TAIE fookusvaldkondade teemalehed

I. DIGILAHENDUSED IGAS ELUVALDKONNAS

II. TERVISETEHNOLOOGIAD JA -TEENUSED

III. KOHALIKE RESSURSSIDE VÄÄRINDAMINE

IV. NUTIKAD JA KESTLIKUD ENERGIALAHENDUSED

V. ELUJÕULINE EESTI ÜHISKOND, KEEL JA KULTUURIRUUM

TAIE fookusvaldkondade teemalehed

I. DIGILAHENDUSED IGAS ELUVALDKONNAS

Teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse toel

- **luuakse, pakutakse ja kasutatakse digilahendusi igas eluvaldkonnas;**
- **kasutatakse andmemajandust uute ärivõimaluste loomiseks;**
- **kindlustatakse turvaline küberruum.**

1. Valdkonna valiku põhjendus

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) horisontaalselt läbi teiste sektorite valiti nutika spetsialiseerumise kasvuvaldkondade hulka 2014–2020 perioodi TAI strateegia ettevalmistamise käigus. IKT valdkonna arendamine on jätkuvalt oluline, kuna see on annab olulise panuse nii Eesti ühiskonna (e-riik) ja majanduse toimimiseks kui ka globaalses vaates (nutikate lahenduste ja e-teenuste eksport, küberturvalisus, tehisintellekti rakendamine jms).

Viimastel aastatel on teadus- ja arendustegevuses keskendutud põhiliselt järgmistele valdkondadele:

- Tehisintellekt ja masinõppimine – innovaatilised lahendused automatiseeritud süsteemide loomiseks, sh tervishoiusüsteemis (nt e-tervise ja personaalmeditsiini IKT-põhised lahendused), samuti e-riigi lahendustes.
- Andmeteadus ja suurandmed – kasutajakeskse e-riigi lahendused, sh asjade interneti, robootika, tööstuse automatiseerimise, tervishoiu jm valdkonnas.
- Robotite-inimeste koostöö ja asjade internet tööstuses, sh tööstuse digitaliseerimisel ja protsesside optimeerimisel.
- Tarkvara usaldusväärsus, sh tarkvara korrektsuse, ohutuse, ressursikasutuse analüüsimise, analüüside tulemuste sertifitseerimise ja sertifikaatide sõltumatu kontrolli meetodite ja tööriistade meetmed (nt e-valitsemise ja avalike teenustega seoses).
- Tarkade asjade internet, sh hõlmates nii seadmeid ja tehnilisi lahendusi kui ka muudatusi protsessides (nt tootmisprotsessides) ja inimeste igapäevases käitumises (nt terviseandmed).
- Riistvara ja süsteemide turvalisus ja usaldatavus, küberkaitse – küberohtudega seotud turvalisusprobleemide lahendamine (nt energeetika-, side-, finants-, transpordi- ja julgeolekuvaldkonnas).
- Digipööre ja elukestev õpe, sh käsitledes lisaks infotehnoloogilisele mõõtmele ka sotsiaalset, kultuurilist ja väärtuste mõõdet digilahenduste väljatöötamisel ja kasutamisel elukestvas õppes, organisatsioonide digiküpsuse hindamisel ja arendamisel ning digiuuenduste omaksvõtul hariduses ja ettevõtluses.

Seosed strateegiliste lähtealustega

„Eesti 2035“ arenguvajaduste valdkonnad: läbivalt kõik valdkonnad, eriti ettevõtluskeskkond, kultuuriruum ja elukeskkond, julgeolek ja turvalisus, riigivalitsemine

NS kasvuvaldkond: jah

EL tasand: EL digipöörde eesmärgid, IPCEI väärtusahelad

ÜRO säästva arengu eesmärgid: eelkõige tööhõive ja majanduskasvu, tööstuse, uuenduse ja taristu, rahumeelse ja kaasava ühiskonna ja üleilmse koostöö eesmärgid

Globaalsed suundumused: muutuv tehnoloogia, muutuvad ärimudelid ja muutuv töö olemus, poliitiliste süsteemide ja riigivalitsemise muutumine, rahvusvaheliste konfliktide ning julgeolekuohtude olemuse muutumine

2. Eesti tugevused ja arenguvõimalused

Majanduslik mõõde: IKT sektori roll Eesti majanduses on märkimisväärne[1] – umbes 5% ettevõtluses hõivatute koguarvuga luuakse ligi 8% ettevõtluses tekkivast lisandväärtusest, makstakse üle 6% kõigist Eesti ettevõtete poolt kinnipeetavatest ja makstavatest maksudest ja maksetest ning toodetakse 11% meie ekspordist. Riigi tasandil on oluline e-teenuste arendamine ja eksport teistesse riikidesse, mis annab Eestile maailmas unikaalse positsiooni selle valdkonna eestvedajana. Nutika spetsialiseerumise kasvualade uuring (2019) seiras kasvuala „IKT horisontaalselt läbi teiste sektorite" edenemist niššide kaupa ja osutas kõigi majanduse tegevusaladega võrreldes keskmisest kiiremale majanduskasvule.

Teaduslik mõõde: suurem osa IKT-alasest teadus- ja arendustegevusest on koondunud TÜ-sse ja TTÜ-sse (vastutavad ka IKT-alase kõrghariduse eest), lisaks neile TLÜ, STACC OÜ ning Cybernetica AS. Kõige enam on IKT-ga seotud teadlasi TTÜ-s (üle 200 töökoha), TÜ-s on umbes 150 IKT teadlase töökohta. Aastas avaldavad IKT-ga seotud teadlased üle 200 teaduspublikatsiooni, millest ligikaudu kuuendik kuulub 10% maailma mõjukamate publikatsioonide hulka.

