

Tõhustatud lämmastikuärastus püsiva veetasemega annuspuhastis

CWSBR-tehnoloogia aitab Läänemerd kaitsta

Axel Dederichs ja Tim Koeckritz

G.A.A., *Gesellschaft für Abwasser- und Abfalltechnik mbH, Saksamaa*

Annuspuhastid hakkava tasapisi läbivoolupuhasteid välja vahetama, sest puhastustulemused on paremad. Lämmastikuärastus, üks Läänemere tegevuskava prioriteete, on läbivoolupuhastitega võrreldes märksa tõhusam – kuni 80 % suurem. Annuspuhastuse suured eelised on õhutanud otsima tehnilisi lahendusi, mis sobiksid nii üksikmajapidamisele kui ka sadade tuhandete elanikega linnadele.

Püsiva veetasemega annuspuhasti (ingl CWSBR – *Constant Waterlevel Sequential Batch Reactor*) – üks G.A.A. meelilahendusi – võimaldab annuspuhastust käitada veetaset püsivana hoides, nii nagu tavalistes läbivoolupuhastites. Annuspuhasti kujuneb siis lihtsaks ning kulutõhusaks, nagu on näidanud Põhja-Saksamaal, Läänemere ääres saadud kogemused.

Annuspuhastuse tõhusus

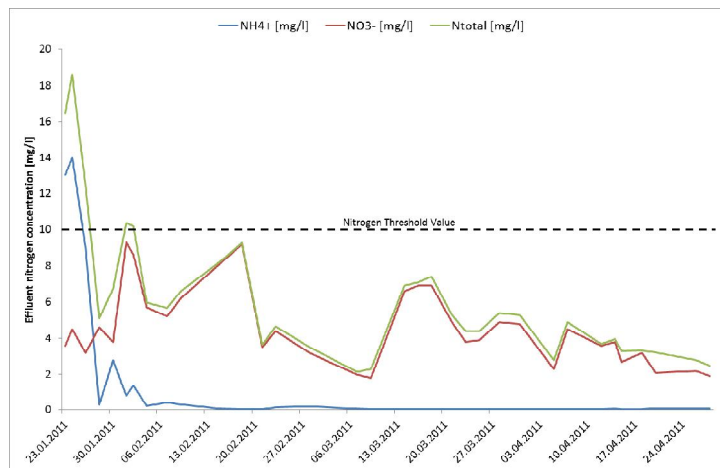
Annuspuhastuse vastu on huvi kogu maailmas üha suurenenemas. Vastupidi läbivoolutehnoloogiale ei voola reovesi kontrollimatult läbi puhastusastmete, vaid viibib neis kindla, reovee koostisest oleneva kontrollitava aja vältel. Annuspuhastuse puhul saab juurdevoolu kõikumisi arvesse võtta ning protsessi maksimaalse tõhususe saavutamiseks reguleerida. Et läbivoolutehnoloogia seda ei võimalda, on hakatud seda kogu maailmas asendama annuspuhastusega.

See suundumus ilmneb viimasel ajal ka Läänemere-äärsetes riikides, kus reoveepuhastus peab olema erakordselt tõhus. Põhja-Saksamaal töötavad lähestikku ja ühesugustes tingimustes nii läbivoolu- kui ka annuspuhastid, mis on ehitatud ühtede ja samade DWA (*Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall E.V.*) nõuete kohaselt. Need termodünaamikale tuginevad nõuded määratlevad näitajad, nt biokeemilise hapnikutarbe või õhustuskambri vajalikku mahu olenevalt aktiivmudasisaldusest ning sätestavad ka seda, mida peab puhasti kavandamisel silmas pidama. Ometi võivad Saksamaa läbivoolupuhastid, kuigi lahenduse, konstruktsiooni ja kuju poolest õige erinevad, olla lämmastikuärastuse suhtes üsna ühesugused.

Läbivoolupuhastite piiratud võimalustest andis ülevaate Tallinnas 2011. a märtsis peetud (linnade põhjustatud veekogude eutrofeerumise vähendamisele pühendatud) PURE konverentsil J. Einfeldt [1]. Ta rääkis suurtest kulutustest, mida on selliste puhastite lämmastikuärastuse tõhustamiseks vaja teha Flensburgis, Ratzeburgis ja Hansalinn Lübeckis. Nende Põhja-Saksamaa Läänemere-äärsete puhastite heitvee lämmastikusisaldus on umbes 10 mg NO₃-N/l. See tulemus klapi Saksamaa keskmisega (8,3–10,9 mg N_{üld}/l), mille DWA sai 5949 reoveepuhasti andmete analüüsimise tulemusena [2]. Oma ettekandes [1] teatasid Einfeldt jt, et Lübecki puhasti (640 000 ie) lämmastikuheite vähendamiseks poole võrra, s.o 5 milligrammini liitris oleks vaja kaheastmelist biofiltrit.

