

Ettepanekud Eesti teadussüsteemi reformiks

1. Sissejuhatus

Eesti eesmärk on tugev teadus- ja innovatsioonipõhine majandus. Riigid, kes investeerivad prioriteetselt oma teadusesse, on samaaegselt maailma rikkaimate seas. Teaduspõhise majanduse võtmeks on võimekad kõrgelt haritud ja motiveeritud inimesed, kes on suutelised kaasaja pidevalt muutuvatele väljakutsetele plastiliselt reageerima. Riigi haridus-, kõrgharidus- ja teadussüsteemi esmaseks eesmärgiks on selliste inimeste kasvatamine. Teaduspõhine majandus teaduseta pole võimalik. Riigi seatud eesmärgid teaduses ja nende saavutamise teed on fikseeritud Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegias „Teadmistepõhine Eesti“ 2007-2013.

Eestist on saanud maailma mastaabis jõukas riik. Eesti teaduse rahastamise protsent SKPst on saavutanud Euroopa keskmise taseme ja jätkab tõusmist. Sellises kontekstis saab lähitulevikus Eesti teaduspoliitika põhiküsimuseks selle raha tulemuslik kasutamine. Eesti teaduspoliitika ja teaduse rahastamise alused, mis formuleeriti 1990-ndate algul üleminekuks Nõukogude Liidu teadussüsteemilt arenenud riikide teadussüsteemile, tuleb üle vaadata ja muuta vastavaks arenenud riikide praktikale.

Teadus on oma olemuselt tulemuslikkusele põhinev tegevus, mille areng sõltub ideid genereerivate tippude olemasolust. Parimate teadlaste ja õppejõudude väljaselgitamine ja nende töö väärtustamine on vajalik nii üliõpilaste kui noorteadlaste (magistrandid, doktorandid, järel doktorid) teaduse „eesliinil“ kasvatamiseks ja juhendamiseks kui kogu teadusalal läbimurde saavutamiseks. Rahvusvaheline praktika näitab, et riigi teaduse areng sõltub tipp-teadlaste olemasolust ja nendele loodud võimalustest.

Kuna tipp-teadlasi on alati vähe, ei tööta selline teaduse rahastamis skeem, kus väheseid vahendeid jaotatakse ühtlaselt, teadlase tulemuslikkust arvestamata. Teadlase taseme, produktiivsuse ja mõjukuse, objektiivse hindamise rahvusvahelised tavad on maailmas üsna hästi välja kujunenud ning paljudes riikides teadlaste töö hindamisel ja finantseerimisel kasutusel. Teadlase taseme rahvusvaheliselt aktsepteeritud mõõdikute aluseks on eelkõige teadlase poolt teadusajakirjades avaldatud artiklite arv, neile artiklitele tehtud viidete arv teiste teadlaste poolt ning vahel ka ajakirjade mõjukusfaktorid (ülevalde praegu kasutusel olevatest rahvusvaheliselt aktsepteeritud mõõdikutest on toodud Lisas 1). Teadusartikleid ja neile viitamist kajastatakse ülemaailmsetes andmebaasides ning seetõttu on vähemalt loodusteadustes võimalik teadlase töö tulemuslikkust ja teadlase mõjukust kvantitatiivselt ja objektiivselt hinnata.

Teadus, nagu äri, on kaasaja globaliseerivas maailmas muutunud väga rahvusvaheliseks, kuid teaduse ja teadlaste kasvatamise eripäraks on teadlaste kasvatamiseks kuluva aja pikkus - umbes kakskümmend aastat. Esimene kümme sellest kulub ülikoolis doktorikraadi saamiseks ja teine kümme teadusliku võimekuse tõestamiseks noorteadlasena. Seetõttu nõuab teadus väga pikaajalist ja stabiilset süsteemi, mille põhireeglid ja väärtushinnangud kestavad minimaalselt inimpõlve.

Edukate lääneriikide teadus põhineb eelkõige 1) teadlase töö väärtustamisel; 2) pikaajalises, vaid teaduse kvaliteedil põhineval karjäärimudelil, mille reeglid on selgelt fikseeritud; 3) teadlase sõltumatuse kindlustamisel. Nii on tagatud eesmärgistatud teadustegevus pikkade aastate vältel. Doktorand töötab selleks, et edukalt saada järeldoktori positsioon mõne eduka teadlase teadusrühmas. Edukad järeldoktorid püüdleval madalaimate teaduspositsioonide poole ülikoolides ja teadusasutustes, nende hulgas edukaimad saavad edasi teaduriteks, professoriteks jne. Kõikide eelnimetatud ametiredeli astmete pärast toimub rahvusvaheline võistlus, mille kohtunikeks on sõltumatud (Euroopa kontekstis reeglina välismaised) teadlased. Alates teatud positsioonist karjääriredelil muutub tööleping tähtsajatuks. Tähtsajatu leping tagab teadlase sõltumatuse. Pensioniikka jõudnud karjääriredeli tippudel võimaldatakse jätkata emeriidistaatuses.

2. Analüüsi eesmärgid

Eesti ajaloo tulenevalt ei pärine me demokraatlikust, läänelike väärtushinnangutega ühiskonnast. See kehtib ka teadussüsteemi kohta, kus teadusstandardid olid läbi põimunud mitmete teadusväliste faktoritega.

Eesti Vabariik on juba ligi kakskümmend aastat uut ühiskonda üles ehitanud ja olnud selles äärmiselt edukas. Kas ka teaduse ümberkorraldamises? Kas Eesti teaduses aset leidnud muutused peegeldavad pelgalt ühiskonnas tervikuna toimunud positiivseid muutusi või on need targa ja ettenägeliku teaduspoliitika vilj? Vastamiseks eeltoodud küsimustele analüüsime Eesti teadlaste ja Eesti teaduskorralduse, sealhulgas Eesti teaduse rahastamise, kvaliteeti ja efektiivsust.

Eesti teaduse summaarsed näitajad, mis on ära toodud strateegias „Teadmispõhine Eesti“ 2007-2013, on rahvusvahelise andmebaasi ISI Web of Knowledge (WoK) andmete põhjal viimasel kümnel aastal oluliselt kasvanud, kusjuures edestame oma naaberriike Lätit ja Leedut, kus stardipositsioon oli enam vähem sarnane. Seega on 1990-ndate alguse Eesti teaduse ümberkorraldused olnud tolleaegses kontekstis edukad. Samas on mitmed 90-ndatel ajutise lahendusena kasutusele võetud rakendused muutunud normiks – kogu teaduse lühiajaliste projektide (grandisüsteemi) peale minek, ajutised töölepingud jne. Muutused teadusmaastikul on suure inertsi ja praegu on vaja küsida, kas me oleme endiselt õigel teel? Kas Eesti praegune teaduskorraldus on efektiivne ka tänases kontekstis ning tulevikus?

Käesoleval analüüsil on neli eesmärki. Esimeseks eesmärgiks on objektiivsete mõõdikute alusel võrrelda Eesti teadlaste produktiivsust ja mõjukust teiste Euroopa riikide teadlastega. Tegemist pole mitte eri riikides tehtava summaarse teadustegevuse karakteristikute võrdlusega, vaid erinevates maades töötavate teadlaste keskmise taseme võrdlemisega.

Teiseks analüüsi eesmärgiks on võrrelda Euroopa riikide teadussüsteemide efektiivsust omavahel. Võimalikult kõrge teaduse tase on siseriiklike teaduskorralduste üheks peamiseks eesmärgiks. Riigi teaduse summarset väljundit saab suurendada kvantitatiivselt, suurendades inimeste hulka teaduses, ning kvalitatiivselt, suurendades tippteadlaste osakaalu teaduses. Seetõttu iseloomustab riikide teadussüsteemide efektiivsust (produktiivsust teadlase kohta) kõige paremini erineva tasemega teadlaste hulk ja jaotus kogu selle riigi teadlaste hulgas. Ühe riigi

teadlaskond moodustab suure statistilise valimi, mida analüüsidest kvantitatiivsete statistikutega on võimalik saada objektiivne, emotsioonidevaba hinnang teaduse olukorrale antud riigis.

Mõistmaks Eesti kohta Euroopa teadusmaastikul on meie kolmandaks eesmärgiks detailsemalt analüüsida Eesti teadussüsteemi tulemuslikkust ja efektiivsust ning analüüsida Eesti teaduse rahastamise meetmete ja tavade vastavust rahvusvahelise praktikaga. Sealjuures püüame vastata küsimusele, kas Eesti teaduse rahastamine on tulemustepõhine ja suudab tagada teaduse kvaliteedi järjepidevuse.

Toetudes eelneva analüüsi põhjal saadud tulemustele, on meie neljandaks eesmärgiks Eesti teaduspoliitika olemuse ja järjepidevuse analüüs ning vajalike muutuste kaardistamine Eesti teadusmaastiku jätkusuutlikumaks muutmiseks. Selle alapunkti juures võrdleme oma tulemusi Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia „Teadmistepõhine Eesti“ 2007-2013 seisukohtadega, Eesti Panga uuringu „Haridus ja tööturg Eestis“ tulemustega ja prof. J. Alliku ja teiste Eesti teaduspoliitikat käsitlevate artiklitega. Kuna Eesti teadusruum lõimub üha tugevamini naaberriikidega (Eesti-Soome ühise teadusruumi idee) ja Euroopaga (Euroopa ühise teadusruumi idee) pakume me saadud tulemuste valguses välja rea olulisi ümberkorraldusi, mida oleks vaja teha riiklikus teaduskorralduses (Ülikooliseadus, Teadus- ja arenduskorralduse seadus, riiklik strateegia „Teadmistepõhine Eesti“) Eesti teaduse sulandumiseks Euroopalike väärtustega teadusruumi.

