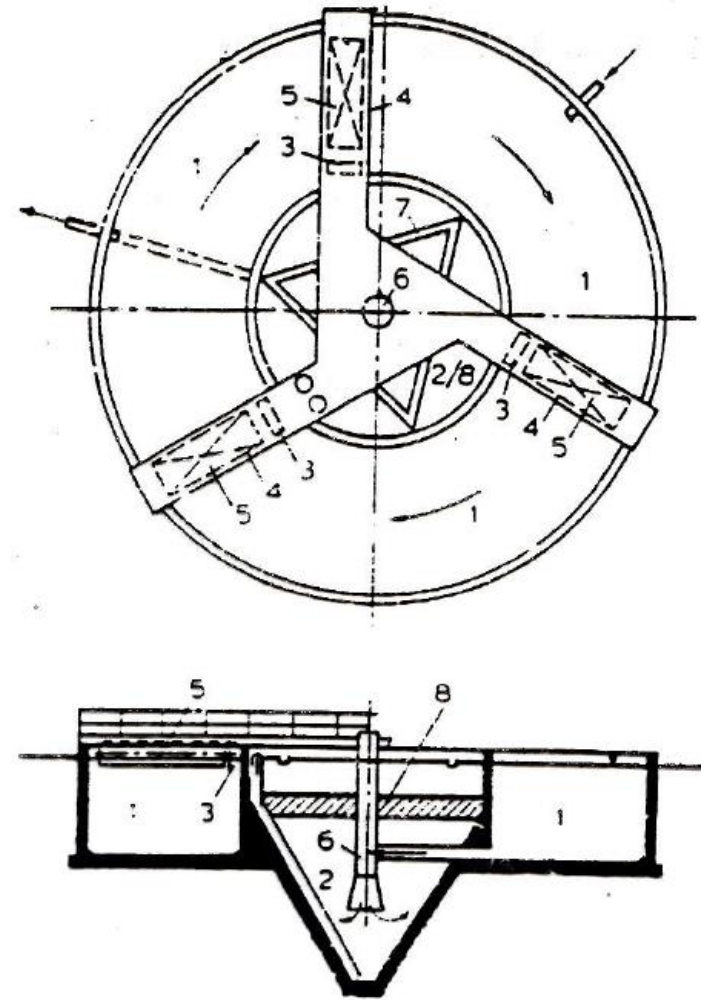
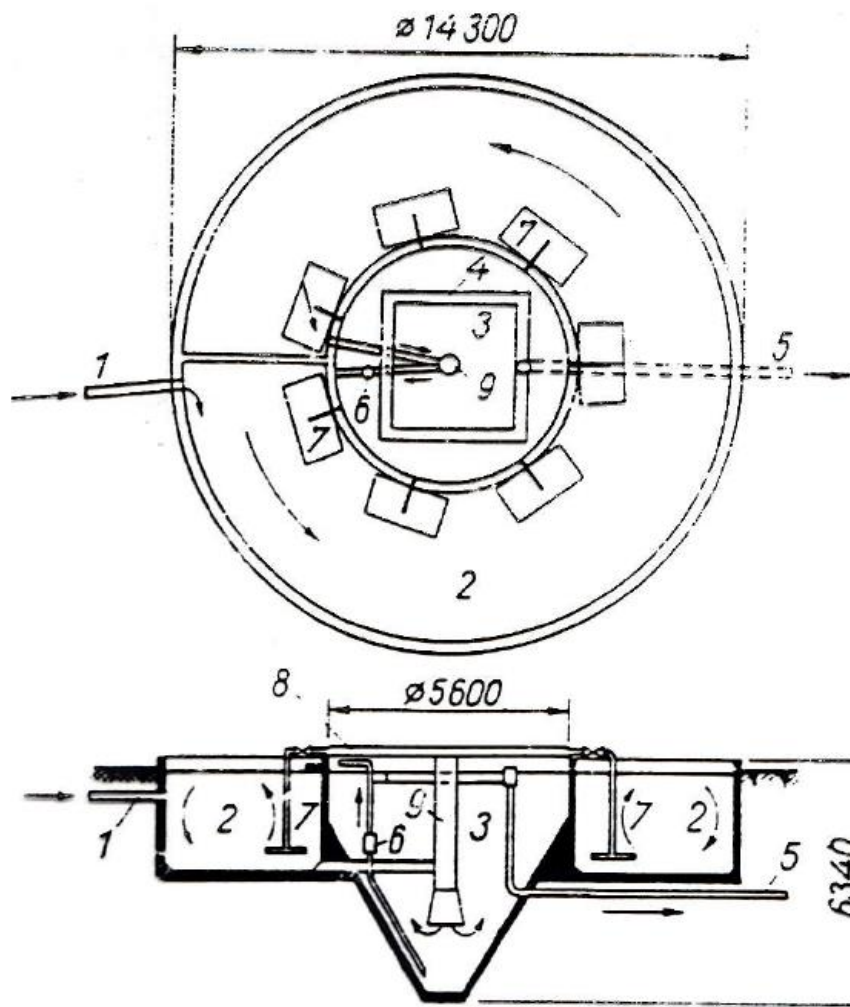
Joonis 12. Ringkanalid. Lehtersetitiga ringkanalid: a) 1 – ringkanal, 2 – setiti, 3 – trummelõhusti, 4 – aktiivmudatõstuk, 5 – teenindussild, 6 – väljavool, 7 – mudatihendi, 8 – liivapüünis, 9 – mudatihendi variant paariskanali puhul.
 b) Laminaarsetitiga ringkanal: 1 - juurdevool, 2 - trummelõhusti, 3 - kanal, 4 – laminaarsetiti, 5 - väljavool.
 c) Ringkanali laminaarsetiti. Foto M. Kriipsalu.

Kõige suuremad Eestis välja töötatud
tüüpjooniste järgi ehitatud puhastusseadmed
on joonistel 13 ja 14 toodud rõngaspuhastid,
millest MRP–300 ja MRP–1000 on mehaanilise
ja PRP–300 surveõhustusega.

Eestis oli 1983. aastaks ehitatud 38 MRP-tüüpi
ja 19 PRP-tüüpi puhastit. Viimane
rõngaspuhasti ehitati 80ndate aastate lõpus
Väike-Maarjasse.



