



Teaduse, tehnoloogia, inseneeria ja matemaatika (STEM) töökohad ja haridus: Eesti reaalsus ja vajadused

Mait Raava
Pro Konsultatsioonid
19. 11. 2015. a. Tallinnas

Eesti STEM reaalsus ja vajadused

1. **Tootlikkuse** kasv on pidurdunud
2. **Innovatsioonis** oleme jätkuvalt nõrgad
3. STEM **erialadel** on töötajaid ja lõpetajaid vähe
4. STEM **ainetes** on huvi ja tippe vähe

1. Tõstame tootlikkuse kasvu veelgi julgemalt **esikohale**
2. Seame sihiks teha läbimurre **teaduspõhises** innovatsioonis
3. Väärtustame palju rohkem **teadlaste** ja inseneride saavutusi
4. Kasvatame palju rohkem huvi ja tippe **matemaatikas ja loodusteadustes**

Ei ole nõus

Nõustun

Lisan

1. Eesti üks peaeesmärkidest on tootlikkuse kiire kasv

Avaleht > Valitsuse toetamine > Konkurentsivõime kava „Eesti 2020“ > „Eesti 2020“ eesmärgid

Eesmärgid

Reformid

Ajalugu ja seos varasemate kavadega

„Eesti 2020“ eesmärgid

Kavas seatud eesmärgid on kooskõlas Euroopa Liidu riikide poolt kokku lepitud Euroopa 2020 strateegia eesmärkidega.

Eesti seadis tuleviku kasvu silmas pidades „Eesti 2020“ reformikavale kaks peamist eesmärki:

- ◆ saavutada tootlikkuse kiire kasv, seda nii suurema kapitalimahukuse kui kõrgema lisandväärtusega toodete ja teenuste kaudu
- ◆ taastada majanduskriisi eelne kõrge tööhõive tase

Kavas seati lisaks eelnevatele veel 15 eesmärki, mis jagunevad nelja valdkonna vahel:

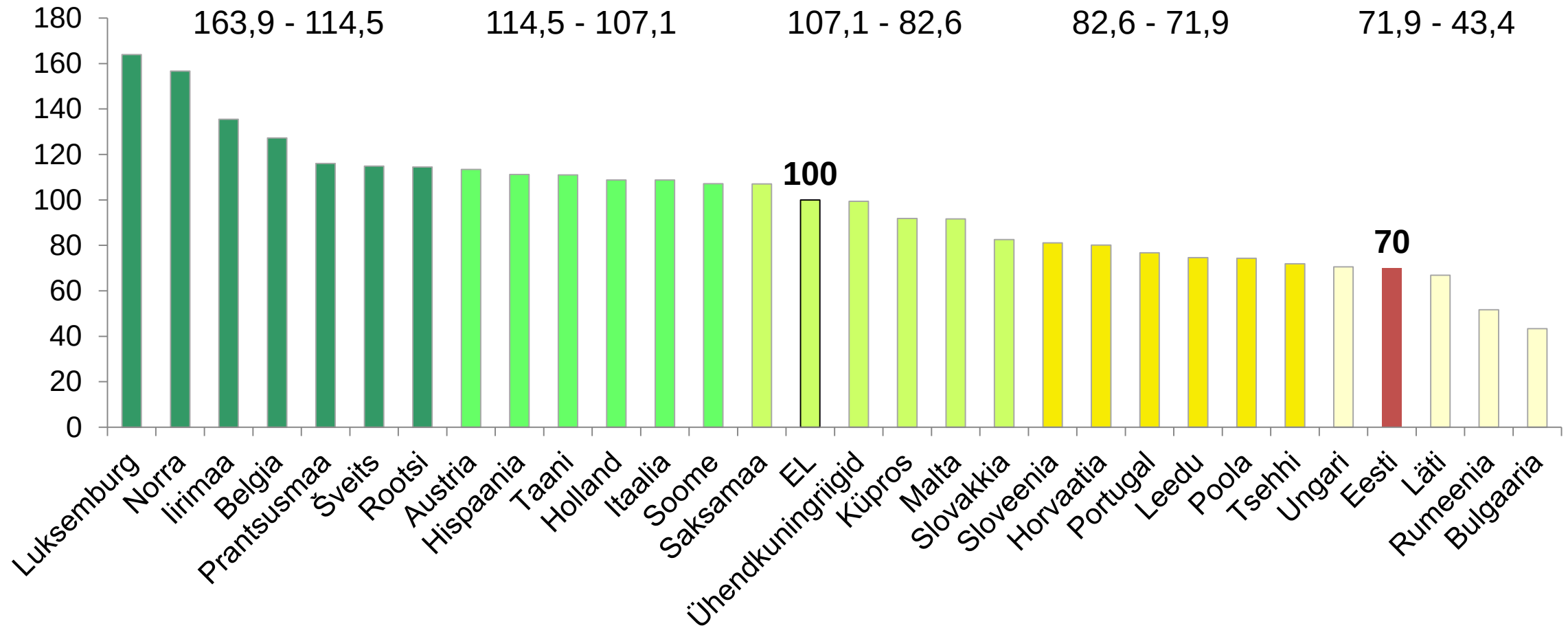
- ◆ Haritud rahvas ja sidus ühiskond
- ◆ Konkurentsivõimeline ettevõtluskeskkond
- ◆ Keskkonnasõbralik majandus ja energeetika
- ◆ Jätkusuutlik ja kohanduv riik



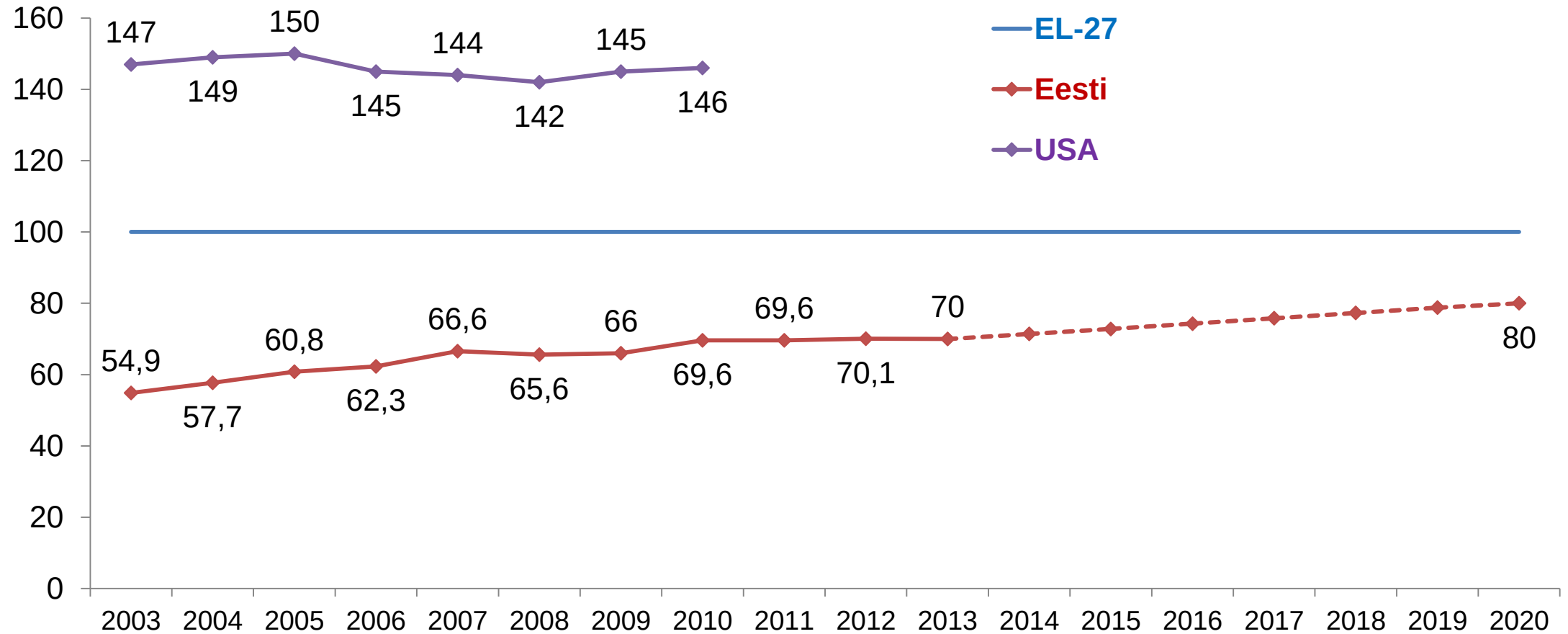
Foto: Andres Tarto

*“Eesti eesmärgiks on tõsta tootlikkust hõivatu kohta EL keskmisega võrreldes 2015. aastaks 73%ni ja **2020. aastaks 80%ni.**”*

Tootlikkuses hõivatu kohta oleme Euroopas 5. liigas, 26. kohal, liidritest 2 x mahajäänud



Tootlikkuse suhteline kasv hõivatu kohta Eestis on pidurdunud



2. Tootlikkuse kasvu suurendavad kõrgema lisandväärtusega tooted ja teenused – innovatsioon

Avaleht > Valitsuse toetamine > Konkurentsivõime kava „Eesti 2020“ > „Eesti 2020“ eesmärgid

Eesmärgid

Reformid

Ajalugu ja seos varasemate kavadega

„Eesti 2020“ eesmärgid

Kavas seatud eesmärgid on kooskõlas Euroopa Liidu riikide poolt kokku lepitud Euroopa 2020 strateegia eesmärkidega.

Eesti seadis tuleviku kasvu silmas pidades „Eesti 2020“ reformikavale kaks peamist eesmärki:

- ◆ saavutada tootlikkuse kiire kasv, seda nii suurema kapitalimahukuse kui kõrgema lisandväärtusega toodete ja teenuste kaudu
- ◆ taastada majanduskriisi eelne kõrge tööhõive tase

Kavas seati lisaks eelnevatele veel 15 eesmärki, mis jagunevad nelja valdkonna vahel:

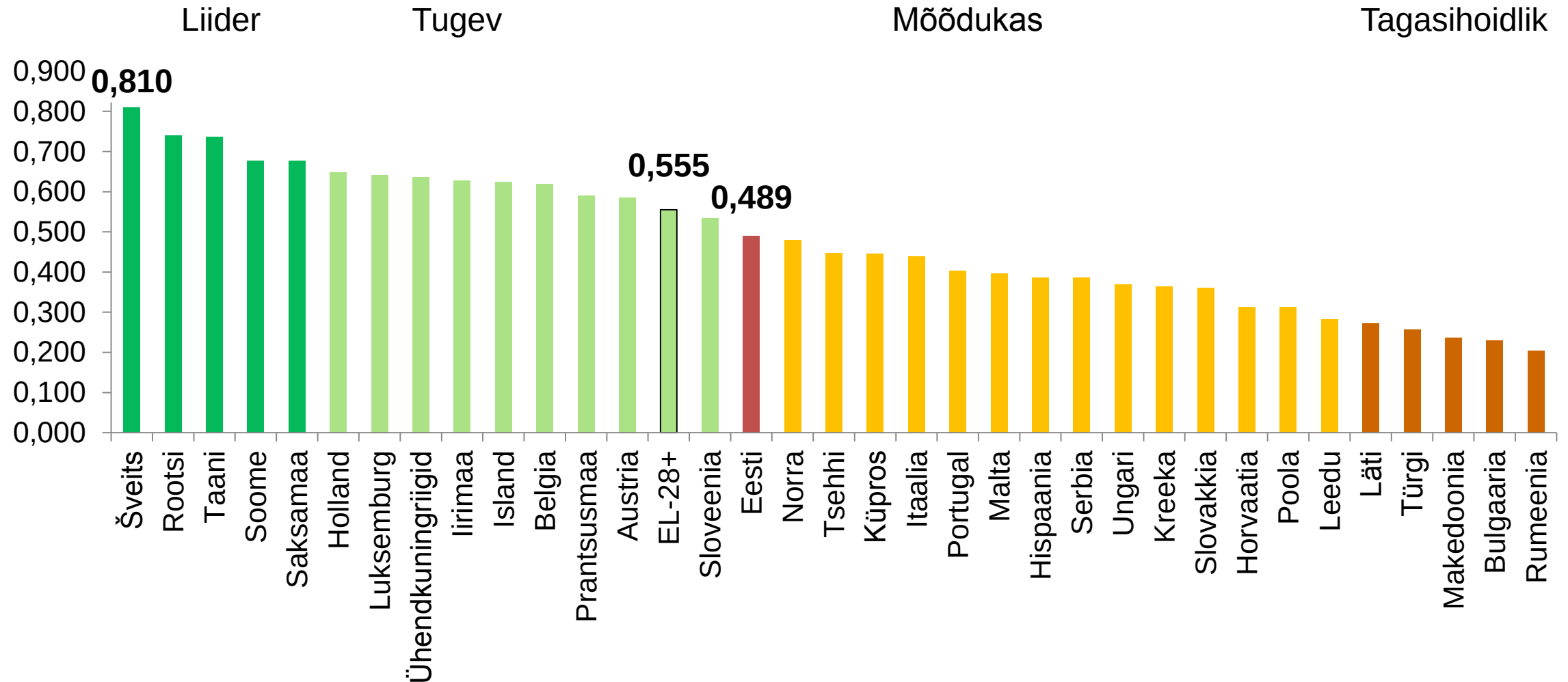
- ◆ Haritud rahvas ja sidus ühiskond
- ◆ Konkurentsivõimeline ettevõtluskeskkond
- ◆ Keskkonnasõbralik majandus ja energeetika
- ◆ Jätkusuutlik ja kohanduv riik