3. Eesti teadlaste kvaliteet ja Eesti teadussüsteemi efektiivsus võrdluses Euroopaga

3.1. Metoodika

Suurim ja enimkasutatud rahvusvaheline teaduse andmebaas ISI Web of Knowledge (WoK, www.isiknowledge.com) sisaldab infot teadlaste kirjutatud artiklite, neile artiklitele tehtud viidete ja muu olulise statistika kohta. Järgnevalt esitatud tulemused põhinevad selle andmebaasi andmete analüüsil. WoK võimaldab otsida ja võrrelda teadlasi nende asukohamaa järgi. Eestis praegu kehtivad reeglid võimaldavad teadusrahasid küsida teadurile, kellel on minimaalselt 3 WoK-is kajastuvat publikatsiooni viimase viie aasta jooksul. Kuna teaduse rahvusvaheline evalveerimine ja mitmed finantseerimiskonkursid (näiteks Teaduse Tippkeskuste konkurs) kasutavad pikemaajalisi teadusstatistikuid, võtsime statistilisse kogumisse need teadlased, kes on aastatel 1998-2008 avaldanud 3 või enam WoK-is kajastatud artiklit. Teadlane loetakse selle riigi teadlaseks, kus töötades ta on kõige rohkem artikleid avaldanud. Samanimeliste inimeste eristamiseks on WoK-is olemas sisemine funktsioon, mida kasutasime teadlaste topeltlugemise vältimiseks.

Teaduse hindamise mõõdikutest on antud kriitiline ülevaade Lisas 1. Kuna meie tulemuseks on statistiliste kogumite võrdlus, siis kõik WoK-i süstemaatilised puudused (näiteks humanitaaria mitteadekvaatne kajastus WoK-is) on samad kõigi riikide teadlaste puhul.

Nagu ülal mainitud, kasutab Eestis praegu kehtiv teadussüsteem, näiteks sihtfinantseerimisele kvalifitseeruvate teadurite hindamisel, binaarse mõõdikuna WoK-i publikatsioonide arvu lävendiga 3. Ainsaks kvaliteedikriteeriumiks on see, et

publikatsioon on WoK andmebaasis üldse kajastatud. Paraku leiab kunagi avaldatud artiklitest teiste teadlaste poolt kasutamist (tsiteerimist) keskmiselt vaid iga teine artikkel. Ülejäänud artiklite panus ala arengusse on sisuliselt olematu. Seetõttu on lisaks artiklite arvule oluline hinnata ka artiklite mõjukust. Teadlase produktiivsuse ja mõjukuse hindamise sobivaim üksikmõõdik riikide vahelises võrdluses on nn. H-indeks, mis võtab üheaegselt arvesse teadlase teadustöö mahtu (artiklite arvu) ja selle kvaliteeti ning olulisust (tsiteeringuid). Riigisiselt annaks H-indeks üksinda rakendatuna eelise vanematele teadlastele, kuivõrd tsiteeringud kumuleeruvad ajas. Kuna aga meie analüüs põhineb ennekõike Eesti teadlaste taseme võrdlemisel teiste riikidega, siis valisime mõõdikuks H-indeksi, mis on ühistel alustel kättesaadav WoK-ist kõigi riikide teadlaste kohta. Eesti teadlaste detailsemal analüüsil hindasime eraldi teadlaste vanuselist koosseisu valimis. Riikide teadussüsteemide efektiivsuse hindamisel võrdleme teadlaste bibliomeetrilise kvaliteedi jaotust neis riikides. Riikide omavahelisel võrdlemisel kasutatakse tihti ka summaarseid mõõdikuid (kättesaadavad näiteks ISI Essential Science Indicators andmebaasis), kuid summarsed indikaatorid sõltuvad riigi rahvaarvust ja teadusraha koguhulgast, mistõttu summarsed indikaatorid pole heaks hinnanguks teaduskorralduse efektiivsusele.

3.2. Eesti teadussüsteemi suurus võrreldes Euroopa riikidega

Eestis on 1285 teadlast, kes vastavad eeltoodud kriteeriumitele, st. vähemalt 3 artiklit, mis on ilmunud viimase kümne aasta jooksul ja kajastatud WoK-is. Selle teadlaste arvu otsene võrdlus teiste riikidega pole võimalik, kuna riikide rahvaarvud on erinevad. Võrdlemaks erinevate riikide teadlaskonna suhtelist suurust on sobilik võrrelda teadlaste koguarve riigiti normeerides neid Eesti ja võrreldava riigi elanike arvu suhtega. Ilma normeerimata on näiteks Shveitsis 11155 eeltoodud kriteeriumitele vastavat teadlast, kuid Shveitsi rahvaarv ületab 5.74 kordselt Eesti rahvaarvu. Seega on Eestile normeerituna Shveitsis 1943 teadlast. Eesti rahvaarvule normeeritud pingereas on Eesti Euroopas 9. kohal. Eestist rohkem teadlasi on vaid Islandil (2949 teadlast), Shveitsis, Iirimaa (1655), Soomes (1495), Taanis (1443), Rootsis (1427), Norras (1398) ja Sloveenias (1355). Seega Eesti teadlaste koguarv arvestades riigi elanike arvu on Euroopa suurimate seas.

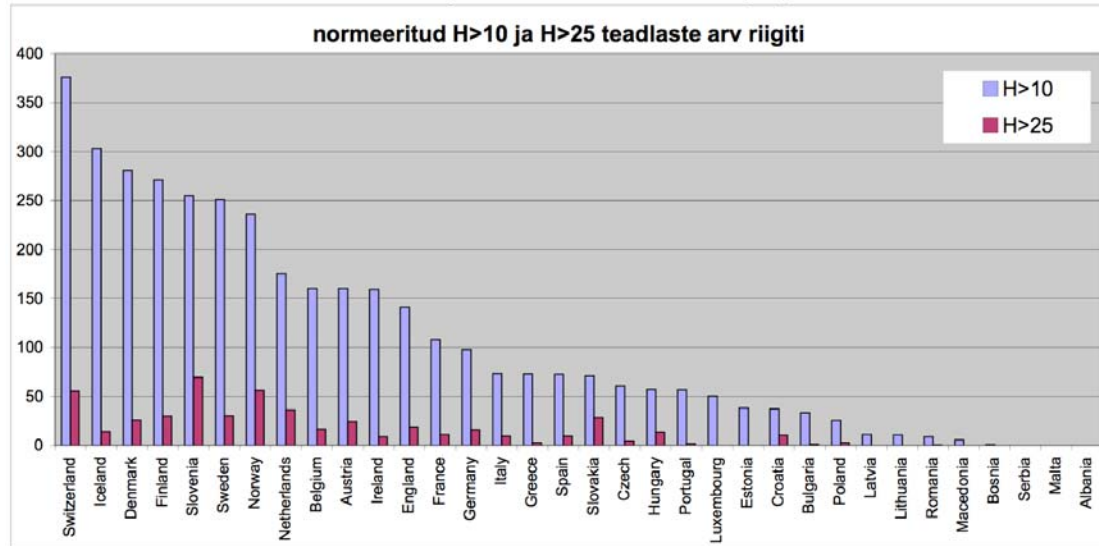
Vastavalt meie metoodikale ei räägi me mitte kõikidest teadlastest, vaid ainult nendest, kelle töö tulemused vormistatakse teadusartiklina ja kes on viimase kümne aasta jooksul publitseerinud vähemalt 3 artiklit, mis kajastuvad WoK andmebaasis. Näiteks Soomes töötab erasektoris 3.32 teadlast 1000 elaniku kohta, Eestis 0.02 teadlast ehk 166 korda vähem [„Teadmistepõhine majandus ning info- ja kommunikatsiooni-tehnoloogiaalane haridus: hetkeolukord ning väljakutsed“, PRAXIS, Kattel, Kalvet, 2005)]. Kui nende töö pole avaldatud artiklitena, siis need teadlased meie võrdluses ei kajastu.

3.3. Eesti teadlaste tase H-indeksiga mõõdetuna

Milline on Eesti teadlaste teadustöö kvaliteet? WoK andmebaasi hinnangul võib lugeda $H > 10$ teadlasi edukateks teadlasteks. Ka Prof. J. Allik väidab Horisoni artiklis (2/2006): „Arvatakse, et korralikus ülikoolis professoriks saamiseks piisab reeglina kui H-indeks on üle kümne“. Joonisel 1 esitame edukate teadlaste koguarvud

riigiti normeerides teadlaste arve Eesti ja võrreldava riigi elanike arvuga nii, et kõik järgnevad numbrid on otseselt võrreldavad. Sinised tulbad vastavad teadlastele, kelle $H > 10$, lillad, kelle $H > 25$. Jooniselt 1 selgub, et riigid jagunevad tinglikult nelja suurde rühma. Kõige rohkem edukaid teadlasi normeerituna Eestile on rikastes väikeriikides. Sellele järgnevad suured tööstusriigid, neile Ida-Euroopa riigid ja viimases grupis on Euroopa probleemsed riigid.

Joonis 1: Edukate teadlaste arv riigiti normeerituna Eesti järgi.



