

Esildis geodeesiaprofessor Artu Ellmann'i valimiseks Eesti Teaduste Akadeemia akadeemikuks geomaatika valdkonnas

Esitame käesolevaga Tallinna Tehnikaülikooli geodeesiaprofessori **Artu Ellmanni** Eesti Teaduste Akadeemia geomaatika valdkonna akadeemikukandidaadiks.

Prof. Artu Ellmanni akadeemiline teekond

Magistrikraad (*cum laude*, insenerigeodeesia) Moskva Geodeesia ja Kartograafia Riiklikust Ülikoolist (1986-1993); tehnikateaduste litsentsiaat (2001), doktor (2004, füüsikaline geodeesia) Kuninglikus Tehnikaülikoolis (KTH), Stockholmis. 2004–2006 töötas Kanada New Brunswicki Ülikoolis (UNB). Al. 2006 töötab Tallinna Tehnikaülikoolis, kus 2008 valiti geodeesiaprofessoriks. Al. 2016. tennuriprofessor ja inseneriteaduskonna Ehituse ja Arhitektuuri Instituudi teedeehituse ja geodeesia uurimisrühma juht. Juhtinud Eesti teadusagentuuri rahastatud rühmagrante, osalenud mh. Euroopa Kosmoseagentuuri ja Euroopa Liidu rahastatud koostööprojektides. Teinud ettevõtlusele vajalikke TA ja rakendusuringuid. Avaldanud 100 eelretsenseeritud teadusartiklit (andmebaasis Scopus 98 artiklit, mida on viidatud ligi 1350 korda); Scopus h-indeks 20, WoS h-indeks 17, Google Scholar h-indeks 26 (viiteid üle 2200). TalTech 2022. aasta tehnika- ja tehnoloogiavaldkonna parima teadusartikli kaasautor. A. Ellmanni poolt (kaas)juhendatud doktoritöid on kaitstud 12. Tema poolt juhendatutest on kolm valitud professoriks kolmes erinevas Eesti kõrgkoolis.

Teaduslik uurimisvaldkond

Artu Ellmann on rahvusvaheliselt tunnustatud geodeet, kelle teadustöö keskmes on füüsikaline geodeesia, Maa gravitatsioonivälja ja geoidi (kõrguste/sügavuste füüsikaline lähtenivoo) modelleerimine nii maismaal kui merel. Tema viimaste aastate teadustöö on laienenud masinõppe strateegiate väljatöötamisele ja rakendamisele mere dünaamiliste protsesside prognoosimiseks ja hüdrodünaamiliste mudelite täiustamiseks, selleks ka kaugseire tehnikate (nt. satelliitaltimeetria) rakendamine.

Rakenduslikus võttes on ta käsitletud riikliku ja rahvusvahelise geodeetilise infrastruktuuri teaduspõhist arendamist, esmajoones GNSS (globaalne satelliitnavigatsioonisüsteem) põhiste riiklike referentsüsteemide kasutuselevõttu ja täiustamist. Samuti on ta arendanud mittekontaktsete mõõdistustehnikate – aerofotogramm-meetria, mobiilse ja terestrilise laserskaneerimise, kasutatavust inseneerias. Ruumiandmete analüüside, modelleerimise ja visualiseerimise meetodikate väljaarendamise kaudu on ta sidunud geodeetilised mõõtmised, kaasaegsed andmetöötlusmeetodid ja ruumiandmeteenused ühiskonna vajadustega. Täpne geodeetiline referents on vajalik nii digiühiskonna toimimiseks ning ka autonoomsete sensorite piiriüleseks käitamiseks. GNSS-iga ühilduvad kvaliteetsed ruumiandmed on alusinformatsioon isejuhtivatele sõidukitele ja laevadele, mobiilsetele robotitele ning intelligentsetele transpordisüsteemidele. Tema akadeemiline kandepind avaldub neljas omavahel seotud mõõtmes: tipptasemel teadustöö, teadustulemuste rakendamine Eesti geomaatika ja ruumiandmete riikliku infrastruktuuri arendamisel ning rahvusvaheliselt nähtava teaduskeskkonna ja järelkasvu kujundamine.

