



Mida me teame oma ressurssidest?

Foto: Johan-Paul Hion

Loodusressursside koht Eesti teadmistepõhises majanduses^{1,2}



KADRI UKRAINSKI
Tartu Ülikooli
majandusteaduskonna
juhataja, teadus- ja
innovatsioonipoliitika
professor



KADI TIMPMANN
Tartu Ülikooli avaliku sektori
ökonomika assistent



URMAS VARBLANE
Tartu Ülikooli rahvusvahelise
ettevõtluse professor



LIINA JOLLER-VAHTER
Tartu Ülikooli
ökoinnovatsiooni
nooremteadur



DIANA EERMA
Tartu Ülikooli
majanduspoliitika dotsent

Eesti loodusvarade mõistlikuks ja tõhusaks kasutamiseks tuleb arendada kohalikku teadmust, tehes seda avaliku ja erasektori ühise teadus- ja arendusegevuse kaudu.

Ressursside mõistet on majanduslikus mõttes keeruline täpselt defineerida. Mõiste sisu sõltub sellest, mida antud teadus- või tegevusvaldkonnas ja ajahetkel nähakse majanduslikult kasulikuna.

¹ Artikli kontseptsioon on kirjutatud ETAGi projekti PRG346 „Eesti energia-, transpordi- ja telekommunikatsioonisüsteemide ümberkujundamine Teise Suure Siirde lävel“ toel.

² Eelretsenseeritud artikkel.

Seega varieerub mõiste sisu vastavalt inimeste loovusele, teadmistele, nõudlusele, pakkumisele ning olemasolevale tehnoloogiale (Wellmer, Scholz 2017). Majandusteadlased näevad ressurssidena maad, kõigkvõimalikke materjale, raha, masinaid, seadmeid, ehitisi jms ning inim- ja sotsiaalset kapitali ehk hariduse ja teadmiste taset, usaldust, võrgustikke, väärtusi ja sotsiaalseid norme, mida saab kasutada igasugustes heaolu tootvates protsessides. **Loodusressurssideks** saab pidada looduses leiduvaid nii taastuvaid kui ka taastumatuid ressursse, mida inimkond suudab endale kasulikult rakendada. Maapõueressursside puhul eristavad geoloogid uuritud maavarasid, mille reserve suudetakse majanduslikult kasutusele võtta, ning uurimata maavarasid (Arndt *et al.* 2017). Viimatinimetatud ehk nn tulevikumaavarad ei pruugi isegi olla riigis maavaradeks klassifitseeritud, Eestis näiteks graptoliitargilliit (Kaljo *et al.* 2016, 184). Biomajanduse ressurssidena

saab vaadelda kõigepealt haritava ja metsamaa ning veekogude rikkust, seejärel juba täpsemalt neid ressursse, mida need pakuvad – puit, põllumajandussaadused, kalad jne. Seoses keskkonnahoiu teemade teravnemisega on üha rohkem hakatud ressursidena käsitlema ka jäätmeid ja heitmeid ehk nn teiseseid ressursse.

Euroopa Liit (EL) on järjest teravneva toormenappuse ja tarneriskide tõttu koostanud nimekirju kriitilistest maavaradest (European Commission 2014). ELi kriitiliste maavarade nimekirjas on mitmeid, mida leidub Eestiski, näiteks fosforiit nii fosfori toorainena kui ka kergete ja raskete haruldaste muldmetallide võimaliku toorainena (Kaljo *et al.* 2016, 185). Majanduspoliitilistest diskussioonidest jääb sageli mulje, et seoses keskkonna- ja kliimaeesmärkidega püüdleme vaid taastuvate ressursside targa kasutamise poole. Paradoksaalselt nõuavad aga uued, puhtad tehnoloogiad märkimisväärses koguses mitmesuguste taastumatute maavarade kasutuselevõttu näiteks taastuvenergeetika salvestusseadmetes. Seetõttu on kliimamuutustega toimetulek, sealhulgas

Ressursse nähakse konkurentsivõime allikana ja majanduslike väärtusloome ahelate alguspunktina.

madala süsinikuemissiooniga energeetika, ja mineraalsete ressursside suurem kasutamine omavahel lahutamatu läbi põimunud (Ali *et al.* 2017). Lisaks leiavad alternatiivsete stsenaariumide uurijad (nt Gibon *et al.* 2017), et biomassi kasutamine elektrienergia tootmiseks koos süsiniku kinnipüüdmise ja ladustamisega avaldab looduslikule mitmekesisusele suurimat negatiivset mõju võrreldes olemasolevate

alternatiividega. See on diskussioon, mis on Eestis väga aktuaalseks muutunud seoses puidu kasutamisega kütuseks koos põlevkiviga või selle asemel.

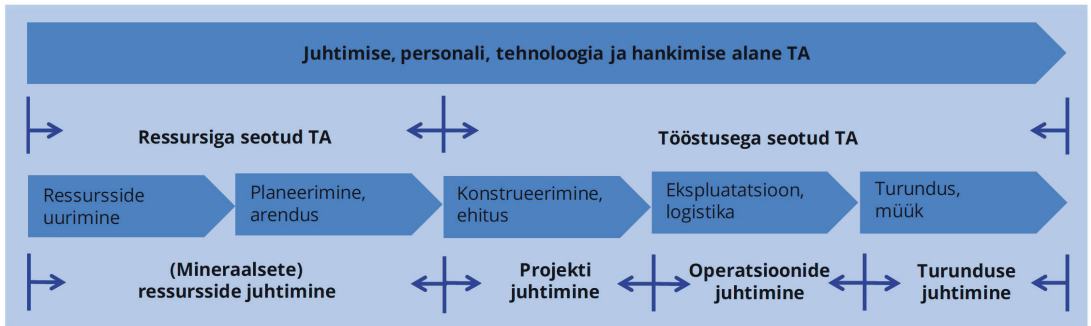
Käesolevas artiklis võtame vaatluse alla Eesti maapõue- ning biomajanduse ressursid, mis leiavad kajastamist kahes nüüdisaegse teadmuse kaardistamiseks kokku pandud RITA projektis³. Projektid pole veel lõppenud, seega on vara välja tuua tulemusi. Küll aga saab neist projektidest saadud praktilise kogemuste põhjal arutleda järgmiste küsimuste üle.

- Kas, miks ja kuidas peaks Eesti kui suure taastuva ja taastumatu ressurssiga riik investeerima nende ressursside uurimisse ja arendamisse, et oma arengupotentsiaali realiseerida?
- Kas praegu eksisteeriv teaduse (rahastamise) korraldus toetab nende ressursside uurimist ja arendamist, mis aitaksid seda arengupotentsiaali saavutada?

ALTERNATIIVSED VAATED RESSURSSIDE TEADMUSPÕHISELE KASUTAMISELE. Konkurentsivõime.

Riigid konkureerivad omavahel ressursside väärimise võimekuses (Porter 1985), ja edukad on need riigid, kes suudavad seejuures kasutada paremini inimvara. Me kurdame, et Eesti on ressursivaene riik, kuid järjest enam muutuvad maailmas oluliseks mõnedki sellised ressursid, mida on Eestis piisavalt palju: maa, magevesi, mineraalid, bioressursid jne. Riikide konkurentsivõime alane kirjandus näebki ressursse ühe olulise konkurentsivõime allikana ning ühtlasi majanduslike väärtusloome ahelate alguspunktina. Ressursipõhise väärtusahela edukas toimimine eeldab esialgu teadus- ja

³ „Maapõueressursside efektiivsemate, keskkonnasõbralikumate ja säästvamate kasutusvõimaluste väljatöötamine (MAARE)“, TÜ (juhtpartner), TalTech ja Eesti Geoloogiakeskus, 2017–2020, 1,257 miljonit eurot; „Eesti biomajanduse ning selle sektorite olukorra ja väljavaadete uuring. Ärimudelite väljatöötamine biomajanduse valitud valdkondades“, TalTech (juhtpartner), TÜ, EMÜ, 2018–2021, 1,5 miljonit eurot.



JOONIS 1. Teadus- ja arendustegevus ning ressursipõhine väärtusahel.

Allikas: kohandatud Arndt et al. (2017)

arendustegevust (TA) ressursside uurimise vallas, aga viimast on vaja ka hiljem kogu ahela vältel, eelkõige uute tehnoloogiate ja turundamisvõimaluste arendamisel (vt joonis 1). Wright ja Czelusta (2004, 8) toovad välja, et viimastel kümnenditel on riigid, kus ressursside on oskuslikult juhitud, saavutanud maavaradega seotud teadus- ja arendustegevuse investeeringute kõrge tasuvuse ning selle protsessi käigus on suurenenud ka ressursside reservid ehk läbiuuritud maavarade kogus.