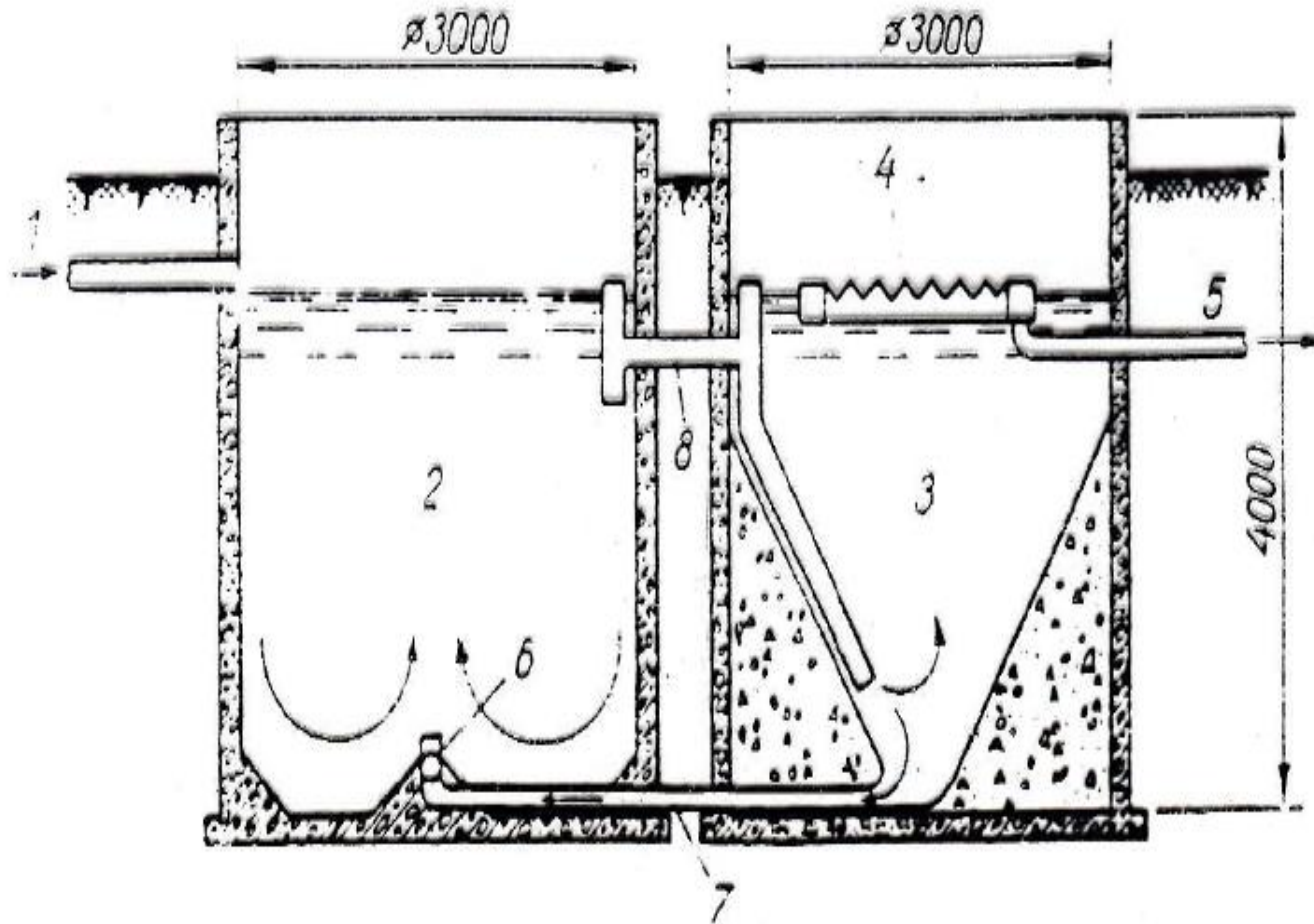
Joonis 13. Rõngaspuhasti MRP-1000: 1 - õhustuskanal, 2 - setiti, 3 - mudatõstuk, 4 - teenindussild, 5 - õhustusrootor, 6 - tsentraaltoru, 7 - ülevoolurenn, 8 - juhtsein, 9 - mudapump.



Joonis 14. a) Rõngaspuhasti PRP - 300: 1 - sissevool, 2 - õhustuskanal, 3 - setiti, 4 - ülevoolurenn, 5 - äravool, 6 - tagastusmuda õhktõstuk, 7 - õhustid, 8 - suruõhutorustik, 9 - tsentraaltoru, 10 - mudatagastuspump.

b) Rõngaspuhasti MRP - 300: 1 – õhustuskanal, 2 – setiti, 3 – mudatõstuk, 4 – teenindussild, 5 – õhustusrootor, 6 – tsentraaltoru, 7 – ülevoolurenn, 8 – laminaarsetitiga variant.

Kõige väiksemad reoveepuhatite mudelid olid kaevupuhastid EKE-B (Joonis 10) ja KP (Joonis 15).



Joonis 15. Pneumaatilise õhustusega kaevpuhasti KP - 21: 1 - juurdevool, 2 - õhustuskamber, 3 - setiti, 4 - ülevoollurenn, 5 - äravool, 6 - suruõhutorustik, 7 - mudatagastustoru, 8 - ülevoollutoru.

Reoveekäitluse areng 20. sajandi lõpus

H. Mölder, A. Maastik ja RPI Eesti

Tööstusprojekt insenerid koostasid 1972. aastal

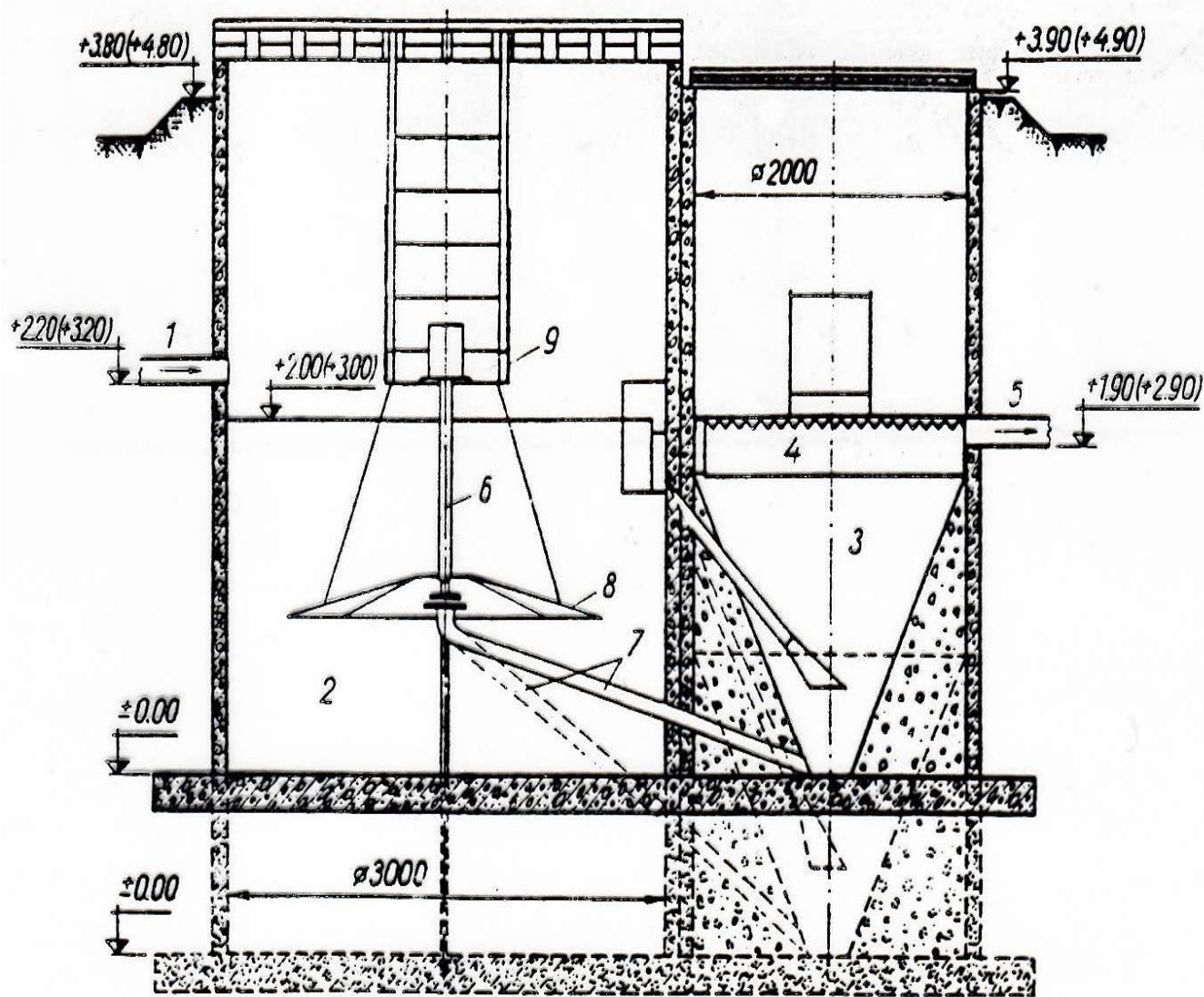
“Bioloogiliste väikepuhastite ekspluateerimise

juhendi”. RPI Eesti Projekt andis 1972. aastal

välja "Pneumaatilise aeratsiooniga bioloogiliste
väikepuhastite ekspluatatsiooni eeskirjad".

Reoveepuhastite hooldajatele ja operaatoritele korraldati õppepäevi.

Väikese töökindluse tõttu keelas puhastusseadmete komisjon 1974. aastal EKE-B tüüpi seadmete, mida oli 1983. aastal arvel 175, edasise ehitamise. 1970. aastate lõpus ja 1980. alguses hakati nende õhustusseadmeid asendama Jõgeva EPT LEMK-is (Liikuv Eriehitustööde Mehhaniseeritud Kolonn) toodetavate kavitatsioonieraatoritega. Olemasolevate kaevpuhastite rekonstrueerimiseks kavitatsioonieraatori baasil töötati välja uus lahendus K-4/21 (joonis 16).



