

Tartu Ülikooli senatile

Esildis ja põhjendus akadeemikukandidaadi Jaan Aru esitamiseks tehisaru valdkonnas

Arvutiteaduse instituut esitab Eesti Teaduste Akadeemia liikmekandidaadiks tehisaru alal Tartu Ülikooli arvutiteaduse instituudi **arvutusliku neutroteaduse ja tehisintellekti kaasprofessori Jaan Aru.**

Jaan Aru teadustöö põhieesmärk on olnud mõista, kuidas tehisaru erineb inimajust ja kuidas inimaju tööpõhimõtteid rakendada tehisarus. Aju ja tehisaru võrdlemine on alles hoogu sisse saav, kuid kiiresti arenev teadussuund, kus Jaan Aru on üheks teerajajaks. See on tulevikuvaldkond, sest tehisaru kiire areng sunnib meid inimestena küsima, mis (kui üldse miski) teeb meid inimesi eriliseks. Eesti jaoks on see valdkond tähtis, sest ehkki me suuremahuliste tehisarusüsteemide arendamises ei saa vastu rahvusvahelistele korporatsioonidele nagu Google, Facebook või OpenAI, on meil võimalus luua inimkesksemat ja inimmõistuse arengut toetavat tehisaru, kui me oskame õigesti kasutada teadmisi iseenda mõistuse ja aju kohta. Olukorras, kus me ühiskonnana oleme alles kohanemas uute tööriistadega, mis ühelt poolt hõlbustavad teatud tüüpi ülesannete täitmist, kuid teisalt tugevalt mõjutavad seda, kuidas õpime ja töötame, on oluline mõtestada, kuidas tehisaru süsteeme selliselt disainida ja kasutada, et need võimendaksid, mitte ei vähendaks inimmõistuse potentsiaali. Just selliste küsimustega tegelemine on olnud Jaan Aru teadustöö keskmes. Sellest annab tunnistust ka see, et just Jaan Aru on olnud presidendi ellukutsutud TI Hüpoteesi programmi teadustöö juht.

Jaan Aru kõige tuntumad artiklid tehisaru alal on teoreetilised artiklid, kus esitatakse uusi ideid ja hüpoteese. Seda tüüpi artiklid on väärtuslikud olukorras, kus uus interdistsiplinaarne teadusharu kolme teema – aju, aru ja tehisaru – kokkupuutepunktis on alles kujunemisjärgus. Protsessi alguses on tarvis kokku leppida ühistes põhiprintsiipides ning neid põhiprintsiipe ongi Jaan Aru töö välja pakkunud. Näiteks ühes hiljutises Jaan Aru poolt avaldatud maailmateaduse tippajakirja Nature Reviews Neuroscience artiklis kirjeldatakse, kuidas aju arhitektuur erineb tehisaru süsteemidest ja kuidas neid teadmiseid saaks ja tuleks rakendada, et arendada uusi ja võimekamaid tehisaru süsteeme.

Jaan Aru tugevdaks Eesti Teaduste Akadeemiat peamiselt kolmes aspektis. Esiteks on Jaan Aru aktiivselt seotud noorteadlaste järelkasvu suunamise ja harimisega. Jaan on tehisarust pidanud loenguid mitmetes koolides, ta on kahel aastal vedanud rahvusvahelise tehisaru olümpiaadi Eesti võistkonna tööd, ta nõustab TÜ teaduskooli uue tehisaru-teemalise kursuse kokkupanekul ja annab magistritaseme kursust “Tehislik ja loomulik mõistus”, kust iga aasta käib läbi üle saja noore inimese.

Teiseks on Jaan Aru aktiivne teaduse populariseerija, kes käib rääkimas teadusest tõesti kõigile lasteaiast eakateni, ettevõtjatest noorte heliloojateni. Jaan kirjutab raamatuid, selgitab teadust ajakirjanduses ja jõuab inimesteni, kelleni teadus muidu ei jõuaks. Jaan Aru lisaks Teaduste Akadeemiale hääle, mis lööks kaasa ühiskondlikes diskussioonides ja oleks kuulda Eestimaa eri paikades väga erinevatele inimestele.

