



Euroopan edelläkävijät superlaskennassa



C O R D I S P R O J E C T S I N F O P A C K - E S I T E

*Tutkimus ja
innovointi*

ALKUSANAT



”EuroHPC-yhteisyritys kokoaa yhteen monen eri kumppanin voimat voidakseen kirittää Euroopan johtoasemaan maailman kilpajuoksussa supertietokoneiden kehittämisessä. EuroHPC:n kehittämä maailmanluokan suurteholaskennan ekosysteemi parantaa kansalaisten elämänlaatua, edistää tiedettä ja tuo yrityksille lisää innovaatiopotentiaalia.”

Anders Dam Jensen

EuroHPC-yhteisyrityksen toimitusjohtaja

Supertietokoneet ovat edistyneitä järjestelmiä, joiden laskentateho on erittäin suuri. Ne pystyvät ratkaisemaan ongelmia ja suorittamaan laskutoimituksia, joihin tavallisten tietokoneiden nopeus ja teho eivät riitä.

Supertietokoneet pystyvät hoitamaan suurteholaskentaa (High Performance Computing, HPC) hyödyntäviä tehtäviä, jotka ovat välttämättömiä uusien lääkkeiden löytämisessä, sairauksien nopeammassa diagnosoinnissa ja hoidon parantamisessa, äärimmäisten sääilmiöiden ennakoinnissa, kyberturvallisuuden parantamisessa ja kestävämpien tuotteiden kehittämisessä.

Euroopan suurteholaskennan yhteisyritys (EuroHPC-yhteisyritys) on perustettu vuonna 2018. Siinä yhdistyvät Euroopan unionin, 31 osallistujamaan ja kolmen yksityisen kumppanin resurssit, ja sen tavoitteena on tehdä Euroopasta maailman johtava toimija superlaskennan alalla.

Tätä tarkoitusta varten EuroHPC-yhteisyritys hankkii ja asentaa supertietokoneita eri puolille Eurooppaa. Tutkijat ja julkisen sektorin käyttäjät voivat hyötyä näistä maailman tehokkaimpiin lukeutuvista EuroHPC-supertietokoneista kaikkialla Euroopassa. Samaan aikaan EuroHPC-yhteisyritys rahoittaa kunnianhimoista tutkimus- ja innovointiohjelmia, jonka on tarkoitus kehittää Eurooppaan kattava supertietokoneiden toimitusketju: prosessoreista ja ohjelmistoista aina näillä tietokoneilla käytettäviin sovelluksiin sekä osaamiseen, jolla kehitetään vankkaa eurooppalaista asiantuntemusta.

Tässä erityisesti tilatussa Projects Info Pack -esitteessä tutustutaan yhdeksään valikoituun EuroHPC-yhteisyrityshankkeeseen. Hankkeet edistävät vihreää IT:tä ja Euroopan omavaraisuutta ja johtajuutta teknologian ja digitaalisuuden aloilla.



EuroHPC
Joint Undertaking



PÄÄKIRJOITUS

Supertietokoneet vaikuttavat jo nykyään Euroopan kansalaisten elämään. Nämä pöytäkoneita monta kertaa tehokkaammat koneet mullistavat ilmaston mallinnuksen, yksilöllistetyn lääketieteen, energiansäästöstrategiat ja epidemioiden hallinnan. Tässä Projects Info Pack -esitteessä esitellään vastikään perustettua eurooppalaista suurteholaskennan yhteisyritystä ([EuroHPC-yhteisyritys](#)) ja sen tekemää työtä Euroopan supertietokonekentän kehittämisessä.

Mikään Euroopan maa ei kykene kehittämään huipputason suurteholaskennan resursseja yksinään. Siihen tarvitaan yhteistyötä, tiedonjakoa ja resurssien yhdistämistä koko Euroopan tasolla. EuroHPC-yhteisyritys tuo yhteen 31 Euroopan maan ja kumppanin resurssit ja asiantuntemuksen, joilla voidaan rakentaa johtava Euroopan suurteholaskennan ekosysteemi. Tarkoitus on tarjota jokaiselle osallistuvalla maalle enemmän mahdollisuuksia kuin mihin mailla olisi mahdollisuudet yksinään ja kiihdyttää johtoasemaan maailman superlaskennan kilpajuoksussa.

Yhteisyritys perustettiin vuonna 2018. Tänä aikana se on lisännyt huomattavasti yleisiä HPC-investointeja Euroopan tasolla ja alkanut palauttaa Euroopan asemaa johtavana suurteholaskennan toimijana maailmanlaajuisesti. Yhteisyritys ei ainoastaan hanki supertietokoneita – se myös investoi tutkimukseen, jolla kehitetään innovatiivisia ja kilpailukykyisiä suurteholaskennan teknologioita, sovelluksia, taitoja ja asiantuntemusta. Tavoitteena on muodostaa toimitusketju, joka vähentää Euroopan riippuvuutta ulkomaisista valmistajista.

SISÄLTÖ

6	Päivitetty Eurooppa	18	MICROCARD
7	Tulevaisuutta rakentamassa	20	NextSim
8	HPCQS	22	EuroHPC-yhteisyritys kartalla
10	EPI SGA2	23	Taitoja 2000-luvun tarpeisiin
12	HEROES	24	EuroCC
14	Vihreää laskentatehoa	26	FF4EuroHPC
15	Käytännön sovelluksia	28	EU Master4HPC
16	LIGATE	30	Sanasto

Tämä Projects Info Pack -esite nostaa esin EuroHPC-yhteisyrityksen tällä hetkellä hallinnoimista ensimmäisistä 29 tutkimushankkeesta yhdeksän hanketta, jotka edustavat yhteisyrityksen eri aihepiirejä.

Yhteisyrityksen keskeisenä tavoitteena on kehittää innovatiivisia, Euroopassa kehitettyjä ja kestäviä HPC-teknologioita. Näihin lukeutuvat vähän tehoa kuluttavan mikroprosessorin kehitys (**EPI SGA2**), alusta monimutkaisten simulointipyyntöjen lähettämiseen HPC-datakeskuksiin (**HEROES**) sekä ainutlaatuinen hautomo HPC-kvantti-hybridilaskentaan (**HPCQS**).

EuroHPC-yhteisyrityksen toisena tavoitteena on sellaisten sovellusten, algoritmien ja ohjelmistojen kehittäminen, joita julkiset ja yksityiset käyttäjät voivat käyttää supertietokoneilla. Näitä ovat muun muassa lääkekehitys (**LIGATE**), sairauksien mallinnus (**MICROCARD**), ilmailu- ja avaruusteknologia (**NextSim**), energia-ala ja ilmastotutkimus.

Kolmantena tavoitteena on kehittää taitoja, joita tarvitaan suurteholaskennan käytön tarjoamiseksi suuremmalle määrälle julkisia ja yksityisiä käyttäjiä kaikkialla Euroopassa. **EuroCC** luo suurteholaskennan

osaamiskeskusten verkostoa, jonka tarkoitus on tuoda eurooppalaisen suurteholaskennan mahdollisuuksia paremmin eri toimialojen saataville. **FF4EuroHPC** puolestaan tukee pk-yrityksiä, jotka haluavat hyötyä suurteholaskentapalvelujen käytöstä innovatiivisten tuotteiden ja palvelujen kehittämisessä. Lisäksi **EUMaster4HPC** on perustanut urauurtavan, Euroopan laajuisen maisteriohjelman, jossa koulutetaan seuraavan sukupolven suurteholaskennan asiantuntijoita eri puolilla Eurooppaa.

Tällä hetkellä viisi EuroHPC-yhteisyrityksen supertietokonetta on käytössä Bulgariassa, Tšekin tasavallassa, Suomessa, Luxemburgissa ja Sloveniassa. Kolmen supertietokoneen rakentaminen on lisäksi käynnissä Italiassa, Portugalissa ja Espanjassa, ja lisää järjestelmiä on suunnitteilla lähitulevaisuudessa. Yhteisyrityksen mahdollistama investointi on erittäin tärkeä maailmanluokan supertietokoneiden ekosysteemin kehittämiselle Euroopassa. Se tehostaa Euroopan kilpailukykyä, mahdollistaa innovoinnin ja parantaa Euroopan kansalaisten elämänlaatua.

EuroHPC-yhteisyritys

Euroopan suurteholaskennan yhteisyritys perustettiin 28. syyskuuta 2018 neuvoston asetuksella (EU) 2018/1488, ja tällä hetkellä sitä säännellään [neuvoston asetuksella \(EU\) 2021/1173](#). EuroHPC-yhteisyritys yhdistää maat, teollisuuden ja julkiset elimet toimimaan Euroopan suurteholaskennan tiennäyttäjinä. Yhdistetty 7 miljardin euron budjetti on saatu Digitaalinen Eurooppa -ohjelmasta, Horisontti Eurooppa -puiteohjelmasta sekä Verkkojen Eurooppa -välineestä 2.0. Lisäksi rahoitukseen ovat osallistuneet mukana olevat maat ja yksityiset jäsenet.