II. TERVISETEHNOLOOGIAD JA -TEENUSED

Teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse toel

- **arendatakse ja pakutakse mõjusamaid ja kättesaadavamaid tervishoiuteenuseid;**
- **panustatakse patsiendikesksema ja tõenduspõhisema ravi ja ennetustöö pakkumisse, arendatakse personaalseid terviseteenuseid;**
- **suurendatakse tervishoiu ekspordipotentsiaali.**

1. Fookusvaldkonna valiku põhjendus

Seosed strateegiliste lähtealustega

„Eesti 2035" arenguvajaduste valdkonnad: tervis ja eluiga

NS kasvuvaldkond: jah

EL tasand: EL missioonid, IPCEI väärtusahelad

ÜRO säästva arengu eesmärgid: tervis ja heaolu

Globaalsed suundumused: kasvav ja vananev rahvastik

Tervishoiusektor koos sotsiaalhoolekandega hõlmab Eesti majandusest 4%. Sarnaselt teiste arenenud riikidega seisab Eesti silmitsi kasvavate tervishoiukulutustega, mis on seotud struktuursete muutustega rahvastikus, krooniliste ja nakkushaiguste kasvu (sh nakkushaiguste epideemiad/pandeemiad) ning uute kallite ravimeetodite ja tervisetehnoloogiate kasutuselevõtuga. Ka keskkonna- ja kliimamuutused ning nendega kohanemine mõjutavad inimeste tervist ja heaolu ning võivad lähiaastatel avaldada lisasurvet riikide sotsiaal- ja tervishoiusüsteemidele.

Tervisetehnoloogia ja -teenuste valdkonna arendamisel on potentsiaalselt kõrge sotsiaal-majanduslik mõju. Eestil on innovaatiliste ja kõrget lisandväärtust pakkuvate tehnoloogiliste lahendustega võimalik haarata välisturgudel turuliidri positsioon, kuna paljud riigid otsivad tervishoiusüsteemi jätkusuutlikkuse tagamiseks uusi ärimudeleid ja tehnoloogilisi lahendusi.

1 IKT valdkonna majanduse, kutse- ja kõrghariduse ning teadus- ja arendustegevuse ülevaade. Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus, 2019

Ühtlasi annab valdkond panuse ühiskonna väljakutsete (sh „Eesti 2035" arenguvajaduste) lahendamisse, võimaldades parandada tervishoiuteenuste kättesaadavust ja kvaliteeti ning vähendada tervishoiutöötajate töökoormust. Innovaatilised lahendused personaalmeditsiini valdkonnas annavad lisaks võimaluse liikuda ravimeditsiinist ennetava meditsiini poole, tagades inimeste pikema tervena elatud eluea ja tervishoiu kestliku rahastamise. Üha olulisemaks muutub patsiendikeskne ja individuaalne lähenemine (personaalmeditsiin, geenivaramu), suurandmeanalüütilised lahendused ning tervisemajandus, mis keskendub inimeste tervise ja eluea pikendamisele uute tervisetehnoloogiate ja -teenuste kasutuselevõtu kaudu. Eestil on tänu oma väiksusele, mobiilsusele ja tehnoloogilisele avatusele võimalik kujuneda innovaatilise tervishoiu teerajajaks.

2. Eesti tugevused ja arenguvõimalused

Majanduslik mõõde: nutika spetsialiseerumise kasvualade uuring (2019) seiras tervisetehnoloogiate kasvuala edenemist e-tervise ja punase biotehnoloogia niššidena ning osutas võrreldes kõigi majanduse tegevusaladega keskmisest kiiremale majanduskasvule.

Teaduslik mõõde: Eesti tugevused tervisetehnoloogia ja -teenuste valdkonnas põhinevad tipptasemel biomeditsiini ja biotehnoloogia alasel teadusel, tugeval ja innovaatilisel IKT sektoril, riiklikel digitaalsetel taristutel (x-tee, digilugu) ning paindlikul riigikorraldusel, mis võimaldab uusi lahendusi kiiresti kasutusele võtta. Eesti potentsiaal on seotud eelkõige e-lahenduste (sh suurandmelahenduste) väljatöötamisega, uute tehnoloogiate juurutamisega ning personaalmeditsiini arendamise ja rakendamisega. Võimalik on märkimisväärne arenguhüpe, kui biomeditsiini ja biotehnoloogiaid siduda kliinilise meditsiiniga. Samuti väljendub potentsiaal andmemajanduse, sh intelligentsete andmehaldussüsteemide ja tehisintellekti rakendamises ning selliste tervist edendavate tehnoloogiate ja teenuste väljatöötamises, mis oleksid rakendatavad ka väljaspool Eestit. Võimalikud fookused oleksid järgmised:

- andmete kasutamise ja automatiseeritud otsustustoe lahendused meditsiinisüsteemis;
- uute teenuste integreerimine igapäevameditsiini, nt e-tervise ja personaalmeditsiini rakendamine;
- erateenuste turule tuleku toetamine riigi teenuste kõrval, suurendades selle kaudu ka inimeste omaosalust tervise säilitamisel ja tugevdamisel.

