

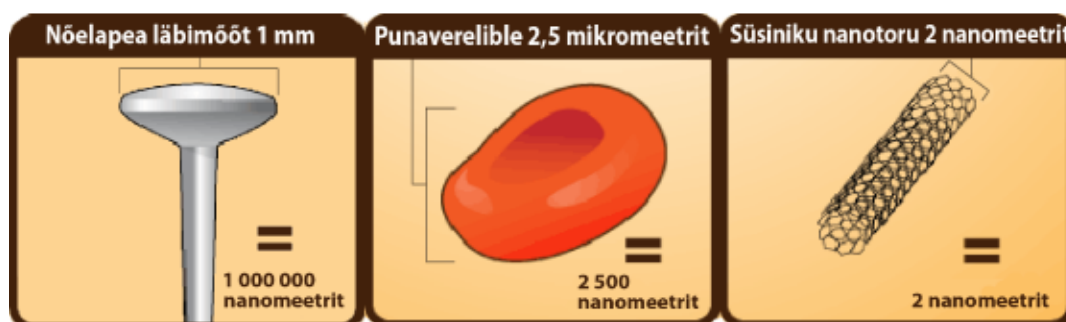
## Nanotehnoloogia, avalikkus ja uusi väljakutseid õigusloomele

Teadmised ja tehnoloogia areng on olulised ühiskonda kujundavad jõud. Seni on uute tehnoloogiaalaste saavutuste tagajärgi looduskeskkonna kõrval käsitletud peamiselt mõjuna tööstusele-tootmisele, majanduselule, muudatustele tööjõu struktuuris ning teistele inimtegevuse valdkondadele. Nanotehnoloogia tekkimine ja nanomaterjalide levik tavakasutusse on aga üks nendest arengutest, mis võib viia suure osa inimesele tuntud teadmiste ümbermääratlemiseni ja uuestimõtestamiseni.<sup>1</sup> See võib puudutada ka seniseid tõekspidamisi inimeseks olemisest ning ühiskonna toimimisest. Tekib hulk uusi küsimusi, mis vajavad õiguslikku analüüsi ja regulatsiooni.

### Mis on nanotehnoloogia ja millega tegelevad nanoteadused

Nanoteadused keskenduvad aine molekulide ja aatomite tasandil toimuvatele protsessidele. Nende objektiks on nanoosakesed ehk imepisikesed niinimetatud nanoskaalale (vahemikus 1-100 nanomeetrit) sobituvad loodusliku või inimtekkelise päritoluga aineosakesed. Nanotasandi osakestele on omased teistsugused füüsikalised-keemilised või bioloogilised omadused kui samale ainele tavasuurusel. See tuleneb osakeste suurenenud reaktiivsusest, nende valmidusest reageerida teiste ainetega, kuna väiksemal osakesel paikneb suhteliselt suurem hulk aatomeid osakese pinnal. Aatomi enda suuruseks on umbes 0,1 nm. Nanotehnoloogiaks võib aga üldistavalt nimetada tehnoloogiaharu, mis tegeleb nende väikeste osakeste omadustele, liikumisele ja eripäradele kasutusvõimaluste otsimisega. Üha laienevas nanotehnoloogia valdkonnas keskendutakse tänapäeval rohkem inimese poolt loodud soovitud omadustega nanoosakeste ja -materjalide tootmisele ning kasutamisele. Nende saamiseks on kaks võimalust: aatom-aatomi haaval nanomaterjali "ehitamine" (keemiline meetod *bottom up*) või tavasuurusel aine nanosuuruseni "lõhkumine" (füüsikaline meetod *top-down*).<sup>2</sup> Osakeste käitumine nanotasandil on täna veel suuresti läbiuurimata teema; samas on mitmed nanomaterjalid juba jõudnud igapäevasesse kasutusse.