WoK-i andmetel ja meie metoodikast lähtuvalt on Eestis kokku 38 edukat teadlast, kes on viimase 10 aasta jooksul publitseerinud 10 või enam artiklit, mida igatühte on teiste teadlaste poolt 10 või enam korda tsiteeritud (vastavalt definitsioonile pidi nende artiklite autori aadress olema Eestis). Siinjuures on oluline märkida, et kasutades erinevaid otsinguparameetreid ja vigadefiltreid võib ühe etteantud riigi kohta saada erinevaid tulemusi ning seetõttu püüame vältida rõhuasetusi üksikutele numbritele ning keskendume riikidevahelisele statistikale, milles süsteemsed vead peaksid eeldatavalt välja taanduma. Edukate $H > 10$ teadlaste osas oleme eespool Ida-Euroopa suurematest riikidest Poolast ja Rumeeniast ning edestame ka Lätit ja Leedut. Selgelt jääme maha Euroopa Liidu vanadest liikmesriikidest ning endise sotsialismibloki riikidest ka Sloveeniast.

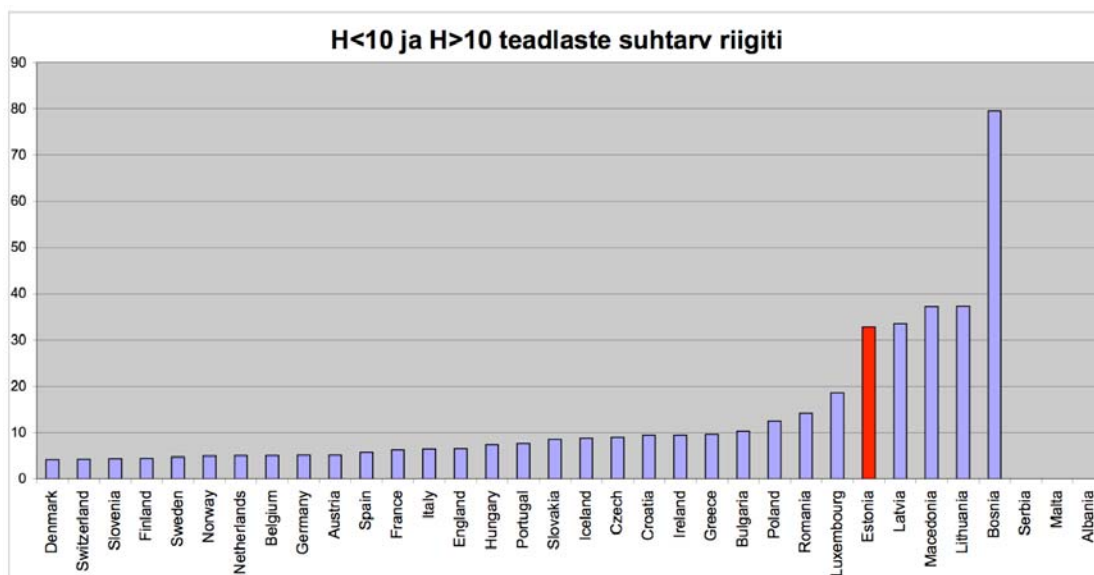
3.4. Eesti teadussüsteemi efektiivsus

Analüüsimeks riikide teadussüsteemide kvaliteeti ja efektiivsust edukate teadlaste kasvatamisel ja ligimeelitamisel, tuleb uurida erineva H -indeksiga teadlaste osakaalu kõigi teadlaste hulgas. Vastavalt WoK-i eduka teadlase kriteeriumile, võrdleme $H < 10$ ja $H > 10$ indeksiga teadlaste suhet eri maades. Jooniselt 2 selgub, et enamuses arenenud ja stabiilse ühiskonnaga riikides on ühe $H > 10$ teadlase kohta umbes 4-5 $H < 10$ teadlast. Viimaste hulka kuuluvad näiteks noorteadlased, doktorandid ja järeldoktorid, kes on oma karjääri alguses ja ei ole veel jõudnud piisavalt panustada teadusse. Seega ei tähenda $H < 10$, et teadlane on igal juhul nõrk. Teadlane võib ka näiteks olla noor või töötanud selles riigis lühikest aega.

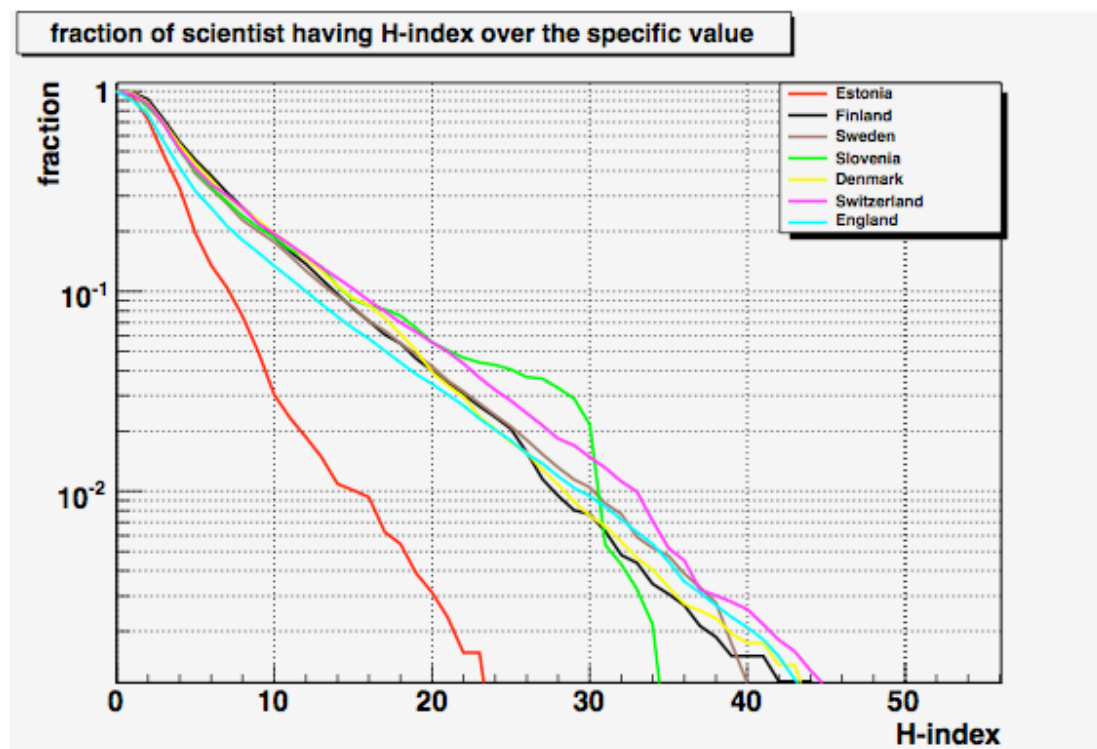
Eesti teadussüsteemi (ka Läti ja Leedu oma) iseloomustab teistega võrreldes oluliselt suurem $H < 10$ teadlaste osakaal, mida ei ole võimalik seletada ainuüksi suure noorte

arvuga teaduses. Samuti ei ole Eestis massilist lühiajaliselt siin viibivaid välismaiseid teadlasi. Vaid iga 34. Eesti teadlane saaks rahvusvaheliste reeglite järgi olla valitud korralisele teaduri või professori kohale, mis viitab paljude teadlaste taseme nõrkusele rahvusvahelises kontekstis.

Joonis 2: Riikide teadussüsteemide efektiivsust iseloomustab $H < 10$ ja $H > 10$ teadlaste suhe.



Joonis 3: Teadlaste arvu jaotus H-indeksi järgi joonisel toodud riikides.



Selleks, et detailsemalt näha eri H-indeksiga teadlaste jaotust erinevates riikides, esitame Joonisel 3 selle riigi teadlaste suhtarvu jaotuse H-indeksi järgi Eesti, Soome,

Rootsi, Sloveenia, Taani, Shveitsi ja Inglismaa kohta. Jällegi, arenenud ja stabiilsetes ühiskondades on teadlaste jaotus teadustaseme järgi väga sarnane. Sloveeniat iseloomustab kümme $H=30$ juures ja $H>30$ teadlaste järsk vähenemine, mis ilmselt peegeldab selles riigis toimunud mitte väga ammuseid teaduspoliitika muutusi. Eesti teadlaste teadustaseme jaotus on väga erinev võrreldes arenenud riikidega. Kahjuks on enamuse Eesti teadlasi suhteliselt tagasihoidliku H-indeksiga.

Tegemist on tulemusega, mille on tekitanud Eesti üleminekuaja teaduspoliitika, mis kestab tänini. Nimelt puudub Eestis teadlase karjäärimudel ja puuduvad teadlasele esitatavad selged nõuded tema karjääri erinevatel etappidel. Teaduriks kvalifitseerumiseks piisab kolmest WoK-i publikatsioonist valimisperioodile eelneva viie aasta jooksul ning erandkorras ka vähemast. Erandist on mitmel pool saanud reegel. Teadustöö olulisust (tsiteeritavust) ega silmapaistvust (ajakirjade mõjukusfaktor) kvalifitseerimisel ei arvestata. Seepärast puudub Eestis ka reaalne konkurents teadlaste vahel töökohtade pärast ja sellest tulenev kontroll teadlaste kvaliteedi üle. Samuti ei arvesta teadlaste kvaliteeti ka Eesti teaduse rahastamine pearaha süsteemi alusel.

