



TEHNOREIS III KOKKUVÕTE

***Viini veemajandusprojektid ja Pilsingu kruvikalapääs
24. august – 25. august 2017***

REISI EESMÄRK

Tehnoreis III eesmärk oli külastada Viini reoveepuhastit, et tutvuda sealsete veepuhastuse tehnoloogiate ja ainulaadse kruviturbiiniga, millega tehakse puhastatud reoveest elektrienergiat (700 MWh/a). Pärastlõunal tutvusime linnas ühisvoolse reovete kogumise süsteemiga (*The Third Man Tour*) ning esimese reispäeva lõpetasime Pilsingu kruvikalapääsul. Teist reispäeva alustasime Pilsingu kruvikalapääsu öise rände monitoorimisega ning seejärel tutvusime viie teise kalapääsu projektiga. Kõik referentsobjektid olid viidud ellu Amstetteni ümbruses (Natura 2000) viimase kümne aasta jooksul. Kohalikuks giidiks oli sõltumatu kohalik kalaekspert Mr Christian Mitterlehner, mag. ettevõttest IBGF Mitterlehner Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei (www.gewaesseroekologie.at).

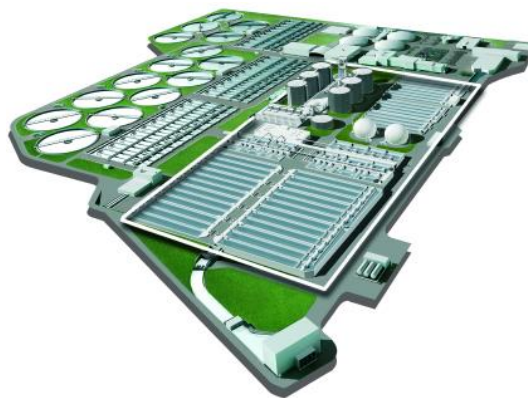
VARASEMAD TEHNOREISID

Tehnoreis I toimus 2016. a augustis ning siis tutvuti Tšehhi ja Saksamaa kruvilahendusega tootmistšehhides, katselaborites ja ning ka näidisobjektidega. Tehnoreis II, 2017. a mais, mille käigus tutvuti Austria kalapääsude ja hüdrotehniliste rajatistega.

LISAINFO JA KONTAKTID

- www.skeem.ee/kruvikalapaas
- SKEEM OÜ, Ergi Prommik, ergi.prommik@gmail.com, +372 5557 7770

VIINI REOVEEPUHASTI



- Ehitatud 1970ndatel ja kasutusse võetud 1980ndate alguses. Suuremad ümberehitused on toimunud ca iga 10 aasta järel, et täita seatud keskkonnanõudeid. Viimati alustati ümberehitusprojektiga **E_OS** (*Energy_Optimization Sludge Treatment*), mis hõlmab mudakäitluse ümberehitamist ning reoveepuhasti energiaefektiivsuse tõstmist. Puhasti opereerimisega on igapäevaselt hõivatud 150 inimest.
- Projekteeritud koormusele 4 000 000 ie (keskmine koormus 3 000 000 ie ehk 75%)
 - BHT₅ = 240 T/d
 - KHT = 455 T/d
 - N = 38 T/d
 - P = 5,7 T/d
- Hüdrauliline koormus 600 000 m³/d (AVG = 7 m³/s , MAX = 18 m³/s)
- Puhastusefektiivsused ja nõuded heitveele:

	Puhastusefektiivsus	Nõuded heitveele
BHT ₅	> 95 %	15 mg/l
KHT	> 85 %	75 mg/l
TOC	> 85 %	25 mg/l
NH ₄ -N	> 70 %	5 mg/l
P	- (sõltub välisõhu °C)	1 mg/l

