

AKATEMIAN JALKAVÄKI: MITÄ EKSASKAALAN SUPERTIETOKONEET TUOVAT ILMASTOMAL- LINNUKSEEN?

Tuuli Miinalainen,

väitöskirjatutkija ilmastomallinnuksen parissa, ja siinä sivussa yhdenvertaisuus-aktiivi

Olli-Pekka Tikkasalo,

post doc-tutkija Luonnonvarakeskuksessa

Elina Palmgren,

didaktisen fysiikan väitöskirjatutkija ja toisinaan myös wannabe-ilmastotutkija

Teknologiayhtiö Nvidia julkisti viime syksynä tiedon aikomuksestaan taistella ilmastonmuutosta vastaan uuden supertietokoneen voimin [1]. Tarkoituksena on luoda digitaalinen maapallon kaksoismalli, jolla voisi mallintaa ilmastonmuutoksen vaikutuksia paljon tarkemmin kuin nykyisillä ilmastomalleilla. Vastaavanlaisia hankkeita on vireillä muuallakin, kuten esimerkiksi Euroopan Unionin Destination Earth [2], Horizon2020-hanke Next-GEMS [3], tai yhdysvaltalainen Energy Exascale Earth System Model (E3SM) [4]. Osa näistä hankkeista hyödyntää eksaskaalan tai esi-eksaskaalan supertietokoneita.

Eksaskaalan ja esi-eksaskaalan supertietokoneet ovat uudemman sukupolven laskentakoneita, jotka pystyvät parhaimmillaan laskemaan 10^{18} liukulukuoperaatiota sekunnissa [5]. Ero on siis tuhatkertainen nykyisiin petaskaalan koneeseen, joilla voi laskea 10^{15} liukulukuoperaatiota sekunnissa. Esimerkiksi EU:n uusi supertietokone Lumi, joka sijoitettiin Kajaaniin, on esi-eksaskaalan kone. Sen laskentateho on 550 petaflopia, eli n. $0,5 \cdot 10^{18}$ liukulukuoperaatiota sekunnissa.

Max Planck -instituutin professori Bjorn Stevens totesi seminaariesityksessään [6], että eksaskaalan laskentakoneet vievät ilmastomallin-

nusta merkittävästi eteenpäin. Esimerkiksi pilvien mallintaminen tarkentuu huomattavasti, koska pystysuuntainen energiansiirto voidaan kuvata realistisemmin. Nykyisissä ilmastomalleissa nimittäin on ongelmana se, että ilmakehää mallintavan hilan resoluutio on usein liian karkea, ja tämän vuoksi moni ilmakehän prosessi on mallissa kuvattu karkeistaen.

Stevensillä oli esityksessään kaksi tärkeää viestiä. Ensinnäkin hän näki ultraresoluution ilmastomallit huimana mahdollisuutena ilmastonmuutoksen tutkimukselle: Tehokkaiden koneiden ansiosta pystymme yhä varmemmin sanomaan, mitkä luonnonkatastrofit ovat suoraa seu-

rausta ilmaston lämpenemisestä, ja mitkä taas normaalia, satunnaista vaihtelua ilmastossa. Pystyisimme mallintamaan esimerkiksi hurrikaanien dynamiikkaa ja esiintymistiheyttä entistä tarkemmin. Tällainen tieto voisi auttaa tulevaisuudessa infrastruktuurien suunnittelussa, ja osaisimme paremmin varautua ilmastokriisin etenemiseen.

Kuitenkin Stevensin tärkein sanoma oli, että tämä lisääntyvä tieto itsessään ei *hidasta* ilmaston lämpenemistä. Vaikka kuinka käyttäisimme kuluvan vuosikymmenen hurjan tarkkojen ilmastomallien rakentamiseen, ei malleista saata-va tietämyksen syventäminen lohduta, mikäli ilmastokriisi etenee nykyisellä tahdilla.

Viimeiset vuosikymmenet ovat osoittaneet, että laskentatehon hurja kasvu ja ilmastotutkijoiden hätähuudot eivät ole kääntäneet hiilidioksidipäästöjen määrää tarvittavalle lasku-uralle. On myös aiheellista pohtia, mikä on tarkempien ilmastomallitulosten hyöty suhteessa vallitsevaan rahoitustilanteeseen. Nykytilanteessa esimerkiksi yhteiskuntatieteet saavat huomattavasti vähemmän [Neean kommentti: Vähemmän verrattuna mihin?] ilmastonmuutoksen tutkimiseen tarkoitettua rahaa, kuten viime vuoden Acatiimissä kirjoitettiin [7].

