

TEHISMÄRGALAD: PÕLLUMEES PUHASTAB VETT



Eestimaa Looduse Fond

TEHISMÄRGALAD: PÕLLUMEES PUHASTAB VETT

Koostanud: Indrek Talpsep, Kuno Kasak, Kristjan Piirimäe, Ivar Tamm

Raamat on valminud Kesk-Läänemere programmi INTERREG IV A Lõuna-Soome ja Eesti allprogrammi ja Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahastatud projekti „Aktiivsete märgalameetmete abil toitainekoormuse vähendamine Läänemeres” raames.

Koostajad: Indrek Talpsep, Kuno Kasak, Kristjan Piirimäe, Ivar Tamm
Toimetaja: Indrek Talpsep
Keeletoimetaja: Kalle Hein
Kujundus ja illustratsioonid: Eva Parv, AS Regio
Kaanefoto: Kuno Kasak

© SA Eestimaa Looduse Fond
Tartu 2012



Tartu 2012



Foto: Kristjan Piirmäe

Sisukord

Eessõna	3
Miks meie veekogude kaldad kinni kasvavad ja veed haisevad?	4
• Nii merd kui järvi kahjustab eelkõige eutrofeerumine	5
• Eutrofeerumist põhjustab taimetoitainete reostus	7
• Suureks reostajaks on põllumajandus	8
Kuidas Eesti põllumajandusreostust ohjeldab?	9
• Reostamine on keelatud	9
• Põllumeeste veekaitselisi pingutusi rahastab Euroopa Liit	11
Mida põllumehed veel puhta vee heaks teha saavad?	12
• Ärgem raisakem kallist väetist	12
• Talvine taimkate vähendab erosiooni	14
• Jätkem kaldaribad loodusele	15
• Seadedrenaaz aitab ära hoida suvist liigkuivust ja toitainete kadu	17
Kas tulevikus kõrvaldavad reostuse märgalad?	19
• Märgalast väljub vesi puhtamana	14
• Märgalaid saab ka ise rajada	21
Kuidas tehismärgala majandada?	23
• Märgala hind sõltub asukohavalikust	23
• Laskem hägul settida	24
• Alustuseks rajagem puhverlodu	26
• Soomlased panustavad avaveelistele tehismärgaladele	27
• Toome Soome kogemuse Eestisse	30
• Ruumipuudusel puhastab vett pinnasfiltersüsteem	33
Kas talunikul on märgala rajamine rahaliselt võimalik?	35
• Veekaitselisi projekte rahastab Keskkonnainvesteeringute Keskus	35
• Talunikud ootavad riigilt rohkem tuge	36
Lisa 1. Soovituslikke tehismärgalade lahendusi	37
Lisa 2. Eksperdid, kes võivad tehismärgalade rajamisel abiks olla	37
Lisa 3. Soovituslikku lisalugemist	39



Foto: Sampsu Vilhunen, WWF Finland

Eessõna

Märgalad ja põllumajandus – mis neil ühist? Lühike vastus on: väga palju. Põllumajandus pärineb suurel määral märgaladest, eriti kui vaadata, kus sündisid maailma vanimad põllundusele tuginevad tsivilisatsioonid – Mesopotaamia ja Niiluse lammialadel. Märgaladega on seotud ka karjakasvatuse ajalugu, kusjuures tänu karjakasvatusele kujunenud poollooduslikud märgalakooslused on erakordse tähtsusega elurikkuse hoidmisel.

Suur osa märgalade põllumajanduslikust kasutusest läbi ajaloo on olnud valdavalt säästlik, kuid loomulikult mitte alati. Ka vanade tsivilisatsioonide ajalugu näitab, et vahel ei suudetud näha ökosüsteemi kandevõime piire ja tootmine ning sellele tuginev riiklus kukkusid seetõttu kokku. Pole midagi uut siin päikese all, võiks ohata. Aga päris nii see ka ei ole.

Laiaulatuslikum märgalade taandumine nende kuivendamise tõttu põllumajanduse tarbeks on viimase paariaastasajatu tulemus. Jätõsised probleemid põllumajandusreostusega on veel nooremad. Need kaks nähtust on omavahel seotud, kuigi loomulikult on ka teisi tegureid, mis on põllumajanduslikku veereostust põhjustanud, nagu mineraalväetiste laiulatuslik kasutus ja loomakasvatuse kontsentreerumine. Ometigi on selge seos ka märgaladega toimunu ja veekogudesse jõudva põllumajandusreostuse vahel. Mida sirgemates ja sügavamates kanalites vesi põllumajandusmaalt jõgedesse, järvedesse ja merre voolab, mida vähem on vee vooluteel mitmesuguseid märgalaid, alates tillukestest tiikidest ja lõpetades laiade lammidega, seda rohkem põllumajandusest pärit lämmastikku ja fosforit lõpuks veekogusse jõuab.

Seepärast hoidkem meil veel säilinud märgalaid: see on vajalik nii elurikkuse säilitamiseks ja kliima stabiliseerimiseks kui ka veekogude säästmiseks maapealsest saastast. Ent looduslikud ja poollooduslikud märgalad on ka ise suureks loodusväärtuseks ning nende koormamine lämmastiku ja fosforiga pole eriti mõistlik. Seetõttu ongi vaja võimalikult palju tehisklikke ja taastatud märgalaid – tiike ning lodusid – integreerida maaparandussüsteemidesse. Loomulikult ei asenda kui tahes paljude tiikide või lodude rajamine elementaarset korda väetamise korraldamisel: esimeseks sammuks on ikka lämmastiku ja fosfori ärakandest hoidumine. Kuid ka väga hästi korraldatud tootmises pääseb osa toitainetest ikkagi veekeskonda. Seega on märgalad põllumajandusmaastikus vältimatult vajalikud. Peale reostuse vähendamise aitavad nad hoida ja taastada põllumajandusmaastiku elurikkust. Head märgalade taastamist ja rajamist!

[Aleksi Lotman](#)

Merekeskkonna kaitse ja keskkonnasõbraliku põllumajanduse ekspert
Eestimaa Looduse Fond

Miks meie veekogude kaldad kinni kasvavad ja veed haisevad?

29. juunil 1959 hukkus Kanadas Saskatchewanis suur hulk koeri ja hanesid Echo järves ujumise tagajärjel. Järvekallas oli täis surnud kalu. Kohalike elanike teate peale reageerinud politsei algatas massmürgitamise juurdluse. Koertel ja hanedel leiti kahjustusi kopsudes, maksas, sooltes ja maos. Uurimine näitas, et loomade hukkumise põhjustasid tsüanotoksiinid – vetikamürgid, mis pärinesid ööl vastu 29. juunit alanud sinivetikate vohamisest.



Foto: Mati Kose

Loodusõnnetus osutus aga laiemaks. Umbes 400 km läände jääva Kindersley järve ääres hukkus 29. juunil kaks hobust, 100 km lõunasse jääva Sourise jõe paisjärve ääres 2. juulil kolm veist ning 100 km loodes Last Mountaini järve ääres neli koera. Avalikkust hoiatati 1. juulil võimaliku ohu eest, sh supluse ohtlikkuse eest.

Üks Oregonist pärit turist läks aga 8. juulil ikkagi Echo järvega külgnevasse Katepwa järve ujuma ning sai järgnenud ööl ränga peavalu ja iivelduse. 12. juulil said kümme last, kes olid supelnud vetikatega kaetud Last Mountaini järves, kõhulahtisuse ja oksendasid. Samal päeval hukkus sama järve ääres kaks veist, olles enne surma raskelt hingeldanud, ninad sinised.

See Kanada juhtum pole jäänud ainsaks hästi dokumenteeritud, inimesi tabanud vetikamürgituseks. 1989. aastal haigestusid kümme Briti sõjaväelast õppusel pärast seda, kui olid sukeldunud Staffordshire'i veehoidlasse. Austraalias registreeriti 1997. aastaks kokku 852 suplusjärgset haigestumisjuhtu.

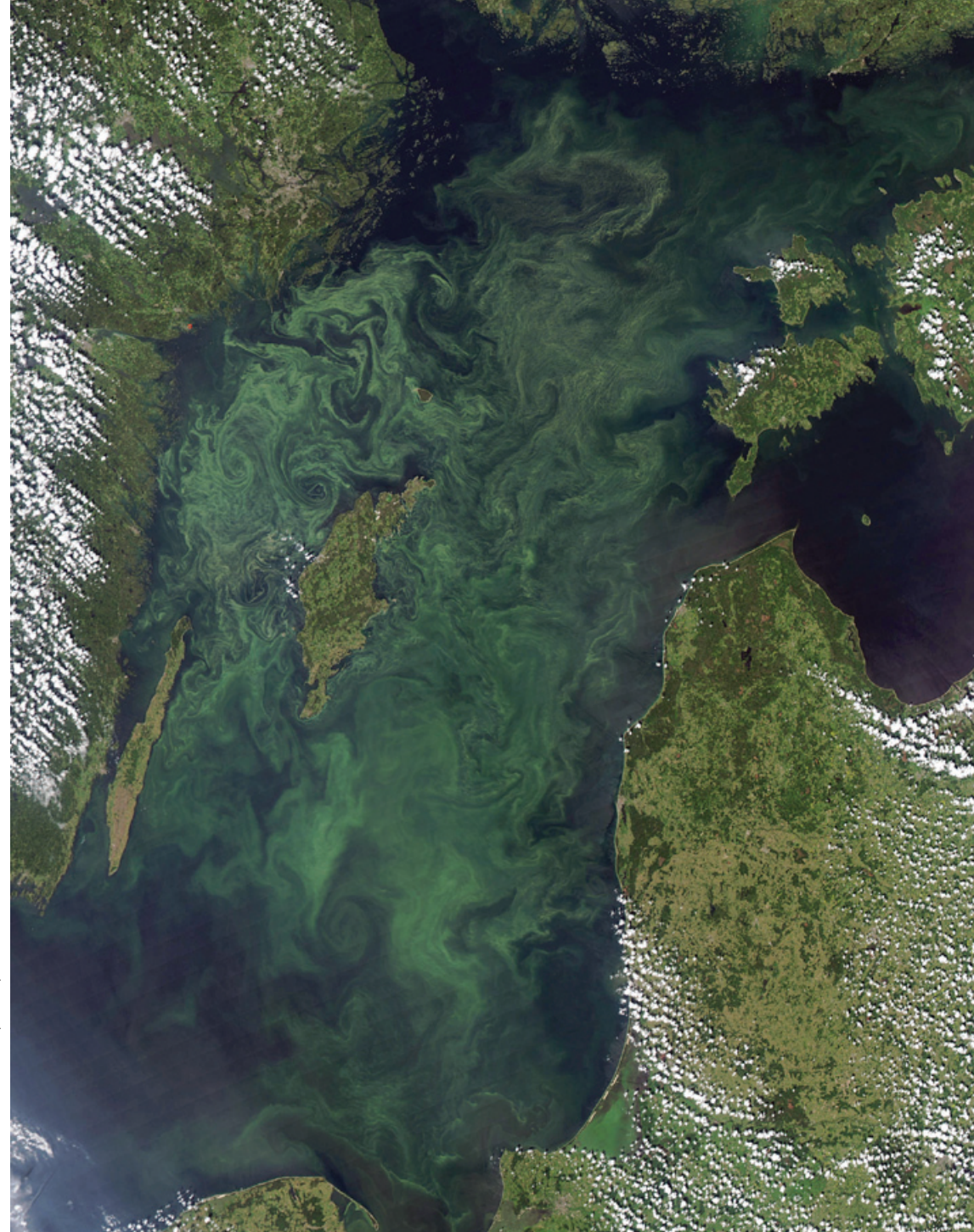
Tervisehäireid tekitavate sinivetikate vohamine on probleemiks ka Eesti supelrandades. 2002. aasta juulis suleti sinivetikate tõttu Pirita, Kakumäe ja Stroomi rand ning ohustatud oli kogu põhjarannik. 6. juulil 2005 avastati Harku ranna vees toksiliste vetikate ülenormatiivne sisaldus. Rannas heisati ettevaatlikkusele manitsev kollane lipp 6. juulist kuni suplushooaja lõpuni. Suplejaid teavitati potentsiaalsete sinivetikate esinemisest ning anti soovitusi suplemiseks ja suplemisjärgseks käitumiseks. 2007. aasta augusti alguses esines Peipsi järvel massiliselt potentsiaalselt toksiliste sinivetikate õitsenguid. Seetõttu oli suplemine mittesoovitav Kauksi supelrannas ning teistes Ida-Virumaa, Jõgevamaa ja Tartumaa Peipsi äärsetes supluskohtades. Sarnaselt varasematele aastatele esines ka 2010. ja 2011. aastal sinivetikate õitsenguid ning mitmetes randades soovitati suplemist vältida.

Suplemisest kaugelt ohtlikum on tsüanotoksiinide sattumine joogivette, mis on maailmas esile kutsunud terve hulga epideemiaid. USAs põhjustas sinivetikaõitseng Ohio ja Potomaci jõel 1931. aastal joogivee saastumise ja 5000–8000 inimese haigestumise. Ükski joogivee puhastamise tehnoloogia ei aidanud. Brasiilias suri 1988. aastal tsüanotoksiinidega mürgitatud joogivee tõttu 88 inimest, 2000 haigestus mao- ja sooltepõletikku. Hiinas avastati, et kogukondadel, kes tarbivad joogiveeks sinivetikatega saastunud pinnavett, esineb märksa sagedamini maksavähki.

Sadade selleteemaliste uurimuste põhjal võib järeldada, et veega kokkupuutunud inimesed jäid haigeks, sest veekogud olid haiged. Selle haiguse nimi on eutrofeerumine. See on nii maailmamere, Läänemere kui ka Eesti järvede suurim ökoloogiline probleem.

● Nii merd kui järvi kahjustab eelkõige eutrofeerumine

Eestis on sinivetikamürgid tapnud hulgaliselt koduloomi, kes on joonud vett meie veekogudest, sh järvedest ja Läänemerest. Hilissuvised **vetikate vohamised ehk õitsengud** võivad olla nii massilised, et vesi muutub ebaesteetiliselt häguseks ja surnud vetikate lagunemise hais veekogu kohal paneb nina kirvendama. Ehkki iga üksik vetikas on mikroskoopiline, on Läänemere vetikaõitseng vaadeldav ka kosmosest.



Massiivne vetikaõitseng, mis pildil paistab sinakasrohelisena, katab peaaegu kogu Läänemere (normaalsed veemassid paistavad mustana). Peale muu keskkonnaohu, mida vetikaõitsengud endast kujutavad, takistavad nad ka kaugseire teel naftareostuse avastamist, sest näevad satelliidipildidel sarnased välja.



Foto: Reet Laugaste

Vetikamass tarbib öösel suures koguses hapnikku, mistõttu ülejäänud vee-elustikku ähvardab lämbumine. Peale selle kulub rohkelt hapnikku surnud vetikamassi lagundamiseks. Varem arvati vetikate hulka ka sinivetikad ehk tsüanobakterid (Cyanobacteria), kuid tänapäeval liigitatakse nad taksonoomiliselt, nagu ladinakeelne nimetuski ütleb, bakterite hulka. Pildil on Peipsi järves pilliroo varred siniseks värvunud just sinivetikate lagunemisest. Pooled sinivetikad eritavad õitsengu ajal vette vetikamürke. Tervetel täiskasvanutel tekitavad sinivetikad tõsiseid mürgitusi harva, kuid laste, eakate inimeste ja allergikute tervise võivad need siiski ohtu seada, eriti sellise vee neelamisel. Ka kodu- ja kariloomad võivad sinivetikaid sisaldavat vett juues mürgituse saada. Näiteks koertel piisab mürgituse saamiseks sellest, kui nad pärast sinivetikaid sisaldavas vees ujumist oma karva lakuvad.

Eutrofeerumine muudab põhjalikult kogu veeökosüsteemi. Vetikad vahavad veekogu pealmistes kihtides, kuhu ulatub valgus. Samas takistavad nad valguse pääsu sügavamale. Kui vetikad massiliselt surevad, kulub nende lagundamiseks suur hulk hapnikku, mistõttu vee hapnikusisaldus väheneb. Niisugused hüpoksilised tingimused on rängad just vääriskaladele, näiteks lõhelistele.

Eutrofeerumise tõttu on halvenenud muu hulgas ka Võrtsjärve kalavarude olukord. Näiteks siig ja räabis, mis 1930. aastatel olid Võrtsjärves tavalised püügikalad, on praeguseks halvenenud elukeskkonna tõttu haruldaseks jäänud. Veelgi halvem on aga eutrofeerumise mõju kalavarudele Peipsi järves.

Läänemere sügavamates piirkondades on hapnikupuudus tekitanud merepõhja surnud tsoonid. Nendes tsoonides redutseeruvad muidu üsna ohutud sulfaadid mürgisteks sulfidideks, mis võivad levida ka pindmistesse veekihtidesse ja sealset elustikku mürgitada.

Vetikate vohamisest vahest ebameeldivamgi on suurtaimede pealetung veekogude kallastel ja teistes madalates piirkondades. Võrtsjärve kaldataimestik laieneb igal aastal rohkem kui kahe meetri võrra. Ajavahemikus 1986–2009 suurenes järve roostike pindala 10% võrra. 1986. aastal ulatusid kõrkjas, kaisel ja pilliroog järvekaldal paarisaja meetri kaugusele Tánassilma jõe suudmest. 2009. aastaks oli aga roostik vallutanud katkematu laia ribana juba kogu Võrtsjärve looderanniku. Miks?



Pildid: Liis Kuresoo

Võrtsjärve loodekallas, Tánassilma jõe suudmeala, kasvas ajavahemikus 1986–2009 paksu roostikusse (roostikku on pildidel kujutatud rohelise värviga), mistõttu järve muutus Oiu külast ligipääsmatuks. Roostikupiir on saadud Landsat 5 TM pildidelt, piksli suurus 30 m maapinnal.



Foto: Kuno Kasak

Veel 1930. aastail ulatus Võrtsjärve vesi Tamme paljandini ning kallas oli klibune (paremal). 2012. aastal tehtud fotol (vasakul) näeme aga paljandi ja järve vahel paarisaja meetri laiust mudast rooriba.



Foto: Armin Öpik, TÜ geoloogiamuuseumi kogust TU-B-1874

Veekogu kallaste kinnikasvamise põhjuseks võib olla näiteks lihtsalt see, et viimasel ajal pole enam roogu niidetud. Tööstuseelisel ajastul kasutati roogu ohtrasti ehitusmaterjalina, kuid tänapäeval leiab see väga vähe rakendust. Ent kui võtame arvesse kõigi Eesti veekogude rannajoone, siis kahtlemata niideti sellest ka vanasti vaid väga väikest osa. Kinnikasvamisprotsess näib aga olevat lausa kõikehõlmav. Mis seda siis ikkagi põhjustab?

Madalate järvede ja merelahtede kinnikasvamine on osalt ka looduslik protsess. Kuna eelmine jääaeg lõppes Eestis umbes 11 000 aastat tagasi, mis geoloogilises ajaskaalas oli piltlikult öeldes alles eile, siis on kõik meie veekogud väga noored ja püsiv maastikupilt välja kujunemata. Looduslikult on nii seatud, et veetaimede jäänustest koguneb järvede ja merelahtede põhja üha rohkem setet, mille tulemusena jääb veekogu üha madalamaks, kuni muutub hoopis madalsooks. Inimtegevus on aga niisugust looduslikku kinnikasvamist kiirendanud tuhandeid kordi.

Paljud Eesti väikejärved on kinni kasvanud ja mudastunud veetaseme alandamise ehk järve „allalaskmise“ tagajärjel. Niimoodi on ökokatastroof tabanud näiteks Soitsjärve, Selijärve, Nõmmejärve, Endla, Tõlinõmme, Hindaste, Ermistu, Parika, Lehetu, Pupastvere järve ja paljusid teisi nüüdseks üsna unustatud kunagisi populaarseid puhkejärvi.



Foto: Katrit Karus

Halva majandamise ohvriks on langenud Vooremaa maastikukaitsealal paiknev suurtaimerikas Soitsjärv. Järve veetaset alandati 1930. ja 1956. aastal kokku kaks meetrit, mistõttu järve nõgu on täitunud mudaga, läbivool on äärmiselt nõrk ja talviti jääb järv ummuksisse ehk hapnikupuudusse. Tiheda veetaimestiku tõttu on järv muutunud supluskölbmatuks ning kaotanud nii linnu- kui kalarikkuse.



Foto: Indrek Talpsep

Järvede veetase kõigub ka looduslikult, sest veevool järve sõltub peamiselt ilmastikust: sademetest ja aurumisest. Näiteks Võrtsjärve veetase kõikus 30-aastase vaatluse jooksul 3,2 meetri ulatuses, mis põhjustas 270 km² suuruse järve pindala kõikumise 93 km² ulatuses. 1996. aastal langes veetase ühe meetri võrra keskmisest madalamale ja roostiku pealetung sai uue hoo.

Seega võib veekogude seisundi halvenemisel olla mitmesuguseid looduslikke ja inimtekkelisi põhjusi. Käesolev raamat keskendub aga asjaolule, et nii vetikate kui ka suurtaimede pikaajaline pealetung sõltub eelkõige kättesaadavatest toitainetest.

● Eutrofeerumist põhjustab taimetoitainete reostus

Süsiniku hankimine ei valmista taimedele, sh vetikatele raskusi: seda saavad nad vees süsihappeks lahustunud süsihappegaasist. Küll aga on vetikail ja taimedel tavaliselt puudus lämmastikust või fosforist. Kui neid kahte keemilist elementi vette juurde anda, saabki eutrofeerumine hoogu juurde.

