

## LISA 5. REOVEE PUHASTAMISE ALTERNATIIVID

Reovee (peamiselt olmereovesi) käitlemiseks on tehnilis-tehnoloogilistest aspektidest lähtuvalt võrreldud kahte võimalust:

**Alternatiiv A:** tehase valmidusega kompaktpuhasti paigaldamine;

**Alternatiiv B:** mehaanilis-bioloogilise reoveepuhasti ehitamine

### **Alternatiiv A:**

Asulate jaoks sobiks näiteks reoveepuhasti BIOCLERE BK, mis on konstrueeritud peamiselt olmereovee (reovesi BHT  $7 \leq 300$  mg/l, HA  $\leq 300$  mg/l, Püld  $\leq 15$  mg/l, Nüld  $\leq 60$  mg/l) ja sellele lähedase koostisega tootmisreovee puhastamiseks. Süsteemi ringluspump peab töötama vastavalt etteantud režiimile tagamaks siseneva reovee ülalnimetatud parameetrid.

Reoveepuhasti Bioclere on praktikas kontrollitud töökindel väikepuhasti. Bioclere on konstrueeritud võimalikult lihtsa ehitusega, millega tagatakse kiire ja odav paigaldus ning hilisem hooldus. Kogu puhastusprotsessi juhtimine ja kontrollimine teostatakse automaatselt.

Puhastusseadme garantiaeg on kaks aastat, kui seade on paigaldatud vastavalt nõuetele.

Pumpade garantiaeg on üks aasta.

Puhastusprotsess on mehaaniline+bioloogiline+keemiline.

Bioclere BK 150 on tehaselise eelvalmidusega kompaktna reoveepuhasti, mis koosneb ühisest alaosast, kus paiknevad eelsetiti, veeringluskamber ning laminaarsetiti koos keemilisest järelpuhastusega. Alaosa peal paikneb biofilter ja kemikaali doseerimissõlm.

Puhasti paigaldatakse kohta, millele pääseb ligi paakveokiga sette eemaldamiseks. Puhastil on automaatkilp, milles on pumpade tööd juhtivad ajareleed ning alarmrelee. Puhasti paigaldatakse ja ekspluateeritakse lähtudes vastavatest juhenditest, millised valmistab ette tarnijafirma.

Reoveesete käideldakse kohapeal või veetakse lähimasse suuremasse puhastisse.

Bioclere BK 150 jõudlus: 150 inimekvivalenti

$$Q = 30-34 \text{ m}^3 / \text{d}$$

$$q_{\max} = 4,0-6,0 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$R = 7,2 \text{ kg BHT7} / \text{d}$$

Projektijärgsetes tingimustes töötav puhasti eemaldab reostuskomponendid vastavalt EV määrusele 31.07.2001 nr 269.

Puhastusaste:	Orgaanika (BHT7)	≥ 90%
	Hõljuvained	≥ 80%
	Üldfosfor	≥ 80%

Tehnilised näitajad:

- biofiltri mõõdud: D x H = 3,0 x 3,6 m (maht 18 m<sup>3</sup>)
- filtritüüp: HUFO 120
- seadme alaosa mõõdud: D x L = 2100 x 8650 mm
- ringluspump: sukelpump näit Grundfos AP 12 (1tk)
- settepump: sukelpump näit Grundfos KP 250 M-1 (2tk)
- dosaatorpump: näiteks DLX-MA/A 05-12
- elektrivarustus: 230 V, 50 Hz
- installeeritud võimsus: 2,5 kW
- toitekaabel: 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>

Reoveepuhasti Bioclere BK on ette nähtud maa-aluseks paigaldamiseks. Tänu kompaktsusele ning maapealsete osade kujundusele sobib Bioclere millisele tahes kinnistule. Seade on haisuvaba ja võib paikneda elamu vahetus läheduses.

