

Václav Smil

Arvud ei valeta

71 asja, mida peab maailma kohta teadma

Inglise keelest tõlkinud Madis Vodja



Sisukord

Sissejuhatus	ix
--------------	----

RAHVASTIK. Meie maailma elanikud

Mis juhtub, kui me saame vähem lapsi?	3
Parim elukvaliteedi näitaja? Ilmselt imikute suremus	8
Parima tasuvusega investeering: vaksineerimine	12
Miks on keeruline ennustada pandeemia raskust selle ajal	15
Pikemaks kasvamine	20
Kas eeldatav eluiga on lõpuks jõudnud ülempiirini?	24
Kuidas higistamine aitas kaasa jahipidamisele	27
Kui palju inimesi oli vaja Hufu suure püramiidi ehitamiseks?	30
Miks töötuse näitajad ei räägi täit tõde	34
Mis teeb inimesi õnnelikuks?	37
Megalinnade tõus	42

RIIGID. Rahvad globaliseerumise ajastul

Esimese maailmasõja ulatuslikud tragöödiad	49
Kas USA on tegelikult eriline?	53
Miks Euroopa peaks endaga rohkem rahul olema	57
Brexit: kõige olulisemad tõsiasiad ei muutu	61
Mure Jaapani tuleviku pärast	65

Kui kaugele võib jõuda Hiina?	69
India või Hiina?	73
Miks tootmine on endiselt oluline	78
Venemaa ja USA: kuidas mõned asjad kunagi ei muutu	82
Taanduvad impeeriumid: ei midagi uut siin päikese all	86

MASINAD, KONSTRUKTSIOONID, SEADMED.

Leiutised, mis on kujundanud tänapäeva maailma

Kuidas 1880-ndad muutsid maailma	93
Kuidas elektrimootorid tänapäeva ühiskonda toetavad	97
Trafod – tähelepanemataud vaiksed seadmed	101
Miks ei maksa diislit veel maha kanda	105
Liikumise tabamine – hobustest elektronideni	109
Fonograafist voogedastuseni	113
Integraallülituse leiutamine	117
Moore'i needus. Miks tehnika areng võtab arvatust rohkem aega?	121
Andmestiku kasv: liiga palju liiga kiiresti	125
Suhtugem innovatsiooni realistlikult	129

KÜTUS JA ELEKTER.

Ühiskonna energiaga varustamine

Miks gaasiturbiinid on parim valik	135
Tuumaaenergia – täitmata lubadus	139
Miks on vaja fossiilkütust, et saada elektrit tuulest	143
Kui suur saab tuuleturbiin olla?	146
Fotoelektriliste lahenduste aeglane edukäik	149
Miks päikesevalgus on endiselt parim	153
Miks meil on vaja suuremaid akusid	157

Miks elektrilised konteinerilaevad ei ole väljapääs	161
Elektri tegelik hind	165
Paratamatult aeglane üleminek uutele energialiikidele	168

TRANSPORT. Kuidas me ringi liigume

Atlandi kiirem ületamine	175
Mootorid on vanemad kui jalgrattad!	179
Õhkrehvide üllatav sünnilugu	183
Millal algas autoajastu?	187
Tänapäeva autodel on väga halb kaalu-kandevõime suhe	191
Miks elektriautod pole nii head, kui me (praegu veel) arvame	195
Millal algas reaktiivajastu?	198
Miks lennukipetrool valitseb	202
Kui ohutu on lendamine?	206
Mis on energiatõhusaim – lennuk, rong või auto?	210

TOIT. Meie ja energia tarbimine

Maailm ilma sünteetilise ammoniaagita	215
Nisu saagikuse mitmekordne kasv	220
Toidu andestamatu raiskamine maailmas	224
Aeglane hüvastijätt Vahemere dieediga	229
Tuunikala teel väljasuremise	233
Miks kana on kuningas	236
Veinist loobumine	240
Mõistlik liha söömine	244
Jaapani dieet	249
Piimatooted – vastanduvad trendid	253

KESKKOND.

Kuidas me oma maailma kahjustame ja kaitseme

Loomastik või inimkättega loodu – kumb on mitmekesisem?	261
Lehmade planeet	265
Elevantide surm	269
Miks antropotseeni jõudmine võib olla ennatlik väide	273
Betoneeritud faktid	277
Mis on keskkonnale kahjulikum: sinu auto või telefon?	281
Kus on parem soojustus?	285
Kolmekordsed aknad: lihtne energialahendus	288
Majapidamiste küttesüsteemide tõhustamine	292
Jooks süsiniku poole	296
Epiloog	300
Lisalugemist	301
Tänu sõnad	318
Register	326

Sissejuhatus

„Arvud ei valeta“ on eklektiline teos, mille teemad ulatuvad inimestest, populatsioonidest ja riikidest energia-kasutuse, tehniliste uuenduste ning masinate-seadmeteni, mille kaudu me defineerime tänapäeva tsivilisatsiooni. Kauba peale saab lugeja faktidel põhineva ülevaate meie toidubarudest ja toitumisharjumustest, samuti keskkonna seisukorra halvenemisest. Need on olulised teemad, mida olen 1970-ndatest alates oma raamatutes käsitlenud.

Ennekõike on selles raamatus tegu faktide selge esitamisega. See ei pruugi olla nii lihtne, kui esmapilgul tunduda võib: internet on arve täis, aga liiga paljud neist on dateerimata ja võetud kes teab kust, nii et need on küsitava väärtusega. Näiteks fakt, et Prantsusmaa SKT oli 2010. aastal 2,6 triljonit USA dollarit: kas tegu oli nominaalväärtusega või inflatsiooni arvesse võtva summaga? Kas eurode teisendamisel dollaritesse kasutati keskmist kurssi või võeti arvesse ostujõu pariteeti? Ja kuidas on võimalik teada saada, kumb variant on õige?

Selles raamatus pärinevad peaaegu kõik arvud nelja liiki algallikatest: ülemaailmsete organisatsioonide avaldatud kogu maailma hõlmav statistika,¹ riiklike institutsioonide

¹ Alustades Eurostatist ja Rahvusvahelisest Aatomienergia Agentuurist kuni ÜRO „Maailma elanikkonna väljavaadete“ ja Maailma Terviseorganisatsioonini.
– Autor.

aastaraamatud,² riigiasutuste koostatud statistikakogumikud³ ja teadusajakirjades ilmunud artiklid.⁴ Väike hulk arve pärineb teadusmonograafiatest, äsjastest (üldtunnustatud usaldusväärsusega) uuringutest või avaliku arvamuse küsitlustest, mille on läbi viinud sellised pika ajalooga tegijad nagu Gallup ja Pew Research Center.

Et mõista, mis maailmas tegelikult toimub, peame järgmise sammuna asetama arvud sobilikku konteksti: nii ajaloolisse kui rahvusvahelisse. Alustame *ajaloolise* kontekstiga: SI-süsteemis on energiaühikuks üks džaul ja rikkad riigid tarbivad tänapäeval igal aastal kokku 150 miljardit džauli (150 gigadžauli, GJ) primaarset energiat elaniku kohta (võrdluseks võib tuua, et ühe tonni toornafta energiasisaldus on 42 GJ). Samas Aafrika rahvarohkeima (ning nafta- ja maagaasirikka) riigi Nigeeria keskmine tarbimine elaniku kohta vaid 35 GJ. Vahe on muljet avaldav. Prantsusmaa ja Jaapan kulutavad inimese kohta peaaegu viis korda rohkem energiat, kuid ajalooline võrdlus näitab vahe *tõelist* suurust: Jaapan kasutas nii palju energiat – keskmiselt 35 GJ elaniku kohta – 1958. aastal (ehk siis nii palju aastaid tagasi, kui on Aafrika keskmine eluiga), Prantsusmaa keskmine oli aga juba 1880. aastal 35 GJ. Seega kulus Nigeerias kaks inim põlve, enne kui nad jõudsid oma energiatarbimisega Prantsusmaa tollasele tarbimisele järele.

