

Eesti geodeetid rahvusvahelises teaduses

Sander Varbla¹, Artu Ellmann^{1,2} – ¹Tallinna Tehnikaülikool, ²Maa-amet, sander.varbla@taltech.ee

Nii nagu varasematel aastatel, toimus ka tänavu (2019) kevadel Põhjamaade geodeesia komisjoni NKG (*Nordiska Kommissionen för Geodesi*) mõningase uuenduskuuri läbinud geodünaamika ja Maa uuringute ning tuleviku kõrgussüsteemide ja geoidi töögruppide kohtumine (varem vastavalt geodünaamika ning geoidi ja kõrgussüsteemide töögrupid). Sel korral koguneti 11.–13. märtsil Taani Tehnikaülikooli Kosmoseinstituudi (DTU *Space*) ruumides Kopenhaageni lähedal Lyngby's. Eestist osalesid töökoosolekul Tõnis Oja ja Sander Varbla.

Üheks koosoleku põhiteemaks oli interferomeetriline tehisavaradar (InSAR), mille kohased ettekanded ja arutelud olid kavas esmakordselt, kuid sisustasid sellegipoolest valdava osa esimesest päevast. Tegemist on kaugseire radaritehnoloogiaga, mis võimaldab mõõtmistulemuste aegridadest tuvastada maapinna deformatsioone. Edaspidiselt on SAR-i puudutav üheks ametlikuks geodünaamika ja Maa uuringute töögrupi osaks. Palju juttu tehti ka projekti FAMOS (*Finalising Surveys for the Baltic Motorways of the Sea*) teemadel. Räägiti gravimeetriliste andmete korjest ning olemasolevate kvaliteedist, projekti raames arvatavatest geoidi mudelitest ning nende valideerimisest. Viimast puudutas ka esiautorj poolt ette kantud aerolaserskaneerimisel põhinev meregeoidi mudelite valideerimise meetoodika (sellekohast artiklit saab lugeda ka käesoleva ajakirja kaante vahelt).

Ei puudunud aga ka juba tavapäraseks saanud teemad, nagu jääajajärgse maapinnatõusu modelleerimine ja referentsraamistikud. Põgusalt puudutati ka merepinna modelleerimist ja selle varieerumist Norra fjordides. Lisaks ettekannetele peeti plaane tuleviku osas ning jaotati tööülesandeid. Samuti tegid iga riigi esindajad (Põhjamaad ning Balti riigid) aastaaruande vormis kokkuvõtte tövõitudest. Eestit esindas selles osas Tõnis Oja (foto 1). Järgmine NKG geodünaamika ja Maa uuringute ning tuleviku kõrgussüsteemide ja geoidi töögruppide koosolek toimub arvata-vasti Islandil.