Reoveepuhasti koosneb järgmistest moodulitest:

- 1 klaasplastist alaosa
- 2 klaasplastist korpusega soojustatud biofilter
- 3 klaasplastist korpusega soojustatud kemikaali doseerimis- ja hoolduskompleks
- 4 teeninduspüstik

Reoveepuhasti tarnitakse ehitusplatsile toodud 4 moodulina, eraldi on lisatud kasutatavad ringlus- ja settetagastuspumbad (3 tk.) koos ühendus- ja kinnitusarmatuuriga. Tarnitavate seadmete hulka ei kuulu settetagastustorustik koos ühenduskolmikuga ning reoveepuhasti alaosa ankurdusdetailid. Kui kasutatakse raudsulfaati, on orienteeruv kemikaalilahuse kulu 150 g/m<sup>3</sup>. Vajalik on regulaarne hooldus. Hooldust võib tellida seadme tarnijafirmalt, kuid kui seda ei soovita, siis seadme eest peab regulaarselt hoolt kandma operaatorfirma üks töötaja.

Reoveepuhasti asukoht määratakse projektlahendusega arvestades Taali küla reoveekogumisala ja üldplaneeringuga ning sellega, et reoveepuhastile peab olema tagatud juurdepääs jääksette väljaveoks paakautoga. Reoveepuhasti pumpade ja ventilaatori elektritoide 230 V, 50 Hz; installeeritud võimsus on sõltuvalt mudelist 1...2 kW. Reoveepuhasti alaosa ja biofiltri paigaldamisel ehitusplatsil tuleb kasutada tõstemehhanisme; moodulid on varustatud kinnitusaasade ja tõsterihmadega. Reoveepuhasti alaosa

paigaldatakse selleks eelnevalt ette valmistatud plaatvundamendiga varustatud kaevikusse.

Paigaldustööde läbiviimisel on vajalik juhendada projektlahenduses ja/või puhastikompleksi joonisel esitatud kõrgusmärkidest ja orientatsioonist; reoveepuhasti alaosa tuleb paigaldada horisontaalselt. Pinnasevee poolt põhjustatava üleskerkimise vältimiseks tuleb põhjaplaat varustada korrosioonikindlate ankrutega ning soovitud asendis puhasti alaosa koheselt fikseerida. Puhasti alaosa peal paiknevad bioreaktori, doseerimiskompleksi ja teeninduspüstiku paigaldusavad tuleb koheselt peale kaevikusse teisaldamist katta, vältimaks võõrkehade sattumist puhastisse. Avade sulgemiseks kasutatav kattematerjal ei kuulu tarnitavate seadmete hulka; katete eemaldamine on otstarbekas vahetult enne pealmiste moodulite paigaldust.

Reoveepuhasti on varustatud sisse- ja väljavooluühendustega PVC D110/D160; sisendtorustikule tuleb paigaldada kolmik D110xD110/D160xD110 settetagastustorustiku ühendamiseks.

Kemikaali doseerimiskompleks on varustatud dosaatorpumba, kemikaalinõu, jaotustorustiku, juhtkilbi ja teenindusredeliga. Doseerimiskompleksi korpusel on tuulutavad ja kemikaali lisamiseks täitetoru. Pumpade paigaldamisel tuleb kasutada kinnituskõisi, pumpade paigaldamiseks on vastavad teenindusavad doseerimiskompleksi alaosas. Veejaotusseade paigaldatakse rõhtsalt bioreaktoris asuvale kesktorule. Veejaotusseadmega tagatakse reovee võimalikult ühtlane jaotus. Pumpade ja ventilaatori töö juhtimiseks on puhasti varustatud kahe autonoomse toitega juhtkilbiga. Bioreaktori korpusel paiknev juhtkilp sisaldab aeg- ja abireleed pumba töö juhtimiseks ning veeringluse alarmreleed. Juhtkilbi lüliti abil käivitatakse ventilaator.