Joonis 16. Moderniseeritud kaevpuhastid K - 14/21 (punktiiriga 3 m sügavuse veega variant, so K – 21): 1 - juurdevool, 2 - õhustuskamber, 3 - setiti, 4 - ülevoolurenn, 5 - äravool, 6 - kavitatsiooneraator, 7 - mudatagastustoru, 8 - pörkekraan, 9 – teenindussild.

Kavitatsiooneraatoreid kasutati ka BIO- ja OXYD-tüüpi reoveepuhastites, kuid sageli oskamatult, ning see häiris puhastusprotsessi. Hiljem rekonstrueeriti osa olemasolevaid kaevpuhasteid Soomest tarnitud puhastite BIOCLERE baasil.

Mehaanilised õhustusseadmed (trummelaeraatorid), mida valmistasid pooltööstuslikult Jõgeva EPT ja Viljandi LEMK, olid vähem vastupidavad. Täiendusi vajasisid kaevpuhastid, ringkanalid ja rõngaspuhastid.

Esimesed välismaised reoveepuhastid jõudsid
Eestisse 1970. aastate teisel poolel. Hiiumaal
paigaldati Käinasse 1976. aastal Soomest
ostetud aktiivmudapuhasti RAPID-BLOC ja
Venemaalt hakati Eestisse tooma
reoveepuhasteid KY (rajati seitse tükki).

Eesti oli 1970. aastatel teistest NSVL
vabariikidest reoveepuhastite väljatöötamise ja
evitamise alal kaugele ette jõudnud.

1974. aasta NSV Liidu Rahvamajandus-
saavutuste näitusel anti Eesti teadlastele
näituse hõbemedal (A. Maastik
puhastusseadmete väljatöötamise ja
ekspluatatsiooni juhendi koostamise eest) ja
kaks pronksmedalit (L. Esko ja T. Raia
puhastusseadmete väljatöötamise,
rakendamise ja uuringutele kaasaaitamise
eest).

Autorikollektiiv J. Annus, K. Hannus, J. Heinpalu, J. Kaljumäe, E. Kirt, A. Lepik, A. Maastik, J. Malmest, H. Mölder, T. Varendi, **H.-A. Velner** sai 1972. aastal ENSV teaduse ja tehnikaalase preemia.

Seni biopuhastite uurimise ja
konstruktsioonelementide täiustamisega
peamiselt tegelenud EPA ja TPI kõrval hakkasid
1970. aastatel ja 1980. aastatel
reoveepuhastitega tegelema ka ELVI EKB
keskkonnakaitseosakond ning Liha- ja
Piimatööstuse KTB keskkonnakaitseosakond.
Peatähelepanu pöördati biogeenide
ärastamisele (TPI), reovee õhustamisele
puhastites (EPA, ELVI EKB) ning ringkanalite
(EPA) ja kaevpuhastite konstruktsiooni
täiustamisele (ELVI EKB; PI EKE Projekt, EPA).

Seoses puhastite tehniliste seadmete
hankimisraskustega hakati ELVI EKB-s
valmistama ja Võru EPT-s tootma
kavitatsiooneraatoreid KA_c-110 ning läga- ja
fekaalipumpasid Φ 53/6 ja Φ 72/8. AS MEEDA
hakkas Harju-Ristil väikepuhastite BIO–25 ja
BIO–50 jaoks vaakumpumpade baasil tootma
õhupuhureid VVP–0,5 P ja VVP–1,0 P.

Toiduainetetööstuse reovee puhastamisel
alustati meiereidest ja tärklisevabrikutest,
millega tegelesid üheskoos EPA (A. Maastik),
TRÜ (E. Kukk) ja RPI Eesti Tööstusprojekt (Enno
Kirt). EPA-s (praeguses Maaülikoolis) hakkas
Aleksander Maastik 1973/74 õppeaastal
õpetama veekaitset.

Tartu Maaparanduse Valitsuse labor alustas
koostöös EKE Projektiga 1975. aastal
reostuskoormuste mõõtmist ja
reoveepuhastite efektiivsuse uuringuid,
kusjuures reoveepuhastite uurimisel tehti
koostööd TPI sanitaartechnika
laboratooriumiga. Reoveepuhastusseadmete
uuringuid alustati 1979. aastal ka RPUI Eesti
Maaparandusprojekti laboris.

Aastal 1981 ilmus L. Paali, H. Mölder ja H. Tibari koostatud õpik „Veevarustus ja kanalisatsioon“ (selle valdkonna esimene eestikeelne õpik Eestis), mille esimeses osas käsitletakse loodusliku vee puhastamist ning linnade ja asulate veevarustust koos hoonete sisevõrkudega, ning teises osas kanalisatsiooni alates hoonetest kuni reovee puhastamise ja puhastatud reovee juhtimiseni veekogudesse.

RPUI Eesti Maaparandusprojekti (EMP)
veemajandusosakonna koosseisus moodustati
1970. aastate lõpus reoveepuhastuse töörühm,
mille töötajad uurisid E. Otsa ja Aare Kuusiku
juhtimisel ning peamiselt Eesti NSV
Agrotööstuskomitee tellimusel nii
agrotööstusettevõtete kui ka farmide ja maa-
asulate reoveepuhastite tehnilist seisukorda.
Uuriti punktreostusallikate mõju Eesti
väikejõgedele ning anti soovitusi
reoveepuhastite rekonstrueerimiseks.

NL Riiklik Tsiviilehituse Komitee korraldas 1983.
aastal üleliidulise konkursi uute reovee
väikepuhastite tehniliste lahenduste saamiseks.
Kolmeliikmeline Eesti meeskond (A. Lepik, K.
Vahur ja H. Mölder) sai konkursil esimese ja
kolmanda preemia. Kahjuks puudus huvi
võistlustööde edasiarendamiseks, mistõttu
soovitatud lahendused jäid realiseerumata.

Otsiti ka odavamaid puhastamismooduseid.
Hajaasustuses pakkusid huvi looduslähedased
puhastustehnoloogiad: imbsüsteemid,
pinnasfiltrid ja tehismärgalad, mida asusid
uurima, propageerima ja katseobjekte rajama
Tartu Ökoinsenerikeskuse ja Tartu Ülikooli
teadurid (Ü. Mander jt).

Inseneride uue põlvkonna seas kujunes nii
õppematerjaliks kui ka käsiraamatuks aastal
1984 ilmunud Aleksander Maastiku raamat
„Veekaitse põllumajanduses“.

Esimesed välismaised reoveepuhastid Eestis ja reovee- puhastuse areng sajandivahetusel

Peale Eesti taasiseseisvumist hakkas AS BIOR koostöös Soome partneritega 1993. aastal Saaremaal komplekteerima ja ehitama reovee väikepuhasteid ROTORSYSTEM-JANSSON (kasutatakse ka nimetust TRJ), mida ehitati Eestisse viis tükki.

1995. aastaks jõudsid Eesti turule peamiselt
Soome ettevõtete väikepuhastid: EKOFINN OY
nõrgbiofiltrid BIOCLERE (40–50 puhastit), üks
VAPO OY reoveepuhasti BIOTECH (Kaiavere
vutifarmile), VESIKULMA OY reoveepuhasti
CLAREC (Treimanni asulale), ROTORSYSTEM
JANSSON (5 puhastit) ja RAISIO ENGINEERING
OY reoveepuhasti BIOLAK.

Eelmise sajandi lõpukümnenendil ja uue
aastatuhande alguses tekkisid enamasti
koostöös välisettevõtetega või nende
esindustena uued projekteerimisettevõtted: AS
Entec, OÜ Maa ja Vesi, PIC Eesti AS, DEWA
Projekt OÜ jt. Olulist abi Eesti veeinseneride
koolitamisel ning reoveepuhastite
rekonstrueerimise ja ehitamise
finantseerimisel osutasid Soome, Rootsi, Taani,
Šveits, Saksamaa jt riigid ning eriti Euroopa Liit
oma abiprogrammidega (PHARE, LIFE, ISPA).

