

Kasutatud ravimuda või kvaliteedile mittevastava ravimuda kasutusvõimaluste määratlemine

Kai Künnis-Beres

Ravimuda on Eesti oluline resurss ja mudaravi ajalooliselt üks Eesti turismimajanduse aluseid. Kui Eestis ei oleks ravimuda, ei saaks me praegu rääkida rohkem kui 200-aastasest järjepidevast spaatraditsioonist. Mudaravi kuulub raviprotseduuride hulka ka mujal maailmas, kus sellist ressursi esineb. Seega on raviomadustega järve- ja meremudaga tegelemine aktuaalne ka tänapäeval. Kui seni on käsitlust leidnud muda kvaliteet, maardlate kaitsmine inimtegevusest põhjustatud reostuse eest ning raviprotseduuride arendamine, siis kaasajal on lisandunud vajadus peale põhikasutust ressursse taaskasutada, ringlusse võtta või muul moel loodust sääsvalt utiliseerida. Just see viimane tegevusvaldkond ehk tootmis-kasutamistsükli osa on ravimuda puhul määratlemata.

Eesti ravimudade lühiiseloostus ja omadused

Eesti rannikulahtedes ja järvedes leidub suurtes kogustes muda, järvedes järvemuda ehk *sapropeeli* ja Lääne-Eesti merelahtedes meremuda ehk *peloidi*. Muda on tekkinud mitmete looduslike protsesside koostoimel: veekogudesse satub maismaalt liiva ning molli- ja saviosakesi, seal elutsevad organismid muudavad ja rikastavad settinud massi (oma elukeskonda), valglalt sissekantav orgaaniline materjal (taimede jäänused jne) settib lahtedes, laguneb seal bioloogilistel ja füüsikalistel põhjustel, suurendab sette mahtu ja rikastades seda orgaanilise ainega.

Enamik kasutusel olevaid ja olnud Eesti ravimuda leiukohti paiknebki just suhteliselt madala veega merelahtedes (Haapsalu, Käina, Mullutu-Suurlaht, Voosi) ja järvedes (Väraska laht, Ermistu järv, Kahala järv). Suurim raviotstarbelise järvemuda aktiivne tarbevaru on Värskas (1007 000 t). Suurima meremuda varuga maardla on Mullutu-Suurlaht (919 000 t), järgnevad Käina laht (274 000 t) ja Haapsalu laht (162 000 t). Kaevandamislooga ravimuda tarbevaru on Eestis viimastel andmetel kokku üle 600 000 tonni (*Terasmaa jt. 2015*).

Mudade litoloogiline ja geokeemiline koostis

Mudastruktuuri moodustavad peamiselt kristallskelett, kolloidkompleksid ning vedel mudalahuse faas. Faaside koostis ja vahetõrje määrab ära ravimudade põhiomadused (*Gomes et al., 2013*).

Eesti ravimudana kasutatavate mudade litoloogiline koostis erineb maardlate lõikes üsna suurel määral. Ermistu järve muda on väga orgaanikarikas – orgaanika keskmine sisaldus 52,3%, mineraalainet keskmiselt 43,7% ja karbonaate 4,1%. Väraska lahe mageveeline muda on pigem mineraalne –

keskmiselt 57,5% mineraalainet, orgaanikat keskmiselt 38,8% ja karbonaate 3,7%. Meremudadest on kõige orgaanikarikkam Mullutu-Suurlahe muda - keskmiselt 33,9% orgaanilist ainet, 32,7% mineraalset ainet ja 33,4% karbonaate. Haapsalu Tagalahe muda on peamiselt mineraalne – mineraalset ainet keskmiselt 85,2%, orgaanilist ainet 11,7% ja karbonaate 3,1%. Käina laht on käsitletud kolmest meremuda maardlast kõige mineraalsema settega – mineraalset ainet keskmiselt 91,4%, orgaanilist ainet keskmiselt 6,5% ja karbonaate 3,7%. Kõik protsendid on esitatud muda kuivkaalu kohta. (*Terasmaa jt. 2015*)

Mudaosakeste terasuurused on arusaadavatel põhjustel oluline ravimuda parameeter (muda ei tohi nahka vigastada), millele on seatud ka piirnõrvid. Näiteks ei tohi fraktsiooni 0,1–1,0 mm olla raviotstarbel kasutatavas järvemudas üle 2% ja meremudas üle 3%. Suuremaid kui 1,0 mm osakeste esinemine ravimudas pole lubatud. (*Tervisekaitseõuded...2002*)