Maavarade kaevandamiseks ja kasutamiseks vajalik teadmus ei ole globaalse iseloomuga, sest konkreetsed tehnoloogiad sõltuvad väga palju kohalikest tingimustest (Wright, Czelusta 2004). Empiirilised uuringud näitavad, et sõltuvalt riikide spetsialiseerumisest on ressursside esmase väärdamisega tegelev primaarsektor – põllumajandus, metsandus, kaevandamine – tervikuna teadus- ja arendustegevuse neto-ostja. Teadus- ja arendustegevuse multiplikaator ehk TA kordistusefekt käibe mahus mõõdetuna ulatub neis sektorites kolmest Suurbritannias kuni 20ni USAs (Haukes, Knell 2005). Rahvusvaheline arenenud riikide innovatsioonüsteemide analüüs näitab, et kõrgtehnoloogiliste (nt IKT) ja madaltehnoloogiliste⁴ (sh primaar-) sektorite TA ei asenda, vaid täiendavad

teineteist. Patentide alusel hinnatuna on sellised „madaltehnoloogilised sektorid“ tihedalt seotud eri valdkondade teadus- ja arendustegevusega: kaevandusettevõtted on seotud keemia ja masinaehituse (inseneeria); paberitööstusettevõtted biotehnoloogia ja keemia ning toiduainetööstusettevõtted keemia valdkonna TAgA (Robertson, Patel 2007). Seega näitab paljude edukate riikide kogemus, et konkurentsivõimelise majanduse arendamiseks on vaja paralleelselt edendada ressurssidel põhinevaid ja kõrgtehnoloogilisi sektoreid.

**Konkurentsivõimelise
majanduse
arendamiseks
on vaja edendada nii
ressursipõhiseid kui ka
kõrgtehnoloogia
sektoreid.**

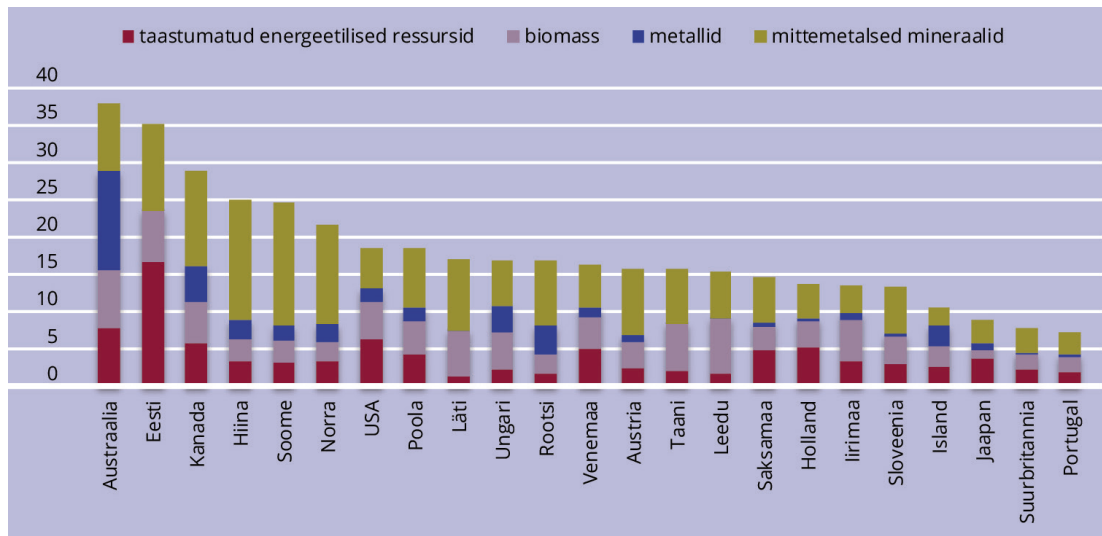
Ressursitootlikkus. Mure keskkonna ja jätkusuutlikkuse pärast on toonud esile mõnevõrra teistuguse vaate ressurssidele. Selle kohaselt on ressursside kasutamisega seotud poliitikate ja strateegiatega hindamise kõige üldisemaks viisiks **ressursi-kasutuse trendide** jälgimine võrreldes SKT muutusega. Poliitikate eesmärgiks on SKT kasv ressursside kasutamise mahust

⁴ OECD jaotus tehnoloogiamahukuse alusel kõrg-, kesk-kõrg-, kesk-madal- ja madaltehnoloogilisteks sektoriteks põhineb TA kulutuste osakaalul käibest. Seda jaotust on kritiseeritud liigse lihtsuse tõttu, sest peegeldab vaid ühte innovatsiooni komponenti ehk TA kulutusi.

n-ö lahti siduda. See lahtisidumine võib olla suhteline, kus ressursside kasutamine kasvab aeglasemalt kui SKT, või absoluutne, kus ressursikasutuse maht kahaneb, samas kui SKT kasvab.⁵ Eestis pole seega väljakutseks lihtsalt ressursikasutuse mahu vähendamine iseenesest, vaid nihe efektiivsemale ressursikasutusele. Viimases sisaldub ka eesmärk suurendada SKTd ressursiühiku kohta, mis Eestis tähendaks põlevkivi asendamist taastuvate või kõrgema energiasisaldusega ressursidega. Aastatel 2000–2014 kahanes Eesti SKT ressursiühiku kohta 26 protsenti, mis oli halvim tulemus OECDsse kuuluvates Euroopa riikides (vt andmeid OECD 2017, 20). Peamiselt tulenes see suhteliselt madala energiasisaldusega põlevkivi kaevandamismahtude kiirest kasvust võrreldes SKTga. Eelkõige põlevkivi ulatusliku kasutamise tõttu on Eesti kodumaiselt ressursitarbimiselt elaniku kohta arenenud maailma riikidest esimeste hulgas (joonis 2). Jooniselt on ka näha, et metallimaakide kasutus Eestis praktiliselt puudub, kuigi

nende varud on maapõues olemas, ning et mittemetalliliste maavarade kasutamine on paljude teiste riikidega võrreldes suhteliselt tagasihoidlik. Käsilolevates RITA projektides ja seetõttu ka selles artiklis ehitusmaavarade kaevandamist ja kasutamist otseselt ei käsitleta, kuid tegemist on kindlasti eraldi tähelepanu vääriva teemaga. Samuti ei analüüsita siin ka näiteks energiajulgeoleku aspekte.

Riikide strateegilistes plaanides võib poliitiliste eesmärkidenäha üldist **ressursikasutuse intensiivsuse vähendamist** ehk ressursitootlikkuse kasvu ja **siiret biomajanduse suunas** ehk taastuvate bioressursside kasutamisele, mis omakorda eeldab laiemat sotsio-tehnilise süsteemi muutmist (vt ka süsteemi siirete vaade allpool). Riikide võrdlusest on näha, et enamik neist, v.a Eesti, Soome, Rootsi ja Hispaania, seab eesmärgiks ressursikasutuse efektiivsuse, mitte niivõrd ressursikasutuse absoluutse vähendamise (Bahn-Walkowiak *et al.* 2014, 39–41). Vaatamata probleemi tunnetamisele ei



JOONIS 2. Kodumaine ressursitarbimine elaniku kohta, miljonit tonni, 2017 või viimane kättesaadav aasta.

Allikas: UN SDG andmebaas, indikaator 2019.Q2.G.01

⁵ Vt ka projekt POLFREE: <https://www.ucl.ac.uk/polfree/publications>.

ole paljude riikide praktikad seni edukad olnud. Lähiriikidest on nt Soome ja Norra endiselt intensiivse ressursikasutusega riigid.