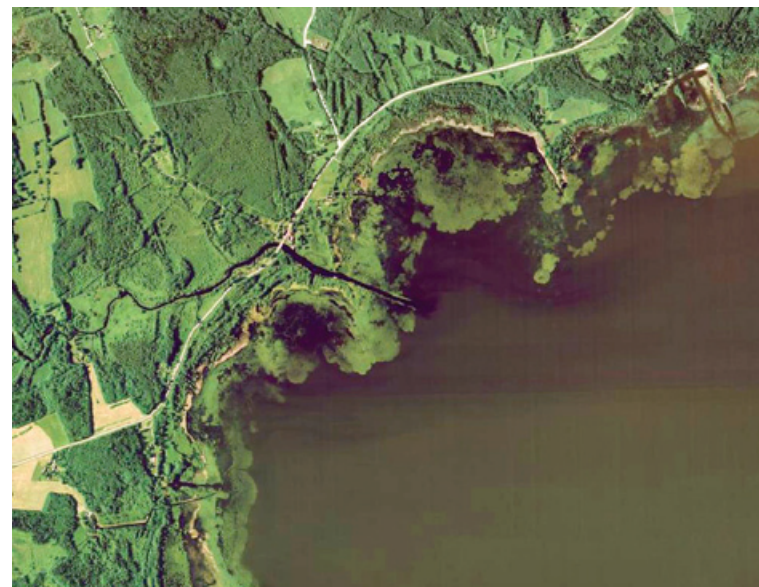
Läänemere avaosas, aga ka näiteks Tallinna ja Pärnu lahes sõltub eutrofeerumine üldiselt **lämmastikust**. Selle kohta öeldakse ka, et veekogus on lämmastiku limitatsioon. See tähendab, et seisundi parandamiseks tuleb vähendada just lämmastiku sissekannet.

Taimed, sh vetikad, omastavad lämmastikku peamiselt vees lahustunud ammooniumi või nitraadi kujul. Niisugune anorgaaniline lämmastik tekib üldiselt lämmastikku sisaldavate orgaaniliste ainete mikrobioloogilisel lagunemisel.

Lämmastik, molekulivalemiga N_2 , moodustab 78% atmosfääri koostisest. Taimedele pole see inertne õhulämmastik üldjuhul omastatav, kuid näiteks mõned sinivetikad on siiski võimelised seda siduma ning veepinnal on seda alati külluses. Selliseid lämmastikku fikseerivaid sinivetikaid ei tarvitse seega lämmastiku limitatsioon vaevata. Neid limiteerib hoopis fosfor.

Peaaegu kõikides Eesti järvedes ning Matsalu ja Haapsalu lahes sõltubki eutrofeerumine **fosforist**. Fosfor limiteerib ka neid taimi ja vetikaid, kes pole võimelised lämmastikku fikseerima, sest ammooniumi ja nitraati on vees ikkagi rohkem kui taimedele omastatavat anorgaanilist ortofosfaati. See fosfaat võib pärineda nii orgaanilise aine lagunemisest, lähtekivimist kui ka näiteks lüpsilauda pesuvahendist.

Vaadates satelliidipildilt Võrtsjärve loodekalda roogu, näeme, et kõige massilisem on kalda kinniskasvamine just jõe suudmealas. Niisiis pole kahtlust, et eutrofeerumist põhjustab jõest pärinev fosfori sissevool. Suure reostuse tõttu on Tánassilma jõgi minetanud oma kalastikulise väärtuse. Seireandmed näitavad, et võrreldes näiteks Väikese Emajõega, mis samuti suubub Võrtsjärve, on Tánassilmas märksa suurem fosforikoormus: pooltes veeproovides jääb see kesist kvaliteeti iseloomustavasse vahemikku ($> 0,08 \text{ mg P/l}$). Kuna jõgi on reostatuse tõttu oma kalastikulise väärtuse minetanud ja põhjustab samal ajal täiesti ilmselt Võrtsjärve ranniku kinniskasvamist, siis tundub, et kehtestatud kvaliteedinorm fosforile on liiga leebe.



Pilt: Maa-amet

Tánassilma jõe suudmealal Võrtsjärves on liigse toitainete pealevoolu tõttu sadakonna meetri ulatuses tugevalt roogu kasvanud.

Eesti jõgede liiga leebele fosforinormile viitab ka asjaolu, et paljusid seisundi poolest „kesiseks“ või „halvaks“ hinnatud järvi ja siselahtesid toidavad „heaks“ hinnatud jõed. Näiteks liigitati 2010. aastal Kasari jõgi toitainete sisalduse järgi „heasse“ või „väga heasse“ kategooriasse, kuid Matsalu laht, mis saab oma vee Kasari jõest, oli fosfori kontsentratsiooni poolest hoopis „halvas“ seisundiklassis.

Ehkki norm pole sugugi range, ületab seda Eestis siiski paljude jõgede vees leiduv üldfosfori kontsentratsioon. Sellised probleemsed jõed on näiteks Jänijõgi, Selja, Väana ja Keila jõgi. Ülemäärase fosfori tõttu on „kesises“ kvaliteediklassis ka Peipsi järv. Euroopa Liidu veepoliitika raamdirektiivi järgi tuleks aga 2015. aastaks saavutada kõikide veekogude hea seisund.

● Suureks reostajaks on põllumajandus

Kust Tánassilma jõge reostav fosfor pärineb? Umbes üheksast tonnist fosforist, mis aastas Tánassilma jõkke jõuab, pärineb üks tonn Viljandi linna reoveest. Ülejäänud kaheksa tonni tuleb jõkke peamiselt hajukoormusena, millest suur osa on täiesti looduslik. Vihmavesi voolab läbi pinnase veekogusse ning võtab kaasa mullaosakesi ja lahustunud toitaineid.



Foto: Kuno Kasak

1948. aastast saadik on Viljandi linna reoveed olnud osaliselt suunatud Tännassilma jõkke.

Hajukoormust suurendab põllumajandus. Näiteks Viljandi linnast pärinev üks tonn fosforit on köömes võrreldes Viiratsi sigalast pärineva 150-tonnise potentsiaalse fosforireostusega. Sigala mõju oleks suurem isegi siis, kui jõgedesse jõuaks ainult üks protsent selle võimalikust reostusest.



Foto: Indrek Talpsep

Tännassilma jõe valglal on palju talusid, mis ostavad lähedal asuvast Viiratsi sigalast vedelsõnnikut ja laotavad seda põldudele. Enamik sõnnikut ja selles sisalduvaid toitaineid seondub mullaosakestega ja jõuab kasvatatavatesse kultuuridesse, väiksem, kuid siiski oluline osa satub aga hoopis veekeskonda. Umbes 70 000 siga tekitavad aastas ca 120 000 tonni vedelsõnnikut, milles on ligikaudu 150 tonni fosforit.

Ka teiste veekogude fosfor pärineb peamiselt valglalt, näiteks Matsalu lahe oma Kasari jõest ja selle valglalt, Peipsi järvestu fosfor aga Velikaja jõest ja Emajõest ning nende valglatelt. Lämmastiku puhul on oluline saasteallikas ka atmosfäär, mis saadab veekogusse sademetes lahustunud lämmastikuühendeid. Läänemeres moodustab see 25% lämmastiku kogukoormusest. Atmosfääris sisalduv lämmastik võib omakorda pärineda üsna kaugelt, kas või näiteks Saksamaa soojuselektrijaamadest.

Inimtegevus suurendab toitainekoormust, halvemal juhul isegi üle keskkonna taluvuse piiri, nii et seda tuleb nimetada juba reostuseks. Suurimad reostusallikad on põllumajandus, tööstus, olmereoveed ja kaevandused. Nii Eestis kui ka laiemalt Läänemere valglal on üks suurimaid eutrofeerumist põhjustavaid reostusallikaid põllumajandus.



Fotod: Indrek Talpsep



Selja jõge Lääne-Virumaal kasutavad lõhelised kudemiseks. Selleks on tarvis kivist ja hapnikurikast jõepõhja, mida ohustab orgaaniline reostus. Piltidel on Selja jõkke suubuv tugevalt eutrofeerunud Näpi oja. Taimede ümber on suurest reostuskoormusest tingitud limakiht ehk biokile, milles elavad orgaanilisest ainest toituvad mikroobid. Selja jõgi liigitub suure fosforisisalduse tõttu allpool Näpi oja suuet väga halba kvaliteediklassi.

Põllumajandusega on seotud suured toitainekogused. Sageli on need kontsentreeritud kujul silohoidlates, sõnnikuhoidlates ja lautades. Kui veel parkümmend aastat tagasi olid need tohutud reostusallikad, siis nüüdisajal on Eestis vähemalt suured farmid üsna reostuskindlad. Kuigi see on keelatud, on ometi ka neid, kes endiselt veekogusid reostavad ning osalt kindlasti seetõttu pole põllumajanduslike valglate toitainekoormust suudetud vähendada nii palju, et eesvoolud oleksid puhtaks saanud.

Veel üheks põhjuseks, miks lekkekindlate lautade ning sõnniku- ja silohoidlate rajamine pole veekogusid puhtaks teinud, võib olla ajaloolise reostuse akumulatsioon. Kui väline reostusallikas likvideerida, võivad aastakümnete jooksul veekogu põhja kogunenud toitained uuesti üles suspendeeruda ja eutrofeerumisprotsess ikkagi jätkuda. Niisugune võib olla olukord näiteks Matsalu lahes, kus sissevoolava Kasari jõe vee kvaliteet on tunnustatud heaks, kuid lahe enda seisund kesiseks või lausa halvaks.

Mõnel juhul ei tule põllumajandusreostus konkreetsest allikast ega ka veekogu põhjast. Sellist reostust nimetatakse hajureostuseks. Näiteks võivad mullaosakesed **mustalt kesalt** tuule, vihma- ja lumesulamisveega liikuma hakata. Sellise erosiooni intensiivsus on nii maakasutusest kui ka maapinna langust. Kui püsirohumaal erosioon peaaegu puudub, siis küntavalt maalt on see suurem, eriti **vahetult pärast kündi**. Ka põldudele toodud **sõnnikuunadest** leostub enne laialilaotamist toitained pinna- ja põhjavette. Kuni 70% põllule antavast väetisest seondub mullaosakestega ja jõuab tõesti taimedesse, kuid ülejäänud läheb ikkagi kaotsi. Osa hajureostusest on nüüdisaja põllumajandustehnika juures vältimatu. Teine osa on aga tingitud lohakast või liiga intensiivsest majandamisest ning just intensiivselt majandatavates paikades võib kõige sagedamini kohata põllumajanduslikku reostust.

Kuidas Eesti põllumajandusreostust ohjeldab?

● Reostamine on keelatud

Aastakümnete jooksul on Viiratsi sigalas tekkinud lausa miljoneid tonne sõnnikut. Mis on sellest saanud? Veel 1990. aastatel vaatas ettevõtte sellele sõnnikule kui jäätmele. Kuna ametnikud seda lubasid, laotati läga peamiselt sigalat ümbritsevatele tühermaadele. Vastavas JOKK-skeemis nimetati seda „põllu väetamiseks“, ehkki neilt „põldudelt“ ei tarvitsetud saaki koristadagi. Ning kuigi osa põllule kantud lägas leidunud lämmastikust läks taimedesse ja atmosfääri, mõjus kogu ülemäärane „väetis“ mullaviljakusele pigem kahjulikult. Keskkonnainspektsiooni sekkumise tulemusena niisugune lausreostamine lõpuks keelati ja ettevõtte hakkas üha enam tegema koostööd tõeliste põllumajandustootjatega, kes ostetud sõnnikut tõepoolest väetisena kasutasid. Täna silma jões vähenes üldfosfori kontsentratsioon keskmiselt 0,11-lt milligrammilt liitris 0,08-le ehk u 30%. Pidurdus ka Võrtsjärve looderanniku kinnikasvamine.

Muidugi ei sõltu hajureostus Täna silma jõkke ainult ühe sigala sõnnikust. Enamik Viiratsi sigala sõnnikust kantakse hoopis Pärnu vesikonna põldudele. Täna silma valglal on aga veel kümneid loomafarme, mis on eurorahade toel enamasti jõudsalt kasvanud. Kõik nad reostavad suuremal või vähemal määral ka Täna silma jõge ja Võrtsjärve. Õnneks on põllumajandusele kehtivad veekaitsenõuded karmistunud ja neist kinnipidamise kontrollimine rangemaks muutunud.

Siloladustamiskohad, sõnnikuhoiud ja väetisehoiud on veeseaduses liigitatud potentsiaalselt ohtlike reostusallikate hulka, millele kehtivad veekaitsenõuded. Samas nõutakse, et kõikidel loomapidamishoonetel, kus on üle kümne loomühiku, peab olema sõnnikuhoiud, mis mahutaks vähemalt kaheksa kuu sõnniku ja virtsa.



Foto: Juss Meurer

Põltsamaa külje all Kuningamäel on tuhatkonda lüpsilehma pidav suurfarm, mis sai 2009. aastal Läänemere-sõbraliku põllumajandustootja auhinna lautade ning silo- ja sõnnikuhoiudate eeskujuliku rekonstrueerimise eest.

Sõnniku-, väetise- ja silohoidlad peavad olema lekkekindlad ja kaitstud nii vihmavee sisse- kui väljavoolamise eest. Vedelsõnnikuhoidlad peavad ammoniaagi lendumise vältimiseks olema ka pealt kaetud. Silomahl ei tohi keskkonda voolata. Sõnnikuaun peab olema kaetud vettpidava materjaliga või vähemalt 20 cm paksuse turba-, põhu-, mulla-, saepuru- või puitlaastukihiga. Sõnnikuauna ei tohi kahel järjestikusel aastal paigutada samasse kohta.

Nõuete täitmist kontrollib keskkonnainspeksioon ja rikkumiste korral võidakse peale trahvimise vähendada ka põllumajandustoetusi. Samuti tuleb nõudeid eiranud põllumehel kallid sõnnikuhoidlad ja muu keskkonnataristu sageli renoveerida omal kulul. Keskkonnainspeksiooniga teevad koostööd ka Eestimaa Looduse Fondi (ELFi) ekspertid ja vabatahtlikud, kes välitööde käigus leitud ebaseaduslikest reostusallikatest teada annavad.

Veeseadus ja keskkonnaministri määrus sätestavad ranged nõuded ka väetiste, eriti sõnniku põllulekandmise kohta. Maapinnale, mille kalle on üle 10 protsendi, on väetise laotamine keelatud. Kui maapinna kalle on 5–10 protsenti, on laotamine keelatud 1. novembrist 15. aprillini. Väetisi ei tohi laotada 1. detsembrist 31. märtsini lumele, külmunud ega üleujutatud maale. Kasvavate kultuurideta põllul tuleb sõnnik pärast laotamist mulda viia 48 tunni jooksul.

Kõik need nõuded aitavad vältida väärtuslike toitainete reostuseks muutumist. Samal ajal suurendavad need saagikust, sest tagavad selle, et väetis jõuab tõesti mulda ja edasi taimedesse.

Peale väetiste käitlemise korra on õigusaktides sätestatud ka nende lubatud piirkogused. Keelatud on väetada rohkem, kui on vajalik mulla toitainetasakaalu säilimiseks. Täpne lubatud kogus sõltub nii kultuurist kui planeeritavast saagist. Sõnnikuga on lubatud anda haritava maa ühe hektari kohta keskmiselt kuni 170 kilogrammi lämmastikku ja 25 kilogrammi fosforit aastas. Karjamaal võib pidada hektari kohta kuni kahe loomühiku jagu loomi.

● Põllumeeste veekaitse pingutusi rahastab Euroopa Liit

Eespool loetletud keskkonnanõuete täitmiseks tehtavaid investeeringuid rahastab Euroopa Liit (EL) Maaelu Arengukava (MAK) ning Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Ameti (PRIA) kaudu. Neid vahendeid kasutades on uuendatud ja rajatud palju lekkekindlaid lautu, sõnniku- ja silohoidlaid. Aastatel 2007–2013 investeeritakse kava järgi 65 miljonit eurot põllumajandustoetusi loomakasvatusehitistesse, millest suur osa on mõeldud just nende vastavusse viimiseks veekaitse nõuetega. Praeguseks võib julgelt öelda, et suurem osa väetistest ja silost ongi nõuetekohaselt hoitud.

Põllumajandustootja tegevusi veekaitse nõuete täitmisel võib vaadelda mitmeetapilisena. Kui esimeseks sammuks on tegevuse kooskõlla viimine õigusaktidega,

siis teise etapina on võimalus rakendada täiendavaid keskkonnakaitsemeetmeid, peamiselt hajureostuse ohjeldamiseks, mida kompenseeritakse samuti PRIA kaudu. Põhiline on siin keskkonnasõbraliku majandamise (KSM) toetus, mille saamiseks peab vähemalt 30% toetusõiguslikust maast oleme talvel toitainete leostumise vähendamiseks põllumajanduskultuurist koosneva talvise taimkatte all. Samuti lubab KSMi põhimõtte väetada vaid range väetusplaani järgi vastavalt akrediteeritud laboritest saadud sõnniku- ja mullaproovide tulemustele.

Maaelu Arengukava järgi peaks PRIA toetama ka kaitsemetsade rajamist, mis takistaksid toitainete sattumist põldudelt veekogudesse. Kahjuks pole see meede praeguseks veel rakendunud.

Kuna veekaitse on keeruline teema, rahastab PRIA talunikele suunatud koolitus-, nõuande- ja teavitustegevusi, mille raames on põllumajandustootjatel võimalik saada vajalikku väljaõpet.

Kolmandaks veekaitse tegevuste etapiks on innovatiivsed, ebastandardised ettevõtmised, kus loomingulise ja avatud lähenemisega tehakse veekaitseks midagi erilist. Toetust sellistele keskkonnaprojektidele on võimalik taotleda paljudest fondidest, eriti kui ettevõetavad tegevused on millegi poolest uudsed või kui seda tehakse koostöös teadlaste, keskkonnakaitsjate või välismaa talunikega. Põhiline sellelaadne fond on meie kodumaine Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK). Seal edasi osalevad aktiivsemad talunikud juba mitmesugustes ELi programmides, nagu INTERREG, LIFE jt.

Kuna Eesti põllumajanduspoliitika on osa Euroopa ühtsest põllumajanduspoliitikast ja sellest igati mõjutatud, siis on kasulik teada, mida eurooplased põllumajanduse ja keskkonna suhetest arvavad. 2011. aasta septembris avaldatud ELi kodanike arvamusest ühise põllumajanduspoliitika kohta võime lugeda, et enamik eurooplasi pooldab üleeuroopalisi ühtlustatud keskkonnakaitsemeetmeid.¹¹ Ollakse valmis keskkonnasõbralikku põllumajandust toetama ja tegema seda kõigis liikmesmaades ühtemoodi. See tähendab ühtlasi, et teiste maade kogemused on ülevõetavad ja peaksid saama ka Eesti põllumajanduspoliitika osaks. Näiteks Soomes on tehismärgalade rajamine veepuhastusmeetmena riigi poolt toetatud, Eestis paraku veel mitte. Lisaks on enamik küsitletud eurooplasi seisukohal, et keskkonnatoetused peavad olema läbipaistvad. Tervelt 62% küsitletutest usub, et toetuste saajate nimed ja toetussummad peavad olema avalikkusele kättesaadavad. Seega ei ole Euroopa avalikkus põllumajandustoetuste vastu, kuid on näha selget huvi suunata Euroopa ühtset põllumajandust selle poole, et suurtootmise kõrval hakataks rohkem toetama ka väiketootjaid, kes pakuksid muidki avalikke hüvesid peale odava toidu. Kahtlemata peegeldab see ühiskonna kasvavat arusaamist keskkonnasõbraliku põllumajanduse tähtsusest, maheda ja kohaliku toidu usaldusväärsusest ning muudest maaelu, keskkonda ja inimeste tervist puudutavatest teguritest. Tegemist on üldise arvamusega:

1 Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2011. Special Eurobarometer 368 – The Common Agricultural Policy. 65 lk.

sotsiodemograafilised andmed näitavad, et sool ega vanusel pole sellises suhtumises mingit erilist rolli.

Ka ELFi korraldatud küsitlus aktiivsemate põllumajandustootjate seas näitas, et veekaitseprobleemid ning väetiste kasutamise ja ladustamisega seotud küsimused on põllumeeste arvates olulised. Sedasama võib öelda pestitsiidide kasutamise ja sõnnikumajanduse kohta. Ja ehkki üldiselt arvati, et väetised on nende ülekasutamiseks liiga kallid, ei pruugi see siiski nii olla, kuna väetisefirmad ajastavad oma müügikampaaniad just põllumajandustoetuste saamise ajale. Seetõttu pälviksid vee puhastamiseks rajatud tehismärgalad suure tõenäosusega ühiskonna heakskiidu.

Raha on kahtlemata tähtsaim tegur, kuid me peame ka küsima, mida selle rahaga ikkagi teha. Mida talunikud peale tavapäraste nõuete täitmise vee kvaliteedi parandamiseks üldse teha saavad?

Mida põllumehed veel puhta vee heaks teha saavad?