² Minu lemmikud on võrratu detailsuse ja üldse andmete kvaliteedi tõttu Jaapani „Statistika aastaraamat“ ja USA põllumajandusministeeriumi põllumajandusstatistika talitus. – Autor.

³ Nt eeskujulik „Historical Statistics of the United States, Colonial Times to 1970“ ja „Historical Statistics of Japan“. – Autor.

⁴ Alates ajakirjast Biogerontology kuni ajakirjani International Journal of Life Cycle Assessment. – Autor.

Tänapäeva *rahvusvahelised* võrdlused on sama silmator- kavad. Ameerika imikute suremuse võrdlemine Sahara- taguste riikidega toob välja suure, kuid ootuspärase vahe. See, et USA ei kuulu maailmas kümne väikseima imi- kute suremusega riigi hulka, pole väga üllatav, kui arvesse võtta Ühendriikide väga eriilmelist elanikkonda ja suurt immigratsiooni vähemarenenud riikidest. Kuid vähesed inimesed oskaksid pakkuda, et Ameerika ei mahu isegi *top 30* hulka!⁵ See üllatav fakt viib paratamatult küsimu- seni, miks olukord selline on, ja see avab omakorda ukse tervele plejaadile sotsiaalsetele ning majanduslikele arut- lustemadele. Paljude arvude tõeline mõistmine (üksikult või osana keerukast statistikast) nõuab alusteadmisi tea- dusest ja arvude tundmist.

Pikkus (distants) on kõige lihtsam mõõdik, millest aru saadakse. Enamik inimesi suudab mõista, mis on 10 sentimeetrit (täiskasvanu rusika laius, kui põial on välja sirutatud), meeter (umbes täiskasvanud mehe vöö- kõrgus) ja kilomeeter (üheminutine autosõit linnaliiklu- ses). Tavalised kiirused (distants/aeg) on samuti lihtsad: kiire kõnnakuga läbitakse 6 km/h, kiire linnadevaheline rong sõidab 300 km/h, reaktiivlennuk 1000 km/h. Massi ehk kaalu on raskem tunnetada: vastsündinu kaalub alla 5 kilogrammi, väike hirv 50 kilo, mõned lahingutankid umbes 50 tonni ja Airbus 380 maksimaalne stardikaal on veidi enam kui 500 tonni. Ka mahu mõistmine võib olla keerukas: väikese sedaani bensiinipaak mahutab ca 40 liitrit, väikese Ameerika maja sisemuse kubatuur on

⁵ 2018. aastal oli USA OECD 36 riigi seas 33. kohal. – Autor.

tavaliselt alla 400 kuupmeetri. Energia ja võimsuse (džaulid ja vatud) ning voolutugevuse ja elektritakistuse (amprid ja oomid) mõistmine on raske, kui nendega tööl pidevalt kokku ei puutu, ja nii on nendest näitajatest lihtsam aru saada võrdluste abil, tuues välja näiteks erinevuse Aafrika ja Euroopa energiakasutuse vahel.

Raha puhul on väljakutsed teistsugused. Enamik inimesi oskab oma sissetulekute või säästude suurust hinnata, kuid et teha *ajaloolisi* võrdlusi ühe riigi ja rahvusvahelisel tasandil, peab arvesse võtma inflatsiooni. *Riikidevaheliste* võrdluste puhul peab arvestama kõikuvat valuutakurssi ja muutuvat ostuvõimet.

Ja veel on kvalitatiivsed erinevused, mida ei saa isoleerida arvude abil, kuid mis on eriti olulised, kui võrrelda toidueelistusi ja toitumist. Näiteks süsivesikute ja valkude sisaldus 100 grammis toidupoolises võib olla ühesugune, kuid see, mis Atlanta supermarketis leiva pähe müüakse (viilutatud pehmed nelinurksed tükid, mis on pakitud kilesse), on ka sõna otseses mõttes täiesti teisest maailmast võrreldes sellega, mida üks *mâitre boulanger*⁶ oma Lyoni äris või tubli *Bäckermeister*⁷ Stuttgarti pagaripoes müüb.

Kui arvud lähevad suuremaks, muutuvad suurusjärgud (kümnekordne vahe) täpsetest arvudest kõnekamaks: Airbus 80 on suurusjärgu võrra raskem kui lahingutank, reaktiivlennuk on suurusjärgu võrra kiirem maanteel sõitvast autost ja hirv kaalub suurusjärgu võrra rohkem kui imik. Kui kasutada rahvusvahelise mõõtühikute

⁶ Pr k 'pagarimeister'. – Tlk.

⁷ Sks k 'pagarimeister'. – Tlk.

süsteemi (SI) astmeid ja kordajaid, siis on vastsündinud beebi kaal 5×10^3 grammi ehk 5 kilogrammi, Airbus 380 kaal enam kui 5×10^8 ehk 500 miljonit grammi. Kui me liigume *tõeliselt* suurte arvude juurde, siis ei aita asjale kaasa see, et ka muud eurooplased (prantslaste eeskujul) loobuvad teaduslikest nimetustest ega kutsu 10^9 mitte miljardiks ega biljoniks, vaid ütlevad selle kohta (*vive la difference!*)⁸ *un milliard* (mille tagajärjeks on *une confusion fréquente*)⁹. Maailmas on varsti 8 miljardit elanikku (8×10^9), 2019. aastal oli majanduse kogutoodang (nominaalselt) 90 triljonit (9×10^{13}) ja energiat tarbiti enam kui 500 miljardit miljardit (500×10^{18} või 5×10^{20}) džauli.

Hea uudis on, et selle selgeks tegemine on lihtsam, kui enamik inimesi arvata oskab. Oletame, et te panete oma mobiiltelefoni (mul pole seda kunagi olnud ja ma ei tunne, et ma millestki ilma olen jäänud) päevas mõneks minutiks käest ja hindate enda ümber olevaid pikkuseid ning distantse – kontrollides neid näiteks oma rusikaga (mäletate, 10 cm) ja (pärast mobiili uuesti kätte võtmist) GPS-i abil. Võiksite ka proovida arvutada ette sattuvate asjade ruumala (inimesed kipuvad alati alahindama kitsaid, kuid suuri objekte). Lausa lõbus on arvutada (ilma elektroonikavidina abita) suurusjärkude erinevusi, kui loed värskeimaid andmeid miljardärade ja Amazoni laotöötajate sissetulekute ebavõrdsusest (mitu suurusjärku on nende aastase sissetuleku vahe?) või kui näed, kui palju erineb Suurbritannia keskmine SKT inimese kohta Uganda omast (mitu suurusjärku on Suurbritannia

⁸ Pr k 'elagu erinevus!'. – Tlk.

⁹ Pr k 'sagedane segadus'. – Tlk.

Ugandast üle?). Niisugused mentaalsed harjutused loovad sinu jaoks sideme ümbritseva maailma tõsiasjadega, hoides samas neuronid töös. Arvude mõistmine nõuab lihtsalt veidi pühendumist.

Ma väga loodan, et see raamat aitab lugejatel mõista meie maailma tegelikku seisundit. Ma loodan, et see üllatab teid ja äratab teie imetlust, kui erakordne on inimene, kui leidlik ja innukas, püüdes ümbritsevat paremini mõista. Minu eesmärk pole ainult näidata, et arvud ei valeta, vaid avastada ka tõe, mida nad edasi annavad.

Lõpuks märgin, et kõik esitatud rahasummad on USA dollarites (kui pole teisiti kirjas) ja kõik pikkusühikud on meetermõõdustikus, välja arvatud üksikud põhjendatud erandid, nagu meremiilid ja tollid Ameerika puidu puhul.

Václav Smil
Winnipeg, 2020

RAHVASTIK

Meie maailma elanikud

Mis juhtub, kui me saame vähem lapsi?