- MEHAANILINE PUHASTUS**
 - liivapüünis jämedale fraktsioonile (2 mahutit + väljatõstmise süsteem)
 - arhimedese kruvipumpla (3 x 4,5 m³/s ja 3 x 3,0 m³/s, h=5,2 m)
 - peenvõre (6 seadet, võrepiide vahe 6 mm)
 - liivapüünis (6 mahutit, h=3,6 m, V=4 320 m³)
 - eelselitid (8 mahutit, h=3,0 m, V=28 415 m³)
- BIOLOOGILINE PUHASTUS: I ETAPP**
 - aeratsioonimahuti (4 mahutit, V=42 000 m³, h=2,6 m, *surface aerators-mixers*)
 - seliti (16 mahutit, V=65 360 m³, h=2,3 m)
 - tagastusmuda kruvipumbad (2 x 4,5 m³/s)
 - fosforiärastus (Fe₂(SO₄)₃ doseerimine)
- BIOLOOGILINE PUHASTUS: II ETAPP**
 - kompressorid (5 x 45 000 Nm³/h, 5 x 1,25 MW)
 - vahepumpla (propellerpumbad 8 x 2,6 m³/s ja tagastusmuda pumpla 6 x 2,7 m³/s)
 - jaoutuskamber (15 vooluhulga mõõtjat ja D1200 kontrollsiibrit)
 - aeratsioon (15 mahutit, V=171 000 m³, h=5,5 m, peenmull *disc aerators*, eluiga 5-7 aastat)
 - järelseliti (15 mahutit, d=64 m, h=4,1 m, V=200 000 m³)

• VÄLJAVOOLU RAJATISED

- kuival ajal on reoveepuhasti väljavool 2,5 m kõrgemal kui eesvoolus (Doonau), mis võimaldab toota puhastatud reoveest elektrienergiat (puhasti väljavoolule on rajatud hüdroelektrijaam)
- arhimedese kruviturbiin ($h=1,7$ m, $Q=7,1$ m³/s, 78,4 kW, $d=3,6$ m, $L=13,5$ m, $M=26T$)
- väljavoolupumpla (propellerpumbad 3×8 m³/s), juhul kui veetase on Doonaus kõrge (suurvee ajal)

• MUDAKÄITLUS

- muda eeltihendus (4 seadet, tihendatud muda 4000..12 000 m³/d, KA3..5%)
- muda tahendamine (22 tsentrifuugi, KA35..39%, kütteväärtus 4,6 kWh/kg KA100% kohta)
- tihendatud muda põletus (850 °C jaama kõrval asuvas koostootmisjaamas)

• MÄRKUSED:

- Sade- ja reovete kogumine toimub ühisvooliselt. Suurvee korral ei juhita üle ja möödavoole Doonausse, vaid puhverdatakse linna torustikes, kollektorites ja Viini jõe all olevas maa-aluses kollektorsüsteemi ülevoolude kogumismahutis. Suurvett ei või otse eesvoolu (Doonausse) juhtida, sest reostuskoormus on tavapäratult kõrge, sest süsteemi seintelt ja põhjast pestakse lahti madalveeperioodil kogunenud reostus. Eelneva tõttu ei ole põhjendatud ka lahkvoole süsteemi rajamine ega vete eraldi käitlemine.
- Lämmastiku eraldamiseks kasutatakse eraldi mudaringluse süsteemi, kus muda vanus on *ca* 12 päeva. Süsinikuärastussüsteemis (bioloogilise puhastuse I etapp) on muda vanus *ca* 2 päeva. Lämmastiku ärastuse efektiivsus antud puhastis peab olema 70% sissetulevast lämmastiku kogusest. Eraldi mudaringluse süsteem (süsiniku ärastus ja lämmastiku ärastus) on tehniliselt keerukam ja rajada kallim. Antud lahendus on mõistlik ainult väga suurtes reoveepuhastites.
- Anaeroobse muda tahendamisest tuleva rejektvee lämmastiku ärastamiseks rajatakse nitratatsiooni süsteem, kus nitrifikatsiooni asemel oksüdeeritakse ammoonium nitritiks ja seejärel redutseeritakse (denitratatsioon) vabaks lämmastikuks. Sellisel viisil hoitakse kokku opereerimise ja rajamise kuludelt, samuti on protsessiks vajalikud mahuti ruumalad väiksemad.
- Puhasti aastane elektrienergia vajadus 60 000 GWh (1% kogu linna elektrienergia tarbest).
 - Päevane elektrienergia vajadus 165 MWh
 - Tunnine elektrienergia vajadus 7 MWh
 - Peamised elektrienergia tarbijad aeratsiooni kompressorid (installeeritud $5 \times 1,25$ MW)
- Projekti E_OS (*Energy_Optimisation Sludge Treatment*) eesmärk on toota kogu puhastis vajatav elektri- ja soojusenergia biogaasist ($CH_4=60\%$) gaasimootorite ja generaatoritega. Toodetav elektrienergia kasutatakse omatarbeks ning üleliigne müüakse võrku. Gaasimootoritest saadavast soojusenergiast kasutatakse pool anaeroobsete mudareaktorite kütteks ning ülejäänud müüakse linnavõrku.
- Laiendusprojektide planeerimisel tehakse põhjalikke uuringuid ning *full-scale* pilootprojekte, mis on aluseks planeeritavate investeeringuprojektide elluviimisel. Tehnoloogia ja protsessiinsener tuleb üldjuhul reoveejaama projektimeeskonnast ning sisse ostetakse projekteerimine ja ehitus. E_OS projekti jaoks koliti ühe kohaliku projekteerimisettevõtte kontor koos töötajatega 4-5 aastaks reoveepuhasti territooriumile soojakutesse.
- Vee- ja kanalisatsiooniteenuse hind kliendile *ca* 4 EUR/m³. Uute investeeringuprojektide eelduseks on, et teenuse hind klientidele jääb samaks (projekt E_OS).
- Lisainfo: www.ebswien.at/en/wastewater/start