Doseerimiskompleksis paiknev juhtkilp sisaldab aeg- ja abireleesid 2 settetagastuspumba ja kemikaali doseerimispumba töö juhtimiseks. Doseerimispumba töö täpsemaks reguleerimiseks on juhtimisahelasse lisatud programmkell. Täiendavalt on seadmetele lisatud kasutatavate pumpade, näiteks Grundfos ja DLX-MA/A 05-12, kasutus- ja hooldusjuhendid ja reoveepuhasti hoolduspäeviku näidis. Tarnijafirma võib soovi korral Tellijale osutada ka hooldusteenust (näiteks käivitusperioodil kord kvartalis, edaspidi 2 korda aastas), tagades vajalike detailide vahetuse, pidevalt töötavate elektriseadmete hoolduse jms., mis muudab Tellija tegevuse tunduvalt lihtsamaks.

Firmaga peab olema võimalik sõlmida regulaarse hoolduse leping. Ühe hoolduse orienteeruv maksumus on 3,5-4 tuhat krooni.

Regulaarne hooldus on garantiiks seadme korrektsele töötamisele.

Joonisel T-011 (Variant A) on näidatud Taali küla jaoks sobiva ühe tehnoloogilise võimaluse põhimõtteline skeem BIOCLARE BK baasil.

**Tabel 1.** Alternatiiv A elluviimiseks vajalikud tegevused ja maksumus

<b>Alternatiiv</b>	<b>Tegevused</b>	<b>Maksumus (eur)</b>	<b>Märkused</b>
Alternatiiv A	Tehase valmidusega kompaktpuhasti tarne, paigaldamine	95 000	s.h. platsitööd, betoonist alusplaat. Puhasti muldes
	Elektri-ja automaatikatööd	7 000	
	Heakord, teenindusteed ja – platsid, piirdeaia rajamine	10 000	
	Uuringud ja projekteerimine (10%)	11 200	
	Ettenägematud kulud (10%)	11 200	
	Projektijuhtimine, järelvalve (10%)	11 200	
<b>Kokku:</b>		145 600	

**Alternatiiv B:**

Taali küla reovee puhastamiseks sobib ka reoveepuhasti AS-ANAcomb 200, millist kasutatakse reovee anaeroobseks ja aeroobseks puhastamiseks. Reovee vooluhulk võib olla 25-30 m<sup>3</sup> /d.

AS-ANAcomb on mehaanilis-bioloogiline reoveepuhasti, mis lisaks orgaanilise reostuse eemaldamisele vähendab ka lämmastiku kontsentratsiooni. Reoveepuhastit AS-ANAcomb iseloomustab suur paindlikkus, mis võimaldab puhastustehnoloogiat muuta erinevatele koormustele vastavalt nii, et püsivalt tagatakse heitvee nõutud parameetrite saavutamine. Puhasti koosneb kahest PP (polüpropüleen) mahutist, mis ümbritsetakse betoonvanniga. Mahutites on erinevate funktsioonidega tsoonid, mis on moodustatud vaheseinte abil. Esimese tsooni moodustab reoveepumpla, mis sisaldab 2 reoveepumpa. Teine tsoon on anaeroobne tsoon, kolmas tsoon on aeratsioonikamber ja viimane tsoon on järelsetiti. Järelsetitist selginud vesi suunatakse isevoolelt biotiiki või juba kraavi, jättes biotiigid protsessist välja.

Mahutite, vaheseinte ning tehnoloogiliste seadmete materjaliks on kergekaaluline polüpropüleen, kaubamärk MOSTEN 52 492. Õhustite membraanid on tehtud spetsiaalsest veekindlast EPDM materjalist. Puhasti on kaetud kergele alumiiniumist kaantega, mis on tihendatud haisukindlaks. Kaaned ei ole ettenähtud nende peal käimiseks. Kaantes on aknad protsessi jälgimiseks. Puhasti paigutatakse hoonesse. Õhupuhurid ja elektrikilp paigaldatakse eraldi hoonesse RVP lähedusse.

