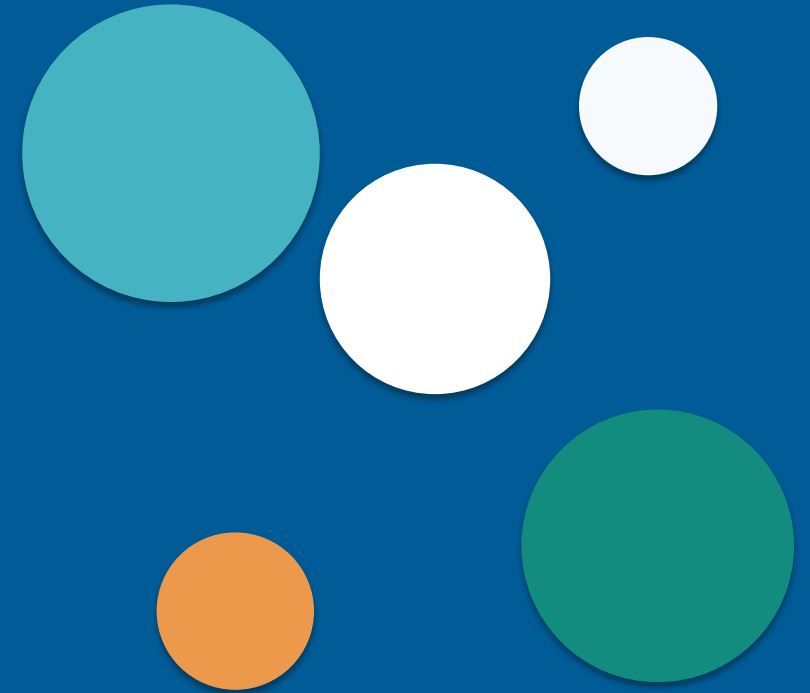


Suomalaisen kvanttilaskentaosaamisen kehittäminen

20.3.2026



Koulutus • Quantum readiness • Vendorit



Koulutus + quantum readiness

Raportti yhdistää formaalin opetuksen ja organisaatioiden valmiuksien kehittämisen.



Nelijakoinen analyysi

Rajaus erottaa koulutuksen, infrastruktuurit, readinessin ja globaalit resurssit.



Täsmäpäivitys 16.3.2026

Uusi 3.5-alaluku tuo vendor- ja alustatoimijat näkyväksi.



Lähdekriittinen rajaus

Mukana vain suoraan todennettavat havainnot.



Formaali kvanttikoulutus

Yliopistot, avoin korkeakoulu, ristiinopiskelu ja tutkintopolut.



Infrastruktuurikerros oppimisessa

Laskenta-aika, simulaatiot, kvanttilaitteiston käyttö ja HPC+QC-työnkulut.



Organisaatioiden quantum readiness

Käyttötapausten tunnistaminen, valmiuksien kehittäminen ja pilotointi.



Vendor- ja alustatoimijat

Kehittäjä-, tutkija- ja business-readiness -oppimisen täydentäjät.



1) Formaali koulutus

Tutkintopolut, kurssit ja ristiinopiskelu.



2) Tutkimusinfrastruktuurit

Käyttäjäkoulutus, simulaatiot ja hands-on-ympäristöt.



3) Quantum readiness

Yritysten ja julkisten organisaatioiden valmiudet ja pilotointikyvykyys.



4) Globaalit resurssit + 3.5 vendorit

Täydentävät verkkoresurssit ja vendor-ekosysteemit.

Statusluokat eroteltuna: varmistettu tarjonta, hankkeet, strategiset tavoitteet ja täydentävät resurssit.

Formaali koulutus Suomessa

Yliopistojen kvanttilaskentatarjonnan nykytila
Ammattikorkeakoulut, avoin korkeakoulu ja ristiinopiskelu

Organisaatio	Tarjonta	Tyyppi	Erityispiirre
Aalto-yliopisto	Quantum Technology	BSc + MSc -polku	Monitieteinen, 180 + 120 op
Helsingin yliopisto	Quantum Computing; Programming of Quantum Computers	Yksittäiset opintojaksot	Yhdistää teorian ja ohjelmoinnin
Jyväskylän yliopisto	Kvanttilaskennan aakkoset A–B	Avoin verkkokurssi	Maksuton, itsenäinen suoritus
Oulun yliopisto	Quantum computer science and Mathematics	Advanced studies -kurssi	Kvanttilaskenta + matematiikka + kryptografia
LUT-yliopisto	Fundamentals of Quantum Software Engineering	Maisteritason kurssi	Kvanttiohjelmistotekniikan painotus



AMK-sektorin rooli

Kvanttilaskennan opetus on kehittyvää ja toistaiseksi vähemmän vakiintunutta kuin yliopistoissa.