1. Teaduslikud saavutused - staatilisest geoidimudelist dünaamilise kõrgussüsteemini

Artu Ellmanni teadustöö keskseks saavutuseks on uus lähenemine Eesti ja Läänemere piirkonna gravitatsioonivälja ning geoidi modelleerimisele. Algselt KTH doktoritöös formuleeritud ja Kanadas UNB-s edasiarendatud põhimõtted on aluseks Eesti geoidimudelite määramisel ning rahvusvahelistes koostööprojektides. Nendes ühendatakse gravimeetria, GNSS- ja nivelleerimisandmed ning globaalsed ja regionaalsed gravitatsioonivälja mudelid. Oluliseks teaduslikuks ja rakenduslikuks tulemuseks on Eesti ametlike geoidimudelite väljatöötamine. Need võimaldavad teisendada GNSS-ile omased ellipsoidilised kõrgused täpse füüsikalise sisuga kõrgusväärtusteks (merepinna suhtes), pakkudes kiiret ja hinnatõhusat alternatiivi traditsioonilisele nivelleerimisele. Praegune EST-GEOID2017 mudel, mis on õigusaktiga kehtestatud Eesti geodeetilise süsteemi koostisosana, on kujunenud laialdaselt kasutatavaks rakenduslikuks mudeliks, mille kasutuslitsentsi on nüüdseks saanud ligi 300 ettevõtet ning teadusasutust. Täpset geoidimudelit kasutatakse loodusliku ja ehitatud keskkonna mõõdistamisel, sh. insenertehnilistes töodes - teede, raudteede ja tehnovõrkude rajamisel ning ehitiste mõõdistamisel ja monitooringul. Eriti oluline on see piiriülestes taristuprojektides, nagu Rail Baltica, kus ühtne kõrgusreferents on tehnilise koostöö eelduseks. Prof. Ellmann kuulub Läänemere riikide kõrgus- ja merekaardistamissüsteemide ühtlustamisega tegelevasse tuumikusse, mille töö tulemusena töötati välja Läänemere uus ühtne meregeoidil põhinev

merekaardistusdaatum *Baltic Sea Chart Datum 2000* (BSCD2000). See võimaldab viia eri riikide hüdrograafilised sügavusmõõtmised ühisesse referentsüsteemi. Paarisentimeetrise täpsusega meregeoidi kasutamine võimaldab rakendada GNSS-põhist täppispositsioneerimist ka hüdrograafias, pakkudes usaldusväärseid sügavusandmeid ja parendades seega navigatsiooniohutust. Praeguseks on kõik Läänemere riigid (v.a. Venemaa) võtnud uue BSCD2000 daatumi hüdrograafiliste mõõdistuste ja merekaartide aluseks. Ellmanni teadustöö näitab seega, kuidas fundamentaalne füüsikalise geodeesia probleem on saanud laialdaselt kasutatava tehnikateadusliku lahenduse. Tema panus ulatub seega konkreetsete mudelite loomisest kuni teadusliku ja metoodilise aluse kujundamiseni, mis leiab järgijaid mujal maailmas.

Geoidiarvutusele järgneva loogilise sammuna käsitleb nüüd Ellmann teaduslikult originaalselt kõrgusreferentsi dünaamilisena, mis kirjeldab paremini merepinna ruumilis-ajalist dünaamikat. See võimaldab merepinna muutuste kirjeldamist ja prognoosimist masinõppe meetoditega, ühendades geodeesia, satelliitltimeetria, okeanograafia ja andmeteaduse võimalusi. Sellel on otsene rakendus meresõidu ohutuse ja tõhususe parandamisel, võimaldades täpsemalt hinnata mereolusid, optimeerida laevade teekondi ning toetada avamere energiataristu asukoha, tehniliste lahenduste ja majandusliku tasuvuse hindamist. See loob ka eeldused autonoomsete laevade kasutuselevõtuks Läänemere veeteedel.

Artu Ellmann on seega Eestis kujundanud rahvusvaheliselt nähtava meregeodeesia uurimissuuna, mille eesmärk on määratleda kaasaegsete satelliitvaatluste, hüdrodünaamiliste mudelite ja tehisintellektil põhinevate meetoditega merepinna tegelik ruumilis-ajaline dünaamika.

2. Teaduspõhine geomaatika ja ruumiandmete infrastruktuuri arendamine avalikus sektoris

Prof. Ellmanni teadustööle annab ühiskondliku ja rakendusliku mõõtmise töö Maa-ameti peadirektori asetäitjana (geomaatika valdkond) 2017–2024, mil ta suunas Eesti riikliku geomaatika oluliste suundade (geoinformaatika, geodeesia, kartograafia, fotogramm-meetria, aadress- ja kohanimeandmed, topograafilised andmed, satelliitkaugseire ja ruumiandmeteenused) arendamist, käsitledes andmehõivet, andmekvaliteeti, modelleerimist ja ruumiandmeteenuseid ühtse teaduspõhise süsteemina. Tema eestvedamisel 2021 välja töötatud Geo3D strateegia on tegevusplaaniks kolmemõõtmeliste (3D) ruumiandmete hõiveks, mille andmetihedus ja täpsus võimaldavad luua automatiseeritult (tehisintellekti ja masinõppe meetoditega) elu- ja looduskeskkonna geomeetria 3D andmemudeleid ja digitaalseid kaksikuid. Geo3D eesmärk on muuta ruumiandmete hõive, töötlemise ja modelleerimise põhimõtteid nii, et erinevad riiklikud elutähtsad andmekogud (aadressi- ja kohanimeandmed, maakataster, ehitisregister ja planeeringute register) saaksid tugineda ühtsele kvaliteetsele 3D andmestikule ja ruumiandmeteenustele. Üheks esimeseks Geo3D väljundiks oli Eesti loodus- ja elukeskkonna digitaalne 3D mudel, mis on laialdaselt kasutuses planeerimises, ehituses, keskkonnakorralduses ja erinevates otsustusprotsessides.