Ohtlike ainete sisaldus. Ohtlikest ainetest on nii veekogudes kui mudas kõige levinumad *raskemetallid*, *polüaromaatsed süsivesikud* (PAH-d) ja *pestitsiidide* jäägid. Kõige levinum raskemetall oli veel hiljuti nii pinnases kui veekogude setetes plii (Pb), mis pärines mootorikütustest. Nüüd kui Pb sisaldusega üldkasutatavad kütused on keelustatud on ka Pb sisaldus keskkonnas langustrendis. Kasutatud ravimuda utiliseerimisviiside valikul võib tekkida vajadus muda täiendavalt analüüside, sel juhul on mõistlik lähtuda, nii nagu ka ravimuda kasutuselevõtu ohutuse hindamisel, pinnasele ettenähtud piirväärtustest (*Ohtlike ainete...2019*).

Hiljutiste uuringute käigus tuvastati kõrgeim plii (Pb) sisaldus Ermistu järve mudas (kuni 90 ppm), mis ületas pinnase sihtarvu (50 ppm), kuid mitte piirarvu (100 ppm). Mullutu-Suurlahes on laaneserva. Kõige väiksemad Pb sisaldused tuvastati Käina lahes ja Haapsalu lahes, vastavalt kuni 20 ppm ja 35 ppm. Värska lahes jäi Pb sisaldus pea kogu maardla ulatuses sihtarvu tasemele, kas sellest alla või seda veidi ületades (kuni 60 ppm). (*Terasmaa jt. 2015*)

PAHd satuvad veekogudesse ja sealt mutta/settesse peamiselt tööstuslikust reoveest, ka sademevetega liiklusest, aga ka oli ja gaasi kasutamisest. PAHide üldise sisalduse hindamise indikaatorina enamasti kasutatud benso(a)püreeni (BaP), mis on kivisöetõrvast ja naftast saadav värvuseta vedelik. Benso(a)püreeni kontsentratsioon Haapsalu mudas oli 2017. a. uuringute andmetel 0,053 mg/kg kuivaine kohta ja balneoloogilises turbas 0,027 mg/kg kuivaine kohta, mis on enam kui kaheksa korda madalam HELCOM GESi hea keskkonnaseisundi piirväärtusest 0,430 mg/kg kuivaine kohta. (*Kapanen 2019*).

Ravimudade omaduste muutus ajas. Orgaanilise aine sisalduse keskmine väärtus on Ermistu järves ja Värska lahe mudas langustrendis, samas on kõikide merega seotud maardlate setted muutunud ajapikku orgaanikarikkamaks, kuigi see on endiselt tunduvalt väiksem kui järvede setetes. Suurimad maksimaalse orgaanikasisalduse muutused/kasv on toimunud Haapsalu lahes (*Kask & Kask 2012; Terasmaa jt. 2015*) ja Käina lahes (*Terasmaa jt. 2015*). See on tõenäoliselt seotud Läänemere üldise progresseeruva eutrofeerumisega ja/või hüdroloogiliste tingimuste muutumisega. Seega on seni täheldatav Lääne-Eesti rannikumere setete üha orgaanilisemaks muutumise suundumus.

Kasutatud ravimuda utiliseerimise võimalused

Taaskasutamise/utiliseerimise aspektist on oluline nii jääkmuda mikrobioloogiline ohutus, kui ka muda litoloogiline koostis: orgaanilise aine, mineraalaine ja karbonaatide sisaldust.

Varasemalt on Eestis, aga ka mujal maailmas, ravimuda kasutatud suurtes kogustes eelkõige mudaravi üldvanni ja üldmähise protseduurideks. Inimesed viibisid kuurortravi asutustes pikaajaliselt 3-4 nädalat. Nüüd viibib ravispaa külastaja üldjuhul kohapeal lühiajaliselt, kaks kuni viis päeva, mistõttu on oluliselt lühenenud ja muutumas ravispaades pakutavate mudaravi teenuste olemus. Kui praegu mõõdetakse mudaraviks kasutatava muda kogust ämbrites, siis arvatakse, et tulevikus võiks saada luu- ja lihaskonna probleemidele leevendust väikesest kogusest ravimuda ekstraktist. Ravimuda tooted ja teenused on liikumas ka lokaalsema kasutuse suunas. Soovitakse kasutusele võtta nii spaades, kui ka kodus kasutamiseks sobivaid väikeses koguses ravimuda sisaldavaid tootelahendusi ja väärindatud ravimuda komponente sisaldavaid tervisetooteid.