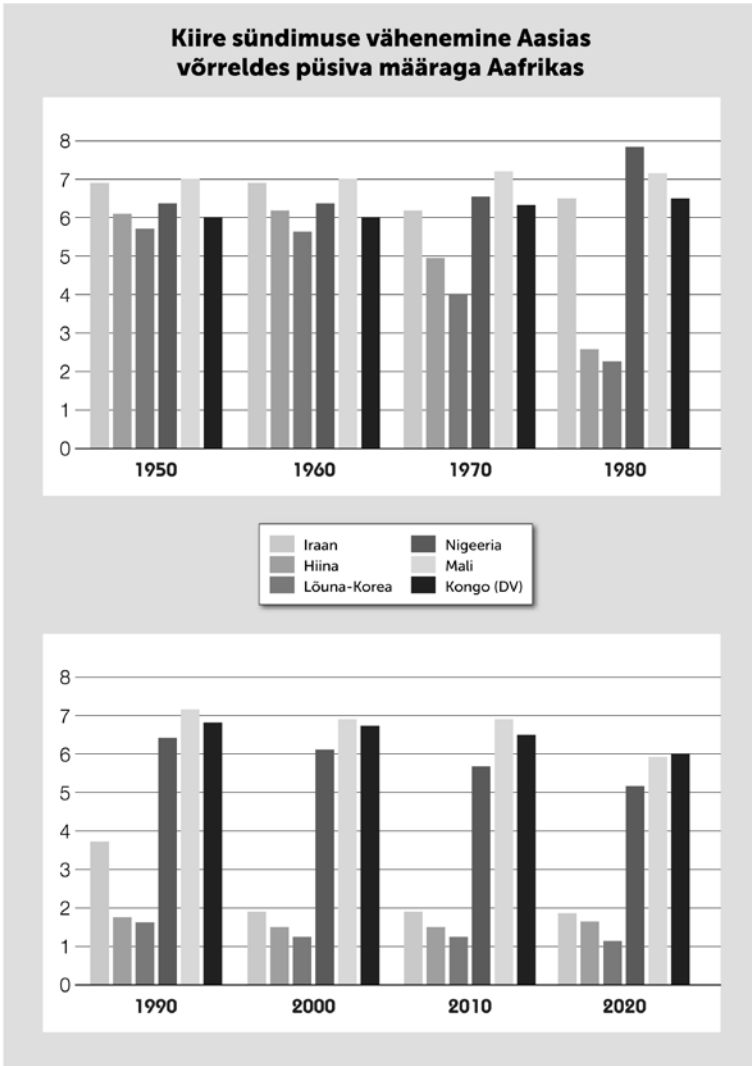
Summaarne sündimuskordaja ehk viljakusmäär näitab naise kohta sündivate laste arvu. Kõige ilmselgemalt piirab seda füüsiliselt viljakusperioodi (esimesest menstruaaltsüklist menopausini) pikkus. Esimese menstruaatsiooni aegne vanus on langenud preindustrialse ajastu umbes 17 eluaastalt tänapäeva läänemaailmas vähem kui 13-ni, samas kui keskmine menopausi algus on veidi edasi lükkunud, ületades nüüd veidi 50 eluaastat. Seetõttu on viljakas iga keskmiselt 38 aastat pikk, samas kui varasemates ühiskondades oli see umbes 30 aastat.

Viljaka ea jooksul leiab aset 300–400 ovulatsiooni. Kuna iga rasedus muudab võimatuks 10 ovulatsiooni ja kuna iga lapse sünni korral tuleb enamasti pikalt kestva imetamise ajal vähenenud rasestumisvõimaluse tõttu lahutada veel 5–6 ovulatsiooni, siis saame maksimaalseks viljakuseks umbes kaks tosinat rasedust. Kui lisada mõned mitmiksünnitused, siis võib ühe naise kohta tulla rohkemgi kui 24 elussündi, mida on näidanud ka ajaloolised andmed naistest, kel on olnud rohkem kui 30 last.

Kuid tavaliselt on viljakusmäärad ühiskondades, kus ei tegelda sündimuse kontrollimisega, maksimaalsest märksa väiksemad. Selle põhjuseks on raseduste

katkemised, surnultsünnid, viljatus ja ka naiste enneaegsed surmad.

Need tõsiasiad vähendavad populatsiooni maksimaalse viljakuse 7–8 lapseni naise kohta. Selline arv lapsi oligi tavaline kõikides maailmajagudes 19. sajandi keskpaigani,



mõnel pool Aasias aga kahe põlvkonna taguse ajani. Nii suuri peresid on endiselt Sahara-taguses Aafrikas. Näiteks Nigeris on keskmine laste arv 7,1 (mis on oluliselt väiksem eelistatud pere suurus: küsitluste järgi soovivad Nigeri naised keskmiselt 9,1 last!). Kuid isegi selles regioonis on viljakusmäär – kuigi endiselt suur – vähenenud (enamikus riikides 5–6 lapseni) ja ülejäänud maailmas on viljakusmäärad keskmised, väikesed või äärmiselt väikesed.

Niisugune üleminek uude maailma algas eri aegadel ja seda mitte ainult eri regioonide vahelises võrdluses, vaid ka regioonide sees: Prantsusmaa oli eespool Itaaliast, Jaapan kõvasti ees Hiinast. Kommunistlik Hiina astus lõpuks drastilise sammu, piirates perekondades laste arvu ühega. Kui see näide kõrvale jätta, tahetakse vähem lapsi ka aegamööda paraneva elujärje tõttu. Maatöö on mehhaniseeritud, loomad ja inimesed asenduvad masinatega, toimub ülikiire industrialiseerimine ning linnastumine, naiste osakaal urbaniseerunud tööjõu seas on kasvanud, haridus on kättesaadavam ja tervishoid parem, vastsündinuid ei sure enam nii palju ja riigid maksavad pensione.

Kunagine kvantiteedi tagaajamine pöördus – mõnel pool väga kiiresti – kvaliteedi taotlemiseks. Lasterikkuse eelised (osagi laste ellujäämise tagamine vastsündinute suure suremuse tingimustes, vajaminevate töökäte sünd, vanaduspõlve kindlustunde garanteerimine) hakkasid nõrgenema ja seejärel kaduma. Väiksemad perekonnad kulutasid enam raha oma laste heaks ja pere elukvaliteedi tõstmiseks. See algas tavaliselt korralikumast toitumisest (rohkem liha ja värskaid puuvilju, rohkem väljas söömas

käimist) ning päädis linnamaasturite ja lendudega troopilistesse randadesse.

Nii nagu sotsiaalsete ja tehniliste muudatuste puhul tihti juhtub, läks teerajajatel muutuse esilekutsumiseks pikalt aega. Osa hilinejaid aga sai sellega hakkama vaid kahe inim põlve jooksul. Muutus suurelt laste arvult väikesele võttis Taanis umbes kaks sajandit ja Rootsis 170 aastat. Kontrastiks võib välja tuua Lõuna-Korea, kus keskmine viljakusmäär langes vaid 30 aastaga 6 pealt alla taastootmismäära. Ja juba enne ühe lapse poliitika jõustamist oli Hiinas keskmine laste arv vähenenud 6,4-lt 1962. aastal 2,6-ni 1980. aastal. Kuid ootamatu rekordiomanik on hoopis Iraan. Kui 1979. aastal kukutati monarhia ja ajatolla Homeini naasis eksilist, et seada sisse teokraatia, oli Iraani sündimuskordaja keskmiselt 6,5, kuid 2000. aastaks oli see kukkunud taastootmismäärani ning on jätkanud edasist kahanemist.