Joonised 2 ja 3 näitavad, et Eesti teadussüsteem areneb ekstensiivselt, paisutades teadlaste arvu, kuid mitte nõudes kvaliteeti. Teadlaste praegune lihtsustatud hindamissüsteem - kolm WoK-i publikatsiooni teaduriks kvalifitseerumisel ja nende teadurite üldistel alustel, kõigile ühepalju, rahastamine - ise genereerib sellist tagasisidet. Tegelikult võiks ju areng minna Eesti teadlaste taseme paranemise suunas, kuid praegune Eesti teaduse rahastamispraktika soosib väheste vahendite killustumist. Teadusstrateegia „Teadmistepõhine Eesti“ 2007-2013 peamine alustala on suurendada teadlaste arvu veelgi, kuigi strateegia rakendusplaani aruandes 2007 tuuakse ühe olulisema arengut pärssiva probleemina välja teadustöötajate madalaid palku (mida kinnitab ka Eesti Panga uuring - „Haridus ja tööturg Eestis“ - Tairi Rõõm, Working Paper Series 12/2007). Vastavalt strateegiale, peaks Eesti juurde kasvatama 300 doktorikraadiga spetsialisti ja teadlast aastast. Teaduse jätkusuutlikkuse kindlustamiseks peaks Eesti seda tegema heade, mitte keskpäraste, teadlaste arvu suurendamise läbi. Joonised 2 ja 3 näitavad, et Eestis ei ole selleks kvaliteetseid juhendajaid.

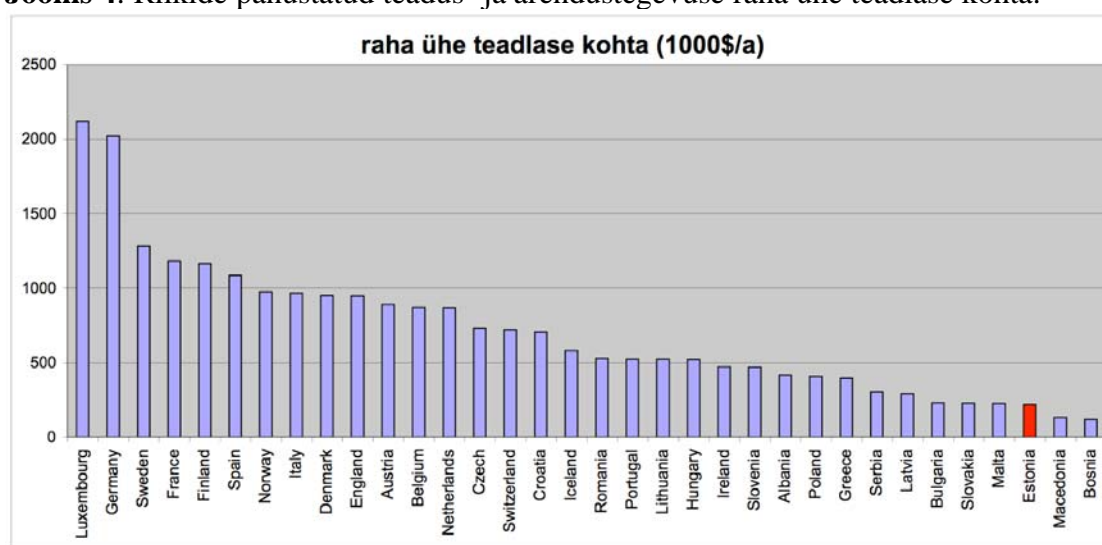
3.5. Teadlaste väärtus rahas Euroopa riikides

Kuidas väärtustavad teised riigid oma teadlasi? Joonisel 4 esitame Euroopa riikide teadus- ja arendustegevusele kulutatud raha ühe teadlase kohta. Andmed riikide era ja avaliku sektori panuste kohta teadus- ja arendustegevusele riigi SKP-st aastatel 2000-2005 on toodud Human Development Reports-I 2007/2008 aasta aruandes (<http://hdrstats.undp.org/indicators/128.html>).

Nende andmete põhjal selgub Jooniselt 4, et Eesti teadlane on üks vähim väärtustatud teadlane Euroopas. Vähem raha teadlase kohta on vaid Makedoonias ja Bosnias, mis ei ole Euroopa Liidu liikmed. Eesti nõrk suhtarv tuleneb „rikaste“ riikidega võrreldes Eesti tagasihoidlikumast teadusesse panustamisest. Esitatud andmetest lähtuvalt oli Eesti era ja avaliku sektori panus teadusesse ajavahemikul 2000-2005 0,91% SKP-st. Viimaste aastate eelarveprioriteete arvestades on see protsent tänaseks mõningal määral tõusnud. Statistikaameti andmetel ületati maagiline 1% piir 2006. a., mille

teadus- ja arendustegevuse investeringud moodustasid 1.14%, kuid Eesti Teadus- ja Arendustegevuse strateegia 2002-2006 eesmärk, 1.5%, jäi täitmata. Eurostati andmetel oli EL-i keskmine samal ajavehemicul 1.84%. Võrreldes aga teiste Ida-Euroopa riikidega, kes panustavad Eestiga sarnase proportsiooni SKP-st teadusesse (Ungari, Tšehhi jt.) on nõrk finantseerimise tase teadlase kohta otseselt seotud liiga suure H<10 teadlaste osakaaluga teadlaste koguhulgas. Eesti riik panustab raha süsteemi, mis kasutab seda endisaegse süsteemi säilitamiseks ja laiendamiseks, mitte tulemuste saavutamiseks. Sama väidavad ka Tiits, Kattel ja Kalvet („Teadmispõhine Eesti 2010: kontekst ja poliitikasoovitused“, PRAXIS, 2008): „Hariduse ja teaduse struktuur on liikunud isevoolu või püsinud sootuks stabiilsena. Et selge arengusuund puudub, kinnistab riiklik finantseerimissüsteem pigem minevikku, kui aitab kaasa Eesti tuleviku kujunemisele.“

Joonis 4: Riikide panustatud teadus- ja arendustegevuse raha ühe teadlase kohta.



Nende tulemuste kontekstis viitame veelkord Eesti Panga uuringu „Haridus ja tööturg Eestis“ tulemustele, mille põhjal on noorte teadlaste palgatase Eestis kõigi eluvaldkondade seas tagantpoolt teine, olles parem vaid põllumajandusest ja kalandusest. On äärmiselt küsitav heade teadlaste järelkasvu kasvatamine ühiskonnas mittekonkurentsivõimelise palgaga teadlaste poolt, kellest vaid iga 34-s võiks rahvusvahelises kontekstis konkureerida teaduri või professori ametikohale.

3.6. Eesti teadlased ja Eesti teadussüsteem ETIS-e andmetel

Eelnev pilt Eesti teadusele, selle keskmisele tasemele ja efektiivsusele, avaneb vaadatuna Euroopa perspektiivist. Rõhutame, et tegemist on objektiivsete mõõdikute alusel arvutiga tehtud statistikaga. Esitatud trendid näitavad, et Eesti teadussüsteem tugineb suhteliselt suurele arvule teadlastele, kelle H<10. Eesti teadlane on kõige vähem väärtustatud teadlane Euroopa Liidus. Samas on Eestis hulk tublisid teadlasi. Kas nad on tekkinud tänu Eesti teadussüsteemile või vaatamata sellele? Kas Eesti maksumaksja raha kasutatakse teaduses efektiivselt?

Eesti teadlastest ja Eesti teaduse rahastamisest saab täieliku ülevaate Eesti teaduse infosüsteemi (ETIS) vahendusel. 2008. aasta seisuga on ETIS-es kirjas 6640 inimese

andmed, kes kas saavad riigilt raha teaduse tegemiseks või on seda taotlenud. Samas on WoK-i andmebaasist lähtuvalt aastatel 1998-2008 avaldanud 3 või enam teadusartiklit Eestist 1285 teadlast. Osaliselt seletab WoK-i ja ETIS-e arvude lahknevust doktorandide ja tehniliste teadustöötajate esindatus ETIS-es, kuid suur hulk ETISes registreeritud inimestest on siiski teadlased, kes on viimase kümne aasta jooksul avaldanud vähem kui kolm artiklit rahvusvahelise levikuga teadusajakirjades.

Hea pildi olukorrast saab analüüsides Eesti sihtfinantseeringut saavate teadlaste taset. Sihtfinantseeritavatesse teemadesse on hõlmatud kvalifitseeruvad õppejõud ja teadurid, kellele riik maksab otse palka teadusega tegelemise eest vastavalt Riigieelarve seadusele. Objektiivsuse huvides jätsime analüüsist välja humanitaaria ja ühiskonnateadused (kaasates erandina psühholoogia, millel on Eestis väga tugevad tulemuslikuse näitajad), kuna nende valdkondade adekvaatne esindatus WoK-is ei kata piisavat hulka nende töö tulemustest. Eesti loodusteadlaste viimase kümne aasta tulemuslikkuse püramiid H-indeksi järgi on toodud Joonisel 5. Nende seas on seitse teadlast kelle $H > 20$, 58 teadlast (sealhulgas suur osa neid, kelle enamus artiklitest on kirjutatud töötades mingis teises riigis), kelle $H > 10$, 340 teadlast, kelle $H > 5$ ja 1300 teadlast, kelle $H < 5$.