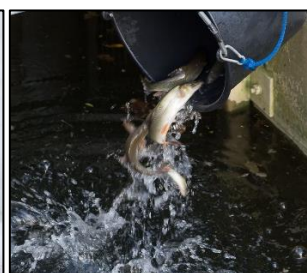
THIRD MAN TOUR

- Ekskursioon Viini linna reoveekogumise süsteemis ja filmi „The Third Man“ 1949 võttepaigas.
- Ülevaade linna veemajanduse ajaloost ja sellest, kuidas Viini jõgi pandi voolama tunnelis, et vältida iga-aastaseid üleujutuskahjusid (jõe vooluhulk MIN 0,3 m³/s ja MAX 600 m³/s).
- Kuna Austria on mäGINE maa, siis on ka sealsed jõgede vooluhulkade kõikumised oluliselt suuremad kui Eesti jõgedel. Näiteks Viini jõe madalveeperioodi vooluhulk on *ca* 2000 korda väiksem kui maksimaalne vooluhulk. Eesti jõgedel on MIN ja MAX vooluhulga erinevus kuni 100 kordne.
- Maa-aluse Viini jõe betoonist tunneli laius *ca* 50 m ning sügavus praegusest maapinnast *ca* 17 m.
- Viinis kogutakse reovesi ühisvoolsest ning selleks on rajatud maa-alune tunnelite ja kollektorite võrgustik, mis vajab igapäevast hoolt ja puhastamist.
- Sette eemaldamiseks on rajatud *ca* iga 200 m tagant paralleelkanalid, kus reovee vool rahuneb ning võõrised settivad kanali põhja. Korraga puhastakse ühte kanali poolt selliselt, et suletakse puitkilpidega kanali otsad. Vesi pumbatakse teise kanalisse ning sete eemaldaks käsitsi labidate (tõstetakse ülesvinnatavasse 50L ämbrisse) või imuautodega maapinnalt.
- Kõige ohtlikum reovee komponent on rasv ja õlid, mis põhjustavad võõristega segunemisel ja jahtumisel paakumist ja ummistusi maa-aluses süsteemis.
- Rotte on maa-alustest käikudes võrdlemise vähe (paar miljonit) aga võrreldes Los Angeles reoveesüsteemiga on Viinis rotte vähe. Ameerikas kasutakse kraanikausside äravooludel purusteid ja seetõttu satub ka palju toitu reoveesüsteemi (soodsad tingimused närilistele).
- Puhas vesi tuuakse linna mägedest ja selleks kasutakse akvedukte ja torujuhtmeid, mistõttu on ka Viinis vee kvaliteet hea. Inimese kohta arvestatakse päevase 150 l puhast vett, millest 3 l kulub söögi tegemiseks ja joogiveeks.
- Lisainfo: <https://www.drittemanntour.at/en/index.html>