### Nanotasandi mõõtmised



Joonis on kohandatud allikast: <http://networksandservers.blogspot.com/2011/01/nanotechnology.html>





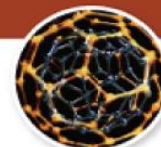



Suure tõenäosusega võib täna inimeste kodudest ja töökohtadest leida mitmeid nanotehnoloogia abil valmistatud tooteid. Kõige sagedamini kohtame tavakasutuses nanoosakesi puhastusvahendites, kosmeetikas, rõiva- ja sporditoodetes. Nanomaterjalid võimaldavad luua varasemast kergemaid ja vastupidavamaid esemeid. Suuri lootusi

<sup>1</sup> Nanotehnoloogiast pikemalt: [ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nanotechnologie\\_bat\\_et.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nanotechnologie_bat_et.pdf)

<sup>2</sup> Nanotechnology (2014). In *Encyclopaedia Britannica*. <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/962484/nanotechnology>; Poole, C. ja Owens, F. (2003). *Introduction to Nanotechnology*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

nanotehnoloogiliste võimaluste edasiarendamiseks nähakse info-, kosmose- ja meditsiinitehnoloogia vallas. Näiteks loodetakse nanoosakeste abil viia ravimid otse haiguskoldesse ning suurendada-kiirendada selliselt patsiendi ravivõimalusi. Kõige selle hea kõrval käivad nanotehnoloogia rakendamisega kaasas ka ohud, mille tundmaõppimine seisab veel suuresti ees. Needsamad nanoosakesed, mida saab rakendada uute raviviiside või teiste teenuste pakkumisel võivad oma mõõtmete tõttu tungida ka keharakkudesse ja läbida bioloogilisi tõkkeid (nagu aju ja vereringe vaheline barjäär) mõjutades tervist ettearvamatul või kahjulikul viisil. Mõned nanomaterjalide kasutusvaldkonnad ja nendega seostatavad ohud on esitatud järgmisel joonisel.

## NANOMATERJALID

 <p><b>HÕBEDA NANOOSAKESED</b></p> <p>Toimivad desinfitseeriva vahendina ja on mürgised suurele hulgal bakteritele, seentele ja vetikatele</p> <p><b>Mõju:</b> Hõbeda nanoosakesed võivad akumuleeruda keskkonnas, põhjustades pinnase- ja veereostust</p> <p><b>Kasutamine:</b> Veepuhastusseadmed, deodorandid, pesumasinad</p> 	 <p><b>TITAANDIOKSIID</b></p> <p>Titaandioksiidi kasutamine põhineb ühendi võimel peegeldada ja hajutada UV kiirgust</p> <p><b>Mõju:</b> ülemäärane kokkupuude titaandioksiidi nanoosakestega võib põhjustada geneetilisi kahjustusi ja oksüdatiivset stressi</p> <p><b>Kasutamine:</b> päikese- kreemid, kosmeetika- vahendid, värvid</p> 	 <p><b>FULLEREENID</b></p> <p>Süsiniku allotroopne teisend, mille struktuur võimaldab siduda vabu radikaale ja pidada vastu survedeformatsioonile</p> <p><b>Mõju:</b> võib põhjustada geneetilisi kahjustusi, lõhkuda DNA ahelaid, tekitada mutatsioone ja vähki</p> <p><b>Kasutamine:</b> päikese- kreemid, kosmeetika- vahendid, värvid</p> 	 <p><b>SÜSINIKU NANOTORUD</b></p> <p>Süsiniku nanotorud on suure mehhaanilise tugevuse ja hea elektri- juhtivusega silindrikujulised süsiniku molekulid</p> <p><b>Mõju:</b> võivad läbida rakumembraane ja põhjustada rakkude ja DNA kahjustusi</p> <p><b>Kasutamine:</b> rebimiskind- lad tekstiilmaterjalid, kerge ja mehhaaniliselt tugev spordivarustus ning ravi- mite dooseerimise ja „kohale- toimetamise“ vahend</p> 
--	---	---	---