Eksaskaalan mallien ja ennennäkemättömän suuren laskentakapasiteetin myötä herää myös kysymys siitä, missä vaiheessa ilmastomallintajat joutuvat pohtimaan oman työnsä hiilijalanjälkeä, ja millaiseen mallinnustyöhön kannattaa käyttää laskentaresursseja ja -energiaa [8]. Voisiko ajatella, että ilmakehätieteilijöillä olisi jopa korostettu rooli huomioida työnsä ilmastovaikutukset? Meillä Suomessa suurteholaskenta on onneksi melko vähäpäästöistä, sillä suurimman palveluntarjoaja Tieteen Tietotekniikkakeskuk-

sen (CSC:n) supertietokoneet pyörivät uusiutuvalla energialla ja niiden hukkalämpö ohjataan kaukolämpöverkkoon. Toisaalta tulevaisuudessa energian- ja sähkötehon runsaan tarjonnan ei voi olettaa jatkuvan nykyisen kaltaisena, ja konealien jäähdytykseen käytettävää energiaa saatetaankin tarvita jossain muualla kriittisimmissä toiminnoissa. Meistä mallinnustyötä tekevistä jokainen voi pohtia omaa resurssienkäyttöään ja pyrkiä resurssiviisauteen. Laskentaresursseja voi säästää esimerkiksi erilaisilla numeerisilla ratkaisuilla, jotka pienentävät laskenta-aikaa, ja huolehtimalla, että mallien sisäänlyötyparametrit on varmasti kirjattu oikein. Ennen kaikkea on tärkeää suunnitella tarkasti, mitkä simulaatiot on tarpeen toteuttaa suurteholaskentaympäristössä tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi.

Viitteet

- [1] Blogs Nvidia. (2021). NVIDIA to Build Earth-2 Supercomputer to See Our Future <https://blogs.nvidia.com/blog/2021/11/12/earth-2-supercomputer/>
- [2] Euroopan Komissio. (2022) Destination Earth - projektin kotisivu. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/destination-earth>
- [3] NextGEMS-hankkeen kotisivut <https://nextgemsh2020.eu/>
- [4] Energy Exascale Earth System Model-hankkeen kotisivut <https://e3sm.org/>
- [5] PRACE YouTube-sivusto. (2021). From Petascale to Exascale Computing. <https://www.youtube.com/watch?v=RNqbCj16QmU>
- [6] SC Conference Series -Youtube sivusto. (2020). SC20 Keynote: Climate Science in the Age of Exascale with Professor Bjorn Stevens. https://www.youtube.com/watch?v=0LROF_k6vLo
- [7] Kaskinen, Hannu. (2021). Yhteiskuntatieteet Sivuosassa. *Acatiimi : Professoriliiton, Tieteentekijöiden liiton ja Yliopistonlehtorien liiton lehti*, (2), 16-19. https://acatiimi.fi/wp-content/uploads/2021/12/acatiimi_2_2021.pdf
- [8] Loft, R. (2020). Earth System Modeling Must Become More Energy Efficient. *Eos* (Washington, D.C.), (101). <https://doi.org/10.1029/2020EO147051> <https://eos.org/opinions/earth-system-modeling-must-become-more-energy-efficient>



OPETTAJIEN NÄKEMYKSIÄ PERUSOPETUKSEN PÄÄTTÖARVIOINTI- TIUUDISTUKSESTA SELVITETÄÄN TUTKIMUKSESSA

Oppilasarvioinnin uudistus on herättänyt paljon keskustelua. Opettajien, rehtorien ja opetustoimen johdon näkemyksiä uudistuksesta selvitetään nyt ensi kertaa PARVI-hankkeessa. Hankkeen toteuttavat Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitos ja Helsingin yliopiston kasvatustieteiden osasto, ja hankkeen rahoittaa opetus- ja kulttuuriministeriö. Tutkimuksen kohteena olevat oppiaineet ovat äidinkieli ja kirjallisuus, matematiikka, A-englanti, fysiikka ja historia. Jos saat kutsun osallistua tutkimukseen, käytäthän tämän mahdollisuuden kommentoida arviointiuudistusta ja siten vaikuttaa arvioinnin kehittämiseen.

Oppilaan oppimisen ja osaamisen arvioinnin kansallista ohjeistusta on uudistettu oppilaiden yhdenvertaisuuden lisäämiseksi. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden uudistettu arviointiluku (luku 6) on ollut käytössä syksystä 2020, ja eri oppiaineille laaditut päättöarvioinnin uudet kriteerit arvosanoille 5, 7, 8 ja 9 astuivat voimaan syksyllä 2021.

Tutkimuksessa selvitetään, miten opettajat ovat kokeneet ja ottaneet käyttöön uudistetut arvioinnin periaatteet ja kriteerit. Lisäksi tarkastellaan oppiaineittain, miten kriteerejä on hyödynnetty ja miten käyttökelpoisiksi ne koetaan. Näkemyksiä uudistuksista kerätään kyselyillä ja haastatteluilla.

Jotta opettajien näkemyksiä saadaan kartoitettua mahdollisimman kattavasti, poimitaan vastaajat kyselyyn otannalla. Otokseen kuuluvilla opettajilla on ainutlaatuinen mahdollisuus antaa anonymia, perusteellista palautetta, jonka avulla arviointikäytänteitä ja arviointikriteereitä voidaan kehittää. Jos siis saat kutsun osallistua tutkimukseen, käytä mahdollisuuttasi vaikuttaa!

Lisätietoa: ktl.jyu.fi/fi/hankkeet/parvi

Yhteystiedot:

Hankkeen sähköposti: arviointiuudistus@jyu.fi

Juhani Rautopuro, tutkimusprofessori (hankkeen projektipäällikkö), juhani.rautopuro@jyu.fi

Raili Hilden, apulaisprofessori, raili.hilden@helsinki.fi