Süsteemi siirded. Tulenevalt jätkusuutliku ressursikasutuse väljakutsetest on riikidel surve muuta oma majandussüsteeme energeetikas, transpordis jm valdkondades. Need muutused peavad hõlmama kogu vana, traditsioonilist sotsio-tehnilist võrgustike struktuuri (Geels 2002) ehk muutma majanduse toimimist tehnoloogilistes allsüsteemides. Olemasolevas sotsio-tehnilises süsteemis valitsevad kindlad suhted, toimimisviisid ja seaduspärasused e rutiinid, mille inertsus raskendab vajalikke muutusi, sh ressurside senisest märkimisväärselt efektiivsemat või teistmoodi kasutamist. Traditsiooniline stabiilne süsteem toodab iseeneslikult peamiselt järkjärgulisi muutusi. Radikaalsed innovatsioonid algavad tehnoloogilistest niššidest. **Nišši** defineeritaksegi siin kui selle olemasolu ning tegutsemist võimaldavat hõivamata kohta või ala mingis süsteemis. Siinkohal on sobivateks näideteks vesinikuenergeetika, aga ka uut tüüpi salvestid jne. Niššide loomist ja levikut saab toetada neid algselt juba väljakujunenud, vanade rutiinide eest kaitstes. Nišid on seotud kindla (geograafilise) asukoha ja sealse õppimisprotsessiga ning võimaldavad laienemise korral luua väärtusahelate või ka tarbijagruppidega seotud (uusi) sotsiaalseid võrgustikke (Geels 2002).

Selliste niššide teke ja laienemine on seotud ka laiemate ühiskondlike või keskkonnatingimustega, näiteks ühiskondlike surveallikatega nagu tööjõu nappus kombinatsioonis uute tehnoloogiatega, keskkonnaprobleemid vmt (Schot, Kanger 2018). Niššide areng sõltub olemasolevatest poliitikatest, nagu toetused, innovaatilised hanked vms, ja infrastruktuurist ehk valitseva režiimi tasandist, mis üldjuhul kinnistab vanu tehnoloogiaid ja takistab uute arengut. Nišid murravad end režiimi

Olemasolevad poliitikad kinnistavad üldjuhul vanu tehnoloogiaid ja takistavad uute arengut.

tasandile ehk muutuvad stabiilseks toimemehhanismiks vaid järk-järgult (Geels 2002).

Seda protsessi saab kiirendada, kui teatud osalised, kas valitsus, ülikoolid vm suunavad oma pingutused sellise uue (tehnoloogilise) niši toimimise parandamisele ja selle leviku laiendamisele ehk võimestavad konkreetse niši arengut samal ajal mitmest küljest. Lisaks saab niši arengut toetada olemasolevate konkurentide piiramise või takistamise kaudu, nt sisepõlemismootoriga autode maksustamine. Niššide laienemist võivad samas pidurdada väga erinevad asjaolud, näiteks turulolevate nn vanade tehnoloogiate domineerimine ja vajaliku või uue tehnoloogia ja infrastruktuuri puudumine, konkreetse tehnoloogia puhul mittesobiva ärimudeli kasutamine, aga ka ärihuvidest või muudel põhjustel vastutöötavate huvigruppide lobitöö jms.

Käesolevas artiklis käsitletavates ressursivaldkondades sõnastatakse süsteemi siirde (*transition*) või ka lihtsamalt öeldes muutuse vajadust erinevalt. Kui biomajanduses on see jätkusuutlik intensiivistamine ehk eesmärk saada rohkem tulemit vähem ressursse kasutades, siis maapõueressurside puhul tundub põhiküsimuseks olevat pigem sobivate koordineerimisvormide leidmine, et ressurside uurimine ja kasutamine oleks võimalikult kuluefektiivne ja keskkonnasõbralik (Ali *et al.* 2017).

Siinjuures ei leia täpsemat käsitlemist ringmajanduse ja ökomajanduse (*ecoeconomy*) kontseptsioonid, mis on samuti seotud ressurside (taas)kasutamisega ning milles Eesti on seadnud endale

strateegilised eesmärgid. Oluline on, et võrreldes süsteemi siirete, konkurentsi-võime ja ressursitootlikkuse vaadetega, mis keskenduvad eelkõige riigi tasandile, on ring- ja ökomajanduse eesmärgiks jätkusuutlike paikade ehk kohalike süsteemide ja siirete pikaajaline kujundamine (Mardsen, Farioli 2015).

MIKS JA KES PEAKS INVESTEERIMA RESSURSSIDEALASE TEADUSE JA TEADMUSE LOOMISSE? Majandusteadlased on juba alates Richard Nelsoni ja Kenneth Arrow' töödest 1960. aastatel leidnud, et teadmusel on avalikule hüvi-sele iseloomulikud jooned jagamatus ja välistamatus⁶. Seetõttu puudub erasektoril stiimul ühiskonnale vajalikus koguses teadmuse loomiseks, mis on omakorda õigustanud teadus- ja arendustegevuse suuremahulist riiklikku finantseerimist. Empiirilised uuringud on näidanud, et teadus- ja arendustegevus on oluline tootlikkuse tegur nii mikro- kui ka makrotasandilt vaadatuna. (nt Crépon *et al.* 1998; Romer 1994). Vähem on arutletud selle üle, et lisaks otsesele teadus- ja arendustegevuse nõudlusele (nt konkreetse TA projekti hankimine riigi või eraettevõtte poolt) on nõudlus teadmuse järele suures ulatuses tegelikult omamoodi „tuletatud“ nõudlus. See sõltub olulisel määral nõudlusest nendel lõpptoodanguturgudel, mis seda konkreetset teadmust kasutavad. Näiteks nõudlus haruldaste muldmetallide alase TA järele on tuletatud sellest, et järjest rohkem vajatakse salvesteid ja patareisid.

Teadmuse kui avaliku hüvise eripärad võimendavad sellise tuletatud nõudluse puhul teadmuse alapakkumist veelgi. Antonelli (2017, 188) nimetab seda nähtust selektiivseks alapakkumiseks: kahaneva või ebakindla nõudlusega harudes suude-takse finantseerida vaid järkjärgulisi, kuid

⁶ Avaliku hüvise (nt riigikaitse) puhul ei ole võimalik kedagi takistada sellest kasu saamast (välistamatus) ning täien-dav tarbija ei vähenda teiste tarbimisvõimalusi ega tekita lisakulusid (jagamatus).

mitte suuremahulisi ja/või radikaalseid arendusprojekte. Mõneti võib selliseid probleeme leevendada teadmiste ülekan-dumine teistest (teadus)valdkondadest, mis muudab teadmuse loomise odavamaks. Kirjeldatud probleem iseloomustab nii vanu ja kahaneva nõudlusega, nt põlev-kivi- või kivisööpõhised harud, kui ka uusi ressursipõhiseid harusid, kus nõudlus on ebakindel, nt haruldaste muldmetallidega seotud harud. Arocena ja Sutz (2010) toovad välja, et selline nõrk tuletatud nõudlus ja viimasest põhjustatud projek-tide üleselektseerimine pärsib teadmuse loomise protsesse eriti arenguriikides, aga ka Eestis.

Analüüsides era- ja avaliku sektori teadmuse loomise eripärasid saab selgeks, et **erasektori loodava teadmuse ülekandeeffektid on väiksemad kui avaliku sektori pakutaval teadmusel**. Põhjuseks on erinevus eesmärkides. Avalikul sektoril on selleks ühiskonna heaolu suurendamine. Seetõttu iseloo-mustab avaliku sektori loodavat teadmust tulemuste avalikustamine ja laialdane levik ning vaikiva teadmuse⁷ võimalikult väike osa (Archibugi, Filippetti 2018, 101). Erasektoris määravad rahastamise eelkõige turumehhanismid, eesmärgiks on kasumit toovate teadmusmahukate toodete, tee-nuste või protsesside arendus ning sellega kaasneb aktiivne intellektuaalomandi strateegia – patenteerimine vs salastamine (*ibid.*). Ressursipõhise teadmusmahuka majanduse ehitamiseks on tarvis avaliku ja erasektori partnerlust (*public-private partnership* – PPP), mille rakendamine võib olla problemaatiline, kuid ka suure potentsiaaliga jätkusuutliku majanduse loomisel (Hancock *et al.* 2018).