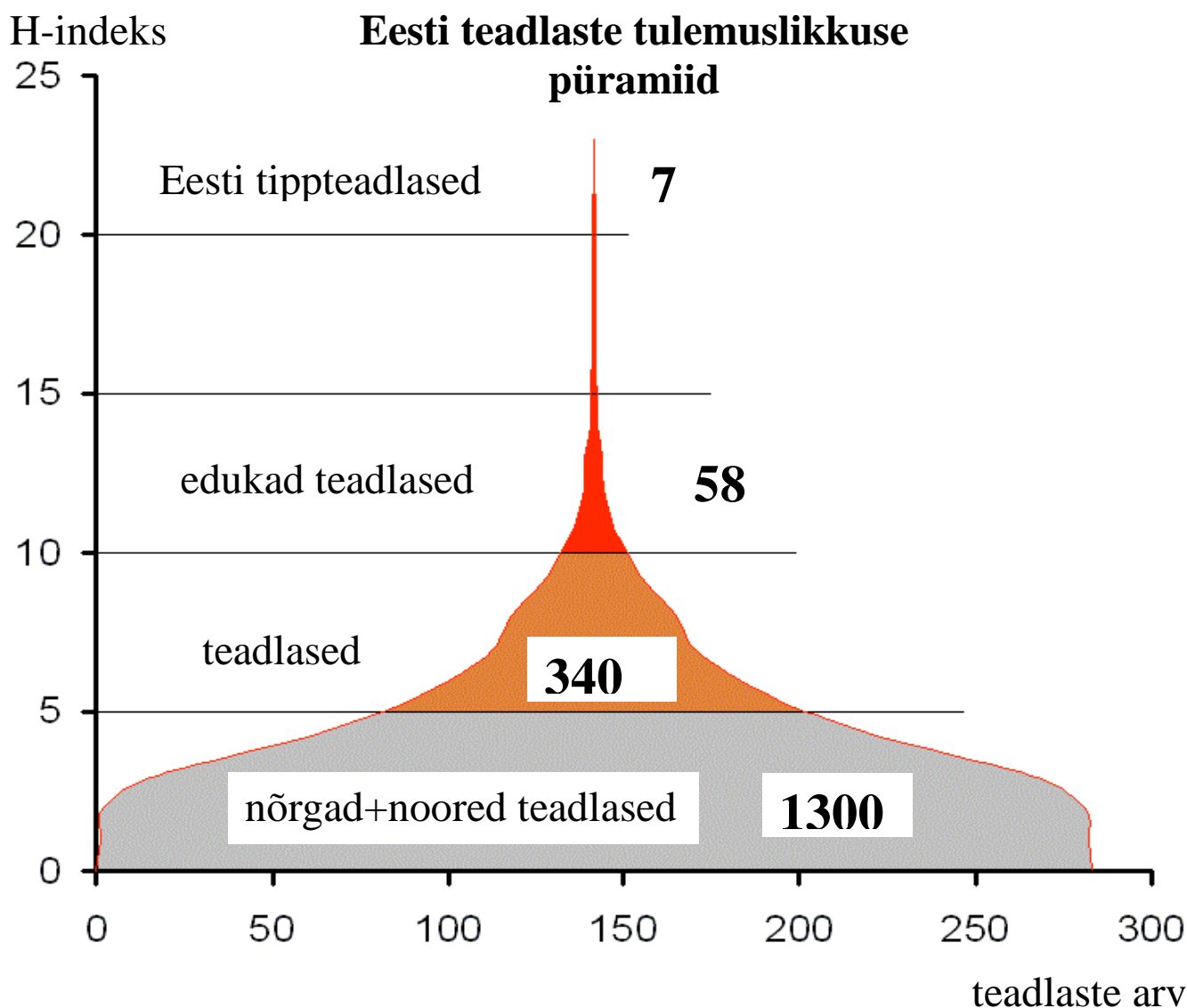
Kes on Eestis $H < 5$ teadlased? Nende hulgas on 23% noorteadlasi vanuses alla 35 eluaasta, kuid arvestav osakaal, 17%, on ka üle 65 aasta vanustel teadlastel. Noorteadlaste puhul võib väita, et neil pole veel olnud piisavalt aega rahvusvaheliselt aktsepteeritava taseme saavutamiseks. Seega nende sattumine püramiidi põhja ei näita tingimata nende nõrka teaduslikku taset, vaid teadlasekarjääri algust. Ülejäänud 77% puhul vajaksid nõrga mõjukuse põhjused detailsemat analüüsi. Praeguse analüüsi seisukohalt on oluline, kuidas sõltub Eesti teadusraha jaotus teadlase produktiivsusest ja mõjukusest.

Teaduspoliitilise retoorika järgi peaks kogu Eesti teadusraha jagatama konkurentsipõhiselt, valides teadlaste seast välja parimad. See on vajalik, et teadlaste järelkasvu kasvataksid head teadlased, teadussüsteemi efektiivsusest rääkimata. Teadlaste tsiteeritavuse ning finantseerimise seoste analüüsi tulemused on toodud Joonisel 6. Tegelikult näitab, et nii $H > 20$, $H > 10$, $H > 5$ kui $H < 5$ teadlased saavad sihtfinantseeringuraha täpselt ühtemoodi, parimatel pole mingisugust eelist (Joonis 6). Eesti „konkurentsipõhine“ sihtfinantseeringu taotlemine hetkel kehtestatud korras on protsess, mille tulemustel pole korrelatsiooni teaduse kvaliteediga. Samale tulemusele on jõudnud prof. J. Allik (Sotsiaalteaduste rahastamine 2008. aastal): „Korrelatsioon 2008. aastaks eraldatud sihtfinantseerimise mahu ja vastutava täitja tsiteeringute vahel on statistiliselt mitteoluline: $r = 0.20$, $p = 0.265$. Loomulikult ei pea korrelatsioon olema üks, kuid sihtfinantseerimise väidetav kvaliteedipõhisus eeldaks juhuslikust erinevat seost publitseerimise kvaliteedi (tsiteeringud) ja rahastamise mahu vahel.“ Sihtfinantseerimise süsteemiga on rahulolematust olnud selle algusaegadest peale (näit. ajalehes Postimees R. Ubar, 19.12.1997, J. Allik 27.3.1998, J. Engelbrecht 2.02.1999, U. Sutrop 27.01.2003 jpt.). Kui eelnevalt poldud rahul läbipaistmatusega, siis hetkel oleme olukorras, kus toimub täielik nivelleerimine. Ekspertide koondihindest olenemata finantseeritakse nii nõrka kui tugevat teadusteemat ühesuguses mahus teaduri kohta (Teaduse kompetentsinõukogu istungite avalikud protokollid).

On loomulik, et teaduse püramiidi põhi on laiem kui tipp. Kas aga Eesti teadlaste kvaliteedi püramiidi tipp on kasvatatud Eesti teadussüsteemi poolt ja tugineb selle põhjale? Kuna edukaid teadlasi on Eestis vähe, siis saab nende karjääri ja elukäiku vaadata igal üksikul juhul eraldi. Enamus edukaid Eesti teadlasi on oma hariduse saanud ja oma töö teinud teiste riikide teadusasutustes ning suur hulk neist asub ka praegu tegelikult permanentsest välismaal. Mitmeid sarnaseid väiteid leiab ka prof. J. Alliku ajakirjas *Trames* (2003, 2008) avaldatud analüüsides (näiteks: „For example, from all articles published by Estonian scientists in 1996-1999 more than 50% were written in collaboration with partners from Western countries“ või „From these top 20 institutions contributing to papers authored by at least one Estonian scientists 11 are locating not in Estonia... University of Helsinki is the fourth largest research institution contributing to the Estonian science.“).

Siit järeldub, et paljud edukad Eesti teadlased on saavutanud rahvusvahelise tunnustuse mitte tänu Eesti teadussüsteemi toetusele, vaid tänu isiklikule tublidusele nii teaduses kui ka välismaise raha hankimises.

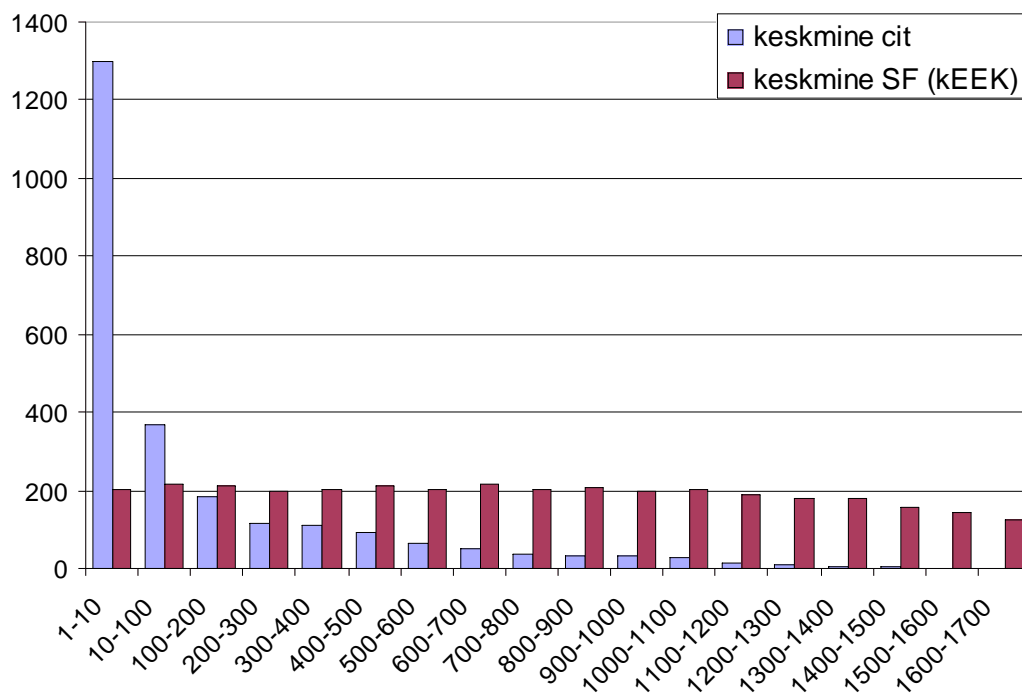
Joonis 5. Sihtfinantseerimist saavate reaali- ja loodusteadlaste arvu jaotus H-indeksi järgi viimase 10 aasta teadustulemuste põhjal.