Supertietokoneet ovat välttämättömiä, jotta Eurooppa pystyy saavuttamaan ilmasto-, energia- ja liikennetavoitteensa. Niitä tarvitaan myös kansallisen turvallisuuden, puolustuksen ja omavaraisuuden varmistamiseen. EuroHPC-yhteisyritys täydentää [EU:n sirusäädöksen](#) tavoitteita Euroopan kilpailukykyyn ja häiriönsietokykyyn vahvistamiseksi puolijohdinteknologioiden ja -sovellusten alalla, sillä sirut ovat supertietokoneen kriittisiä komponentteja.

EuroHPC-yhteisyrityksen keskeinen tavoite on vihreiden ja kestävien teknologioiden edistäminen osana EU:n hiilineutraaliustavoitteita [Euroopan vihreän kehityksen ohjelman](#) mukaisesti. Se rakentaa maailman vihreimpiin lukeutuvia supertietokoneita hyödyntäen vesijäähdytystä, hukkalämmön kierrätystä, seuraavan sukupolven energiatehokkaita mikroprosessoreja ja muita teknologioita.

EuroHPC-yhteisyritys auttaa Euroopan komission Euroopan digitaalinen valmius -painopisteen saavuttamisessa. Painopisteen tavoitteena on valjastaa digitalisaatio palvelemaan ihmisiä ja yrityksiä.

Päivitetty Eurooppa

Ajattele nopeasti jotain numeroa. Kerro se sitten seitsemällä. Tällaisia pääsälaskuja tietokone tekee, se vain pystyy pyörittelemään 19 merkin pituisia numerosarjoja. Supertietokone pystyy suorittamaan biljoonia tällaisia liukulaskutoimituksia (FLOPS) kerralla. Sata huippuluokan kannettavaa tietokonetta saattaa yhdessä pystyä saavuttamaan yhden petaflopsin (*), ja Euroopan supertietokoneet ovat huomattavasti sitäkin tehokkaampia. Kun kaikki kahdeksan EuroHPC-järjestelmää ovat käytössä, EuroHPC-yhteisyritys tarjoaa 876 petaflopsia eurooppalaisille käyttäjille. Vuoden 2023 loppuun mennessä lukema yli kaksinkertaistuu 1 950 petaflopsiin, kun käyttöön tulee ensimmäinen eksa-tason järjestelmä ja lisää keskitason supertietokoneita.

(* Yksi petaflops on 1 000 000 000 000 000 laskutoimitusta sekunnissa.



Numerot ilmaisevat saatavilla olevan petaflops-lukeman.

Tietojen lähde: EuroHPC-yhteisyritys

TULEVAISUUTTA RAKENTAMASSA



"Hankkeessa kehitteillä oleva tietotekniikka vie Euroopan kvanttilaskennan eturiviin."

Kristel Michielsen, HPCQS-hankkeen koordinaattori



HANKKEEN TIETOKORTTI

Koko nimi: High Performance Computer and Quantum Simulator hybrid

Hankkeen päivämäärät: 1. joulukuuta 2021 – 30. marraskuuta 2025

Koordinoija: Jülichin tutkimuskeskus Saksassa

Rahoitus: Horizon 2020-LEIT-ICT

CORDIS-tietosivu: cordis.europa.eu/project/id/101018180

Hankkeen sivusto: hpcqs.eu

Kokonaisbudjetti: 12 000 000 euroa

EU-rahoitus: 6 000 000 euroa

HPCQS

Euroopan valmistelu kvanttilaskennan tulevaisuuteen

Aina edes supertietokoneen teho ei riitä. Siksi tämä EU:n rahoittama hanke ottaa harppauksen kohti kvanttilaskentaa.

Teollisuudessa ja tieteen eri aloilla on suoritettava monia tärkeitä laskentatehtäviä, jotka ovat hankalia perinteisille supertietokoneillekin. Esimerkkejä tällaisista monimutkaisista ongelmista ovat liikennevirtojen optimointi sekä kemian ja fysiikan aloilla uusien lääkkeiden ja materiaalien kehityksessä vastaan tulevat numeeriset ongelmat.

Näissä tilanteissa kvanttilaskenta voi auttaa.

"Kvanttilaskennan järjestelmä- ja sovelluskeskeisen kehityksen avulla voidaan tutkia uusia lähestymistapoja näiden hankalien ongelmien ratkaisussa", sanoo Kristel Michielsens, joka toimii professorina saksalaisessa [Jülichin tutkimuskeskuksessa](#). "Monilla näistä ongelmista on merkittäviä vaikutuksia tutkimukseen ja talouteen, joten kvanttilaskennalla alkaa olla jo kiire."

Michielsens johtaa EU:n rahoittamaa [HPCQS-hanketta](#), jonka puitteissa Euroopan tutkimusta, teollisuutta ja yhteiskuntaa valmistellaan kvanttilaskentaa hyödyntävää tulevaisuutta varten. "Hankkeessa kehitetään, otetaan käyttöön ja koordinoidaan yhteistä eurooppalaista kvanttilaskennan infrastruktuuria", Michielsens sanoo.

Tämän infrastruktuurin rakentamisessa HPCQS, joka on osa EuroHPC-yhteisyritystä, käyttää niin sanottuja kvanttisimulaattoreita (QS). "Kvanttisimulaattoria voidaan pitää kvanttietokoneen analogisena versiona, koska se ei vaadi jokaisen yksittäisen komponentin täyttä hallintaa ja on siten helpompi rakentaa", Michielsens kertoo.

Hankkeessa hankitaan ja koordinoidaan kahta pilottikvanttisimulaattoria, joista kumpikin pystyy hallinnoimaan yli sataa kubittia. Yksi niistä sijaitsee Ranskassa [GENCI/CEA:n](#) tiloissa ja toinen Saksassa [Jülich Supercomputing Centre](#) -keskuksessa. Nämä kaksi kohdetta integroivat kvanttietokoneet omiin datakeskuksiinsa ja käyttävät niitä koko niiden elinkaaren ajan. Tarkoituksena on erityisesti selvittää, voidaanko tärkeitä suurteholaskennan palveluja jakaa. Tutkijat myös perehtyvät kvanttisimulaattorien tehokkaaseen hyödyntämiseen tieteen ja tutkimuksen tarpeisiin.

"Hankkeessa kehitteillä oleva tietotekniikka vie Euroopan kvanttilaskennan eturiviin", Michielsens toteaa. Valmistuttuaan HPCQS-infrastruktuuri on saatavilla pilven kautta Euroopan julkisen sektorin ja yksityisten käyttäjien ei-kaupalliseen käyttöön.

"EPI SGA2 on valtava edistysaskel EU:n oman, huippuluokan superlaskentateknologian kehityksessä."

Etienne Walter, EPI:n pääjohtaja



HANKKEEN TIETOKORTTI

Koko nimi: SGA2 (Specific Grant Agreement 2) OF THE EUROPEAN PROCESSOR INITIATIVE (EPI)

Hankkeen päivämäärät: 1. tammikuuta 2022 – 31. joulukuuta 2024

Koordinoija: Atos (Bull S.A.S.) Ranskassa

Rahoitus: Horizon 2020-Science with and for Society

CORDIS-tietosivu: cordis.europa.eu/project/id/101036168
(tämä sivu on pian saatavilla CORDIS-sivustolla)

Hankkeen sivusto: european-processor-initiative.eu

Kokonaisbudjetti: 70 000 000 euroa

EU-rahoitus: 35 000 000 euroa

EPI SGA2

Euroopan suurteholaskentavalmiuksien kehittäminen

Tässä EU:n rahoittamassa hankkeessa pyritään varustamaan EU täysin omalla, huippuluokan supertietokoneteknologialla kehittämällä uusia suorittimia ja kiihdyttimiä.

Suurteholaskennalla pystytään käsittelemään valtavan mittakaavan simulaatioita, joihin mikään yksittäinen järjestelmä ei kykene. Siten teknologia pystyy mullistamaan tutkimuksen ja liiketoiminnan.

Näitä haasteita ratkovieen supertietokoneiden valmistamiseen tarvitaan useita monimutkaisia komponentteja. Materiaalien toimitus edellyttää toimivaa digitaalista toimitusketjua, jota Euroopalla ei nykyisellään ole.

”Euroopan pitää parantaa valmiuksiaan suurtehofunktiontien, etenkin tehokkaimpien prosessorien kehittämisessä”, toteaa Etienne Walter [Atos Francesta](#). ”Muussa tapauksessa olemme jatkossakin riippuvaisia tuontituotteista, mikä aiheuttaa turvallisuus- ja omavaraisuusongelmia ja vaikuttaa Euroopan maksutaseeseen sekä maanosan teollisuuden kilpailukykyyn.”