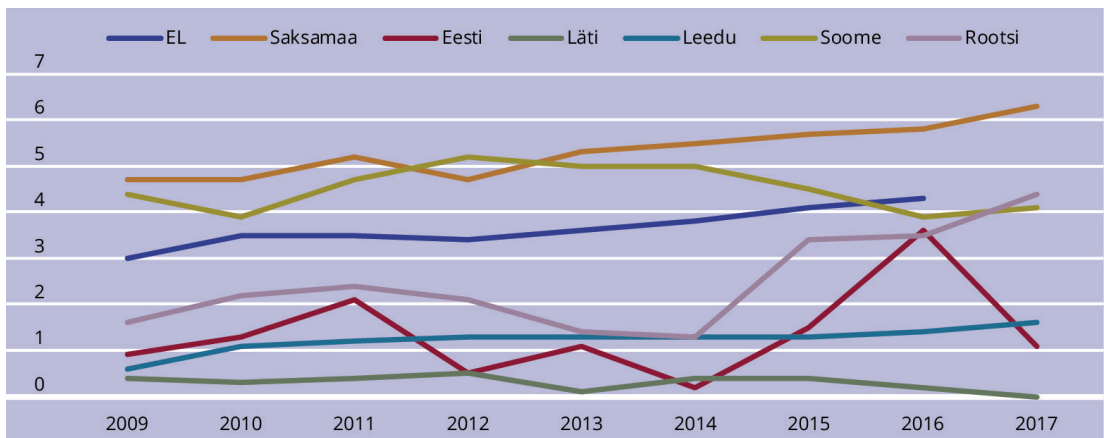
Edukates ressursirikastes riikides, nagu

⁷ Teadmuse osa (*tacit knowledge*), mida ei saa üle kanda seda kirja pannes ega edasi anda suuliselt, näiteks oskus rääkida erinevaid keeli, sõita jalgrattaga, mängida muusikainstrumenti jpm. Seda kirjeldab kõige paremini selle kontseptsiooni autori M. Polanyi tsitaat „me teame rohkem, kui suudame väljendada“ (*we know more than we can tell*).

USA, aga ka Tšiili jt, on avaliku sektori investeeringud maapõueressurssidega seotud teadus- ja arendustegevusse andnud nii **regionaalselt kui ka riigi tasemel arengutõuke**. Samas võib vähem edukates ressursirikastes riikides – näiteks Ladina-Ameerika riigid, Venemaa, aga ka Kanada ja Austraalia – näha toimetulematust tehnoloogiliste ja tururiskidega, oportunismi, korrupsiooni, ressursside käsitamist pikaajalise arenguallika asemel lühiajalise hõlptuluna, riigi (valitsuse) omanikutunde puudumist ressursside üle jms (Wright, Czelusta 2004). Kanada ja Austraalia liigitamine vähemedukate hulka nõuab selgitust. Kanada puhul on esile toodud, et kuigi riik asub USA kõrval ja vastavad tööstused on omavahel läbi põimunud, siis ikkagi on Kanada ettevõtted spetsialiseerunud kaevandamisele ja vähest lisandväärtust loovatele valdkondadele ning kuna ressurssidelt teenitav tulu on piisav heaolu tagamiseks, siis ei ole ka otsest survet innovaatilisteks ärimudeliteks (Nicholson 2016). Austraalias on kaevandamise kiirel kasvul olnud riigile makroökonomilises perspektiivis positiivne mõju, kuid Fleming ja ta kaasautorid (2015) viitavad otsestele regionaalse tasandi negatiivsetele mõjudele Ida-Austraalias. Need mõjud

tekitasid kaevandamisega seotud regioonides majanduslikku lihtsustumist ehk teiste sektorite taandarengut tulenevalt tööjõu nõudluse kontsentratsioonist kaevandamisse. Terve rida uuringuid viitab laiematele kaevandamismahtude kasvust tulnevatele ebasoodsatele sotsiaalsetele mõjudele nagu migratsioon, pendelrände kasv, probleemid elamumajanduses, ebavõrdsuse, kuritegevuse ja alkoholismi suurenemine jne.

David ja Wright (1997) toovad välja mitmete USA maavaradega seotud tööstusharude tõusu soodustanud tegurid: erasektori investeeringuid stimuleeriva õigusliku keskkonna kujundamine ning investeeringud avalikku teadus- ja arendustegevuse infrastruktuuri. Näidetena nimetatakse geoloogilise ülevaate loomist ja investeringuid geoloogia, kaevandamistehnoloogia, metallurgia ja keemia alasesse haridusse, mis tekitasid era- ja avaliku sektori tegevuste omavahelise sünergia. Biomajanduse ressurssidega seoses võib väga sarnaseid näiteid ja analüüse leida eelkõige Põhjamaadest, aga ka Hollandist. Eestis on senised teadus- ja arendustegevuse kulutused maapõue uurimisele olnud mahult enamasti kaks korda väiksemad kui ELis keskmiselt (joonis 3). Eesti andmete hüplikkus on tingitud teistest



JOONIS 3. Valitsuste kulutused maapõue uurimisele ja arendamisele (GBAORD) elaniku kohta eurodes.

Allikas: Eurostat

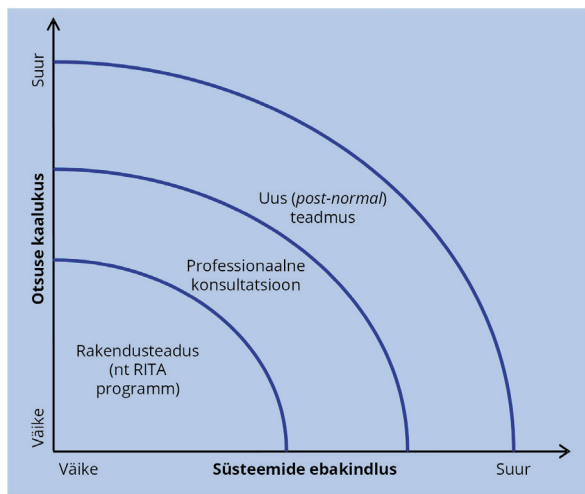
riikidest erinevast metoodikast. Kui üldiselt riigid hindavad seda indikaatorit riigieelarve kuluandmete alusel, siis Eestis on kasutatud teadus- ja arendustegevuse uuringu andmeid, mistõttu tuleks Eesti näitajaid pigem vaadata trendina.

Vaatlusalustes RITA projektides hõlmatud ressursid on väga heterogeensed ja mitmeid neist ei ole Eestis seni kasutatud või on kasutatud ühekülgsest, nagu graptoliitargilliiti, ja fosforiiti, seetõttu võib neid pidada **tehnoloogilises mõttes uuteks niššideks**. Riik saab olla nendes valdkondades ka niššide loojaks erasektori kõrval. Iga niši puhul on kindlasti vaja kasutada

eriomaseid koordineerimismehhanisme vastava teadmuse loomiseks ja levitamiseks, kuid üldisemalt on (tehnoloogiliste) niššide arendamiseks tugistruktuuridel, sh riigil ja kohalikel omavalitsustel, aga ka ülikoolidel mitmesuguseid võimalusi. Peamised sekkumisvõimalused on ootuste ja visiooni sõnastamine, nišše toetavate sotsiaalsete võrgustike loomine, õppimis- ja avastamisprotsesside eri aspektide toetamine ning nišše esindavate huvigruppide huvide tasakaalustamise, poliitikate kujundamise ja elluviimisega seotud tegevused (Kivimaa 2014).

Ühiskonna arengutee nihutamisel trajektoorile, kus oleks tagatud ressursside jätkusuutlik kasutamine, tuleb teha otsuseid, mille puhul on üheaegselt väga suured nii määramatus ja riskid kui ka (majanduslikud) panused. On väidetud, et selliste **muutuste elluviimiseks vajame me täiesti uut tüüpi teadust** (*post-normal science*), vt joonis 4 (Funtowicz, Ravetz 1993). Erinevus tavapärasest rakendusteadusest seisneb selles, et uut tüüpi teadus võtab arvesse laiemat sotsiaalset kriitikat, vastandlikke, näiteks äri-, keskkonna-, kohaliku kogukonna jne huve ning kaasab otsustusprotsessidesse oluliselt laiema osalejate ringi (*peer community*), kes lisaks teadlastele peavad osalema teadmuse loomisel. Funtowicz ja Ravetz (1993) toovad näidetena välja mitu sellist tüüpi innovatsiooni või koguni terveid uurimisharusid, kus niiõelda teaduslikud faktid või tõestused puuduvad/ puuduvad, kuid erilaadse kogukondade osaluse ja nende edasiantava teadmuse tõttu viiakse innovatsioon ellu, arendades edasi ka vastavat teadus- ja arendustegevuse valdkonda. Hiljem saabub probleemile ka tõestus teaduslikus mõttes, näiteks AIDSi uuringud toimuvad sellises kogukondlikus keskkonnas. Nii on avastatud mõned konkreetset haigused, sh puukborrelioos (Lyme tõbi), kuid sageli leitakse sel viisil kahjulike ainete (nt mootorkütuste) mõju tervisele või keskkonnale (*ibid.*). Tänapäeval viitavad paljud teadlased

Ühiskonna arengutee nihutamiseks resursside jätkusuutlikule kasutamisele vajame täiesti uut tüüpi teadust.