● Ärgem raisakem kallist väetist

Toitaineid liigub põllult veekogudesse seda rohkem, mida rohkem neid väetisega põllule viiakse. Eriti kehtib see lämmastiku kohta: osa sellest jõuab küll tagasi atmosfääri, aga ka kõiki keskkonnanõudeid järgides läheb umbes kolmandik põllule antavast lämmastikust kaotsi ning muutub seetõttu reostuseks. Järelkult on lämmastikukoormuse vähendamise tõhusaim meetod **väetisekoguse vähendamine**, sealhulgas karjamaadel **loomkoormuse vähendamine**. Selleks et kasutatavaid koguseid mingil määral juba ette reguleerida, on veeseaduses kehtestatud normid, mille kohaselt on sõnnikuga lubatud anda haritava maa ühe hektari kohta keskmiselt kuni 170 kg lämmastikku ja 25 kg fosforit aastas. Selle hulka on arvatud ka karjatamisel loomade poolt maale jäetavas sõnnikus sisalduv lämmastik ja fosfor. Eri tüüpi sõnnikus on üldlämmastiku ja üldfosfori sisaldus erinev, kõikides lämmastiku puhul vahemikus 2,6-15,6 kg N/t ja fosfori puhul vahemikus 0,2-7,3 kg P/t. Mineraalväetistega on lubatud aastas anda haritava maa ühe hektari kohta selline kogus lämmastikku ja fosforit, mis on vajalik põllumajanduskultuuride kasvuks. Mineraallämmastiku kogus, mis on suurem kui 100 kg hektari kohta aastas, tuleb anda jaotatult.

Rangemad normid on kehtestatud nitraaditundlikele aladele, mis on eraldi moodustatud põhja- ja pinnavee kaitseks intensiivse põllumajandustootmisega piirkondades. Ka nitraaditundliku ala moodustamine ja sellel kehtivad normid tulenevad veeseadusest. Nitraaditundlikuks peetakse ala, kus põllumajanduslik tegevus on põhjustanud või võib põhjustada nitraatioonisalduse suurenemise

põhjavees üle 50 mg/l või mille pinnaveekogud on põllumajanduslikust tegevusest tingituna eutrofeerunud või eutrofeerumisohus. Praegu koosneb nitraaditundlik ala Eestis kahest allosast: Pandivere piirkonnast ja Adavere-Põltsamaa piirkonnast.

Viimaseil aastail oleme kogenud väetisemüüjate kasvavat survet talunikele, keda meelitatakse alla kirjutama esmapilgul soodsale püsilepingule, mis aga sageli kohustab väetisi ostma rohkem kui põld tegelikult vajab. Kahjuks on saanud üsna tavaliseks, et taluniku või tema sõltumatu agronoomi asemel arvutavad „vajaliku“ väetisekoguse müügimehed ise. Seetõttu tuleb edaspidi loota, et põllumajandustootjate talupojatarkus jääb peale ja raha raiskamist üleväetamise peale suudetakse vältida.

Sõnniku puhul müügimeeste surve küll puudub, kuid loomafarmil võib tekkida ülejääk, mis pahatihti ülemäärasel hulgal põllule laotatakse. Sõnnikust tekkiva keskkonnakoormuse vähendamise üks võimalusi on kokkuleppe sõlmimine naabertalunikega, et osa sõnnikust **teiste ettevõtete põldudele laotada**.

Milliseid väetisi talunik kasutada võiks? Kuigi mineraalväetised toimivad kiiresti, on nendega suur oht tekitada keskkonnareostust. Hoolika käitlemise korral võivad keskkonnasõbralikumad olla **orgaanilised väetised**: sõnnik või taimne mass. Mahetootmise korral loobutakse mineraalväetistest täielikult ning sealjuures makstakse nii täiendavat pindalatoetust kui ka kõrgemat hinda toodangu eest.



Foto: Arne Ader

Alt-Lauri mahetalu kasvatab sadu köögiviljasorte. Orgaanilisi väetisi keskkonnahoidlikult kasutades välditakse vee reostamist.

Väetisekoguste vähendamisel, selleks et vett kaitsta, on teatud piir: kui kultuuril tekib lämmastikdefitsiit, kahaneb selle saagikus. Seejuures võib mullaviljakus pikaks ajaks kannatada saada.

Väetisekoguste piiramise kõrval on kavalam idee rakendada võtteid, mis tagavad, et mullale antav väetis tõepoolest ikka mulda ja saaki jõuab. Kui väetis satub põllule ülehulgas, toob see peale keskkonnakahju kaasa ka mullaviljakuse languse ja saagikuse vähenemise ning seega nii lühi- kui pikaajalise majanduskahju. Kuidas vähendada väetise kadu? Kuidas parandada väetamise kulutõhusust?

Esimeseks võtteks on väetist võimalikult **ühtlaselt laotada**, pidades seejuures väga tähelepanelikult kinni keskkonnanõuetest. Seda soovitus on aga talunikud üldiselt juba niigi hästi järginud. Järgmiseks, väga tõhusaks väetisesäästu meetmeks võiks olla vedelsõnniku ja mineraalväetiste **sissepritse** otse mulda. Mulda pihustamisega välditakse toitainete sattumist pindmisse äravoolu ja kuivendusvõrku. Liiatigi kasutavad taimed mulda pritsitud toitaineid väga tõhusalt.



Fotod: Jaak Reemann

Baltic Agro AS sai 2011. aastal keskkonnaministeeriumi keskkonnasõbraliku toote/teenuse auhinna väetamisteenuse eest spetsiaalse lägalaotusmasinaga. Masin laotab läga põllule väga ühtlaselt, vastavalt laotusnormile, mattes läga mulla sisse ning töödeldes peale selle randaalseadmega veel mulla pindmist kihti.

Millised on sissepritse tulemused? Soome teadlaste eksperimendis pikaajalisel rohumaal vähendas vedelsõnniku otse mulda viimine fosforikoormust 79–86%². Teises, USA-s tehtud katses vähendas kanasõnniku muldaviimine toitainekoormust

² Uusi-Kämpä, J., Heinon-Tanski, H., 2008. Evaluating slurry broadcasting and injection to ley for phosphorus losses and fecal microorganisms in surface runoff. *Journal of Environmental Quality* 37:2339–2350.

85–95%³. Mineraalväetise otse mulda viimine vähendas samuti laotamisega võrreldes toitainekoormust 90%. Kõikides katsetes suurendas see tehnika ka saagikust.⁴

Sissepritse kasutamisel tuleb aga arvestada pinnasega. Kivisel põllul pole sissepritsepilusid võimalik teha.

Üheks suureks reostusallikaks tänapäeva põllumajanduses on endiselt **sõnnikuaunad**, mis seisavad kuude kaupa põllul, nii et vihmaste ilmadega voolab sealt ära suurel hulgal väärtuslikke toitaineid. Seepärast soovitatakse talunikel teha suuri jõupingutusi, et sõnnik ilma vahepealse aunadesse ladustamiseta otse mulda viia. Kui niisugune vaheladustamine on siiski vajalik, tuleks seda teha võimalikult kuival ajal ja sõnnik ikkagi võimalikult kiiresti laiali laotada. Kindlasti tuleb silmas pidada, et veeseaduse kohaselt ei tohi sõnnikuaun olla kahel järjestikusel aastal samal kohal ning et sõnnikut ei tohi laotada lumele ega külmunud maale.

Põhjusi, miks sõnnikut ikkagi aunades hoitakse, ja veel kuude kaupa, võib olla mitu: põllumehe teadmatus, puudulikud seadmed või traktoristide tihe töögraafik.



Foto: Jaak Reemann

Peapõhjuseks on aga ilmselt **sõnnikuhoidlate piiratud maht**: kui hoidla täis saab, tuleb see põllule tühendada, ükskõik kui ebasoodsad olud selleks ka pole. Piiratud mahu korral on talunikul vähe valikuvõimalusi sõnniku põlluleviimise ajastamisel ja seega võib ta olla sunnitud ladustama sõnniku pikemaks ajaks põllule aunadesse, mis on aga ohtlikud reostusallikad. Niisiis tasuks talunikel kaaluda, kas sõnnikuhoidlate mahutavuse suurendamine väetise kadude vähendamiseks võiks ennast ära tasuda.

³ Pote, D.H., Kingery, W.L., Aiken, G.E., Han, F.X., Moore, P.A., Buddington, K., 2003. Water-quality effects of incorporating poultry litter into perennial grassland soils. *Journal of Environmental Quality* 32:2392–2398.

⁴ Pote, D.H., Kingery, W.L., Aiken, G.E., Han, F.X., Moore, P.A., 2006. Incorporating granular inorganic fertilizer into perennial grassland soils to improve water quality. *Journal of Soil and Water Conservation* 61:1–7.

Seaduse järgi peab väetisehoidla mahutama vähemalt kaheksa kuu sõnniku ja virtsa. Juhul kui hoidla ongi täpselt nii suur ja loomi ei karjatata, siis on talunik sunnitud sõnnikut laotama kaks korda aastas ning hoidla võib täituda väga ebasobival ajal, mil sõnnikut kas ei tohi või pole mõistlik põllule laotada. Seetõttu on soovitatav hoidla mahutavust suurendada vähemalt ühe aasta peale. Rohkem mänguruumi annaks talunikule aga veelgi suurem hoidla.

● Talvine taimkate vähendab erosiooni

Kui lämmastikku kaob põllult arvestataval määral ka kõige keskkonnasõbralikuma majandamise juures, siis fosfori kao peamiseks teeks on erosioon, näiteks mustalt kesalt. Üks võimalus erosiooni tunduvalt vähendada on tagada põllul talvine taimkate.

Praegu rakendatakse talvise taimkatte nõuet vabatahtliku meetmena MAKi keskkonnasõbraliku majandamise toetuskeemi kaudu, mille järgi vähemalt 30% toetusõiguslikust maast peab 1. novembrist 31. märtsini olema toitainete leostumise vältimiseks põllumajanduskultuurist koosneva talvise taimkatte all.



Foto: Kuno Kasak

Viiratsi sigala lähedal olevat põldu kattev talivilil väldib sõnniku ja toitainete kandumist vette.

Kui saagikoristuse järel taimejuured terveks jätta, hoiavad need mulda paremini koos ja aitavad vältida mullaosakeste erosiooni. Samasuguse efekti annab see, kui külvata sügisel põllule haljasväetistaimed või talivilil. Talvine taimkate kaitseb põlde sademe- ja sulavee äravooluga tekkiva erosiooni mõju eest. Ühtlasi aitab see parandada mullastruktuuri, suurendades orgaanilise aine hulka mulla pealmises kihis ja vähendades selle mudastumise võimalust. Talvine taimkate võib vähendada erosiooni 10–40%, suure ja keskmise erosiooniohuga põllumaadel isegi 50–75%⁵.

Talvise taimkatte pidamise võimalusi on mitmesuguseid. Üheks võtteks on [sügiskünni edasilükkamine kevadesse](#). Teiseks lahenduseks on kas [taliviljade või haljasväetistaimede kasvatamine](#). Kõikidel nendel juhtudel välditakse talvist musta kesa, kusjuures erosiooni ärahoidmine on siin enamasti vaid põllumehele kasuliku maaharimisega kaasnev keskkonnanalane positiivne kõrvaleffekt.

Eestis on talvise taimkatte meetmel suur potentsiaal eelkõige erosioonitundlikes piirkondades, kus on suur nõlvakalle või suure pindalaga põllumassiiv.

Kuna erosiooni põhjustab peamiselt mulla harimine, on väga teretulnud [minimaalharimine](#), mille korral mullakamar jäetakse pööramata ning teravilja külvamine, umbrohu hävitamine ja mullaviljakuse realiseerimine toimub alternatiivsete võtete abil.

Hea ülevaate niisugustest tehnikatest ja seadmetest leiab Eesti Maaviljeluse Instituudi raamatust „Otsekülv ja otsekülvikud Eestimaa põldudel“. Raamat näitab, kuidas harimise sügavust vähendades või harimisest lausa loobudes on võimalik säästa nii kütuse- kui ka tööjõukulu. Kuna harimine halvendab mulla struktuuri, veemahutavust ja filtratsiooni ning vähendab huumusesisaldust, siis minimaalharimine lubab jätkusuutlikumat põllumajandust.

[Otsekülv](#) on minimaalharimise radikaalseim lahendus, mille korral harimisest loobutakse sootuks. Seda meetodit rakendatakse näiteks perekond Tobrelutsude talus Põlvamaal. Talu kasutab keerukat otsekülviseadet, mis peale külvamise valmistab üheaegselt seemneile pesa ja hävitab umbrohu.

Minimaalharimine ja otseharimine vähendavad toitainete kadu põllult 30–40%. Need harimismeetodid nõuavad aga kalleid seadmeid, häid agronoomialaseid teadmisi ja paindlikku majandamist. Kui jätta põld lihtsalt harimata, ei anna see saaki ja umbrohud võtavad võimust. Osa talunikke kasutab umbrohutõrjeks harimise asemel lihtsalt rohkem pestitsiide. Niisugust lähenemist ei saa aga toetada, sest pestitsiidid on ohtlikud keskkonnamürgid.

⁵ Lundekvam, H., 1997. Studies on erosion, runoff, P-loss and N-loss in lysimeter and field studies. Jordforsk Report No 6/97, pp 69.



Foto: Liina Freivald

Marjasoo talu peremees Toomas Jaadla väldib toitainete sattumist Võrtsjärve sellega, et kasvatada mahajäetud turbaväljal mustikaid ja jõhvikaid. Taimejuured hoiavad ära pinnase erosiooni.

Tõhus fosfori säästmise ja samal ajal mullaviljakuse parandamise viis on **põllu lupjamine**, mis viib mulda kaltsiumi ja tõstab mulla pH-d. Niisugused keemilised muutused aitavad vältida fosfori kadu. Lupjamine vajab 2012. aasta seisuga umbes 25-30% Eesti põllumuldadest, mis on kaltsiumivaesed ja liighappelised.⁶

Iiri teadlased töötlesid happelist mulda lubjaga kuni mulla pH väärtuseni 5,8-6,8.⁷ Samale mullale lisati fosforit KH_2PO_4 lahuse kujul kontsentratsioonis 17 kg P/ha. Uuring näitas, et lubja toime mulla pH tõusule sõltub mulla puhvermahtuvusest, mis omakorda sõltub suurel määral orgaanilise aine sisaldusest. Uurijad järeldasid, et lupjamine töötab fosforihete vastase meetmena efektiivselt just niisugustes muldades, kus fosforit on palju. Ühtlasi on happeliste muldade lupjamine tõhus saagikuse suurendamise võte.

Tõsine takistus põldude lupjamine on suur raskmetallisisaldus nii klinkritolmus kui ka teistes lupjamine meliorantides. Kui ei õnnestu hankida ohutut klinkritolmu, tuleks kaaluda alternatiivsete meliorantide kasutamist, milleks võiks potentsiaalselt sobida üha suuremates kogustes tekkiv biomassituhk. Puutuhk on ettevõtetal paraku enamasti lubiväetisena registreerimata, mistõttu praegu pole selle kasutamine üldiselt veel toetusõiguslik.

Nõukogude ajal kasutati happeliste põldude lupjamiseks rohkesti peent põlevkivituhka. See lahustub hästi ja tõstab efektiivselt mulla pH-d. Seega tasuks uurida põlevkivituha mõttekust ka nüüdisajal.

⁶ Põllumajandusuuringute Keskus, 2011. Eesti Maaelu Arengukava 2007 – 2013 2. telje püsihindamisaruanne. Hindamisaalased uuringud ja 2. telje üldanalüüs (lühendatud versioon). Saku, 2011. 279 lk.

⁷ Murphy, P.N.C., Stevens, R.J., 2010. Lime and gypsum as source measures to decrease phosphorus loss from soils to water. Water Air and Soil Pollution 212:101–111.

Kuna põldude lupjamine on kallis investeering, kipuvad talunikud seda tulevikku lükkama. Põllumajandusuuringute Keskus soovib aga lubjata korraga väikeses koguses, ent sageli.

● Jätkem kaldaribad loodusele

Kuid ükskõik milliseid meetodeid me toitainete kao vältimiseks ka ei kasutaks, osa neist leostub ikkagi ja voolab põllult ära. Mõnel juhul on äravoolanud toitaineid võimalik siiski veel kinni püüda, enne kui need pääsevad veekogu reostama.

Veeseadus sätestab **veekaitsevööndi** nõude, mille järgi veekogu kaldaalal kehtivad erinõuded vee kaitsmiseks hajureostuse ja kallaste uhtumise eest. Veekaitsevööndi ulatus tavalisest veepiirist on Läänemerel ning Peipsi, Lämmi-, Pihkva ja Võrtsjärvel 20 m, teistel järvedel, veehoidlatel, jõgedel, ojadel, allikatel, peakraavidel ja kanalitel ning maaparandussüsteemide eesvooludel 10 m ja alla 10 km² suuruse valgla maaparandussüsteemide eesvooludel 1 m. Tavaline veepiir on veeseaduse tähenduses põhikaardil märgitud veekogu piir. Veekaitsevööndis on keelatud väetiste, keemiliste taimekaitsevahendite ja reoveesete kasutamine ning sõnnikuhoidla või -auna paigaldamine. Lubatud on taimekaitsevahendi kasutamine taimehaiguste korral ja kahjurite puhanguliste kollete likvideerimisel keskkonnaameti igakordsel loal. Puu- ja põõsarinde raie on ilma keskkonnaameti nõusolekuta lubatud ainult maaparandussüsteemi eesvoolul maaparandushoiutööde tegemisel. Keelatud on ka majandustegevus, välja arvatud veest väljauhutatud taimestiku eemaldamine, heina niitmine ja roo lõikamine. Peale niisuguse kohustusliku veekaitsevööndi hoidmise saavad põllumehed aga veel enamatki teha ja jätta veekogude kallastele spetsiaalsed veekaitsekselised puhverribad.



Foto: Indrek Täpsep

Põllu ja Võrtsjärve vahel peab reostuse vältimiseks olema vähemalt 20 m laiune veekaitsevöönd.

Puhverriba on spetsiaalne taimestatud ala põllu ja veekogu (sh kuivenduskraavi) vahel, mis aeglustab veevoolu ja toimib mehaanilise filtrina, takistades erodeerunud pinnaseosakeste, partikulaarse fosfori ja osakeste külge seotud teiste ainete, näiteks pestitsiidide ja herbitsiidide valgumist veekogusse. Ühtlasi kaitseb puhverriba veekogu enda kallast erosiooni eest, vähendab varjutamise teel veetaimestiku vohamist ja seega ka voolusäingi mudastumist, võimaldab looklevate vooluveekogude äärsete põldude servad sirgemaks ajada, suurendab ümbritsevate põldude elurikkust, pakkudes elupaika põllukasuritele, ning mitmekesistab maastikku tervikuna. Puhverriba võib rajada ka reostusohhtlikel aladel paiknevate salvkaevude ümber ja erosioonitundlikule põllule suisa väikese lapikesena kohta, kus on väga kõrge veetase.

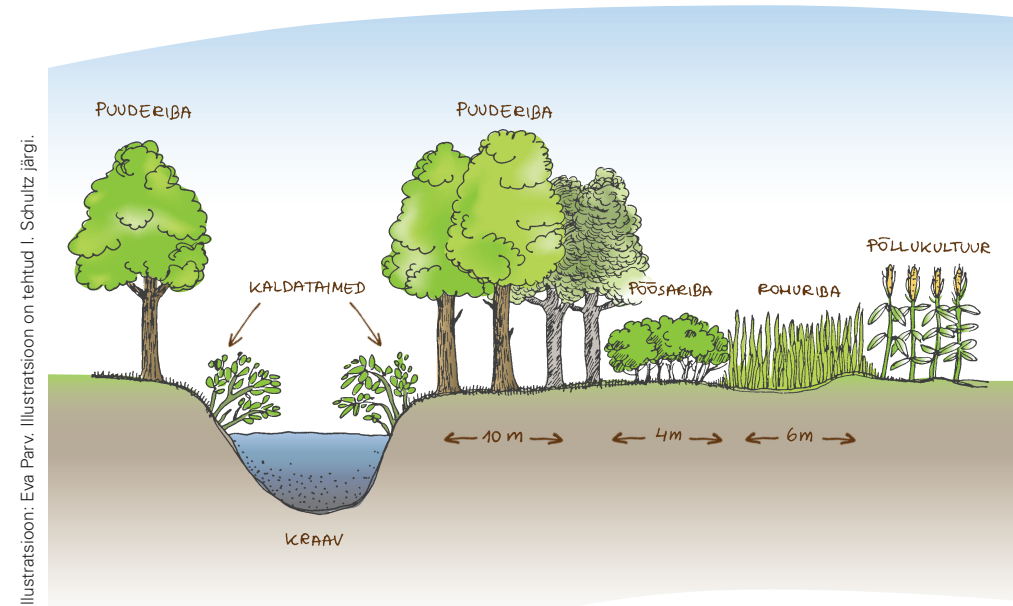
Nagu veekaitsevööndis, nii ei tohi ka puhverribal tegelda majandamisega: seal ei peaks toimuma mingit kultuurtaimede kasvatamist, väetamist ega pestitsiidide kasutamist. Puhverribad on mõeldud ikkagi veekaitseks, mitte tootmis- ega karjamaaks.

Boreaalse kliimaga aladel toimub pinnaseerosioon ja koos sellega fosfori ärakanne peamiselt sügistalvisel perioodil, mil pinnas on kas veest küllastunud või külmunud. Mõnede Põhjamaades tehtud uuringute kohaselt on kinnipüütud fosfori, pinnaseosakeste ja orgaanilise materjali hulk suurem just talvel. Kuna erosioon on sel perioodil intensiivsem ja tegu on peamiselt vee-erosiooniga, on ka erodeeruvad osakesed suuremad. Lahustunud fosforit talvisel perioodil nii palju ei ärastata, sest vastavad protsessid toimuvad talvel aeglaselt või ei toimu üldse.