Geo3D raames uuendati A. Ellmanni juhtimisel riiklikku ESTPOS GNSS tugijaamade taristut, mis võimaldas täppisasukohamääramise teenuse avamist kõigile soovijatele. ESTPOS tuvastab ja monitoorib üleriigiliselt GNSS signaalide häiringuid, millel on oluline tähendus riigi julgeolekule. Võeti kasutusele Geo3D eesmärke täitvad aero- ja kaldkaamerad ning aerolaserskanner. Ühtlasi käivitati tehisintellekti rakendamine uute seadmetega hõivatavatest suurandmetest topograafiliste nähtuste automaatseks tuvastamiseks. Oluliseks sammuks oli satelliitandmete keskuse EstHUB rajamine, mis võimaldab ligi-reaalajas ligipääsu Euroopa Kosmoseagentuuri satelliidiandmetele. Sellel perioodil mindi üle uuele riiklikule kõrgussüsteemile EH2000, mis Euroopa kõrgussüsteemiga ühilduvana võimaldab piiriüleste taristuobjektide projekteerimist ja ehitust. Sel moel viis Artu Ellmann geodeesia ja geomaatika parima teadusteadmise riigi digitaalse ruumiandmehõive infrastruktuuri arendamisse. Avaliku sektori vajaduste tundmine andis tõuke uutele teadusküsimustele – kuidas koguda, modelleerida ja ajakohastada suuremahulisi ruumiandmeid ning kuidas siduda heterogeensed vaatlusandmed ühtseks ruumiliseks infoks. Teisisõnu Artu Ellmanni teadlaseprofiili tuumikteadmised konverteeriti riiklikuks võimekuseks ning riigi praktilised probleemid omakorda uute teadusküsimuste allikaks.

3. Rahvusvaheline teaduslik mõju ja Eesti geomaatika esindamine

Artu Ellmann on aktiivselt esindanud Eestit rahvusvahelistes geodeesia- ja geomaatikaorganisatsioonides ning teaduskoostöövõrgustikes. Ta on panustanud Eesti, Läti ja Leedu Geodeesia Komisjoni (olles ka selle esimees 1997-2000), ülemaailmsesse Rahvusvahelisse Geodeesia Assotsiatsiooni (IAG, Eesti esindaja alates 2006), Põhjamaade Geodeesiakomisjoni (NKG), Euroopa ruumiandmete rakendusuuringute ühingu EuroSDR (*European Spatial Data Research*), EUREF (*Regional Reference Frame Subcommittee for Europe*), Läänemere

Hüdrograafiakomisjoni (BSHC) vertikaaldaatumi töögrupi tegevustesse. Geoid, kõrgussüsteemid, meregeodeesia ning ruumi- ja kaugseireandmete integreerimine on valdkonnad, milles ta on ühendanud Eesti teadlaste kompetentsi rahvusvahelise teaduskoostööga ning panustanud selle kaudu Eesti geodeetilise infrastruktuuri arengusse.

Tema rahvusvahelist teaduslikku mõju kinnitavad osalemine rahvusvahelistes teadusprojektides ning tegevus teadusajakirjade retsensendi, teaduskonverentside kutsutud ettekandja ja arvamuspaneelides esinejana. Tema roll ei ole piirdunud rahvusvaheliste teadmiste Eestisse toomisega. Märksa enam on Eestis välja töötatud lahendused ja kujundatud teadussuunad tema kaudu liikunud rahvusvahelise koostöö aluseks. Tema kaudu on Eesti geomaatikateadus olnud nähtav ja mõjukas partner rahvusvahelises teadusruumis.