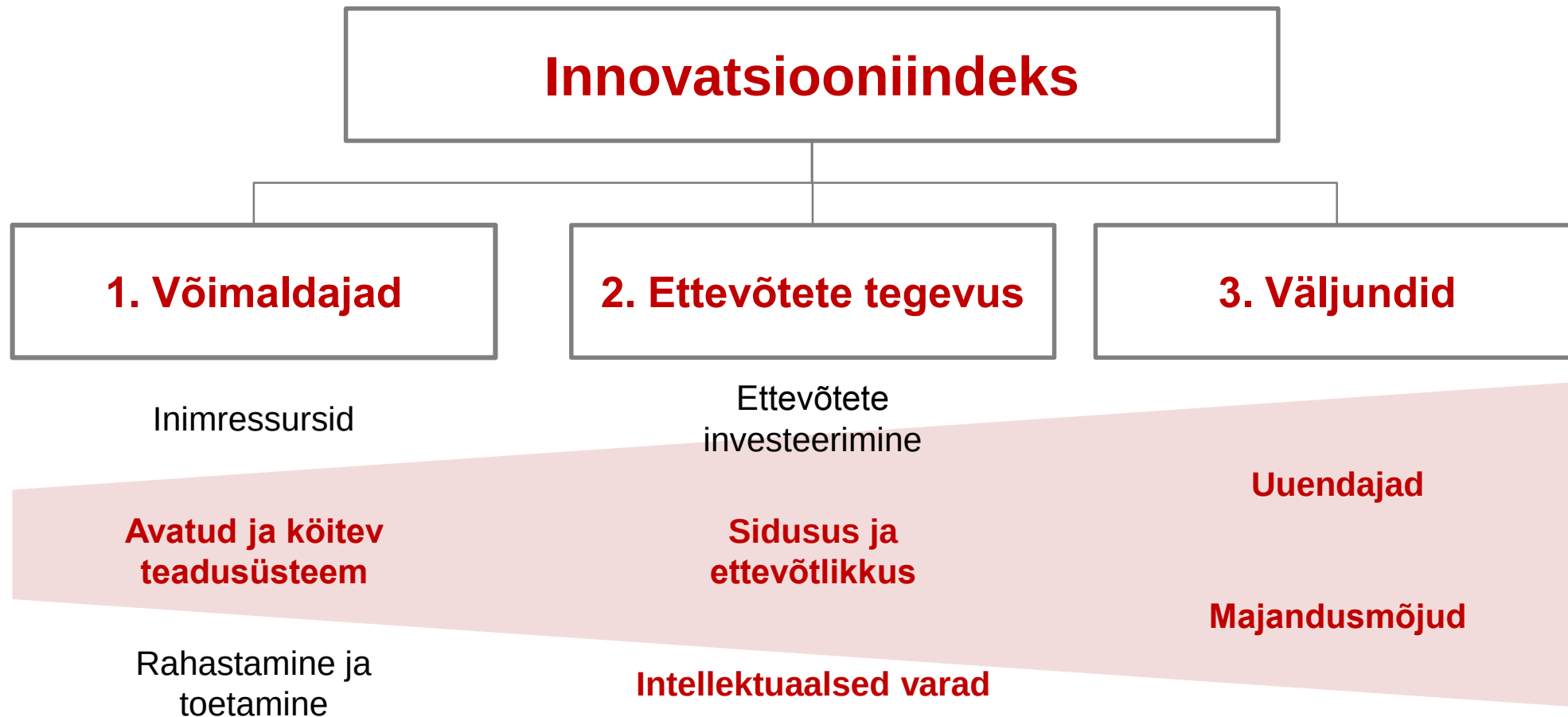
Foto: Andres Tarto

“... saavutada tootlikkuse kiire kasv, seda nii suurema kapitalimahukuse kui kõrgema **lisandväärtusega** toodete ja teenuste kaudu.”

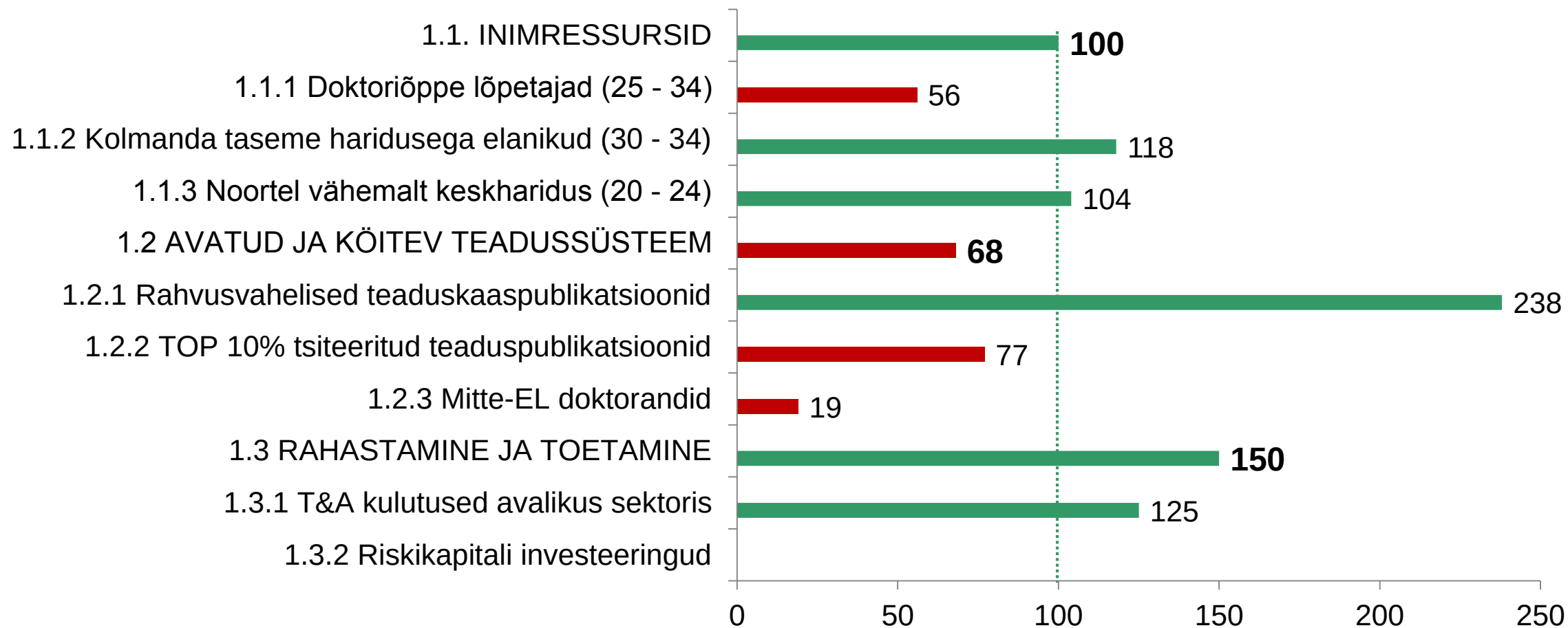
Innovatsioonis oleme Euroopas 3. liigas, 15. kohal, liidritest peaaegu 2 x mahajäänud



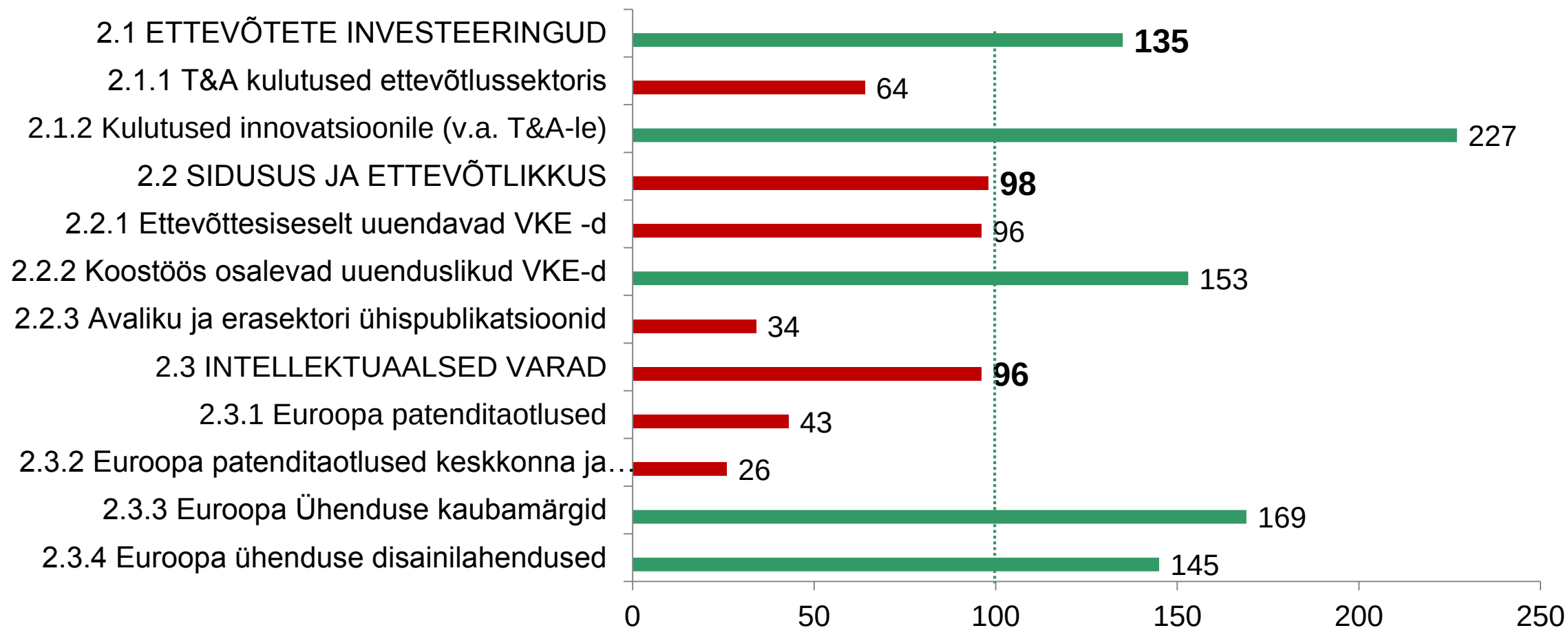
Euroopa innovatsiooniindeksi (SII) koostisosad