JOONIS 4. Uus vajatav teadus suurte väljakutsete ja transformatiivsete muutuste saavutamiseks.

Allikas: Funtowicz, Ravetz (1993, 750)

sellist tüüpi teadmuse loomise vajadusele lahendamaks globaalseid keskkonna ja jätkusuutlikkusega seotud probleeme.

Kui tavapäraselt nähakse selliste suurte muutuste vedajatenä valitsusasutusi, siis Stephens ja ta kaasautorid (2008) tõstavad küsimuse, kas ka ülikoolid saaksid ühiskonnas kallutada tehtavate muutuste vaekausi jätkusuutlikkuse suunas. Nad toovad näiteid ELi riikidest, kus see on toimunud, kuid kirjeldavad ka võimalikke ohtusid (nt uuritavate probleemide liigne lihtsustamine ülikoolides). Laiemalt takistavad kõrgharidussüsteemides selliseid protsesse ülikoolide rahastamissüsteem ja institutsionaalne korraldus, ülikoolides nõrgalt toimivad demokraatlikud protsessid ning vähene ülikoolidest väljapoole suunatud kommunikatsioon ja teadmuse levik. Kõigi nende puhul on tegemist aga riigisiseste juhtimisküsimustega, mida hea tahtmise korral on võimalik lahendada.

MIDA ME ÜLDSE TEAME OMA MAAPÕUERESSURSSIDEST? Asjaolule, et Eesti maapõu ning selle ressursid vajavad süsteemset uurimist ning teadmiste kohta usaldusväärse, teaduspõhise ülevaate kujundamist, on tähelepanu juhtinud paljud teadlased. Väga selgelt on selle esile tõstnud Dimitri Kaljo koos oma kaasautoritega (2016), kes sedastavad, et pärast Eesti taasiseseisvumist ei ole maavarade vallas süsteemseid uuringuid tehtud, mistõttu on nüüdisaegset teadmust maapõueressursside kohta lisandunud vaid juhuslikult. Järgnenud aastatel on selles vallas mõndagi muutunud. Loodud on Eesti Geoloogia teenistus, mille ülesandeks on geoloogiaalase teadmuse edendamine ja levitamine. Vastu on võetud Maapõuepoliitika põhialused aastani 2050 (2017), mis nõuavad maapõueressursside teaduspõhist, majanduskasvu suunatud ressursitõhusat kasutamist, mille käigus tasakaalustatakse keskkonnavalasid, sotsiaalseid, majanduslikke, geoloogilisi ja julgeolekuaspekte, et tagada ühiskonnale suurima võimaliku väärtuse loomine.

Samal ajal on eesmärgiks sõltuvuse vähendamine taastumatutest loodusressurssidest. Sellega on loodud alus nn uut tüüpi teadusele. Käesolevad RITA projektid siiski uut tüüpi teaduse kõiki kriteeriume ei täida, jäädes pigem tavapärase rakendusuuringute tasemele. RITA programmi projektidesse pole teadus- ja arendustöö tegijate-täitjatena kaasatud eri valdkondade eksperte väljastpoolt ülikooli ehk mitteteadlasi. Ka näiteks ministriumide töötajad esindavad tellijat, mitte ei lahenda projekti uurimisküsimust ega ole vastutavad teaduse ja teadmuse loomise eest konkreetset projektis. Projektides intervjuueritakse ettevõtjaid, kaasamaks nende arvamusi, kuid neil pole mingisugust rolli projektide täitjatena jne. Laiemalt öeldes puuduvad meil uut tüüpi teaduse loomiseks vajalik rahastus, infrastruktuur, aga ka traditsioonid ja arusaam.

RITA MAARE projekti eesmärk on töötada välja Eesti prioriteetsete maapõueressursside efektiivsemad, keskkonnasõbralikumad ja säästvamad kasutusvõimalused, kuid teadlastele lisaks laiemat osalejate ringi projekti kaasatud ei ole. Uuritavad ressursid on väga heterogeensed. Hõlmatud on nii tuleviku-maavarad, mida hetkel ei kaevandata ja mille kohta teadmisi napib – fosforiit, graptoliitargilliit, metallilasundid –, hästi uuritud varudega turvas, millele otsitakse kõrgema lisandväärtusega kasutusalasid, näiteks aktiivsöe tootmine, aga samuti põlevkivi kasutamisel tekkivad tuhk ja aheraine, millest võiks kujuneda teisedes märkimisväärsed ressursid, ning Ediacara liivakivid⁸ kui ehituskeskkond. Projekti käigus on hinnatud nimetatud ressurside kohta varasemast olemasolevat ja projektiga lisandunud teadmiste taset,

⁸ Ediacara ladestu Eestis ei paljandu, sellest varasemalt võetud proovid on aga halva kvaliteediga, mistõttu selle ladestu kohta väga palju ei teata. Ediacara liivakivide kiht on vaja läbindada Tallinn-Helsingi tunneli rajamiseks praegu kavandatud trassidel. Läbindamine võib aga oluliselt mõjutada nii põhjavee kvaliteeti kui ka kvantiteeti.

Ressurss	Olemasolev teadmus (hinnang skaalal: väga hea, hea, rahuldav, puudulik*)							Lisauuringute vajadus**	
	Varud (geoloogilised teadmised)	Kaevandamine	Töötlus- ja tehnoloogilised teadmised	Kasutusvõimalused	Keskkonna mõjud (KM)	Sotsiaal-majanduslikud mõjud (SM)	Maailmaturu vajadus	Töötlus ja tehnoloogia	Mõju-uuringud (KM/SM)
Turvas	Väga hea	Väga hea	Hea (süsiniku tootmine)	Hea (energia-salvestites)	Rahuldav (suuremahuline tootmine)	Rahuldav	Väga hea	(1)	(1)
Graptoliit-argilliid (vääringamine)	Hea (geoloogiline varu), puudulik (elementide sisaldus)	Hea	Hea (uus teadmus biolestamisest)	Puudulik (metallide kontsentratsioon varieerub)	Rahuldav-hea	Rahuldav-hea	Väga hea	(1)	(2)
Põlevkivituhk	Muutunud omadused ja turusituatsioon	Ei ole asjakohane	Rahuldav (muutunud omadused)		Rahuldav (üldteadmine)	Rahuldav (vähene kasutus)	Rahuldav	(1)	(1)
Metallid	Puudulik	Hea	Puudulik (teadmised koostise kohta)	Hea	Hea (kaevandamine), puudulik (tootmine)	Puudulik	Hea	(1)	(2)
Ediacara liivakivi	Puudulik (omadused ja läbimistehnoloogiad)		Puudulik (läbimistehnoloogiad)		Puudulik (damise mõju põhjaveele)	***		(1)	(1)
Fosforiit (vääringamine)	Puudulik-rahuldav (varud tuleb ümber hinnata)	Rahuldav-hea (olenevalt leiukohast)	Hea	Hea	Rahuldav (sõltuvad leiukohast)	Hea		(1)	(2)

TABEL 1. Eesti maapõueressursside alase teadmuse hinnangud.

Märkus: * Segitused on lisatud eelkõige seal, kus ilma selleta poleks hinnang arusaadav. ** hinnang uuringu olulisusele skaalal – väga oluline (1), oluline (2); *** ei saa hinnata.

Allikas: RITA MAARE projekt

mildest üldistatud kokkuvõte on esitatud tabelis 1. Tabelis on toodud hinnangud hetkel olemasolevale teadmiste tasemele ressursivarude, kaevandamis- ja töötlemis-tehnoloogia, kasutamismõimaluste, keskkonna- ja sotsiaalmajanduslike mõjude ning maailmaturu vajaduse kohta. Samuti on toodud välja, miks on tähtis ja vaja teha lisauuringuid töötlemismõimaluste ning nendest lähtuvate keskkonna- ja sotsiaal-majanduslike mõjude kohta.

Lühidalt kokku võttes on olemasolevad teadmised Eesti maapõueressursside kohta varieeruvad, kuid pigem vähesed. Mitmel juhul (Ediacara liivakivid, fosforiit, graptoliitargilliit, metallid) on probleemiks varasemate proovide madal kvaliteet, mis ei võimalda anda hinnanguid ressursi täpse paiknemise ja koostise kohta. Tänapäevaste teadmiste saamiseks on vajalikud uued puuraugud, mida RITA MAARE projekti raames ei tehta. Küll aga on riik andnud Geoloogiateenistusele loa mõningate uute puuraukude rajamiseks väljaspool nimetatud projekti. Ühese hinnangu andmist ressursside töötlemis- ja kasutamismõimalustega seotud teadmiste ning kaasnevate keskkonna- ja sotsiaal-majanduslike mõjude kohta raskendab nimetatute sõltumine konkreetsest asukohast, tehnoloogiast ja/või kasutusvaldkonnast, näiteks kas kaevandamisjärgne töötlemine toimub Eestis, millise tehnoloogiaga jms. Selgelt ilmneb aga vajadus teha lisauuringuid nii töötlemismõimaluste kui ka nendest lähtuvalt keskkonna- ja sotsiaalmajanduslike mõjude kohta.