Puhverriba tõhusus oleneb selle laiusest ja taimkatte lopsakusest. Riba laiuse planeerimisel tuleb arvestada mulla tüüpi, jõeoru nõlvakallet, põllul kasvatatavaid kultuure ja rakendatavaid maaharimisvõtteid ning piirkonna keskkonnakaitsevajadusi. Laia kaitseriba vajavad savikad põllud, suure nõlvakaldega põllud ja intensiivselt väetatavad kultuurid. Kui põldu kasutatakse aga pikaajalise rohumana või ei künta muul põhjusel, pole lai kaitseriba nii oluline. Kui kogu põld ei ole ühesuguste parameetritega, võib puhverriba rajada ka varieeruva laiusega: näiteks sellesse põllu piirkonda, kus nõlvakalle on suurem või pinnas erosioonitundlikum, võib rajada laiema riba ning mujale veidi kitsama. Puhverribasid, mille laius on vähemalt 5-10 m, on uuritud Taanis, Soomes ja Norras ning tulemused on näidanud, et üldfosforist on ärastatud 42-96%, lämmastikust 27-81%, pinnaseosakestest 55-97% ja orgaanilisest ainest 83-90%.⁸

Ameerika Ühendriikide teadlaste poolt Iowa ülikoolis koostatud puhverriba rajamise juhendi kohaselt on kõige mõjusam kolmest vooluveekoguga paralleelselt kulgevast vööndist koosnev puhverriba.⁹ Veele kõige lähemal asub puuderiba (minimaalselt 10 m lai), keskel põõsariba (minimaalselt 4 m lai) ja veest kõige kaugemal, vahetult haritava maa kõrval, rohuriba (minimaalselt 6 m lai). Selline puude, põõsaste ja rohhtaimede kombinatsioon kaitseb veekogu paremini kui ainult ühest taimeliigist

koosnev puhverriba. Puude ja põõsaste ulatuslikum ja tugevam juurestik omastab hästi toitaineid ning võimaldab kaldaid stabiliseerida, tihedam rohhtaimestik takistab aga pinnavee äravoolu põldudelt. Olenevalt maaomaniku vajadustest võib vööndite laiust ka muuta, näiteks võib põõsastiku asemel istutada rohkem puid, puude asemel rohkem põõsaid või suurendada hoopis rohuriba laiust. Siiski tuleb silmas pidada, et puhverriba, kus puudevöönd on kitsam kui 10 m, ei ole nii efektiivne kui laia puudevööndiga puhverriba.



Selline puude, põõsaste ja rohhtaimede kombinatsioon kaitseb veekogu paremini kui ainult ühest taimeliigist koosnev puhverriba. Veele kõige lähemal asub puuderiba, keskel põõsariba ja veest kõige kaugemal, vahetult haritava maa kõrval, rohuriba.

Pärast rajamist tuleb puhverribasid ka hooldada. Vajaduse korral tuleb taimede ümbrust nende kasvu soodustamiseks niita või rohida. Puudelt ja põõsastelt tuleb eemaldada kuivanud oksad, samuti tuleb puid ja põõsaid vajaduse korral kärpida, et nad ei hakkaks varjutama ülejäänud puhverriba taimi, sest siis võib taimestik hõredamaks muutuda. Veekogule mõjub varjutamine seavastu hästi, sest see vähendab sealset taimekasvu ja suurendab erinevate tingimuste loomisega bioloogilist mitmekesisust. Kui kasutatakse kiirekasvulisi taimi (näiteks paju), peaks umbes 8-12 aasta järel tegema raiet, et säilitada toit- ja reostusainete sidumine nende kudedesse. Eestis on uuringud näidanud, et noored hall-lepikud seovad nii lämmastikku kui ka fosforit palju paremini

⁸ Hoffman, C.C., Kjaergaard, D., Uusi-Kämpä, J., Hansen, H.C.B., Kronvang, B., 2009. Phosphorus retention in riparian buffers: review of their efficiency. *Journal of Environmental Quality*, 38:1942-1955.

⁹ Schultz, R.C., Wray, P.H., Colletti, J.P., Isenhardt, T.M., Rodrigues, C.A., Kuehl, A., 1997. Stewards of our streams: buffer strip design, establishment and maintenance, PM-1626B. Iowa State University Extension, Iowa, 1997. 6 lk.

kui vanemad puud.¹⁰ Juhul kui taimi ei eemaldata, võib puhverriba küllastuda ning hakata toitaineid isegi välja andma. Rohuriba peaks mõni aasta pärast rajamist niitma hakkama ning tegema seda kas iga aasta või kord kahe aasta jooksul, sest biomassi perioodiline eemaldamine aitab kaasa tihedama taimestiku ja juurestiku arengule, mis omakorda parandab mulla omadusi ja puhverdusvõimet. Peale selle võivad sulamis- ja külmumistsükliid taimekudesid kahjustada ning seetõttu võivad fosfor ja lämmastik leostuda ka kahjustatud taimedest. Seetõttu on oluline biomass eemaldada enne talve tulekut.

Korrapäraselt hooldatud puhverriba eluiga võib olla vähemalt 15 aastat. Kuna suur osa fosforist ja mullaosakekestest jääb puhverriba pindmisesse kihti, võib seda näiteks iga 10 aasta tagant eemaldada ja uuesti põllule laotada. Enne seda peaks aga laskma pinnast analüüsida, et vältida näiteks raskmetallide põllule laotamist. Seejärel on muidugi tähtis puhverriba kiiresti jälle taimestada, et see hästi funktsioneeriks. Puhverriba rajamist toetab ka MAKi teise samba meede 2.5.2 – mitmeliigilise põõsariba rajamise toetus.

Talunik ei pruugi aga piirduda puhverribaga, vaid võib veekogu kaitseks rajada [kaitsemetsa](#), metsastades veekogu läheduses oleva põllumajandusmaa. Põllumaaga võrreldes on metsast saadav iga-aastane tulu väiksem, kuid kulud on veelgi väiksemad ning pikaajaline kasum on kindlustatud. Kaitsemetsa rajamist toetab ka MAKi teise samba meede 2.6 – kaitsemetsa rajamise toetus põllumajandusmaale.

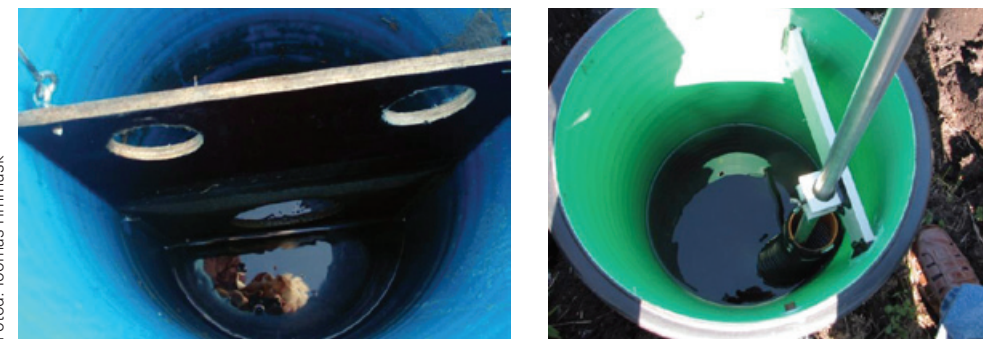
● Seadedreanaž aitab ära hoida suvist liigkuivust ja toitainete kadu

Veekaitsevööndid, kaldaribad ja kaitsemetsad kaitsevad veekogusid erosiooni ja pindmise ärakande eest. Mida aga teha, kui reostus satub veekogusse, leostudes põllu alla paigaldatud drenitorudesse? Kui niisugust leostumist ennetavad meetmed on ammendunud, võiks mõelda kuivendatud põllu põhjaveetaseme reguleerimisele. Niisugune seadedreanaž reguleerib ühtlasi kuivenduse intensiivsust. Kogujakraavidele rajatakse ülevoolud, dreanažikollektoritele regulaatorkaevud või pumbatakse torustikku lisavett. Kui põhjavee tase põllul tõuseb, siis kuivenduse intensiivsus väheneb ja suurem osa alusmullast jääb vee alla. Suureneb vee viibeag mullas, mille tulemusena aurumine suureneb ja mullal on võimalik veest rohkem toitaineid kinni püüda. Vähenev kuivendusintensiivsus vähendab vee väljavoolu ja ühtlasi toitainekoormust keskkonnale. Põhjaveetaset tuleb hoida sellisel kõrgusel, mis võimaldaks veel tulusat maakasutust ega vähendaks oluliselt saaki. Liigkuivadel aastatel see süsteem ka suurendab saaki.

¹⁰ Mander, Ü., Kuusemets, V., Lõhmus, K., Muring, T., 1997. Efficiency and dimensioning of riparian buffer zones in agricultural catchments. Ecological Engineering, 8:299-324.

Kui suur võiks olla seadedreanaži puhastusefekt? Rootsis tehtud katses vähendas seadedreanaž kuivenduse äravoolu koguni 65–90% ja kahandas samal määral nii lämmastiku- kui ka fosforikoormust.¹¹ Põhja-Carolinas suudeti selle meetmega vähendada fosfori kadu 35%.¹² Eriti hästi vähendab seadedreanaž lämmastiku ärakannet, sest uputatud alusmullas tekkivas anaeroobses keskkonnas on soodustatud denitrifikatsioon, mis viib lämmastiku lendumiseni. Tuleb aga lisada, et kui tahta säilitada põllu saagikust, on 90-protsendilise puhastusefekti saavutamine vähemalt Eestis üsna utoopiline. Kuna kevadine suurvesi on tarvis põllult kiiresti ära juhtida, lähevad koos sellega takistamatult allavoolu ka toitained. Seadedreanaži efekt tuleb esile suvel, mil ta niigi vähenenud toitainekoormust veelgi vähendab.

Peab aga märkima, et parim tulemus väljakande vähenemise mõttes toob endaga tihti kaasa kõrge veetaseme ja saagi vähenemise liigniiskuse tõttu. Veetaseme reguleerimise juures tuleb niisiis meeles pidada, et dreanaži peaesmärk on ikkagi liigniiskuse kiire ärajuhtimine.



Fotod: Toomas Timmusk

Seadedreanaži saab rakendada drenitud põllumaal, kus pinnase veeläbilaskvus on hea ja maapinna kalle väike. Soomes soovitatakse seadedreanaži liivaka pinnasega põldudele, kus maksimaalne pinnakalle on 2%. See meede ei sobi savika ega turbase pinna korral. Fotodel on näha kaht varianti veetaseme reguleerimise seadmetest seadedreanaži juures.

Seadedreanaž on Eestis suure potentsiaaliga meede nii lämmastiku kui ka fosfori hajukoormuse vähendamiseks liivase pinnasega tasasel drenitud põllumaal. Eriti paljutootav on see niisuguste põldude puhul, mis vaevlevad suvel liigkuivuse käes.

Näeme, et põllumehe käsutuses on suur hulk vabatahtlikke reostuse vähendamise abinõusid, millest enamik võib ühtlasi saaki suurendada või kulutusi vähendada. Mõistlik on loomulikult alustada algusest, st lihtsalt vähem väetisi osta. Väetamisel

¹¹ Wesström, I., Messing, M., 2007. Effects of controlled drainage on N and P losses and N dynamics in a loamy sand with spring crops. Agricultural Water Management, 87:229-240.

¹² Evans, R.O., Parsons, J.E., Stone, K., Wells, W.B., 1992. Watertable management on a watershed scale. Journal of Soil and Water Conservation, 47:58-64.

ja harimisel tuleb kadusid minimeerida. Alles siis, kui niisugused meetmed on end ammendanud ja põllult jätkub toitainete ärakanne, on õige suunata peatähelepanu reostuse väljapüüdmisele, et vältida veel viimasel hetkel selle sattumist järvedesse ja merre.

MINERAAL- VÄETISED

Kasuta talvist taimkatet

Osta väetist mõõdukalt

Väeta seal, kus vaja

Tegele minimaalharimise ja otsekülviga

Mine üle mahe-
tootmisele

Kasuta sissepritset

Kasuta lupjamist

Kasuta puhverribasid ja kaitsemetsi

Kasuta seadedreanaazi

Raja tehismärgala

Poes

Andes põllule

Harides põldu

Põllu ääres

Kuivendusvees

Veekogus

SÕNNIK

Laota ühtlaselt

Piira loomkoormust

Kasuta puhverribasid ja kaitsemetsi

Kasuta seadedreanaazi

Raja tehismärgala

Vii ülejääk naaberpõldudele

Kasuta talvist taimkatet

Kasuta sissepritset

Kaota sõnniku-
aunad

Kas tulevikus kõrvaldavad reostuse märgalad?

● Märgalast väljub vesi puhtamana

Kui reostus on siiski põllult veekogusse pääsenud, võib loodus sellest ometi jagu saada ja vee ära puhastada. Igal aastal Eesti veekogudesse kanduvast 34 000 tonnist lämmastikust jõuab jõgedega merre 31 000 tonni. Seega jääb 10% pidama setetesse või lendub atmosfääri. Fosforist settib veekogude põhja isegi üle 50%. Näiteks 1995. aastal Võrtsjärve kandunud 61 tonnist fosforist settis järve põhja ligikaudu 28% ning Emajõkke väljus vesi tunduvalt puhtamana. Seega on äärmiselt oluline teada, kuidas toimub niisugune looduslik isepuhastumine.

Arvatakse, et lämmastiku peetus toimub peamiselt järvedes, Eesti puhul Peipsis ja Võrtsjärves. Fosfori peetus toimub suurel määral ka kraavides ja ojades. Omaette väärtus reostuse kõrvaldajana on aga märgaladel.

Märgaladeks nimetatakse alasid, mis on maastikuliste iseärasuste tõttu kas osa aastast või terve aasta liigniisketes tingimustes. Tihti tekivad märgalad näiteks jõgede deltades ja lammidel või ümbruskonnast madalamatel aladel ning paikades, kus pinnakate laseb vett halvasti läbi. Ajalooliselt ongi märgaladeks nimetatud just luhtasid, madalsoid ja rabasid, sõltuvalt sellest, millised on asupaiga täpsed hüdrooloogilised tingimused ja taimkate. Kõikidel nimetatud juhtudel on ühendavaks tunnuseks see, et need alad on piisavalt kaua märjad, et muuta pinnase omadusi (keemilised, füüsikalised ja bioloogilised muutused) ning välistada liigniiskust mitte taluvate taimede kasvamine.

Tänassilma jõgi algab märgalaga, mis paikneb 30 m sügavuse ja 900 m laiuse jõeoru põhjas 400 m laiuse ja 6 km pikkuse lammina. Sellest 228 hektarist 69 on kaetud turbal kasvava tiheda hundinuiatihnikuga, mis toimib efektiivse veefiltrina. Vesi ei saa vabalt voolata, vaid liigub ümber taimede ja läbi turbakihi. Märgala lõpuosas on kaks pilliroogu kasvanud madalat Mädajärve kogupindalaga 37 hektarit.

Tänassilma poollooduslik märgala, kuhu aastail 1948–2004 suunati Viljandi linna puhastamata reovesi. Märgala puhastas seda tublisti: tahketest osakestest jäi sinna pidama 96%, lämmastikust 65% ja fosforist 17%. Kuidas niisugune puhastumine toimub?

Foto: Kaido Soosaar



Kui vooluveekogudest liigub vesi kiiresti läbi ja võtab seejuures kaasa ka saastet, siis märgalades liigub vesi väga aeglaselt, mistõttu suuremad tahked osakesed **settivad** põhja ning vesi puhastub. Sedamööda, kuidas moodustub paks settekiht, viiaksegi toitaineid veest välja. Peale lämmastiku ja fosfori läheb settesse ka muid saasteaineid: raskmetallid, pestitsiidid, ravimijäägid ja tõvestavad mikroorganismid. Seejuures tuleb aga silmas pidada, et setted võivad näiteks suurvee ajal või mitmesuguste keemiliste ja bioloogiliste protsesside tagajärjel tagasi vette pääseda.

Tahke mass ei kogune märgala põhja ainult settimise teel. Näiteks turbakiht moodustub turbasambla ja taimeosakeste jäänustest. Ka teised märgalataimed toimivad toitainete settimise vahendajana. Paljud **veetaimed koguvad lahustunud toitaineid** võsude abil otse veest. Kui taim sureb, ladestub osa temast märgala põhja, viies toitained teatud ajaks ringlusest välja. Tänapäevase märgalal oli ilmselt just 69-hektarine hundinuiatihnik see, mis Viljandi reovett edukalt puhastas.

Taimekudedes sisalduva lämmastiku ja fosfori massisuhe on ca 15. Seega vajavad taimed iga grammi fosfori kohta umbes 15 grammi lämmastikku. Järelikult, kui näiteks märgalale voolavas vees ületab nii lämmastiku kui fosfori kontsentratsioon hea veekvaliteedi normi täpselt kaks korda, olles lämmastiku puhul 6 mg/l ja fosfori puhul 0,16 mg/l, siis jääb märgala taimestik jänni just lämmastiku ärastamisega, sest 3 mg lämmastiku ärastamine nõuaks tervelt 0,2 mg fosforit, mida meie näitel vees aga ei leidu. Tegelikult, nagu eespool öeldud, valitsebki meie veekogudes üldiselt fosfori limitatsioon, saaste piirnormi kipub aga ületama lämmastiku kontsentratsioon.

Siit omakorda tekib küsimus piirnormide asjakohasusest. Teades, et probleemne element on eeskätt fosfor, pole ju loogiline muretseda hoopis lämmastiku pärast. Seetõttu on veekogude puhtamaks saamiseks tarvis praegust lõtva fosfori kontsentratsiooni normi, mis on 0,08 mg/l, karmistada. Näiteks Soome veekogudes on fosfori kontsentratsiooni norm 0,03 mg/l, seega mitu korda rangem.

Settimine ja taimedesse sidumine on ainsad viisid, kuidas märgalad fosforist puhastuvad. Lämmastikust võib aga vesi vabaneda ka nii, et see lendub atmosfääri. Kuidas see toimub?

Märgalad on heaks elukeskkonnaks mikroobidele, mis teostavad mitmeetapilist **denitrifikatsiooniprotsessi**. Esimeses etapis kasutavad nitrifitseerivad bakterid ja arhed ammooniumiooni energiaallikana, nii et see oksüdeeritakse nitritiks. Edasi oksüdeerivad järgmised mikroorganismid nitriti nitraadiks. Nitraati kasutavad omakorda denitrifitseerivad anaeroobsed mikroobid hapniku asemel elektroni aktseptorina. Denitrifikatsiooniahela tulemusena redutseerub nitraat gaasiliseks molekulaarlämmastikuks N_2 ja mitmesugusteks lämmastiku oksiidideks, nagu naerugaas (N_2O), lämmastikmonooksiid (NO) ja lämmastikdioksiid (NO_2). Kõik need gaasid lenduvad atmosfääri. Et enamik mikroobe on kinnitunud tahkele pinnale, toimub denitrifikatsioon hapnikuvaeses keskkonnas biokiles, mis võib katta nii setteid kui ka veealuseid taimeosi.

Tänapäevase märgala Viljandi reovee puhastajana on loomulikult vaid üks näide paljude hulgast. Näiteks Aafrika pärli, Victoria järve äärde jääb mõne ruutkilomeetrine

Nakivubo soostik. Sinna on juba peaaegu 40 aastat juhitud Uganda 1,6 miljoni elanikuga pealinna Kampala reoveed. Märgala kaitseb Victoria järve sellega, et ärastab nii selle reovee fosforist kui ka lämmastikust ligi 90%. Kui märgala asemele ehitada sama võimsusega reoveepuhasti, maksaks see ligi miljon dollarit aastas.

Victoria järve ja Nakivubo märgala tulevikku ohustab potentsiaalne **kuivendus** ja täisehitamine. Kampala linn on tegelikult kasvanud Victoria järve kaldani. Linn on seega alla neelanud varasemad rohealad ja üha rohkem reostunud vett suunatakse märgala asemel mööda kanaleid otse järve.

Et saada põllumaad või suurendada kinnisvara väärtust, on läbi ajaloo märgalaid hävitatud eeskätt kuivendamise teel. Näiteks Uus-Meremaa märgaladest on pärast eurooplaste saabumist kuivendatud üle 90%, peamiselt karja- ja põllumaa saamiseks.



Fotod: Indrek Talpsep

Eestis on märgalade pindala kuivendamise tõttu tublisti vähenenud ning need on asendunud põldude, metsade ja taristuga. Eesti soode kuivendamist alustati juba 17. sajandil põllumajanduse edendamiseks. Hiljem on soid kuivendatud ka metsastamise ja turbatootmise eesmärgil. Pärast Teist maailmasõda võeti eesmärgiks kõikide liigniiskete maade melioreerimine. Seetõttu on praeguseks ligi 70% Eesti turbaaladest kuivendatud või kuivendusest sellises ulatuses mõjutatud, et turba akumulatsioon enam ei toimu. Kuivendus kahjustab hüdroloogilist režiimi tavaliselt alal, mille suurus on vahemikus 20-150% kuivendusobjekti pindalast. Kuivenduse mõju väikesele soole on märksa suurem kui ulatuslikule soomassiivile ja mõju madalsole suurem kui rabale. Eriti palju reostust tuleb kuivenduskraavist kohe pärast kopatöid. Kuivendussüsteemide keskkonnamõjust soovitame lähemalt lugeda Eestimaa Looduse Fondi väljaantud trükisest: „Metsakuivenduse keskkonnamõju.“

Võrreldes lämmastiku 65-protsendilise ärastusega osutus Tánassilma märgala fosfori ärastamisel, mis oli ainult 17%, üsna kehvaks. Miks? Märgala uurinud eksperdid oletavad, et sete oli fosforist küllastunud ja minetanud fosfori sidumise võime. Selle põhjuseks võis olla Viljandi reovee aastakümnetepikkune suunamine Tánassilma märgalale. Võib-olla töötas Tánassilma märgala 1950. aastail fosfori puhastajana tõhusamalt, kuid sajad tonnid seda saasteainet on märgala kui loodusliku isepuhastaja välja kurnanud.