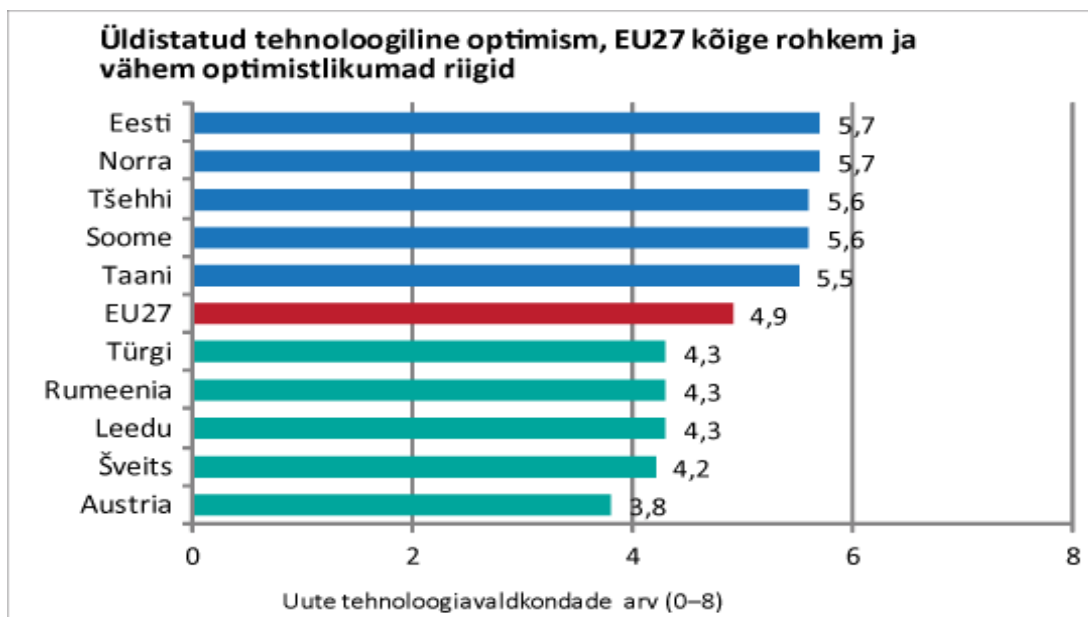
Joonis on kohandatud allikast: <http://www.livemint.com/Specials/j8UZSy0iiA8kRpgtjwxioM/Research-speeds-up-but-applications-fail-to-materialize.html>

## Nanotehnoloogia ja avalikkus

Saksa sotsioloogi Ulrich Becki sõnul iseloomustab tänapäevaseid riskiühiskondi „organiseeritud vastutustundetust“, kus suurte muutuste tulekut juhivad tehnoloogiavaldkond eesotsas teadlaste, inseneride ja ärihuvidega, kelle eestvedamisel luuakse ja võetakse kasutusele uusi tehnoloogiaid (keemia-, tuuma-, geneetikatehnoloogiad), kuid vastutus võimalike tagajärgede eest jääb ühiskonnas hajutatuks (Beck 1995; 2008)<sup>3</sup>. Ka nanotehnoloogia igapäevasemaks muutumisega kaasnevatele mõjudele võib olla keeruline osundada, kuna need avalduvad sageli interdistsiplinaarselt, eri teadusharude, eluvaldkondade või tehnoloogiate kokkupuutumise piirialadel, mille märkamiseks, juhtimiseks või reguleerimiseks puuduvad olemasolevad struktuuralsed eeldused.