Yksi Euroopan suurteholaskentakapasiteetin kehittämiseen keskittyvistä hankkeista on [eurooppalainen professorialoite](#), jonka pääjohtajana Walter toimii. Ensimmäisen vaiheen aikana hankkeessa suunniteltiin ja kehitettiin uusi vähän tehoa kuluttavien prosessorien tuoterperhe, johon sisältyi muun muassa yleiskäyttöinen prosessori ja kiihdyttimet.

”Innovatiivisia prosessorejamme tarvitaan supertietokoneiden rakentamisessa ja suorituskyvyn tuottamisessa niin suurteholaskentasovellusten kuin massadata- ja koneoppimissovellustenkin tarpeisiin”, Walter sanoo. ”Lisäksi kiihdyttimemme tuovat suuresti kaivattua energiatehokkuutta tuleville eksa-tason järjestelmille.”

EuroHPC-yhteisyritys rahoittaa hankkeen toista vaihetta, jossa tutkijat pyrkivät kehittämään prosessorejaan valmiiksi markkinoille. Tätä tarkoitusta varten he haluavat validoida ensimmäisen sukupolven suorittimet ja kehittää vielä tehokkaamman toisen sukupolven version.

Walter arvelee tehokkaan prosessorin olevan valmis suurteholaskentasovelluksia palvelevien datakeskusten käyttöön hankkeen toisen vaiheen lopussa.

”Tämän saavuttaminen on valtava edistysaskel EU:n oman, huippuluokan superlaskentateknologian kehityksessä”, Walter toteaa.

"Mahdolliset edut ovat huimat. Suurteholaskentakeskukset saavat uusia tulovirtoja, pilvipalveluntarjoajat pystyvät kehittämään uusia markkinoita ja hybridisuurteholaskenta tuo hyötyjä suuryrityksille."

Philippe Bricard, HEROES-hankkeen koordinaattori



HANKKEEN TIETOKORTTI

Koko nimi: Hybrid Eco Responsible Optimized European Solution

Hankkeen päivämäärät: 1. maaliskuuta 2021 – 28. helmikuuta 2023

Koordinoija: UCit Ranskassa

Rahoitus: Horizon 2020-LEIT-ICT

CORDIS-tietosivu: cordis.europa.eu/project/id/956874

Hankkeen sivusto: heroes-project.eu

Kokonaisbudjetti: 890 375 euroa

EU-rahoitus: 328 346 euroa

HEROES

Suurteholaskennan markkinapaikkoja tehokkaammille teollisuuden tuotteille

HEROES lupaa tuoda suurteholaskennan edut energia- ja valmistusalojen ulottuville. Hankkeen tulevan viitekehysten avulla pienet ja keskikokoiset yritykset, suuryritykset, yliopistot ja tutkimuskeskukset voivat luoda energiatehokkaampia tuotteita.

Mullistava suurteholaskennan teknologia on jo ovelta. Se on kuitenkin vielä niin monimutkaista, että laskentatehoa tarvitsevien on ollut toistaiseksi vaikea päästä hyödyntämään teknologian täyttä potentiaalia.

HEROES-hankkeella koordinaattori Philippe Bricard ja muut kumppanit haluavat raivata esteet näiden käyttäjien tieltä. He ovat kehittäneet ohjelmistoratkaisua, jolla monimutkaisia simulaatioita ja koneoppimisen työkujuja voidaan lähettää suurteholaskennan datakeskuksiin ja pilvi-infrastruktuureihin.

”HEROES on viitekehys, jolla voidaan luoda niin sanottuja markkinapaikkoja”, sanoo Bricard, suurteholaskennan ratkaisuntarjoajan [UCitin](#) toimitusjohtaja ja perustaja. ”Kehitämme ratkaisumoduulia, joka pystyisi valitsemaan soveltuvimman alustan kyseisen käyttäjän tekoäly- tai koneoppimistyönkulkuun, käyttäjän määrittämien strategioiden mukaisesti. Käyttäjien pitää vain kirjautua sisään, valita sovelluksen työnkulku ja määrittää strategia sijoituspaikkojen valintaan.”

Valintakriteerejä ovat esimerkiksi paras suorituskyky, paras hinnan ja suorituskyvyn suhde, edullisin hinta, paras ympäristövastuullisuus ja paras energian ja suorituskyvyn suhde.

Hankkeen tiimi keskittyy erityisesti uusiutuvan energian ja valmistusteollisuuden työkujuvaatimuksiin, jotta teollisuus pystyisi kehittämään energiatehokkaampia tuotteita (esimerkiksi energiatehokkaita ajoneuvoja).

Ohjelmisto ja sen markkinapaikat voisivat soveltua suurten yritysten käyttöön niiden oman suurteholaskentainfrastruktuurin kehittämisessä. Myös palveluntarjoajat voisivat kehittää niiden avulla monen pilvitarjoajan tai monesta klusterista koostuvia suurteholaskennan alustoja, ja resursseja kaipaavat yliopistot ja tutkimuslaboratoriot voisivat jaella sovelluskoodejaan ja työkujujaan.

”HEROES-hankkeen mahdolliset edut ovat huimat. Voimme soveltaa alustaa eri konteksteihin ja erityyppisten käyttäjien vaatimuksiin. Suurteholaskentakeskukset saavat uusia tulovirtoja, pilvipalveluntarjoajat pystyvät kehittämään uusia markkinoita ja hybridi-HPC tuo hyötyjä suuryrityksille”, Bricard sanoo.

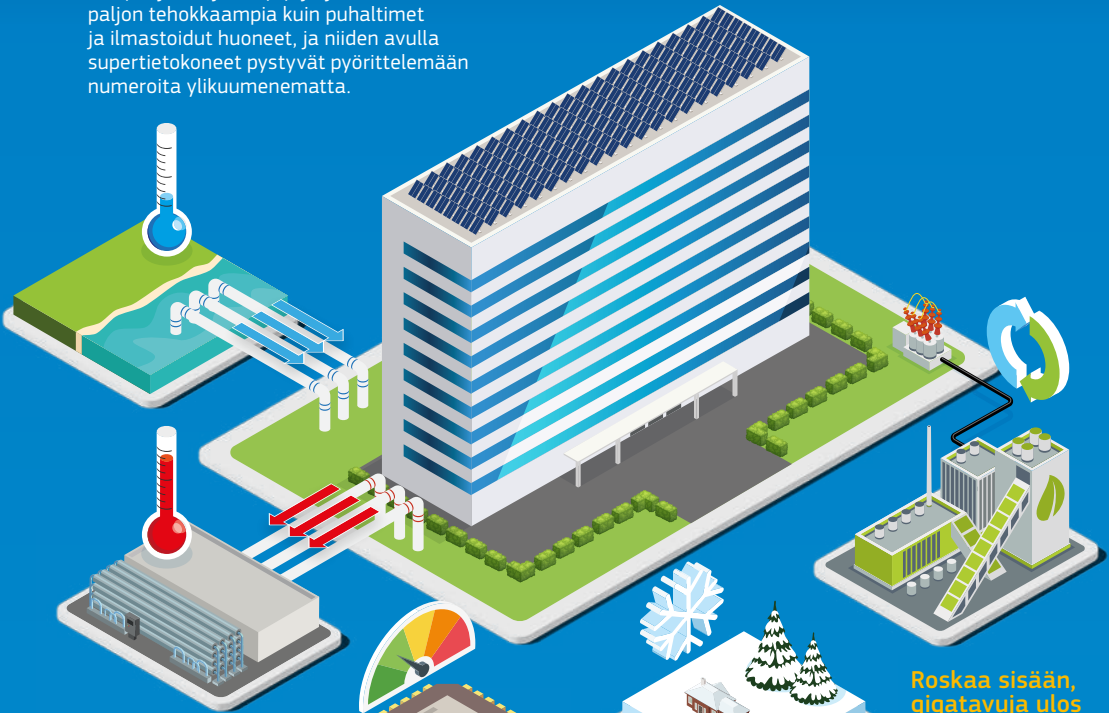
”Tavoitteemme on, että hankkeen päättyessä voimme jatkaa suoramyyntiin tai lisensointiin, joiden avulla asiakkaat voivat rakentaa omia suurteholaskennan markkinapaikkojaan. Lupaavia mahdollisuuksia on odotettavissa myös sellaisen palvelun suunnittelussa ja tarjoamisessa, jonka avulla voisimme tuoda EuroHPC-resurssit Euroopan tutkimusyhteisön tai pk-yritysten käyttöön.”

Vihreää laskentatehoa

Pelkkä teho ei ole kaikki kaikessa. EU:n kunnianhimoisena tavoitteena on hiilineutraaliuden saavuttaminen vuoteen 2050 mennessä. Sen mukaisesti EuroHPC-yhteisyritys on ollut merkittävässä osassa kehitettäessä supertietokoneita, joiden teho on suuri mutta ympäristövaikutus pieni.

Paljon putkia

Supertietokoneista syntyy paljon lämpöä. Vesipohjaiset jäähdytysjärjestelmät ovat paljon tehokkaampia kuin puhaltimet ja ilmastoidut huoneet, ja niiden avulla supertietokoneet pystyvät pyörittelemään numeroita ylikuumenematta.