Lisaks tabelis toodud teadmuse olemasolule või puudustele määravad ressursside kasutamise otsused olulisel määral ka Eesti võetud rahvusvahelised kohustused kasvuhõonegaaside heitme, taastuvenergia, biomassi säästliku kasutamise ja muudel aladel. Väga tähtis on hinnata, kas Eestis on riskid nii suured, et peaksime teatud ressursside arendamisest üldse loobuma. Tabelist on näha, et sotsiaal-majanduslikud analüüsid on enamasti puudu.

MIDA ME EESTI BIOMAJANDUSE RESSURSSIDE VÄÄRINDAMISEST JUBA TEAME? RITA biomajanduse uuring algas 2018. aasta kevadel ning selles analüüsitakse Eesti biomajanduse ressursside olemasolu ja nende väärindamist kuues väärtusahelas: toit ja sööt; tselluloosi-, paberi-, puittooted ja puitehitus; tekstiil ja rõivad; kütused ja energia; biomaterjalid, kemikaalid, farmaatsia- ja plasttooted ning biomajandusega seotud ökosüsteemi teenused. Uuringu raames töötatakse välja Eesti biomajanduse arengu stsenaariumid ja valitud alamvaldkondades ärimudeli prototüübid ning analüüsitakse nende sotsiaalset, majanduslikku ja keskkonnavalast mõju.

Biomajandus annab Eestis ligi kümneidiku loodud lisandväärtusest ja kuuendiku ekspordist. Biomajandus on meil koonduvad valdavalt kahte suurde väärtusahelasse – toidu ja sööda valdkonda ning puidu tootmisse ja väärindamisse. Eesti biomajanduse kaardistamisel nähtub, et primaarsektoris ehk põllu- ja metsamajanduses ning kalanduses toodeti 2017. aastal kokku 6348 tuhat tonni taimset ja loomset biomassi, peamiselt teravilja,

***Eesti on edukas
biomassi kasvatamisel,
kuid vähem edukas
selle edasisel
väärindamisel.***

rohusööta ja toorpiima, ning 13 577 kuupmeetrit puitu. Põllumajanduses toodetava bioressursi väärtus on ligikaudu 846 miljonit ja metsamajandusliku biomassi väärtus 1220 miljonit eurot, mis on suurim Eesti majandusse panustav sektor. Senise ressursikasutuse analüüsi põhjal võib väita, et Eesti on edukas biomassi kasvatamisel (bioressursside loomisel), kuid vähem edukas biomassi edasisel väärindamisel.

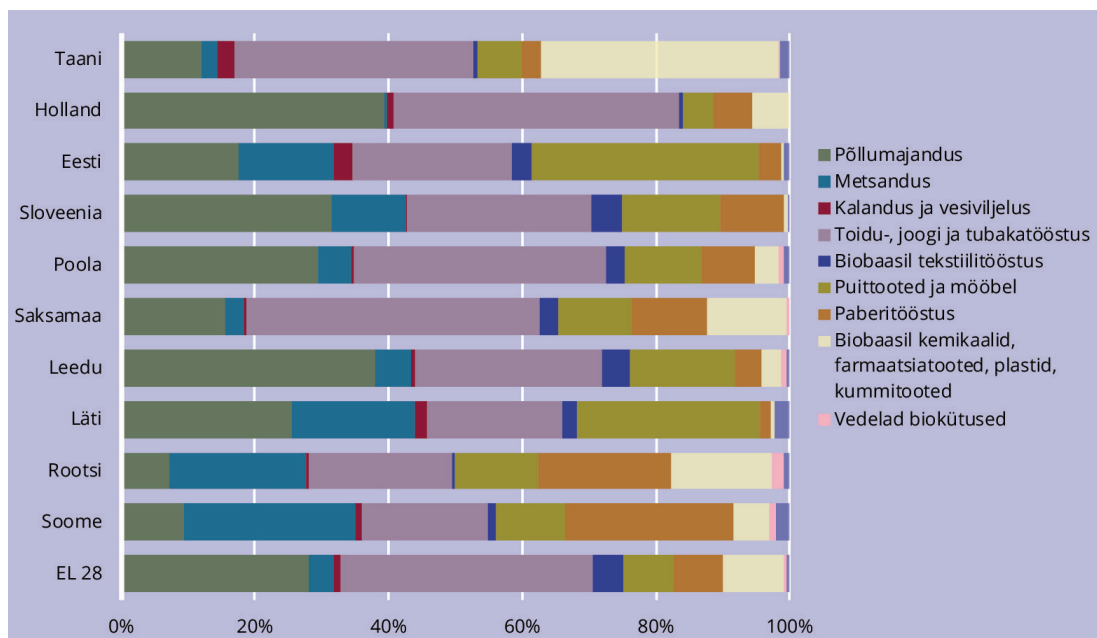
Võrreldes Eesti biomajanduses loodud lisandväärtuse valdkondlikku jaotumist teiste Euroopa Liidu riikidega (vt joonist 5), selgub, et Eesti on siin erandlik koos Läti, Soome ja Rootsi, kus suurim panustaja on metsandus koos puittoodete- ja mööbli-tööstusega. Kõrge lisandväärtusega riikides Hollandis, Saksamaal, Taanis on tavaliselt põllumajanduse osakaal suhteliselt väike ja toiduainetetööstusel suur.

Joonis 5 osutab ka kalanduse ja vesi-viljeluse väga väikesele panusele loodud lisandväärtusest nii Eestis kui ka teistes ELi riikides ja vihjab vajadusele seda bioressurssi hoopis paremini vääridada. Eestil on 3794 kilomeetrit rannajoont, mille alusel paigutume maailma riikide hulgas kõrgele 30. kohale. Vaatamata suurele majandusvõõndile ja kalarikastele siseveekogudele annab kalandus vaid 2,8 protsenti kogu Eesti primaarsektori toodangu väärtusest. Kokku püütakse ja kasvatatakse Eestis aastas ligikaudu 80 000 tonni saadusi, mille väärtus on umbes

57 miljonit eurot. Liiga vähe oleme seni panustanud kvootide raames püütud kala vääridamisele – töötlemisele ja müügile. Hinnanguliselt 85–90 protsenti püütud räimest ja kilust läheb loomasöödaks. Kui ajalooliselt „põhjatule“ Venemaa turule müük on raskendatud, siis teistele turgudele samas mahu ümberorienteerumine ei ole olnud kerge.

Alates 1961. aastast on globaalne kala tarbimine kasvanud kaks korda kiiremini kui maailma rahvaarv, seega majandusloogikast lähtudes peaks kasvava turu tingimustes olema lihtsam ka meie ettevõtetele oma tooteid välisurgudel realiseerida, kui vaid osataks kliendi vajadusi mõista ning üles ehitada konkurentsivõimeline väärtusahel. Samas on arenguruumi meie enda tarbimisharjutuste kujundamisel, et eelistataks kohalikku kala – mereriigina oleme kahjuks praegu kala netoimportijad.

Eraldi murekoht on kalasaaduste töötlemine ning selle seos viimasel ajal



JOONIS 5. Lisandväärtuse jaotus biomajanduse valdkondade vahel Eestis ja võrdlusriikides 2015. aastal, % kogu antud riigi biomajanduse lisandväärtusest.