Poole sajandi jooksul on Tánassilma märgalal toimunud silmanähtavad muutused. Osa praeguse hundinuiavõsa alast oli varem kaetud liigirikka rohumaaga. Praegusel pillirooyal oli aga varem mitmekesine sootaimestik. Kuna elurikkus on vähenenud, siis tuleb nentida, et looduslike märgalade kasutamine reovee puhastamiseks võib kahjustada märgala ennast. Ka mujal maailmas on niisuguste märgalade elurikkus vähenenud ja ülekaalu on saavutanud vähesed reostustolerantsed liigid.

Nakivubo soostik, mis ärastab küll 90% Kampala reostusest, pole samuti võimeline Victoria järve täielikult kaitsma. See Aafrika suurim järv on Nakivubo suudmealal tugevalt eutrofeerunud ja elurikkus dramaatiliselt vähenenud. Peale selle on reostuse pealevool kahjustanud märgala elustikku, muutes selle homogeenseks. Seega võib looduslikule märgalale põhimõtteliselt juhtida ka põllumajandusreostust, kuid seejuures tuleb arvesse võtta, et see toob ikkagi kaasa **negatiivsed keskkonnamõjud**. Märgalad ei tarvitse ka sugugi paikneda põldude eesvooludel, st reostuse püüdmise mõttes sobivates kohtades. Vastupidi, märgalade naabruses kipub muld olema liigniiske ja põllumajanduseks vähesobiv ning seega kaetud pigem metsaga, kust reostust eriti ei tule. Põllumaadelt valgub vesi tavaliselt hoopis vooluveekogudesse. Sealt edasi võib see küll sattuda näiteks Soomaa lammile või Emajõe suursoosse, kuid võib ka peatumata merre või järve voolata. Ilmselt poleks rahaliselt mõeldav pikkade kanalite või torustike rajamine, mida mööda põllumaade kuivendusvett looduslikele märgaladele suunata. Küll aga on mõeldav tehismärgalade rajamine, matkides looduslike märgalade puhastusprotsesse.

● Märgalaid saab ka ise rajada

Võrtsjärve valgjal on rohkesti kopraid, kes paisutavad kuivenduskraave, ojasid ja väikejõgesid. **Koprarpaisud** loovad otsekui tehismärgala, mis peale toitainete sidumise suurendab lokaalset elurikkust. Seega on need veeloomad inimesele kasulikud, kui nad just põldu või tulundusmetsa üle ei ujuta. Kui kobras toimetab juba niigi liigniiskel maal, tuleks ta kindlasti rahule jätta.



Fotod: Indrek Talpsep

Kopratamm Lääne-Virumaal Väike-Maarja vallas on üleujutusega tekitanud märgala. Veeanalüüsid näitasid, et märgala toimib efektiivselt toitainete ärastajana, sest nii sissevoolavas Kärsa ojas kui ka kuivenduskraavis on toitainete kontsentratsioon märksa kõrgem kui märgalast väljuvas vees.

Kui kopraid pole või nende tegevus jääb ebapiisavaks, võib talunik vee puhastamise eesmärgil kaaluda ise märgala rajamist.

Tehismärgalade tehnoloogia vee puhastamiseks sündis uuringutest, mida tehti Saksamaal Max Plancki Instituudis 1952. aastast. Alates 1980. aastate keskpaigast on selle meetodi kasutamine maailmas järjest saenenud, peamiselt seetõttu, et tegemist on süsteemiga, mis on mehaaniliselt lihtsa ülesehitusega, bioloogiliselt mitmekesine ja suure puhastusefektiivsusega. Peale selle saab tehismärgalaid rajada kohalikest materjalidest ja kohalikkude tööjõudu kasutades, mis muudab nad lihtsaks ja kättesaadavaks ka maapiirkondades ja arengumaades.

Nüüdisaegsed tehismärgalad on süsteemid, mille kavandamisel ja ehitamisel

on tähtsustatud just neid märgalade omadusi, mis aitavad vee puhastamist tõhusamaks muuta. Nende pindala võib sõltuvalt tehnoloogiast ja vajadusest ulatuda mõnest ruutmeetrist mitmesaja hektarini. Samamoodi võivad väga erinevad olla nende tehnoloogilised lahendused: mõned neist on lihtsad isevoolulised süsteemid, mis toimivad tänu gravitatsioonile, teised aga keerulised pumpamis- ja tagasipumpamistsüklitega kõrgtehnoloogilised puhastid, milles on kasutatud spetsiifiliste omadustega filtermaterjale.

Tehismärgalad on mitut tüüpi. Praegu on kasutusel peamiselt 1) avaveelised tehismärgalad, mis on väliselt sarnased looduslike märgaladega (vahel kasutatakse ka terminit "vabaveeline"); 2) horisontaalse läbivooluga tehismärgalad, mis enamasti kujutavad endast taimestatud pinnasfiltreid, kus vesi voolab pinnase sees horisontaalselt sissevoolust väljavoolu; ja 3) vertikaalse läbivooluga tehismärgalad, milles vesi lastakse taimestatud pinnasfiltri pinnale ning see puhastub vertikaalselt läbi filtri imbudes. Kõik loetletud tehismärgala tüübid võivad ruumilise ülesehituse, voolurežiimi, filtermaterjali ja taimestatiku poolest varieeruda ka tüübisiselt ning kõiki neid variante on võimalik omavahel mitmeti kombineerida, saades tulemuseks hübriidse tehismärgala. Hübriidsüsteemidega võib saada paremaid puhastustulemusi, eeskätt just lämmastiku puhul. Enamasti koosnevad hübriidsüsteemid vertikaal- ja horisontaalvoolulistest tehismärgaladest, mis on kindla põhimõtte alusel järjestatud.

Kuidas tehismärgala majandada?

● Märgala hind sõltub asukohavalikust

Kuhu tehismärgala rajada? Liivane või lubjakivine pinnas ei pea vett. Kui sinna märgala rajada, võib see suvekuudel kuivale jääda ja ühtlasi põhjavett reostada. Märgala tuleb seega ehitada [vettpidavale kihile](#), eelistatult savile või ka turbapinnasele. Pinnase veeläbilaskvus peaks olema alla 1,8 millimeetri ööpäevas. Kui niisugust head pinnast looduslikult ei leidu, tuleks märgala põhja rajada saviekraan või panna sinna sünteetiline vettpidav geomembraan. Tuleb aga arvestada, et niisuguse kunstliku vettpidava kihi loomine on kallid.

Kui kaldad on liiga kõrged, ei tarvitse rasketehnika märgalale ligi pääseda. Kui aga [kraavi lang](#) on paras, pole kopatöid võib-olla vaja tehagi ja kaevamise saab asendada paisutamisega. Seda tööd saab teha ka käsitsi.



Foto: Kadri Rehemä

Eestimaa Looduse Fond rajas 2009. aastal talgu korras Sookuninga soo taastamise eesmärgil vanadele kuivenduskraavidele turbast paisud. Turvas on looduslik ja kauakestev ehitusmaterjal, mis ei mädane ning on üle elanud ka kevadised suurveed.

Märgala planeerima hakates võib ilmneda terve rida takistusi. Näiteks uuris ELF võimalust rajada märgala Porijõkke suubuvale Vända peakraavile. Kraavist tuleb palju reostust, põhjavesi on kaitstud, rasketehnika pääseks ligi. Ometi takerduti hea asukoha puudumise taha. Osaliselt voolas kraav sügavas jõeorus, mis ei võimaldanud vee laialiviimist suurele pindalale. Osaliselt takistas märgala rajamist kraaviäärne hoonestu, maanteed ja raudtee. Alamjooksul polnud seega piisavalt vaba pinda. Polnud ka võimalik rajada märgalaid väiksematele kuivenduskraavidele, sest need lihtsalt puudusid seoses hea loodusliku kuivendusega mööda põllunõlva. Niisiis jõuti arusaamisele, et Vända peakraavi puhul tuleb põllumajandusreostuse teke hoopis ära hoida, kuna selle hilisem kinnipüüdmine on keerulisem.

Kui kuivenduskraavil on liiga väike lang, võib tehismärgala ülesvoolu jääva põllu üle ujutada ja kuivendussüsteemi sellega halvata. Kui lang on aga liiga suur, on keeruline leida tehnilist lahendust, mille abil vesi suurele pindalale ühtlaselt laiali valgaks.



Foto: Indrek Taipsep

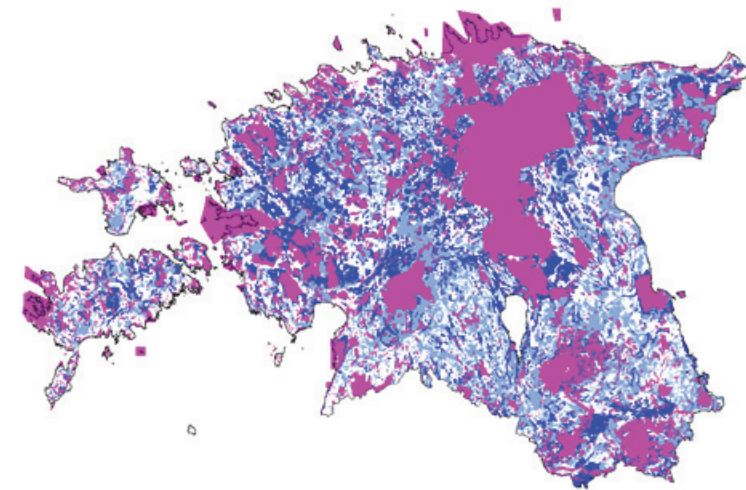
Millise maakattega alale sobiks rajada tehismärgala? Eelistada tuleks lagedat kohta, kus ei peaks tegema kulutusi näiteks metsa raiumisele ja raadamisele. Sageli on kõige lihtsam rajada tehismärgala sinna, kus on juba niigi liigniiske.

Avaveelisele märgalale sobiva koha leidmiseks on Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituudi geograafia osakonnas välja töötatud GIS-il põhinev meetoodika, mille järgi saab hinnata maastiku potentsiaali avaveelise tehismärgala rajamiseks.¹³

See meetoodika näitab, et väga sobivaid alasid avaveeliste märgalade rajamiseks on Eestis 16% kogu riigi pindalast, ja kui sellele lisada ka sobivad alad, ulatub osakaal 25%-ni. GIS-analüüsi põhjal tehti kindlaks, et Eestis on 5412 km² potentsiaalselt sobivaid alasid avaveeliste tehismärgalade rajamiseks, kusjuures analüüsi käigus kõrvaldati kohe alguses ebasobivad alad, nagu Natura 2000 võrgustik, kaitse all olevad alad, nitraaditundlikud alad, kaitse eesmärgil eraldatud spetsiaalalad, vääriselupaigad, planeeritavad kaitsealad, asustusega kaetud alad ja 200 meetri laiused puhvertsoonid veekogude kallastel.

¹³ Lesta, M., Muring, T., Mander, Ü., 2007. Estimation of landscape potential for construction of surface-flow wetlands for wastewater treatment in Estonia. Environmental Management, 40:303-313.

Joonis: Merje Lesta



Avaveelisteks tehismärgaladeks sobivad alad Eestis: tumesinine – väga sobiv, helesinine – sobiv, lilla – ebasobiv.

Enne märgala planeerimist tuleb arvestada, et kaitsealadel ja keemiliselt aktiivsete materjalide kasutamisel võib ehitusloa saamiseks olla nõutav keskkonnamõjude hindamine. Samuti tuleb rajamiseks enamasti taotleda vee erikasutusluba.

Kontrollnimekiri avaveelise tehismärgala rajamiseks:

Kraavis reostunud vesi	
Reostuse ennetamise võimalused ammendunud	
Kõigi maaomanike nõusolek	
Kaitstud põhjavesi	
Vettpidav pinnas	
Kuivenduskraavil piisav lang	
Kraavi ääres väheväärtuslik maa pindalasuhtega kraavi valgasse vähemalt 2%	

● Laskem hägul settida

Seda osa jões, ojas või kraavis voolavatest taimetoitainetest, mis on vees lahustunud, pole ühegi mehaanilise võttega võimalik välja püüda. Teine osa saastest on seotud tahkete osakestega. Niisugusest hõljuvainest saab vett puhastada setitamise teel.

Hõljuvaine ehk heljum koosneb elusast planktonist ehk hõljumist ja triptonist (veekogus hõljuvad surnud organismide osakesed ehk detriit ja mineraalosakesed). Tripton pärineb pinnasevette uhtunud pinnasest, nõlva erosioonist või voolusängi uhtumisest. Triptoni külge võivad kinnituda ka fosforiühendid. Detriit pärineb peamiselt turbapinnasest ning hõljumi ja veetaimede jäänustest, samuti vette langenud puulehtedest. Seega kaob settimise teel ka osa heljumiga seotud toitainetest.

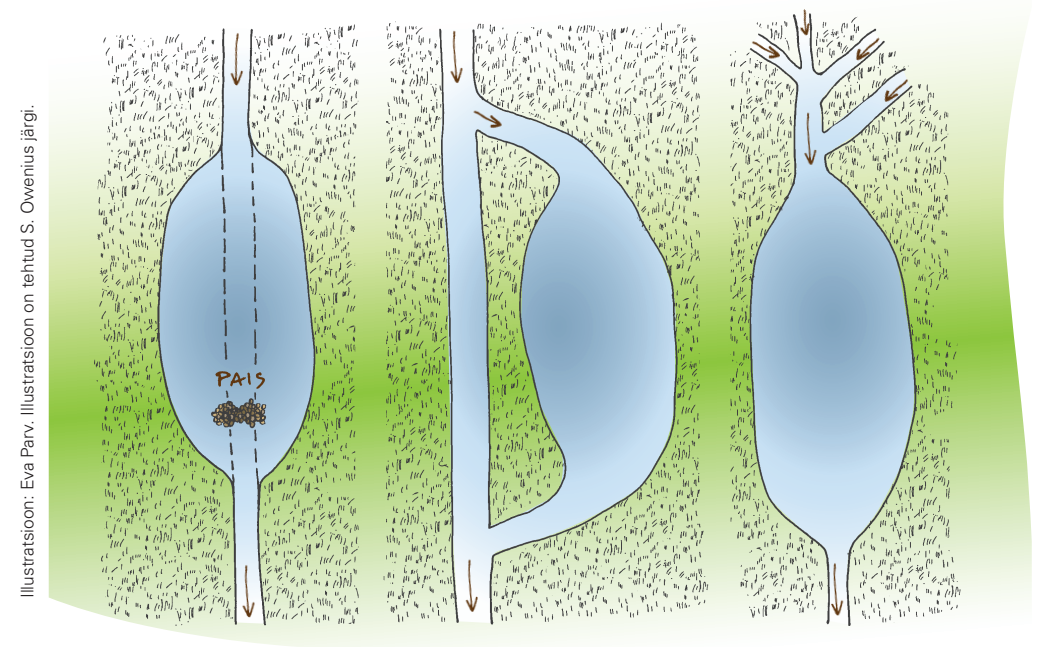
Heljumi settimisel on teisigi eeliseid. Heljum takistab valguse pääsu sügavamatesse veekihtidesse, tekitades sinna surnud põhjatoone. Suur heljumi kogus on kahjulik muuhulgas ka kaladele vähendades nende kasvu ja suurendades vastuvõtlikkust haigustele või mõjudes koguni surmavalt. Liigse heljumiga vesi halvendab kalade vaadet, liikuvust ja kudemispaiku ning vähendab kalade toitumiseks sobiva materjali hulka ja selle püügi efektiivsust.

Heljumi settimine toimub niisugustes kohtades, kus vooluveekogu on laiem või sügavam, mistõttu tema ristlõike pindala on suurem ja vool seetõttu aeglasem. Enamik setteprotsesse on seega looduslikud ja põhinevad lihtsatel füüsikaseadustel. Settebasseine on aga võimalik rajada ka tehiskult.

Settebasseine on otstarbekas ehitada kraavide ja looduslike voolusängide suudmealadele, vajaduse korral ka kraavi põhjalangu murdepunktidest. Mõnikord võib piisata sellestki, kui kraav ühest kohast lihtsalt laiemaks teha või üles paisutada, vahel tuleb aga korralik tiik kaevata. Settebasseini mõju ulatus sõltub peamiselt viibeajast ehk sellest, kui ruttu voolav vesi selle läbib. Mida suurem on viibeaeg, seda suurem on võimalus, et settib ka peenem fraktsioon. Üldiselt rajatakse settebasseinid pigem suuremate osakeste, näiteks liiva settimiseks, sest need alluvad hästi gravitatsioonijõule ja koos nendega settivad ka neile kinnitunud toitained. Peened saviosakesed, mis on väiksemad kui 0,002 mm, saavad settida vaid siis, kui on omavahel liitunud. Norra teadlaste tehtud uuringute põhjal võivad settebasseinid kinni pidada kuni 68% mineraalosakestest ja 42% üldfosforist.¹⁴ Peale selle on leitud, et mida suurem on kontsentratsioon sissevoolavas vees, seda suurem on ärastus, kusjuures see ei kehti mitte ainult fosfori, vaid ka lämmastiku ja teiste reostusainete kohta. Lahustunud ühenditele ja pestitsiididele on settebasseinide mõju väiksem.

Settebasseine on mõttekas projekteerida eelkõige suure erosioonihuga valgla korral reostustundlikku veekokku suubuvale eesvoolule. Projekteeritud basseini laius ja sügavus peab tagama voolukiiruse alla 0,2 m/s. Settebasseini mahu määramisel

tuleb arvesse võtta, kui palju setet valgalt koguneda võib. Uhtumisohtliku eesvoolu ja kraavi ühe kilomeetri kohta koguneb aastas 0,5 m³ setet, kindlustatud eesvoolu või kraavi ühe kilomeetri kohta 0,25 m³ setet ja erodeerunud mullaga maa-alalt ühe hektari kohta 0,5 m³ setet. Settebasseini minimaalne maht on 25 m³. Tänu suuremale mahule võib settebassein ka suurveeperioodil üleujutuste vastu mõningast kaitset pakkuda. Settebasseini settesüvis tuleks tühjendada vähemalt iga viie aasta tagant. Soomes soovitatakse settebasseini pindalaks vähemalt 0,1% valgla pindalast ning 0,2% selle põllumaa pindalast. Siiski ei ole otstarbekas rajada settebasseini väga suure pindalaga valgale. Kui valgla pindala ületab 100 ha, tuleks ühe suure settebasseini asemel rajada juba mitu väiksemat. Basseini sügavus võiks olla 0,5–1,0 m ja laius 10–30% pikkusest. Soome ekspertide sõnul peaks settebasseini suurus olema vähemalt selline, et läbivoolav vesi viibiks seal keskmiselt 1-2 päeva ning suure vooluhulga ajal minimaalselt 2-5 tundi.



Illustratsioon: Eva Parv. Illustratsioon on tehtud S. Owenius järgi.

Settebasseine võib rajada mitmel moel: otse kuivenduskraavile või selle kõrvale, paisutades või kaevates. Vajaduse korral võib settebasseini rajada ka eesvoolule.

Õige koha valimisel on oluline teada ka seda, millised on settebasseini põhjaks oleva pinnase geoloogilised omadused. Tähtis on, et basseini ei rajataks suure veejuhtivusega pinnasele, nagu liiv või lubjakivi, sest muidu imbub sinna kogunenud vesi lihtsalt maasse ja võib tekkida põhjavee reostumise oht.

14 Baltic Compass, 2011. Measures for water protection and nutrient reduction. Uppsala, 2011. 57 lk.



Foto: Toomas Tamm (vasakpoolne)
Foto: Indrek Talpsep (parempoolne)

Vasakpoolsel pildil on tüüpiline settebassein, parempoolsel on aga maastiku omapära arvesse võttes kujundatud märksa looduslähedasem settebassein Soomes Lieto vallas. Viimase plussiks on veel see, et äärtes kasvavad taimed pakuvad mitmekesisemat elupaika ning on seetõttu elurikkuse seisukohalt paremad.

Mõnedes tehismärgalades ei ole **muda eemaldamine** väga vajalik, kuna setted on püsivad ning toitained ei pääse vette tagasi. Sellisel juhul on muda eemaldamine vajalik ainult siis, kui tehismärgala sügavus on liiga palju vähenenud. Kui aga on oht, et kogutud setted kevadise suurvee ajal allavett uhutakse või toitained mõne keemilise reaktsiooni tagajärjel vette tagasi satuvad, siis tuleb setteid regulaarselt märgalast eemaldada. Loomulikult tuleb märgalad ka nii projekteerida, et ekskavaatori või muu masinaga setetele hõlpsasti ligi pääseks.

Tehismärgalasüsteemis akumulunud muda sisaldab enamasti küllaltki suures kontsentratsioonis taimetoitaineid ja seega on seda mõttekas kasutada **väetisena** põldudel. Enne põllule laotamist võib muda segada sõnnikuga.

Siiski tuleb enne setete kasutuselevõttu nende koostist analüüsida, et teha kindlaks ohtlike ainete, sh raskmetallide, pestitsiidide ja ravimijääkide sisaldus. Kõik need ained võivad mullast kultuurtaimedesse akumulereuda ja lõpuks inimorganismi jõuda. Seetõttu on ohutum kasutada tehismärgalasetet haljastuses, kus niisugune otsene oht puudub.

Juhul kui muda ei ole ühel või teisel põhjusel võimalik põllule viia, tuleb sellele mõni muu rakendus leida. Üheks võimaluseks on muda töötlemine. Muda pumbatakse avaveelisest märgalast teise, samasuguse ülesehitusega märgalasse, kus aurustumise ja dreanaaži abil muda kuivab, kusjuures kuivamine ei vaja lisaenergiat. Muda ruumala väheneb sellises süsteemis üle 90% ja 8-10 aasta pärast on protsess lõppenud ning mudabasseiniks ettenähtud märgala saab kasutusele võtta näiteks uue põllumaana, mille pinnas on väga toitainerikas. Kui aga selgub, et muda sisaldab liialt palju inimese tervist ohustavaid aineid (raskmetallid, pestitsiidide jäägid, ravimijäägid), võib ala lihtsalt metsastada.