Annuspuhastid on võimelised lämmastikku ilma täiendavate biofiltriteta ärastama tänu tõhustatud denitrifikatsioonile. Erinevalt läbivoolupuhastitest, kus nitrifikatsioon ja denitrifikatsioon kulgevad

puhasti eri osades, toimuvad need reaktsioonid ka annuspuhastis järjestikku, ent samas mahutis. Selline lahendus tõhustab tunduvalt denitritifitseerimisjõudlust. Joonisel 1 on kujutatud ühes G.G.A. CWSBR-puhastis toimunud käikuandmise ajal 2011. aasta talvel, kui vee temperatuur oli 6 °C. Protsessi käivitamiseks toodi puhastisse aktiivmuda ühest töötavast läbivoolupuhastist ning sellest piisas biopuhastuse käimainemiseks nõnda, et heitvee lämmastikisisaldus langes seitsme päevaga tasemini 10 mg/l. Hiljem jõuti õhustuskestuse ja aktiivmudapuhasti annustamist reguleerides selleni, et heitvee lämmastikisisaldus alanes 2 mg/l-ni ilma mingeid lisavõtteid rakendamata ja lisakulusid tegemata.



Joonis 1. G.A.A. annuspuhasti (Dorf Güll, 3700 ie) käikuandmine 2011. aasta talvel, kui reovee temperatuur oli 6 °C. N-ärastusnõuete rahuldamiseni jõudis puhasti seitsme päevaga ning kolme kuu pärast oli heitvee lämmastikisisaldus alla 2 mg/l, st et ärastustõhusus oli üle 96 %
Joonisel: püstteljele Puhasti heitvee lämmastikisisaldus mg/l ; NH₄⁺ mg/l; NO₃⁻ mg/l; N_{üld} mg/l; Lämmastikisisalduse piirväärtus

Väikese CWSBR-puhasti lämmastikuärastustõhusus on osutunud suurepäraseks. On ju teada, et läbivoolupuhastitel on see puhasti suuruselt ning on seda väiksem, mida väiksem on puhasti. Saksamaal näitas DWA korraldatud uuring [2], et lämmastikuärastus kahanes 80,1 protsendilt (puhasti jõudlus üle 100 000 ie) 76,7 protsendini (1000 – 5000 ie), ent ei ulatunud kuskil 96 %-ni, nagu G.A.A. Dorf Gülli CWSBR-puhastis. See ei olnud üksikjuhtum, sama suur oli ärastusprotsent ka Läänemere-äärsetes Krummesse (3000 ie) ja Maasholmi puhastites. CWSBR-puhastite üldist tõhusust kirjeldavad tabeli 1 andmed. Euroopas suuri CWSBR-puhasteid veel rajatud ei ole, sest kõik suuremad linnad olid enne läbivoolupuhastitega juba varustatud, kui annuspuhastid 20 aastat tagasi turule jõudsid.

Tabel 1. Suure (Hiinas) ja väikese (Saksamaal) CWSBR-puhasti tõhususe võrdlus

		KHT mg/l	BHT ₅ mg/l	Heljum mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l]	N _{üld} mg/l	P _{üld} mg/l
Hiina	Sissevool	150–485	70–240	80–310	8–25	15–43	1,3–4,8
	Väljavool	32	4	8	0,1	1,8	0,23
Saksamaa	Sissevool	464–1510	300–1000	26–80	56–93	60–97	11–29
	Väljavool	15	3	0	0,1	2,2	0,6

CWSBR: püsiva veetasemega annuspuhastustehnoloogia

Kui on vaja rajada uus reoveepuhasti või olemasolevat uuendada, ehitatakse tänapäeval sageli juba annuspuhastite jõudlusega üle 50 000 ie. G.A.A. püsiva veetasemega annuspuhastust on rakendatud ka Läänemere piirkonna uuendatavate reoveepuhastite tõhustamiseks [3]. Nagu alglahendusegi puhul, puhastatakse reovesi annusekaupa, ent nii juurde- kui ka väljavool on CWSBR-puhastite puhul ühtlane, nagu on omane läbivoolupuhastitele. Tavalise annuspuhastuse bioreaktor tühjendatakse portsukaupa ning suublasse heidetava puhastatud vee vooluhulga ühtlustamiseks on vaja eraldi mahutit. CWSBR-puhastile sellist mahutit vaja ei ole.