Allikas: autorite arvutused Eurostati andmetel

Primaarne ressurss	Sekundaarne ressurss	Olemasolev teadmus (hinnangud skaalal: väga hea, hea, rahuldav, puudulik)							Lisauuringute vajadus**		
		Teadmine olemasolevatest varudest	Kasvatamis- tehnoloogiade tundmine	Koristus- (püügi) tehnoloogiade tundmine	Töötlemis- tehnoloogiade tundmine	Kasutus- võimalused	Kesk- konna mõjud (KM)	Sotsiaal- majanduslikud mõjud (SM)	Maailma- turu vajadus	Potent- siaalsed nišid, äri- mudelid	Mõju- uuringud (KM/SM)
Metsamaa	Puit	Okaspuu jämpelk	Väga hea	Väga hea	Väga hea (mehaaniline)	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Väga hea	(2)	(1)
		Lehtpuu jämpelk	Hea	Väga hea	Hea (spoon)	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Väga hea	(2)	(1)
	Okaspuu peenpalk	Hea	Väga hea	Väga hea	Väga hea (mehaaniline)	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Väga hea	(1)	(1)
	Lehtpuu peenpalk	Hea	Väga hea	Väga hea	Rahuldav (keemiline)	Puudulik	Väga hea	Väga hea	Rahuldav	(1)	(2)
	Küttepuid	Hea	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Hea	Rahuldav	(2)	(3)
	Raidmed	Rahuldav	***	Väga hea	Puudulik	Rahuldav	Puudulik	Hea	Puudulik	(2)	(2)
Põllumajandusmaa	Haritav maa	Teravili	Väga hea	Väga hea	Hea	Hea	Hea	Väga hea	Väga hea	(1)	(2)
		Köögilvi	Hea	Hea	Rahuldav	Rahuldav	Hea (*)	Väga hea	Rahuldav	(1)	(2)
		Õlikultuurid	Hea	Hea	Rahuldav	Rahuldav	Rahuldav	Väga hea	Hea	(1)	(2)
		Sööt	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Hea (*)	Rahuldav	Hea	(1)	(2)
	Püsi- rohumaad	Piim	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Hea	Hea (*)	Hea (*)	Hea	(1)	(2)
Liha		Väga hea	Väga hea	Väga hea	Väga hea	Hea (*)	Hea (*)	Hea	(1)	(2)	
Meri	Kalavaru meres	***	Väga hea	Väga hea	Hea	Rahuldav	Puudulik	Puudulik	Puudulik	(1)	(2)
		Kalavaru siseveekogudes	Väga hea	Väga hea	Hea	Rahuldav	Rahuldav	Puudulik	Puudulik	(1)	(2)
	Kalakasvatust sumpades	Hea	Rahuldav	Rahuldav	Hea	Rahuldav	Puudulik	Puudulik	Puudulik	(1)	(2)
	Kalakasvatust maismaal	Hea	Hea	Väga hea	Hea	Rahuldav	Puudulik	Puudulik	Puudulik	(1)	(2)
	Muud mereressursid, nt vetikad ja karbid	Rahuldav	Puudulik	Rahuldav	Osaliselt hea, enamasti puudulik	Puudulik	Puudulik	Puudulik	Puudulik	(2)	(1)
Biomass kasvuhoonetest, bioreaktoritest		Hea	Puudulik	Puudulik	Puudulik	Puudulik	Puudulik	Puudulik	(2)	(1)	

TABEL 2. Hinnangud Eesti peamiste taastuvate ressursside alase teadmuse kohta.

Märkus: *Traditsioonilistest kasutusvaldkondadest; töötlemistechnoloogiatest ja ärinudelist; hea, kuid innovaatilist; lähenev; ** hinnang uuringu olulisusele skaalal – väga oluline (1), oluline (2), vähemoluline (3); *** ei saa hinnata.

Allikas: RITA Biomajanduse projekt

teravalt päevakorda tõusnud ringmajandusele ülemineku ambitsioonidega. Jääkide ja kõrvalsaaduste edasise kasutuselevõtuga meil süsteemselt ja suuremas mahuks kahjuks ei tegelda, seega on tegu ilmselgelt raisatud ressursiga. Samas kalajäägid sisaldavad mitmeid keemia- ja farmaatsia-tööstuses kasutatavaid komponente, millest saab valmistada näiteks vitamiine ja toidulisandeid. Tuleks detailsemalt

***Eesti riik võiks
eemaldada
ebamõistlikud takistused,
mis pärsivad
kalanduse ja
vesiviljeluse arengut.***

vaadata, mis on selle põhjused – kas ressursi hajali paiknemine, ettevõtjate teadmatus, oskuste puudus, väiksemate ettevõtjate organiseerimatus, või puudub ka meie teadusasutustes vastav pädevus, mida ettevõtjatega jagada. Tabel 2 annab esialgse hinnangu bioressursside alasele teadmusele. Lisaks ringmajandusele on mitmel vees kasvavatel bioressurssidel ka võime toetada ökosüsteemi teenuseid – näiteks eemaldada veest liigset lämmastikku ja fosforit ning siduda süsihappegaasi. Ka selle valdkonna oskusteave on Eestis olemas, kuid hetkel veel suuremas mahuks rakendamata.

Lisaks looduslike kala- ja muude mereressursside kasutamisele tuleks mõelda enam ka vesiviljeluse suunas – kuidas kasvatada bioressursse (sh kala, vetikaid, rannakarpe) inimese loodud või toetatud veekeskkonnas. Globaalsetes suundumustes on traditsiooniline kalapüük püsinud stabiilne 1980. aastatest alates, kuid viimaste aastakümnete kasv ongi tulnud just akvakultuurist⁹, ning

see trend on jätkumas. See võib olla nii looduslikku veekogusse rajatud piiritletud ala kui ka täiesti tehislik veekeskkond. ELi normide paindumatu järgimine Eestis on viinud meie kalanduse ja vesiviljeluse ettevõtte olukorda, kus ei räägita mitte niivõrd toetuse vajadusest, kui just sellest, et riik võiks lihtsalt kõigepealt eemaldada ebamõistlikud takistused, mis pärsivad selle sektori arengut.

Õnneks leidub meie biomajanduses ka piisavalt näiteid valdkondadest, kus me suudame bioressurssi luua ja kasutada paremini kui teised riigid ELis. Näiteks on Eestis suurt edu saavutatud piima tootmisel, teisiti väljendatuna ressursi loomisel, kus on jõutud Euroopas teise tulemuseni (9091 kg piima lehma kohta 2017. a). Selle on taganud väga suur edasimineku nüüdisaegse teadmuse rakendamisel kogu piima tootmise ahela igal etapil (tabel 2).

Kuid piima töötlemisel ja ärimudelite rakendamisel välisturgudele müügiks on suur arenguruum ehk loodud ressursi väärindamine on tagasihoidlik. Loodetavasti seoses uue moodsa piimatöötlemistehase rajamisega Paidesse toimub siin läbimurre.

Eesti on üks puiduressursiga paremini varustatud Euroopa riike. Nii metsanduse kui ka puidu mehaanilise töötlemise valdkonnas on Eestis olemas nüüdisaegne teadmus, tugev ettevõtlussektor võimekusega investeerida tänapäevastes tehnoloogiatesse. Tallinna Tehnikaülikool avas 2018. aastal spooni- ja vineeritootmise teadus- ja arenduskeskuse, mis pakub ettevõtetele ja haridusasutustele uute tehnoloogiate katsetamise, toodete testimise ning kutseoskuste omandamise võimalusi. Puidu kui ressursi keemilisel töötlemisel – puidutööstuse kõrgeima lisandväärtusega valdkonnas – on aja jooksul tekkinud teadmuse puudujääk ja vähe on isegi neid ettevõtteid, kes on tuginenud peamiselt välismaisele teadmusele. Seetõttu on Eestis selle valdkonna teadus- ja arenduskeskuse loomine teadusasutuste võimekuse arendamise seisukohast väga tähtis. Viimastel aastatel on Tartu Ülikooli

⁹ <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>.

tehnoloogiainstituudis astunud rida samme puidu biotehnoloogilise ning keemilise töötlemise alase tuumikkompetentsi loomiseks koostöös suurte rahvusvaheliste ja kodumaiste ettevõtetega nagu Novo Nordisk ja Graanul Invest.

KOKKUVÕTE. Kuigi teadmus nii bio- majanduse kui ka maapõueressursside kaevandamis- ja töötlemisalastest tehnoloogiast on globalne, tuleb kohalike eripärade tõttu arendada kohalikk **tead(m)ust**. See tuleneb ressursi enda eripärast – kaevandamise, kasvatamise, tootmise ja tarbimise, aga ka poliitika erisustest, rahvusvaheliselt võetud kohustustest ja muust. Eestis on mitut laadi taastuvaid ja taastumatuid ressursse, mida saab kasutada tuleviku teaduspõhise majanduse ja ühiskonna heaoluks, kuid neid ei saa uurida ja arendada ilma ühiskondliku soovi ja tolerantuse ega ka avaliku ja erasektori teadus- ja arendustegevuse panuse ja investeringuteta.