Märgalast eemaldatud setet võib kasutada ka **kompostimiseks**, kuid see on üldiselt kõige kulukam sette kasutamise viis, sest märgalast eemaldatud muda on võrdlemisi

vedel ja vajab kuhjas kompostimiseks suurel hulgal tugimaterjali (hakkpuit, puukoor vms kore materjal), et kuhil koos püsiks ja laiail ei valguks. Peale selle tuleb arvestada, et kui soovitakse rasketehnika abil kuhilat segada, tuleb see rajada kõva kattega pinnale, et vältida tehnika sissevajumist. Pärast komposti valmimist saab selle hõlpsasti põllumaale laotada. Võimaluse korral võib tugimaterjali enne välja sõeluda, et seda edaspidigi kompostimisel kasutada.

● Alustuseks rajagem puhverlodu

Settebassein, nagu nimigi ütleb, on mõeldud selleks, et suuremad osakesed koos toitainetega settiksid. Vees lahustunud ja üliväikeste osakestega seotud toitained voolavad aga settebasseinist üldiselt läbi. Väikeste osakeste kinnipüüdmiseks on tarvis bioloogiliselt või keemiliselt aktiivset märgala, mis tuleks rajada settebasseini järele. Lihtsaim neist on **puhverlodu**.



Foto: Kuno Kasak

Puhverlodu Jokioise lähedal Lõuna-Soomes.

Puhverlodu puhul on tegu väikese tehismärgalaga, mille peamiseks ülesandeks on põldudel pärit taimetoitainekoormuse vähendamine suurte veetaimede abil. Puhverlodu soovitatakse rajada üle 5 ha suurusele hajureostuse leviku ohuga maa-alale pinnavee bioloogiliseks puhastamiseks ning selle pindala peaks olema vähemalt 0,5% maaparandussüsteemi valgla pindalast. Puhverlodu pikkuse ja laiuse suhe peaks olema vähemalt 2 : 1. Vee puhastamiseks piisav puhverlodu pindala oleneb põllu pindalast. Lodu sügavus võiks olla 0,2-0,5 m, kuid mitte sügavam. Lodu esimeses kolmandikus võiks asuda kuni 1 m sügavune settebassein, mis läheb üle madalamaks taimestikuga loduks. Puhverlodu võib rajada ka sel teel, et sobivas piirkonnas kraavi laiendatakse ja sirge kraav kaevatakse looklevaks. See pikendab vee viibeaega ning võimaldab kraavis ja kraavi ümbruses olevatel taimedel puhastusprotsessi paremini toetada.



Foto: Toomas Timmusk

Puhverlodu Tānassilma jõe ääres. Ümberkaudsed põllud on haritud ja dreneeritud, mille abil kuivendatud. Puhverlodule eelneb 1 km pikkune väikese kaldega kraavilõik, pinnaseks on lubjarikas rähkne liivsavi.

Puhverlodus olevad taimed istutatakse sinna enamasti spetsiaalselt, kuid piisab sellestki, kui katta lodu põhi näiteks pilliroo ja hundinuia risoomide sisaldava mudakihi. Lodu puhastatakse, kui selle sügavus on vähenenud alla 0,1 m.

Voolusängi laiendamine puhverlodu rajamiseks mitmekesistab ümbritsevat maastikku ja elusloodust, mistõttu ühe suure puhverlodu asemel on kasulik rajada mitu väiksemat. Et tagada kaladele läbipääs ja veelindudele maandumisvõimalus, peaks lodu olema osaliselt taimestikuga katmata.

Puhverlodu mahuks ära ka näiteks Vānda peakraavile, kus korraliku avaveelise tehismärgala jaoks piisav ruum puudub.

● Soomlased panustavad avaveeliste tehismärgaladele

Puhverlodust ei tarvitse vesi päris puhtana väljuda. Näiteks kevadise suurveega võib enamik reostusest puhverlodust läbi voolata või koguni sinna settinud muda kaasa haarata ja seega toitained uuesti ringlusesse viia. Sellisel juhul võiks mõelda suurema avaveelise tehismärgala projekteerimisele.



Foto: Keido Soosaar

Eesti seni suurim tehismärgala pindalaga 1,2 ha rajati 1997. aastal Põltsamaale linna reovee järelpuhastuseks. Järjestikku paiknevad looklevad tiigid võtavad ööpäevas vastu 1630 m³ kõrge kontsentratsiooniga reovett, mis ületab projekteeritud mahu. Ülekoormuse tõttu töötab see märgala väikese efektiivsusega.

Eestis on tehismärgalasid vähe ja põllumajandusliku hajureostuse puhastamiseks pole ühtki head eeskujut. Küll aga on see tehnoloogia hästi levinud Soomes. Tehismärgalade rajamine on seal üks standardiseeritud keskkonnametmeid ning Euroopa Liidu põllumajandustoetustest on rahastatud ligikaudu 800 tehismärgala rajamist. Kokku oli neid 2011. aastal juba umbes 2000 kogupindalaga 1000 ha.

Tavaliselt kasutatakse tehismärgalasid punktallikate reovee järelpuhastitena või sajuvee puhastamiseks, kuid need võivad sobida ka põllumajandusliku hajureostuse puhastamiseks, sest taluvad hästi veetaseme ja vooluhulga kõikumist. Nii Soomes kui ka näiteks Rootsis, Ameerika Ühendriikides ja Saksamaal on avaveelised tehismärgalad järjest enam edukalt kasutusel põldudel, meiereidest, lautadest, sõnniku- ja silohoidlatest pärit vee puhastamiseks.

ELF uuris aastail 2009–2012 rahvusvahelise ühisprojekti „Active Wetlands“ raames, kuidas täpselt Soome talunikud on tehismärgalasid rajanud, milline on olnud nende tulemuslikkus ja mida Eesti põllumeestel sellest õppida oleks. Muuhulgas uuriti, milline võiks üldse olla tehismärgala rajamisel põllumajandustootja roll. Kas ta peaks otsustama üksnes oma maa loovutamise küsimuse üle või ise aktiivselt asja ajama?

2005. aastal pöördus Hirsijärve Assotsiatsioon Lõuna-Soome väikese Huitinjõe alamjooksu maaomanike poole järjekordse projektialgatusega. Seni oldi ühiselt rajatud puhverribasid eesmärgiga vähendada reostuskoormust allavoolu jäävale Hirsijärvele. Kuna talunikud olid huvitatud järve seisundi parandamisest, läks puhverribade rajamine edukalt, kuid reostuskoormust taheti veelgi vähendada. Kuid nüüd tegi Hirsijärve Assotsiatsioon selle vea, et esitas maaomanikele kooskõlastamiseks juba valmis projekti, mille koostanud ettevõtte oli kohalike oludega vähe kursis. Seetõttu tekkis mitmeid arusaamatusi: tehismärgala taheti rajada kahehektarisele metsatukaga alale, millel oli üle saja maaomaniku, kuigi kõrval oli lage maa, millel omanikke tunduvat vähem.

Veel üheks vastuseisu põhjuseks võis olla potentsiaalne veetaseme tõus, mille tõttu kardeti ülesvoolu jäävate maade üleujutamist. Soome kogemus näitab, et see teema on maaomanike seas äärmiselt tundlik.

Hiljem haarasid kaks talunikku siiski ideest kinni ja nii rajatigi veidi väiksem märgala metsatuka kõrval olnud lagedale maale. **Kruusila märgala** maksumus oli 20 000 eurot. Rahastajaks oli 80% ulatuses Ökonoomse Arenduse, Koostöö ja Keskkonnakeskus (ELY) ning 20% ulatuses Maailma Looduse Fondi Soome haru (WWF Soome). Viimane oli ühtlasi projekterija ning peamine koordinaator, ELY aitas kaasa administratiivsete toimetustega ja ehitustööd tehti allhankena. Talunikud, kes tehismärgala rajamiseks oma maad lubasid, vastutavad nüüd ka selle hooldamise ja järelevalve eest, niites taimestikku ja tehes vajaduse korral parandustöid. Hooldamise eest makstakse põllumeestele toetust kuni 450 eurot hektari kohta aastas ja lepingud sõlmitakse tavaliselt viieks kuni kümneks aastaks.

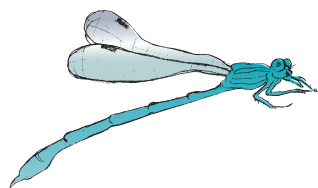


Foto: Kuno Kasak

Ühehektarisel hästi liigendatud Kruusila märgalal vahelduvad sügavad ja madalad settebasseinid, vabaveelised ja vohava taimestikuga alad, saarekesed ja üleujutatavad luhad. Vältimaks ülesvoolu jäävate põldude üleujutamist ei rajatud märgala mitte paisudega, vaid kaevetöödega.

Kruusila märgala on hea näide selle kohta, kuidas otsustav sõna on maaomanikel. Ühest küljest ebaõnnestus algne plaan just nende tohutu hulga ja vastuseisu tõttu. Kuid maaomanikud, kes lõpuks ohjad haarasid, tagasid märgala näol endale nii lississetuleku, puhtama vee kui ka mitmekesisema maastiku.

Soome kahe tuhande tehismärgala rajamise kogemuse üheks järelduseks ongi see, et planeerimise faasis kohatakse kahtlusi ja vastumeelsust. Kui aga kokkulepe on saavutatud ja märgala juba valmis, jäävad kõik pooled rahule.

Ekspertide hinnangul oli Kruusila märgala rajamine küll tubli tegu, kuid selle veepuhastusefekt on siiski tühine. Asi on selles, et Huitinjõe 2600-hektariselt valgalt, kus on umbes 650 hektarit põllumaid, tuleb liiga palju vett ja reostust, et ühehektarine märgala seda puhastada suudaks. Märgala pindala moodustab vaid 0,04% valgla pindalast.

Parema pindalasuhtega – 0,2% – **Nuppulankulma märgala** rajati 2009. aastal Syväoja suudmesse, et vähendada toitainete sissevoolu eutrofeeruvasse Aneriojärve. Kruusilaga võrreldes on Nuppulankulma märgala valgla väiksem, kuid märgala ise suurem – 1,7 ha.



Foto: Kuno Kasak

Kuna Nuppulankulma tehismärgalaks rekonstrueeritud oja lang on piisavalt suur, polnud ülesvoolu jäävate põldude üleujutamise ohtu ja märgala võis rajada peamiselt paisutamise teel. Oja suudmesse kuhjati kaldavall, mis takistab vee voolamist otse järve. Et suurendada vee viibeaega, rajati märgala sissevoolu juurde settebasseinid, voolukanali laiendused ja paisud.

Nuppulankulma märgala rajamise mõte kerkis üles 2008. aastal, kui ELY arutas maapiirkondade elurikkuse ja märgalade üldplaneeringut. Paiga savikas pinnas sobis märgala rajamiseks hästi. Projekti viisid ellu ELY, WWF Soome ja neli põllumajandustootjast maaomanikku. Rahastajateks olid ELY, kes kandis hooldus- ja administratiivsete toimingute eest, ja WWF Soome, kes oli projekteerija ning peamine tööde koordinaator. Rajamiskulu oli umbes 5000 eurot ja ehitustööd võtsid aega ainult neli päeva. Tehismärgala hooldamise eest saavad talunikud toetust ning vormistatud on täpsed lepingud, mis sätestavad vastutuse.

Soome Keskkonnainstituudi teadlased on aga ka Nuppulankulma märgala veepuhastusefekti suhtes pessimistlikud. Märgala ja valgla pindalasuhe 0,2% tähendab seda, et märgala laseb tõenäoliselt endast puhastamata läbi üle 90% lämmastikust ja fosforist.

Kui märgala rajada suure valgla eesvoolule, ei kogu see tavaliselt vett mitte ainult põllumaalt. Suurele valgla jääb enamasti ka metsi ja soid, kust tuleb puhtamat vett. Näiteks Kruusila märgala valglast moodustab haritav maa ainult 25% ja metsamaa koguni 65%. Nuppulankulma näitajad on selles mõttes paremad – haritava maa osakaal on seal 40% –, kuid ikkagi tuleb enamik vett puhtast loodusest. Kui põllumaalt pärit reostus selles puhtas vees lahjeneb, on toitainete kinnipüüdmine keerulisem,

sest tehismärgala läbiv vooluhulk on suurem ja vesi ise lahjem, mistõttu taimedel on raske toitaineid piisavalt kiiresti omastada. Seega on mõistlik rajada tehismärgalad pigem väiksematele kraavidele, mis koguvad vett eelkõige põllumaalt, kus toitainete kontsentratsioon on kõrge ja puhastatav veekogus väike.

Niisugust strateegiat – püüda märgalasse vähem, kuid see-eest kontsentreeritumat vett – kasutati 2008. aastal [Hirsijärvi märgala](#) rajamisel. Valgla pindala on seal vaid 22 ha ja haritav maa moodustab sellest 50%. Märgala pindala on küll ainult 0,16 hektarit, kuid pindalasuhe valgla on 0,72%, mis on parem kui Kruusila ja Nuppulankulma märgaladel.

On hea, kui märgala rajamiseks ei pea ohverdama väärtuslikku põllumaad, vaid kasutada saab juba niigi niiskeid alasid. Soomes otsitaksegi selleks just põllumajanduseks vähesobivaid, söötis maid. Ka Hirsijärvi tehismärgala rajamise esmane põhjus oli see, et talunikust maaomanik soovis erosiooniohtlikule ja seetõttu sööti jäänud maale mingit rakendust leida. Nii rajaski ta märgala võrdlemisi suure nõlvakaldega karjatatavate rohumaade vahel paiknevale kuivenduskraavile.



Foto: Indrek Taipsep

Et vältida paisude lagunemist, eriti suurvee ajal, on Nuppulankulma paisud armeeritud geotekstiiliga. Kui veekogu servad on piisavalt järsud, saab paisu tugevdada ka nii, et see rajatakse voolukoridorist laiema, pikendades seda kallastesse, kuna need annavad täiendavat massi ja tuge.



Foto: Kuno Kasak



Foto: Indrek Talpsep

Hirsijärvi märgala kujutab endast tiiki, mis toimib ka suplus- ja vähikasvatuskohana. Märgala rajamisel nähti takistusena veetaseme kõikumist. Oli oht, et tulva ajal voolab vesi märgalast puhastumata läbi, kuival suvel aga märgalataimestik ja kasulikud mikroobikooslused hävivad. Veetaseme ühtlustamiseks paigaldati tiiki ülevoolutoru (alumisel fotol keskel). Tiigi põhjas on ka teine, väiksem toru, mille kaudu saab sinna hapnikku juhtida ja vältida nii ummuksisse jäämist.

Võimalike rahastajate meelest oli aga Hirsijärvi märgala liiga väike. Seetõttu rajas talunik selle omal kulul. Siiski saab ta märgala hooldamise eest toetust kuni 72 eurot aastas.

Hirsijärve märgala pole kuigi liigendatud, mistõttu paljusid märgalaprotsesse seal ei toimu. Näiteks puudub madalaveeline, vohava taimestikuga ala.

Mitmekesisema ülesehitusega on [Haavisto märgala](#), mille pindala on 2,3 ha ja mis on liigendatud mitmeks osaks.



Fotod: Kuno Kasak



Haavisto tehismärgala alguses on suur settebassein (vasakul), mis peale puhastamise ka puhverdab suurvett, tagades ühtlasema vooluhulga ja aidates vältida ülekoormust. Settebasseinist väljudes liigub vesi edasi mööda looklevaid kraave, läbides nii madalamaid kui sügavamaid, nii avaveelisi kui taimestatud alasid (paremal). Varieeruvates tingimustes voolavale veele toimivad erinevad puhastusprotsessid.

Haavisto märgala rajamiseks ei tulnud põllumaad ohverdada. Ala oli seal niigi liigniiske ja selle kuivendamine olnuks keeruline. Seetõttu oli seda veekaitse tehisjärgala rajamiseks sobivaks peetud ka Kiikala ja Suomusjärvi regiooni märgalade ja bioloogilise mitmekesisuse planeeringus.

Märgala rajas kohalik talunik, kes oli ühtlasi ka maa omanik. Kuna maa oli piisavalt suur, korvati peale hoolduskulude – kuni 450 eurot hektari kohta aastas – ka ehituskulud, mis on Soomes maksimaalselt 11 500 eurot hektari kohta (0,3–0,5-hektariste väikemärgalade korral fikseeritult 3226 eurot). Märgala rajaja on kohustatud taotlema selle hooldamise toetust, mis garanteerib kogu investeeringu mõttekuse.

USA spetsialistid on siiski leidnud, et märgatava efekti saavutamiseks peaks tehismärgala ja selle valgla pindala suhe olema vähemalt 2%. Kõik seni vaadeldud märgalad on aga sellest väiksemad. Näiteks Kruusila märgala on ligi 100 korda väiksem,

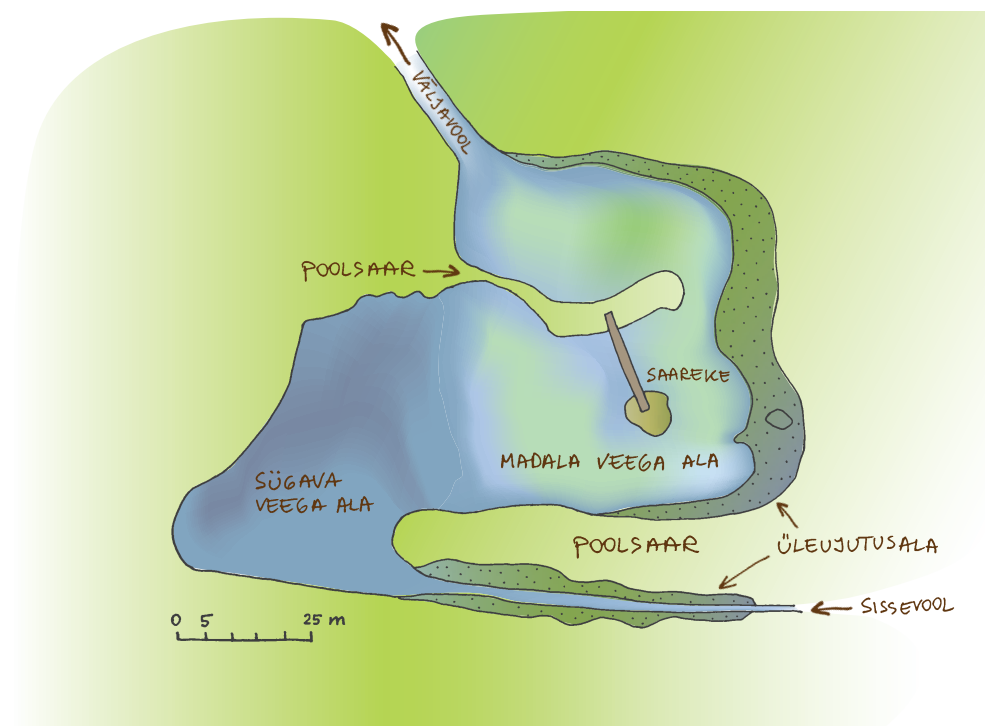
kui on vaja jõevee edukaks puhastamiseks. Ka Haavisto märgalal jääb see suhe vaid ühe protsendi kanti, mis tähendab, et ligikaudu 80% lämmastikust ja fosforist voolab sealt takistamatult läbi. Pessimistlikult võiks seega koguni järeldada, et paljud Soome tehismärgalad on vee puhastajatena tegelikult läbi kukkunud. Paraku pole meil eriti mõõtmisandmeid, mis seda väidet kinnitaksid või ümber lükkaksid.

Tõeliselt hästi puhastab vett 1998. aastal rajatud 0,6-hektarine **Hovi tehismärgala** Vihtijökke suubuval kuivenduskraavil. Märgala ja valgla pindala suhe on tervelt 5% ning 12-hektarine valgla ise on täielikult põllumajanduslik. Kuna pinnas on savikas, voolab põllult ära rohkesti toitaineid, kuid seetõttu oli ka märgala rajamine lihtsam. Enne ehitustööde algust tehti geotehniline analüüs, mis näitas, et pinnase veeläbilaskvus on vaid $1,5 \times 10^{-15} - 3 \times 10^{-7}$ m/s, sarnanedes savi läbilaskvusega. Sellega saadi kinnitus, et põhjavesi on seal hästi kaitstud ja pole hirmu, et märgala ootamatult kuivale jääks.

Kuna Hovi märgalas tehakse veekvaliteedi seiret, on puhastusefekt teada: märgala peab kinni keskmiselt 68% fosforist ja 42% lämmastikust. Puhastusnäitajaid on uuritud ka mujal maailmas ja leitud, et õigesti planeeritud tehismärgala ärastusvõime võib fosfori puhul olla 25-100% ja lämmastiku puhul 20-90%.¹ Hovi tehismärgala on erakordne veel ühest aspektist. Nimelt ei ole märgala hooldatud, kuid sellest hoolimata on puhastusefekt aastate jooksul muudkui paranenud. Kuidas see võimalik on?

Valgla pindala suhtes piisavalt suur märgala tagab selle, et suurvee ajal ei voola vesi sellest niisama üle, vaid allub samuti puhastusele. Aasta keskmisena viibib vesi märgalas tervelt poolteist päeva. Selle aja jooksul voolab vesi aeglaselt läbi pooleteise meetri sügavuse settebasseini ning madala, 0,2-0,6 m sügavuse taimestikuvööndi. Kasvatatavateks märgalataimedeks on laialehine hundinui, kollane võhumõök, metskõrkjas, keraluga ja harilik angervaks. Ehkki taimestik on vihmavaestel perioodidel vahel kuivalegi jäänud, on see aastate jooksul üha paremini kasvama hakanud. Tänu sellele on ka märgala efektiivsus suurenenud. Kuna ökosüsteem reguleerib ise ennast praeguseni hästi, pole olnud vajadust niita taimi ega eemaldada setteid. Tavaliselt selline olukord siiski lõpmatuseni ei kesta ning võib oletada, et millalgi tuleb ka Hovi märgala vähemalt osaliselt puhastada.