Taastootmismäär on sündimuskordaja, mis tagab rahvastiku püsimise stabiilsel tasemel. See määr on umbes 2,1, mille puhul on komakoha järel olevat numbrit vaja selle tasakaalustamiseks, et osa tüdrukuid ei ela viljaka eani. Mitte ükski riik pole suutnud keskmise laste arvu vähenemist peatada, kui taastootmismäär on käes, ja hoida sel moel püsivat elanikkonda. Järjest suurenev osa inimkonnast elab riikides, mida iseloomustab taastootmismäärast allapoole jääv viljakus. 1950. aastal elas 40% inimkonnast riikides, mille sündimuskordaja oli üle 6 ja keskmine näitaja oli umbes 5 last. 2000. aastaks elas vaid 5% maailma elanikest riikides, kus sündimuskordaja oli üle 6 ja keskmine näitaja (2,6) oli lähedal

taastootmismäärale. 2050. aastaks elab peaaegu kolmveerand inimkonnast riikides, kus laste arv on väiksem kui taastootmismäär.

See peaaegu üleilmne muutus on põhjustanud hiiglaslikke demograafilisi, majanduslikke ja strateegilisi tagajärgi. Euroopa olulisus on kahanenud (1900. aastal elas selles maailmajaos 18% maailma elanikkonnast, 2020. aastal vaid 9,5%) ja Aasia tähtsus on kasvanud (2020. aastal 60% elanikkonnast). Kuid suured sündimuskordajad kindlustavad, et 2020. ja 2070. aasta vahele jääva 50 aasta jooksul sünnib peaaegu 75% kõikidest maailma lastest Aafrikas.

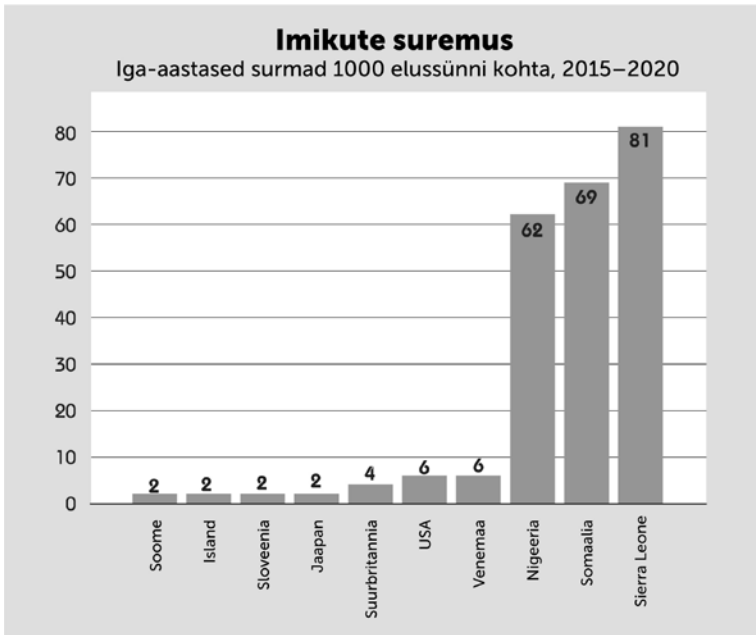
Mis on siis tulevikul varuks riikide jaoks, kus sündimuskordaja on langenud allapoole taastootmismäära? Kui riikide näitajad jäävad taastootmismäära lähedale (mitte allapoole 1,7; Prantsusmaal ja Rootsis oli see 2019. aastal 1,8), siis on veel väga hea võimalus tulevikus taastuda.¹⁰ Kui see libiseb allapoole 1,5, siis tundub suunamuutus üha ebatõenäolisem; 2019. aastal jõudsid rekordmadala tulemuseni näiteks Hispaania, Itaalia ja Rumeenia (1,3) ning Jaapan, Ukraina, Kreeka ja Horvaatia (1,4). Järkjärguline rahvastiku vähenemine (koos sellega kaasas käivate sotsiaalsete, majanduslike ja strateegiliste tagajärgedega) paistab olevat Jaapani ja paljude Euroopa riikide saatus. Senimaani pole ükski sünnitamist toetav riiklik meede toonud kaasa märkimisväärset suunamuutust ja ainus ilmselge viis rahvaarvu vähenemist vältida paistab olevat immigratsioonivärvate avamine – kuid pole tõenäoline, et see juhtub.

¹⁰ Aastal 2019 oli Eesti näitaja 1,66. – Toim.

Parim elukvaliteedi näitaja? Ilmselt imikute suremus

Proovides leida kõige kõnekamaid mõõdikuid elukvaliteedi hindamiseks, eelistavad majandusteadlased – kes on alati valmis kõike taandama rahale – kasutada sise-majanduse kogutoodangut (SKT) või kasutatavat tulu. Mõlemad mõõdikud on ilmselgelt küsitava väärtusega. SKT kasvab ühiskonnas, kus järjest suurenev vägivald nõuab rohkem politseijõude, rohkem investeeringuid julgeolekumeetmetesse ja sagedasemaid haiglaskäike. Kasutatav tulu ei ütle midagi majandusliku ebavõrdsuse ega sotsiaalse turvavõrgu kohta, millele vaesed pered saavad lootda. Sellegipoolest annavad need näitajad võrdlemisi hea üldpildi, et riike reastada saaks. Enamik inimesi ei eelistaks elada Taani (2018. aasta SKT inimese kohta 60 000 dollarit) asemel Iraagis (2018. aasta SKT inimese kohta 6000 dollarit). Ja keskmine elukvaliteet on Taanis kahtlemata kõrgem kui Rumeenias: mõlemad kuuluvad euroliitu, kuid Taanis on kasutatav tulu umbes 75% suurem.

1990. aastast alates on kõige enam kasutatav näitaja inimarengu indeks – mitme muutujaga mõõdik, mis loodi eesmärgiga pakkuda paremat võrdlusvõimalust. See võtab arvesse kolme tegurit: eeldatav eluiga, hari-dus (keskmise või eeldatava koolitee pikkus aastates) ja



sisemajanduse kogutoodang inimese kohta. Paraku korreleerub see (ootuspäraselt) suuresti SKT-ga, mistõttu on SKT inimese kohta peaaegu sama hea elukvaliteedi näitaja kui märksa keerukam inimarengu indeks.

Mina isiklikult eelistan elukvaliteedi kiiresti leitava ja kõneka näitajana ühe muutujaga mõõdikut: imikute suremust ehk esimese eluaasta jooksul surnud laste arvu 1000 elussünni kohta.

Imikute suremus on suurepärase indikaator, sest madalaid määrasid on võimatu saavutada, kui ei esine kindlat kombinatsiooni olulistest teguritest, mis näitavad kõrget elukvaliteeti: hea tervishoid üldisemalt ja konkreetsemalt vajalik sünnituse eelne, sünnituse aegne ning sünnituse järgne hool; emade ja laste tervislik toitumine;

normaalsed elamistingimused ja sotsiaalne tugi puudust kannatavatele peredele. See kõik eeldab piisavat riigining erafinantseerimist, korralikku infrastruktuuri ja sisetulekuid, mis võimaldavad seda süsteemi käigus hoida ja tagada ligipääsu sellele. Seega hõlmab üks muutuja – ellujäämine elu kõige kriitilisemal perioodil ehk esimesel aastal – hulka eeldusi peaaegu üldse ellujäämiseks.

Imikute suremus eelindustriaalsetes ühiskondades oli kogu maailmas julmalt suur: enne 1850. aastat ulatus see Lääne-Euroopas ja Ameerika Ühendriikides lausa 200–300 lapseni (see tähendab, et iga viies kuni kolmas laps ei elanud üle oma esimest 365 päeva). 1950. aastaks oli läänemaailma keskmine langenud 35–65 peale (tavaliselt suri üks 20 imikust esimese aasta jooksul) ja tänapäeval on rikaste riikide madalaimad näitajad alla 5 (mis tähendab, et üks imik 200-st ei näe oma esimest sünnipäeva.) Kui jätta välja pisitillukesed riigid – Andorrast ja Anguillast Monaco ja San Marinoni –, siis koosneb see rühm, kus sureb vähem kui 5 imikut 1000 sündinust, umbes 35 riigist alates Jaapanist (mille näitaja on 2) kuni Serbiani (mille näitaja on napilt alla 5). Ja selle nimekirja liidrid näitavad ära, miks seda mõõdikut ei saa kasutada lihtsaks riikide järjestuse koostamiseks: arvesse tuleb võtta ka üldist demograafilist olukorda.