4. Teadlaste järelkasv ja geomaatika teaduskoolkonna kujundamine

Prof. Ellmann on järjepidevalt panustanud geomaatikaõppe ja teaduse kvaliteedi arendamisse. Ta on välja töötanud ja õpetanud kümnekond õppeainet kõigil kolmel kõrgharidusastmel, õpetanud ka välisülikoolides ning osalenud doktoritööde hindamiskomisjonides. Ta on mitme eestikeelse kõrgkooliõpiku autor. Tema juhtimisel koostatud õpik „Ehitusgeodeesia“ tunnistati 2025. a parimaks eestikeelseks kõrgkooliõpikuks. Ta on läbi viinud rahvusvahelisi geoidi modelleerimise töötubasid ning korraldanud 2025 aastal Põhjamaade Geodeesiaakomisjoni suvekooli. Ekspertina on ta hinnanud Läti ja Leedu geomaatika bakalaureuse-, magistri- ja doktoriõppe õppekavasid.

Ellmanni juhitud uurimisrühmas on klassikaline geodeesia on ühendatud satelliit tehnoloogia, kaugseire, okeanograafia, andmeteaduse, masinõppe ja tehisintellektiga. Selle arengut on toetanud prof. Ellmanni võidetud konkurentsipõhine teadusrahastus, rahvusvaheline teaduskoostöö ning koostöö Eesti ettevõtete ja riigiasutustega. Tulemusena on välja arendatud kaasaegne geomaatika teadustaristu ja loodud tugev alus akadeemilisele järelkasvule.

Artu Ellmann on edukalt ja pikaajaliselt panustanud geomaatika teadlaste ja tippspetsialistide järelkasvu kujundamisse. Tema juhendamisel on kaitstud 12 doktoritööd. Tema juhendatud doktorant pälvis 2023. aasta üliõpilaste teadustööde riiklikul konkursil doktoriõppe esimese preemia. Juhendatud doktoritest on kujunenud iseseisvad teadlased ja õppejõud, sealhulgas professorid Eesti kõrgkoolides; mitmed on jätkanud teadustööd järel doktoritena välismaa ülikoolides ja teaduskeskustes või rakendanud oma kompetentsi avalikus sektoris ja ettevõtluses. Sisuliselt on ta kujundanud teaduskoolkonna, mille mõju ulatub Eestist märksa kaugemale.

Tema panus teaduse ja kõrghariduse arendamisse ulatub ka institutsionaalsesse juhtimisse. Aastatel 2013–2017 kuulus ta Tallinna Tehnikaülikooli nõukogusse ning selle teadus- ja õppe- ning akadeemiliste küsimuste komisjoni. SA Kutsekoja Ehituse, Kinnisvara ja Geomaatika kutsenõukogu ja Eesti Geodeetide Ühingu kutsekomisjoni liikmena on ta panustanud kutseüsteemide kaasajastamisse geomaatika valdkonnas. Ligi 100 tema eestikeelset geomaatikategevusi selgitavat ja populariseerivat artiklit on oluliselt laiendanud selle valdkonna tuntust ja kandepinda.

Kokkuvõtte

Prof. Artu Ellmann on rahvusvaheliselt tuntud geodeet ja geomaatikateadlane, kelle osalemisel on kujundatud Eesti geodeetilise ja ruumiandmete infrastruktuuri olulised osad ning tema poolt väljatöötatud põhimõtteid on kasutatud Läänemere ühtse kõrgus- ja merekaardistussüsteemi BSCD2000 loomisel. Viimastel aastatel on Ellmann kujundanud originaalse suuna dünaamilise kõrgussüsteemi määratlemisel.

Tema tegevuse oluline osa on olnud teaduspõhise geomaatika arendamine ja rakendamine ühiskonna vajadusteks Eestis, sh avaliku sektori ruumiandmete 3D-modelleerimise, GNSS-taristu, kaugseire ja riiklike ruumiandmeteenuste arendamine. Ellmanni teadus-, arendus-, juhtimis- ja eksperditegevus nii akadeemilises sfääris, avalikus sektoris kui ka rahvusvahelises koostöös on mõjutanud geomaatika kõikide osade (geodeesias ja geoinfosüsteemidest kuni hüdrograafia, maamõõtmise ja ruumiandmete haldamiseni) arengut Eestis. Tema teaduslikku ja ühiskondlikku mõju ilmestavad pikaajaline rahvusvaheline tegevus ning järjepidev teadlaste ja tippspetsialistide järelkasvu kujundamine. Ellmann on aidanud kujundada Eesti geomaatika teadussuundi, teaduskeskkonda, riiklikku geodeetilist ja ruumiandmete infrastruktuuri ning teadlaste järelkasvu viisil, mille mõju ulatub järgmiste põlvkondadeni.

Eeltoodust lähtudes peame professor Artu Ellmanni vääriliseks kandidaadiks Eesti Teaduste Akadeemia akadeemiku kohale geomaatika valdkonnas.