Märgala läbimõeldamatu ehitamine võib aga ise olla potentsiaalselt keskkonda reostav tegevus. Kuna Hovi märgala planeeriti otse tugevalt väetatud põllumaale, oli oht, et selle rajamise käigus vabaneb mullast kohe vette suures koguses toitaineid. Seepärast eemaldati kõigepealt ülemine 30 cm paksune mullakiht ning laotati see ümbritsevatele põllumaadele.



Illustratsioon: Eva Parv



Foto: Markku Puustinen

Hovi tehismärgalal voolab vesi aeglaselt läbi pooleteise meetri sügavuse settebasseini ning läbi madala, 0,2-0,6 m sügavuse ala, mis on kohati kaetud paksu taimestikuga.

● Toome Soome kogemuse Eestisse

Kuna tehismärgalade rajamine on andnud Soomes häid tulemusi, on kohalikud elanikud tavaliselt väga rahule jäänud. Valdavalt usutakse, et tehismärgalad kaunistavad maastikku, aidates ühtlasi kaasa soomlastele väga oluliste järvede seisundi parandamisele. Need, kes elavad mere ääres, näevad loomulikult paremini ka märgalade seost Läänemere puhtusega. Paljud vanemad inimesed mõtlevad nostalgiliselt tagasi aegadele, mil kaunilt looklevad puhta veega ojad olid täis kalu ja vähke, ning loodavad, et tänu tehismärgaladele on seda võimalik taastada. Nõnda pole imestada, et nii Kruusila kui paljude teiste tehismärgalade rajamise algatus on tulnud kohalikult kogukonnalt. Tutvunud põhjalikult Soome olukorraga ja kirjanduse põhjal muu maailma kogemusega, julgeme soovitada rajada tehismärgalaid ka Eesti põllumajandusreostuse kinnipüüdmiseks. Et aga tehismärgala on peaaegu viimane meede, tuleks enne selle rajamist kindlasti üle vaadata, [kas abinõud reostuse ennetamiseks on valglal ikka ammendatud](#). Kui kraavis olevat vett muul moel puhtaks ei saa, võiks tõesti kaaluda tehismärgala planeerimist ja projekteerimist.



Foto: Kuno Kasak

Levinuimateks märgalataimedeks on Eestis laialehine hundinui (Typha latifolia, fotol) ja pilliroog (Phragmites australis). Soomes on nende kõrval edukalt kasutatud ka kollast võhumõõka (Iris pseudacorus), metskõrkjat (Scirpus sylvaticus), keraluga (Juncus conglomeratus) ja harilikku angervaksa (Filipendula ulmaria). Et soodustada niisuguste taimede kasvu ja tagada parajalt aeglase veevool taimede ümber, peaks tehismärgala keskmine sügavus jääma vahemikku 0,2–0,4 m. Sageli projekteeritakse märgala mitte väljakuna, vaid piki kraavi.

Peale taimestatud alade tuleks märgalale planeerida ka 1-1,5 m sügavused basseinid, mis ühtlustavad voolu, suurendavad vee viibeaega ja soodustavad osakeste settimist. Erinevalt madalatest aladest tuleks neis basseinides taimede kasvu vältida.

Olenevalt kohalikest normatiividest, topograafiast ja pinnase omadustest võib märgala rajamisel vee suunamiseks kasutada kas kaevetöid või paisude rajamist. Paisud võib ehitada näiteks turbapinnasest, kividest või vajadusel ka betoonist.

[Kui suur peaks tehismärgala olema?](#) Mida suurem on valgla, seda suurem on tavaliselt märgalale langev reostuskoormus ja hüdrauliline koormus. Seetõttu nõuab suurem valgla ka suurema pindalaga märgala. Soome ja USA kogemuse põhjal otsustades peaks tehismärgala pindala olema vähemalt 2% tema valgla pindalast. Täpsemal projekteerimisel võiks lähtuda arvestusest, et läbivoolav vesi viibiks märgalas umbes 1,5 ööpäeva, reoainete kõrge kontsentratsiooni korral aga kauemgi.

Nagu Soomes, nii teeb ka Eestis märgala projekteerimise keeruliseks vooluhulga suur kõikumine. Aastaaegade, näiteks suvise madalvee- ja kevadise suurveeperioodi vahel on suured erinevused.

Avaveeliste süsteemide puhul on Eestis probleemiks ka talvine külm ilm, mis pärsib eriti lämmastiku ärastust, aga ka teisi puhastusprotsesse. Jääkatte tekkimise korral võib märgala ummuksisse jääda, mis pärsib hapnikust sõltuvaid protsesse.

Suurimaid raskusi valmistab aga Eestis see, et põhiosa vett ja ühtlasi reostust kipub märgalasse tulema kevadise suurvee ajal, mil vool on liiga kiire, et osakesed saaksid settida, ja märgalataimede kasv pole veel alanud. Seetõttu on suur oht, et reostus voolab märgalast kiiresti ja puhastumata läbi. Vähe sellest, halvasti projekteeritud märgala korral võib suurvesi varem põhja settinud toitained uuesti üles tuua ja allavoolu kanda.

Nii vooluhulga kõikumise kui ka aastaaegade vaheldumise pärssivat mõju on märgalasse sügavamaid basseine projekteerides võimalik tasakaalustada. Märgala ette võib rajada suurema tiigi, mis külmal aastaajal talitleb vee kogujana, soojemal ajal saadab selle aga märgalasse puhastamiseks. Voolu aitab pidurdada märgala looklev ülesehitus.

Veel üheks Eesti kliimaga seotud probleemiks võib olla soe suvi, mil märgala võib ära kuivada. Selle vältimiseks tuleb märgala projekteerida vettpidavale pinnasele. Kui sellist pinnast pole, tuleks märgala põhi katta kunstliku vettpidava geomembraani või saviekraaniga.

[Kuidas hakkab tehismärgala vett puhastama](#), kui kaevetöid on tehtud ja paisud paigas? Süsteem vajab käivitusperioodi, mis võib kesta mõnest nädalast paarikümne kuuni. Sissetöötamisaeg sõltub kohalikest kliimast, sissevoolava vee keemilistest ja füüsikalistest omadustest ning taimede kasvust. Just taimestiku kiire kasv pärast istutusperioodi tagab sageli süsteemi kiire käivitumise. Üldjuhul on esimesteks avaveeliste märgalade koloniseerijateks mitut liiki vetikad, sest istutatud taimestik on hõre ja päikesevalgus ulatub märgala põhja. Samuti toetab vetikate vohamist vee suur toitainesisaldus. Kuigi vetikad hõivavad märgala vaba veepinna suhteliselt kiiresti, ei suuda nad veest toitaineid kuigi suurel määral eemaldada. Seetõttu tuleb ikkagi oodata soontaimede kasvu.

Peamiseks küsimuseks võib olla hoopis see, [kui palju üks avaveeline tehismärgala maksab](#). Paisu saab tavaliselt ehitada kohalikest pinnasest. Ka istutatavaid taimi pole vaja kaugelt otsida. Nii rajamine kui ülalpidamine on tehniliselt üsna lihtsad tööd. Tehismärgalad võivad seega vett puhastada üsna odavalt.

[Milline on aga tehismärgala eluiga?](#) USAs on Brilliioni (Wisconsin osariigis) ja Great Meadowsi (Massachusettsi osariigis) tehismärgalad edukalt reovett puhastanud juba rohkem kui 80 aastat, kuid seireandmed näitavad, et nende efektiivsus pole sugugi vähenenud.

Kes peaks Eestis tehismärgala hooldama? Kuna Soomes makstakse selle eest toetust, on talunikud sellest väga huvitatud. Kui maaomanikke on üks, on tema tavaliselt ka märgala hooldaja ning saab selle eest rahalist toetust. Kui märgalal on aga mitu maaomanikku, võib kohustuste ja toetuste jagamine keeruliseks minna. Sage praktika on selline, et üks omanikest rendib teiste maad endale, vastutab märgala hooldamise eest ja saab ka kogu toetuse. Eestis, kus märgalatoetusi pole veel kehtestatud, tuleb loota eelkõige talunike entusiasmile, kohustusi ei saa esialgu kellelegi seada.

● Tehismärgaladel on palju lisaväärtusi

Eespool oli juttu, et enamik Soome tehismärgalaid on liiga väikesed, et arvestataval määral vett puhastada. Kas me peaksime sellest järeldama, et investeeringud on tühja läinud? Võib-olla tuleks need märgalad likvideerida või suuremaks ümber ehitada?

Tegelikult pole soomlased kunagi tehismärgalaid rajanud üksnes selleks, et veereostust kõrvaldada. Vee puhastamine on vaid üks märgala mitmest funktsioonist.

Nuppulankulma avaveeline tehismärgala rajati muuhulgas **märgalaelustiku kaitse** eesmärgil. Sealne piirkond on osa Soome rahvuslikust märgalade kaitse programmist ja Natura 2000 võrgustikust. Ka Hirsijärvi tehismärgala, mille rajamise eest talunik kompensatsiooni ei saanud, pole ehitatud mitte niivõrd reostuse kõrvaldamiseks, vaid eelkõige elurikkuse suurendamiseks ja maastiku rikastamiseks. Enamik Soome umbes 2000-st tehismärgalast ongi rajatud eeskätt elurikkuse kaitseks, sest seoses suuremõtmeliste kuivendussüsteemidega vajavad just märgalataimed ja -loomad erilist tähelepanu.



Foto: Kuno Kasak

Haavisto tehismärgalal kasvab jõudsalt Lõuna-Soomes üha haruldasemaks jääv soomurakas (Rubus arcticus). Eestis on soomurakas looduskaitsealune liik.

Kui arvestada, et võrdlemisi hõreda inimasustusega Soome on elurikkuse kaitseks väga edukalt hulganisti tehismärgalaid rajanud, siis veelgi olulisem võiks see olla tihedalt asustatud piirkondades, kus ülekaalus on linlikud ja intensiivselt majandatavad maastikud. Näiteks Lääne-Euroopas võivad tehismärgalad osutada väga tähtsateks elurikkuse saarekesteks, taimede ja loomade pelgupaigaks.

Mõnedest Soome tehismärgaladest on kujunenud lausa omamoodi **turismiobjektid**, mida käivad uudistamas sajad inimesed. Linnuvaatlustornide ja sillakeste rajamise teel muudetakse neid veelgi atraktiivsemaks, mis avab võimaluse kasutada põllumajanduslikke tehismärgalaid ka muuks otstarbeks, sealhulgas vaba aja veetmiseks.

Peale vee puhastamise, elurikkuse suurendamise ja muude väärtuste on hästi majandatud avaveelisel tehismärgalal otsene lisaväärtus ka talunikule endale. Paljud Soome talumehed on rajanud tiike, et kasvatada seal näiteks karpkala või kokre. Üks ja sama veekogu võib üheaegselt edukalt toimida nii **kalatiigi** kui reoveepuhastina.



Foto: Heidi Öövel

Hirsijärvi avaveeline tehismärgala ei kujuta endast tegelikult mitte niivõrd reoveepuhastit, kui ujumistiiki, kuhu on asustatud ka kalu ja jõevähke. Alates märgala rajamisest 2008. aastal on vähipopulatsioon pidevalt kasvanud ja saak parasjagu nii suur, et katab pererahva vajaduse.

Peamisteks kalaliikideks, keda Eesti talunikele tehismärgaladesse soovitada, on karpkala, linask, haug ja vikerforell. Vikerforelli ja teiste rohkelt hapnikku vajavate kalade jaoks on eeliseks tiigi paiknemine vooluveekogul. Kuid et kalakasvatus on keeruline teema, peavad sellealased praktilised nõuanded käesolevast raamatust välja jääma. Küll aga soovitame huvilistele Eesti Maailikooli käsiraamatut „Kalakasvatus ja kalade tervishoid“.

Tehismärgalaid saab kasutada ka **veereservuaarina**, kust põuaperioodil näiteks kastmisvett ammutada.

Oskusliku majandamise korral võib talunik kasu lõigata märgala põhjast eemaldatud setetest ja niidetud taimedest. Harilikku pilliroogu on Eestis juba sajandeid kasutatud **ehitusmaterjalina**. Põhiliselt ehitatakse roost katuseid.



Fotod: Pille Sedman

Rookatuse ehituseks valmistatakse pilliroost kimbud. Kuna roog ise on energiasäästlik ja hea soojustusmaterjal, võib selle alla lisatav soojustus olla minimaalne või üldse puududa. Üldjuhul on rookatuse keskmine eluiga 60-80 aastat, kuid regulaarse hooldusega on seda võimalik pikendada.

Peale selle, et pilliroost tehakse katuseid, on see ehitusel kasutusel soojustusmaterjalina, heliisolatsioonimaterjalina ja siseviimistluses krohvimisalusena. Tartu Ülikooli teadlaste hinnangul saab ühelt täielikult pillirooga kaetud hektariselt märgalalt materjali kuni kahe eramu katuseks või kolme eramu soojustamiseks. Pilliroogu kasutatakse ka aianduses ja haljastuses **multšina**, mis takistab umbrohu vohamist, hoiab pinnases niiskust ja ühtlasemat temperatuuri.

Teine oluline tehismärgalade taim, hundinui, on kasutusel eeskätt kergsaviplokkide täitematerjalina, soojustusplaatides ja savikrohvi armatuurkiuna. Täielikult hundinuiaga kaetud tehismärgala ühelt hektarilt saab hundinui maapealset biomassi nii paljude kergsaviplokkide tarbeks, et sellest piisab kuni kolmele väiksemale ühepereelamule ja tõlvikutest kiudu kuni 25-le väiksemale ühepereelamule.

Märgalataimi niidetakse enamasti talvel, mil varred on kuivad ja märgala kattev jää annab võimaluse kerge niitmismasinaga neile ligi pääseda. Talvel saadava pilliroo kogus on keskmiselt 0,6-1 kg/m² ja hundinui 0,3-1,4 kg/m².¹⁵

¹⁵ Maddison, M., Soosaar, K., Mauring, T., Mander, Ü., 2007. Cattails And Reeds Produced In Wastewater Treatment Wetlands In Estonia As Raw Material. International Conference on Multi Functions of Wetland Systems, Italy, 2007.

● Ruumipuudusel puhastab vett pinnasfiltersüsteem

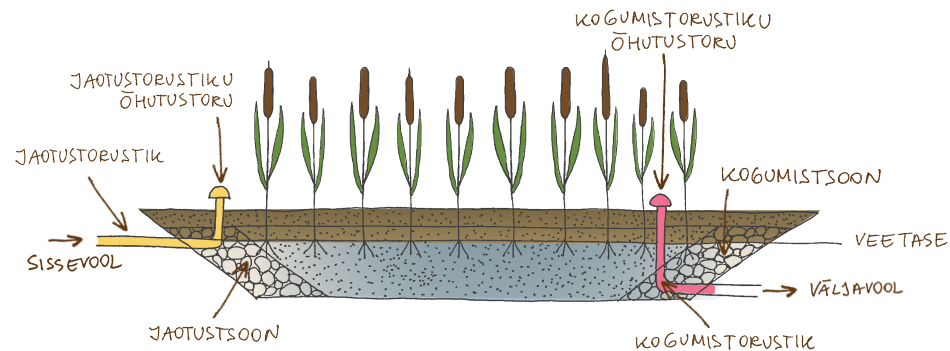
Kui avaveelise tehismärgala pindala peab olema 2-5% valgla pindalast ja selleks tuleb ohverdada väärtuslik põllumaa, võib see halvemal juhul kaasa tuua põllumajandusest saadava tulu kahe- kuni viieprotsendise vähenemise. Seega, kui märgala lisaväärtust ei anna ja selle rajamiseks sobivat tühermaad kuskilt võtta pole, võib avaveelisest süsteemist mõistlikumaks osutuda pinnasfiltersüsteem, milles reovesi suunatakse läbi spetsiaalse filterkeha. Kuna pinnasfiltersüsteemid ei külmu nii kergesti kui avaveelised märgalad, töötavad need ka talvel.

Pinnasfiltersüsteemid on mõeldud eeskätt punktreostusallikatest tuleva reovee puhastamiseks. Vastav tehnoloogia areneb aga praegu nii kiiresti, et lähiaastail pole välistatud kulutõhusate lahenduste teke põllumajandusliku hajureostuse kõrvaldamiseks.

Pinnasfiltri asukohavalik sõltub enam-vähem samadest teguritest kui avaveelistel tehismärgaladel. Pinnasfiltri põhi tuleb isoleerida, et vältida saasteainete imbustumist põhjavette. Niisiis on mõistlik rajada ka pinnasfilter sellisesse kohta, kus on olemas looduslik isolatsioon ehk vettpidav kiht. Ent kuna avaveeliste märgaladega võrreldes on pinnasfiltrid palju kordi kompaktsemad ja süsteemi pindala väike, võib taskukohane olla selle rajamine ka liiva- või lubjakivipinnasele, kas või karstialale, kattes põhja kunstliku saviekraani või geomembraaniga. Lisaks saab neid tänu väikestele mõõtmetele ka soojustada, et süsteem ka talvel hästi töötaks.

Pinnasfiltri võib projekteerida kas horisontaalse või vertikaalse läbivooluga. Mõlemal juhul puhastub reovesi filtrist läbi voolates. Filtri graanulitel on veega väga suur kokkupuutepind. Samal ajal on vee vool aeglustatud, mis jätab aega nii füüsikaliste, keemiliste kui bioloogiliste protsesside toimumiseks. Eriti oluline on voolu aeglustumine fosfori püüdmiseks täidismaterjalile. Siiski ei ole filtermaterjal nii tihe, et reovee läbivoolu liigselt takistada. Tavaliselt kasutatakse filtermaterjalina kergkruusa, peeneteralist kruusa, purustatud kive või liiva.

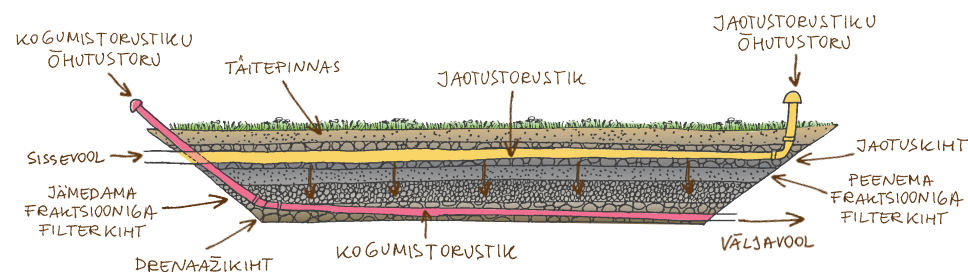
Lihtsaim süsteem on **horisontaalse läbivooluga pinnasfilter**, milles reovesi juhatakse läbi filtermaterjaliga täidetud basseini. Aeroobse ja anaeroobse tsooni piiril, oksükliinis, toimub lämmastikuärastuseks vajalik denitrifikatsioon. Selle lõppetappides peab lämmastik orgaanilise aine abil redutseeruma. Seetõttu on suurema orgaanilise reostuse korral lämmastiku ärastus tõhusam.



Illustratsioon: Eva Parv

Horisontaalse läbivooluga pinnasfilter on tavaliselt taimestatud ja veetase jääb seejuures allapoole filtermaterjali pealispinda. Seetõttu on filtris olemas nii aerobne kui ka anaerobne tsoon ja puhastusprotsesse toetavad ka taimed.

Üks tähtsamaid tegureid reovee puhastamisel on piisava hapnikuvarustuse tagamine mikroorganismidele. Vee paremaks õhustamiseks projekteeritakse vertikaalse läbivooluga pinnasfiltreid, milles vesi juhitakse täidismaterjalile ülalt. Niisugune vertikaalne filterkeha koosneb tavaliselt mitmest kihist, millest igaühel on erinev terasuurus. Reeglina pannakse kõige alumisse kihti suurima terasuurega materjal, millel on ka suurim hüdrauliline juhtivus. Selline ehitus tagab vee kiire äravoolu ja ühtlasi hapniku kaasatõmbamise pinnasfiltrisse. Selline õhustamisemeetod on väga lihtne ja väikese energiatarbega. Nii nagu horisontaalvoolulise pinnasfiltri puhul saab ka vertikaalvooluliste pinnasfiltrite efektiivsust suurendada neid taimestades, sest taimedel on oluline osa puhastusprotsesside toetamisel.



Illustratsioon: Eva Parv

Vertikaalse läbivooluga pinnasfiltrid rajatakse mitmest erineva terasuurega materjali kihist, mis tagab vee kiire äravoolu ning filterkeha hapnikuga varustatuse.

Fosforiärastus toimub pinnasfiltrites põhiliselt adsorbeerumise teel täitematerjalile. Nimelt seondub fosfaat hästi täitematerjalis leiduvate metalli ioonidega, enamasti raua, alumiiniumi, magneesiumi või kaltsiumi ioonidega. Tavaline täitematerjal sisaldab neid metalle aga üsna piiratult ja seetõttu ei tarvitse ka fosfori ärastus kuigi tõhus olla.