Riigikogus võeti 1994. aasta kevadel vastu Eesti
Veeseadus ning samal aastal kehtestas
Vabariigi Valitsus oma määrusega heitvee
veekogusse ja pinnasesse juhtimise nõuded.
Alustati reoveepuhastite tehnilise seisukorra
valgalapõhist hindamist ja rekonstrueerimist.
Aastatel 1993–1995 käivitus Eesti-Rootsi
ühisprojekt „Matsalu märgala vesikonna
veekaitse abinõud“.

EV Keskkonnaministeeriumi korraldamisel
alustati 1990. aastate teises pooles
veeproovivõtjate õpetamist ja atesteerimist.

Aastal 2001 ilmus autorikollektiivi K. Alasi, Ü. Heinsaar, M. Kriipsalu, A. Kuusik ja M. Metsur koostatud raamat ”Omaveevärk ja omakanalisatsioon”, milles antakse ülevaade ja juhised üksikmajapidamise ja individuaalelamu veevärgi, kanalisatsioonisüsteemi ja reoveepuhasti projekteerimiseks ja rajamiseks.

Sajandi algaastail hakkas üha enam levima
reoveesette kääritamine suurte
reoveepuhastusjaamade metaantankides ning
soov valmistada reoveesetest toode ja see
sertifitseerida. Üha enam veetakse väikeste
reoveepuhastite sete käitlemiseks
suurematesse reoveepuhastusjaamadesse.

Looduslähedaste reoveepuhastusmeetodite
(tehismärgalasüsteemide, pinnasfiltrite ja
nende kombinatsioonide) uurimise ja
propageerimisega tegelesid enne ja pärast
sajandivahetust Tartu Ülikooli
Tehnoloogiainstituut ning Ökoloogia ja
Maateaduste instituudi geograafia osakond.
Uurimistöödega kaasnes katseobjektide
ehitamine.

Nimetamist väärivad pinnasfilter Kodijärve
hooldekodu reovee puhastamiseks, Nõo
pinnasfiltersüsteemi pilootseade, Paistu (Sultsi)
põhikooli kombineeritud pinnasfiltersüsteem,
Kõo asula kombineeritud pinnasfilter-
tehismärgalapuhasti, biolodu Tapa linna ja Moe
asula reovee puhastamiseks, Põltsamaa
avavee-märgala, taimestikuga pinnasfilter
Põlvas, Rannu lähedal asuv märgala Koopsi
lüpsifarmi reovee puhastamiseks, Rakke sea- ja
lüpsifarmi biokraav ja Aarikese hooldekodu
"Pajuenergia" projekt.

Projekti, mille teostajad olid Ü. Mander, K. Nurk, A. Noorvee, E. Põldvere, M. Maddison ja K. Karabelnik, tulemusena valmis 2007. aastal juhendmaterjal, mille koostamise eesmärgiks oli anda juhiseid kombineeritud pinnasfiltersüsteemide (nn hübriidsüsteemide) ja tehismärgalapuhastite projekteerimiseks ja ehitamiseks Eesti tingimustes ning mujalgi nn külmas kliimas (regioonis, kus keskmine ööpäevane õhutemperatuur jääb pikemaks perioodiks alla 0°C).

Reoveepuhastuse linnades linnades ja tööstusreovee puhastamine

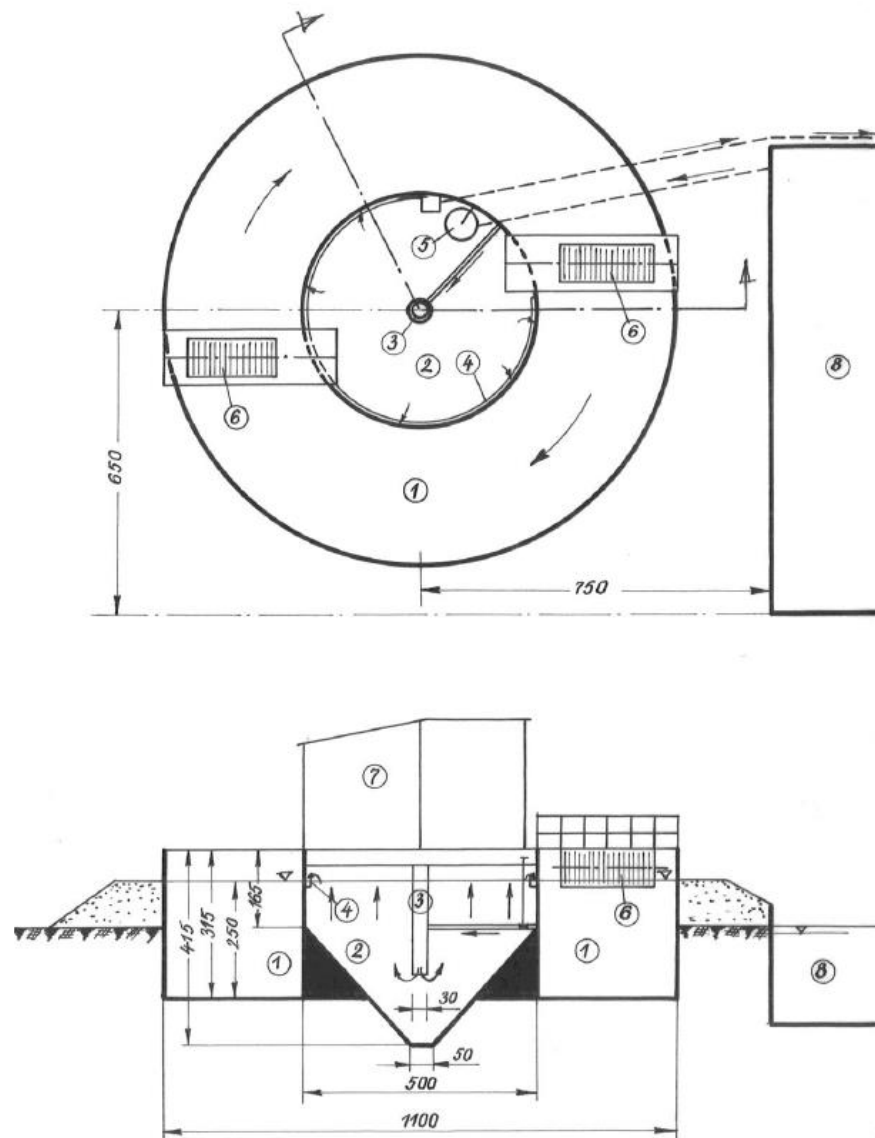
Eestis on enamlevinud lahendus, mille kohaselt tehaste tööstusreovesi ja olmereovesi puhastatakse ühistes reoveepuhastusjaamades.

Nõukogude Eestis pandi tööstusreovee
puhastamisega tegelema esmajoones RPI Eesti
Tööstusprojekt. Väiksema mahuga ülesandeid
täitsid ka teised projekteerimisinstituudid ja -
bürood ning ministeeriumide projekteerimis-
konstrueerimisbürood ja osakonnad.

Esimestel sõjajärgsetel aastakümnetel ehitati
tööstusreoveepuhastid ainult mõnele
üleliidulise tähtsusega suurtööstusettevõttele.
Viiekümnnendate aastate esimesel poolel rajati
üksikuid bioloogilisi reoveepuhasteid,
peamiselt killustikust biokilekandematerjaliga
biofiltreid (nt Kohtla-Järvele, joonis 5). Sageli
puhastati neis ainult tööliste või töölisasulate
olmereovett ja tööstusreovesi juhiti
puhastamata suublasse.

Reoveepuhastite rajamine edenes väga visalt
60. aastate lõpuni. Olukord hakkas muutuma
1970. aastate lõpus ja 1980. aastatel ning 21-ks
sajandiks puhastati enamik tööstusreoveest
(peamiselt koos asulate olmereoveega). Eestis
oli 2018. aastal 57 asulat, mille
reoveekogumisalal oli reostuskoormus üle
2000 ie. Kahe asula reovesi puhastati
biokeemiliselt ja 49 asula oma süvapuhasitati.

Toiduainetööstuse reovee puhastamisega
tegelesid üheskoos EPA (Aleksander Maastik),
TRÜ (Erich Kukk) ja Eesti Tööstusprojekt (Enno
Kirt). Alustati meiereidest (Vana-Kuuste
biotiigid, Nõo ringkanal) ja tärklisvabrikutest
(Tarvastu – joonis 17, Nurga Pajusi kolhoosis).