Madalaimate vastsündinute surmade näitajatega riigid on enamasti väikesed (elanikkond ei ületa 10 miljonit ja on enamasti alla 5 miljoni).¹¹ Nende hulgas on maailma

¹¹ Eurostati andmetel oli Eestis 2018. a imikute suremus EL riikide seas väikseim: 1000 elussünni kohta suri keskmiselt 1,6 imikut. Läti ja Leedu näitajad olid vastavalt 3,2 ja 3,4, EL-i keskmine 3,4. – Toim.

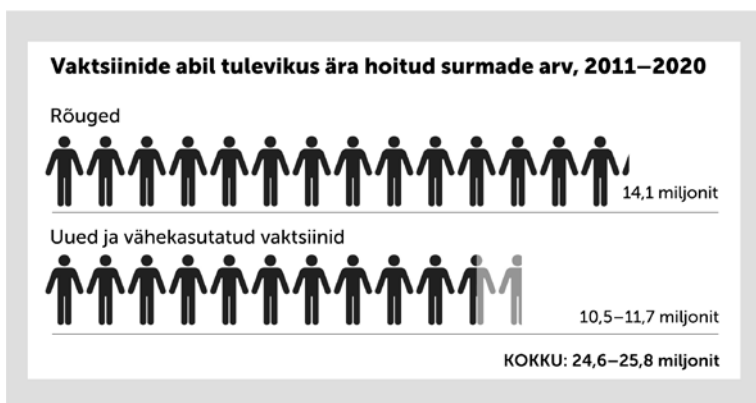
ühed homogeensemad ühiskonnad (Jaapan ja Lõuna-Korea Aasias, Island, Soome ja Norra Euroopas) ning enamikus neist on väga väikesed sündimuskordajad. Muidugi on märksa keerukam saavutada ja hoida väga väikest imikute suremust suuremates ja heterogeensemates ühiskondades, mida iseloomustab kõrge immigratsioon vaesematest maadest, ning riikides, kus on suurem sündimus. Selle tõttu on keeruline korrata Islandi tulemust (vastsündinute suremus 3 last) näiteks Kanadas (5 last), mille elanikkond on enam kui 100 korda suurem ja mis tervitab igal aastal umbes sama palju sisserändajaid (paljudest riikidest ja enamasti vaestest Aasia ühiskondadest), kui Islandil üldse inimesi elab. Sama paratamatus mõjutab ka Ameerika Ühendriike, kuid riigi võrdlemise suurele imikute suremusele (6 last) avaldab kahtlemata mõju ka (nagu vähemal määral Kanadagi omale) suur majanduslik ebavõrdsus.

Sellest seisukohast lähtudes võib öelda, et imikute suremus on parem elukvaliteedi indikaator kui keskmine sissetulek või inimarengu indeks. Samas tuleb mõnda, et mitte ainuski üksik mõõdik ei ole piisav, et näidata täielikult riigi elukvaliteeti. Kahtluse alla ei saa aga seada, et imikute suremus on vastuvõetamatult suur tosinas Sahara-taguses riigis. Nende näitajad (üle 60 imiku 1000 sünni kohta) meenutavad Lääne-Euroopa sajanditaguseid arve – nii suur on mahajäämus, mille need riigid peavad rikastele majandustele järelejõudmiseks tasa tegema.

Parima tasuvusega investeering: vaktsineerimine

Surm nakkushaiguse tõttu imiku- või lapseas on endiselt üks kõige julmemaid saatusi tänapäeva maailmas, ja samas on seda kerge vältida. Meetmeid, mida nende enneaegsete surmade vähendamiseks kasutama peab, ei saa seada tähtsuse järjekorda: puhas joogivesi ja piisav tootmine on sama tähtsad kui vaktsineerimine ja korralik hügieen. Aga kui hinnata neid kuluefektiivsuse alusel, jääb võitjaks kindlasti vaktsineerimine.

Vaktsineerimise ajalugu ulatub 18. sajandisse, kui Edward Jenner seda esimest korda rõugete vastu demonstreeris. Koolera- ja katkuvastased vaktsiinid loodi enne esimest maailmasõda ja tuberkuloosi-, teetanuse- ning



difteeriavaktsiinid enne teist maailmasõda. Suured sõdadejärgsed läbimurded olid üldised vaktsineerimised läkakõha ja lastehalvatuse vastu. Tänapäeval on tavaline vaktsineerida lapsi viievalentse vaktsiiniga, mis hoiab ära difteeria, teetanuse, läkakõha, lastehalvatuse ja B-tüüpi hemofiilusnakkuse põhjustatud meningiidi, kõrvapõletiku ja kopsupõletiku. Esimene annus manustatakse 6 nädalat pärast sündi, järgnevad kaks süsti: 10. ja 14. nädalal. Iga viieosaline vaktsiin maksab vähem kui dollari ja iga vaktsineeritud laps vähendab võimalust, et need haigused levivad vaktsineerimata kaaslaste seas.

Arvestades neid tõsiasju, on olnud alati selge, et vaktsineerimisel on erakordselt suur kuluefektiivsus, kuigi seda ei ole lihtne mõõta. Kuid tänu 2016. aastal Bill ja Melinda Gatesi Fondi toetatud ja USA Baltimore'i, Bostoni ja Seattle'i tervishoiuspetsialistide läbi viidud uuringule suudame me lõpuks seda kasu mõõta. Uuring keskendus rahakulutuse tasuvusele, lähtudes prognoositavatest vaktsineerimise määradest peaaegu sajas väikese ja keskmise sissetulekuga riigis käesoleva sajandi teisel kümnendil – vaktsineerimise kümnendil.

Tasuvuse arvestamisel lähtuti ühelt poolt vaktsiinide hinnast, nende kättesaadavusest ja tarneahelatest ning teiselt poolt hinnangutest, kui palju hoiti ära kulused, mis oleks tekkinud inimeste suremise tõttu. Võib eeldada, et iga vaktsineerimisse investeeritud dollar aitab kokku hoida 16 dollarit, mis muidu kuluks tervishoiukulude katmiseks ning surmade põhjustatud tööjõukao hüvitamiseks.

Kui analüüs vaatas kaugemale haiguse kulukuse arvestamisest ja võttis arvesse laiemat majanduslikku kasu, siis osutus kuluefektiivsus enam kui kaks korda suuremaks: kasu oli keskmiselt 44-kordne (määramatuse vahemikuga 27–67). Kõige suurem kasu tulenes rōugete vältimisest: see tõi raha tagasi 58-kordselt.

Gatesi fond avaldas uudise 44-kordse kasu kohta avalikus kirjas Warren Buffettile, kes on fondi suurim välisannetaja. Isegi talle pidi selline tasuvus muljet avaldama!

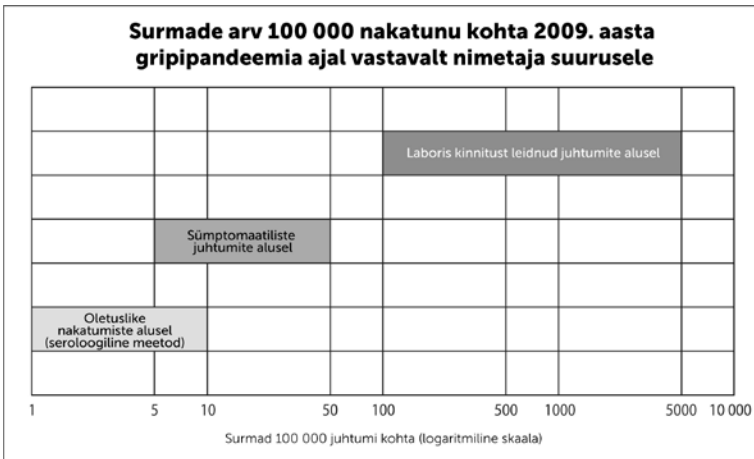
Aga on vaja astuda edasisi samme. Pärast mitme põlvkonna jooksul toimunud progressi on tänapäeval rikastes riikides vaktsineerimine peaaegu üleüldine, püsides umbes 96% juures. Suuri edusamme on tehtud ka vaesemates riikides, kus vaktsineerimine on tõusnud vaid 50%-lt 2000. aastal 80%-ni 2016. aastal.