Fosfori sidumise efektiivsust saab suurendada aktiivse täidismaterjaliga. Üheks niisuguseks on Norras spetsiaalselt veepuhastuses fosfori ärastamiseks väljatöötatud aktiivne kergkruus *Filtralite*[®]-P. Fosfori sidumist soodustab väga aluseline reaktsioon (pH>10), samuti suur kaltsiumi- ja magneesiumisisaldus. *Filtralite*[®]-P terasuurus on tavaliselt vahemikus 0,5-4,0 mm, kuid vee paremaks läbilaskmiseks kasutatakse mõnel juhul materjali, mille terasuurus on vähemalt 2 mm. Graanulite efektiivne poorsus on 40%. Norras tehtud uuringute põhjal suudab üks kilogramm *Filtralite*[®]-P-d siduda 3-4 g fosforit.¹⁶ *Filtralite*[®]-P puudusteks on kõrge hind, kiire küllastuvus ja vee pH tõus. Seetõttu on selle materjali kasutamine Eestis ebaotstarbekas.

Suurem potentsiaal fosfori ärastajana on Eestis põlvkivituhal ja tuhaplatoo settel, mis kalli *Filtralite*[®] iga võrreldes on Eestis saadaval tasuta. Hüdratiseerunud tuh sisaldab reaktiivseid kaltsiumirikkeid mineraale, millest tähtsaimad on etringiit ja portlandiit. Ühes Tartu Ülikooli eksperimendis võrreldi mitmesuguste liivade, kruusade, Eestis toodetud kergkruusa, purustatud tuhaploki, lendtuha ja põlvkivi tuhaplatoo sette fosfori ärastamise võimet.¹⁷ Parima tulemuse andsid purustatud tuhaplokk, lendtuhk ja põlvkivi tuhaplatoo sete, mis sidusid ligikaudu 4 g P/kg. Teises Tartu ülikooli katses eemaldas purustatud tuhaplatoo sete kuni 90% hallvees (reovesi, mis ei sisalda tualetist tulevat vett) olevast fosforist, samal ajal kui *Filtralite*[®]-P vastav näitaja oli ainult 40%.¹⁸ *Filtralite*[®]-P puhastusefektiivsus vähenes veelgi suurema vooluhulga korral, seevastu tuhaplatoo sette puhastusefektiivsusele vooluhulga kõikumine negatiivset mõju ei avaldanud.

Filtermaterjal võib aeg-ajalt ummistuda. Samuti ammendab end aja jooksul selle fosfori sidumise võime. Kui süsteem enam vett läbi ei lase või seda enam piisavalt ei puhasta, tuleb filtermaterjal välja vahetada. Toitainetest küllastunud filtermaterjali võib näiteks põllule laotada. Kuna filtermaterjaliga seondunud toitained on üldiselt taimedele omastatavad, toimib süsteemist eemaldatud materjal väetisena. Peale selle aitab sisseküntud filtermaterjal mulda õhustada.

Tuhaplatoo sette nagu ka *Filtralite*[®]-P puuduseks on väljavoolava vee aluselisus (pH>9), mida saab aga järelpuhastuses vähendada näiteks turbafiltri abil.

16 Ádám, K., Sövik, A.K., Krogstad, T., 2006. Sorption of phosphorous to Filtralite-PTM – The effect of different scales. Water Research, 40:1143-1154.

17 Vohla, C., Pöldvere, E., Noorvee, A., Kuusemets, V., Mander, Ü., 2005. Alternative filter media for phosphorus removal in a horizontal subsurface flow constructed wetland. Journal of Environmental Science and Health A, 40:1251-1264.

18 Kasak, K., Karabelinik, K., Köiv, M., Jenssen, P.D., Mander, Ü., 2011. Phosphorus removal from greywater in an experimental hybrid compact filter system. Water Resources Management VI, WIT Transactions on Ecology and the Environment 145:649-657.



Fotod: Kuno Kasak

Vasakul on spetsiaalselt fosfori ärastuseks toodetav filtermaterjal Filtralite®-P, mille graanulid on läbimõõduga kuni 4 mm. Põlevkivitööstuses ülejään purustatud tuhaplatoo sete (paremal), osakeste läbimõõduga 5–20 mm, võiks aga potentsiaalselt töötada nii odavamana kui ka tõhusama puhastusmaterjalina. Pealegi ei lähe filter suurema filtermaterjali kasutamisel nii kiiresti umbe.



Fotod: Indrek Talpsep (vasakpoolne ja keskmine)
Foto: Kuno Kasak (parempoolne)

Soomes katsetatakse fosfori sadestamiseks lahustuva raudsulfaadi graanuleid, mille dosaator on näha vasakpoolsel pildil. Sulfaat loob happelise keskkonna, mis soodustab fosfaadi seondumist raud(III)ioonide külge, misjärel need settivad välja. pH tõusu ehk happelisuse vähenemise korral tekib aga oht, et väljasettinud fosfor vabaneb uuesti ja põhjustab väga kontsentreeritud reostuse. Parempoolsel pildil on näha puhverlodu, kus fosfor on koos rauaga välja settinud.

Kui aktiivfiltermaterjal basseini põhja kuhjata, võib see suurveega allavoolu kanduda ja seega kaotsi minna. Ent kuna materjal on kallis, ei saa selle raiskamist lubada. Et graanulid on keemiliselt väga tugevatoimelised, võivad nad allavoolu liikudes ja vee happesust järsult muutes sealse elustiku hävitada. Seetõttu tuleb enne aktiivfiltrite kasutamist asjatundjatega nõu pidada. Graanulite säästmiseks ja täpsemaks doseerimiseks katsetatakse Soomes hea veeläbilaskvusega kotte, mis riputatakse voolusängi. Allapoole suunatud koonusekujulise tipuga kott tagab ka selle, et suurema vooluhulga ja kõrgema veeseisu korral lastakse vette tunduvalt suurem kemikaalikogus. Et vähendada ohtu allavoolu jäävale elustikule, võiks aktiivfiltri taha projekteerida kas settebasseini või puhverlodu, milles veel oleks aega neutraliseeruda.

Kuna keemiliselt aktiivsed märgalafiltrid on praegu alles katsetamisjärgus, ei ole nende kasutamise kohta võimalik veel konkreetseid soovitusi anda. Seetõttu tuleb iga uue süsteemi rajamisel konsulteerida spetsialistidega ja teha põhjalikku seiret.

Kas talunikul on märgala rajamine rahaliselt võimalik?

- Veekaitseprojekte rahastab Keskkonnainvesteeringute Keskus

Oleme jõudnud arusaamisele, et tehismärgalad on ilmselt parimaks lahenduseks, kuidas püüda uuesti kinni juba veekogusse sattunud põllumajandusreostus. Meie tehtud intervjuude põhjal peavad põllumajandustootjad keskkonnaküsimusi, sh veekogude puhtust, väga tähtsaks. Ent kui Soomes maksab tehismärgala rajamine tuhandeid eurosid hektari kohta, tuleb küllap ka Eestis selle eest tuhandeid eurosid välja käia. Paraku pole ei Soomes ega Eestis talunikel piisaval hulgal vaba raha niisuguseks mittetootlikuks või vähetootlikuks investeeringuks. Seega tekib küsimus, kuidas on tehismärgalade rajamine praktiliselt võimalik.

Soomes rajavad talunikud tehismärgalasid massiliselt. 2011. aastal oli neid umbes 2000 kogupindalaga kuni 1000 ha. See on üks standardiseeritud keskkonnameetmeid. 700–800 tehismärgala rajamist on rahastatud ELi põllumajandustoetustest. Peale rajamiskulu hüvitamise makstakse Soome talunikele ka märgalade hooldamise eest kuni 450 eurot hektari kohta.

Eestis kuni 2013. aastani tehismärgalade rajamist ega hooldamist toetatavate keskkonnameetmete hulgas kahjuks pole. Selle raamatu kirjutamise ajal pole veel teada, kas see tuleb maaelutoetuste järgmisse perioodi või mitte. Seetõttu tuleks seni hankida lisaraha mujalt.

Peamiseks allikaks, kust tehismärgalade rajamiseks võiks raha taotleda, on Keskkonnainvesteeringute Keskuse (KIK) veeprogramm, mida omakorda kaasrahastab ELi ühtekuuluvusfond. 2012. aastal finantseeritakse maaparandussüsteemide eesvooludele ja ühiseesvooludele märgalade rajamist, kui projekti tulemusena mõjutatakse looduslikku veekogu, mille seisund on kesine, halb või väga halb. Niisugused valglad katavad paraku enamiku Eestist, sest teiste hulgas on kesine ka Peipsi järve, Pärnu jõe ning Matsalu ja Haapsalu lahe seisund ja suisa halb näiteks Keila jõe ja Pihkva järve seisund. Seega vajavad toitainekoormuse vähendamist kõik Eesti suuremad valglad ning KIK rahastab põhjendatud taotluste alusel tehismärgalade rajamist nende valglate kuivendussüsteemidele. Olulisimaks taotluse hindamiskriteeriumiks on rajatava märgala mõju veekogude seisundile, kusjuures esmatähtis on lõheliste ja karpkalalaste elupaikade ning Natura 2000 jõgede tervendamine.

2012. aasta seisuga oli aga üheks rahastamise nõudeks see, et valgla pindala oleks vähemalt 25 km². Paraku pole võimalik leida niisugust vähemalt 25 km² suurust valglat, mis oleks kaetud põllumaaga. Järelikult voolaks sellisesse tehismärgalasse peale põldudelt pärineva reostunud vee ka metsadest, soodest ja rohumaadest tulevat puhast vett, mis segaks reostuse väljapuhastamist. Ühtlasi peaks tehismärgala, mis puhastaks 25 km²-lt pärinevat vett, olema hiiglasliku, 50-100-hektarise pindalaga ja selle ehitus maksaks ilmselt miljoneid eurosid. Võib-olla tuleks selle finantsmehhanismi kasutamiseks planeerida 25 km² suurusele valglale paarikümnest paarihektarist tehismärgalast koosnev võrk, mis siis tervikuna allavoolu jäävat jõge tõesti puhastada suudaks. Igatahes tuleb nentida, et Eesti põllumajandustootjad vajavad jõukohasemaid finantseerimiskriteeriume, eelkõige selliseid, mis lubaksid rajada märgalaid ühekaupa. Seetõttu peame esialgu ootama lihtsamini teostatavaid ja tõhusamaid rahastamiskriteeriume.

● Talunikud ootavad riigilt rohkem tuge

Praegune KIKi kaudu toimiv tehismärgalade rahastamise skeem sobib hästi kohalikele omavalitsustele ja mõnedele spetsiifilistele asutustele, kellel on piisavalt kogunud haldusaparaat, et tegeleda mahuka projektidokumentatsiooniga. Näiteks kuuluvad nõutavate taotlusdokumentide hulka eelprojekt, maaomandi tõend, keskkonnamõju eelhinnang, keskkonnaameti arvamus selle eelhinnangu kohta, taotluse hindamisindikaatorite väärtused ja veel terve hulk dokumente. Taluniku jaoks võivad need nõuded liiast olla.

Loodetavasti muutub tehismärgalade rajamine pärast 2013. aastat talunike jaoks lihtsamaks. Kui selguvad kõige kulutõhusamad lahendused, on võimalik kokku leppida, kuidas saaksid talunikud ühtsete põhimõtete järgi PRIAst ja MAKi raames tehismärgalade rajamise toetusi taotleda, nii nagu see toimub teiste keskkonnatoetuste puhul. Üheks

lihtsaks lahenduseks võiks olla ühtse pindalatoetuse laiendamine tehismärgaladele, kuid sellisel juhul tuleks nii tehismärgala kui ka selle pindala täpselt defineerida.

Küsisime põllumajandustootjatelt, milline oleks nende valmisolek tehismärgaladega tegeleda. Valikukriteeriumiks võtsime uuritavate aktiivsuse ja uuendusmeelsuse, sest need omadused oleksid sellise suhteliselt uue lahenduse kasutusele võtmisel otsustavad. Vastates küsimusele, milline on suurim põllumajandusega seotud keskkonnarisk, pidas enamik põllumajandustootjaid põhiliseks probleemiks ebaõiget väetisekasutust, pestitsiidide ja sõnnikumajandust (aunad, hoidlad). Nii selles valdkonnas kui ka lahenduste otsimisel küsimusele, kuidas talunik saaks kaasa aidata jõgede, järvede ja mere puhtamaks muutmisele, polnud mõneti üllataval kombel mahe- ja tavatootjate arvamuste erinevus kuigi suur.

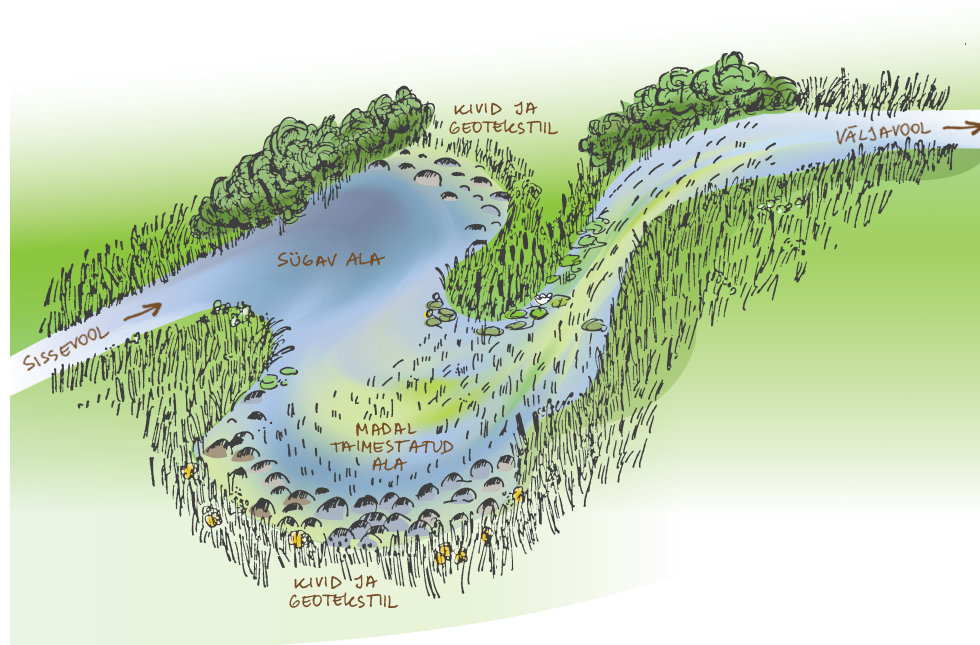
Mis puudutab vabanemist juba keskkonda sattunud reostusest, siis polnud kolmveerand vastajatest kursis võimalusega rajada tehismärgalaid. Tõsi, mahetootjate seas on teadlikkus veidi parem. See näitab, et teavitustöö on väga tähtis.

Kuna tehismärgala rajamisega kaasnevad mitmesugused hüved, oli huvitav teada saada, mida konkreetselt tähtsaks peetakse. Ka siin polnud tava- ja mahetootjate vahel kuigi suurt erinevust. Kõige rohkem huvitas talunikke veepuhtus ja pakutud võimalustest kõige vähem pilliroo ja hundinuia kasutamine ehitusmaterjalidena. Tõenäoliselt vajaksid need veel lisaks eraldi populariseerimist. Kui panna huvipakkuvad asjad kahanevasse järjekorda, alustades kõige kõitvamast ja lõpetades kõige vähem huvipakkuvaga, oleks hüvede edetabel selline: vee puhtus, mitmekesisem maastik ja rikkalikum elustik, kalakasvatuse (vähikasvatuse) võimalus, märgala tutvustamine huvilistele, sette kasutamine väetisena, tehismärgala kasutamine supluskohana ning pilliroo ja hundinuia kasutamine ehitusmaterjalidena. Küll aga pidasid mahetootjad sette kasutamist väetisena olulisemaks kui tavatootjad.

Kui Soome eeskujul asuks ka Eesti toetama märgalade rajamist ja hooldamist, oleks see kindlasti lisapõhjus, miks sellist veekaitsemeedet kasutada. Vaid kaks kolmekümnest küsitlusest arvas, et jätkaks vajaduse korral ühel või teisel põhjusel sellise tehismärgala rajamata. Küll aga lahkesid arvamused selle kohta, kui suur peaks olema kompensatsioon (eurot aastas), mille eest põllumajandustootjad oleksid nõus ohverdama 1 ha põllumaad tehismärgalale. Üks vastaja arvas, et 1 ha põllumaa tehismärgalaks tegemise eest oleks paras saada 3000-4000 eurot; teises äärmuses olid need, kes arvasid, et väiksemate märgalade rajamise eest nad raha ei küsiks või küsiksid sümboolse summa, näiteks ühe euro. Arvati veel, et paslik oleks saada 2000, 500, 250, 200, 100 või 50 eurot.

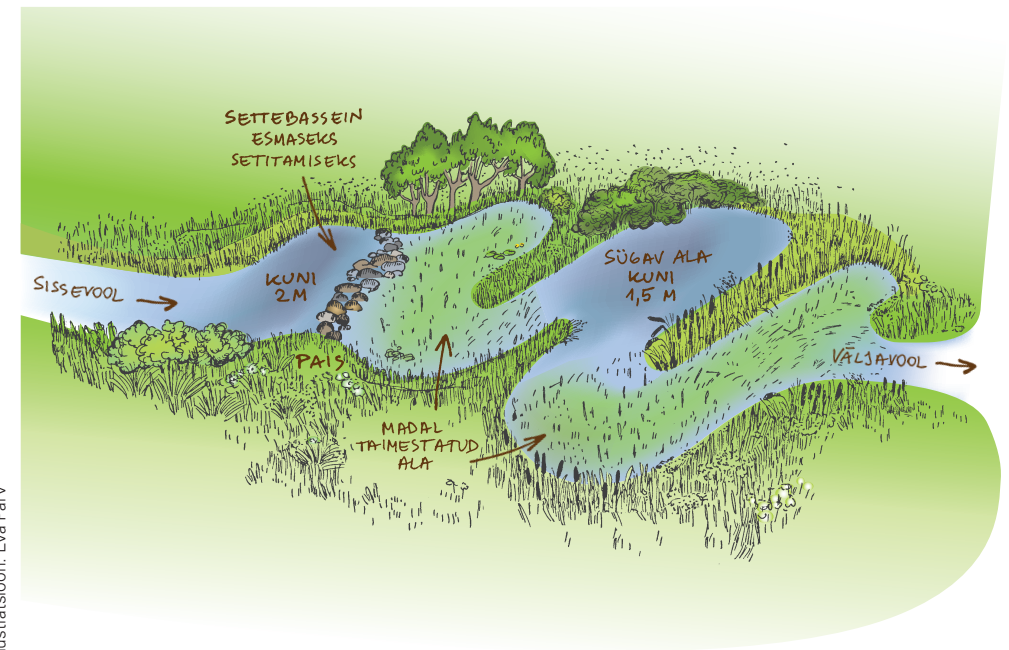
Seega, tehismärgalade kasutuselevõtule aitaks kindlasti kaasa kõiksuguste takistuste, nagu raha, seadmete ja oskusteabe puuduse kõrvaldamine.

Lisa 1. Soovituslikke tehismärgalade lahendusid



Illustratsioon: Eva Parv

Sellise ülesehitusega süsteem aitab kuivenduskraavis vee viibeaega pikendada. See omakorda tagab osakeste settimise ning toitainete omastamise taimede poolt. Loodetuleb kaldaerosiooni takistamiseks kindlustada kas kivide või geomembraaniga. Madal ala tuleks taimestada kas laialehise hundinuia (*Typha latifolia*) või pillirooga (*Phragmites australis*).



Illustratsioon: Eva Parv

Sellise ülesehitusega süsteem aitab peakraavis vee viibeaega pikendada. See omakorda tagab osakeste settimise ning toitainete omastamise taimede poolt. Loodetuleb kaldaerosiooni takistamiseks kindlustada kas kivide või geomembraaniga. Madal ala tuleks taimestada kas laialehise hundinuia (*Typha latifolia*) või pillirooga (*Phragmites australis*).

Lisa 2. Ekspertid, kes võivad tehismärgalade rajamisel abiks olla

Kuno Kasak – SA Eestimaa Looduse Fond
Indrek Talpsep – SA Eestimaa Looduse Fond
Alar Noorvee – OÜ Alkranel
Elar Pöldvere – OÜ Alkranel
Kristjan Karabelnik – OÜ Alkranel

SA Eestimaa Looduse Fond – telefon: 7428443; e-post: elf@elfond.ee;
koduleht: www.elfond.ee
OÜ Alkranel – telefon: 5289175; e-post: info@alkranel.ee;
koduleht: www.alkranel.ee

OÜ Alkranel tegeleb ka projekteerimisega.

Lisa 3. Soovituslikku lisalugemist

Mari Kaisel, Kaupo Kohv, "Metsakuivenduse keskkonnamõju", 2009
Balti keskkonnafoorum, "Läänemeri – meie ühine ja kordumatu aare", 2009
Alar Noorvee jt, "Kombineeritud pinnasfiltersüsteemide ja tehismärgalapuhastite rajamise juhend", 2007
Toomas Timmusk, "Eesti riikliku arengukava raames maaparanduslike abinõude uuring kuivendatud maatulundusmaalt pärineva hajureostuse vähendamiseks", 2007
Põllumajandusministeerium, "Juhend maaparandussüsteemi keskkonnakaitserajatiste kavandamiseks", 2007
Tiit Paaver jt, "Kalakasvatus ja kalade tervishoid", 2006
Vello Luts, "Sõnnikuhoidlate ehitamine", 2006
Merje Lesta, "Avaveeliste märgalapuhastite rakendamise eelduste analüüs Eestis", 2004 (magistritöö)
Ökoloogiliste Tehnoloogiate Keskus, "Ökoloogiliste reoveekäitluse meetodite rakendamise juhend", 2003
Ökoloogiliste Tehnoloogiate Keskus, "Tiigi ja märgala rajamine", 2001

Kõik teosed on kättesaadavad ka internetist.