Joonis 6. Teadlaste jaotus teadustöö tulemuslikkuse järgi (hallid tulbad) mõõdetuna viidete arvuga teadusartiklitele ja samade teadlaste saadav sihtfinantseering (lillad tulbad).

viited
artiklitele

Teadustulemused vs. sihtfinantseering



teadlaste arv

4. Järeldused Eesti teaduse olukorra kohta

Analüüsi üks eesmärke on teha kindlaks Eesti teadussüsteemi efektiivsus edukate teadlaste ja nende järelkasvu kasvatamisel. Viimase 10 aasta jooksul on Eesti teadus kasvanud nii teadlaste arvu, kirjutatud artiklite arvu kui ka teadusesse investeeritud avaliku ja erasektori raha osas. Need näitajad on positiivsed, kuid ei peegelda ei teaduse kvaliteeti ega ka seda, kas teadus Eestis areneb tänu teadussüsteemi efektiivsusele või pigem ühiskonnas toimunud üldistele positiivsetele muutustele. Eriti tähtis on mõista, kas teaduse hindamise ja rahastamise süsteem suurendab teaduse kvaliteeti või hoopis pärsib seda.

WoK-i andmetel, normeerides erinevates riikides tehtavat teadust sealse elanike arvuga, on Eesti teadus juba praegu „suur.“ Võttes WoK-ist teadlased, kes viimase 10 aastaga on avaldanud vähemalt 3 artiklit, on Eesti Euroopas (normeeritud) teadlaste arvult 9. kohal. Eesti teaduse suurim probleem on edukate teadlaste vähesus - iga $H > 10$ teadlase kohta on Eestis 33 WoK-is kajastatud teadlast, kelle $H < 10$. Stabiilsetes, nii suurtes kui väikestes, Euroopa riikides on see suhe 4-5. Eesti teadlaste (ka Läti ja Leedu, kellest oleme marginaalselt paremad) kvaliteet ei vasta arenenud

ühiskonna nõuetele. Rahvusvahelise levikuga teadust produtseerivad teadlased saavad Eestis ühe teadlase kohta kõige vähem raha Euroopa Liidus. Arvestades, et ETIS-e andmetel on Eestis palju rohkem teadlasi, kui kajastab WoK, siis tegelikult on kõik need numbrilised näitajad veelgi tagasihoidlikumad.

Eesti teadussüsteem areneb kvantitatiivselt mitte kvalitatiivselt. Eesti teadlaste taseme tõstmise asemel paisub Eesti teadus ekstensiivselt, suurenevad teadlaste arv, artiklite ja viidete koguarv, kuid need tulenevad kvantiteedi mitte kvaliteedi arvelt. Põhjuseks on Eesti teaduse rahastamine pearaha süsteemis, mis ei ole suunatud tulemuslikkusele, vaid soodustab teadlaste hulga kasvu ja tegelikult välistab teaduse kvaliteedil põhineva rahastamise. Sihtfinantseerimise reeglid ei võimalda heal teadlasel teha rohkem teadust, juhendada rohkem doktorande jne., vaid motiveerivad paisutama sihtfinantseeritavaid teemasid vaevu kvalifitseeruvate teaduritega. Erandid sihtfinantseerimiskorras võimaldavad sihtfinantseeringut saada ka teadlastel, kes reeglite kohaselt ei kvalifitseeru.

Eestis on kasutusel peaaegu kakskümmend aastat tagasi välja töötatud üleminekuaegne teadussüsteem, mille eesmärgiks pole, ega pole kunagi olnud, teaduse arendamine vaid olemasoleva vähese ressursi ümberjagamine (Intervjuu tollase Eesti Teadusfondi esimehe P. Saariga Postimees 23.5.1991). See oli vajalik üleminekuks Nõukogude Liidu teadusinstituutide süsteemilt ülikoolidel põhinevale teadussüsteemile („Eesti teaduse olukord“, J. Ross, J. Einasto, Postimees 7.11.1994). Teaduse finantseerimine toimub lühiajaliste finantsmeetmete kombineerimisega hetkeolukorrale vastavalt, kusjuures finantseerimisreeglid, mis võimaldavad erandite tegemist, on viinud topeltstandardite tekkele. See, mis oli mõistlik revolutsioonilistel 1990-ndatel, kui jutt käis teaduse ellujäämisest, pole kaugelt enam kohane Euroopa Liidu liikmesriigil. Riigi raha paigutamine süsteemi, mis kasutab seda endise süsteemi säilitamiseks ja paisutamiseks ei taga Eesti teaduse efektiivset ja jätkusuutlikku arengut.

Teaduse jätkusuutlikuse tagamiseks peaks riigis olema pikaajaline teaduse kvaliteedil põhinev teadlase karjääri ja selle rahastamise mudel, nagu see on olemas enamuses arenenud riikides. Eestis teadlaste karjäärimumdel hetkel puudub ning seetõttu ei ole Eestis ka teadlastevahelist konkurentsi töökohtadele. Pikaajaline perspektiiv läbi karjäärimumdeli on aga peamine, kui mitte ainus, teaduse kvaliteeti ja järjepidevust tagav meede, mida riik saab sätestada. Eesti teaduspoliitikas on mõiste „konkurentsipõhine“ sageli võrdustatud mõistega „grant“, mis läbi teadlase kvaliteeti hinnatakse mitte tema töö kvaliteedi, vaid grantide saamise edukuse järgi. Ei ole ilmselt liialdus öelda, et teaduspoliitiline süsteem, mis ei arvesta kvaliteeti, on kulukas ja ebaefektiivne vahend tulevase põlvkonna teadlaste kasvatamisel ning motiveerimisel.

Teadusstrateegia „Teadmistepõhine Eesti“ 2007-2013 peamine alustala on kasvatada uusi teadlasi. Samas, Eesti Panga uuringu tulemuste põhjal pole Eesti teadlaste palgad ühiskonnas konkurentsivõimelised. Sellistes tingimustes tasub tõsiselt analüüsida strateegiat, mis püüab praegu kehtiva teadussüsteemi reeglistikus kasvatada teadlaste järelkasvu alarahastatud ja rahvusvaheliselt vähetuntud teadlaste näol, kes suure osa ajast pühendaksid iseendale ajutistest grantidest palgaraha taotlemisele.

Eesti teaduse kvaliteet peab põhinema Eesti teadlaste kvaliteedil, Eesti peab rõhuasetuse panema oma teadlaste kvaliteedi tõstmisele. Selleks vajab Eesti teaduskorralduse reformi.

5. Eesti praeguse teaduskorralduse põhimõttelised puudused ja vastuolud

Selleks, et parandada teadussüsteemi kitsaskohti, on vaja esmalt analüüsida ning kaardistada praeguse (üleminekuaegse) süsteemi nõrkused tänase päeva kontekstis.

1) Eestis puudub hetkel teadlase karjäärimudel ja puudub ka selge visioon ja põhimõtted selle üles ehitamiseks, teadlaste hindamiseks ning kvaliteedipõhiseks rahastamiseks. Seetõttu puudub ka sisuliselt teadlastevaheline konkurents teaduri ja professori töökohtade täitmisel. Näiteks ülikoolide korraliste professorite palk koosneb vaid nn. õpperahast ning Eestis puudub professorite/teadurite gradeeritud palgaskaala (nagu see on olemas näiteks Inglismaal), millel progresseerumine toimuks vastavalt teadustulemuste silmapaistvusele ja kvaliteedile.

2) Eesti teaduses on väga paljud töökohad täidetud ajutiste lepingute alusel töötavate teadurite ja õppejõududega. Tähtajatute töölepingute puudumine võis olla õigustatud ligi 20 aastat tagasi, kuid praegu on kogu teadussüsteemis valitsev „ajutisus“ ja hoomatava perspektiivi puudumine selgelt vähendanud noorte pealetulekut teadusesse. Harva on korralise teaduri kohale valitud teadlasel garanteeritud palk kogu valimisperioodiks. Tihti peavad korralised teadlased tegelema iseendale palga otsimisega peale seda, kui nad on valitud teadlase kohale. Sihtfinantseering, mis peaks andma valitud teaduritele teatud pikemaajalise perspektiivi, on muudetud sisuliselt grantiks ning selle suurus on fikseeritud vaid üheks aastaks.

3) Sihtfinantseerimise juurutamisest alates on trend olnud suuremate teemade suunas. Üksiteadlaste motiveeritust silmas pidades ei ole ilmselt efektiivne hinnata korralise teadlasi hulgakaupa (granti täitjana), vaid individuaalselt. Praegune Eestis rakendatav (nt. Sihtfinantseerimisprojektid) teaduse finantseerimine, mis põhineb teadlaste hulgakaupa hindamisel ei võimalda põhimõtteliselt anda tugevamatele teadlastele eelist nõrgemate ees. Praegune sihtfinantseerimiskord soosib mitteproduktiivsete teadlaste hoidmist teemal, kuna teema teadurite arvu vähenemine viib automaatselt finantseerimise vähenemiseni.