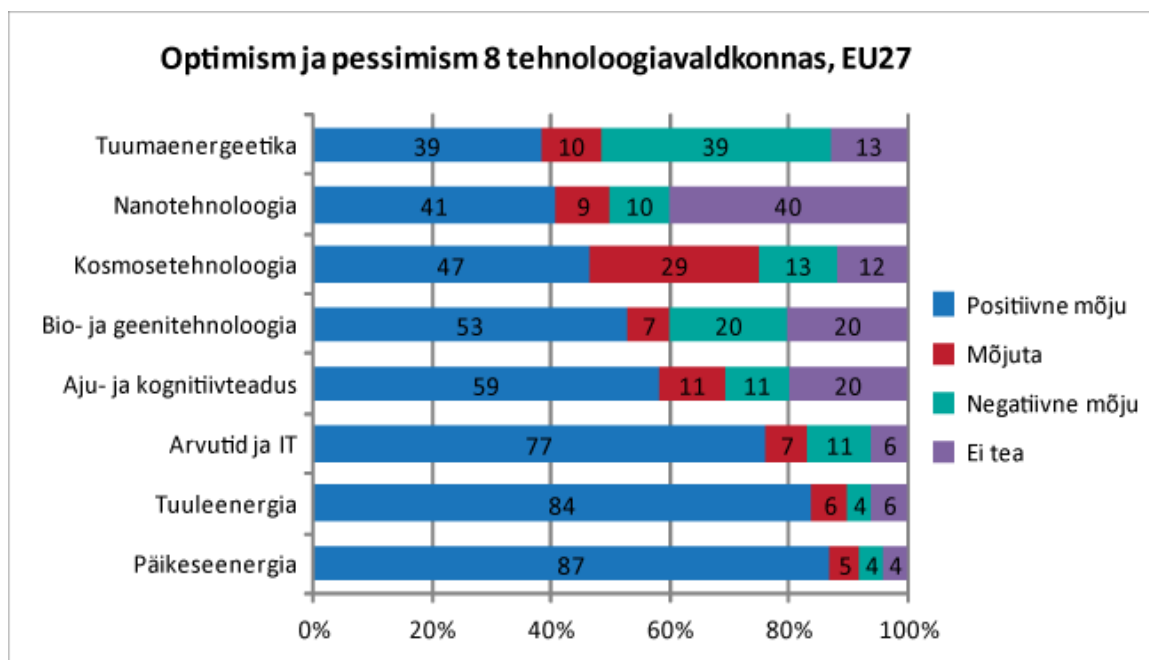
Eesti eripära võrreldes teiste Euroopa riikidega on elanikkonna suurem avatus ja positiivsem üldhoiak tehnoloogilistesse uuendustesse. Järgmine joonis põhineb 2010. aastal üle-euroopaliselt läbi viidud elanikkonnaküsitluse tulemustel, mille põhjal jagab Eestis koos Norraga uutesse tehnoloogiatesse kõige optimistlikumalt suhtuvate maade esikohta.

<sup>3</sup> Beck, U. (1995) *Ecological Politics in the Age of Risk*. Cambridge: Polity Press; Beck, U. (2008). *Beyond Risk Society: Towards the Theory of Cosmopolitan Modernity*. Public lecture at Kyung Hee University, Korea, April 2<sup>nd</sup>, 2008.



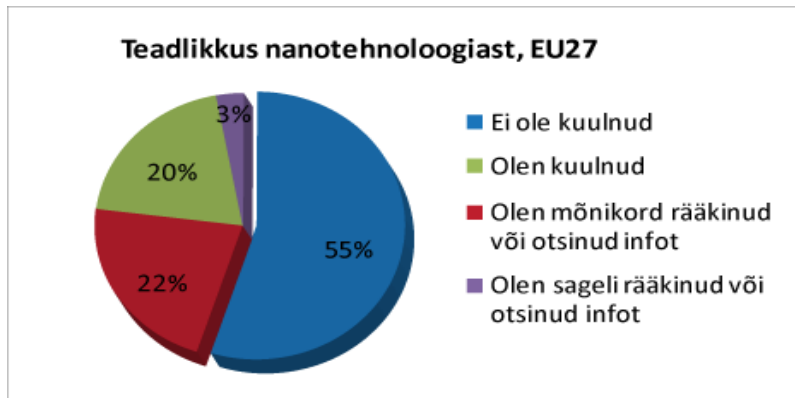
Allikas: *Europeans and Biotechnology in 2010 - Winds of change? Studies and Reports*. European Commission: [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_341\\_winds\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_winds_en.pdf)

Samas uuringus küsiti ka elanike hinnanguid kaheksa uue tehnoloogiavaldkonna mõju kohta. Selgus, et vastajates tekitas kõige enam küsimusi nimelt nanotehnoloogia võimalik mõju.



Joonis on kohandatud allikast: *Europeans and Biotechnology in 2010 - Winds of change? Studies and Reports*. European Commission: [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_341\\_winds\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_winds_en.pdf)

Otseselt nanotehnoloogia teadlikkuse teemale keskendudes selgus ka selle põhjus – üle poole küsitlusele vastanutest ei olnud nanotehnoloogia sisu ega tehnilise probleemipüstitusega varem kokku puutunud. Üksnes ligemale veerand vastanutest omas mingitki ettekujutust sellest, millega see 21. sajandi majanduskasvu üheks võimalikuks veduriks peetav valdkond tegeleb.