CWSBR-puhastile täiendavaid ühtlustusmahuteid vaja ei ole. Ühemahuline puhasti on varustatud mahuti põhja ja seinte külge kinnitatud elastsete „kardinatega“. Ülaservas olevad ujukid hoiavad kardinaid püsti nõnda, et nad jagavad puhasti eri osadeks (joonis 2), mille maht muutub rõht-, mitte püstsuunas, nagu tavalistes annuspuhastites.

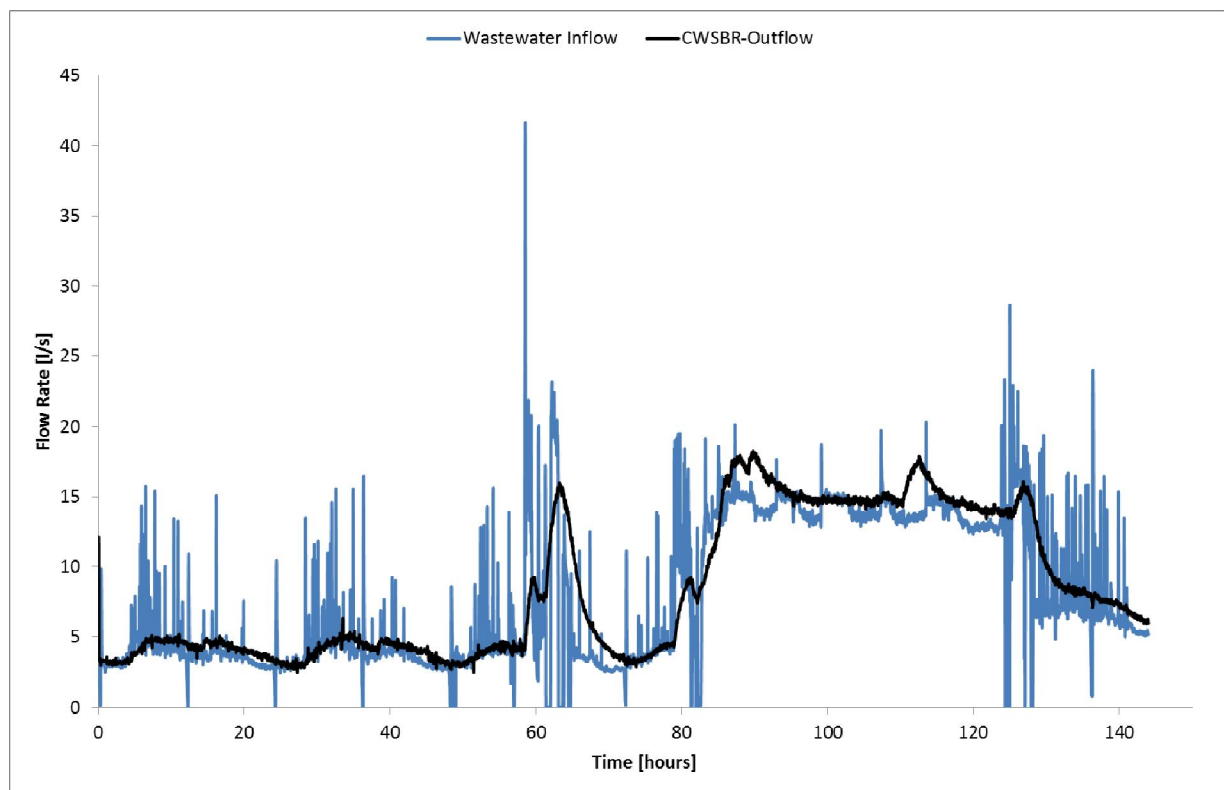


Joonis 2. Hiinas paiknev CWSBR-puhasti (jõudlus 130 000 ie) koosneb neljast moodulist, millest igaüks jaguneb kogumissektsiooniks, CWSBR-reaktoriks ja ühtlustussektsiooniks. Iga moodul võib töötada omaette või koos teistega. Kui piirkonna rahvaarv peaks kasvama, on võimalik mooduleid lisada

/Joonisel: Kogumissektsioon (toorreovesi); CWSBR-reaktor; Ühtlustussektsioon (puhastatud reovesi)/

CWSBR toimib sama moodi kui tavaline annuspuhasti (vt G.A.A. kodulehekülge www.g-a-a.de). Kogumissektsioonist pumbatakse reovesi aktiivmudapuhastisse (CWSBR-reaktorisse). Pumpamine veetaset ei muuda – esimene vahekardin lihtsalt jälgib mahumuutust. Teine kardin jääb CWSBR-reaktori täitmise ajal paigale. Pärast aktiivmudasektsiooni täitmist lülituvad pumbad välja ning torreovett sellesse enam ei pääse. Reovee juurdevool kogumissektsiooni jätkub, teine kardin nihkub ühtlustussektsiooni poole ning tõrjub sellest nii palju puhastatud vett suublasse, kui kogumissektsiooni juurde voolab. Aktiivmudasektsioonist pääseb puhastatud vesi ülevoolu kaudu kogumissektsiooni settimisfaasi ajal. Kuidas vesi puhastis liigub, näitab kardinat asend reoveepuhastis.