Savonia esimerkkinä

Kvanttilaskennan perusteet osoittaa, että AMK-tasolla voidaan tarjota soveltavaa johdanto-opetusta.



Avoimen korkeakoulun merkitys

Jyväskylän verkkokurssit avaavat formaalia osaamista laajemmalle yleisölle.



Ristiinopiskelun mekanismit

InstituteQ EduQ ja cross-study vahvistavat tarjonnan yhdistämistä yli organisaatorajojen.

Tutkimusinfrastruktuurien käyttäjäkoulutus

FiQCI, CSC ja LUMI: hands-on-HPC+QC-oppimisen ydin
VTT ja muut käyttöympäristöt täydentävät oppimisen ekosysteemiä

Toimija	Käyttäjäkoulutuksen näyttö	Kohderyhmä	Keskeinen lisäarvo
FiQCI	Computing time and training	Suomalaiset TKI-yhteisöt	Hybridinen HPC+QC-infrastruktuuri
CSC	Introduction to Quantum Computing and FiQCI	Aloittelijat, tutkijat, kehittäjät	LUMI + Helmi hands-on-harjoituksissa
LUMI	Introduction to Quantum Computing & Hybrid HPC-QC Systems	Python/Unix-perusteet osaavat osallistujat	Hybridiset klassis-kvanttityönkulut
Kvasi	FiQCI:n simulaattorikomponentti	Algoritmien kehittäjät ja testaajat	Mahdollistaa harjoittelun ilman QPU:ta



VTT

n integroitu rooli: Laitteisto, asiantuntijapalvelut ja soveltamisnäkökulma yhdistyvät ohjatuksi käyttäjäoppimiseksi.



OtaNano

Kansallinen open access -tutkimusinfrastruktuuri kvanttiteknologioille, mutta suoraa QC-koulutuksen näyttöä on vähemmän.



Muut kehitysympäristöt

Kvanttinova ja muut hubit vahvistavat ekosysteemiä ja oppilaitosyhteistyötä.



Keskeinen tulkinta

Suorin ja vahvin kvanttilaskennan käyttäjäkoulutuksen näyttö liittyy FIQCI-CSC-LUMI-VTT-akseliin.

Quantum readiness ja täydentävät resurssit

Miten yritysten ja julkisorganisaatioiden valmiuksia rakennetaan?

Miten globaalit resurssit ja vendorit täydentävät suomalaista kenttää?

Miten Suomessa rakennetaan yritys- ja julkisorganisaatioiden valmiutta?

Quantum readiness



Tietoisuuden lisääminen

Quantum readiness alkaa ymmärryksestä ja yhteisestä kielestä.



Käyttötapausten tunnistaminen

VTT tukee yrityksiä sovelluskohteiden hahmottamisessa.



Verkostot ja yhteistyö

BusinessQ vahvistaa teknologiatoimijoiden ja yritysten dialogia.



Valmiuksien rakentaminen

KvanttiKarelia tarjoaa alueellisen esimerkin webinaareista, materiaaleista ja pk-yritysten aktivoinnista.



IQM Academy

Ilmaisia interaktiivisia oppimispolkuja kvanttilaskennan perusteista virheiden korjaukseen.



IBM, Microsoft ja AWS

Quantum Learning, Azure Quantum ja Braket tukevat käytännön ohjelmointi- ja pilvipalveluoppimista.



QWorld ja Quantum Country

Matalan kynnyksen itseopiskelua ja yhteisöpohjaista oppimista.



Kokonaisrooli

Globaalit resurssit täydentävät suomalaista formaalia koulutusta ja infrastruktuurien hands-on-oppimista.