Joonis on kohandatud allikast: *Europeans and Biotechnology in 2010 - Winds of change? Studies and Reports*. European Commission: [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_341\\_winds\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_winds_en.pdf)

Niisiis vajab avalikkus teavitamist, koolitamist ning tekkivate küsimuste läbiarutamist. Rahvusvahelised impulsid nanotehnoloogia küsimuste reguleerimiseks tulevad tõenäoliselt reageeringutena juba ilmnunud probleemidele. Selle äraootamine võib kõigutada elanike usaldust nii uute tehnoloogiate kui ka kohalike seadusandjate suhtes.

### Mõned väljakutsed õigusloomele

Uue tehnoloogiavaldkonna kujunemist ei tuleks iseenesest käsitleda probleemina. Ka nanotehnoloogiast ning selle levimise mõjust rääkides on oluline toonitada, et peamised teadaolevad ohud ei johtu mitte võimalikest õnnetustest, vaid uute tehnoloogiate kuritahtlikust kasutusviisist, seda nii looduskeskkonna kui julgeoleku mõttes üldisemalt. Erainvestoritel on huvi investeringute kiireks tagasiteenimiseks ning ohutuse tagamine võib jääda teisejärguliseks. Seega tuleb avalikul võimul nende küsimuste reguleerimist võtta seda tõsisemalt. Euroopa Liidu tasandil on viimastel aastatel kõneldud riigipoolse rahastamise suurendamise olulisusest nanotehnoloogia uurimisel ja arendamisel, mis teeniks ühtlasi nii julgeoleku kui majandusarengu suunamise huve.<sup>4</sup>

Teine õigusloome seisukohast oluline tegevusvaldkond seisneb selgete riiklike prioriteetide ning arengusuundade paikapanelamises. Eestisugusele väikeriigile võib see tähendada interdistsiplinaarse nanoteaduse teatavate suundade eelisarendamist ja selleks vajaliku taristu väljaarendamist. Riigipoolne otsusekindlus nendes küsimustes on teiste riikide kogemuse põhjal aidanud kaasa lisaks elanike teadmiste- oskuste kasvatamisele ka usalduse- ja eetikaküsimuste edendamisele.<sup>5</sup>

Kolmandaks suureks valdkonnaks, mille reguleerimine vajab uute tehnoloogiate tekkimisel põhjalikku revideerimist on autoriõigused. Kui tulevikus võimaldavad nanotehnoloogilised lahendused muuhulgas aatomite täpsusega üles ehitada duplikaate erinevatest originaalteostest ja -materjalidest, siis tuleb leida vastuseid näiteks küsimustele: kas aatomi või molekuli struktuuri saab patenteerida; kas uus suurus tähendab ka uut objekti- eset; kellele kuulub nanomasinate looming; kuidas reguleerida ja maksustada inimsilmale nähtamatut tegevust ning selle tulemusi?

Nanotehnoloogia arengute suunamine saab olema keeruline ülesanne. Otsused ja valikud muutuvad üha põhimõttelisemaks ning nende mõjuulatus kasvab. Ka Eestil tuleb end nanodiskussioonis osalemiseks valmis seada.

Erle Rikmann

nõunik

[erle.rikmann@riigikogu.ee](mailto:erle.rikmann@riigikogu.ee)

---

Õigus- ja analüüsiosakond on Riigikogu struktuuriüksus, mis nõustab rahvaesindajaid ja nende heaks töötavaid ametnikke. Käesolev informatsioon on koostatud osakonna algatusel. Autorid on valmis arutlema huvilistega töö sisu üle. Kõik kommentaarid on teretulnud.

<sup>4</sup> Vt Euroopa Ühenduste teatis (2007). Nanoteadused ja nanotehnoloogiad: Euroopa tegevuskava 2005–2009. Esimene rakendusaruanne 2005–2007. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52007DC0505:ET:NOT>

<sup>5</sup> Macnaghten P, Kearnes MB and Wynne B (2005). Nanotechnology governance and public deliberation: What role for the social sciences? *Science Communication* 27: 268–291; Macoubrie J (2006). Nanotechnology: Public concerns, reasoning, and trust in government. *Public Understanding of Science* 15: 221–241.