Kõige keerulisemaks on osutunud nakkushaiguste ohu täielik kaotamine. Lastehalvatus on vahest parim näide selle illustreerimiseks: 1985. aasta nakatunute hulk umbes 400 000 juhtumit kukkus vähem kui 100 juhtumini 2000. aastal, kuid 2016. aastal avastati veel 37 juhtu Nigeeria põhjaosas ning Afganistani ja Pakistani vägivaldsemates piirkondades. Ja nagu Ebola, Zika ja koroonaviirus on näidanud, tekib aina uusi nakkusohte. Vaktsiinid on endiselt parim viis nende kontrolli all hoidmiseks.

Miks on keeruline ennustada pandeemia raskust selle ajal

Kirjutasin need read 2020. aasta märtsis, kui COVID-19 pandeemia tegi just läbi oma eksponentsiaalset kasvu Euroopas ja Põhja-Ameerikas. Selle asemel et tulla välja järjekordse hinnangu või ennustusega (muutes nõnda käesoleva peatüki otsemaid vananenuks), otsustasin selgitada ebamäärasust, mis muudab alati otsuste tegemise ja statistika tõlgendamise säärastes pingelistes situatsioonides keeruliseks.

Viirusepandeemia esile kutsutud hirmude taga on võrdlemisi suured suremuse näitajad, kuid ajal, mil nakkus levib, on neid täpselt kindlaks teha võimatu. Seda on keeruline teha isegi pärast pandeemia lõppu. Kõige tavalisem epidemioloogiline lähenemine seisneb suremisohu arvutamises: viirusega seotud kindlaks tehtud surmade arv jagatakse kindlaks tehtud viirusenakkuste arvuga. Selle murru lugeja (surmatunnistused, milles on märgitud surma põhjus) on ilmselge ja enamikus arvet pidavates riikides ka usaldusväärne. Kuid nimetaja hõlmab mitmeid ebamäärasusi. Millised „juhtumid“? Kas vaid laboratooriumis kinnitust leidnud nakkusjuhtumid, kõik sümptomaatilised juhtumid (kaasa arvatud inimesed, keda ei testitud, kuid kel esinesid tavapärased sümptomid) või nakkuste koguarv, mille hulka loetakse



ka asümptomaatilised juhtumid? Testitud juhtumid on teada väga täpselt, kuid kõigi nakkusjuhtumite koguarvu saab hinnata kas pandeemiajärgsete üldpopulatsiooni seroloogiliste (verest antikehade leidmine) uuringute abil, kasutades erinevaid valemid, et mudeldada pandeemiate varasemat levikut, või oletades kõige tõenäolisemaid kor-dajaid (x hulk nakatunud inimesi y hulga inimeste kohta, kes reaalselt surid).

2009. aasta gripipandeemia sai USA-s alguse tolle aasta jaanuaris ja püsis teatud kohtades 2010. aasta augustini ning selle põhjustas uudse gripiviiruse geenide kombi-natsiooniga H1N1 viirus. Selle epideemia kohta tehtud detailne uuring näitab ilmekalt ebamäärasuse ulatust. Lugejaks oli alati kinnitatud surmajuhtumite arv, kuid nimetajaks kasutati kolme eri kategooriat, mille alusel juhtumeid defineeriti: laborite kinnitatud juhtumite arv, hinnanguline sümptomaatiliste juhtumite arv ja hinnan-guline nakkusjuhtumite arv (need põhinevad seroloogial

ja asümptomaatilise leviku eeldustel). Sellest tulenevad erinevused olid ääretult suured, kõikudes 100 000 juhtumi kohta 1 surmast enam kui 10 000 surmani.

Nagu võib arvata, viitas laboris kinnitatud juhtumite põhine lähenemine kõige suuremale riskile (enamasti 100 ja 5000 surma vahel), samas kui asümptomaatiliste juhtumite põhise lähenemise puhul oli vahemik 5–50 surmani ja hinnangulistest nakatumistest lähtumine viitas vaid 1–10 surmale 100 000 inimese kohta. Esimese lähenemise puhul oli suremus kuni 500 korda suurem kui viimase puhul!

2020. aastal, mil levib COVID-19 (mille põhjustajaks on koroonaviirus SARS-CoV-2), seisame silmitsi samasuguse määramatusesega. Näiteks 30. märtsiks 2020. aastal tõi Hiina statistika pandeemia epitsentris Wuhanis, kus kõige hullem paistis olevat möödas, välja 50 006 nakatumist ja 2547 surmajuhtumit. Nende arvude kohta puudub objektiivne kinnitus: 17. aprillil tõstis Hiina surmajuhtumite arvu 50% võrra 3869 peale, kuid kogujuhtumite arv kasvas vaid 325 võrra. Esimesel korral on suremus 5%, teisel puhul aga 7,7% – ja suure tõenäosusega ei saa me kunagi teada tegelikku arvu. Igal juhul hõlmasid nime-tajad ainult testitud (või testitud ja sümptomaatilisi) juhtumeid: Wuhan on 11,1 miljoni elanikuga linn ja 50 000 juhtumit tähendaks, et vähem kui 0,5% selle elanikest nakatus. See on erakordselt madal määr, võrreldes igal aastal grippi jäänud inimeste arvuga.

Teadmata tegelikku nakatumiste arvu, võime olukorda paremini mõista, kui läheneme suremusele demograafiliselt, mida väljendab kindla põhjusega surmajuhtumite

arv 1000 inimese kohta, ja võrdleme saadud arvu igaaastase grippi surnud inimeste arvuga. Eeldame, et Wuhanis on 2020. aastal COVID-19 kõige hullem aeg möödunud (ja et ametlikud arvud peegeldavad reaalsust). Umbes 3900 inimese surm viitab, et pandeemiast põhjustatud suremus on 0,35/1000. USA nakkushaiguste kontrolli ja ennetamise keskuse (CDC) prognoos oli, et 2019.–2020. aastal nakatub Ühendriikides hooajalisse grippi 38–54 miljonit inimest (330 miljonist elanikust) ja et surmajuhtumeid on vähemalt 23 000, aga võib olla ka kuni 59 000. Kasutades nende vahemike keskmisi – 46 miljonit inimest nakatub ja 41 000 sureb –, võime järeldada, et 14% ameeriklasi jääb grippi ning et 0,09% kõigist nakatunutest sureb (suremuse määr juhtumite kohta). Üldine grippi suremus oleks 0,12/1000 (mis tähendab, et 1 inimene 10 000-st sureb). Võrreldes seda Wuhanis aprilli keskpaigaks kujunenud suhtarvuga 0,35/1000, mis näitab Wuhani elanike COVID-19 suremust. Näeme, et see näitaja on umbes kolm korda suurem kui 2019.-2020 aasta hooajalisse grippi suremus USA-s. See on kindlasti põhjus muretsemiseks, kuid mitte paanikasse sattumiseks.

Nagu iga pandeemia puhul, tuleb meil oodata, kuni COVID-19 on end ammendanud, alles siis saame selge pildi, kui hull olukord tegelikult oli. Alles siis saame lõplikud arvud kokku lüüa – või kuna me ei pruugi kunagi teada saada täpset nakatunute arvu eri riikides või kogu maailmas, siis lihtsalt anda hinnanguid – ja võrrelda suremust juhtumite kohta. Ja see ei pruugi olla üldse täpsem kui 2009. aasta pandeemia puhul.