See, et otseselt kasutatava toote kogus muutub väiksemaks ja toimeaine suhtes kontsentreeritumaks ei tähenda aga, et selle (näiteks ekstrakti) tootmiseks kasutatava toormuda maht väheneks. Seetõttu jääb jäätmekäitluse küsimus ravimuda puhul ikka õhku ja nõuab lahendamist. Kui kasutatakse mudamähiseid või väärindatud, mingi lisandiga, ravimuda, tuleks määratleda ka nende toodete utiliseerimise või korduvkasutamise võimalused. Näiteks võib lisandist tulenevalt muda algne koostis muutuda ja kas keskkonnale ohutus või ohtlikkumas suunas, oleneb juba lisatud lisandist.

Utiliseerimise aspektist lähtuvalt on olulised järgmised **ravimuda omadused**:

- 1) koostis, mineraal- ja orgaaniliste ainete hulk ehk vahekord – teada juba muda kasutuselevõtul;
- 2) mineraalse aine osakeste suurus - teada juba muda kasutuselevõtul;
- 3) jääkmuda veesisaldus ja pH – võib kasutuse käigus muutuda;
- 4) päevas tekkiv jääkmuda ehk mudajäägi kogus – oleneb ettevõttest ja kasutatavatest protseduuridest (näit. mudavannid või näomaskid);
- 5) mudajäägi kogumisvõimaluste olemasolu ja mahutavus – vajalik/probleemiks eelkõige suuremahulistel ravimuda kasutajatel;
- 6) muda töötlemise (kuivatamise, tihendamise jne) võimaluste olemasolu või vastava riistvara soetamise võimalus.

Kasutatud ravimuda raskemetallide või muude ohtlike ainete ning bakterite sisaldust pole utiliseerimiseks vaja analüüsida, kuna seda on muda raviotstarbel kasutuselevõtmisel juba tehtud ning raviprotseduuride käigus need näitajad ei halvene. Patogeensete mikroobide sattumine ravimudasse protseduuride käigus pole tõenäoline, kuna esiteks, ravimuda protseduuridel nakkushaiged inimesed ei käi ja teiseks, kui mingid patogeensed mikroobid kasutamise käigus mudasse vähesel määral satuksid, siis nad häviksid seal suhteliselt ruttu, kuna väliskeskkond pole neile sobilik elupaik. Seega ei saa utiliseeritav muda sisaldada ei keemilist ega ka mikrobioloogilist ohtu utiliseerijatele ega ka hilisematele kasutajatele.

Lisaks jääkmuda omadustele on olulised ka **majanduslikud** ja **maine** tegurid. Majanduslikust aspektist on oluline palju mudajääki ja milliste portjonide kaupa tekib: kas mõned sajad grammid (näit. näomaskid, lokaalsed mähised) või kümned ja sajad kilod (mudavannid).

Kui kasutatava muda **kogused on väikesed**, siis on majanduslikult ja ka tööpraktiliselt kõige mõistlikum see veega lahjendada ja kanalisatsiooni suunata. Orgaanikarikka muda väikeseid kogused peaksid sobima ka biojäätmete kogumiskonteineritesse.

Kui kasutatava/ööpäevas tekkiva muda kogused on **suured** (kümneid ja sadu kilogramme), siis on majanduslikult ja ka maine kujunduse mõttes seda mingil moel taaskasutada. Kui utiliseerimist vajavad kõrge mineraalainete sisaldusega mudakogused, siis sobivad need pinnase täiteks.

Ökoloogiliselt kõige paremal moel ringlusest välja viimiseks on muda puhul, eriti kui see on orgaanikarikas, järgmised võimalused:

- mudajäägi *komposteerimine segatuna koos muu biojäätmega*;
- mudajäägi lisamine juba *toimivasse komposteerimise protsessi*;
- mudajäägi kasutamine väetisena põllumajanduses/aianduses, kas naturaalsena või eeltöödeldult (kuivatatult, granuleeritult) või väärindatuna ja eeltöödeldult;
- veega lahjendatud muda pumbamine tagasi loodusesse seda eelnevalt läbi põhupallide filtreerides (*Kriipsalu 2020*).