Puhastusprotsessi kirjeldus:

Reovesi juhitakse biopuhasti esiosas asuvasse kambrisse, kuhu on paigutatud 2 reovete sukelpumpa (puhasti esimene tsoon). Pumpade survetorustikul on tagasilöögiklapp ja siiber. Pumpadel on vortex-tüüpi tööratas, mis võimaldab maksimaalselt 80 mm läbimõõduga osakesi läbi lasta. Pumpasid juhitakse ujukanduritega. Reovesi pumbatakse pumbakaevust tehnohoones asuvale trummelvõre-pressile, kus eemaldatakse mehaaniliselt reovee jämeosised, edasi voolab reovesi isevoolselt eelsetitisse (puhasti teine sektsioon). Sellisel juhul pole vaja kasutada olemasolevat pumplat ning võret. Eelsetitis, mida kasutatakse samal ajal ka liigmuda kogumismahutina, settib osa reostusest. Setet tuleb eemaldada vähemalt kaks korda aastas. Pumbatava reovee koguse mõõtmiseks on tehnohoones ette nähtud induktsioonkulumõõtur. Võre-press on kompaktne seade, mis koosneb trummelvõrest ja kruvipressist, võimaldab kinnipüütud prahti kokku pressida ja suunata konteinerisse. Avariisignaal võre ummistusest antakse hooldajale. Uputust mehaaniliste võrede ummistuse korral ei tule, kuna vesi valgub sel juhul avariivoolu ja sealtkaudu välja. Viimase tööle hakkamine on signaal avariolukorrast. Võre ees on selleks ettenähtud nivooandur. Mehaaniliselt eeltöödeldud reovesi voolab eelsetitist isevoolselt puhasti bioloogilise töötlemise sektsiooni, milline on jagatud anaeroobseks-anoksiliseks osaks ja aeroobseks osaks ning järelsetiti osaks. Anaeroobse osa efektiivsus on kõrge tänu suurele biomassi kontsentratsioonile plastist biomassikandjal. Tänu jaotussüsteemile jaguneb vooluhulk mahuti põhjas ühtlaselt. Edasi voolab vesi läbi sektsiooni esimese anaeroobse osa suunaga alt üles ja läbi teise anaeroobse osa ülevalt alla.

Reaktori anaeroobne osa töötab termofiilse temperatuuri piirkonnas (8...20°C). Eelneval põhjusel ei ole vajalik lisasoojuse andmine süsteemi. Anaeroobses osas kõrvaldatakse 40...70% orgaanilisest reostusest ning lõhustatakse raskesti lagunevaid ning toksilisi aineid.

Anaeroobsest osast voolab reovesi anoksilisse ossa, kuhu suunatakse ringlussüsteemi kaudu ka lämmastikku sisaldav aktiivmuda järgnevast aeroobsest osast. Anoksilise osa esmaseks ülesandeks on lämmastiku elimineerimine (denitrifikatsiooniprotsessi käigus muudetakse lämmastikuühendid gaasiliseks lämmastikuks). Lisaks eelnevale toimub anoksilises osas ka orgaanilise reostuse vähendamine.

Anoksilisest osast voolab eeltöödeldud reovesi reaktori aeroobse osa algusesse. Aeroobne osa kujutab endast madalakoormuselise aerotanki, millesse on paigaldatud ka biomassikandjaga. Aeroobses osas lagundatakse järelejäänud orgaaniline reostus ning viiakse lõpule ammonium-lämmastiku nitrifikatsioon. Aeroobset osa segatakse ja samaaegselt õhustatakse suruõhuga, mille tootmiseks on tehnohoonesse paigaldatud 2 õhupuhurit. Suruõhk surutakse mahutisse läbi perforeeritud aeratsioonielementide, mis tagavad peenmullide tekke ning seega efektiivse hapnikuülekanne õhust vedelikku.

Aktiivmuda ja töödeldud vee segu voolab aeroobsest osast isevoolselt vertikaalsesse järelsetitisse. Selles mahutis eraldatakse aktiivmuda puhastatud veest. Mahuti põhjas olev muda juhitakse õhktõstukite abil tagasi anoksilisse ossa. Puhastatud vesi voolab järelsetitist renni kaudu puhasti väljavoolu.

Öösel pumbatakse liig-aktiivmuda automaatselt settemahutisse (eelsetitisse) tagasi. Mahuti on kaetud soojustatud kattega, et vältida aerosoolide leket ning temperatuuri alanemist bioloogilises protsessis talvekuudel.