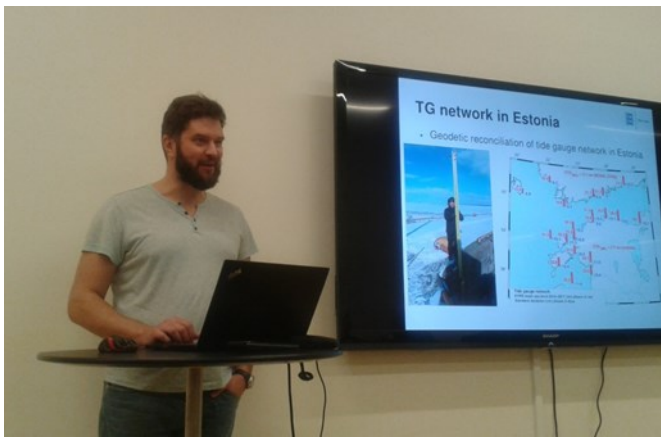


Foto 1. Tõnis Oja rahvuslikku ettekannet tegemas. Foto: S. Varbla

2019. aastal on toimunud arengud Eesti, Läti ja Leedu geodeetide ulatuslikumas kaasamises NKG tegevusse. On ju nende riikide esindajad alates 2018. aastast (esialgu veel vaatlajatena) oodatud osalema NKG presiidiumi töös. See on hea võimalus veelgi enam panustada koostöösse Põhjamaade ja Baltimaade sõsarasutuste ning ülikoolide tunnustatud teadlaste ja spetsialistidega. NKG presiidiumis on igast liikmesriigist kaks esindajat, kellele lisanduvad veel töörühmade juhid. Kogunetakse kaks korda aastas, nii näiteks toimus 2019 kevadine kokkusaamine (vt foto 2) Boråsi linnas (Göteborgi lähedal Lääne-Rootsis); sügiskohutamine on plaanitud Islandile. Presiidiumi esimeheks kuni aastani 2022 on eestlastele hästi teada prof Markku Poutanen Soome Maamõõduametist. NKG presiidium tegeleb suunaseadmisega NKG töörühmadele, mille täitmise edukuse hindamiseks kuulatakse ära töörühmade juhtide jooksvad tegevusaruanded. Arutelude tulemusena korregeritakse vajadusel kurssi ja/või tõhustatakse abi töörühmadele. Tegemist on seega pigem teadusadministratiivse tööga, mille mõju tunnetavad töörühmades osalejad otsest või kaudselt rühmade tegevuste ja uurimissuundade prioritseerimise kaudu. Hetkel on kõneks ka NKG statuudi mõningate oluliste sätete ulatuslik revisjon. Põhjamaade Geodeesia Komisjonis planeeritakse ka suuremaid ühisüritusi, nii näiteks toimub 2020. aastal nn NKG teadusnädal Islandil ning NKG suvekool arvatavalt Norras. Loodetavasti saab nendest osavõtjaid olema ka Geodeedi lugejate hulgas.

Mis puudutab aga eelmainitud SAR-i tehnoloogiat, siis toimus 15.–17. aprillil Tallinna Tehnikaülikoolis (TalTech) Euroopa Kosmoseagentuuri poolt rahastatava geodeetilise SAR-i teemalise rahvusvahelise projekti avakoosolek (foto 3). Projekti peaeesmärgiks on Läänemere regiooni riikide kõrgussüsteemide omavaheliste erinevuste väljaselgitamine, mis loob eeldused kõrgussüsteemide ühtlustamiseks (vt joonis 1). See on võimalik, kuna kosmoseandmeid kasutades saab üheaegselt jälgida väga suuri piirkondi, näiteks merega lahutatud riikide rannikualasid. Projektis osalevad Eesti geodeetid koostöös Müncheneri Tehnikaülikooli, Saksa Kosmoseuuringute Keskuse, Soome Geodeesia Instituudi, Rootsi Maamõõduameti ning Poola Teaduste Akadeemia kosmoseuuringute keskuse teadlastega. Eestist olid koosolekul osalemas Artu Ellmann, Anti Gruno, Karin Kollo ja Sander Varbla.

Sellise projekti tähtsus seisneb ühtse kõrgusliku nivoo-pinna kasutuselevõtus rahvusvaheliste infrastruktuuriprojektide elluviimisel. Nii saaks mereäärseid riike hõlmavate ühisprojektide (olgu selle näiteks praegu tihti kõneksvõetav Tallinna-Helsingi tunnel) projekteerimis- ja ehitustöödel hakkama ühtse kõrgussüsteemiga ega peaks tegelema segadusse viivate ümberarvutustega. Arvestades satelliit-asukohamäärangu süsteemide (nt GPS ja Galileo) laialdast

kasutuselevõttu, on täpsete kõrgusandmete olemasolu ning riikidevaheline ühildatavus kriitilise tähtsusega mitmes uues tehnoloogiavaldkonnas. Näiteks tulevikutranspordi kontekstis tuleb siinkohal nimetada autonoomseid isejuhtivaid sõi-

dukeid ja laevu ning mobiilseid roboteid. Eriti oluline on see ka merenavigatsioonis, kuna projektjärgselt saab olema võimalus täpsustatult esitada Läänemere riikide merekaartidel sügavusi ühtses kõrgussüsteemis.