Jääkravimuda käitlemispraktikast - uuringutulemuste kokkuvõte

TERE KK viis 2020. aastal läbi küsitlusel põhineva uuring (suunatud küsitlus) teemal "Ettevõtjate vajaduse täpsustamine kasutatud või kvaliteedile mittevastava ravimuda uute alternatiivsete kasutusvõimaluste väljatöötamiseks". Uuringu eesmärgiks oli kaardistada Eesti ettevõtetes aastas kasutatavad ravimuda kogused ja tegelikud kasutatud ravimuda utiliseerimise mahud ning sellega seotud kulu, täpsustada ettevõtjate vajadus kasutatud ja kvaliteedile mittevastava ravimuda utiliseerimisele uute alternatiivsete kasutusvõimaluste väljatöötamiseks. Tagasisidet andsid kaheksa ettevõtjat, nii spaa-ettevõtjad kui ka tervisekeskused, loodustoodete tootjad, massaaži- ja ilusalongid ja üks kuurort-ravikeskus.

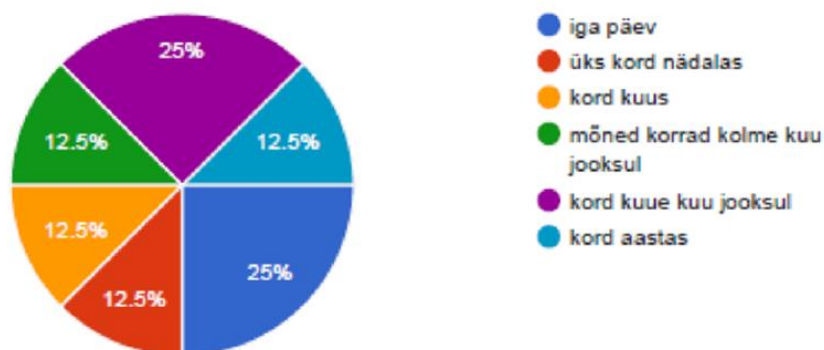
Uuringu käigus selgus, et kõik tervishoiuteenuseid osutavad ettevõtted kasutavad mudaravi teenuse käigus Eesti maardlatest ammutatud ravimuda. Neli ilu- ja isikuteenuste osutajat kasutavad teenuse osutamisel ravimuda sisaldavaid tooteid ning ilusalongides on kasutusel ka välisriikide päritoluga muda. Ravimuda korduv kasutamine ja regenereerimine ei ole kehtivate nõuete kohaselt lubatud.

Küsitlus näitas, et kasutatud ravimuda utiliseerivad mudakasutajad erinevalt.

G. Kapanen koostatud ja järgnevalt esitatud uuringukokkuvõttest selgub, et ravimuda tarnitakse ettevõtetele keskmiselt mõned korrad kolme kuu jooksul. Kõik ettevõtted omavad oma rutiini ravimuda hoidmiseks (hoidlas, mahutis või ravimuda tarnija pakendis) ja utiliseerimiseks. Kasutatud ravimuda kogutakse nii eraldi ettenähtud basseini, prügikasti või ei koguta üldse. Utiliseeritakse kokku aastas umbes 310 tonni (kõige väiksem registreeritud utiliseerimise kogus on 15 kg ja suurim kogus 250 tonni). Detailsemad kasutatud ravimuda utiliseerimise sagedused on esitatud *joonisel 1*. Mõningal juhul toimub utiliseerimine vastava teenusepakkuja poolt. Ettevõtete kasutatud ravimuda utiliseerimise maksumus aastas on null eurot (läheb olmeprügisse ja eraldi utiliseerimise kulusid ei arvestata) kuni 2500 eurot aastas (üks ettevõtja).

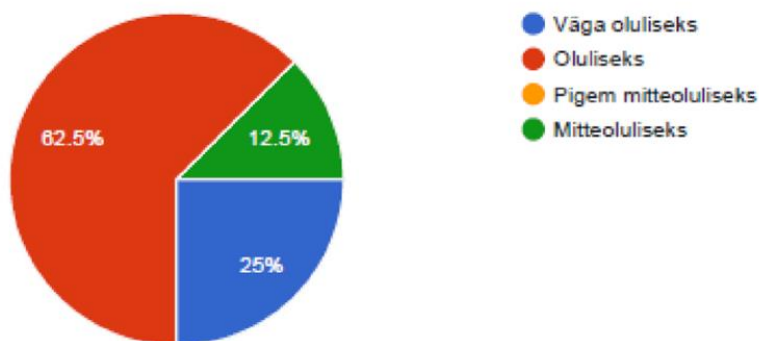
Küsitluse andmetel peavad ettevõtjad oluliseks uute kasutusvõimaluste ja alternatiivide väljatöötamist kasutatud ravimuda utiliseerimisele (viis ettevõtjat kaheksast vastanust). Laekusid ka mitmed ettepanekud ja ettevõtjate poolt praktiseeritavad moodused kasutatud ravimuda taaskasutamiseks,