Tervisetehnoloogiate ja -teenuste teaduskompetents paikneb Eesti suuremates ülikoolides (TÜ, TTÜ, TLÜ), TA-asutustes (KBFI, TAI), teadus-arenduskeskustes (TFTAK, TervisTAK), kolmes teaduse tippkeskuses (genoomika ja siirdemeditsiini tippkeskus, molekulaarse rakutehnoloogia tippkeskus, IT tippkeskus EXCITE) ning eraettevõtetes. Olulisemad kompetentsikeskused on TÜ genoomika instituut koos instituudi koosseisu kuuluva Eesti Geenivaramuga, mis on maailmas juhtpositsioonil geeniandmetel põhineva personaalmeditsiini arendamises. Eestis tegutsevad tugevad teadus- ja arendustegevusele toetuvad meditsiiniasutused: TÜ Kliinikum ja Põhja-Eesti Regionaalhaigla. Üha enam areneb ka tervisetehnoloogiatega seotud infotehnoloogia TÜ arvutiteaduse instituudis ja TTÜ tervisetehnoloogiate instituudis.

III. KOHALIKE RESSURSSIDE VÄÄRINDAMINE

Teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse toel väärindatakse kohalikke ressursse kestlikult, elurikkusega arvestavalt ja kõrge ressursitootlikkusega, keskendudes nii esmasele kui ka sekundaarsele toormele ning võimendades bio- ja ringmajandust.

1. Fookusvaldkonna valiku põhjendus

Perioodil 2014–2020 on keskendutud kolmele teemale: puidu, toidu ja maapõueressursside väärindamine. Nende teemade valikul lähtuti vajadusest maksimaalselt väärindada Eestis leiduvat toorainet, anda toorainele kõrgeim majanduslik lisandväärtus ning töötada välja ja võtta kasutusele toorainet säästvad ja keskkonda kõige vähem koormavad tehnoloogiad. Maapõueressursside puhul on oluline ka täiendavalt kaardistada ja uurida Eestis leiduvaid ressursse ja välja selgitada nende kasutuselevõtu võimalusi.
Ehkki eelnevalt kokku lepitud alateemad on olnud puidu, toidu ja maavarade väärindamine, peaks valdkonnas kaaluma kohalike ressursside konteksti laiendamist nt Eestis tekkivale teisesele toormele ja jäätmetele.

Seosed strateegiliste lähtealustega

„Eesti 2035" arenguvajaduste valdkonnad: ettevõtluskeskkond, elurikkus ja keskkond

NS kasvuvaldkond: jah

EL tasand: Euroopa roheline kokkulepe, EL missioonid

ÜRO säästva arengu eesmärgid: nälja kaotamise, jätkusuutliku energia, tööhõive ja majanduskasvu, säästva tootmise ja tarbimise eesmärgid

Globaalsed suundumused: loodusvarade nappus, kliimamuutused jätkuvad ja keskkonnaseisund halveneb

2. Eesti tugevused ja arenguvõimalused

Majanduslik mõõde:

Puidusektoris luuakse 3,5% ettevõtluses hõivatute koguarvuga üle 4% ettevõtluses tekkivast lisandväärtusest ja toodetakse ligi 17% Eesti ekspordist. Eesti puidutööstus keskendub peamiselt puidu mehaanilisele väärindamisele, kuid puidu keemiline ja molekulaarne kõrge tootlikkusega töötlemine Eestis sisuliselt puudub. Samas kasvab maailmas tselluloosikiust toodete turumaht märgatavalt iga aastaga, jätkuvalt prognoositakse biokeemia toodete maailmaturu kasvu. Puidutöötlemise valdkonnas tegutseb Eestis ligikaudu 1000 ettevõtet ning sektor annab tööd rohkem kui 15 000 inimesele, peamiselt siiski puidu mehaanilise töötlemise valdkonnas. Puidu keemilise töötlemisega tegelevad peamiselt kaks suurt ettevõtet: Estonian Cell AS ning Horizon Tselluloosi ja Paberi AS.

Toidusektorid ehk põllumajanduse, kalanduse ja toiduainetööstuse sektorid annavad umbes 5% Eestis loodud lisandväärtusest ning seal töötab ligikaudu 6% hõivatutest. Toiduainetööstuse valdkonnas tegutseb Eestis üle 500 ettevõtte ja sektor annab tööd rohkem kui 15 000 inimesele. Valdkonna ettevõtete summaarne müügitulu oli 2017. aastal 2,1 miljardit eurot, mis moodustas 3,5% kõigi Eesti ettevõtete müügitulust. Toiduainetööstus moodustab ligi 15% kogu töötlevast tööstusest ning ettevõtted tootsid 2017. aastal kokku 1,506 mld euro eest toodangut, millest 33% eksporditi. Valdkonnas on enim mikro- ja väikeettevõtteid. Keskmised ja suured ettevõtted moodustavad sektori ettevõtetest umbes 13%, kuid teenivad üle 80% sektori müügitulust ja annavad tööd ligi 80%-le kogu sektori töötajaskonnast. Sektori suurettevõtete hulka kuuluvad AS Balbiino, AS Eesti Pagar, AS Liviko, Saku Õlletehase AS, Kulinaaria OÜ, Lunden Food OÜ, AS A. Le Coq, AS Farmi Piimatööstus, Orkla Eesti AS, Premia Tallinna Külmhoone AS, Valio Eesti AS, HKScan Estonia AS. Eesti toiduainetetööstuse ettevõtted tegelevad peamiselt tootearendusega ning teadus- ja arendustegevus toimub enamasti välismaistele ettevõtetele kuuluvates ettevõtetes väljaspool Eestit.