Tegu on ühe kõige lihtsama algebratõega: sa võid teada täpselt lugejat, ent kui sa ei tea nimetajat sama kindlalt, siis ei suuda sa konkreetset tulemust välja arvutada. Määramatus ei kao kunagi lõplikult, kuid selleks ajaks, kui te seda peatükki loete, on meil selle värskema pandeemia levikust ja intensiivsusest märksa parem arusaam kui nende ridade kirjutamise ajal. Ma loodan, et te ikka loete neid ridu.

Pikemaks kasvamine

Nagu paljud teised katsed analüüsida inimese olemust, ulatuvad ka pikkuse uuringute juured 18. sajandi Prantsusmaale, kus Philibert Guéneau de Montbeillard mõõtis aastatel 1759–1777 iga kuue kuu tagant oma poja kasvu – alates sünnist kuni 18. sünnipäevani – ning krahv de Buffon avaldas 1777. aastal tabeli ühe poisi mõõtudega oma kuulsas „L’Histoire naturelle’is“. Kuid Montbeillard’i poeg oli oma aja kohta pikk (noore täiskasvanuna oli ta sama pikk kui tänapäeva keskmine hollandlane). Kõige varasemad süstemaatilised andmed inimeste pikkuse ning laste ja noorukite kasvamise kohta pärinevad 1830-ndatest, mille eest tuleb tänada Edouard Mallet’i ja Adolphe Quetelet’i.

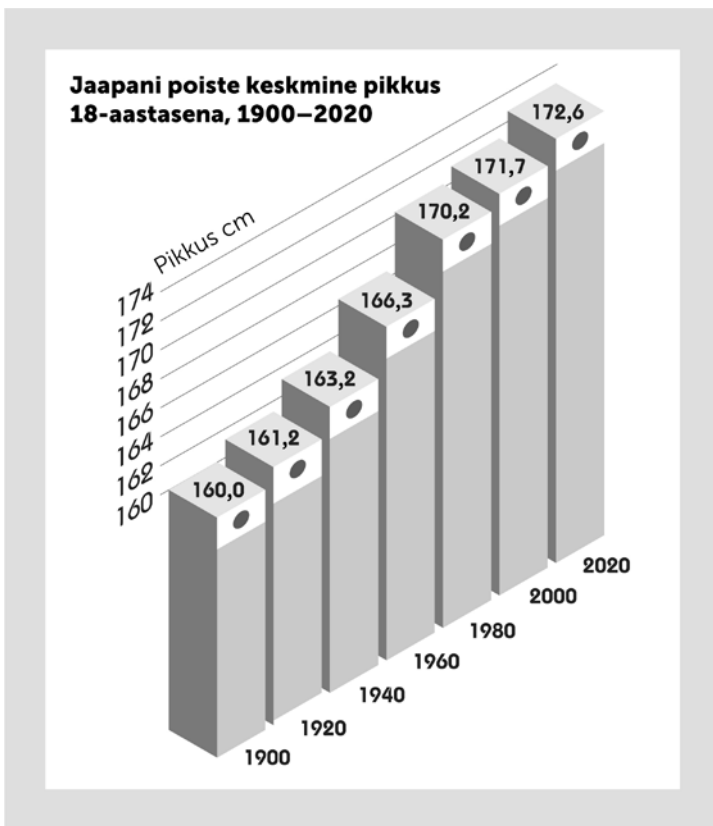
Sellest ajast peale on uuritud inimeste pikkuse igat aspekti, alates selle eeldatavast suurenemisest aja jooksul ja seostest kehakaaluga kuni toitumuslike ja geneetiliste teguriteni ning kasvuspurtide sooliste erinevusteni. Selle tulemusel teame – suure täpsusega – erinevate vanuste eeldatavaid pikkuse (ja kehakaalu) vahemikke. Kui noor ameeriklanna tuleb lastearsti juurde kaheaastase lapsega, kes on 93 cm pikk, siis öeldakse talle, et ta poeg on pikem kui 90% temavanuseid.

Nende jaoks, keda huvitavad progressi pikaajaline mõõtmine ja kõnekad rahvusvahelised võrdlused, on tänapäeva

süsteematiliste kasvu-uuringute parim andmestik hästi dokumenteeritud tõus keskmises pikkuses. Kuigi kasvu kängumine (vähene kasv, mille tagajärg on lastel oma ea kohta liiga väike pikkus) on paljudes vaesemates riikides endiselt tavaline, on selle juhtumite ülemaailmne sagedus vähenenud, seda suuresti tänu olukorra paranemisele Hiinas. 1990. aastal mõjutas see umbes 40% ja 2020. aastal umbes 22% elanikkonnast. Pikemaks kasvamine on alates 20. sajandist ülemaailmne trend.

Parem tervis ja korralikum toitumine – eelkõige rohkem loomset päritolu valgu (piim, piimasaadused, liha ja munad) söömine – on neid muutusi tagant tõuganud. Sealjuures on pikem olemine seotud üllatavalt suure hulga kasulike asjadega. Nende hulgas pole kõrgemat eeldatavat eluiga, kuid on väiksem südame-veresoonkonna haiguste risk, paremad kognitiivsed võimed, suurem teenistus elu jooksul ja kõrgem sotsiaalne staatus. Pikkuse ja sissetulekute vahelist korrelatsiooni märgiti kirjanduses esmakordselt 1915. aastal ja see on sellest ajast peale korduvalt leidnud kinnitust erinevate inimrühmade seas alates India söekaevuritest kuni Rootsi tippjuhtideni. Üks uuring näitas koguni, et suurema kasumiga ettevõtetes olid tippjuhid pikemad!

Pikaajalised tulemused terve populatsiooni kohta on sama huvitavad. Keskmise meeste pikkus preindustriaalses Euroopas jäi 169 ja 171 cm vahele ning maailma keskmine oli 167 cm. Avalikud antropomeetrilised andmed umbes 200 riigist näitavad, et 20. sajandi jooksul on naiste keskmine pikkus kasvanud 8,3 ja meeste oma 8,8 cm. Iga Euroopa ja Põhja-Ameerika riigi elanikkond kasvas



pikemaks, aga sajandi rekord naiste arvestuses kuulub Lõuna-Koreale (20,2 cm) ja meeste arvestuses Iraanile (16,5 cm). Detailne Jaapani andmestik, mida on kogutud alates 1900. aastast mõlema soo kohta 12 vanusekategorias 5.–24. eluaastani, näitab, kuidas kasv muutub vastavalt toitumise paranemisele: perioodil 1900–1940 suurenes 10-aastaste poiste keskmine kasv 0,15 cm võrra aastas, kuid sõja ajal see toidupuuduse tõttu vähenes. Iga-aastane tõus jätkus alles 1949. aastast ning sajandi teisel poolel suurenes nii vanade poiste kasv 0,25 cm

võrra aastas rohkem. Ka Hiina tõusu selles edetabelis segas maailma suurim näljahäda perioodil 1959–1961, kuid suurtes linnades elavad poisid kasvasid 20. sajandi teises pooles ikkagi keskmiselt 1,3 cm võrra aastas rohkem. Sellega võrreldes täheldati 20. sajandi teise poole mõõtmistes Indias ja Nigeerias vaid minimaalset tõusu, Etioopias puudus tõus üldse ja Bangladeshis hakkas keskmise pikkuse juurdekasv hoopis vähenema.