näiteks täitematerjalina pinnase korrastamisel, ehitusmaterjalide tootmisel, kasvusubstraadina põllumajanduses ja aianduses ning vesirooside tiigi rajamisel. Praktiseeritakse ka kasutatud ravimuda või selle veesuspensiooni tagasi loodusesse viimist/pumpamist (suuremahuline kasutaja). Pakutud võimalike kasutusmeetodite osas on kõige küsitavam ehitusmaterjalina kasutamine, mis võiks kõneks tulla vaid kõrge mineraalsusega meremudade puhul (näit. kasutamine ehitusplokkide või teekatete koostises). Kõrge orgaanilise aine sisaldusega järvemuda sobib aga kindlasti taimekasvatuse kasutamiseks: otse põllule laotamiseks, komposteerimiseks, mahevätise tootmiseks või koos turbaga kasvusubstraadina kasutamiseks.



Joonis 1. TERE KK küsitlusel põhineva uuringu (2020. a.) "Ettevõtjate vajaduse täpsustamine kasutatud või kvaliteedile mittevastava ravimuda uute alternatiivsete kasutusvõimaluste väljatöötamiseks" küsimuse „Kui tihti toimub Teie ettevõttes kasutatud ravimuda utiliseerimine?“ vastused.

Ettevõtete küsitluse tulemustest selgus, et suur osa ettevõtjaid (87,5%) peab kasutatud või kvaliteedile mittevastava ravimuda utiliseerimisele alternatiivsete uute kasutusvõimaluste väljatöötamist oluliseks ja ainult 12,5% mitteoluliseks (vt *joonis 2*). Kuna küsitlus oli anonüümne, siis on arvata, et mitteoluliseks pidasid ravimuda utiliseerimise uute kasutusvõimaluste (taaskasutamise) väljatöötamist vähestes kogustes ravimuda kasutajad (näit. massaaži- ja ilusalongid). Samas olid kõik küsitletud arvamusel, et kasutatud ravimuda on taaskasutatav *põllumajanduses ja aiapidamises*.



Joonis 2. TERE KK küsitlusel põhineva uuringu (2020. a.) "Ettevõtjate vajaduse täpsustamine kasutatud või kvaliteedile mittevastava ravimuda uute alternatiivsete kasutusvõimaluste väljatöötamiseks" küsimuse „Kuivõrd

oluliseks peate oma ettevõtte seisukohast kasutatud või kvaliteedile mittevastava ravimuda utiliseerimisele alternatiivsete uute kasutusvõimaluste väljatöötamist?“ vastused.

Varasemalt läbi viidud uuring näitas samuti, et ravimuda üldised hoidmis- ja säilitamistingimused on ettevõtetes väga erinevad, seega on neil ka erinevad võimalused kasutatud muda hoiustamiseks. Haiglatel on selleks reeglina keldrid või selleks kohaldatud abiruumid. Ühes taastusravikeskuses ladustati kasutamiseks määratud muda basseinis. Ravimuda suuri koguseid hoiti selleks ettenähtud mudahoidlates (kaheksa ettevõtet). Ravimuda väiksemaid koguseid (ca kaks liitrit) hoitakse müügipakendites ja mingit jääkmuda ladustamise vajadust nendes ettevõtetes ei ole.

Sama uuringu käigus pöörati tähelepanu ka muda utiliseerimisega seotud küsimustele. Pärnu Kurortoloogia ja Taastusravi Instituudi poolt väljatöötatud meetodilise materjali kohaselt (Eesti ravimudade majandamise ja raviotstarbelise kasutamise kord) võib suuremaid, kord kasutusel olnud mudakoguseid paigutada tagasi loodusesse või komposteerida (peamiselt järvemuda) ning väiksemaid mudahulki lahjendatult kanalisatsiooni uhtuda juhul, kui need läbivad eelnevalt selleks ettenähtud spetsiaalsed mudakogumise kaevud. Kuidas seda juhendit igapäevatoos järgitakse uuringus ei selgitatud. Uuritud neljas ettevõttes koguti kasutatud ravimuda mahutisse ning viidi ära tsisternautoga. Üks ravimuda kasutaja (sanatoorium) toimetas kasutatud muda tagasi keskkonda -sohu. Kolmeteistkümnes ettevõttes visati kasutatud muda olmejäätmete konteinerisse. Kolmes ettevõttes kasutati kasutatud muda töötajate poolt kodustes kasvuhoonetes väetisena. Iluteenuste osutavates ettevõtetes pesti reeglina kasutatud tooted nahalt veega kanalisatsiooni.