Piikylpylä

Supertietokoneiden tuottaman suuren lämmön on päädyttävä jonnekin. Suomalainen LUMI ei puhalla lämpöä taivaan tuuliin. Sen sijaan supertietokoneen lämmittämä vesi hyödynnetään kaukolämpöverkossa alueen rakennusten lämmitykseen.

Vähän sähköä kuluttavat sirut

EuroHPC-yhteisyritys auttaa myös suunnittelemaan supertietokoneita läpikotaisin uudelleen. EPI SGA2:n kehittämät energiatehokkaat mikrosirut auttavat entisestään virrankulutuksen vähentämisessä.

Pohjolan perukoilla

Supertietokoneiden jäähdytyksessä auttaa myös niiden rakentaminen sopivaan ilmastoon. Kajaanissa ympäristön lämpötila nousee harvoin yli 16 asteen, mikä tekee paikasta sopivan LUMI-supertietokoneelle.

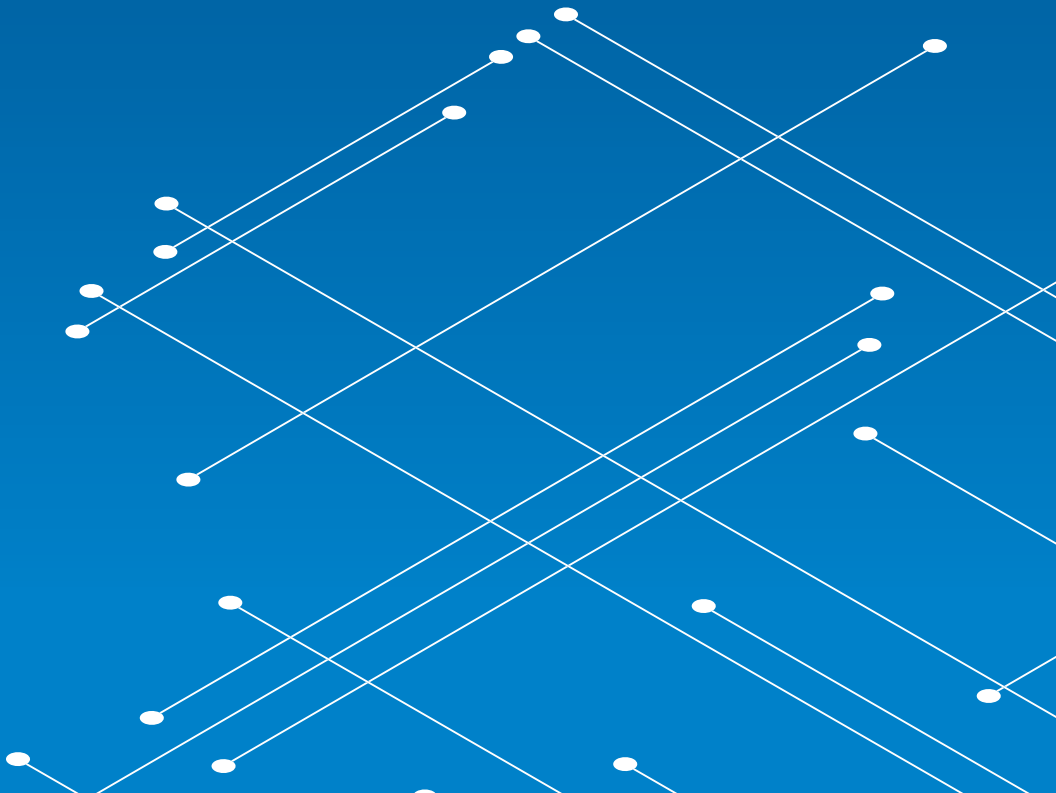
Roskaa sisään, gigatavuja ulos

Supertietokoneet voivat kuluttaa yhtä paljon virtaa kuin pieni kylä, joten on tärkeää varmistaa, että sähkö on saatu kestävästä lähteistä. Bissenissä Luxemburgissa paikallinen sähkölaitos polttaa puujätettä pitämään MeluXinan toiminnassa.

Kaksi EuroHPC-järjestelmää on jo päässyt 10 parhaan joukkoon maailman 500 vihreimmän supertietokoneen listalla.

Tietojen lähde: EuroHPC-yhteisyritys ja top500.org

KÄYTÄNNÖN SOVELLUKSIA



"Aiomme aloittaa uusien laajakirjoisten virulääkkeiden kehityksestä ja testata biljoonia molekyyliä kymmeneen toimiviin viruksen osiin."

Andrea Beccari, EXSCALATEn ylempi johtaja ja pääjohtaja, Dompé farmaceutici



HANKKEEN TIETOKORTTI

Koko nimi: Ligand Generator and portable drug discovery platform AT Exascale

Hankkeen päivämäärät: 1. tammikuuta 2021 – 31. joulukuuta 2023

Koordinoija: Dompé farmaceutici Italiassa

Rahoitus: Horizon 2020-LEIT-ICT

CORDIS-tietosivu: cordis.europa.eu/project/id/956137

Hankkeen sivusto: ligateproject.eu

Kokonaisbudjetti: 5 938 656 euroa

EU-rahoitus: 2 612 060 euroa

LIGATE

Nopeutetusta lääketutkimuksesta apua lääketieteen tarpeisiin

LIGATE lupaa mullistavaa eksa-tason laskentatehoa lääketutkimusprosesseihin. Teknologian avulla pystytään löytämään tehokkaita lääkkeitä vain päivissä, kun siihen nykyään kuluu vuosia.

Nykyisellään voi kestää yli 13 vuotta, että uusi lääke etenee yhdisteiden ensimmäisestä löytämisestä kliinisiin kokeisiin ja hyväksyntäprosessiin kaikkien pykälien mukaisesti. Oman mutkansa matkaan tuo prosessin huono onnistumisaste: alle 10 prosenttia kliinisistä kokeista onnistuu, vain yksi 5 000 lääkkeestä päätyy markkinoille ja markkinoille pääsevät lääkkeetkin sopivat usein vain osalle potilaita.

Tämän tehottomuuden ja heikon onnistumisprosentin vuoksi uusien lääkkeiden kehittämiskustannukset kohoavat pilviin. [LIGATE-hankkeen](#) tiimi pyrkii ratkaisemaan nämä ongelmat yhdistämällä uuden sukupolven tekoälyn, mallinnuksen ja simulointialustat.

”Hyödynnämme laskentaresursseja ja edistyneitä konealgoritmeja, joita ei ole aiemmin ollut käytettävissä”, sanoo Andrea Beccari, [EXSCALATEn](#) pääjohtaja, joka työskentelee biolääketieteen alan yritys [Dompé farmaceuticissa](#). ”Tavoitteemme on kehittää täysin integroitu lääkekehityksen suurteholaskenta-alusta, jota ei ole suunnattu koodauksen asiantuntijoille, vaan tutkijoille, joiden pitää päästä testaamaan teorioitaan paljon nykyistä nopeammin.”

Yhteenliittymän jäsenet lupaavat käyttäjille jopa ”suurinta nopeutta ja parasta tarkkuutta”. Jos ilmenee kiireellisiä laskentatarpeita – kuten vastikään koronaviruspandemian aikana – järjestelmä voi suorittaa tietokonemallinnukseen perustuvia (in silico) lääketutkimuksia alle päivässä.

Toisin kuin nykyiset järjestelmät, LIGATE pystyy huomioimaan sairauden monimutkaisuuden kokonaisuudessaan ja sen aiheuttamat ongelmat koko elimistössä. Toinen alustalla saavutettu etu on eläinkokeiden tarpeen väheneminen.

”Aiomme aloittaa uusien laajakirjoisten viruslääkkeiden kehityksestä ja testata biljoonia molekyyliä kymmeneen toimiviin viruksen osiin (helikaasi, polymeeraasi, proteaasi jne.)”, Beccari kertoo. ”Sitten parhaat yhdisteet validoidaan kokeellisesti.”

Hankkeen täydet tulokset ovat saatavilla vasta vuoden 2023 lopussa, mutta jo tähän mennessä lupaavia läpimurtoja on saavutettu sekä [ANTAREX](#)-hankkeessa – jossa löydettiin tehokas zikaviruksen estäjä – että [EXSCALATE4CoV](#)-hankkeessa, jossa validoitiin osteoporoosilääke raloksifeeni tehokkaaksi hoidoksi koronaviruksen aiheuttamiin tulehdusprosesseihin.

"MICROCARDin avulla pystymme simuloimaan suuriakin kudospätkiä realistisella solugeometrialla – toivottavasti jopa kokonaisia sydämiä."