Senise ressursikasutuse analüüsi põhjal võib väita, et Eesti on edukas mõnede varude (nt biomassi) loomisel, kuid vähem edukas nende väärindamisel. Ressursside teaduspõhiseks majandamiseks vajame selliseid **ärimudeleid**, mille loomisel tuleb ühendada teadmised toormest, tehnoloogiast ja turuvõimalustest.

Ressursiallikatele – maapõuele, merele, siseveekogudele – oleme seni pööranud liiga vähe tähelepanu. Kalanduse ja vesiviljeluse, aga ka maapõueressursside arendamine aitaks suurendada ja mitmekesistada majanduse lisandväärtuse loomise võimet. Lisaks on vees kasvaval bioressursil võime toetada ökosüsteemi teenuseid, näiteks eemaldada veest liigset lämmastikku ja fosforit ning siduda süsihappegaasi.

Ressursirikastes, kuid ebaedukates riikides tõeks saanud ohtude vältimiseks tuleb leida sobivad koordinatsioonimehhanismid. Need on näiteks avaliku ja erasektori partnerlus investeringutes ja teadus- ja arendusprojektides, kohalike kogukondade suurem osalemine nii varude majandamises kui ka kasude jagamises jmt. Praegune Eesti teaduse rahastamise süsteem ei sisalda selliseid mehhanisme, mis võimaldaksid teadlaste ja teadusasutuste tõhusamat osalemist strateegiliste otsuste kujundamisel. Pealegi pole Eesti seadnud ressurside kasutamiseks süsteemseid eesmärgi. Siirdeuuringute tulemused näitavad, et lisaks teadus- ja arendustegevuse finantseerimisele nõuab uute tehnoloogiliste nišside ergutamine ka vanade tehnoloogiate destabiliseerimist ning mitmeid teisi sekkumisi nii hariduskui ka innovatsioonipoliitika valdkonnas.

KASUTATUD ALLIKAD

- ALI, S. H., GIURCO, D., ARNDT, N., NICKLESS, E., BROWN, G., DEMETRIADES, A., MEINERT, L. D. (2017). Mineral Supply for Sustainable Development Requires Resource Governance. – *Nature*, 543(7645), 367. DOI: 10.1038/nature21359.
- ANTONELLI, C. (2017). The Derived Demand for Knowledge. – *Economics of Innovation and New Technology*, 26(1–2), 183–194. DOI: 10.1080/10438599.2016.1202518.
- ARCHIBUGI, D., FILIPPETTI, A. (2018). The Retreat of Public Research and Its Adverse Consequences on Innovation. – *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 97–111. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.05.022.
- ARNDT, N. T., FONTBOTÉ, L., HEDENQUIST, J. W., KESLER, S. E., THOMPSON, J. F., WOOD, D. G. (2017). Future Global Mineral Resources. – *Geochemical Perspectives*, 6(1), 1–171. DOI: 10.7185/geochempersp.6.1.
- AROCENA, R., SUTZ, J. (2010). Weak Knowledge Demand in the South: Learning Divides and Innovation Policies. – *Science and Public Policy*, 37(8), 571–582. DOI: 10.3152/030234210X12767691861137.
- BAHN-WALKOWIAK, B., VON GRIES, N., WILTS, H., SCHEFER, S. (2014). Comparing Trends and Policies of Key Countries: Report about Drivers for Resource Decoupling and the Role of National Policies. Report within POLFREE – Policy Options for a Resource Efficient Economy. – <https://www.ucl.ac.uk/polfree/publications>.
- CRÉPON, B., DUGUET, E., MAIRESSE, J. (1998). Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. – *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2), 115–158. DOI: 10.3386/w6696.

- DAVID, A. P., WRIGHT, G. (1997). Increasing Returns and the Genesis of American Resource Abundance. – *Industrial and Corporate Change*, 6(2), 203–245. DOI: 10.1093/icc/6.2.203.
- EUROPEAN COMMISSION. (2014). Report of the Ad Hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials. – <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/10010/attachments/1/translations/en/renditions/pdf>.
- FLEMING, D. A., MEASHAM, T. G., PAREDES, D. (2015). Understanding the Resource Curse (or Blessing) Across National and Regional Scales: Theory, Empirical Challenges and an Application. – *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 59(4), 624–639. DOI: 10.1111/1467-8489.12118.
- FUNTOWICZ, S. O., RAVETZ, J. R. (1993). Science for the Post-Normal Age. – *Futures*, 25(7), 739–755. DOI: 10.1016/0016-3287(93)90022-L.
- GEELS, F. W. (2002). Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-Level Perspective and a Case-Study. – *Research policy*, 31(8–9), 1257–1274. DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00062-8.
- GIBON, T., HERTWICH, E. G., ARVESEN, A., SINGH, B., VERONES, F. (2017). Health Benefits, Ecological Threats of Low-Carbon Electricity. – *Environmental Research Letters*, 12(3), art no 034023. DOI: 10.1088/1748-9326/aa6047.
- HANCOCK, L., RALPH, N., ALI, S. H. (2018). Bolivia's Lithium Frontier: Can Public Private Partnerships Deliver a Minerals Boom for Sustainable Development? – *Journal of Cleaner Production*, 178, 551–560. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.264.
- HAUKNES, J., KNELL, M. (2009). Embodied Knowledge and Sectoral Linkages: An Input-Output Approach to the Interaction of High- and Low-Tech Industries. – *Research Policy*, 38(3), 459–469. DOI: 10.1016/j.respol.2008.10.012.
- KALJO, D., PUURA, E., SOESOO, A. (2016). Eesti maapõu vajab süsteemset lähenemist – akadeemiline vaade praktiliste järeldustega. – *Riigikogu Toimetised*, 33, 160–170.
- KIVIMAA, P. (2014). Government-Affiliated Intermediary Organisations as Actors in System-Level Transitions. – *Research Policy*, 43(8), 1370–1380. DOI: 10.1016/j.respol.2014.02.007.
- MAAPÕUEPOLIITIKA PÕHIALUSED AASTANI 2050. (2017). – https://www.envir.ee/sites/default/files/410xiii_rk_o_06.2017.pdf.
- MARSDEN, T., FARIOLI, F. (2015). Natural Powers: From the Bio-Economy to the Eco-Economy and Sustainable Place-Making. – *Sustainability Science*, 10(2), 331–344. DOI: 10.1007/s11625-014-0287-z.
- NICHOLSON, P. (2016). Canada's Low-Innovation Equilibrium: Why it has Been Sustained and how it will Be Disrupted. – *Canadian Public Policy*, 42(S1), S39–S45. DOI: 10.3138/cpp.2015-019.
- O'BRIEN, M., FISCHER, S., BAHN-WALKOWIAK, B., SCHEPELMANN, P., USUBIAGA, A. (2013). Resource Efficiency Opportunities for Countries in the EBRD Region – Supporting the Transition to Green Market Economies. A Study for the European Bank for Reconstruction and Development. London. Unpublished.
- OECD. (2017). Environmental Performance Reviews: Estonia 2017. – <http://oe.cd/epr-estonia>.
- PORTER, M. E. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. NY: Free Press.
- ROBERTSON, P. L., PATEL, P. R. (2007). New Wine in Old Bottles: Technological Diffusion in Developed Economies. – *Research Policy*, 36(5), 708–721. DOI: 10.1016/j.respol.2007.01.008.
- ROMER, P. M. (1994). The Origins of Endogenous Growth. – *Journal of Economic perspectives*, 8(1), 3–22. – <https://www.jstor.org/stable/2138148>.
- SCHOT, J., KANGER, L. (2018). Deep Transitions: Emergence, Acceleration, Stabilization and Directionality. – *Research Policy*, 47(6), 1045–1059. DOI: 10.1016/j.respol.2018.03.009.
- STEPHENS, J. C., HERNANDEZ, M. E., ROMÁN, M., GRAHAM, A. C., SCHOLZ, R. W. (2008). Higher Education as a Change Agent for Sustainability in Different Cultures and Contexts. – *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(3), 317–338. DOI: 10.1108/14676370810885916.
- WELLMER, F. W., SCHOLZ, R. W. (2017). Peak Minerals: What can We Learn from the History of Mineral Economics and the Cases of Gold and Phosphorus? – *Mineral Economics*, 30(2), 73–93. DOI: 10.1007/s13563-016-0094-3.
- WRIGHT, G., CZELUSTA, J. (2004). Why Economies Slow: The Myth of the Resource Curse. – *Challenge*, 47(2), 6–38. DOI: 10.1080/05775132.2004.11034243.