Maapõueressurssidega tegelevate ettevõtete arv moodustab vaid 0,2% Eesti ettevõtetest, kuid töötajate arv on 3,65% Eesti ettevõtetes töötajatest. Valdkonna ettevõtete summaarne müügitulu oli 2017. aastal 2,4 miljardit eurot, mis moodustas 4% kõigi Eesti ettevõtete müügitulust. Suurettevõtted moodustavad maapõueressursse väärindavatest ettevõtetest alla 10%, aga nende müügitulu moodustab 74% kogu sektori müügitulust. Peamiseks väärindatavaks maapõueressursiks on olnud põlevkivi, mille osatähtsus tulevikus langeb. Teisi maapõueressursse on suhteliselt vähe uuritud ning seetõttu ei ole Eestis ka arvestatavas mahus teisi kohalikke maavarasid väärindavaid ettevõtteid. Eestil on erinevaid maapõueressursse, mille järele on maailmas nõudlus. Ettevõtete orienteerumist teadus- ja arendustegevusele pärsib ebakindlus maapõueressursside kättesaadavuse osas. Maapõueressursside väärindamise puhul on riigil suur roll uuringute tellija ja prioriteetide seadjana.

Lisaks kohalike ressursside kasutamisele peaks tõstma ka **teisese toorme ja jäätmete** ressursitootlikkust. Euroopa tööstusettevõtete kuludest moodustavad väljaminekud toormele keskmiselt 40%. Koos energia ja veega on see 50% tootmise kogukuludest. Rahalises väljenduses on Eesti ressursikasutuse poolest võrreldes paljude EL riikidega tagasihoidlikul tasemel. Kodumaine materjalitootlikkus (SKP ja kodumaise toormekasutuse suhe) oli Eestis 2018. aastal 0,47 euro/kg, vrd EL keskmine 2,09 euro/kg. Näitaja sõltub oluliselt riigi kohalike ressursside ühikukaalust, sest ka näiteks samuti puidurikastes, kuid ka maavararikastes ja keskkonnasäästlikes Soome (1,34) ja Rootsi (1,87) ressursitootlikkus on alla EL keskmise.

Sarnaselt kohaliku esmase toorme maksimaalsele väärindamisele saaks ka teisest tooret ja Eestis tekkivaid jäätmeid käsitada kohaliku ressursina, mis võimaldaks vähendada sõltuvust nende materjalide impordist. Fookuses on arendada Eesti majanduses juba ringlevale teisesele toormele ja jäätmevoogudele (nt plast, tekstiil, metallid, mineraalsed jäätmed) nutikas ja lisandväärtust tõstev kohalik kasutus. 2018. aastal Eestis taaskasutati, st võeti materjalina uuesti kasutusse 41% jäätmetest. Kui juurde arvestada ka see, et nende materjalide täiendav väärindamine vähendab kulusid jäätmekäitlusele, on teadus-arendustegevus selles valdkonnas nii majanduslikust kui ka keskkonna aspektist paljulubav suund. Ka seni on läbi KIK keskkonnaprogrammi toetatud mitmeid mahukaid materjaliteaduse ja jäätmete väärindamise projekte, kuid selle meetme võimalused on süsteemse muutuse ellukutsumiseks piiratud.

Nutika spetsialiseerumise kasvualade uuring (2019) seiras ressursside väärindamise kasvuala niššidena energia- ja ressursitõhusust ehitusel ja ehitistes, puitu ehituses, nano- ja pinnakattetehnoloogiaid, põlevkivi keemiatööstuses ja toidutoorme väärindamist ning osutas võrreldes kõigi majanduse tegevusaladega mitmekesistele majanduskasvu tulemustele. Küsitavusi tekitasid viiest nišist üks – nano- ja pinnakattetehnoloogiad. Energia- ja ressursitõhususes ehitusel ning põlevkivis keemiatööstuses vähenesid müügitulu ja töötajate arv muutuste tõttu suurettevõtetes.

Teaduslik mõõde: kuigi Eesti teadlased on mitmes ressursside väärindamisega seotud valdkonnas maailma tipus, ei jõua teadustulemused majandusse, vaid jäävad pidama madalamate tehnoloogia valmidusastmete juurde (TVT)[2]. Web of Science'i andmetel on Eesti teadlased maailma 50% juhtriikide mõjukuse keskmise suhtes edukamad üheksas ressursside väärindamisega seotud valdkonnas, sh molekulaarbioloogias ja geneetikas, füüsikas, taime- ja loomateaduses, ökoloogias, farmakoloogias ja toksikoloogias, bioloogias ja biokeemias ning mikrobioloogias. Samas jäävad maailma keskmisele alla sellised Eesti teadusvaldkonnad nagu põllumajandusteadused, keemia, maateadused, inseneriteadus ja materjaliteadus. Ettevõtjate vajadused toorme väärindamise alastele teadus- ja arendusuuringutele kasvavad.

Puidu valdkonnas kasvab vajadus puidu keemiliseks väärindamiseks, kus liigutakse maailmas järgmiste teemade poole:

- puidusuhkrud ja ligniin, nende kasutamine bioprotsessides, fermentatsioonides, et toota tööstuslikke vaheprodukte;
- ligniini kasutamine materjali- ja keemiatööstuses toormena;
- ligniini konversioon jätkuastmete vaheproduktideks ning nende kasutamine spetsiifilisemas keemia- ja materjalitööstuses;
- fossiilsetel toorainetel põhinevate toodete asendamine puidu derivaatidega.

2 TVT1-TVT4: uuritakse tehnoloogia põhiprintsiipe (nt alusuuringud ja kirjanduse ülevaated); tehnoloogiline kontseptsioon on sõnastatud (nt sõnastatakse vajalikud analüütilised uuringud ja katsed või nende läbiviimise metoodika); oluliste näitajate ja kontseptsiooni katseline tõestus (nt analüütilised ja laboratoorsed uuringud); tehnoloogia komponentide töö on laboris kontrollitud (nt tehnoloogia komponentide projekteerimine, arendamine ja laboris testimine).