Joonisel 3 on näha, kuidas CWSBR-puhasti tasandas kuue päeva jooksul vooluhulki. Nii nagu läbivoolupuhastitega puhul, ei jõua valingvee põhjustatud tippvooluhulk otse suublasse.



Joonis 3. CWSBR-puhasti juurdevoolu ühtlustumine reovee annuspuhastamisel kuue päeva, mille jooksul sadas ka paduvihma, kestel. Tippvooluhulgad tasanduvad ning väljavooluhulk ühtlustub

Joonisel: Wastewater inflow – Reovee juurdevool; CWSBR outflow – Väljavool CWSBR-puhastist; püstteljele Vooluhulk l/s; rõhtteljele Aeg h

CWSBR maksumus

Tavalise annuspuhastusega võrreldes räägib CWSBR kasuks see, et investeerimiskulud võivad olla isegi üle poole väiksemad. Kahe või kolme mahuti asemel on ju vaja vaid üht. Aktiivmuda stabiilne mikrobioloogiline koostis võimaldab tõhusat denitrifikatsiooni ilma ujumuda tekkimiseta isegi siis, kui juurdevooluvee BHT on väike. Energiakulu reovee õhustamiseks on võrreldav tava-annuspuhastite omaga, pumpamisenergiat veeringlusele kulub aga 35 % vähem (pumbad peavad tekitama vaid

hõõrdetakistuse ületamiseks vajalikku survet, staatiline tõstekõrgus puudub). Tava-annuspuhastiga võrreldes kulub vähem aega aktiivmuda sadestumisele ja reaktsioonikambri tühjenemisele. Klassikalise annuspuhastuse korral on reaktsioonikambri homogeenne reovee ja aktiivmuda segu. Pärast õhustuse katkestamist setib aktiivmuda põhja ning pinnale tekib selginud vee kiht, mis lastakse välja sette alanevat taset jälgiva ujukülevoolu kaudu seni, kuni vee ja aktiivmuda piir on reaktoris vajunud ettenähtud miinimumtasemeni. CWSBR-puhastis voolab selginud vesi reaktsioonisektsioonist välja ilma et veetaset oleks vaja alandada. See tähendab, et ülevool on selginud vee ja settinud aktiivmuda piirist kaugel ning väljavooluvesi jääb selgeks ka suure valingvihmaegse äravoolukiiruse korral.

CWSBR-süsteemid tasandavad reovee väikepuhastite heitveetippe ja tagavad ühtlase väljavoolu. Sellised puhastid toimivad usaldusväärsetl väga erineva kangusega reovee puhul ning rahuldavad rangeimaid keskkonnanõudeid. Saksamaal ja Hiinas, kus on rajatud CWSBR-puhasteid koormusele 800 kuni 200 000 ie, saadud kogemused tõestavad, et need lihtsa ehitusega puhastid sobivad nii maa-asulatele kui ka linnadele. Kümne aastaga on selgeks saanud, et püsiva veetasemega annuspuhastid rahuldavad kõiki tänapäevanõudeid. Tänu lihtsusele ja otstarbekale lahendusele võib kokkuhoid ulatuda 50 protsendini.

Viidatud allikad

1. Einfeldt J., Günter H., Silem A. 2011. Multistage Biological Wastewater Treatment in Northern Germany. Tallinn, 16th March 2011. PURE-Seminar „Local actors as forerunners - concrete achievements and links to international covenants in Baltic Sea protection“:
http://www.itamerihaaste.net/files/300/Einfeldt_PURE_Tallinn_seminar_2011_03_16.pdf
2. 23. Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen 2010: <http://www.dwa-st.de/nb/kan/leistungen/lv2010-bund.pdf>
3. Axel Dederichs, Dr. T. Koeckritz 2011. Püsiva veetasemega annuspuhasti (CWSBR). Uus lahendus Eesti reoveepuhastuses. – Keskkonnatehnika, 3: 6–7.

Kontakt

G.A.A.
Gesellschaft für Abwasser- und Abfalltechnik mbH
Grambeker Weg 157
23879 Mölln, Germany
Tel.: +49-4542-8278-25
Fax: +49-4542-8278-29
info@g-a-a.de
www.g-a-a.de