3.5 Vendor- ja alustatoimijoiden rooli

Täsmäpäivitys tuo teknologia- ja alustatoimijoiden koulutusroolin näkyväksi

Keskeiset lisätoimijat: NVIDIA, IBM, IonQ, D-Wave, Rigetti, Intel ja Nokia

Toimija	Päärooli koulutuksessa	Näyttö koulutuksellisesta roolista	Luokittelu raportissa
NVIDIA	Hybridinen QC/HPC/AI-osaaminen	CUDA-Q Academic, cuQuantum, tutorialit, GTC-sessionit	Täydentävä globaali resurssi / vendor-koulutus
IBM	Tekninen + business-oriented quantum learning	IBM Quantum Learning, pathways, Quantum Business Foundations	Täydentävä globaali resurssi / vendor-koulutus
IonQ	Luentosarjat + faculty learning	Introduction to Quantum Programming/Computers, Faculty Learning Series	Täydentävä globaali resurssi / vendor-koulutus
D-Wave	Annealing- ja optimointikoulutus	Foundations for Quantum Programming, Quantum Programming Core, Learn	Täydentävä globaali resurssi / vendor-koulutus
Rigetti	SDK- ja developer-dokumentaatio	pyQuil, QCS docs, getting started -ohjeet, harjoitukset	Täydentävä globaali resurssi / vendor-koulutus
Intel	SDK-ekosysteemi ja yliopistoyhteistyö	Educational programs, SDK challenges, community resources	Täydentävä globaali resurssi / vendor-koulutus
Nokia	Kvanttiteknologioiden awareness- ja quantum-safe-rooli	Quantum technologies, Learning at Nokia, quantum-safe networks	Relevantti toimija, mutta ei vahva näyttö varsinaisesta QC-koulutuksesta

Taulukko tiivistää 3.5-alaluvun keskeiset lisätoimijat ja niiden koulutuksellisen roolin.



Täydentävä rooli

Vendor- ja alustatoimijat eivät korvaa suomalaista formaalia koulutusta, mutta ne täydentävät sitä voimakkaasti.



Vahvimmat koulutukselliset toimijat

NVIDIA, IBM, IonQ, D-Wave ja Intel näyttäytyvät tässä aineistossa vahvimpina.



Nokian erityisasema

Tärkeä kvanttiteknologioiden ja quantum-safe-ajattelun toimija, mutta ei aineiston perusteella keskeinen QC-koulutuspalvelujen tarjoaja.



Keskeinen tulkinta

Vendor-rooli liittyy ennen kaikkea developer enablementiin, vendor-ekosysteemeihin ja organisaatioiden readiness-polkuun.

Uuden 3.5-alaluvun kriittinen tulkinta: vendor-rooli on tärkeä, mutta erilainen kuin formaalin tutkintokoulutuksen rooli.

Elementti	Lähteiden mukaan	Tulkinta raportissa
LUMI AI Factory	Training, support, data, HPC, AI-palvelut organisaatioille	Varmistettu palvelu- ja osaamisympäristö
LUMI-IQ platform	Quantum computing for AI workloads	Kehityslinja AI/HPC/QC-yhdentymiseen
Roadmap 2027	LUMI-IQ quantum-AI environment	Strateginen tavoite, ei vielä vakiintunut koulutuspalvelu
Data center construction 2026	LUMI-AI ja LUMI-IQ rakennetaan Kajaaniin	Konkreettinen infrastruktuurinen eteneminen

Vendor- ja alustatoimijoiden rooli täydentää tätä tulevaisuussuuntaa erityisesti AI/HPC/QC-osaamisen kehittäjä- ja tutkimuspoluissa.

LUMI, LUMI-AI ja LUMI-IQ

LUMI – Euroopan supertietokoneiden lippulaiva

1 SYSTEM
380 Petaflop/s
PEAK PERFORMANCE

Euroopan neljänneksi nopein supertietokone.