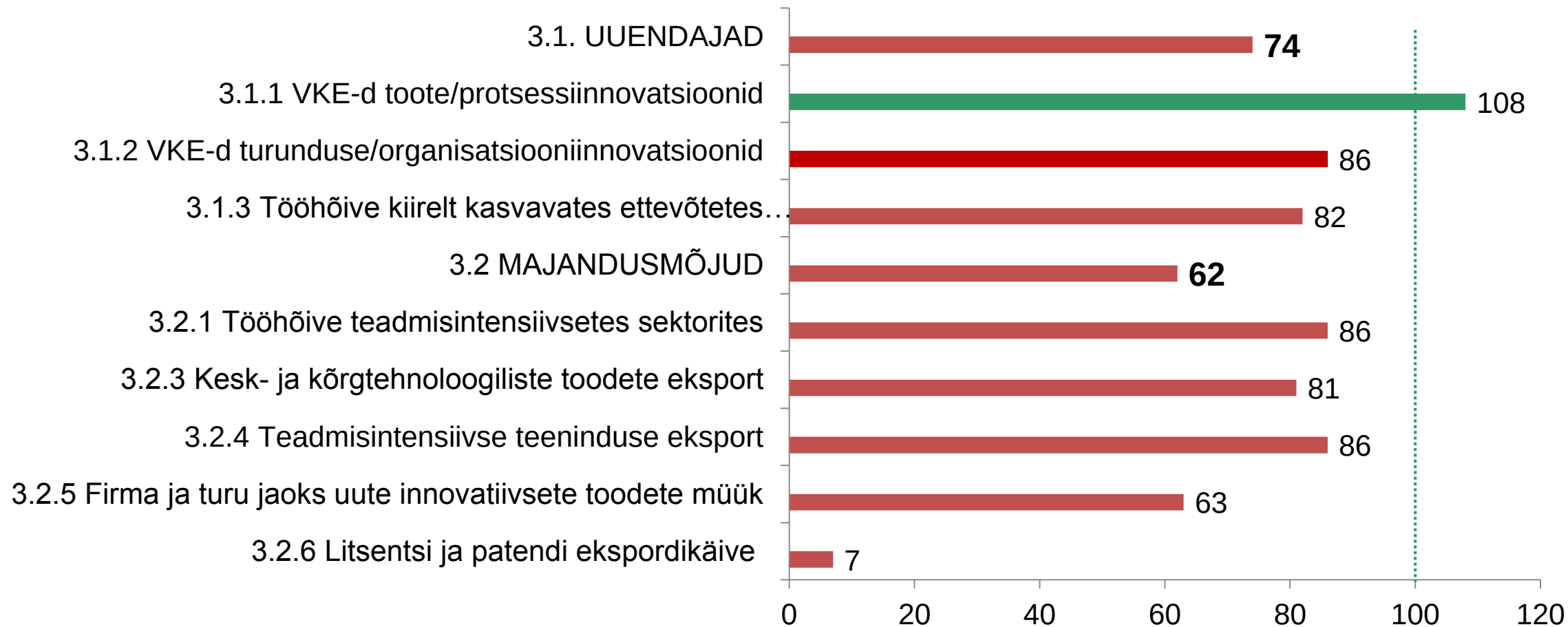
Innovatsiooni võimaldajad Eestis, EL = 100



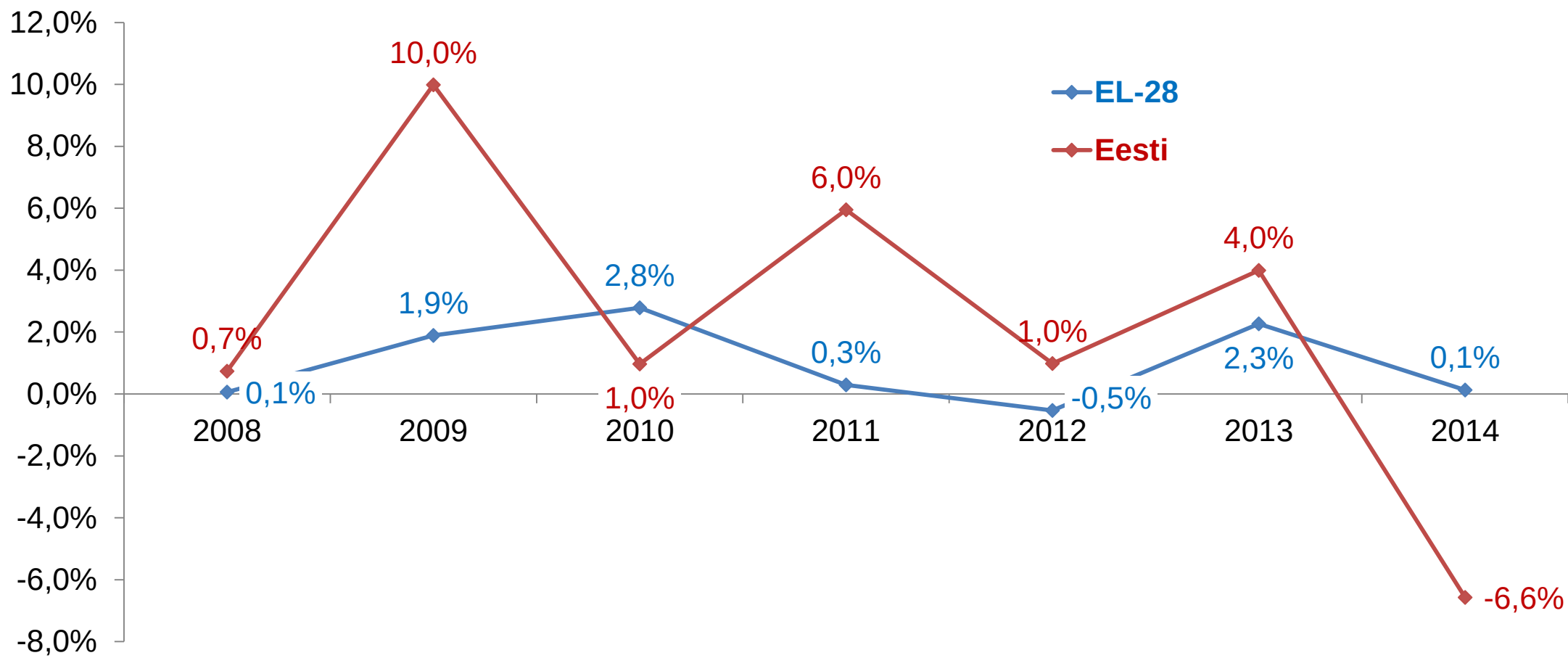
Ettevõtete tegevus Eestis, EL = 100



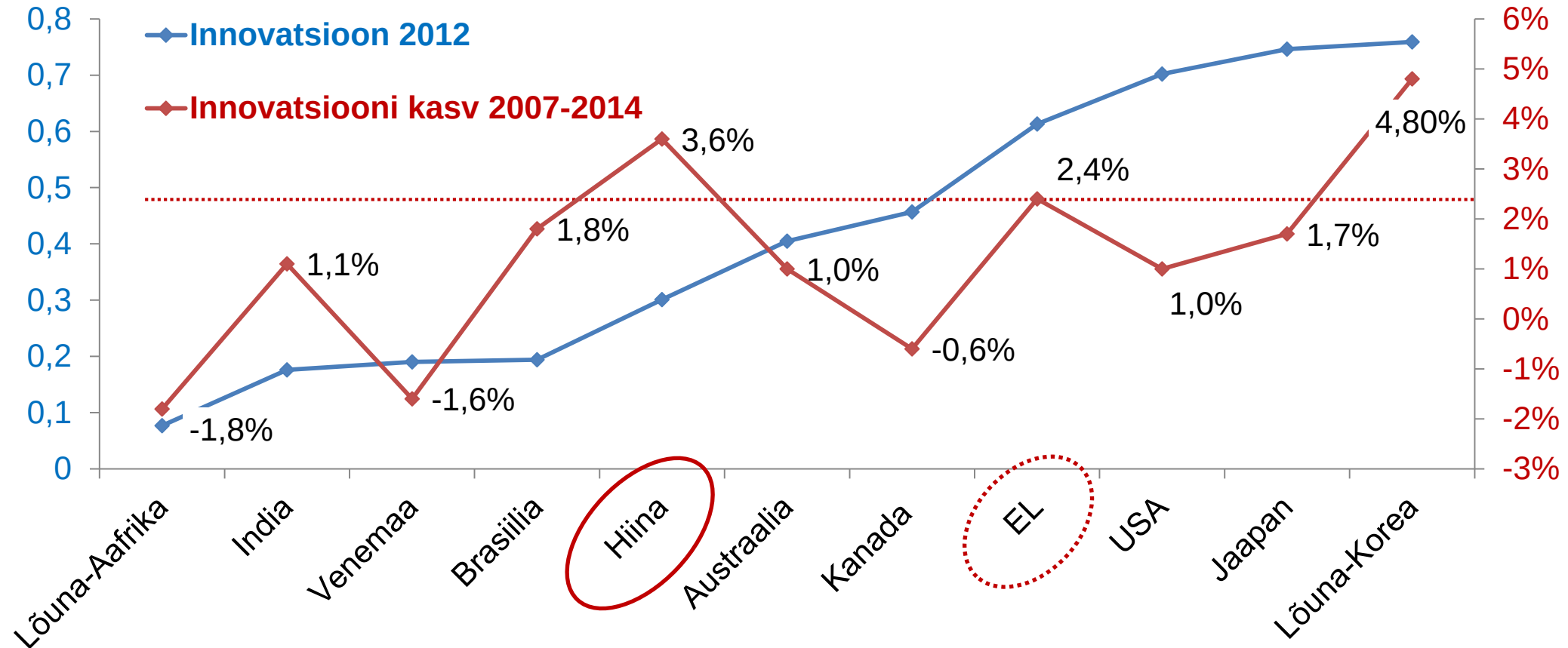
Innovatsiooni väljundid Eestis, EL = 100



Innovatsiooni kasv langes 2014. a. Eestis drastiliselt

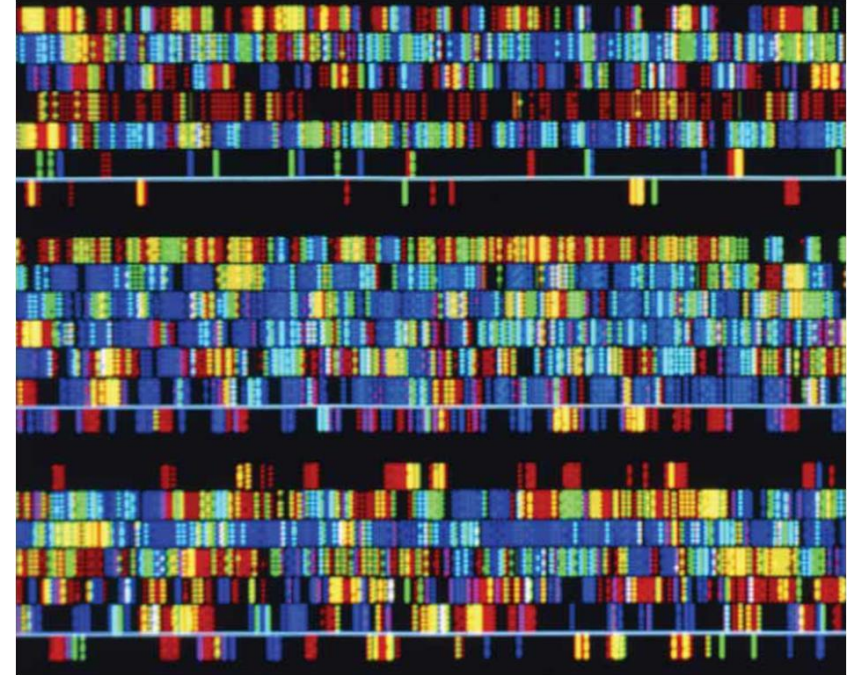


Innovatsiooni liidrid on Lõuna-Korea, Jaapan ja USA, jõudsalt kasvab Hiina, Euroopa läheneb USA-le