Joonis 17. Tarvastu Tärklisetsehhi katsepuhasti (Allikas: A. Maastik arhiiv): 1 - rõngaskanal, 2 - setiti, 3 - püstik, 4 - ülevoolurenn, 5 – õhktõstuki kaev, 6 - õhustusrootor, 7 - teenindushoone, 8 – tärklise settebassein.

Omaette probleemiks kujunes pärmivabrikute
reovee, mis juhiti veel 1960. aastatel
puhastamata veekogudesse (nt Tartu
pärmivabrikust Emajõkke, Salutaguse
pärmivabrikust Keila jõkke), puhastamine.
Neist töötab praegu vaid Salutaguse
pärmivabrik, mille reovee puhastamiseks
kasutatakse anaeroobset käitlust –
metaankääritamist.

Suurem osa toiduainetetööstuste reoveest
puhastataksegi pärast kohapealset
eelpuhastamist asulareoveepuhastites. On ka
ettevõtteid, nagu nt Valio Eesti AS Laeva
meierei ning Eesti Kalatootjate Keskühistu
Paldiski kalajahu ja -õli tootmistehas, millel on
omaette reoveepuhasti.

Tööstus- ja tootmisettevõtete reovee
eelpuhastamine enne reovee
ühiskanalisatsiooni juhtimist leevendas
asulareoveepuhastite töötingimusi oluliselt.
Eestis on eelpuhastite areng toimunud
paralleelselt teenindustevõtete (kohvikud,
tanklad, pesulad), agro- ja muu tööstuse ning
nende reoveepuhastite (muda ja
sõnnikupüünised, rasva- ja õlipüünised)
arenguga. Eesti projekteerimisinstituudid
töötasid välja kohalikeks vajadusteks sobivaid
lahendusi.

Tallinnas anti 1993. aastal käiku lisaks reovee
mehaanilis-keemilisele puhastamisele
biokeemiline puhastus jõudlusega 330 000
m³/d. Puhastusjaama projekteeris RPI Eesti
Projekt koostöös TTÜ Keskkonnatehnika
Instituudiga, mida esindas Heino Mölder.

Aastatel 2003–2004 Tallinna
reoveepuhastusjaam rekonstrueeriti:
bioloogiline puhastusprotsess täienes
bioloogilise lämmastikuärastusega, mis tõi
kaasa ka vajaduse täiustada reoveesette
käitlemist, mistõttu 1998. aastal ehitati
metaantankid ja hakati omatarbeks tootma
biogaasi. 2006. aastal valmisid uus reoveesette
tahenduskeskus ja täiendavad
settekompostimisväljakud.

Kuna jaama reostuskoormus oli aasta-aastalt kasvanud, tekkis vajadus täiendava bioloogilise puhastusetapi järele ning 2010. aastal alustati biofiltri ehitust, mis võeti käiku 2011. aasta esimeses pooles. Tänu puhastusprotsessi pidevale arendamisele ja täiendamisele on Tallinna reoveepuhastusjaam saanud reovee puhastamisega hästi hakkama.

Tartu linna reovee peapumbajaam ehitati etapiviisi aastatel 1983–1998. AS Tartu Veevärk alustas 1994. aastal Tartu linna reoveepuhasti rekonstrueerimist Šveitsi riigilt tagastamatu abina saadud seadmete ja Eesti poolt määratud 60 miljoni krooni ehitusraha toel. Reoveepuhastusjaama projekteerisid AS Eesti Projekt (projektijuht Tõnu Pantalon) ning Šveitsi poolt Ernst Basler & Partner AG (Alexander Lüchinger) ja Gebrüder Hunziger AG (Martin Müller).

Ehitus algas Tartus 1994. aastal, 1996. aastal
valmis reoveepuhasti mehaaniline osa (võred,
liivapüünised, setiti, settetihendi, settepressid,
pumplad) ning 1999. aastal avati ametlikult
reoveepuhasti biokeemiline osa. Hiljem
lisandusid lämmastikuärastamise
tõhustamiseks Biogradex[®]-tehnoloogia ja
biogaasi tootmiseks metaankääritamine.
Kavas on uuendada Tartu linna reoveepuhasti
settetöötluskompleksi.

Kohtla-Järve linna kanalisatsioonisüsteemide areng on olnud seotud selle piirkonna tööstusettevõtete arendamisega. 1957. aastal valmisid Kohtla-Järvel sealse Põlevkivi Keemia tehase eestvedamisel üleliiduliste tüüpprojektide järgi nõrgbiofiltrid (joonis 5), milles puhastati tehase ja osa linna reoveest. Reoveepuhasti koosseisus olid liivapüünis, emšer, nõrgbiofilter, järelsetiti ja kloraator.

Hiljem puhastati tööstusreovesi koos Kohtla-Järve reoveega ja lisandusid aerotankid. Uued piirkondlikud Kohtla-Järve reoveepuhastid käivitati 1978. aastal. Heitvesi juhitakse merre 3 km kaugusele rannast. Eesti iseseisvumise järel on reoveepuhastit oluliselt täiustatud, viimati 2000. aastatel, ning see on kujunenud Ida-Virumaa suurimaks regionaalseks puhastusseadmeks.

2004. aastal alustati Kohtla-Järve reoveepuhasti rekonstrueerimisega.

Rekonstrueerimise käigus varustati reoveepuhasti täielikult lämmastiku ja fosfori ärastamise tehnoloogiaga ning protsessist eemaldatava reoveemuda hügieniseerimise ja kompostimisega, mis võimaldab hiljem reoveesetet kasutada pinnasetäitematerjalina. Reoveepuhasti automaatjuhtimissüsteemi SCADA täiendati lisaseadmete ja anduritega.

Kahekümne esimesel sajandil on toimunud
kiire vee-ettevõtete tehnilise ja majandusliku
võimekuse täiustumine ning personali
koolitamine ja arendamine.

2018. aastal alustati Järvamaa
Kutsehariduskeskuses veekäitlusoperaatori
kaheaastaste kursuste korraldamist.

Viimasele aastakümnele on küllaltki suuri edusamme saavutatud oma-, väike- ja suurpuhastite ehitamisel SA KIK ja ÜF kaasrahastamisel. Tänapäevaks toimub suurema jõudlusega (300–2000 ie) reovee väikepuhastites vähemalt fosfori keemiline ärastamine, suuremas osas neist ka lämmastiku bioloogiline ärastamine.

Reoveepuhastuse arengusuunad

21. Sajandil

Veevarustuse ja kanalisatsiooni suuremad projektid on tänaseks lõppenud ning veevarustus- ja kanalisatsioonitööde hüppelist kasvu ei ole ette näha. Eestis kasutas 2020. aastal ühiskanalisatsiooni teenust ligi 83 % elanikest (joonis 18).