Puidu väärindamise uurimisega on seotud neli TA-asutust, kus on esindatud nii puidu mehaanilise kui keemilise töötlemise uurimisteemad. Puidu keemilise väärindamisega seotud kompetents on peamiselt kahes suuremas ülikoolis – TÜ ja TTÜ, aga ka EMÜ-s ja EKA-s, kuid senine teadusvõimekus on tagasihoidlik ja uurimisrühmad väikesed.

Maailmaturu suundumused **toiduressursi väärindamises** on järgmised:

- tark tootmine ja protsessiinnovatsioon – kõrgem tootlikkus ja täielik väärindamine ressursitõhusa tootmise, sh tehnoloogiliste protsesside optimeerimise ja sobiva tooraine leidmise kaudu;
- toidu ja toidutoorme komponentide innovaatiline väärindamine;
- põllumajanduses keskkonnasõbralike ja mahemajanduslike tootmismeetodite rakendamine, täppisviljeluse rakendamine ja raiskamise vähendamine toidusüsteemis ning tekkivate jäätmete väärindamine;
- sünteetiliste pestitsiidide ja mineraalväetiste asendamine alternatiivsete pestitsiidide ja väetistega;
- pakendid – keskkonnasõbralikkus, taaskasutatavate materjalide kasutamine pakendites;
- tarbijavajaduste muutused – madalama soola-, suhkru- ja rasvasisaldusega tooted, maitse säilimine, loomse proteiini asendamine taimsega;
- toiduohutus – IT-lahendused toidu turvalisuse ja toiduainete liikumise seiramiseks, mikroobide ja antibiootikumide resistentsus.

Toidu väärindamise valdkonnaga on seotud kuus TA-asutust (TÜ, TTÜ, EMÜ, KBFI, TFTAK, BioCC). Avalikkusele kõige tuntum näide valdkonna teadus- ja arendustegevusest ning selle rakenduslikust väljundist on piimatoodete väärindamine *Lactobacillus fermentum* ME-3 tüvega (TÜ teadlased).

Maavarade valdkonnas on vaja kaardistada ja uurida nii olemasolevaid ja kasutatavaid kui ka potentsiaalseid ja praegu veel kasutamata maapõueressursse nagu fosforiit ja haruldased muldmetallid. Eesti maapõueressursside uurimise vajadus tuleneb maailmamajanduse orienteerumisest süsinikumahukuse vähendamisele. Seetõttu kasvab kiiresti nõudlus taastuvenergeetika seadmete, sh kõrgtehnoloogiliste metallide, iseäranis akumetallide ja elektrolüüserite komponentide järele. Taastuvenergeetika ja akumetallide seisukohalt on kriitilised elemendid Ga, In, Se, Te, haruldased muldmetallid, Co, Li, V, Mo, Cu ja Mn, aga ka plaatinarühma elemendid. Et ressursid on piiratud, prognoositakse lähikümnenditel nende elementide nõudluse ja hinna kiiret kasvu.

Maavarade väärindamise uurimisega on otseselt seotud kaks TA-asutust (TTÜ ja TÜ) ja Eesti Geoloogiateenistus. Rohkem seniseid teadusprojekte on seotud põlevkivi- ja põlevkivikeemia ja keemiatehnika alamvaldkonnaga.

Teisese toorme ja jäätmete kvaliteetne kasutuselevõtt on üle-euroopaline väljakutse. Kui keskenduda Eestis selliste lahenduste loomisele, mis oleksid atraktiivsed ja huvipakkuvad mitte ainult Eesti kontekstis, vaid ka mujal, on Eestil potentsiaal muutuda neis suundades kompetentsi- ja arenduskeskuseks. Lisaks konkreetsetele jäätmevoogudele lahenduste leidmisele on tegu ka targa disaini küsimusega. ELi ja rahvusvahelised strateegilised tulevikusuunad selles valdkonnas suunavad lõpetama ohtlike ainete kasutamist ja otsima kemikaalivabu lahendusi (rohelise ja jätkusuutliku keemia printsiipide ning safe by design põhimõtete rakendamine). Eesmärk on mõelda juba tootearenduse etapis kogu toote olelusringi peale, sest kui toote disainifaasis on materjali lisatud ohtlikke aineid, piirab see jäätmeetapis ressursi taaskasutust. Eestis oleks selle suuna puhul atraktiivne piirkond Ida-Virumaa, kuna seal tekib suures koguses mineraalseid jäätmeid, mille kasutuselevõtu arendamiseks on samuti endiselt vaja TA-tegevuse panust. Potentsiaali oleks ka nt tekstiilijäätmete, plastijäätmete jt teiseste ressursside osas piirkondliku tegevuse arendamiseks. Teisese toorme ja jäätmete kasutusvõimaluste arendamisega on seotud olnud TTÜ, TÜ, EMÜ, KBFI ja TKTK.