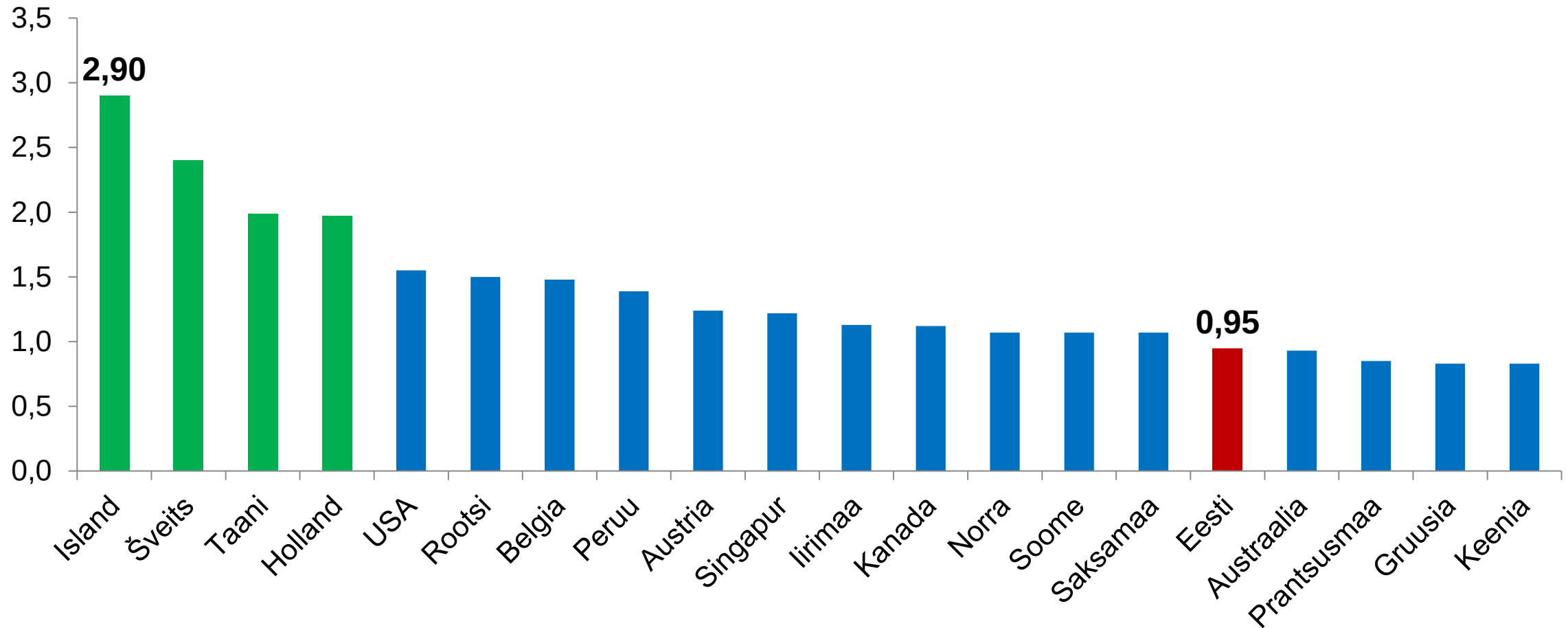


Läbimurde toob teaduspõhine innovatsioon

- Teaduspõhine innovatsioon kasvab niivõrd võimsalt, et võtab juba 2020. aastaks **juhtiva koha** majandusliku jõukuse loomisel, jättes endast maha viimased 50 aastat valitsenud tehnoloogiapõhise innovatsiooni.
- Tuleviku teadlased on üks **kõige väärtuslikematest** rahvuslikest varadest.



Tippteaduse indeksis (HQSI) oleme 2004 – 2014 maailmas 16. kohal, liidritest 2 x mahajäänud



TAI 2020 strateegias on meil 3 kasvuvaldkonda

- TA muudab majandusstruktuuri teadmistemahukamaks. **Nutika spetsialiseerumise** meetodil valitud ja juhitud TAI investeeringud soodustavad kasvuvaldkondade arengut ennaktempos.
- Valitud kasvuvaldkonnad on:
 1. **Info- ja kommunikatsioon**itehnoloogia läbi teiste sektorite (automatiseerimine ja robotika, küberturvalisus, tarkvara arendamine)
 2. **Tervise**tehnoloogiad ja -teenused (biotehnoloogia, e-tervis)
 3. **Ressursside** efektiivsem kasutamine (materjaliteadus- ja tööstus, innovaatiline ehitus ehk „tark maja”, tervist toetav toit, keemiatööstus)

Meie kasvuvaldkondade valik ei vasta Eesti tippteaduse suhtelisele tsiteeritavusele 2004 – 2014

- Ühes kasvuvaldkonnas on meil tipptasemel teadus – **bioloogiateadustes**
- Kahes kasvuvaldkonnas on meil mahajäämus – **arvutiteaduses** ja **materjaliteaduses** ...
- samuti ka matemaatikas ja inseneerias.

1. Keskkonnateadus/ökoloogia	40,5%
2. Taime- ja loomateadus	39,4%
3. Kliiniline meditsiin	35,5%
4. Molekulaarbioloogia ja geneetika	24,0%
5. Füüsika	16,8%
6. Farmakoloogia ja toksikoloogia	5,5%
7. Psühhiaatria/psühholoogia	2,6%
8. Mikrobioloogia	-3,4%
9. Neuro- ja käitumisteadus	-12,4%
10. Keemia	-13,1%
11. Bioloogia ja biokeemia	-13,7%
12. Arvutiteadus	-14,8%
13. Põllumajandusteadused	-15,7%
14. <u>Matemaatika</u>	<u>-16,5%</u>
15. <u>Inseneeria</u>	<u>-18,0%</u>
16. Immunoloogia	-19,9%
17. Geoteadused	-21,0%
18. Materjaliteadus	-26,0%
19. Kosmoseteadus	-32,4%
20. Sotsiaalteadused üldiselt	-35,0%
21. Multidistsiplinaarsus	-36,9%
22. Majandusteadus ja äri	-43,9%
<u>Kõik valdkonnad</u>	<u>5,0%</u>

Tootlikkuse kasv on pidurdunud ja innovatsioonis oleme jätkuvalt nõrgad, sh kahe kasvuvaldkonna tippteadustes

- Eesti tootlikkus hõivatu kohta on:
 - 70% Euroopa keskmisest (2013)
 - **51%** Euroopa 1. – 7. riigi keskmisest (LU, NO, IE, BE, FR, CH, SE, 2013)
 - **48%** USA-st (2011)
- Eesti innovatsioon on **60%** Euroopa liidritest (CH, SE, DK, FI, DE, 2014):
 - doktorikraadid (56%), tippteadus (77%), **välisdoktorandid (19%)**
 - T&A kulutused (64%), ühispublikatsioonid (34%), **patendid (43%; 26%)**
 - innovatiivsete toodete müük (63%), **litsentsi ja patendi ekspordikäive (7%)**
- 2014. a. langes innovatsiooni kasv Eestis **-6,6%**.
- Kahes kasvuvaldkonnas – **arvuti-** ja **materjaliteadustes** –, samuti ka **matemaatikas ja inseneerias** on tippteadus kesine.

3. Vajalik on teadlaste ja -inseneride arvu oluline juurdekasv

Avaleht > Valitsuse toetamine > Konkurentsivõime kava „Eesti 2020“ > „Eesti 2020“ eesmärgid

Eesmärgid

Reformid

Ajalugu ja seos varasemate kavadega

„Eesti 2020“ eesmärgid

Kavas seatud eesmärgid on kooskõlas Euroopa Liidu riikide poolt kokku lepitud Euroopa 2020 strateegia eesmärkidega.

Eesti seadis tuleviku kasvu silmas pidades „Eesti 2020“ reformikavale kaks peamist eesmärki:

- ◆ saavutada tootlikkuse kiire kasv, seda nii suurema kapitalimahukuse kui kõrgema lisandväärtusega toodete ja teenuste kaudu
- ◆ taastada majanduskriisi eelne kõrge tööhõive tase

Kavas seati lisaks eelnevatele veel 15 eesmärki, mis jagunevad nelja valdkonna vahel:

- ◆ Haritud rahvas ja sidus ühiskond
- ◆ Konkurentsivõimeline ettevõtluskeskkond
- ◆ Keskkonnasõbralik majandus ja energeetika
- ◆ Jätkusuutlik ja kohanduv riik



Foto: Andres Tarto

*Eesti 2020
tegevuskava
2015-2020
meede: “**Teaduse**
inimressursi
arendamine ning
inseneride ja
tippspetsialistide
juurdekasvu
tagamine.”*

TAI strateegias 2020 ei tähtsusta me läbimurret teadlaste ja inseneride arvu kasvus

Indikaator	Indikaatori sihttase				
Üldised eesmärgid	2010	2011	2012	2020	EL tase
I alaeesmärk: Eesti teadus on kõrgetasemeline ja mitmekesine					
Doktorikraadi kaitsmiste arv õppeaastas ⁶	175	250	190	300	
10% maailmas enamtsiteeritud teadusartikli hulka kuuluvate Eesti kõrgetasemeliste artiklite osakaal ^{3;7}	7,5% (2008)			11%	EL2008: 10,9%
Kõrgetasemeliste artiklite arv miljoni elaniku kohta ^{1;8}	1125	1174	1191	1600	EL2012: 1310
III alaeesmärk: TA muudab majandusstruktuuri teadmistemahukamaks					
Kõrgtehnoloogiliste toodete ja teenuste osakaal ekspordis, % ^{1;2}	10,4%	14,9%		15%	EL2011: 15,4%
Kõrg- ja keskkõrgtehnoloogiliste sektorite hõive osakaal koguhõives, % ^{1;2}	6,0%	6,9%		9%	EL2011: 8,3%

Nõudlus STEM töökohtade järele kasvab kiiresti

- STEM oskused on kriitilise tähtsusega **innovatsioonis** ja konkurentsieelise loomisel teadmistemahukas majanduses.
- Eestis on STEM töökohtade osakaal **7%** (2014).
- 2003 – 2013 oli Eestis STEM töökohtade kasv **12%**, EL-28 hõivatutest 3 x rohkem.
- Nõudlus STEM töökohtade järele Eestis kasvab, kuna STEM erialade lõpetajad pole **“tööks valmis”** ja neil ei ole **“õigeid”** oskusi, eriti **“pehmeid”** oskusi.