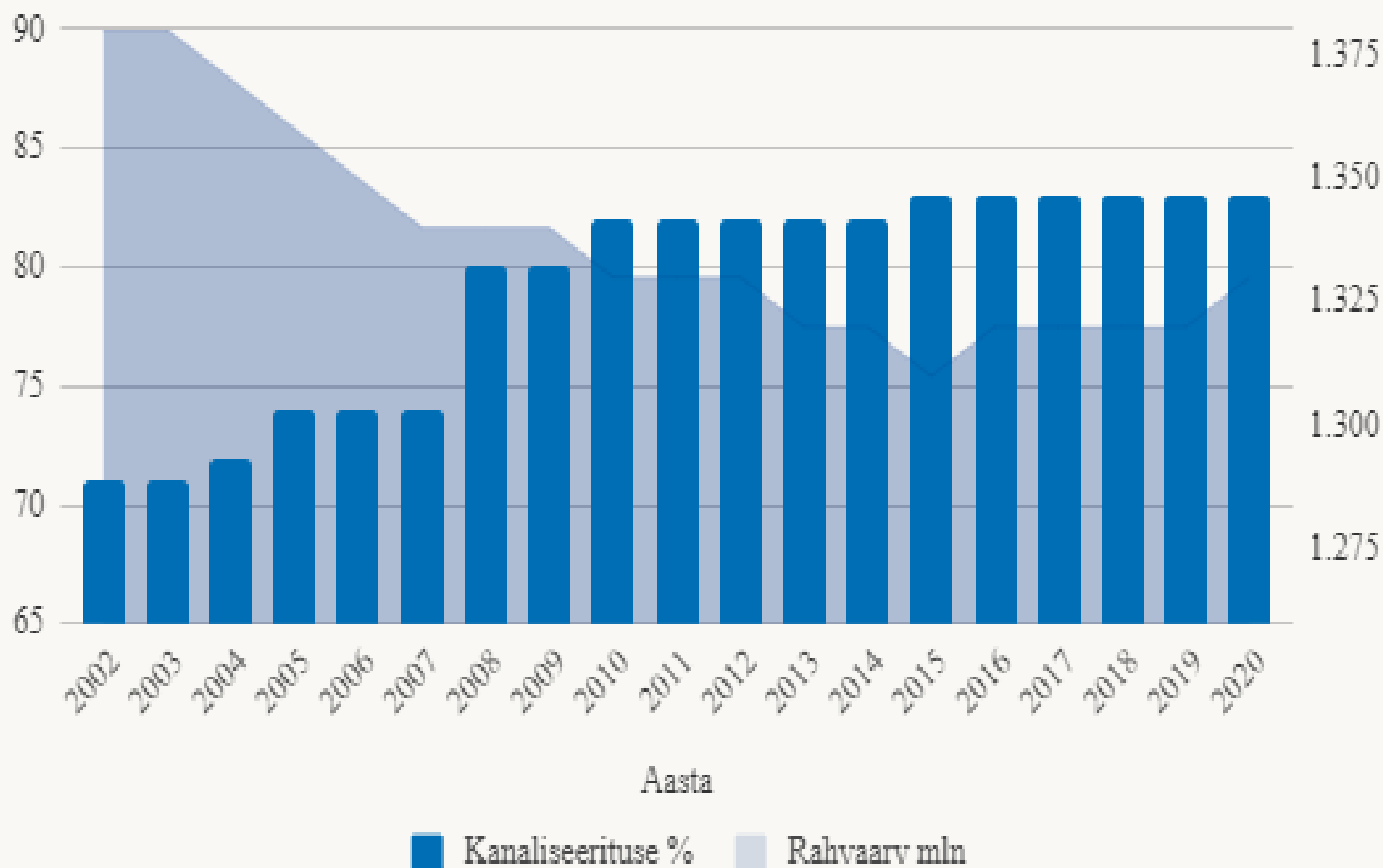
Ühiskanalisatsioonitorustikke, mida on vaja töökorras hoida, on üle 17 600 kilomeetri.

Reoveekogumisalasid reostuskoormusega 2000 ie ja enam on 57 ning nendel elab ca 960 000 inimest, tekitatav reostuskoormus on kokku ca 1 514 000 ie. Ühiskanalisatsiooni teenust kasutab ca 98 % nende alade elanikest.

Reoveekogumisalasid reostuskoormusega alla 2000 ie oli 2021. aasta seisuga 471 ning nendel tekitatud reostuskoormus oli ca 213 000 ie.

Nendel aladel elab ca 153 000 inimest, kellest ca 76 % kasutab ühiskanalisatsiooni teenust. 2019. aasta lõpu seisuga puhastati 51-s reoveepuhastis 57 suurema ala reovesi.

Ühiskanalisatsiooni kasutajate osakaal



Joonis 18. Ühiskanalisatsiooni kasutajate osakaal aastatel 2002 – 2020.

Asulareovee puhastamise direktiivi
(91/271/EMÜ, 21. mai 1991) artikli 4 nõuetele
(bioloogilise puhastuse nõue kõikide
linnastute, mille koormus on 10 000–15 000 ie,
ning kõikide 2 000–10 000 ie suuruse
koormusega linnastute puhul, mille reovesi
juhitakse magevette või suudmealadele) vastas
2019. aastal 51 reoveekogumisala ehk 100 %
aladest, millele nõue kohaldub.

Artikli 5 järgi peab kõikide reoveekogumisalade, mille koormus on 10 000 ie ja enam, reovesi läbima süvapuhaustuse (ärastada tuleb nii üldlämmastik kui ka üldfosfor). Asulareovee puhastamise direktiivile vastas 2019. aastal 55 reoveekogumisala ehk 96,5 %. Mittevastavuste põhjuseks oli üldfosfori ja üldlämmastiku ebapiisav ärastamine.

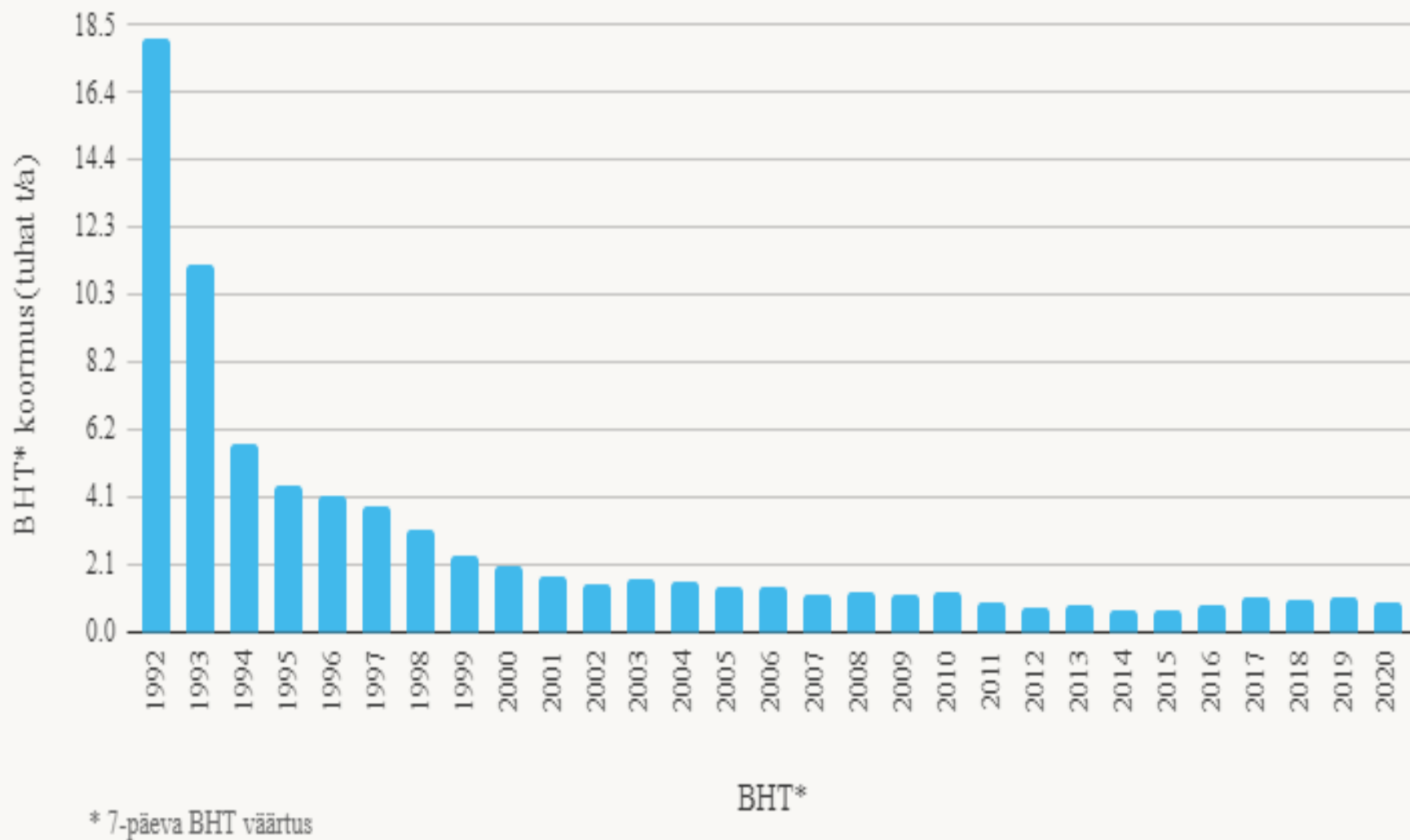
Reoveekogumisalasid, mille reostuskoormus on alla 2000 ie, asulareovee puhastamise direktiiv ei reguleeri, mistõttu nende vastavuse hindamisel arvestatakse ainult ala teenindava puhasti heitvee reostusnäitajate vastavust keskkonnaloas sätestatud nõuetele.