PILSINGU KRUVIKALAPÄÄS

- Rajatud 2014. aastal olemasoleva paisutuse kõrvale, mis varem varustas veega saekaatrit läbi derivatsioonikanali. Derivatsioonikanal ja saekaater suleti ning alles jäeti paisutus, kuhu oli esialgu planeeritud looduslähedane kalapääs. Vee-erikasutusloa ja ehituse eelduseks oli asjaolu, et kui kruvikalapääs tööle ei hakka, siis tuleb see lammutada ja asendada looduslähedase kalapääsuga. Pärast kevadise ja sügisese rände monitoorimist saadi kinnitus lahenduse toimimise kohta 2015. a alguses ja pärast seda on rajatud Austrias 5 kruvikalapääsu ning käesoleval ja järgmisel rajatakse 6. Kokku on Euroopas rajatud kruvilahendusi jõgedele ca 80 projektil ja neid tuleb pidevalt juurde.
- Tehnilised parameetrid:
 - $H = 3,60$ m (kõrguste vahe)
 - $Q = 3,20$ m³/s (disainvooluhulk allavoolu rände kruviturbiinile)
 - $P = H \times Q \times 7,2 = 80$ kW (installeeritud võimsus)
 - $L = 8,10$ m (labadega osa pikkus)
 - $D = 1,2$ m (kruvikalatõstuk)
 - $D = 2,9$ m (kruviturbiin)
- Seekordne kruvikalapääsu külastus sattus väga veevaesele ajal, kus Urli jõe vooluhulk oli 0,4 m³/s. Allavoolurändeks kasutatava turbiini MIN vooluhulk on tegelikult 0,7 m³/s, kuid nagu nägime töötab kruvikalapääs ka väga veevaesel ajal (ökoloogilise vooluhulga korral). Elektritoodang samal ajal oli ca 10 kW, mis teeb üldiseks efektiivsuseks 70% (hea).
- 24.08.2017 õhtul tuvastati ülesvoolurände korvist 14 kala 5 liigist (2 päeva ülesrände), $L < 25$ cm
- 25.08.2017 hommikul tuvastati ülesvoolu rände korvist 2 kala 2 liigist (1 öö ülesrände), $L < 15$ cm





ARTHOFERI LOODUSLÄHEDANE KALAPÄÄS

- Looduslähedane kalapääs Pilsingu kruvikalapääsust ülesvoolu, rajatud aastal 2006.
- Asub vana veski ja paisutuse kõrval aga teisel pool jõge ning seetõttu pole tagatud peibutusvool kõigi vooluhulkade korral. Õige oleks rajada looduslähedane kalapääs samale kaldale, kust saab peibutusvoolu juhtida kalapääsu ette alumises jõesängis.
- Austrias on jõgedel viimasel ajal probleemiks saarmaste arvukuse kasv ja koprad, kes ummistavad looduslähedase kalapääsu oma tegevusega. Seetõttu peab pidevalt hoidma silma peal, et üles ja allavoolu rändeteekond oleks puhas ja läbitav. On olnud ka juhtumeid, kus koprad ründavad (hammustavad) kalamehi jõekaldal.
- Läbi looduslähedase kalapääsu voolavat vooluhulka juhitakse käsiajamiga siibriga.
- Kala võib püüda jões igal pool aga selleks tuleb osta luba maaomanikult.



LIKVIDEERITUD PAISUTUS ARTHOFERIST ÜLESVOOLU

- Urli jõel, Arthoferi paisutuses ülesvoolu asuv vana lagunenenud pais.
- Kuna omanik paisutust taastada ei soovinud, siis pais lammutati ühest servast, kuhu tekkis sügavam jõesäng ja läbipääs kaladele ka madalveeperioodidel.