Mark Potse, MICROCARD-hankkeen koordinaattori



HANKKEEN TIETOKORTTI

Koko nimi: Numerical modeling of cardiac electrophysiology at the cellular scale

Hankkeen päivämäärät: 1. huhtikuuta 2021 – 30. syyskuuta 2024

Koordinoija: Bordeaux'n yliopisto Ranskassa

Rahoitus: Horizon 2020-LEIT-ICT

CORDIS-tietosivu: cordis.europa.eu/project/id/955495

Hankkeen sivusto: microcard.eu

Kokonaisbudjetti: 5 858 546 euroa

EU-rahoitus: 2 777 053 euroa

MICROCARD

Rytmihäiriöistä kärsivän sydämen jokaisen solun mallinnus

MICROCARD-hanke yhdistää tietojenkäsittelytieteen tutkijat, matemaatikot ja biolääketieteen insinöörit, ja sen toivotaan tuovan apua rytmihäiriöistä kärsiville potilaille. Uuden ohjelmiston oletetaan ratkaisevan useita nykyisiin numeromalleihin liittyviä ongelmia.

Sydämen tykyttäminen tai ”muljahtelu” on lähes kaikille tuttu, epämiellyttävä tunne. Useimmiten ilmiö on tilapäinen ja vaaraton, mutta joskus se on oire sydämensykkettä sääntelevien sähköimpulssien häiriöstä, jolloin kyseessä on hengenvaarallinen sairaus nimeltä sydänarytmia eli rytmihäiriö.

Kardiologit ovat käyttäneet sairauden tutkimisessa ja hoidossa useita sähköfysiologisia malleja, joissa sydän on jaettu muutamasta sadasta solusta koostuvaan eri osaan. Tämän lähestymistavan rajat ovat kuitenkin tulleet vastaan.

”Näissä malleissa ikään kuin oletetaan, että kunkin ryhmän kaikki solut toimivat enemmän tai vähemmän samalla tavalla. Terveen sydämen tapauksessa niin voikin kohtuullisesti olettaa, kun solujen väliset sähköyhteydet toimivat. Oletus ei kuitenkaan enää pidä paikkaansa, kun sydämessä on rakenteellisia vaurioita”, sanoo Mark Potse, sydänmallinnuksen tutkimusprossori ranskalaisesta [IHU Liryc](#)-instituutista ja [MICROCARD-hankkeen](#) koordinaattori.

Jos sairaassa sydämessä on infarktiarpia tai muita sydänlihassairauksia, sähköaktivaatio voi jäädä kiertämään kehää ja aiheuttaa sydämessä mahdollisesti hengenvaarallisen rytmihäiriön. Tällaisissa tapauksissa jokaisen solun erillisen toiminnan tunteminen on erittäin tärkeää, joten MICROCARD-hankkeessa Potse tiimeineen on pyrkinyt ottamaan jokaisen solun mukaan suurteholaskentaa hyödyntäviin simulaatioihinsa.

”Malleja on tehty ennenkin yksittäisistä soluista, mutta tällaisia malleja oli vahvasti yksinkertaistettu. MICROCARDin avulla pystymme simuloimaan suuriakin kudonsäynteitä realistisilla solugeometrioilla – toivottavasti jopa kokonaisia sydämiä. Tähän vaaditaan toki paljon tehokkaampia tietokoneita sekä asiantuntemusta näiden koneiden käytöstä”, Potse sanoo. Tähän mennessä hankkeessa on luotu useita uuden alustan rakennuspalikoita.

Numeeriset mallit ovat päivittäin lukuisten tutkimusryhmien käytössä ympäri maailman. Monet ryhmät ottavat todennäköisesti MICROCARDin käyttöön tutkiakseen vaurioituneen kudoksen käyttäytymistä ja sydämen monimutkaisia rakenteita, esimerkiksi Purkinjen syiden ja lihaskudoksen yhteyksiä.

"Tarvitsemme uuden sukupolven CFD-työkaluja, jotka pystyvät hyödyntämään parhaiten 1 eksaflopsin järjestelmiä ja myöhemmin kokonaisia eksa-tason järjestelmiä."

Oriol Lehmkuhl, NextSim-hankkeen koordinaattori



HANKKEEN TIETOKORTTI

Koko nimi: CODA: Next generation of industrial aerodynamic simulation code

Hankkeen päivämäärät: 1. maaliskuuta 2021 – 29. helmikuuta 2024

Koordinoija: Barcelona Supercomputing Center -keskus Espanjassa

Rahoitus: Horizon 2020-LEIT-ICT

CORDIS-tietosivu: cordis.europa.eu/project/id/956104

Hankkeen sivusto: nextsimproject.eu

Kokonaisbudjetti: 3 978 097 euroa

EU-rahoitus: 1 884 705 euroa

NextSim

Seuraavan sukupolven algoritmeja avaruus- ja ilmailualan kilpailukyvyyn parantamiseksi

NextSim-hankkeen yhteenliittymän mukaan avaruus- ja ilmailualan on tullut aika valjastaa suurteholaskennan hyödyt käyttöönsä. Hankkeen uudet simulointityökalut nopeuttavat ongelmanratkaisua seuraavan sukupolven lentokonemallien tutkimus-, kehitys- ja testausvaiheissa.

Prototyyppit, tuulitunnelitestaukset ja lentotestit tekevät avaruus- ja ilmailualan tutkimuksesta ja kehityksestä hyvin kallista. Näiden testien toisintaminen digitaalisesti – niin sanottu virtauslaskenta (CFD) – on vähentänyt huomattavasti testien kustannuksia ja markkinoilletuontiaikaa. Nämä mallit eivät kuitenkaan pysy mukana laskentatehon kasvun vauhdissa, joten lentokoneiden valmistajilta puuttuu paljon tarvittuja resursseja.

”Tarvitsemme uuden sukupolven CFD-työkaluja, jotka valjastavat 1 eksaflopsin järjestelmien hyödyt ja ajan myötä hyödyntävät myös eksa-tason järjestelmiä, joiden odotetaan olevan saatavilla alle kolmen vuoden päästä”, sanoo Oriol Lehmkuhl, [Large-scale Computational Fluid Dynamics](#) -ryhmän johtaja Barcelona Supercomputing Center -keskuksesta.

[NextSim](#)-hankkeen koordinaattori Lehmkuhl ja hänen kumppaninsa aikovat kehittää joukon uusia algoritmeja, joiden suppenemista ja tarkkuutta on parannettu. Hänen sanojensa mukaan ”NextSimin tutkimus arvioi ja parantaa tärkeimpiä lentosimulaattorien ratkaisualgoritmeja. Pyrimme alle yhteen tuntiin 3D-lentokonesimulaation suorittamisessa ja yhteen yöhön monimutkaisissa, kolmiulotteisissa epävakaaan turbulenssin Scales Resolving Simulations -ratkaisuisissa. Näiden avulla lentokoneiden suunnittelijat saavat enemmän optimoidumpia tuloksia vähemmässä ajassa.”

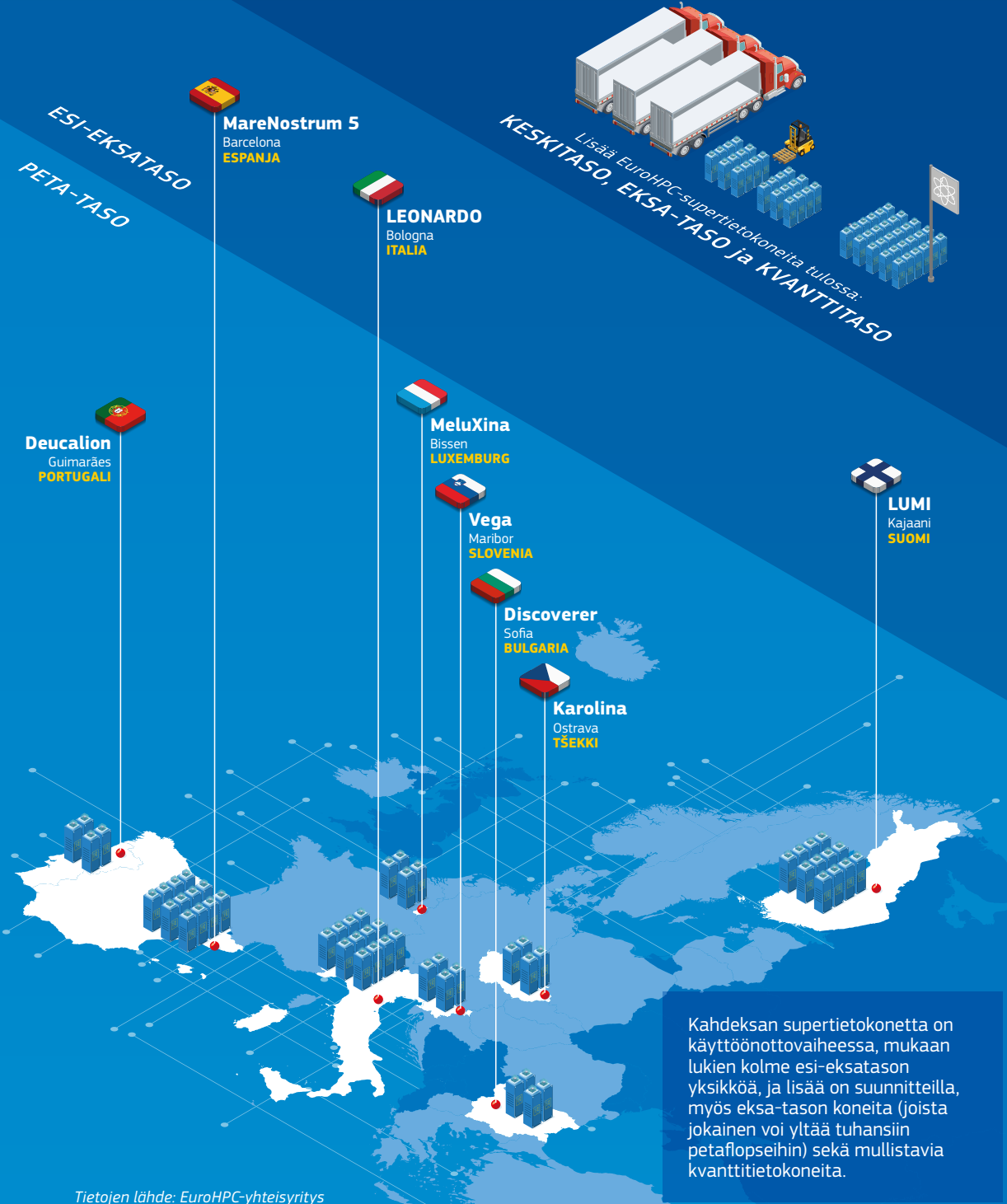
Hanke pohjautuu CDF-työkalujen käytön lisääntymiseen ja alan vaatimuksiin, jotka edellyttävät yhä suurempia ja pidempiä simulaatioita. Tämänhetkisten numeeristen työkalujen laskenta-ajat ovat liian pitkiä teollisesti merkittävien ongelmien käsittelyyn, ja käyttäjät ovat todenneet luotettavuuden ja tarkkuuden puutteita vaativissa lento-olosuhteissa.