Yksi vihreimmistä supertietokoneista maailmassa

#9 Top500-
listauksessa 06/2025

100%
HYDROELECTRIC
ENERGY

COMPUTING POWER EQUALS
1.5 MILLION
MODERN LAPTOP'S
CAPACITY

1.5 million laptops

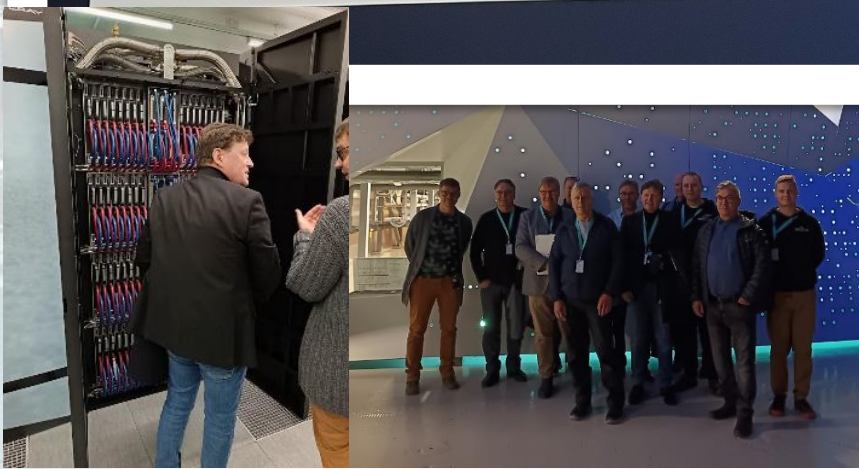
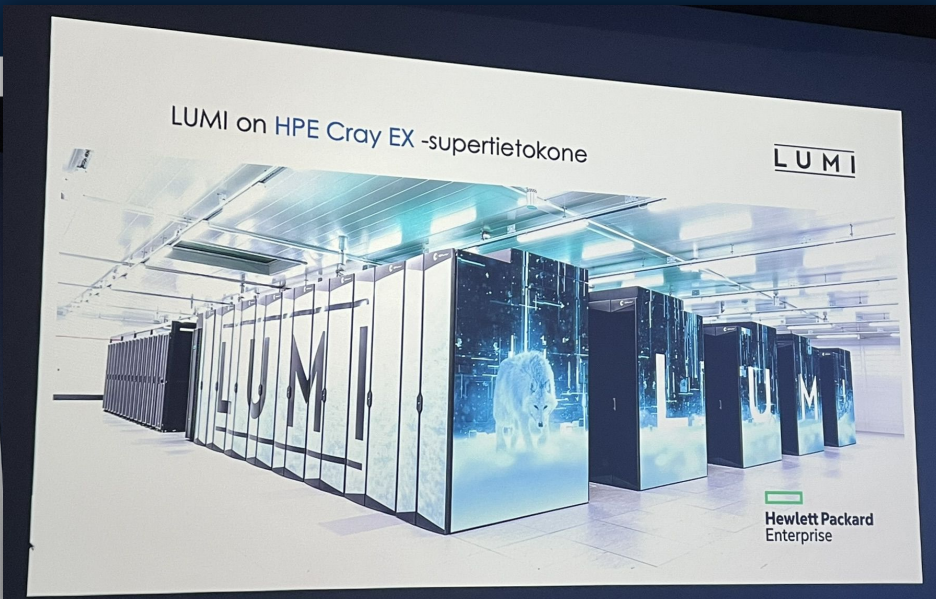
2x
150m² FOOTPRINT

ONE OF THE MOST
ADVANCED
PLATFORMS FOR AI

LUMI

kattaen noin 10% Kajaanin kaukolämmöstä.

EuroHPC JU:n omistama ja LUMI-konsortion isännöimä



LUMI, LUMI-AI ja LUMI-IQ

LUMI AI Factory aikajana



AI Factories:

https://www.eurohpc-ju.europa.eu/ai-factories_en

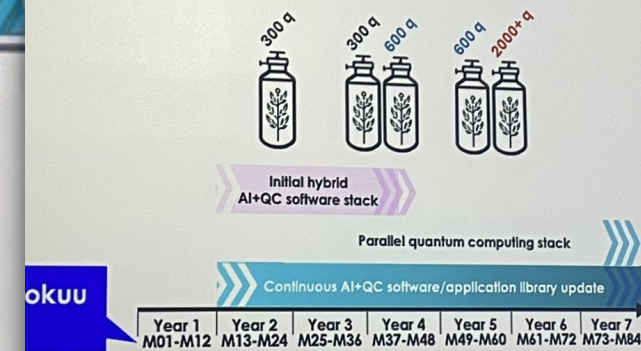
LUMI AI Factory ja LUMI-IQ quantum platform:

<https://lumi-ai-factory.eu/roadmap/>

EU:n Quantum Strategy:

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/quantum-europe-strategy>

LUMI-IQ:lle



Maailman johtava yhdistetty HPC+AI+QC -infrastruktuuri



Kvanttilaskenta pähkinäkuoressa

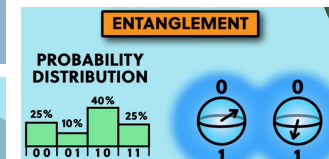
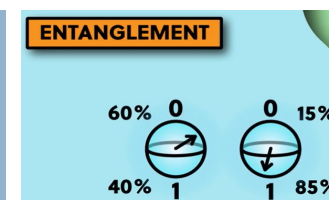
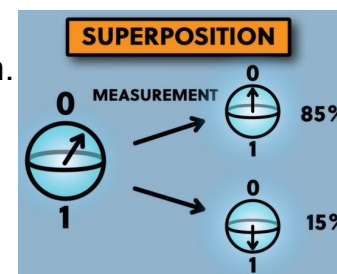
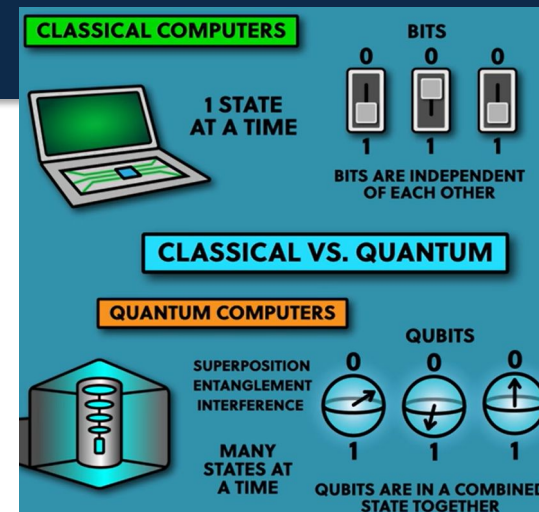
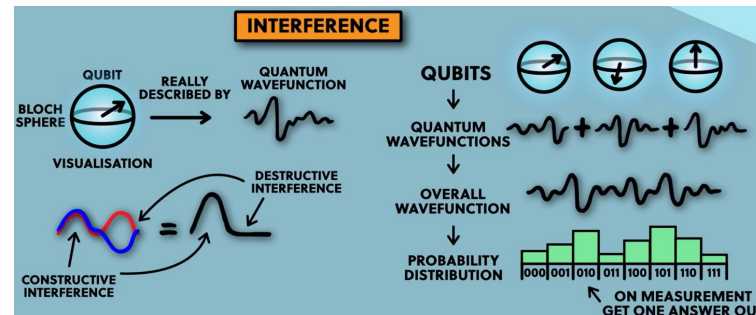
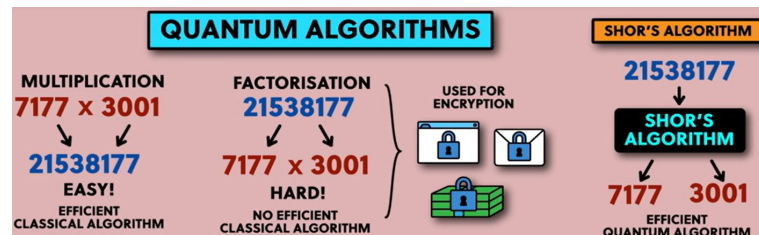
Kvanttilaskenta pähkinäkuoressa (hyvin yksinkertaistettu kuvaus)

Kvanttilaskenta on kehittyvä **supertietokoneteknologia**, joka perustuu kvanttimekaniikan ilmiöihin, kuten **superpositioon**, **kvantti-lomittumiseen** ja **interferenssiin**. Klassisen tietojenkäsittelyn bittien sijaan **kvanttietokoneet** käyttävät **kubitteja**. Klassinen tietokone voi olla **kerrallaan vain yhdessä tilassa**, kun taas **kvanttietokone voi olla useissa tiloissa samanaikaisesti**. Kietoutuneiden kubitien määrän **N** lisääminen kasvattaa kvanttijärjestelmän tilojen määrää kertoimella **2^N**.

Kvanttilaskenta on edelleen niin sanotussa **NISQ** (Noisy Intermediate-Scale Quantum) -aikakaudessa. **Kubitit ovat alttiita virheille**, ja **dekoherenssi** häiritsee niiden toimintaa. Kvanttilaskentaa ei voida "debugata tai perua", koska järjestelmän mittaaminen tuhoaa kvanttitiilan.

Kvanttilaskenta **ei korvaa klassista laskentaa**; se toimii hyvin **tiettyjen ongelmien ratkaisemisessa**, ja tulosten tulkinta sekä kvanttilaitteiston hallinta tapahtuu **klassisilla tietokoneilla**. Tässä vaiheessa kuvioihin astuvat **tekoälyllä tehostetut HPC-tietokoneet**.

Funktionaalinen kvanttietokone pystyy ratkaisemaan tehokkaammin erilaisia **tekijöihin jakamiseen** ja **optimointiin** liittyviä ongelmia kuin klassinen tietokone. Yksi esimerkki on **Peter Shorin** vuonna 1994 kehittämä **Shorin algoritmi**.



NUMBER OF QUBITS	NUMBER OF STATES
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
⋮	⋮
N	2 ^N

Reference (illustrations): Dominic Walliman (2021) D.O.S. **The Map of Quantum Computing - Quantum Computing Explained** (<https://youtu.be/-UlxHPiEVqA>)