Reovee puhastamise poolest vastab 85 %
reoveekogumisaladest loas seatud
tingimustele, 28-l reoveekogumisalal ehk kuuel
protsendil aladest puudub ühiskanalisatsioon.
Puhastus ei vastanud nõuetele 42 ehk 9 %
reoveekogumisaladest.

Aastatel 2019 ja 2020 investeeriti
veemajandusprojektidesse ca 116 miljonit
eurot, s.o 43,6 € elaniku kohta aastas. Tänaseks
on Euroopa Liidu toetused lõppenud ning
suuremahulised tööd süsteemide
kaasajastamiseks on tehtud. On tehtud suuri
investeeringuid reoveepuhastite rajamisse ja
uuendamisse. Aastatel 2000–2016 on joogi- ja
heitveetaristusse investeeritud kokku ligi 1,09
miljardit eurot.

Reostuskoormused on Eestis kolmekümne
aastaga oluliselt vähenenud (joonised 19 ja 20).

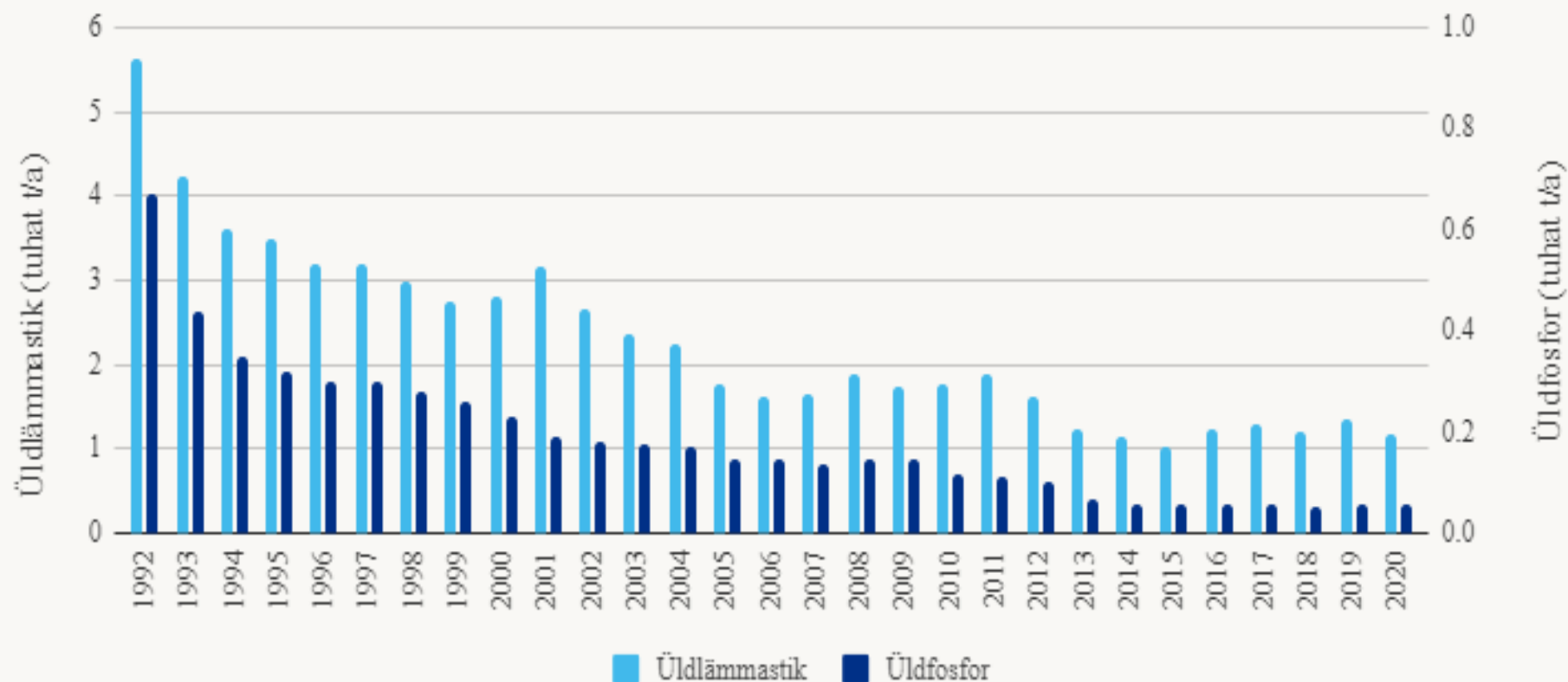
Heitveega keskkonda juhitud aastane BHT* koormus



Joonis 19. Heitveega keskkonda juhitud aastane BHT-koormus aastatel 1992 – 2020.

Eestis on 29 aasta kestel heitveega keskkonda jõudnud $N_{\text{üld}}$ -koormus vähenenud viis korda, $P_{\text{üld}}$ -koormus 12 korda ja BHT_7 -koormus lausa 18 korda. Tundub, et miinimumtase on saavutatud ning viimaste aastate jooksul on koormused püsinud stabiilsena (joonised 19 ja 20).

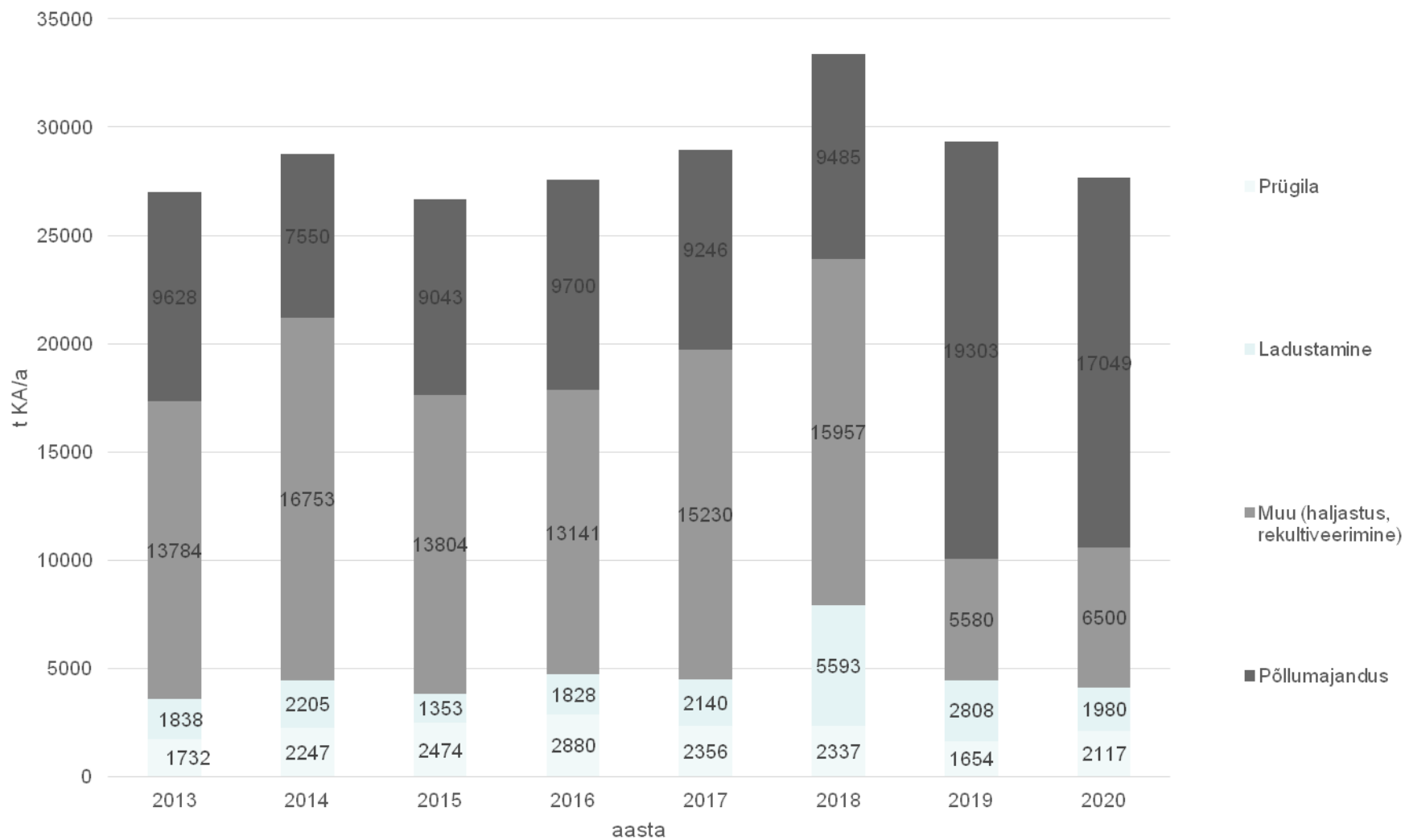
Heitveega keskkonda juhitud biogeenide aastased koormused



Joonis 20. Heitveega keskkonda juhitud aastane biogeenikoormus aastatel 1992 – 2020.