Jääkravimudast kasvusubstraadi ja väetiste tootmine põllumajanduse ja aianduse tarbeks

Kvaliteedile mittevastavat muda ravimuda teenuseid pakkuvates ettevõtetes ei ole, mis võimaldab ka protseduuridest väljuva muda ohutult kasutamist nii põllumajanduses kui köögiviljakasvatases.

Kõrge orgaanilise aine sisaldusega järvemuda sobib kindlasti taimekasvatases kasutamiseks mitmel erineval moel: *otse põllule laotamiseks, komposteerimiseks, maheväetise tootmiseks* või *koos turbaga kasvusubstraadina kasutamiseks*.

Otse põllule laotamine ei ole kindlasti sobilik taaskasutus kõigi ravimudade puhul. Üheks oluliseks näitajaks on seejuures muda orgaanilise aine ja mineraalse aine sisaldus. Järvemuda ehk sapropeel on üldjuhul järve põhja sadestunud tume püdela tekstuuriga organogeenne sete, mis sisaldab lisaks järve elustiku jäänustele ka savi-, aleuriidi- ja liivaosakesi ning kaltsiumkarbonaati (EE 1995). Seega on sinna talletunud ka elustikust pärinevad toitained, eelkõige fosfor ja mikroelemendid. Otse väetisena kasutamiseks on sobilikum eelkõige suurema orgaanikasisaldusega järjemuda. Samas on teada, et õhu käes seisnud sapropeel paakub kivikõvaks koorikuks, mis hiljem vees praktiliselt ei lahustu. Sellisena põldudele veetuna tekitab ta väetamise asemel uusi probleeme. Seega tuleks põllule laotatud sapropeel enne kuivamist sisse künda (pinnasega segada) või eelnevalt kuivatada ja töödelda.

Sapropeeli sellise omaduse vastu võitlemisel on kasutatud nn. külmutustsükliit. Järvede kallastele ehitatakse hulgaliselt selitustiike, millistesse pumbatakse sapropeel (kuivaine sisaldus pulbis 2-6 %).

Peale muda settimist lastakse suurem osa selitusveest järvedesse tagasi, jättes muda kohale paakumise vältimiseks õhukese veekihi. Sellisena jäetakse sapropeel talvituma, eeldusel, et see täielikult läbi külmuks. Külmutamine lõhub sapropeeli molekulaarstruktuuri selliselt, et see enam ei paaku. Järgmisel kevadel kuivanud sapropeel kooritakse tiikide põhjast ja veetakse põldudele, kas naturaalselt või segatuna turba, sõnniku või tuhaga. Sellel tehnoloogial on rida puudusi, mis teevad muda laialdasema kasutamise väheefektiivseks (<http://www.valter.saask.ee/sapropeel.html>).

V. Säask viis 1980-date alguses SKTB „Desintegraator“ töötades läbi uuringuid sapropeeli kasutuselevõtu ratsionaalsemate tehnoloogiate leidmiseks. Peale paljusid katseid erinevatest järvedest võetud mudaproovidega jõuti järeldusele, et sapropeeli töötlemisel desintegraatoris lõhustatakse sapropeeli rakustruktuur analoogiliselt läbikülmutamisega. Peale desintegraatoritöötlust ei paakunud sapropeel enam kivikõvaks, vaid jäi püsima pudeda massina, mis lõplikul kuivamisel muutus tolmuks. (<http://www.valter.saask.ee/sapropeel.html>).

Kasutatud ravimuda kuivatamist, peenestamist ja töötlemist desintegraatoriga on katsetatud ka TERE KK mudalabori seadmetega. TERE KK rakendusuuringu raames on analüüsitud kuivõrd mõjutab desintegraatoriga peenestamine ravimuda, turba ja ravimudasegu koostist, omadusi ja säilimist. Neid uuringuid tuleks kindlasti jätkata silmas pidades kasutatud ja mittekvaliteetse ravimuda taaskasutamist väetisina põllumajanduses.