IV. NUTIKAD JA KESTLIKUD ENERGIALAHENDUSED

Teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse toel

- **toodab Eesti energiat kliimaneutraalselt;**
- **muutub Eesti energiakasutus tõhusamaks ja ressursisäästlikumaks;**
- **panustatakse energia varustuskindluse tagamisse.**

1. Fookusvaldkonna valiku põhjendus

Seosed strateegiliste lähtealustega

„Eesti 2035" arenguvajaduste valdkonnad: ettevõtluskeskkond, elurikkus ja keskkond, kultuuriruum ja elukeskkond

NS kasvuvaldkond: jah

EL tasand: EL kliimaeesmärgid ja Euroopa roheline kokkulepe, IPCEI väärtusahelad, EL missioonid

ÜRO säästva arengu eesmärgid: jätkusuutlik energia, tööhõive ja majanduskasv, tööstus, uuendus ja taristu, jätkusuutlikud linnad ja asumid, säästev tootmine ja tarbimine, kliimamuutuste vastased meetmed

Globaalsed suundumused: kliimamuutuste jätkumine ja keskkonnaseisundi halvenemine, loodusvarade nappus

Maailm seisab silmitsi kliimamuutuste ja keskkonnaseisundi halvenemisega ning see mõjutab ka meie elukvaliteeti, loodust ja majanduskeskkonda. Eesti majandus on üks heitemahukam Euroopas – ühe SKP euro kohta on kaks korda rohkem kasvuhoonegaaside heidet kui EL-is keskmiselt (2017. aastal). Samuti kuulub Eesti kõige enam energiat kulutavate EL riikide hulka[3], olles Euroopas kõrgel teisel kohal ja jäädes rohkem kui neli korda alla Euroopa energiatõhususe liidritele (Iirimaa, Taani, Luksemburg, Itaalia). Seega mõjutab EL kava jõuda 2050. aastaks kliimaneutraalsuseni otseselt ka Eesti valikuid – tõsta tuleb nii energiatõhusust kui leida vähema süsinikuheitega energiatootmise võimalusi. Määrava tähtsusega on üleminek praeguselt fossiilkütusel põhinevalt energiamudelilt erinevatel taastuvatel allikatel põhinevale energeetikale koos nutikate võrkude ja salvestusvõimalustega, arvestades samal ajal varustuskindluse ja energiajulgeoleku vajadustega. Seejuures on oluline suurendada tootmisprotsesside energiatõhusust, et siduda Eesti SKP kasv lahti energiatarbimise kasvust. Eesti energiapöörde toetamiseks on Eesti teadlastel ja ettevõtetel vaja olla tehnoloogiaarenduste eesliinil. Selleks vajalikud TAI tegevused hõlmavad nii uute tehnoloogiliste lahenduste arendamist ja katsetamist, uutel tehnoloogiatel tuginevate toodete ja teenuste arendamist kui sotsiaalset innovatsiooni ühiskonna käitumistavade muutmiseks.

Rahvusvahelise energiaagentuuri kohaselt investeerivad riigid energiasäästlike tehnoloogiate arendamisesse ca 30 miljardit dollarit aastas ja need investeeringud kasvavad aastas keskmiselt 5–7 %. Ligi 80% investeeringutest on seotud madalsüsiniku energiatehnoloogiate arendamisega: taastuvenergeetika, tuumaenergeetika, vesinikuenergeetika, energia salvestusvõimalused ja nutikad võrgud. Investeeringud kasvavad kõige kiiremini just taastuvenergia lahenduste vallas. Erasektori TA investeeringud on kasvanud kõige enam energiasäästliku transpordi osas (peamiselt elektriautod ja nende laadimislahendused), neile järgnevad energiasalvestus, vesinikuenergeetika ja kütteelementide arenduse, päikese- ja bioenergeetika valdkonnad. Seega on arendatavatel lahendustel kõrge äripotentsiaal ka väljaspool Eestit, kuna sarnaste probleemidega seisvad silmitsi kõik maailma riigid.

3 Energiamahukus näitab riigi majanduse energia kasutamise mahtu ehk teisisõnu seda, kui palju kasutatakse riigis ühe sisemajanduse koguprodukti (SKP) ühiku kohta (mõõdetakse rahalistes ühikutes) aasta jooksul primaarenergiat (energia, mis sisaldub kõikides kasutatud energiaallikates). Mida kõrgem on energiamahukus, seda madalam on riigi energiatõhusus.

EL[4] prognoosib TAI kasvu ja läbimurdeid taastuvenergeetika valdkonnas ennekõike järgmistes valdkondades:

- energiatõhususega, sh säästliku energiakasutusega seotud meetodid ja lahendused (sh hoonete energiatõhusus);
- energiasalvestusvõimalused, sh patareid ja vesinikupõhised kütuseelemendid;
- nutikate võrkude arendamine, sh nõudluse ja pakkumise juhtimine, plokiahela tehnoloogiate rakendamine, kombineeritud energialahendused;
- tehisliku fotosünteesi uuringud ja bioenergia (*energy harvesting*).

2. Eesti tugevused ja arenguvõimalused

Kuigi Eesti ei ole suuteline investeerima suurriikidega võrreldavaid summasid, on Eesti eelisteks väiksus, paindlikkus ja kiirus. Eesti saab pakkuda nn sand-box tüüpi lahendusi, kus laborikatsetused läbinud prototüüpe testitakse reaalelu keskkonnas väikesel skaalal näiteks mõnes kohalikus omavalitsuses ning edu korral on võimalik leitud lahendusi paindlikult võimendada. Selleks on aga vaja olla arendustegevuse eesliinil ning kursis värskeimate teadussaavutuste ja tehnoloogiaarendustega.

Majanduslik mõõde: Balti energiatehnoloogiate stsenaariumide (Lindroos et al. 2018) kohaselt on Eestil hea taastuvenergeetika arendamise potentsiaal ja piisavad kohalikud ressursid, et toota suurem osa kasutatavast energiast taastuvatest allikatest. Samal ajal oleks võimalik energeetikalahenduste elektripõhiseks muutmisel, taastuvate energiaallikate kasutamise ning ehitiste energiatõhususe tõstmise abil kuni viis korda vähendada energiakasutuse efektiivsust toodetud SKP ühikute kohta. Fossiilkütuste kasutamist vähendavate lahenduste arendamine ja kasutuselevõtt aitaks kaasa ka Eesti energiasõltumatuse säilitamisele ja varustuskindluse tagamisele.
Targa ja säästliku energiatehnoloogia lahendustest on edu saavutamas mitmed Eestist alguse saanud iduettevõtted, nt Roofit Solar, Skeleton, Elcogen jt.