Automatiseeritavad tööd kaovad

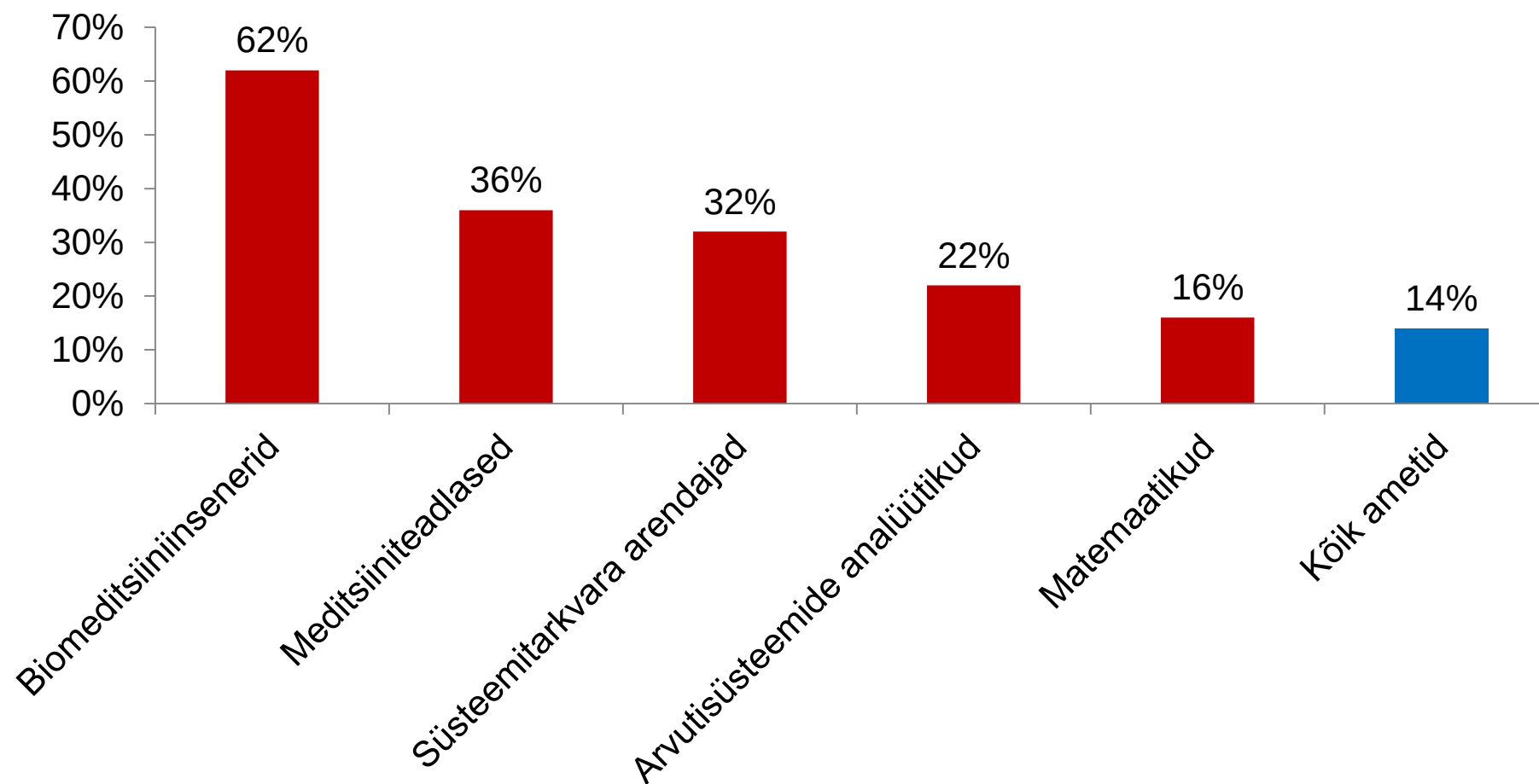
- USA-s töötas põllumajanduses:
 - 1990. a. **41%**
 - 2000. a. **2%**
- Järgmise 20 aastaga kaob USA-s **47%** töökohtadest tänu tööde automatiseerimisele.

Töökohade polariseerumine suureneb

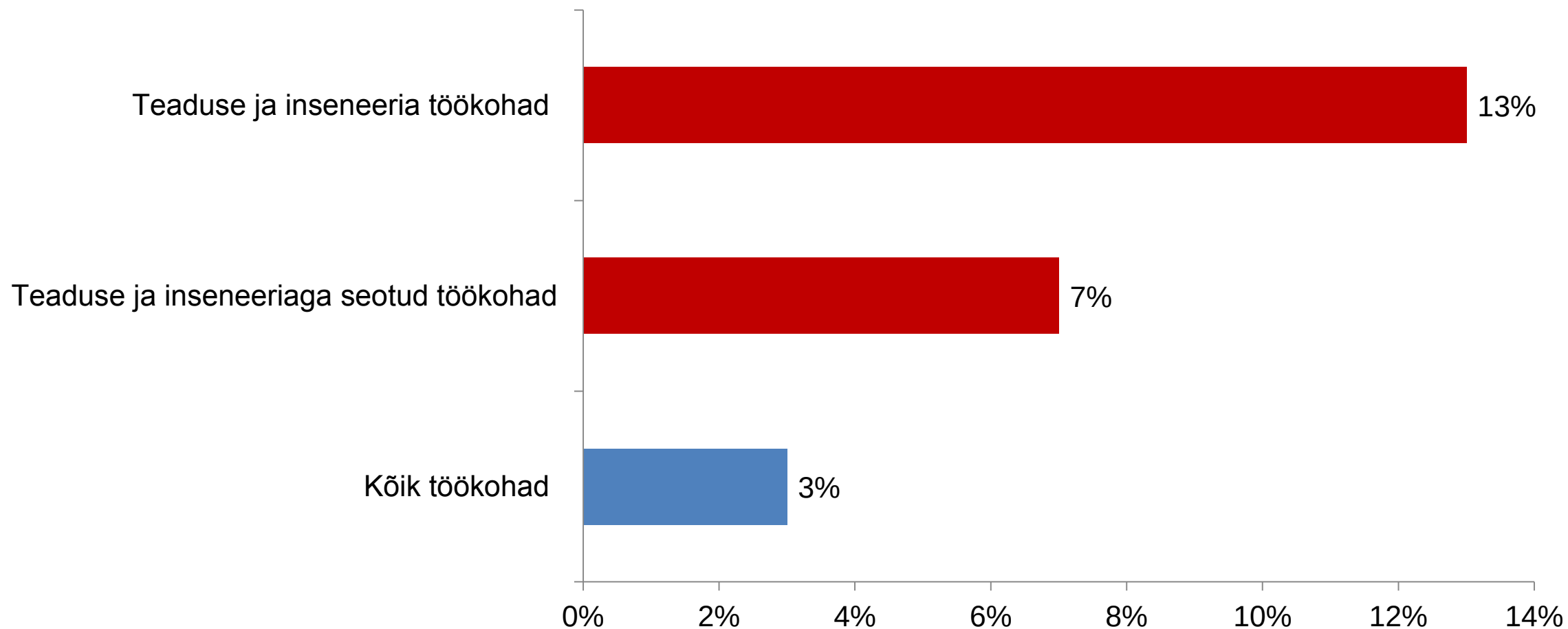
- “USA töökohad polariseeruvad 20 järgmise aastaga nii, et suureneb **tipp**oskuste ja -palgaga ning **madala**oskuste ja -palgaga tööde osakaal ning väheneb **kesk**oskuste ja -palgaga valge- ja sinikrae tööde osakaal.”

David Autor
MIT majandusteadlane

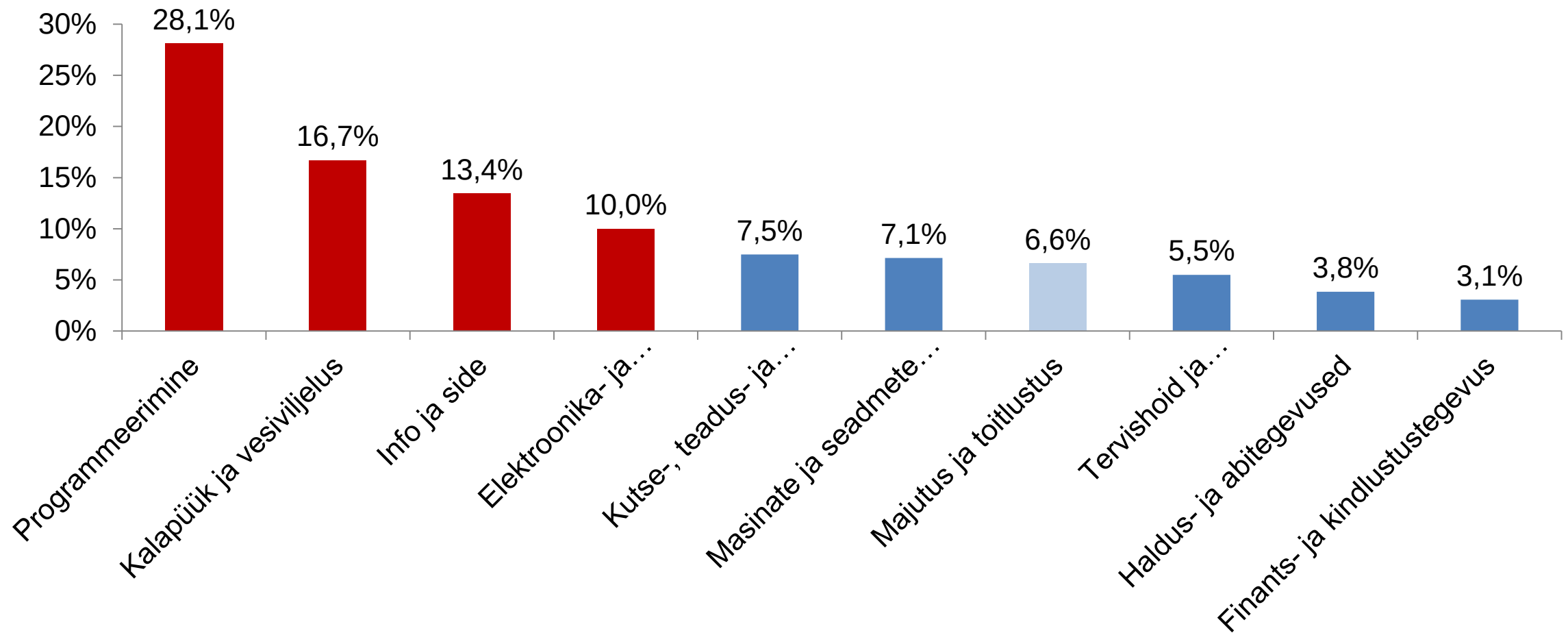
STEM töökohtade arv kasvab kiiresti USA-s, 2010 – 2020