YBBSI JÕE PILUKALAPÄÄS

- Ybbsi jõele oli rajatud paisutus, millest juhiti läbi derivatsioonikanali enamus vett hüdroelektrijaama, mis asub derivatsioonikanali lõpus. Allavoolu jäävasse jõesängi oli seetõttu jäänud vähe vett ning lisajõgedest tulev veehulk ei olnud piisav, et tagada ökoloogiline elukeskkond. Puudus ka kalapääs üles ja allavoolu rände tagamiseks.
- Kuna projekt ja piirkond asub Natura alal, siis kaasati kõik osapooled, et taaselustada veevaene jõesäng Ybbsi jõe paisutusest allavoolu. Kuna paisutus ja hüdroelektrijaamad kuulusid kohalikele konnaalettetootele (kohalike inimestele) ja sellega varustati elektriga kesklinna piirkonda, siis oli eri huvigruppide huvi suur leidmaks kõigile sobiv tehniline lahendus.
- Lahendusena nähti ette järgnev:
 - Rajatati pilukalapääs (*vertical slot*) $H=8,0$ m (üles ja allavoolu rände tagamiseks)
 - Rajatati väike turbiin paisutuse juurde, et lasta rohkem vett Ybbsi jõe originaalsängi
 - Ehitatati ümber veehaare ning lisati liivapüüdis ja uued horisontaalsed võred
- Kasutatakse horisontaalsete ribidega võresid vahel 25..45 mm, mis on palju töökindlamad kui vertikaalvõred ning neist on kaladel palju raskem läbi pääseda kui vertikaalvõredest.
- Setted ja väike võrepraht juhatakse läbi põhjalasu allavoolu ning välja võetakse ja utiliseeritakse suured palgid ja puud ning olmesodi, mis looduslikult ei pea olema jões. Palju on probleeme kibrastega ja nende langetatud suurte puudega.
- Kalapääsust pääsevad üles kalad pikkusega alates 20..25 cm (väiksemad ei jaksa ujuda) ning kohalikud ütlevadki, et *vertical slot* on mõeldud sportkaladele. Pikim kala mis üles sai oli lõheline, mille pikkus oli 110 cm.
- Jäätumise mõjude vältimiseks ülevooludel kasutakse suruõhu mulle vahetult enne paisu reguleeriva harja, mis tagab jäävaba tsooni ca 0,5 m ka väga külmal talvel (-20°C).
- Vooluhulka reguleeritakse reguleeritavate vertikaalsete pilude vahel (vt foto, esimesed kaks vahet muudetavad).
- Video: www.youtube.com/watch?v=Cf1nxFVGxXE



YBBSI JÕE TAASELUSTATUD JÕESÄNG

- Amstetteni linnas, Ybbsi jõesängi taaselustamise projekt, kus vana ja reguleeritud väikse vooluhulgaga jõesäng taaselustati ja loodi tagasi looduslähedane elukeskkond.
- Rajati tehiskärestikke ja väikseid paisutusi ca iga 1..2 km vahemaa tagant ning ehitati ümber Ybbsi jõe veehaare (vt eelmine projekt), et sealt juhitaks rohkem vett otse allavoolu.
- Projekti nimetus: *LIFE+ Projekt Mostviertel – Wachau Flusslebensraum*
- Video: www.youtube.com/watch?v=LHNcFEUGHMg





URLI JÕE LOODUSLÄHEDASE KALAPÄÄSU ASENDAMINE KRUVIKALAPÄÄSUGA

- Asukoht: Urli jõel, Pilsingu kruvikalapääsust allavoolu enne suubumist Ybbsi jõkke.
- Kalapääs suleti mõned päevad enne tehnoreisijate külaskäiku eesmärgiga see likvideerida ning asemele rajada kruvikalapääs, mistõttu oli kõigil võimalus see looduslähedane kalapääspääs läbi jalutada ja veenduda kõigi looduslähedase kalapääsu iseärasustega.
- Nägime ka väikseid kalu ning kohalik kalaekspert ütles, et see on loomulik ning enne lõplikku kinniajamist teeb ta veel ühe elektripüügi ja viib kõik kalad jõkke tagasi.
- Looduslähedane kalapääs asendatakse kruvikalapääsuga seetõttu, et lahendus toimib Pilsingus (ülesvoolu) ning ka seetõttu, et kruvikalatõstuk tagab paremad kalastiku ja jõe seisukorra monitoorimise tingimused (vee kvaliteedi ja kalade seire).
- Jaamaomanik saab aga parema tehnoloogilise lahenduse energia tootmiseks, mis tagab kalade üles ja allavoolu rände ning ei kõiguta veetasapindadega ülemises ega ka alumises jõesängis.
- Planeeritav ehitusaeg on 2-3 kuud ning selle kruvikalapääsu käivitus on plaanis novembris 2017.
- Käivitusjärgsed pikad rände kontrollperioodid teostatakse kevadel 2018 ja sügisel 2018, mille alusel antakse hüdroölmele kasutusluba.
- Pärast heakskiidu saamist peab tegema rände kontrolli ja aruandlust igal sügisel ja kevadisel rändel ja perioodiga min 1 nädal. Rände kontrollimisega peab tegelema sõltumatu kalaekspert, kes esitab aruanded keskkonna kontrollorganitele pärast iga seireperioodi.