Teaduslik mõõde: nutikate ja säästvate energialahendustega, sh gaasfermentatsiooni, vesinikutehnoloogiate, kütuselementide ja nutikate võrkude uurimise ja arendamisega tegeletakse nii TÜ-s, TTÜ-s kui EMÜ-s. Ülikoolides on olemas võimalused kombineerida kõiki põhilisi taastuvenergia genereerimise, muundamise ja salvestamise viise, arendatakse energia juhtimiseks ja salvestamiseks sobilikke uudseid materjale. Energiatõhususe vallas tegutseb liginullenergiahoonete ehitusele keskendunud ehituse tippkeskus. Loodus- ja tehnikateaduste kõrval on Eestis tugev keskkonnateadlaste koolkond, mitmed Eesti keskkonnateadlased kuuluvad maailma juhtivate teadlaste hulka. See pakub võimalusi kombineerida tehnoloogilisi arendusi teadmistega keskkonnamuutustest ning leida uusi nutikaid keskkonnaga arvestavaid lahendusi.

4 https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/cheap-renewable-energy-targeted-scenario-3_2018_en.pdf

V. ELUJÕULINE EESTI ÜHISKOND, KEEL JA KULTUURIRUUM

Teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse toel
- **on Eesti rahvus, keel ja kultuuriruum elujõuline ja arenev;**
- **kujundatakse Eesti riigivalitsemine inimesekesksemaks, teadmistepõhisemaks ja tõhusamaks;**
- **omandavad Eesti inimestel teadmisi, oskusi ja hoiakuid, mis võimaldavad teostada end isiklikus elus, töös ja ühiskonnas ning toetavad Eesti elu edendamist ja säästvat arengut;**
- **areneb majandus ja tehnoloogia inimesekeskselt ja arvestab sotsiaal-kultuuriliste mõjudega.**

1. Valdkonna valiku põhjendus

Seosed strateegiliste lähtealustega

„Eesti 2035" arenguvajaduste valdkonnad: rahvastik, inimeste tervis ja eluiga, ühiskond ja võimalused, õppimisvõimalused, kultuuriruum ja elukeskkond, julgeolek ja turvalisus ning riigivalitsemine

NS kasvuvaldkond: ei, kuid toetab oma sotsiaal-kultuurilise mõõtmega NS kasvuvaldkondade potentsiaali realiseerumist

EL tasand: -

ÜRO säästva arengu eesmärgid: kultuuriruumi elujõulisus, kvaliteetne haridus, rahumeelse ja kaasava ühiskonna areng, kuid ka soolise võrdõiguslikkuse ja ebavõrdsuse vähendamise eesmärgid

Globaalsed suundumused: muutuvad tehnoloogiad, muutuvad ärimudelid ja töö olemus, rahvastikumuutused, muutuvad poliitilised süsteemid ja riigivalitsemine, ränne ja linnastumine

Nii globaalse kui riigi tasandi muutused avavad kaks perspektiivi. Ühest küljest eeldavad need lisaks innovaatiliste lahenduste ja tehnoloogiate väljatöötamisele ja rakendamisele ka muutust ühiskonna toimimismudelites ning inimeste käitumis- ja mõtteviisides. Näiteks eeldab toimetulek kliimamuutuste ja keskkonnaseisundi halvenemisega muutust tarbimisharjumustes, ulatuslik digitehnoloogiate ja e-teenuste rakendamine, samuti inimeste ja masinate järjest suurem seotus ning automatiseerimine tööturul nõuab seniste oskuste ja teadmiste profiili ümberkujundamist ning hariduspoliitilist reageerimist jne. Teisest küljest toovad globaalsed ja riigi tasandi muutused omakorda kaasa muutusi ühiskonna (hariduse, kultuuri, tööelu, sotsiaalsfääri, kodanikuühiskonna jm) toimimises, kitsamas mõttes käitumismustrites, väärtussüsteemis jne. Sotsiaal-kultuuriline aspekt ja ühiskonna avatus muutustele ja innovatsioonile on oluline eeldus nii majanduskasvu ja rahvusvaheliselt suurema konkurentsivõime saavutamiseks kui ka globaalsemate muutuste elluviimiseks (sh digi- ja rohepööre). Ühiskondlike protsesside ja inimeste käitumismustrite tundmine on arengu mõistmise ja toetamise vältimatu eeldus kõikides eluvaldkondades (ja teistes fookusvaldkondades). Vastutus uurida kõrgel tasemel eesti keele, kultuuri ja ajalooga seotud teemasid ja uurimistulemusi mõtestada lasub ennekõike Eesti riigil – see on ühelt poolt moraalne vastutus, aga teisalt on teemasid ja rõhuasetusi, mis üldises globaalses konkurentsis ei leia kajastamist või ei osutu edukaks. Eesti uuringutel on teadussüsteemis topeltroll: ühelt poolt peavad tulemused jõudma tagasi ühiskonda ja olema sisendiks nt haridussüsteemis, teisalt tuleb olla konkurentsivõimeline rahvusvahelises teadusmaailmas.