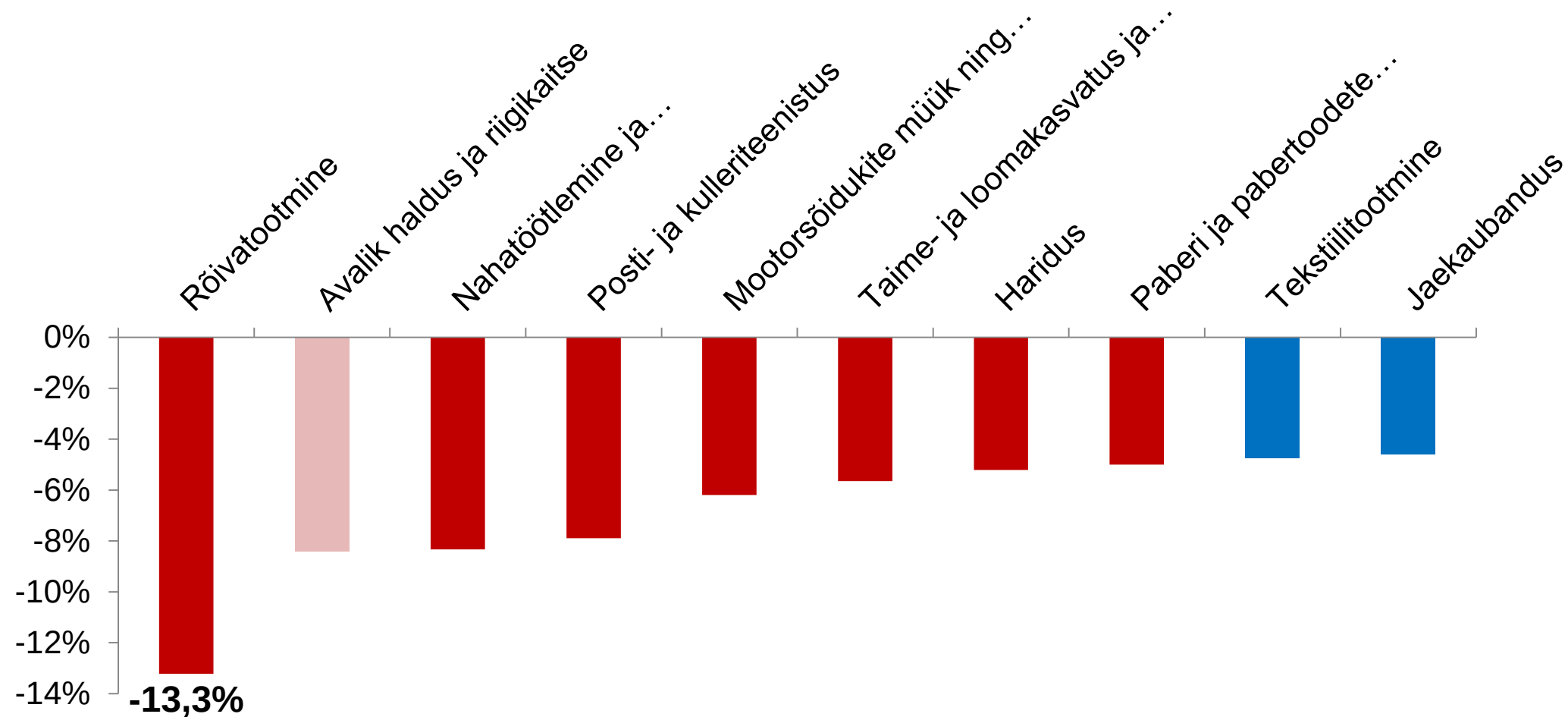
... ja Euroopas, 2015 – 2025



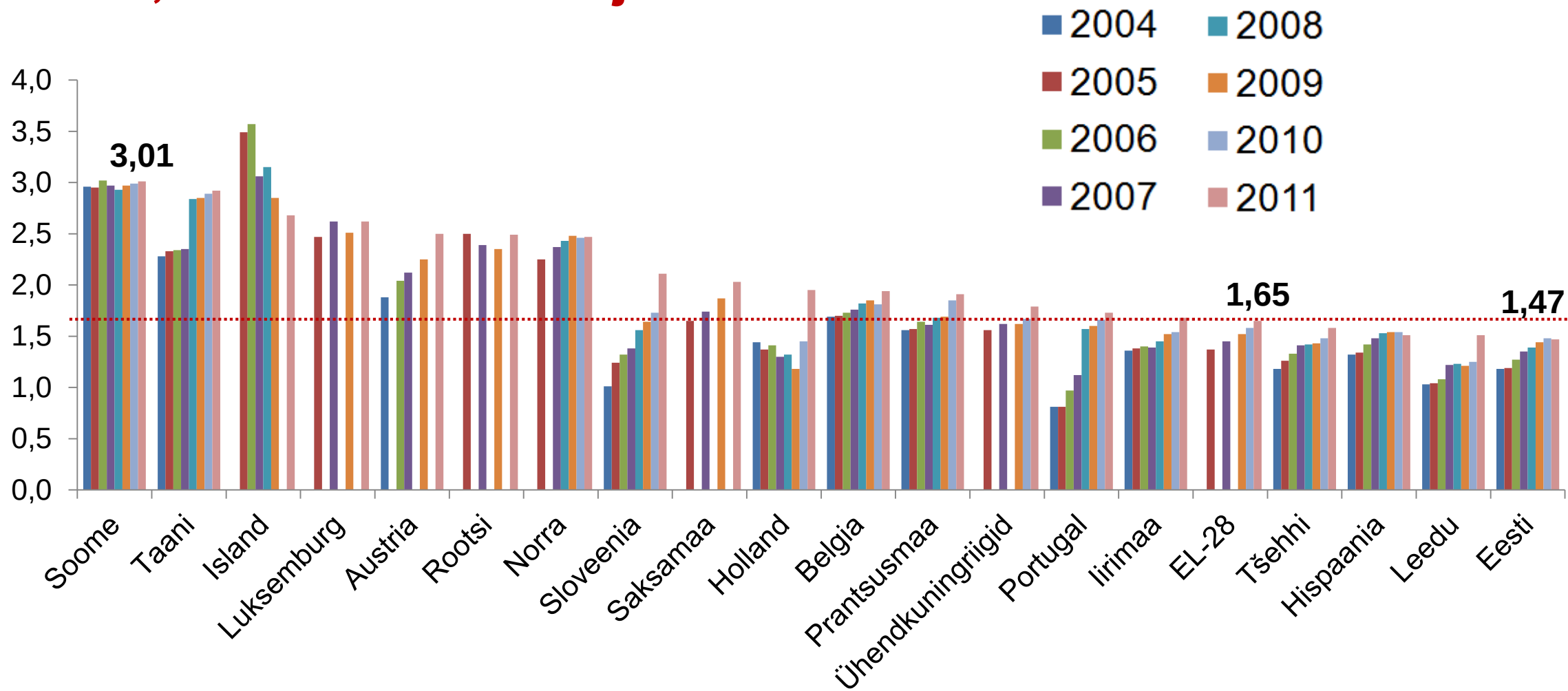
15 – 74 a hõivatuse kasv STEM töökohtadel Eestis, 2014 – 2023



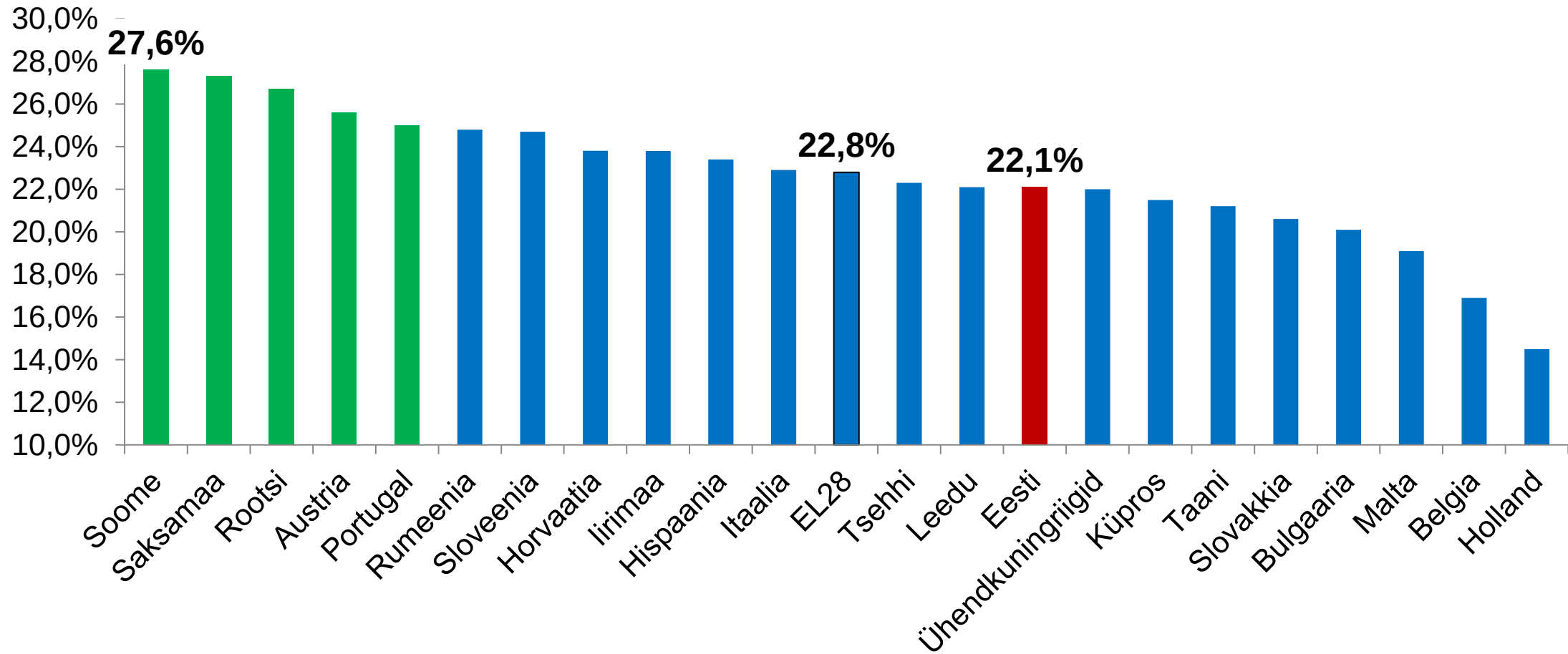
15 – 74 a hõivatuse langus lihttöökohtadel Eestis, 2014 – 2023



T&A ja teadustöötajate osakaalult (%) oleme Euroopas 19. kohal, liidritest 2 x mahajäänud



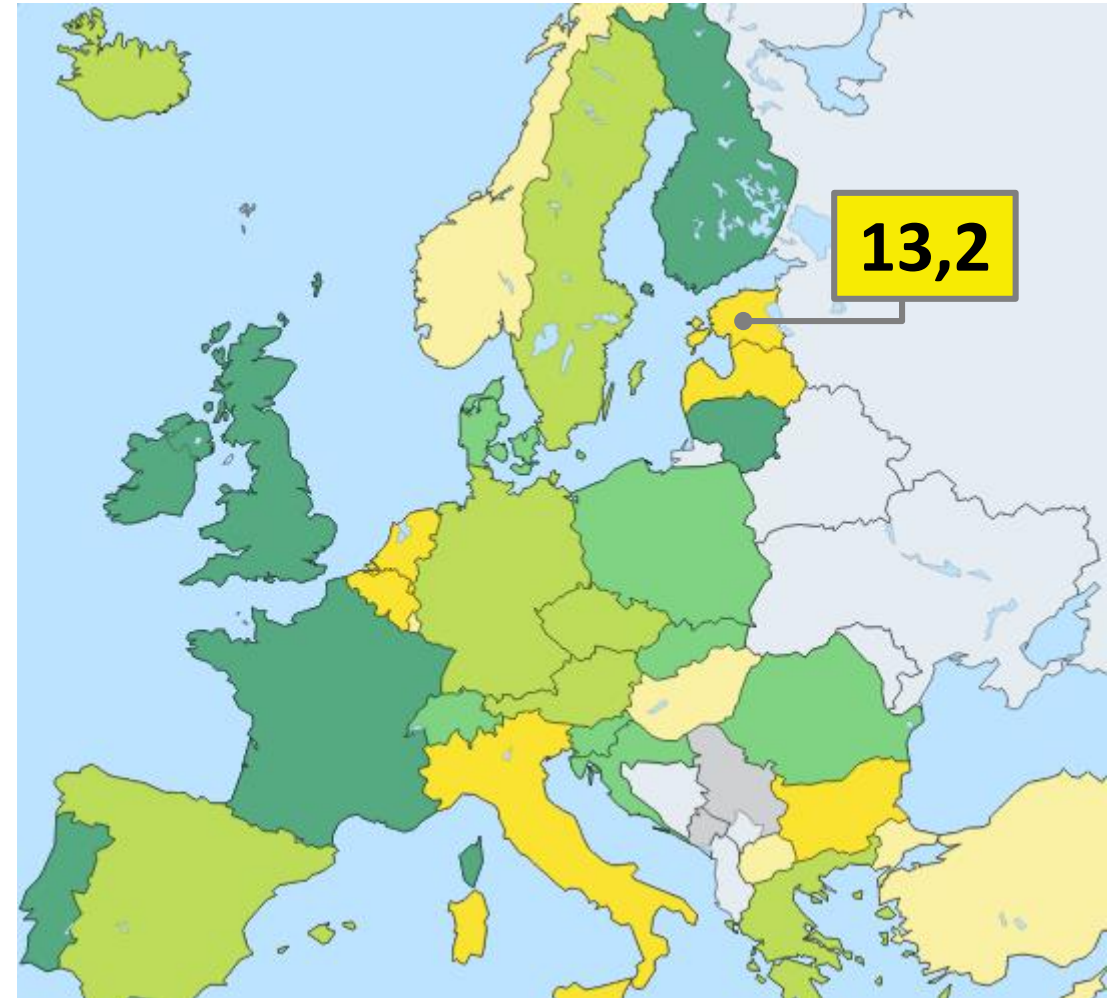
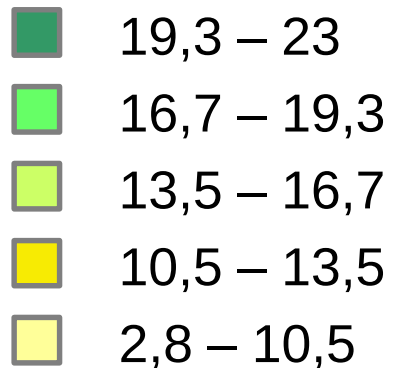
STEM kõrgharidusega osakaalult oleme Euroopas 14. kohal, meil on neid iga viies, liidritel iga neljas