Komposteerimine. Ravimuda üheks taaskasutuse võimaluseks on koos biojäätmega, õlgede või niidusega komposteerimine. Komposti, mille toormaterjal (kasutatud ravimuda) on reoveesetest erinevalt kontrolli all ja ohutu, saab kasutada nii põllul, aias kui haljastuses mulla struktuuri ja toitainete sisalduse parandamiseks. Komposti kvaliteedi tõstmiseks on otstarbekas lisada mudakompostile turvast. M. Krumm andmetel peloidide niiskussisaldus aastasel seismisel oluliselt ei muutu, küll aga väheneb neis seismisel humiainete sisaldus (Haapsalu muda näitel). Balneoloogilises turbas humiainete sisaldus aga seismisel kasvab, mistõttu aitab turba lisamine mudale saadud segu stabiliseerida (Kumm 2019). Sama eesmärki täidab ka kompostimaterjalina kasutamine. Kui eeskujuks tuua reoveesetet, mille komposteerimise kogemus on reoveepuhastusjaamadel juba olemas, siis 100 m³-st reoveesetest jääb peale töötlemist järgi ~20 m³ kasutamiseks kõlblikku massi (M. Kriipsalu kommentaar). Muda üksi kompostida ei ole mõtet, kuna see on liiga mineraalne, orgaanikat võib olla edukaks kompostimiseks vähe ning seda tuleks täiendavate orgaaniliste jäätmete lisamisega tõsta. Reoveesetele lisatakse enamasti ~40-60% orgaanilist materjali, milleks võib olla turvas, õled, puulaastud, saepuru või purustatud oksad. Kasutatud ravimuda on reovee settest oluliselt ohutum, nii keemilise, kui mikrobioloogilise koostise poolest. Samas võib ravimuda olla reoveesetest toitainetevaesem, eelkõige lämmastikühendite osas, mis mikrobioloogiliste protsesside aktiivseks toimumiseks ehk komposteerumise käivitumiseks on väga oluline. Lämmastiku sisalduse tõstmiseks tuleks kompostile lisada toidujäätmeid ja/või värske niidust. Fosfori puudust mere- ja järvesetetes reeglina ei esine ning eriti rohketoitelistes veekogudes paiknevad setetes ajalooliselt kuhjunud fosforivarud.

Turvas ja humiainad seovad hästi komposteerimise käigus tekkivaid haistmismeelega tajutavaid gaasilisiprodukte, mida võidakse pidada komposteerimise ebaesteetiliseks kaasnähuks. Meremuda komposteerimisel tuleks tähelepanu pöörata selle soolsusele ja mineraalse aine sisaldusele. Eesti Lääneranniku lahtede vee ja muda soolsus on madal ning mingeid piiranguid komposteerimisel sellest ei tohiks olla. Kõrge mineraalne sisaldusega meremuda puhul tuleks aga sapropeeliga võrreldes kasutada

rohkem orgaanilist lisamaterjali (taimset materjali, toidujäätmeid, sõnnikut). Värskas on töös projekt, kus katsetatakse vedela ravimuda ja vana tahenenud muda, mida on aastaid veetud turbaaladele, komposteerimist. kuna Värskas kasutatakse ravimuda koos kõrge soolsusega kohaliku mineraalveega, siis on seal probleemiks kasutatud ravimuda liigne soolasus – taimedele see väga ei sobi (M. Kriipsalu).

Lähtuda tuleb ka kehtivast seadusandlusest. Jäätmeseaduse kohaselt ei ole vedel sete jäätmeseadus objekt. Kui sete on tahe, siis on see jäätmeseaduse alusel käsitlevat.

Kasutatud ravimuda komposteerimiseks tuleks kontakti võtta kohaliku omavalitsusega ning selgitada kuidas on organiseeritud piirkondlik biojätmete käitlus. Kuna suurel enamusel ravimuda teenuse pakkujatel tekivad suhteliselt väikesemahulised kasutatud ravimuda jäägid, siis on selle utiliseerimine juba toimivas komposteerimissüsteemis kõige otstarbekam nii sisuliselt, kui ka majanduslikult. Taaskasutus on praegu EL prioriteet ning iga asutus ja ettevõtte, kes sellega tegeleb, aitab kaasa Eesti taaskasutuse ettekirjutiste saavutamisse omavalitsuslikul ja riiklikul tasandil.