Kuten Lehmkuhl toteaa: ”Nämä heikkoudet estävät virtuaalisten työkalujen täysimittaisen hyödyntämisen suunnitteluun ja sertifiointiin. Ongelma ei koske vain avaruus- ja ilmailualaa, vaan myös autoteollisuutta, tuulivoimaa, propulsiojärjestelmiä, materiaalia lisäävää valmistusta ja useita muita aloja.”

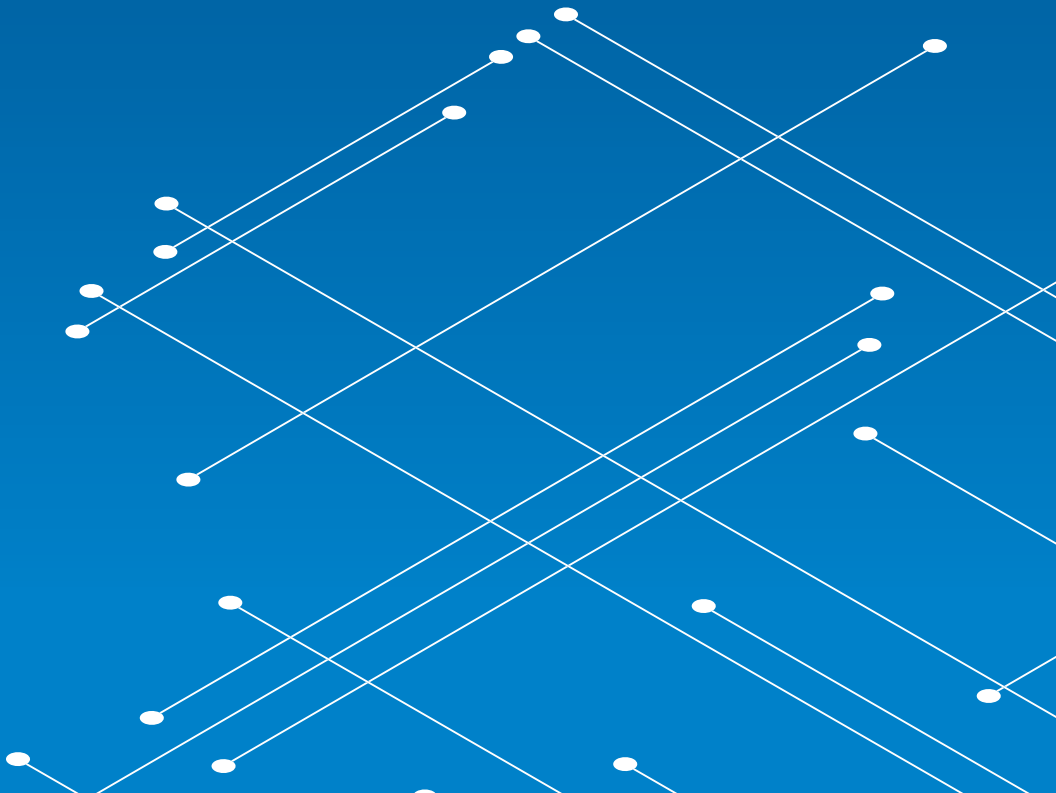
Yksi NextSimin tärkeimmistä tavoitteista on hankkeen menetelmien demonstrointi hankekumppani [Airbusin](#) markkinoiden kannalta olennaisille ongelmille. Hankkeessa keskitytään avaruus- ja ilmailualan ongelmiin, kuten päästöjen vähentämiseen, turvallisuuteen, meluun ja suorituskykyyn. Sen tutkimuksia voidaan kuitenkin hyödyntää millä tahansa alalla, jossa tarvitaan numeerista diskretisointia ja osittaisdifferentiaaliyhtälöiden integrointia suunnitelmiin.

EuroHPC-yhteisyritys kartalla

EuroHPC-yhteisyritykseen kuuluu 31 maata, jotka kehittävät yhdessä Euroopan superlaskennan resursseja.



TAITOJA 2000-LUVUN TARPEISIIN



”Kansalliset osaamiskeskukset tekevät yhteistyötä yhteisen edun mukaisten aiheiden parissa ja luovat kukoistavan suurteholaskentaekosysteemin, joka mahdollistaa vuorovaikutuksen Euroopan ja kansallisten tasojen välillä.”

Bastian Koller, EuroCC-hankkeen koordinaattori



HANKKEEN TIETOKORTTI

Koko nimi: National Competence Centres in the framework of EuroHPC

Hankkeen päivämäärät: 1. syyskuuta 2020 – 31. elokuuta 2022

Koordinoija: Stuttgartin yliopisto Saksassa

Rahoitus: Horizon 2020–Science with and for Society

CORDIS-tietosivu: cordis.europa.eu/project/id/951732

Hankkeen sivusto: eurocc-access.eu

Kokonaisbudjetti: 56 329 834 euroa

EU-rahoitus: 27 936 679 euroa

EuroCC

Kansalliset suurteholaskennan osaamiskeskukset

EuroCC:n kansalliset osaamiskeskukset toimivat keskuksina, joilla edistetään ja tuetaan suurteholaskentaa ja siihen liittyviä teknologioita eri toimialoilla, tuodaan mahdollisuuksia paremmin saataville ja tarjotaan räätälöityjä ratkaisuja tälle nopeasti kehittyvälle alalle.

Aiemmat eurooppalaiset aloitteet on perustettu kannustamaan suurteholaskennan ja siihen liittyvien teknologioiden käyttöönotossa. Monissa aloitteissa on kuitenkin priorisoitu jotakin kansallista painopistettä, mistä seuraa asiantuntemuksen vaihtelua eri maissa.

”Euroopan maiden osaamisen tulisi olla keskenään verrannollisella tasolla, jotta voimme kunnolla kehittää maailmanlaajuisesti kilpailukykyisen eurooppalaisen suurteholaskennan osaamista – jolla on vahva vaikutus yhteiskuntaan, teollisuuteen ja tieteelliseen tutkimukseen”, sanoo Bastian Koller, EU:n rahoittaman [EuroCC-hankkeen](#) projektikoordinaattori.

EuroCC on perustanut 33 kansallista osaamiskeskusta (National Competence Centre, NCC), ja EuroHPC tuo ensimmäistä kertaa yhteen näin monta maata voimien yhdistämiseksi. Jokaista NCC-keskusta tukee keskuksen jäsenmaa, ja kustannukset jaetaan 50-prosenttisesti. Keskusten toiminta perustuu konsolidoinnin, integroinnin ja vaihdon tavoitteisiin.

Kukin maa määrittää ensin tarjolla olevan osaamisensa, ja sitten kansallisen osaamisen portfolioita hyödynnetään synergiaetujen saavuttamiseksi. Euroopan tasolla toimia koordinoidaan [CASTIEL](#)-sisarhankkeella, jolla pyritään varmistamaan hyödyt koko verkostolle. NCC-verkosto tekee yhteistyötä myös ulkoisten elinten, esimerkiksi osaamiskeskusten sekä [ETP4HPC](#)- ja [PRACE](#)-hankkeiden kanssa.