Reoveesetet tekkis 2020. aastal 27 645 t KA.
Suuremat osa sellest kasutati
põllumajanduses. Sete, mis kasutust ei leia,
viiakse prügilasse, kuid kuna prügilad on
kohustatud vähendama ladestataivate jäätmete
orgaanilise aine sisaldust, siis selline sette
lõppkäitlusviis ei saa jätkuda.

2020. aastal leidis kasutamist 92 % settest (23 548 t KA). Andmeid selle kohta, kes ja kui palju on reoveesetet töödeldnud ning kus seda hiljem kasutanud, kogutakse igal aastal veekasutuse aastaaruannetega. Töödeldud reoveesette kasutusalad ja kogused aastatel 2013–2020 on näidatud joonisel 21.



Joonis 21. Töödeldud reoveesette kasutusala ja kogused aastatel 2013 – 2020.

Seoses nüüdisaegsete
reoveepuhastustehnoloogiate ja seadmete
kasutuselevõtmisega on viimase aastakümnel
tähelepanu keskpunktis vee-ettevõtete
personali koolitamine ja joogi- ja reovee
puhastamise operaatorite kutsekvalifikatsiooni
tõstmine. 2018. aastal alustati Järvamaa
Kutsehariduskeskuses veekäitlusoperaatori
kursuste korraldamist, mis võimaldab
omandada veekäitlusoperaatori kutse nii joogi-
kui reovee käitlemises.

Kasutatud allikad:

1. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_water_supply_and_sanitation
2. https://application.wiley-vch.de/books/sample/3527312196_c01.pdf
3. <https://www.britannica.com/technology/wastewater-treatment>
4. Petri, S., Juuti & Tapio, S. Katko (EDS.) (2005) Water, Time and European Cities. History matters for the Futures. Printed in EU. 253 p.
5. Säästev sanitaarkaitse Kesk- ja Ida-Euroopas – väike- ja keskmise suurusega asulate vajadustele. Ülemaailmne veepartnerlusprogramm. Kesk- ja Ida-Euroopa. 2007. 83 lk.
6. The European Water Pollution Control Association. V. A. Global Atlas of Wastewater Sludge and Biosolids use and Disposal. Edited by Peter Matthews. Art. authors Peter Matthews and K. – H. Lindner European Union, 1997.

7. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/urban-waste-water-treatment-in-europe#tab-chart_1

8. Velner, H.-A. Veekaitse Eestis 1945–2002. Tallinna Tehnikaülikool. Keskkonnatehnika Instituut. Tallinn, 2003. 111 lk.

9. <https://tartuvesi.ee/ettevottest/ajalugu/>

10. Hääl, M.-L. Leo Tepaks Eesti hüdrotehnilise hariduse suurmees. Eesti veeteadlasi 3. Tallinn, 2018. 121 lk.

11. ENSV Ministrite Nõukogu 2. augusti 1951. aasta määrus nr 640 "Eesti NSV veekogude reostamise vältimise ja nende sanitaarsete abinõude korraldamisest".

12. Narusk, M. Eesti veemajanduse kolm aastakümnet 1960 – 1990. Käsikiri.

13. Raia, T. Reoveepuhastuse areng Eestis. Käsikiri.

14. Santala, E. Pienet jäteveden maapuhtistamot. Vesi- ja Ympäristöhallinnon julkaisu - sarja B. Vesi- ja Ympäristöhallitus. Valtion painatuskeskus. Helsinki, 1990.

15. Kuusik, A. (1995) Reoveeväikepuhastid Eestis. Tallinna Tehnikaülikool. Keskkonnatehnika Instituut. Tallinn. 247 lk.

16. Maastik, A. Veekaitse põllumajanduses. Tallinn, 1984.
17. Maastik, A. Tallatud tee +. Tartu, 2018.
18. Raia, T. „Kriisi-aeg“ veemajanduses. Käsikiri. Tallinn, 2011.
19. Вельнер Х.А, Саава А.Э, М.А.Туттъ. О надежности прогнозов санитарного состояния водоемов (на примере Эстонской ССР), Труды ТПИ, серия А. Таллинн 1973.
20. Maastik, A. Juhend väikeste reoveepuhastite hooldajaile. Eesti Veemajandusinspektsioon. Tallinn, 1987.
21. Väikeste reoveepuhastite (jõudlus kuni 2000 ie) hooldamise juhend. Tartu, 2011.
22. Eesti NSV-s väljatöötatud heitveepuhastite kataloog. Eesti NSV Riiklik Ehituskomitee. Tallinn, 1972.
23. Paal, L., H. Mölder H., H. Tibar, H. Veevarustus ja kanalisatsioon. Tallinn, 1981. 418 lk.
24. ENSV Ministrite Nõukogu määrus 22.03.1983 nr 151 "ENSV Agrotööstuskompleksi juhtimise täiustamise kohta" ERA.R-1.3.3624.

25. Eesti NSV Ministrite Nõukogu 18. aprilli 1983. a. määrus nr. 225 «Vabariigi veemajanduse juhtimise reorganiseerimise kohta» (ENSV Teataja 1983, nr. 21, art. 270).
26. Eesti NSV Ministrite Nõukogu 28. aprilli 1983. a. määrus nr. 274 «Eesti NSV Ministrite Nõukogu juures asuvale Eesti Veemajandusinspeksioonile alluvate territoriaalsete veemajandusorganisatsioonide moodustamise kohta» (ENSV Teataja 1983, nr. 21, art. 271).
27. Alasi, K., Heinsaar, Ü., Kriipsalu, M., Kuusik, A., Metsur, M. Omaveevärk ja omakanalisatsioon. Ehitame kirjastus. Tallinn, 2001. 141 lk.
28. Reoveesette käitluse inventuuri teostamine Eestis. OÜ Vetepere. Töö nr U – 2001 – 001. Tallinn, 2001.
29. Reoveesette käitlemise, kasutamise ja kahjustamise parima võimaliku tehnika väljaselgitamine. OÜ Vetepere. Töö nr U – 2002 – 001. Tallinn, 2002.

30. Noorvee, A., Mander, Ü., Karabelnik, K., Põldvere, E., Maddison, M. Kombineeritud pinnasfiltersüsteemide ja tehismärgalapuhastite rajamise juhend. Tartu Ülikooli Tehnoloogiainstituut. Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste instituut Geograafia osakond. Tartu, 2007. 102 lk.

31. <https://kik.ee/et/kik#ajalugu>

32. https://dev.oieau.fr/uwwtd_ee/et

33. https://et.wikipedia.org/wiki/Tallinna_Vesi

34. <https://www.ehitusuudised.ee/uudised/2017/10/20/nord-econil-valmis-kohtla-jarve-reoveepuhasti>

35. <https://www.aripaev.ee/juubel/2022/01/26/jarve-biopuhastus-aitab-kumneid-tuhandeid-puhta-veega>

36. <https://keskkonnaagentuur.ee/analused-ja-indikaatorid/indikaatorid/vesi#phjaveekogumite-sei>



Täna tähelepanu eest !