4) Hetkel puuduvad pikaajalised meetmed teaduse järjepidavuse saavutamiseks. Teaduse rahastamise meetmed peavad tagama nii teaduse järjepidevuse ja kvaliteedi kui ka teaduse paindlikuse. Oma olemuselt on need vastandlikud eesmärgid. Ka järjepidevuse tagamine (näiteks teadurite valimine, tsentraalse teadusaparatuuri soetamine jne) peab olema ainult kvaliteedi- ja konkurentsipõhine, kuid samas erinema grantist eesmärgistatuse, ajaskaala ja otsustusmehhanismi poolest.

5) Eesti praegune teaduspoliitika samastab üheselt konkurentsipõhiseuse grandisüsteemiga. Eesti teaduse finantsinstrumendid, näiteks sihtfinantseering, tippkeskuste meede, kõik infrastruktuuri vahendite meetmed jne. on oma olemuselt ja otsustusmehhanismilt puhtakujulised grantid, mis ei saa samaaegselt täita vastandlikke eesmärgi – tagada järjepidevust ja paindlikkust. Näiteks sihtfinantseering, mis *de jure* peab olema teadusasutusele antav finantseering ja katma

teadlaste palgad, on *de facto* grant. Kas teaduse järjepidevust peaks tagatama tehes grantisüsteemis erandeid?

Prof. Jüri Allik on näidanud, et Läti teaduse nõrkus Eestiga võrreldes tuleneb sellest, et Läti teadlaste 100% grantipõhine rahastamine kahjustas seda [J. Allik, *The quality of science in Estonia, Latvia, and Lithuania after the first decade of independence*, Trainers, 2003]. Samal teel on sisuliselt juba pikemat aega ka Eesti teadus.

6) Eesti teaduse rahastamise meetmete nõrkus on ka see, et enamus neist meetmetest ei võimalda üksinda täita oma eesmärki. Üldjuhul peab kasutama mitut rahaallikat soovitud eesmärgi saavutamiseks. Samuti ei ole erinevad rahastamismeetmed seotud teadlase karjäärimudeliga. Näiteks riigi praegune teaduspoliitika on selline, et järel doktorit finantseeritakse suuremas matus kui tema juhendajat sihtfinantseeritava teema raames. Kuidas on sellisel juhul võimalik motiveeritud teadlaskarjäär?

7) Eestis kasutusel olevad hinnangud teadlaste taseme kohta, sealhulgas teaduri/professori tööülesannete kirjeldustes ja konkurentsipõhiste rahastamismeetmete reeglites olevad, on tihti deklaratiivsed ja subjektiivsed (näiteks „rahvusvaheliselt tunnustatud teadlane“). Pole kusagil fikseeritud, kuidas annab hea teadlase teaduskvaliteet talle eelise. *Peer review* olemus ja head tavad pole lahti kirjutatud, mistõttu saab neid erinevalt tõlgendada. Levinud on erandite tegemine, mistõttu valitakse teadur või õppejõud, kes nõutud kriteeriumitele ei vasta. Eriti, kui valimine toimub väga erineva teadusala spetsialistidest koostatud komisjonis (ülikoolide nõukogud jne.). Erandid on otseselt seotud kogu teaduskorralduse „ajutisusega“, mistõttu justkui nõrga kandidaadi valik olekski midagi õigupärast. Samas on koht täidetud ning järgnevate aastate jooksul antud alal areng seisab.

Loetletud põhjustel võib hinnata senist riigipoolset panust Eestis teadlaste töö väärtustamisel ning karjäärimudeli loomisel ebapiisavaks. Kuivõrd praegune teadussüsteem ei motiveeri teadlasi, võib ennustada, et selle süsteemi edasine rakendamine võib oluliselt vähendada Eesti teaduse konkurentsivõimet ning silmapaistvust maailmas ning süvendada riigisisest stagnatsiooni teadlaskonnas. Mõiste „konkurentsipõhine“ võrdsustamine grantisüsteemiga ei taga kvaliteedil põhinevat teaduse järjepidevust. Eesti teaduse edukus ja järjepidevus ei põhine mitte niivõrd Eesti teadussüsteemi eemärgistatud toetusel kui üksikteadlaste tublidusel.

6. Ettepanekud teaduskorralduse reformimiseks

Prof. Jüri Allik [J. Allik, *Quality of Estonian Science Estimated through Bibliometric indicators (1997-2007)*, Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, submitted], tuginedes uuringu [Tiits, M., Kattel, R., Kalvet, T., & Tamm, D. (2008). *Catching up, forging ahead or falling behind? Central and Eastern European development in 1990-2005. Innovation-the European Journal of Social Science Research*, 21(1), 65-85] tulemustel, on väitnud, et pikaajaline teadus- ja innovatsioonipoliitika nõrkus on viimase kümne aasta jooksul viinud Eesti majanduse konkurentsivõime mandumisele mitte kasvule.

Käesolev Eesti teadussüsteemi efektiivsuse analüüs viib sarnaste tulemusteni – Eesti teadussüsteem ei tugine teadlaste kvaliteedil, vaid lühiajalisi eesmärgi silmas pidades

projektipõhisel rahastamisel. Praegu toimub Haridus- ja Teadusministeeriumis uue teadus- ja arenduskorralduse seaduse ettevalmistamine. Et olla edukas, peaks Eesti võimalikult kiiresti ning oluliselt kaasajastama oma teadussüsteemi. Eelkõige väärtustades teadlase institutsiooni ja tema teadustöö kvaliteeti. Selleks pakume välja oma ettepanekud teadusreformiks:

- Luua ja seadusandluses kehtestada karjäärimudel („tenure track“) korralistele teadustöötajatele ning luua finantsinstrumendid karjääriteadlaste rahastamiseks. Korraliste teadlaste kohad avatakse ainult siis, kui selleks on teadusasutusel raha. Korraline teadlane ei tegele ise oma palga otsimisega tööperioodi jooksul.
- Eeldades, et parima koolituse annavad tugevad teadlased, tuleks välja töötada mehhanismid (näiteks fikseeritud ajaperioodi ning isikumandaadiga lepingud silmapaistvatele teadlastele), mis annaksid neile rohkem vastutust ja ressursse personaalselt oma vastutuse ellu viimiseks s.h. doktorantide koolitamisel.
- Kõik korralised teadlased, kellelt eeldatakse iseseisva teadustöö tegemist, tuleb oma kohtadele valida individuaalselt, vaid teadustöö kvaliteeti silmas pidades. Teadustöö evalveerimine peaks olema sätestatud selgete ning läbipaistvate kriteeriumite alusel. Loodusteadustes võiks see näiteks juhinduda bibliomeetrilisest analüüsist ning võimalikult vähekulukast ja vähemahukast („light-touch“) *peer-review*’st, mille viivad läbi vastava ala rahvusvahelised eksperdid. Teadusasutuste ja finantseerimisallikate nõukogud kas kinnitavad või ei kinnita tehtud valikuid ja hinnanguid, kuid ei hinda teadlasi ise. Erinevates teadusvaldkondades rakendatavad konkreetset kvaliteedikriteeriumid võivad teineteisest oluliselt erineda, võttes arvesse valdkondade iseärasusi, ning nende sätestamisele peab eelnema põhjalik analüüs, mis võtaks arvesse teadlaskonna eeldatavaid käitumismudeleid.
- Sätestada mehhanism ja luua finantsinstrumendid edukate korraliste teadlaste töölepingute muutmiseks tähtjatuks. Korralise teadlase „tenure“ otsustab tema töötulemuste alusel teda hinnanud ekspertkomisjon. Teadusasutus kinnitab või ei kinnita seda otsust. „Tenured“ teadlase pensioniikka jõudmisel saab teadlane emerititeadlase staatuse.
- Loobuda ajutiste grantide täitmiseks tööle võetud teadlaste valimisest korralise teaduri ametikohale. Reeglina töötavad granditäitjad erakorralise teadlase ametikohtadel. Erakorralised teadlased sõlmivad töölepingud teadusasutustega ainult juhul kui grantitaotlus osutub edukaks.
- Viimaks teadustöö finantseerimise mahtu tulemuslikkusest sõltuvaks, tuleks Eestis jagatavate grantide ja sihtfinantseeritavate teemade puhul teha suuremaid panuseid teadlastele, kellel on hinnataval perioodil (näiteks, viimased 5-10 aastat) rahvusvahelisel tasemel olulisi tulemusi, andes neile samas suuremaid vabadusi teha konkreetseid otsuseid raha kasutamise osas. Eelkõige on vajalik loobuda finantseerimismahu sidumisest projektitäitjate arvuga.
- Luuakse mehhanismid uute teadusharude, teemade, tööühmade jne. loomiseks ja rahastamiseks Eestis. Kui Eestile olulise teema edendamiseks ei jagu kvalifitseeritud kohalikke juhendajaid, tuleb kaaluda nendesse teiste riikide tippteadlaste kaasamist. Võtmetähtsusega uudse temaatika arendamiseks on vajalik suurendada alternatiivsete tulemuslikkusel põhinevate finantsinstrumentide kättesaadavust (näit. uurija-professori töökohad).

- Kõik konkursipõhiselt jagatavad finantseeringud teadusrühmadele, grantid, peavad põhinema grantihoidja eelneva teadustöö kvaliteedil. Granti eesmärk on täita kindla eesmärgiga projekti, reeglina noorteadlaste abiga, ja granti finantseering peab katma kõik projekti kulud. Grantihoidja, reeglina karjääriteadlane, ei tohi muutuda suure arvu väikeste projektide administraatoriks.
- Teaduse evalvatsiooni, teadlase ametikohtadele valimist ning grantikonkurse tuleb muuta läbipaistvamaks. *Peer review* olemus, teadustöö kvaliteedireeglid ja täpsed juhised nende arvestamiseks peavad olema fikseeritud mistahes rahastamisinstrumendi reeglites. Mistahes evalveerimistulemused ja konkursside retsensioonid peavad olema avalik informatsioon.
- On vaja luua ja rahastada eksperimentaalteadustes vajalikud tehniliste töötajate kohad.
- Luua realistlikud pikaajased finantsinstrumendid teadusaparatuuri muretsemiseks. Soodustada aparatuuri ühiskasutust erinevate tööühmade vahel.