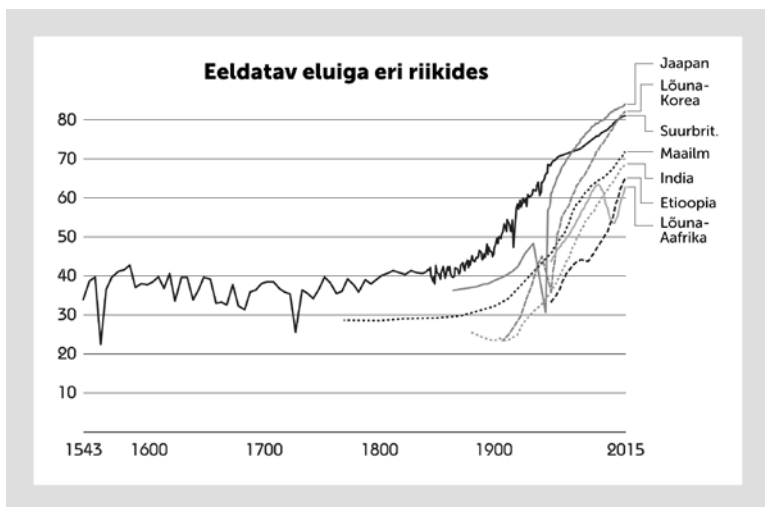
Ja mis riigis on kõige pikemad elanikud? Meeste seas on rekordiomaniikud Holland, Belgia, Eesti, Läti ja Taani; naiste arvestuses on eesotsas Läti, Holland, Eesti, Tšehhi ja Serbia. Kõige pikemad (nende keskmine pikkus on 182,5 cm) on 20. sajandi viimasel veerandil sündinud hollandlased. Üks võtmetähtsusega tegureid pikkuse suurenemisel on olnud piim, seda nii Jaapanis kui Hollandis. Enne teist maailmasõda olid Hollandi mehed lühemad kui Ameerika omad, kuid alates 1960-ndatest on USA-s piima tarbimine vähenenud, samas kui Hollandis see kuni 1960-ndateni kasvas ja püsib endiselt suurem kui USA-s. Õppetund on ilmselge: kõige lihtsam viis suurendada tõenäosust, et laps kasvab pikaks, on anda talle palju piima juua.

Kas eeldatav eluiga on lõpuks jõudnud ülempiirini?

Google'i juhtiv futurist Ray Kurzweil kinnitab, et kui te suudate vastu pidada 2029. aastani, siis hakkab meditsiini areng „igal aastal lisama teie eeldatavale elueale ühe aasta. Selle all ei mõtle ma eeldatavat eluiga teie sünniaja järgi, vaid pigem teie järelejäänud eeldatavat eluiga.“ Uudishimulikud lugejad võivad arvutada, kuidas see trend võib mõjutada maailma rahvastiku kasvu, kuid siinkohal annan ma kõigest lühikese ülevaate tõsiasjadest, millest ellujäämine sõltub.

1850. aastal oli meeste ja naiste kombineeritud eeldatav eluiga Ameerika Ühendriikides, Kanadas, Jaapanis ja suuremas osas Euroopas umbes 40 aastat. Sellest ajast peale on need arvud tõusnud muljetavaldavalt ja peaaegu täiesti lineaarselt, olles nüüdseks peaaegu kahekordistunud. Kõikides ühiskondades elavad naised kauem ja praegune keskmine maksimum on veidi üle 87 aasta Jaapanis.

Trend võib jätkuda veel mitu kümnendit, kui arvestada, et aastail 1950–2000 suurenes rikastes riikides vanurite eeldatav eluiga keskmiselt 34 päeva iga aasta kohta. Kuid ilma fundamentaalsete avastusteta, mis muudavad inimese vananemise viisi, peab see eluea pikeneamise trend nõrgenema ja lõpuks peatuma. Jaapani naiste keskmine eluiga kasvas 1990. aasta näitajalt 81,91 aastat



87,26 aastani 2017. aastal. Selle pikaajalise muutuse trajektoor sobitub sümmeetrilise logistilise kõveraga, mis on juba oma asümptoodi lähedal, milleks on 90 aastat. Teiste rikaste riikide trajektoorid paistavad samuti lähenevat oma laele. 20. sajandi kohta olemas olevad andmed näitavad kahte selget pikaajalise kasvu perioodi: kiirem lineaarne kasv (umbes 20 aastat poole sajandi jooksul) oli prevaleeriv enam-vähem 1950. aastani, millele järgnes aeglasem kasv.

Maailma pikim eluiga on 122 aastat. Rekordiomanik oli prantslanna Jeanne Calment, kes suri 1997. aastal. Kummalisel kombel on ta ka pärast kahte aastakümnet endiselt rekordiomanik, sealjuures märgatava eduga. (Tegelikult on vahe lausa nii suur, et seab tema vanuse ja isegi ta identiteedi kahtluse alla.) Teisel kohal selles pingereas olnud inimene suri 1999. aastal 119 aasta vanusena ja sellest ajast peale pole keegi elanud kauem kui 117 aastat.

Kui te arvate, et teil on head võimalused elada 100-aastaseks, sest mõned teie esivanematest elasid nii kaua, siis peaksite teadma, et eluea pikkuse päritavuse tõenäosus on tagasihoidlik, 15–30%. Arvestades, et inimesed kipuvad abielluma endasarnastega – fenomen, mida kutsutakse assortatiivseks paaritumiseks –, võib arvata, et eluea pikkuse pärilikkuse mõju on sellestki väiksem.

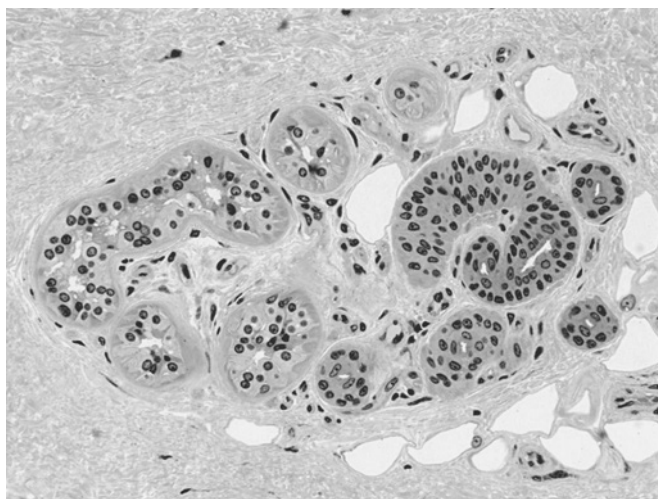
Muidugi on nagu kõigi keerukate küsimuste korral ka siin ruumi avaldatud statistika teistsugusteks tõlgendusteks. Kurzweil loodab, et muudatused toitumises ja muud abinõud pikendavad ta elu, kuni suured läbimurded teaduses võimaldavad teda igavesti säilitada. On tõsi, et võidakse leida lahendusi sellise säilitamise võimaldamiseks, muu hulgas näiteks inimrakkude noorendamine, pikendades nende telomeere (kromosoomide otstes olevad nukleotiidide järjestused, mis aja jooksul hakkavad narmendama). Kui see peaks töötama, siis võib-olla suudame realistliku maksimumi venitada kaugele üle 125 aasta.

Kuid praegu saan ma anda kõigile peale mõne üksiku erakordselt varaküpse lugeja nõu, et tehke plaane – kuid võib-olla mitte lausa 22. sajandini.

Kuidas higistamine aitab kaasa jahipidamisele

Enne, kui meie esivanemad kümneid tuhandeid aastaid tagasi Aafrikas kaugelt tabavad relvad leiutasid, said nad liha vaid kahel viisil: kiskjate murtud loomade raibetest või saaki joostes ära väsitades. Inimesed suutsid nendest kahest ökoloogilisest võimalusest kasutada seda teist suuresl määral kahe olulise eelise tõttu, mille andis neile kahel jalal käimine.

Üks eelis on see, kuidas me hingame. Neljajalgne loom saab teha liikumistsükli käigus vaid ühe hingetõmbe, sest



Mikroskoopiline läbilõige meie higinäärmetest