Kolmandaks, Jaan Aru tugevdaks Teaduste Akadeemiat mitte ainult tehisaru alal, vaid tooks kaasa oma laiahaardelise kogemuse tehisaru, ajuteaduse ja psühholoogia seostest. Eestist on raske teha tippteadust keskendudes ainult tehisarule, kuna seda ala domineerib teadustöö, mis on tehtud suurkorporatsioonides. Pigem saab meie tugevus olla interdistsiplinaarne vaade, mida maailmateaduses on viimastel aastakümnetel vähemaks jäänud. Jaan Aru teadustöö näitab, et selline laiapõhjaline vaade tehisarule on võimalik ja et seda maailmateaduses ka hinnatakse. Seda kinnitab nii Jaani viimaste aastate artiklite edukus tippajakirjades kui ka see, et just selle interdistsiplinaarse haarde tõttu on Jaan sel aastal kutsutud ka ERC alustava teadlase grandide hindamispaneeli.

Kandidaadi andmed

Jaan Aru

Sünd: 21.11.1984

Olulisemad käimasolevad teadusprojektid

Inimmõistuse töötlusahel käitumuslikul, neuronaalsel ja algoritmilisel tasandil

Rahastamine: 338 500 eurot

Vastutav täitja: Jaan Aru

Rahastaja: Sihtasutus Eesti Teadusagentuur

– Selles projektis võrreldakse inimaru ja tehisaru erinevates olukordades ja katsetes.

Projekt sai enne täisrahastuse saamist ka nõ sillagrandi.

Eesti Tehisintellekti Tippkeskus

Rahastamine: 7 000 000 eurot

Vastutav täitja: Meelis Kull

Rahastaja: Haridus- ja Teadusministeerium

– Selles projektis on Jaan Aru teadusrühma ülesanne uurida tehisaru hariduses.

Inimkesksete digilahenduste arendamine

Rahastamine: 916 920 eurot

Vastutav täitja: Kuldar Taveter

Rahastaja: Sihtasutus Eesti Teadusagentuur

– Selles projektis on Jaan Aru juhitud teadusrühma ülesanne uurida, millised tehisaru-põhiseid lahendused on inimkesksed.

Tähtsamad teaduspublikatsioonid

Kõige olulisemad tehisaruga seotud publikatsioonid:

Suzuki, M., Pennartz, C. M., & **Aru, J.** (2023). How deep is the brain? The shallow brain hypothesis. *Nature Reviews Neuroscience*, 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41583-023-00756-z>

Aru, J. (2025). Artificial intelligence and the internal processes of creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 59(2), e1530. <https://doi.org/10.1002/jocb.1530>

Laak, K.J., & **Aru, J.** (2025). AI and personalized learning: bridging the gap with modern educational goals, *Educational Technology & Society*, 28(4), 133–150. [https://doi.org/10.30191/ETS.202510_28\(4\).RP08](https://doi.org/10.30191/ETS.202510_28(4).RP08)

Aru, J., Labash, A., Corcoll, O., & Vicente, R. (2023). Mind the gap: Challenges of deep learning approaches to theory of mind. *Artificial Intelligence Review*, 56(9), 9141-9156. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10401-x>

Aru, J., Larkum, M. E., & Shine, J. M. (2023). The feasibility of artificial consciousness through the lens of neuroscience. *Trends in Neurosciences*, 46(12), 1008-1017 <https://doi.org/10.1016/j.tins.2023.09.009>

Tampuu, A., Matiisen, T., Kodelja, D., Kuzovkin, I., Korjus, K., Aru, J., **Aru, J.** & Vicente, R. (2017). Multiagent cooperation and competition with deep reinforcement learning. *PloS one*, 12(4), e0172395. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172395>

Kuzovkin, I., Vicente, R., Petton, M., Lachaux, J. P., Baciú, M., Kahane, P., Lachaux, J.P., Vidal, J. & **Aru, J.** (2018). Activations of deep convolutional neural networks are aligned with gamma band activity of human visual cortex. *Communications biology*, 1(1), 107. <https://doi.org/10.1038/s42003-018-0110-y>

Kõige olulisemad mitte otseselt tehisaruga seotud publikatsioonid:

Aru, J., Suzuki, M., & Larkum, M. E. (2020). Cellular mechanisms of conscious processing. *Trends in cognitive sciences*, 24(10), 814-825. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.07.006>

Aru, J., Drüke, M., Pikamäe, J., & Larkum, M. E. (2023). Mental navigation and the neural mechanisms of insight. *Trends in Neurosciences*, 46(2), 100-109.