Tänuavaldused

Käesoleva analüüsi autorid tänavad prof. Jüri Allikut ja akadeemikuid prof. Jaak Järve, prof. Peeter Saarit ning prof. Richard Villemsit kommentaaride ja soovitude eest.

Martti Raidal
 Mait Müntel
 Toomas Kivisild
 Hannes Kollist
 Kaupo Kukli
 Mart Loog
 Ülo Niinemets
 Jaak Vilo

07.07.2008

Lisa 1: Teaduskvaliteedi mõõdikud ja terminoloogia

Teadlaste töö produktiivsust ja kvaliteeti võib iseloomustada erinevate objektiivsete mõõdikute põhjal. Nende aluseks üldjuhul on kas 1) teadlase avaldatud artiklite arv; 2) neile artiklitele tehtud viidete arv teiste teadlaste poolt, 3) ajakirjade mõjukusfaktor. Esimene mõõdab teadlase töö mahtu ja teine tema tuntust globaalses teadusruumis, kolmas, eriti värskelt ilmunud artiklite puhul, lubab ülisuure varieeruvusega ennustada publikatsiooni mõjukust ning tsiteeritavust tulevikus. Lisaks arvestavad rahvusvahelised teadust finantseerivad asutused ning raamprojektid veel paljude kaasautoritega publikatsioonide puhul olulisel määral ka autori konkreetset panust – näiteks, FP7 *senior researcher* grantidele kandideerijailt eeldatakse vähemalt 10 teadusartikli olemasolu, kus kandidaat on viimane ehk *senior* kaasautor. Noorte teadlaste puhul eeldatakse mitme esikautorlusega artikli olemasolu. Need mõõdikud sobivad loodusteadlaste taseme kirjeldamiseks. Humanitaar- ja sotsiaalteaduste puhul, kus ajakirjades avaldatud artiklitel on väiksem osakaal monograafiatega võrreldes, on analoogsete mõõdikute kasutamise otstarbekus vaieldav, sest need ei pruugi objektiivselt peegeldada tehtud tööd. Kõikidel juhtudel on tarvis mõõdikute tähendust interpreteerida, mitte kasutada pimesi.

Otsesem ja seetõttu lihtsaim võimalus mõõta teadlase panust teadusesse, on mõõdikuna kasutada tema artiklitele tehtud viidete koguarvu. Selleks, et võrrelda erinevate erialade teadlasi omavahel, peab nendele tehtud viidete arvu kaaluma (normeerima) sellel erialal töötavate teadlaste tehtud viidete koguarvuga maailmas. Näiteks matemaatikas tervikuna viidatakse umbes 10 korda vähem kui molekulaarbioloogias tervikuna. Seda peab arvestama võrreldes matemaatiku taset molekulaarbioloogi omaga. Kaalumata viidete võrdlus võib anda teaduskvaliteedist moonutatud pildi.

Viidete koguarv võib tulla kas väga suurest hulgast artiklitest, millele viidatakse vähe, või väiksemast hulgast artiklitest, millele viidatakse palju. On selge, et esimesed ei anna tegelikult panust teaduse arengusse ja suur viidete arv on saadud kvantiteedi mitte kvaliteedi arvelt. Mõõdik, mis võtab arvesse nii teadlase produktiivsust kui ka temale tehtud viidete arvu, kannab nime H-indeksi. H-indeks on suurim teadlase artiklite arv, millele tehtud viidete arv ületab numbrit H. Kõrge H-indeksi saavutamiseks on vajalik kirjutada palju artikleid, millest igaüks on kogunud palju viiteid. Seepärast on H-indeks parim saientomeetrias kasutatav üksikmõõdik, mis mõõdab nii teadlase mõjukust oma erialal kui ka tema kui teadlase taset, kvaliteeti, edukust jne. Kuna H-indeks ei ole aditiivne, siis tasandab ta ka eri teadusharudes antavate viidete arvu erinevusi ja sobib teaduskvaliteedi võrdlemiseks paremini kui viidete koguarv.

Tuleb rõhutada, et objektiivse pildi saamiseks teadlase töö kvaliteedist ei piisa vaid ühe mõõdiku kasutamisest. Näiteks $H=10$ on nii teadlasel, kelle 10 artiklit on igaüks kogunud 10 viidet kui ka teadlasel, kelle 10 artiklit on kogunud igaüks 100 viidet. Kui lisaks eelnevaile on teadlasel veel kümneid artikleid 9 viitega, siis need ei muuda H-indeksit. Seega peab lisaks H-indeksile arvestama ka teadlase artiklite koguarvu ja viidete koguarvu, eriti ebareeglipärastel juhtudel. Samuti peab teadlase töö hindamisel arvesse võtma juhendatud kraadiõppurite arvu, rahvusvahelistes koostöodes osalemist ja selle sisu, rahvusvaheliste grantide saamise edukust jne. Samas on selge, et kui objektiivsed mõõdikud näitavad drastilisi puudujärke teaduses, siis ei saa seda

kompenseerida grantides osalemise ja muu taolisega. Kuna H-indeks kujuneb välja pika teadustegevuse tulemusena ning kumuleerub ajas siis viimase paari aasta artiklite hindamisel, mis eriti noorte teadlaste puhul oluline, tuleb H-indeksile eelistada muid vähemobjektiivseid kvantitatiivseid kriteeriume, sealhulgas ajakirjade mõjukusfaktoreid, ning hinnata konkreetset panust iga üksiku artikli juures.

Riikide taseme võrdlemine neis tehtava teaduse järgi on keerulisem, sest lihtsasti kättesaadavad summaarsed mõõdikud, nagu artiklite või viidete koguarvud, ei iseloomusta teaduse kvaliteeti otseselt. Seetõttu on tulemuste õigel interpretatsioonil riikide hindamisel palju suurem tähtsus kui üksikteadlaste hindamisel. Kvaniteet ei pruugi tähendada kvaliteeti, kuid ka kvantiteedil on tähendus. Riikide summaarsed teaduse mõõdikud on saadaval ISI Web of Knowledge alamandmebaasis Essential Science Indicators, mis väljastab ka keskmisi suurusid. Kuna eri riikides domineerivad erinevad teadusharud, näiteks Eestis kirjutatakse enamus artikleid molekulaarbioloogias, Lätis seevastu materjaliteaduses, siis riikide, eriti väikeste riikide, omavaheline võrdlus sel pinnal ei pruugi olla objektiivne.

Mis kindlasti on informatiivne ja mõõdab riikide teadussüsteemide kvaliteeti ja efektiivsust, on riikides töötavate teadlaste teadusliku taseme võrdlemine. See eeldab esmalt riigi teadlaste kvaliteedi hindamist (näiteks H-indeksi järgi) ja seejärel statistiliste kogumite võrdlust, näiteks teadlaste jaotuse uurimist H-indeksi järgi. Nii viisi on võimalik teada saada, kui palju on riigis tippteadlasi, kui mitu keskpärasest teadlast tuleb ühe eduka teadlase kohta jne. ning võrrelda neid näitajaid erinevates riikides. Suurte statistiliste kogumite võrdlemisel „taanduvad välja“ (s.t. on eeldatavasti samad kõikide kogumite puhul) fluktuatsioonid erinevate mõõdikute arvutamisel, mida on vaja kindlasti arvestada üksikteadlaste võrdlemisel. Seetõttu on teadlaste jaotus eri riikides H-indeksi järgi küllaltki objektiivne näitaja selle riigi teaduse terviksüsteemi kvaliteedi võrdlemiseks teiste riikidega.

Kindlasti on eksitav kasutada riikide summaarsete mõõdikute põhjal arvatud keskmisi näitajaid teaduse kvaliteedi hindamiseks ilma neid interpreteerimata. Kuna summaarsed mõõdikud ise ei mõõda teaduse kvaliteeti otse, siis ei mõõda seda ka nende jagatis või korrutis. Arvutades riigiti keskmise viidete arvu ühe artikli kohta, võib saada matemaatiliselt korrektseid, kuid sisult absurdeid tulemusi.

Näiteks molekulaarbioloogias ja geneetikas (Molecular Biology and Genetics) on Essential Science Indicators andmebaasi poolt väljastatud kõrgeim keskmine viidete arv artikli kohta maailmas **Iraagil**, keskkonnateadustes ja ökoloogias (Environment and Ecology) **Panamal**, keemias **Costa Rical**, kosmoseuringutes (Space Science) **Namiibial** jne. Sealjuures kosmoseuringutes on USA selles nimekirjas alles 10. ja Venemaa 55. kohal. Kõikide teaduste summas on parim keskmine viidete arv artikli kohta **Bermudal**. Kui keegi soovib nende andmete põhjal väita, et maailma mõjukaim teadusriik on Bermuda, siis on midagi ikka väga valesti.

Terminoloogiast. On täiesti eksitav ja põhjendamata kutsuda Essential Science Indicatorsi väljastatud keskmisi suurusid „mõjukuseks,“ nagu seda on tehtud populaarteaduslikus ajakirjanduses. Essential Science Indicators andmebaas ise kasutab täiesti korrektset terminit *Citations per Paper* (viidete arv artikli kohta).