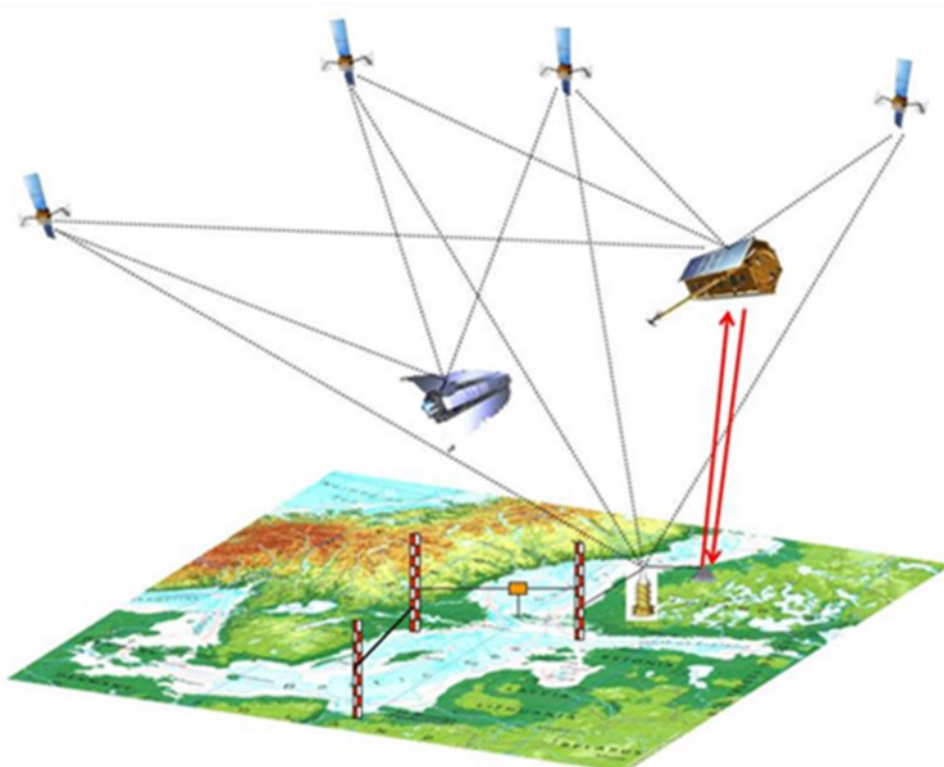
Foto 2. NKG presiidium Boräsi linna lähedal asuvas iseseisvate autode testpolügooni väravate ees. Väravate taga avanes (fotokaameratele keelatud) vaade tulevikutranspordile, milles oluline roll on asukohamäärangu igasugu sensoritel.

Kolmepäevase koosoleku käigus räägiti lahti geodeetilise SAR-i printsiibid, selle võimalused ning kaasnevad probleemid. Näiteks on üheks oluliseks komponendiks reflektorid või aktiivtransponderid, mis võimendavad satelliidilt maapinnale jõudvat signaali. Tasub aga teada, et signaali segavad heledad ning peegeldavad pinnad, näiteks lähedu-

ses asuva hoone plekk-katus – seda tuleb meeles pidada reflektori või aktiivtransponderi asukohavalikul. Antud projekti raames kasutatakse neist viimast. Siinkohal tuleb aga mainida, et hea asukohavaliku tulemusena võimaldab geodeetiline SAR suuremat täpsust kui interferomeetriline SAR – saavutatav on mõne millimeetri suurusjärg.



Foto 3. Geodeetilise SAR-i projekti töögrupi liikmed Tallinna Tehnikaülikoolis aktiivset arutelu pidamas. Foto: S. Varbla



Joonis 1. Illustratsioon Läänemeriikide kõrgussüsteemide vertikaalsuunaliste erinevuste väljaselgitamisest geodeetilise SAR-i meetodikal. Allikas: <https://www.bgu.tum.de/iapg/baltic/>

Samuti vaadati üle olemasolevad täppisnivelleerimise, veemõõdujaamade ning satelliitasukohamäärangu püsijaamade (GNSS-CORS) andmestikud, mis kaasatakse tulemuste valideerimisse. Projekti jaoks on oluline aga ka geoidi modelleerimine, mille tulemusena saadavaid mudeleid (modelleerimine ainult veemõõdujaamade läheduses) on vaja veemõõdujaamade absoluutkõrguste määramiseks globaalse ekvipotentsiaalpinna suhtes. Kõige olulisema punktina visandati detailne tegevusplaan aastani 2021; pandi paika plaanitavad eksperimendid ja valiti välja sobivad veemõõdujaamad ning GNSS-püsijaamad, kuhu aktiivtransponderid paigaldada. Projekti peale on neid kokku kasutada 11, millest kaks paigaldatakse Eestisse – üks Loxsa veemõõdujaama ja teine arvatavalt Vergi GNSS-

püsijaama lähedusse. Samuti jaotati osapoolte vahel tööülesanded. Eesti töörühma kanda jääb suuresti veemõõdujaamade andmete analüüs, aga tegeletakse ka geoidi modelleerimisega seotud probleemidega.

Projekti käigus väljatöötatavat meetodikat testitakse esmalt Läänemeres, mille kohta on olemas palju erinevaid ja pikkade aegridadega andmeliike. Tulevikus loodetakse aga rakendada/kohandada sama meetodikat ka teistele piirkondadele maailmas. Lisaks loodetakse, et projekt annab täiendavat ainet mereuuringuteks ning kaugemasse tulevikku vaadates võib osutada ka võimalikuks, et geodeetiline SAR asendab mõningates rakendustes kalli ning tömahuka täppisnivelleerimise.