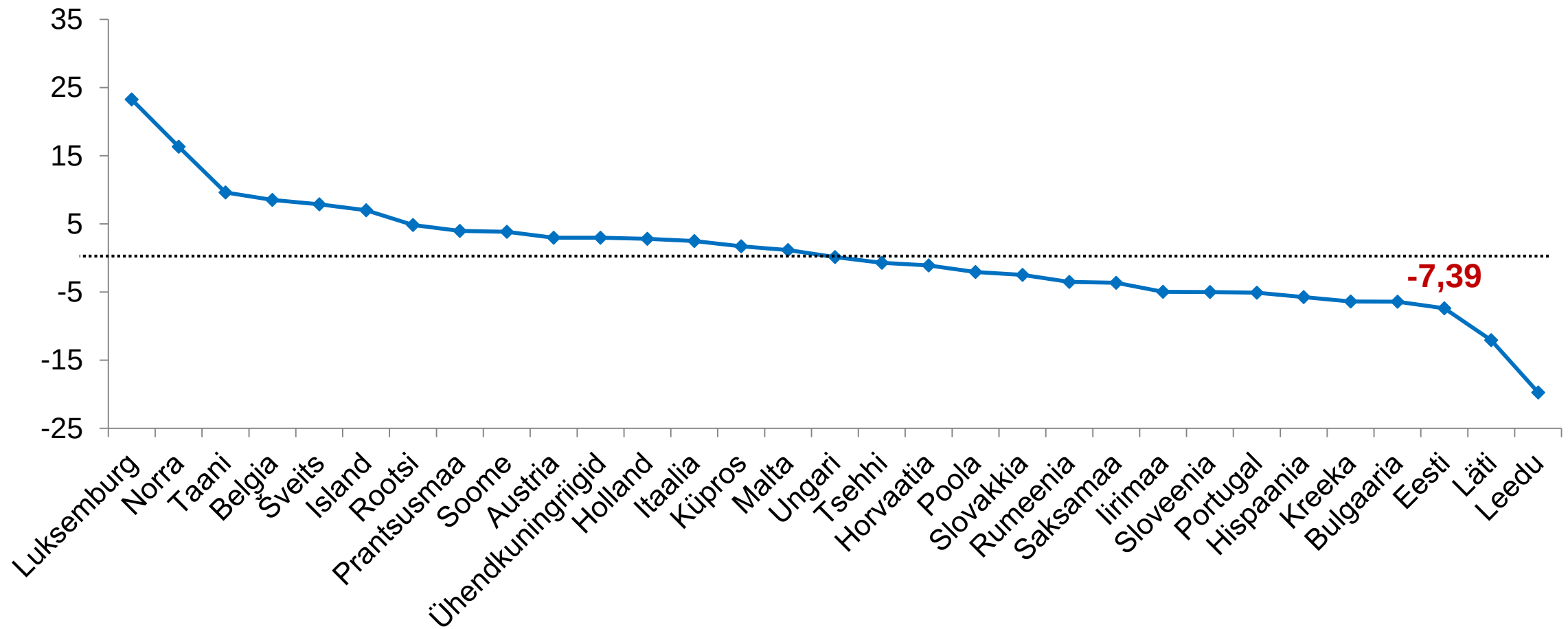
STEM kõrgharidusega arvult 20–29 a tuhande elaniku kohta oleme Euroopas 4. liigas

Eestis 1000 noore kohta (koguarv)

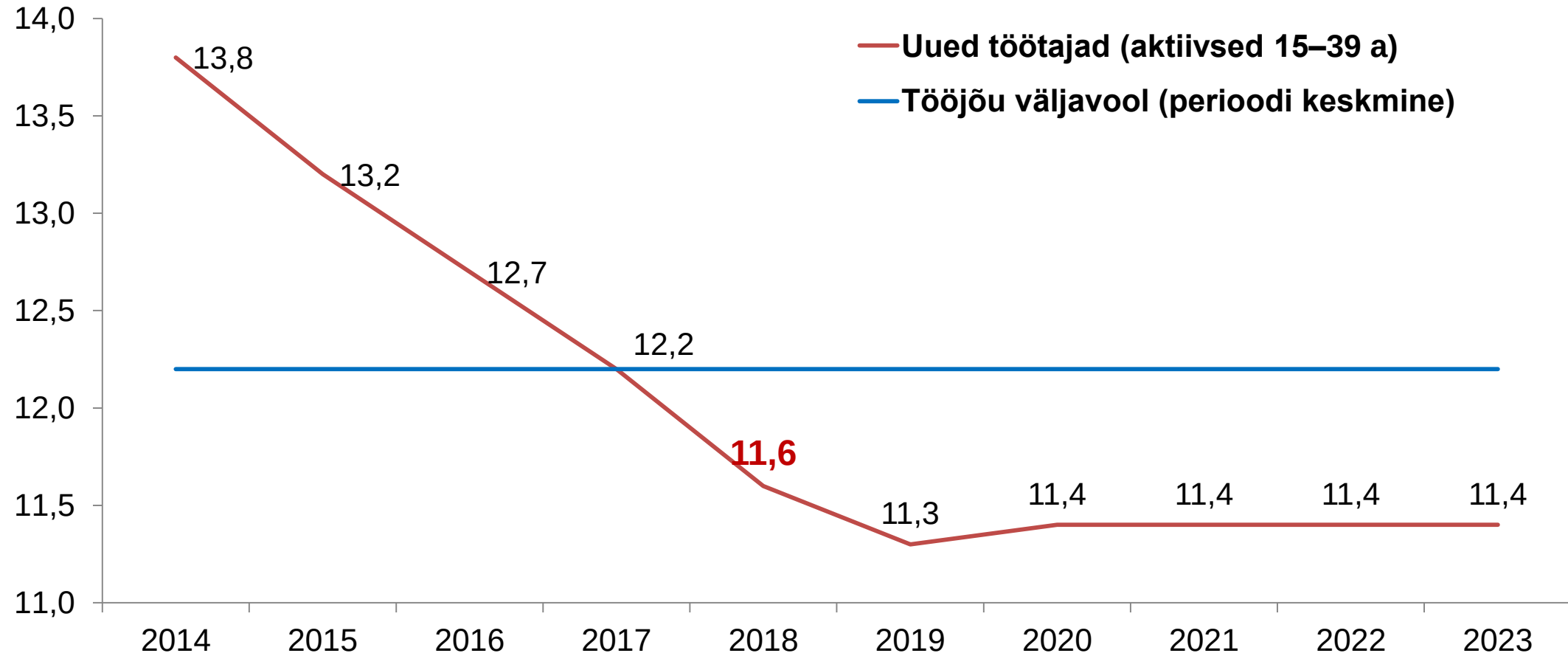
- kõik – 13,2 (17 160)
- mehed – 16,3 (21 190)
- **naised – 9,8 (12 740)**



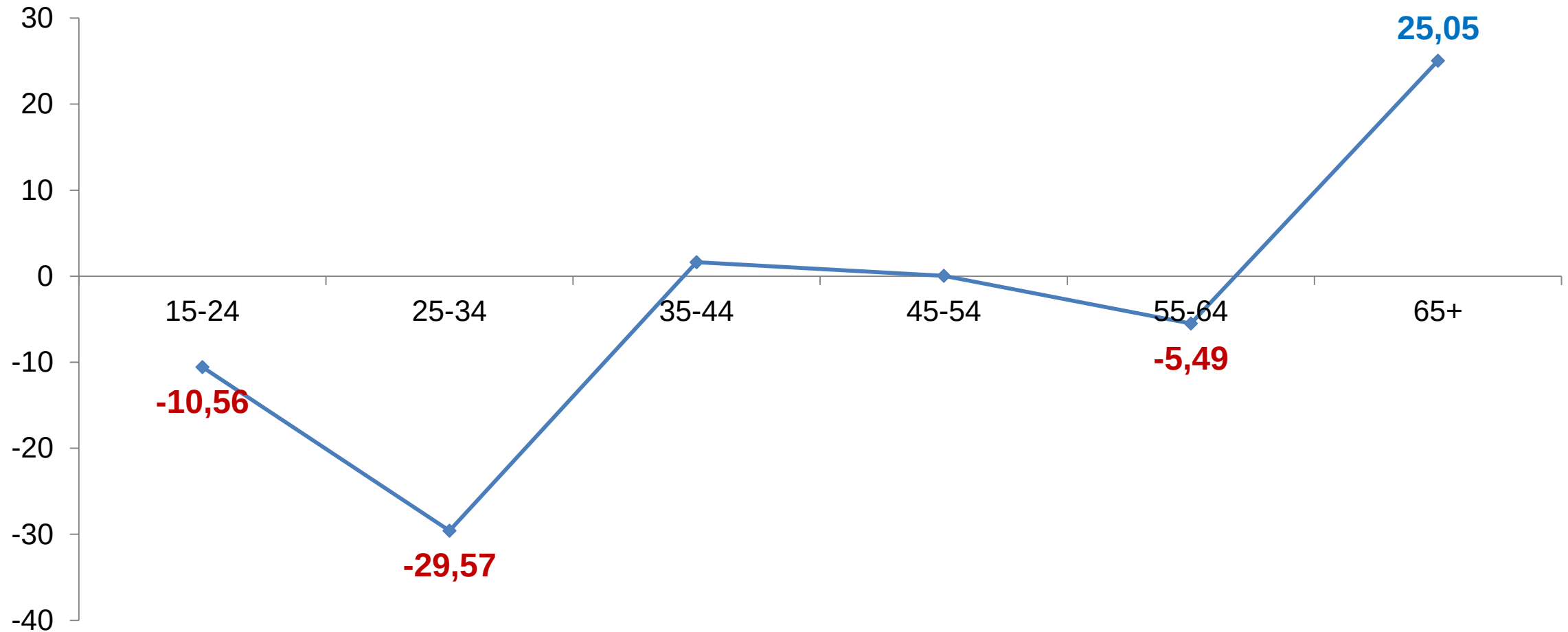
2015 – 2025 väheneb hõivatute arv Eestis 7,4%, millega oleme Euroopas 29. kohal



2018. a. ületab Eestis tööjõu väljavool uute töötajate sissevoolu (tuhande inimese kohta)



2015 – 2025 langeb Eestis hõivatute arv peamiselt noorte aga ka vanemate töötajate osas (%)



STEM erialade töötajaid ja lõpetajaid on vähe

- Nõudlus STEM erialade töötajate ja lõpetajate järele kasvab **väga kiiresti** tänu tööde automatiseerimisele (ca 50% töökohti kaob järgmise 20 aastaga).
- Võrreldes EL liidritega on T&A ja teadustöötajate osa hõivatutest Eestis **2 korda madalam** (3,01% vs **1,47%**, 2011).
- EL liidritest on STEM kõrgharidus igal neljandal, Eestis igal **viiendal** (2012).
- STEM kõrgharidusega noorte arvult oleme Euroopas **4. liigas**.
- STEM kõrgharidusega noorte arv on kaldu **meeste suunas (62,5%)**.
- Tööealine elanikkond Eestis **kahaneb**, kuna noori tuleb vähem kui lahkub vanuse ja emigratsiooni tõttu.

4. STEM ained koolis ... ???

Avaleht > Valitsuse toetamine > Konkurentsivõime kava „Eesti 2020“ > „Eesti 2020“ eesmärgid

Eesmärgid

Reformid

Ajalugu ja seos varasemate kavadega

„Eesti 2020“ eesmärgid



Kavas seatud eesmärgid on kooskõlas Euroopa Liidu riikide poolt kokku lepitud Euroopa 2020 strateegia eesmärkidega.