<https://doi.org/10.1016/j.tins.2022.11.002>

Aru, J., Bachmann, T., Singer, W., & Melloni, L. (2012). Distilling the neural correlates of consciousness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 737-746.

<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.12.003>

Ühiskondlik tegevus, sh tegevus oma teadusvaldkonna populariseerimisel

Jaan Aru on üks viimase aastakümne kõige hinnatumaid teaduse populariseerijaid Eestis. Seda väidet toetab fakt, et ta on saanud kolm korda Eesti teaduse populariseerimise auhinna (aastatel 2016, 2021 ja 2024).

Viimase viie aasta jooksul on Jaan Aru teinud rohkem kui 300 esinemist väga erinevatele ettevõtetele, asutustele ja inimestele. Jaan on teadusest rääkimas käinud ka suurlinnadest eemal, erinevates Eesti paikades, näiteks Väike-Maarjas, Soolus, Karepal, Toilas, Kurepalus, Jüris, Hüürus, Kosel, Sõmerus, Tabasalus, Jõgeval ja Sakus.

Jaan on käinud esinemas kümnetes koolides (väiksematest kohtadest näiteks Kuressaares, Raplas, Tabasalus, Meriväljal, Väike-Maarjas, Lagedil). Mitmes koolis on teda kutsutud esinema lapsevanematele, et paremini selgitada, mida nemad teha saaksid, et teaduspõhiselt oma lapsi toetada (näiteks Kalamaja koolis, Pärnu Waldorfkoolis, Püüsi koolis, Käina koolis, Taebla koolis, Randvere koolis, Tabasalus koolis, Kostivere koolis).

Oma endises koolis, Hugo Treffneri Gümnaasiumis, korraldas Jaan aastatel 2008-2018 üritust "Tarkusepäevake". On teada, et see üritus tõi nii mõnegi noore inimese teadusesse. Aastal 2025 andis Jaan samas koolis ka ühe perioodi vältel kursust "Aru ja tehisar". Jaan on juhendanud rohkem kui viit gümnaasiumiõpilaste uurimistööd.

Jaan on tihti käinud televisioonis ja raadios teadust populariseerimas. Jaan ei ole osalenud mitte ainult saadetes, mida kuulab ja vaatab informeeritum kuulaja, vaid ka näiteks Raadio 2 saates "Agenda", Kanal 2 saates "Õhtu", ETV saates "Hommik Anuga" ja TV3 saates "Kaks kanget live!". Seeläbi on teadus jõudnud ka nende vaatajate ja kuulajateni, kes ehk tavaliselt teadusest ei huvituks. Samuti on Jaan olnud külaline mitmetes taskuhäälingutes, sest ka taskuhäälingute kaudu on võimalik jõuda inimesteni, kes ei loe raamatuid, ei tarbi tavalisi meediakanaleid ja on teaduskauged.

Jaan on olnud rohkem kui viieteistkümne teadusliku ja populaarteadusliku raamatu teaduslik toimetaja (näiteks David Eaglemani „Aju”; Matthew Walkeri raamat „Miks me magame”; Dan Greeni ja Sean Simsi „Inimese imeline aju”, mis on lisaakende ja keeratavate rataste ja värviliste piltidega raamat ajast lastele).

Jaan on ka ise kirjutanud mitu populaarteaduslikku raamatut. 2017. aasta märtsis ilmus Jaan Aru populaarteaduslik raamat "Ajust ja arust". Seda raamatut on võimalik mõista ja lugeda ilma et midagi varem oleks aju kohta kuulnud või lugenud. Mitu kuud oli raamat Rahva Raamatu ja Apollo müügiedetabeli esikümnes. Samuti oli mitu kuud müügiedetabelite tipus raamat "Loovusest ja logelemisest". Teadusraamat oli inimeste silme all, nad lugesid seda ja ostsid seda. Raamat valiti 2022. aastal nii Apollo kui ka Rahva

Raamatu vastaval konkursil parimaks ainteraamatuks. Mõlemad populaarteaduslikud raamatud käsitlevad ka tehisaru temaatikat. Jaan Aru järgmine raamat ilmub aasta 2026. alguses ja keskendub just tehisarule.

Link kandidaadi teabele Eesti Teadusinfosüsteemis (ETIS):

https://www.etis.ee/CV/Jaan_Aru/

(allkirjastatud digitaalselt)

dr Heisi Kurig

Arvutiteaduse instituudi juhataja