Osa maista on jo hyötynyt suurteholaskentaan tehdyistä huomattavista kansallisista investoinneista, ja yksi EuroCC:n suurimmista haasteista onkin ollut osaamistasojen standardointi koko verkostossa. Vastauksena tähän on perustettu CASTIELin rahoittama kansallisten osaamiskeskusten twinning- ja mentorointiohjelma, jolla pyritään jakamaan tietoja ja taitoja.

Kollerin mukaan kuitenkin ”eroavaisuudet itse asiassa auttavat, sillä ne korostavat erityisiä alueita, joilla yhteistyöstä on hyötyä, sekä ohjaavat verkoston yhteistä suuntaa ja visiota.”

Eroavaisuuksista on myös kummunnut joukko erilaisia hyväksi havaittuja ratkaisuja verkostossa vastaan tuleviin ongelmiin. EuroCC on tällä hetkellä keskittynyt tarjoamaan koulutusta, jatkamaan yhteistyötä teollisuuden kanssa, kartoittamaan asiantuntemusta ja huolehtimaan viestinnästä. Tärkeä osa työtä on myös tutustuminen uusiin aiheisiin, esimerkiksi kvanttilaskentaan ja tekoälyyn, jotta voidaan määrittää tärkeimpiä tulevia kansallisten osaamiskeskusten painopistealoja.

”Kansalliset osaamiskeskukset tekevät yhteistyötä yleisesti kiinnostavien aiheiden parissa ja luovat kukoistavan suurteholaskentaekosysteemin, joka mahdollistaa kaikkia osapuolia hyödyttävän vuorovaikutuksen Euroopan ja kansallisten tasojen välillä”, Koller toteaa.

”Nyt suurteholaskenta voi auttaa pk-yrityksiä ratkaisemaan ongelmia, joiden ratkaisu oli ennen mahdotonta, ja se voi jopa antaa alkusysäyksen uusille liiketoimintamalleille.”

Guy Lonsdale, FF4EuroHPC-hankkeen tiiminjäsen



HANKKEEN TIETOKORTTI

Koko nimi: FF4EuroHPC: HPC INNOVATION FOR EUROPEAN SMES

Hankkeen päivämäärät: 1. syyskuuta 2020 – 31. elokuuta 2023

Koordinoija: Stuttgartin yliopisto Saksassa

Rahoitus: Horizon 2020-LEIT-ICT

CORDIS-tietosivu: cordis.europa.eu/project/id/951745

Hankkeen sivusto: ff4eurohpc.eu

Kokonaisbudjetti: 9 998 475 euroa

EU-rahoitus: 9 998 475 euroa

FF4EuroHPC

Uusin teknologia edistää liiketoimintaa

FF4EuroHPC tukee kokeiluja, joilla yritykset saavat käyttöönsä suurteholaskentaresursseja. Hankkeen menestystarinat innoittavat pieniä ja keskisuuria yrityksiä uusimman teknologian käyttöönottoon.

Kaikista Euroopan yrityksistä pk-yrityksiä on [99 prosenttia](#), ja ne muodostavatkin Euroopan talouden selkärangan. Moni yritys tarvitsi kuitenkin paremman pääsyn laskentaresursseihin voidakseen hyödyntää nopeasti etenevän digitalisaation tarjoamia mahdollisuuksia.

EU:n tukema [FF4EuroHPC](#) auttaa pk-yrityksiä pääsemään käsiksi varoihin ja asiantuntemukseen, joilla ne voivat lisätä omaa kaupallista potentiaaliaan ja tehostaa Euroopan innovaatioita ja kilpailukykyä.

Hankkeen tiimiin kuuluva Guy Lonsdale on työskennellyt aiemmin simulointiohjelmistojen parissa ja päässyt seuraamaan, miten suurteholaskennan käyttö on laajentunut tietokoneavusteisesta suunnittelusta huippumoderniin data-analysointiin ja koneoppimiseen.

”Ala alkaa tulla täysi-ikäiseksi, kun teknologian edistysaskelet ja yritystoiminnan tarpeet kohtaavat”, Lonsdale sanoo. ”Nyt suurteholaskenta voi auttaa pk-yrityksiä ratkaisemaan ongelmia, joiden ratkaisu oli ennen mahdotonta, ja se voi jopa antaa alkusäyksen uusille liiketoimintamalleille.”

FF4EuroHPC on jatkoa kahdelle aiemmalle EU:n tukemalle hankkeelle, [Fortissimolle ja Fortissimo 2:lle](#). Molemmat tavoittelivat pk-yrityksiä avoimilla tarjouspyynnöillä rahoituksen myöntämiseksi 18 kuukauden kokeiluihin, joilla osoitettaisiin suurteholaskennan liiketoimintaedut. Hankkeen kumppanit tukivat yhteenliittymiä antamalla pääsyn laskentaresursseihin pilvipohjaisen infrastruktuurin kautta.

Tuloksena syntyi [79 menestystarinaa](#), jotka sivuavat useita erilaisia innovaatioita kevyiden lentokoneiden aerodynamiikan simulaatioista aina nykyisten lääkeyhdisteiden käytön arviointiin mahdollisiin uusiin hoitoihin tämänhetkisten käyttöaiheiden lisäksi.

Samana lähestymistapaa noudatteleva FF4EuroHPC on toteuttanut kaksi tarjouspyyntöä rahoituksen myöntämiseksi 15 kuukauden kokeiluille.

Ensimmäisestä tarjouspyynnöstä saatiin 3 miljoonaa euroa 16 ehdotukselle. Mukana oli 53 organisaatiota, joista 27 oli pk-yrityksiä. Toisella tarjouspyynnöllä kerättiin lähes 5 miljoonaa euroa 26:lle rahoitusta saaneelle ehdotukselle, ja mukana oli 79 organisaatiota, joista 47 pk-yrityksiä.

FF4EuroHPC:n valinnat edustavat useita erilaisia käyttökohteita, kuten ennenkin.

”Tällaisista tarjouspyynnöistä tulee aina yllätyksiä, kuten suurteholaskennan ja koneoppimisteknologian käyttö yhdistettynä antureihin ja esineiden internetin alustaan seuraavan sukupolven kanankasvatuksessa”, Lonsdale sanoo.

Nopeasti kehittyvän ja moninaisen suurteholaskennan ekosysteemin kehittämiseksi FF4EuroHPC kannustaa eri kokeilujen väliseen tiedonvaihtoon esimerkiksi työpajojen avulla. ”Uusilla kokeiluillamme pyritään saamaan lisää urauurtavia, liiketoimintakeskeisiä menestystarinoita. Siten voimme edistää entisestään suurteholaskennan omaksumista Euroopan pk-yrityksissä”, Lonsdale toteaa.

”Valmistuvat opiskelijat saavat ohjelmasta mukaansa taitoja ja itsevarmuutta, joita he tarvitsevat Euroopan digitalisaation siivittämiseen.”

Pascal Bouvry, EUMaster4HPC-hankkeen koordinaattori



HANKKEEN TIETOKORTTI

Koko nimi: European Master for High Performance Computing (EUMaster4HPC)

Hankkeen päivämäärät: 1. tammikuuta 2022 – 31. joulukuuta 2025

Koordinoija: Luxemburgin yliopisto Luxemburgin suurherttuakunnassa

Rahoitus: Horizon 2020-Science with and for Society

CORDIS-tietosivu: cordis.europa.eu/project/id/101051997
(tämä sivu on pian saatavilla CORDIS-sivustolla)

Hankkeen sivusto: eumaster4hpc.uni.lu

Kokonaisbudjetti: 7 000 000 euroa

EU-rahoitus: 7 000 000 euroa

EUMaster4HPC

Maisteriohjelmalla lisää suurteholaskennan osaajia

Uusi maisteriohjelma pyrkii tarjoamaan Euroopalle osaavaa työvoimaa, jota tarvitaan suurteholaskennan mahdollisuuksien hyödyntämiseen.

Suurteholaskenta on olennaisessa osassa Euroopan digitalisaatiossa.

”Suurteholaskenta on nopeasti kasvava tutkimuksen ja kehityksen ala, jolla on paljon potentiaalia talouskasvun edistäjänä”, sanoo Pascal Bouvry, joka toimii professorina [Luxemburgin yliopistossa](#).

Suurteholaskennan täyden potentiaalin valjastamiseen tarvitaan kuitenkin erittäin taitavaa työvoimaa. ”Eurooppa tarvitsee ammattilaisia, jotka ovat opiskelleet suurteholaskentaa ja siihen liittyviä aloja, esimerkiksi datatiedettä ja tekoälyä. Muutoin menetämme tämän ainutlaatuisen mahdollisuuden [digitaalisten sisämarkkinoidemme](#) edistämiseen”, Bouvry lisää.