Eesti seadis tuleviku kasvu silmas pidades „Eesti 2020“ reformikavale kaks peamist eesmärki:

- ◆ saavutada tootlikkuse kiire kasv, seda nii suurema kapitalimahukuse kui kõrgema lisandväärtusega toodete ja teenuste kaudu
- ◆ taastada majanduskriisi eelne kõrge tööhõive tase

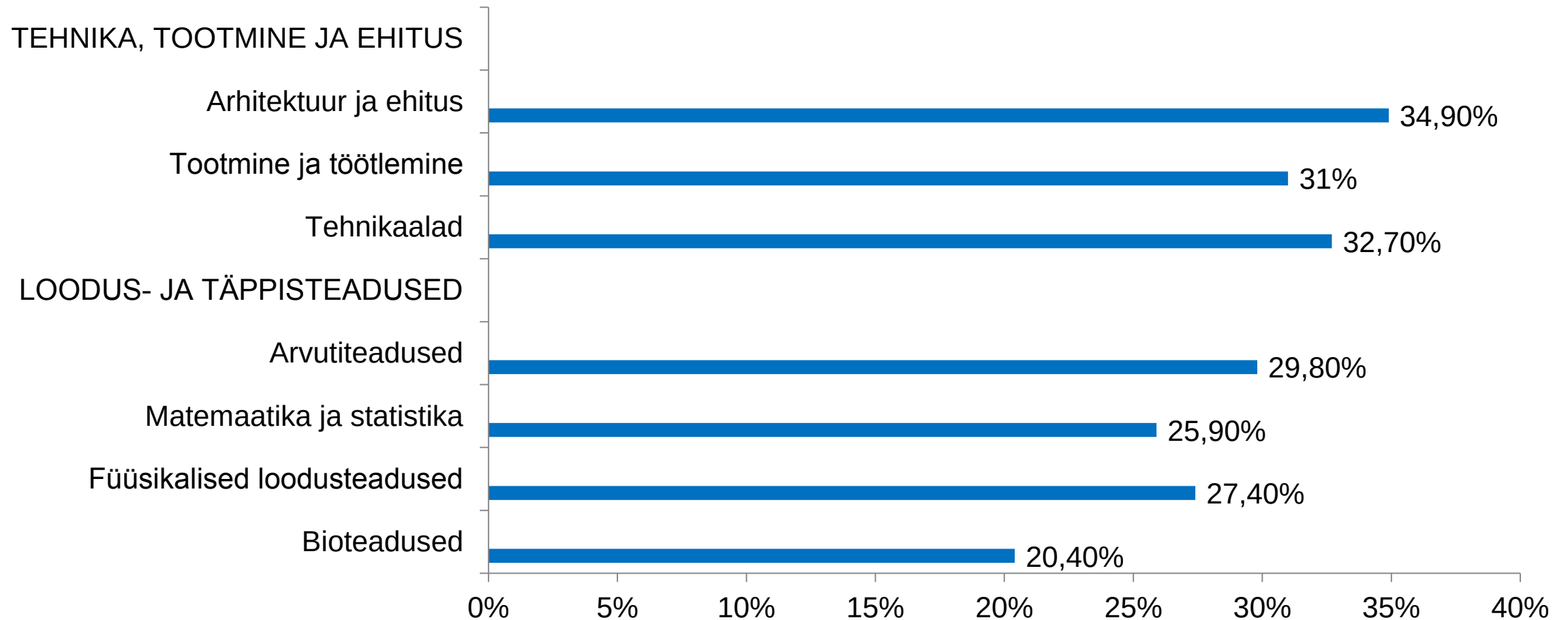
Kavas seati lisaks eelnevatele veel 15 eesmärki, mis jagunevad nelja valdkonna vahel:

- ◆ Haritud rahvas ja sidus ühiskond
- ◆ Konkurentsivõimeline ettevõtluskeskkond
- ◆ Keskkonnasõbralik majandus ja energeetika
- ◆ Jätkusuutlik ja kohanduv riik



Foto: Andres Tarto

STEM erialale sisseastunutest katekestas 2013. a. Eestis 1. õppeaastal väga palju üliõpilasi



STEM eriala valik sõltub huvitavusest

- Erialavalikul on Eesti noorte jaoks esikohal eriala **huvitavus**.
 - Kõrgkoolis õpetatavad **LTT erialad** peaksid olema noorte jaoks **atraktiivsed**.
 - Tuleks tagada noorte piisav teadlikkus erinevate erialade tulevikuperspektiividest ja võimalustest.
- Reaal- või loodusteaduste **süvaõpe** viib edasiste õpinguteni LTT valdkonnas.
 - Gümnasistidele tuleks pakkuda rohkem **valikuid** reaal- ja loodusteaduste õppesuundades.

Matemaatika on täis “ilu ja elegantsi”

Maryam Mirzakhani

- Matemaatikaprofessor Stanfordi ülikoolis
- Fields Medal 2014



The Guardian; Wikipedia



Eesti Teadusagentuuri tellimusel koostanud Mait Raava, Pro Konsultatsioonid 38

- Kui palju on 100 esimese naturaalarvu summa?

$$1 + 100 = 101$$

$$2 + 99 = 101$$

$$3 + 98 = 101$$

$$\dots + \dots = \dots$$

$$50 + 51 = 101$$

$$50 \times 101 = 5050$$

Carl Friedrich Gauss (1777–1855), autor Christian Albrecht Jensen



Õpilastes saab STEM huvi oluliselt suurendada

Eesti õpilastest ütleb:

49% *“Ma olen huvitatud teemadest, mida matemaatikas õpin”*

38% *“Ma tegelen matemaatikaga, sest see **meeldib mulle**”*

USA õpilastest ütleb *“Ma naudin loodusteadust”*:

- **55%**
- 71% kui ta on kohtunud STEM saadikuga
- **80%** kui ta on kokku puutunud STEM klubi liikmetega



STEM AMBASSADORS

See how our amazing and inspiring role models encourage young people...[learn more](#)



EMPLOYERS

Make a difference to young people, your employees & your business...[learn more](#)



EDUCATORS

Get free advice and resources to support your teaching of STEM...[learn more](#)

[About Us](#)[STEM Ambassadors](#)[Educators](#)[Employers](#)[Events](#)[News](#)

About Us

- ✓ ABOUT US
- ✓ KEY IMPACTS OF STEMNET'S PROGRAMMES

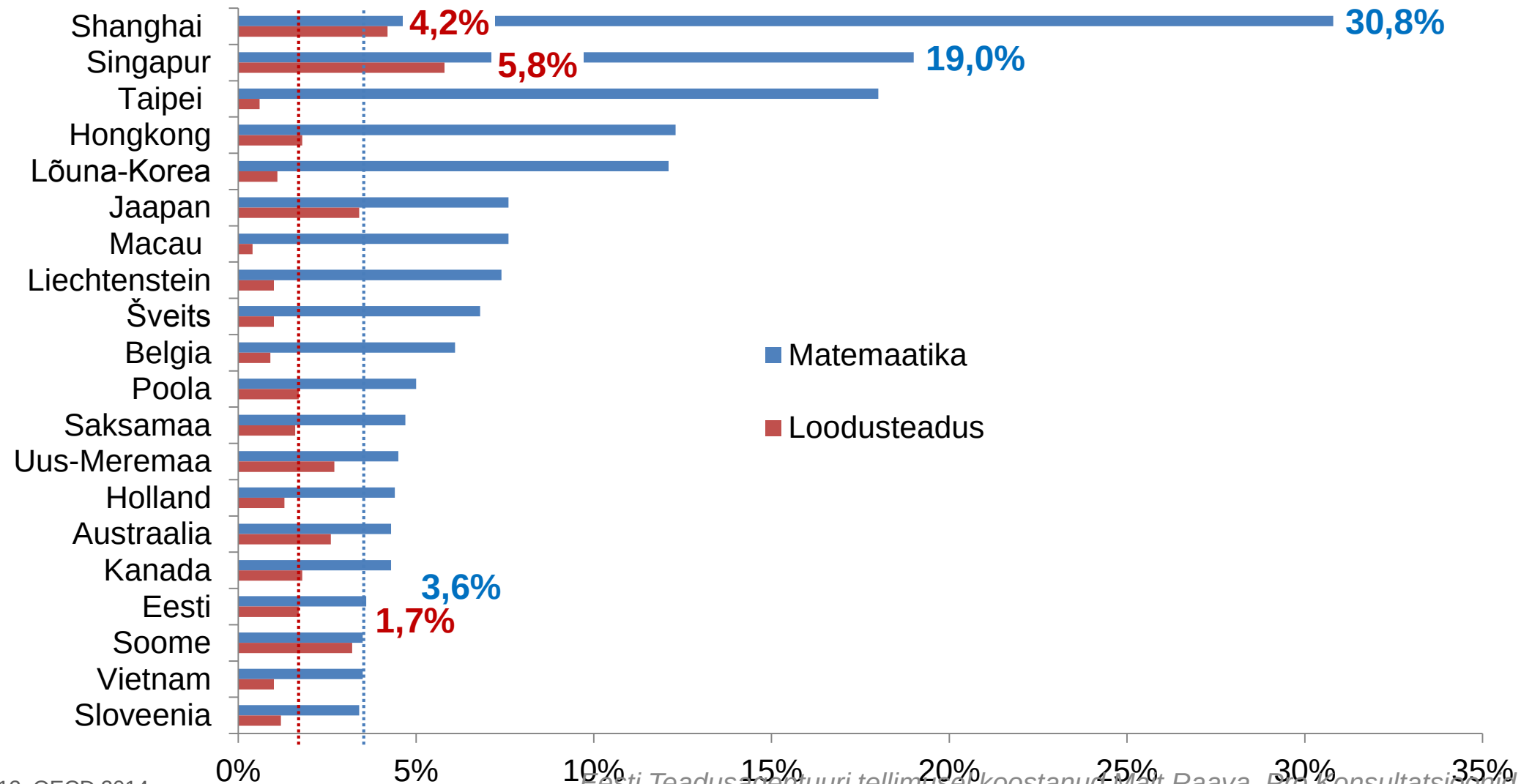
STEMNET (the Science, Technology, Engineering and Mathematics Network) creates opportunities to inspire young people in STEM.

President Toomas Hendrik Ilves

- *“Digiteerides, arvutiseerides ja automatiseerides on võimalik majanduse võimsust ja funktsionaalsust kasvatada ... ja seda tuleks kindlasti teha. Selleks, et neid plaane ellu viia, on vaja riiklikku programmi, mis tagab, et inimesed õpivad **STEM-aineid**.”*

President Toomas Hendrik Ilves

Maailmas on Eesti absoluutne tipp (PISA 6. tase) matemaatikas 17. kohal ja loodusteadustes 9. kohal



STEM ainetes on huvi ja tipptaset vähe

- STEM erialadel katkestab Eestis 1. aastal **20 – 35%** alustanutest.
- Eesti õpilastest **49%** huvitub matemaatikast, **38%-le** meeldib matemaatika.
- Huvi STEM erialade vastu saab **väga oluliselt** tõsta.
- Maailmas on Eesti õpilaste absoluutne tipp matemaatikas 17. kohal ja loodusteadustes 9. kohal, mis on esimesest vastavalt üle **8 ja 3 korra madalam.**

Eesti STEM reaalsus ja vajadused

1. **Tootlikkuse** kasv on pidurdunud
 2. **Innovatsioonis** oleme jätkuvalt nõrgad
 3. STEM **erialadel** on töötajaid ja lõpetajaid vähe
 4. STEM **ainetes** on huvi ja tippe vähe
 1. Tõstame tootlikkuse kasvu veelgi julgemalt **esikohale**
 2. Seame sihiks teha läbimurre **teaduspõhises** innovatsioonis
 3. Väärtustame palju rohkem **teadlaste** ja inseneride saavutusi
 4. Kasvatame palju rohkem huvi ja tippe **matemaatikas ja loodusteadustes**
5. Loomme ettevõtluse, teaduse ja hariduse vahel tugeva **sünergia**

Arutelu lauas

- 7' Milliste reaalsuse hinnangute ja vajadustega Te ei nõustu, millega nõustute?
- 8' Milliseid hinnanguid ja vajadusi Te lisaksite?



Pro Konsultatsioonid

Ettekande koostaja: Mait Raava, Pro Konsultatsioonid

Tellijä: Eesti Teadusagentuur

Ettekanne on valminud TeaMe+ tegevuste raames ning esitatud Eesti Teadusagentuuri koostöökongverentsil „Mida üks ei või, seda üheksa võivad“ 19.11.2015



Eesti Teadusagentuur
Estonian Research Council

TeaMe+