Mudast väetise tootmine. Kuivatatud ravimuda ja pelletiteks vormitud kuiv ravimuda saab käsitleda jäätmena (M. Kriipsalu) ning on kasutatav väetisena taimekasvatuses, kui sellel peaks olema taimede kasvatamisel väärtus – sisaldab piisaval hulgal taimedele vajalikke toitaineid või parandab mulla lõimist. Jääkmuda väetiseks töötlemine võiks panna aluse kohalikule uut tüüpi mahevätise tootmisele, mis võimaldaks pikaks ajaks unustada keskkonnaaenuliku fosforiidikaevandamise. Lisaks maailmas defitsiitseks muutunud fosforiväetisena kasutamisele parandaks mudast toodetud väetis ka mulla lõimist ja kasvataks huumusekihti, andes lisaväärtuseks järvede rekultiveerimise. Eesti valdavalt eutroofsuse all kannatavates järvedes, ja miks mitte ka madalates merelahtedes, oleks muda kui veekogusise fosforiallika ja vetikate õitsenguid soodustava teguri kõrvaldamisest suur kasu. Fosforirikka muda eemaldamine peatada järvede üha kiireneva eutrofeerumise ning aitaks paljud praktiliselt kinnikasvanud järved ja merelahed tagasi tuua uuele elule. Selline praktika on Rootsis juba aastaid kasutusel (*kirjutise autori isiklik kogemus - Växiö järve rekultiveerimine*).

Pelletite kuivaine sisaldus on ~90% ja üle. Selline toode on kaotanud suure osa oma algsest mahust, on kergesti pakendatav ja mõistlike kuludega transporditav. Selleks, et kasutatud ravimudast saaks põllumajanduses orgaanilise väetisena kasutatav toode, tuleks seda desintegraatoris töödelda, kuivatada, vajadusel väärindada ning sihtkasuajale „suupäraseks“ disainida ning seejärel tootja leida. Arvestades fosforiväetiste järjest suurenevat ülemaailmset nappust ja tungivat ringmajanduse arendamise vajadust on kirjeldatud tootel kindlasti perspektiivi.

Mudajäägi tagasiviimine looduskeskkonda. Suure veesisaldusega muda on võimalik tagasi loodusesse pumbata või kasutada kastmiseks, kui see pärineb mageveest ning muda lahjendamiseks on kasutatud madala soolsusega põhjavett. Veekogudesse juhtimiseks peaks veerikka muda eelnevalt filtreerimaist näiteks läbi põhupalli, nagu on välja pakkunud Mait Kriipsalu. Mudast põhku on seejärel võimalik komposteerida, heljumivaese vee võib aga juhtida veekokku. Ka suurema kuivaine sisaldusega ja tahket muda võib keskkonda ladestada kui selleks on keskkonnakaitse nõuetest lähtuvalt ning maaomanikuga kooskõlastatult välja valitud sobilik koht ja aeg.

Kasutatud materjalid

Eesti Ensüklopeedia 8. köide, 1995 (märksõna *Jütja*)

Kagu-Eesti rikas põu. SETOMAA EL 07-08/2003

http://vana.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/artikkel417_415.html

Kapanen, G. (2019) Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH) ravimudas ja raviotstarbelises turbas / pilootuuring. *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised II*. ISSN 2461-2707

Kask, J., Kask, A. (2012). Meremuda (ravimuda) uurimisest Haapsalu Tagalahes. *Keskkonnatehnika*, 3, 43–47.

Keskkonnaministri määrus „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“, 57, 373. *Riigi Teataja*, 57, 373, 2010.

Kriipsalu, M. (EMÜ) ettekanne „*Ravimudaga seotud jäätmekäitluse seadusandluse detailid ning võimalikud väljakutsed seoses kasutatud ravimuda kompostimisega.*“ TERE KK töökoosolek teemal *Kasutatud ravimuda uute kasutusvõimaluste määratlemine* (14.10.2020)

Kumm, M. (2019) Ravimuda ja balneoloogilise turba segude stabiilsuskontroll. *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised II*. ISSN 2461-2707

Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases. (2019). *Riigi Teataja I*, 04.07.2019, 6. Loetud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/104072019006>

Sapropeeli rahvamajanduslikust kasutamisest/V.Sääsk <http://www.valter.saask.ee/sapropeel.html>

Terasmaa, J., Kapanen, G., Marzecova, A., Rautam, S. (2015) Eesti ravimuda seisund ja koostis. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised 2015*, lk 22–36.

Tervisekaitsenõuded ravimuda turustamisele, säilitamisele ja kasutamisele.(2002). *Riigi Teataja Lisa*, 28, 393. Loetud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/13252263>

Rautam, S. Eesti ravimudade litoloogiline ja geokeemiline iseloomustus. Magistritöö, Tallinna Ülikool, matemaatika ja loodusteaduste instituut, loodusteaduste osakond. Tallinn, 2015.