Elujõulise Eesti valdkond hõlmab erinevaid eluvaldkondi ja teemasid, mida ühendab asjaolu, et need keskenduvad otseselt Eesti ühiskonnale, eesti rahvusele ja kultuuriruumile. Valdkonna arendamine on **Eesti ühiskonna ja riigi toimimise seisukohalt vajalik ka siis, kui sel puudub majanduslik väärtus ja potentsiaal.** Valdkonna uuringud on olulised Eesti riigi ja ühiskonna, eesti rahvuse ja keele püsimajäämiseks ja arenguks, sh Eesti ühiskonna toimimismudelite uurimiseks, ühiskonna arenguvajaduste lahendamiseks ning globaalsete arengusuundumustega kohanemise toetamiseks. Valdkonna uuringutel on tugev sotsiaal-kultuuriline mõõde: valdkonna teadustöö tulemused annavad sisendit nt meie haridussüsteemile ja avalikele teenustele ning toetavad mh majandusliku ja NS kasvuvaldkondade potentsiaali realiseerumist.

Fookus on sotsiaalteaduste, humanitaarteaduste ja kunstide valdkonna[5] (alus)uuringutel, mis teenivad Eesti riigi ja ühiskonna, eesti keele ja kultuuri püsimajäämise ja arengu eesmärke, sh

- eesti keele ja kultuuri uuringud. Kultuuriruum ja kultuuripärand, sh keeletehnoloogia arendamiseks ja rakendamiseks vajalikud keeleteaduslikud uuringud;
- haridus- ja kasvatusteaduslikud uuringud muutuvale maailmale vastavate õppimisviiside ja vormide arendamiseks, haridusvaldkonna ja tööturu vajaduste seostamiseks, sh vajalikud alusuuringud õppevara ja -metoodika arendamiseks ja rakendamiseks jms;
- ühiskonna- ja rahvastiku-uuringud, sh valdkonna (alus)teaduste panus ühiskonna toimimismudelite uurimisse, rahvastiku, sotsiaalvaldkonna, tööelu, heaolu, ühiskonna sidususe, inimarengu jms probleemide lahendamiseks ning mh ühiskonna toimepidevuse ja kriisidega toimetuleku võime kasvatamiseks.

2. Eesti tugevused ja arenguvõimalused

Majanduslik mõõde: majanduslik mõõde ja potentsiaal väljendub otseselt loomemajanduses[6], kuid ka kaudsemalt, nt ühiskonna üldisemas valmisolekus kohaneda digi- ja rohepöördega, millel on selged majanduslikud väljundid, ning kitsamalt nt keeletehnoloogiliste lahenduste rakendamises kodaniku ja riigi vahelise suhtluse (avalike teenuste) tõhustamisel, teenuste kvaliteedi kasvus ettevõtete ja kliendi tasandil jne. Muus osas toetavad Eesti uuringud riigi ja ühiskonna toimimist ja kestlikkust, samuti teadustöö tulemuste rakendamist ja majandusliku potentsiaali realiseerumist teistes valdkondades (nt sotsiaalteaduste oluline roll selles, et toetada uudsete tehnoloogiate rakendamist, keelevaldkonna alusuuringud keeletehnoloogia rakendamiseks, samuti sisend haridussüsteemi, avalikesse teenustesse jne). **Elujõulise Eesti ühiskonna, keele ja kultuuriruumi valdkonna tegevused on teiste fookusvaldkondade sihtide saavutamise eeldus ja alus.**

Teaduslik mõõde: teiste fookusvaldkondadega võrreldes on Eesti uuringute valdkonnas oluline roll humanitaar- ja kunsti- ning sotsiaalteadustel. Valdkonna teadusasutused ja uurimisrühmad:

- eesti keel ja kultuur – TÜ, TLÜ, EKA, EMTA, EKI, KirMus, ETA UTKK, ERM
- haridus- ja kasvatusteadused – TÜ, TLÜ
- ühiskonna- ja rahvastiku-uuringud – TÜ, TLÜ, TTÜ

4 Frascati käsiraamatu järgi klassifitseeritakse sotsiaalteaduste, humanitaarteaduste ja kunstide valdkonda järgmiselt: psühholoogia ja tunnetusteadused, majandusteadus ja ärindus, haridusteadused, sotsioloogia, õigusteadus, politoloogia, sotsiaal- ja majandusgeograafia, meedia ja kommunikatsioon, teised sotsiaalteadused, ajalugu ja arheoloogia, keeled ja kirjandus, filosoofia, eetika ja religioon, kunstid (kunstiajalugu, esituskunstid, muusika), teised humanitaarteadused.

5 Loomemajandus on majandusvaldkond, mis põhineb individuaalsel ja kollektiivsel loovusel, oskustel ja andel, on võimeline looma heaolu ja töökohti intellektuaalse omandi tekke ja peamise müügiargumendina kasutamise kaudu ning kus protsessides on loovmõtlemine ja loovisikud kesksel kohal. Loomemajandus on seotud selliste kaupade ja teenuste tootmise ja levitamisega, millel arvatakse nende arendamise ajal olevat eriomadus, kasutusviis või otstarve, mis hõlmab või edastab kultuurilist väärtust, olenemata nende võimalikust kaubanduslikust väärtusest, või mille puhul kasutatakse kultuuri sisendina ja millel on kultuuriline mõõde, kuid mille väljund on peamiselt funktsionaalne. Siia alla kuuluvad mh näitekunst, kujutav kunst, kultuuripärand, kino, DVD ja video, televisioon ja raadio, videomängud, uus meedia, muusika, raamatud ja trükiväljaanded, samuti arhitektuur, disain, moekunst, reklaam.