Perustason tietojenkäsittelytieteen ja ohjelmointikielten opintoja sisältyy kyllä moniin yliopistojen opetussuunnitelmiin, mutta nämä taidot eivät riitä nopeasti kehittyvän HPC-teknologian ekosysteemin tarpeisiin. Siksi Luxemburgin yliopisto koordinoi työtä suurteholaskentaan keskittyvän eurooppalaisen Master of Science (MSc) -tutkinnon kehittämiseksi EU:n rahoittaman [EUMaster4HPC-hankkeen](#) tuella.

”Tavoitteemme on kerätä kaikki tämänhetkinen asiantuntemus ja tieto Euroopan yliopistoista, tutkimuskeskuksista, teollisuudesta, yrityksistä, julkishallinnosta ja pk-yrityksistä ja koostaa se yhdeksi, Euroopan laajuiseksi maisteriohjelmaksi”, kertoo hankkeen koordinaattorina toimiva Bouvry.

Kaksivuotisen maisteriohjelman alussa keskitytään suurteholaskennan peruskysymyksiin, ja toisena vuonna jatketaan erikoistumisopintoihin. Ohjelmaan kuuluu myös mentorialoite sekä harjoittelu eurooppalaisessa suurteholaskentakeskuksessa, tutkimuslaboratoriossa tai yrityksessä. Tutkinnon suorittaminen edellyttää, että opiskelijat kirjoittavat maisterintutkielman ja puolustavat sitä asiantuntijoista koostuvan raadin edessä.

”Valmistuvat opiskelijat saavat ohjelmasta mukaansa taitoja ja itsevarmuutta, joita he tarvitsevat HPC-teknologioiden omaksumisen johtamiseen ja Euroopan digitalisaation siivittämiseen”, Bouvry lisää.

Uusi maisteriohjelma otetaan käyttöön pilottiohjelmana useissa johtavissa Euroopan yliopistoissa. Osa piloteista hyödyntää nykyisiä suurteholaskentaa käsitteleviä ohjelmia ja kursseja, mutta toiset käyttävät hankkeen kehittämää uutta materiaalia. Näiden pilottien perusteella hanke aikoo luoda koordinoitua ja järjestelmällisen ratkaisun suurteholaskenta-alan koulutukseen ja tarjota sitä sitten muiden yliopistojen käyttöön.

Sanasto

Eksa-tason supertietokoneet pystyvät suorittamaan yli 10^{18} (miljardi miljardia) laskutoimitusta sekunnissa. Vertailun vuoksi kannettava tietokone suorittaa noin 1 000 miljardia laskutoimitusta sekunnissa.

Esi-eksa-tason supertietokoneet pystyvät suorittamaan yli 10^{17} (100 miljoonaa miljardia) laskutoimitusta sekunnissa.

HPC-ekosysteemillä viitataan kaikkiin suurteholaskennan arvoketjun osiin: yhteisöihin ja sidosryhmiin mutta myös järjestelmiin ja teknologioihin sekä näitä järjestelmiä tukeviin ohjelmisto- ja laitteistoelementteihin: prosessoreista, kiihdyttimistä, ohjelmistoista, algoritmeista ja sovelluksista taitoihin ja asiantuntemukseen saakka.

Hybriditietokone yhdistää kvanttietokoneiden ja perinteisten suurtehotietokoneiden parhaat puolet ja suorittaa rinnakkaisesti entistäkin enemmän toimituksia.

Kiihdytin viittaa laitteiston osaan tai ohjelmaan, jonka pääasiallinen tavoite on tehostaa tietokoneen suorituskykyä. Kiihdyttimiä on erityyppisiä, ja niiden tarkoitus on tehostaa tietokoneen toiminnan eri osa-alueita.

Koneoppiminen on tekoälyn osa-alue, jonka avulla ohjelmistosovellusten tarkkuus paranee ilman, että sitä pitää erikseen ohjelmoida.

Kvanttilaskennassa käytetään kvanttitekniologioita, joiden avulla voidaan laskea miljoonia mahdollisuuksia rinnakkain sen sijaan, että ne laskettaisiin perinteisten tietokoneiden tapaan yksi kerrallaan.

Kvanttisimulaattorit ovat kvanttietokoneita, jotka käsittelevät kvanttibittejä (kubitteja) kokonaisuutena yksittäisten kubittien sijaan.

Massadata eli big data viittaa suureen tietomäärään, jonka käsittelyyn tavalliset sovellukset eivät riitä. Tiedot voivat olla ihmisten luomia tai koneellisesti luotuja, esimerkiksi satelliittikuvia, digitaalisia kuvia, videoita, GPS-signaaleja jne.

Ohjelmisto koostuu komennoista, joilla annetaan tietokoneelle sen toimintaohjeet. Ohjelmiston vastakohta on laitteisto – järjestelmän muodostavat koneet, jotka varsinaisesti suorittavat työn.

Peta-tason supertietokoneet pystyvät suorittamaan yli 10^{15} (yksi miljoona miljardia) laskutoimitusta sekunnissa.

Pilvilaskenta on teknologia, jonka avulla internetin käyttäjät voivat tallentaa tai käyttää ohjelmistoa internetin kautta hoidetulla palvelimella. Tallennettuihin tietoihin pääsee sitten käsiksi miltä tahansa laitteelta mistä tahansa sijainnista, kunhan internetyhteys on käytettävissä.

Pk-yrityksillä tarkoitetaan pieniä ja keskiuuria yrityksiä.

Proessorit eli suorittimet ovat elektroniikkapiirejä, jotka toteuttavat tietokoneen toimintaa ohjaavia käskyjä. Proessorit ovat supertietokoneiden rakennuspalikoita.

Siru tarkoittaa elektronista laitetta, joka sisältää useita toiminnallisia elementtejä yhdessä puolijohdinmateriaalin palassa, yleensä muistin, logiikan, prosessorin ja analogisten laitteiden muodossa. Sanotaan myös mikropiiriksi.

Sovelluskoodit ovat ohjelmia, jotka hoitavat tiettyjä tehtäviä käyttäjien puolesta esimerkiksi numeerisen ongelman ratkaisemiseksi.

Tekoäly on tietojenkäsittelytieteen ala, joka opettaa järjestelmiä analysoimaan ympäristöä ja tekemään päätöksiä tietyllä autonomian tasolla asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tekoälyjärjestelmiä käytetään monimutkaisten ongelmien ratkaisemiseen tavalla, joka muistuttaa ihmisten ongelmanratkaisua.

Julkaisija

CORDIS Euroopan komission puolesta,
Euroopan unionin julkaisutoimisto
2, rue Mercier
L-2985 Luxembourg
LUXEMBURG

cordis@publications.europa.eu

Toimituksen koordinointi

Carlos LÁZARO MAZORRIAGA, Paula ESCUDERO DÍAZ

Vastuuvapautuslauseke

Tässä CORDISin tuottamassa Projects Info Pack -esitteen numerossa julkaistut tiedot ja linkit ovat oikeita julkaisun painohetkellä.

Julkaisutoimistoa ei voi pitää vastuussa tiedoista, jotka ovat vanhentuneet tai sivuista, jotka on poistettu verkosta. Julkaisutoimisto eikä kukaan sen puolesta toimiva henkilö ei ole vastuussa mistään käytöstä, joka voi perustua tämän julkaisun sisältämiin tietoihin tai mistään virheistä, joita teksteissä voi olla niiden huolellisesta laatisemisesta huolimatta.

Tässä julkaisussa esitetyt teknologiat voivat olla immateriaalioikeuksien suojaamia.

Tämä Projects Info Pack -esite on laadittu CORDISin ja Euroopan suurteholaskennan yhteisyrityksen yhteistyönä.



@EuroHPC_JU



@eurohpc-ju

Print ISBN 978-92-78-42915-7 doi:10.2830/607315 ZZ-01-22-319-FI-C

HTML ISBN 978-92-78-42897-6 doi:10.2830/429382 ZZ-01-22-319-FI-Q

PDF ISBN 978-92-78-42908-9 doi:10.2830/99130 ZZ-01-22-319-FI-N

Luxemburg: Euroopan unionin julkaisutoimisto, 2022

© Euroopan unioni, 2022

Uudelleenkäyttö on sallittu, jos lähde mainitaan.

Euroopan komission asiakirjojen uudelleenkäytöstä on määrätty päätöksessä 2011/833/EU (EUVL L 330, 14.12.2011, s. 39).

Kaikkien sellaisten valokuvien ja materiaalien, jotka eivät ole EU:n tekijänoikeussuojan alaisia, käyttöön tai jäljentämiseen on kysyttävä lupa suoraan tekijänoikeuden haltijoilta.

Kansikuva: © Euroopan unioni, 2022



Seuraa meitä myös sosiaalisessa mediassa!

facebook.com/EUresearchResults

twitter.com/CORDIS_EU

youtube.com/CORDISdotEU

instagram.com/eu_science