Puhastussüsteem arvestab fosfori eemaldamist reoveest kahel viisil:

- a) bioloogilise eemaldamise, rakendades selleks anaeroobset käitlust biopuhastussüsteemi vastavas mahutis,
- b) keemilist eemaldamist.

Kemikaali on võimalik doseerida võre ette.

Biopuhasti on varustatud kemikaali doseerimisega (koagulandimahuti ja dosaatorpump).

Tehnoloogiline skeem on toodud joonisel T-012(variant B).

**Tabel 2.** Alternatiivi B elluviimiseks vajalikud tegevused ja maksumus

Alternatiiv	Tegevused	Maksumus (eur)	Märkused
<b>Alternatiiv B</b>	Mehaanilisbioloogiline reoveepuhasti ja abiseadmete tarne, paigaldamine	120 000	s.h. platsitööd. Puhasti paigutatakse hoonesse, sektsioonid betoonist vannidesse
	Puhasti süsteempumbad	20 000	
	Puhasti hoone ehitus	50 000	
	Aereerimissüsteem	25 000	
	Elektri-ja automaatikatööd	8 000	
	Heakord, teed, platsid, piirdeiaia rajamine	18 000	
	Uuringud ja projekteerimine(10%)	24 100	
	Ettenägematud kulud (10%)	24 100	
	Projektijuhtimine, järelvalve(10%)	24 100	
<b>Kokku:</b>		<b>313 000</b>	

## Variantide võrdlemine

Reoveepuhasti peab tagama heitvee kvaliteedi, mis vastab EV Valitsuse 31.juuli 2001.a.

määruse nr 269 Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord ning selle korra muutmise

nõuetest (Vabariigi Valitsuse 16.veebruari 2006.a. määrus nr 46, jõustunud 01.03.2006.a.)

nõuetest kinnipidamise heitvee juhtimisel keskkonda.

**Tabel 3.** Variantide võrdlus

<b>Alternatiiv A</b>	<b>Alternatiiv B</b>	<b>Märkused</b>
<b>Eelised:</b>		
Puhastusprotsessi koondamine kompaktsedmesse vähendab opereerimiskulusid.		
Seadet on tunduvalt lihtsam hooldada kui traditsioonilised betoonist reoveepuhastid.		
Oluliselt on väiksemad seadmega seotud üldehituslikud töömahud.		
Alternatiivsed arhitektuursed lahendused võimaldavad puhasti sobivalt paigutada ümbritsevasse keskkonda.		
Puhasti rajatakse maa-alusena. Jäävad ära külmumis-ja võimalikud haisuprobleemid.		
Lihtne lisada täiendavaid mooduleid puhasti jõudluse suurendamiseks tulevikus.		
Tekkiva jääkmuda kogus suhteliselt väike, väljavedu vajalik ca kord kvartalis		
	Mehaanilis-bioloogiline puhasti on hea koormustaluvusega	

	Puudub vajadus eraldi mudamahuti järele	
	Puhasti paigutamine hoonesse võimaldab võrejäätmete käitlemiseks kasutada võre-pressi	
	Tulemuslik bioloogiline fosfori eemaldamine. Lihtne paigaldada ka kemikaali doseerimisseadmeid.	
	Efektiivne denitrifikatsiooniprotsess	
<b>Puudused:</b>		
Tundlik reostuskoormuse järskudele muutustele		
Nõuab regulaarset hooldust		
	Suhteliselt kõrge ehitusmaksumus	
	Nõuab eraldi abiseadmete tarnet ja komplekteerimist vastavuses põhiseadmega	

Seadme opereerimine ja kontroll on väljaõppinud töötaja kasutamisel kompaktpuhasti puhul oluliselt lihtsam kui muud tüüpi nn klassikalistel puhastitel. Kompaktpuhastis tekkiva muda kogused ning äraveo sagedus on samuti oluliselt väiksemad.

Reoveekoguste suurenemisel on alati võimalik lisada uusi sektsioone. Kompaktpuhasti töö tagab regulaarne hooldus, mille korral puhastustulemus vastab keskkonnanõuetele.