

# E-kirje: Komission tiedonanto: EU:n kvanttistrategia: Kvanttistrategia muuttuvassa maailmassa

## Kokous

Napsauta tähän ja kirjoita tarvittaessa kokouksen virallinen nimi ja päivämäärä(t).

## Eduskuntatunnus

## Käsittelyvaihe ja jatkokäsittelyn aikataulu

Komissio antoi 2.7.2025 tiedonannon EU:n kvanttistrategiasta (COM (2025) 363 final). Ehdotus EU:n kvanttistrategiaksi on esitelty tutkimustyöryhmässä 8.7.2025, kilpailukyky- ja kasvutyöryhmän (teollisuus) kokouksessa 15.7.2025 sekä horisontaalisessa kybertyöryhmässä 8.9.2025.

Strategia ei sisällä ehdotusten yksityiskohtia. Tiedonannon mukaan komissio valmistee strategian pohjalta ehdotuksen kvanttisäädöksestä vuonna 2026. Yksityiskohtaisiin ehdotuksiin otetaan kantaa, kun komissio on antanut ehdotuksen kvanttisäädöksestä. Samaan aikaan tiedonannon kanssa annettiin muutosehdotus EuroHPC-yhteisyrityksen perustamisasetukseen. Ehdotukseen muodostetaan kanta sitä koskevassa U-kirjeessä.

Tällä E-kirjeellä täydennetään soveltuvin osin jo aiemmissa yhteyksissä muodostettuja kantoja (mm. EJ 2/2025 vp, E 34/2025 vp, E 57/2025 vp) sekä muodostetaan ennakkovaikuttamiskantoja tulevaan kvanttisäädökseen.

## Suomen kanta

Suomi pitää komission laatimaa EU:n kvanttistrategiaa tervetulleena. Suomi yhtyy komission näkemykseen kvanttiteknologioiden merkityksestä Euroopan globaalille kilpailukyvyille, taloudelliselle turvallisuudelle sekä teknologiselle suvereniteetille. Hallitusohjelmassa kvanttilaskenta on tunnistettu yhdeksi avainteknologioista, joiden tehokas hyödyntäminen luo uutta liiketoimintaa ja tukee yritysten kilpailukykyä. EU:n kvanttistrategian ja -säädöksen olisi täydennettävä jäsenvaltioiden kansallisia strategioita ja tarjottava välineitä niiden tukemiseen sekä kannustettava yhteistyöhön EU:ssa ja muiden samanmielisten kumppanimaiden kanssa. Suomi kannattaa komission laaja-alaista

lähestymistapaa kvanttiteknologioiden tutkimukseen ja teollistamiseen, infrastruktuurien kehittämiseen ja varhaiseen pilotointiin sekä eurooppalaisen kvanttiteknologiaosaamisen vahvistamiseen. Suomi korostaa, että kvanttiteknologioiden edistämisessä olisi huomioitava kattavasti eri teknologia-alueet, mukaan lukien kvanttilaskenta, -havainnointi ja -viestintä sekä innovaatiocyklin eri vaiheet ja inhimillisen pääoman tärkeys. Myös kvanttiteknologian tuomat uudenlaiset riskit tulee ottaa huomioon.

## 1. Tutkimus ja innovointi

Suomi pitää tärkeänä tukea eurooppalaisten yritysten globaalien kilpailukykyyn kehittämistä vahvistamalla arvoketjun eri osien kyvykkyksiä. Avoimeen kilpailuun ja korkeaan laatuun perustuvaa tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan rahoitusta sekä kilpailukykyrahoitusta tulisi kohdentaa nykyistä tehokkaammin innovaatioketjujen nopeuttamiseen ja sujuvoittamiseen perustutkimuksesta tutkimustulosten hyödyntämiseen, kaupallistamiseen ja innovaatioiden skaalaamiseen. Rahoituksen tulisi vahvistaa valmiuksia kehittää huippuluokan kvanttiteknologioita ja näitä hyödyntäviä sovelluksia.

Tutkimus- ja innovaatiotoiminnan osaajien puutteen muodostuessa merkittäväksi pullonkaulaksi, Suomi katsoo, että kvanttiteknologian alalla huippuosaamisen varmistaminen edellyttää tieteellisen tutkimuksen vahvistamista, tutkimukseen pohjautuvaa korkeatasoista koulutusta sekä aktiivista kansainvälistä rekrytointia. Näitä osaamispolkuja tulisi systemaattisesti vahvistaa, kansainvälisen liikkuvuuden esteitä tulisi purkaa ja luoda edellytyksiä globaalisti kilpailukykyiselle innovaatioympäristölle.

## 2. Kvantti-infrastruktuurit

Suomi pitää tärkeänä tukea eurooppalaisten yritysten globaalien kilpailukykyyn kasvua varmistamalla eurooppalaisille edelläkävijöille pääsy kansainvälisesti kilpailukykyisiin tutkimus- ja teknologiainfrastruktuureihin, kuten eri teknologioiden kvanttilaskentajärjestelmiin. Yhteiseurooppalaisten tutkimus-, kehittämis- ja innovointi (TKI)-infrastruktuurien ja pilottituotantolinjojen tulisi tukea huipputason TKI-toimintaa sekä kaupallistamista. Pk-yrityksille tulisi taata pääsy kustannustehokkaisiin TKI- ja pilotointi-infrastruktuureihin, mikä nopeuttaa niiden liiketoiminnan käynnistämistä ja laajentamista ja vähentää riskipääoman tarvetta yrityksen alkuvaiheessa. TKI-infrastruktuurien ja tutkimusyhteisöjen tiivis yhteistyö on olennaista, jotta Euroopan kvanttiteknologian kehitys pysyy kilpailukykyisenä ja tukee Tekoälyn maanosa -toimintasuunnitelman tavoitteita.

Suomi korostaa kilpailukykyisen ohjelmistoliiketoiminnan merkitystä Euroopan johtoaseman saavuttamiselle kvanttilaskennassa sekä sen hyödyntämisessä ja pitää tärkeänä riittävien resurssien ja kannusteiden kohdentamista kvanttiohjelmistojen ja -algoritmien tutkimukseen ja kehitykseen. Kvanttilaskentaa ja -simulointia koskevan etenemissuunnitelman tulisi sisältää laitteiden lisäksi skaalattavien ja modulaaristen sovellus- ja tukiohjelmistojen sekä tarvittavien algoritmien kehitys siten, että Euroopassa pystyttäisiin tuottamaan oma kilpailukykyinen yhteentoimiva kehitys- ja tuotantoympäristö yhdistettyjen kvanttilaskenta- ja suurteholaskentainfrastruktuurien kanssa.

Suomi katsoo, että Euroopalla on valmiudet johtaa globaalisti turvallisten kvanttiviestintäratkaisujen kehitystyötä ja luoda siitä kansainvälistä liiketoimintaa. Suomi korostaa tarvetta kehittää ja käyttöönottaa kvanttiturvallisista salausratkaisuja, joilla turvataan sekä kansalaisten että yritysten luottamuksellista viestintää ja tietovarantoja. Suomi tukee toimia kvanttiavaimen jaon kehitys- ja innovointityön vahvistamiseksi, mutta teknologian varhaisen vaiheen vuoksi pitää tärkeänä, että EU etenee myös kvanttiturvallisten kryptografisten salausratkaisujen (PQC) käyttöönotossa kvanttilaskennan muodostamalta uhalta suojautumiseksi. Suomi tukee myös aloitteita kvantti-internetin kehittämiseksi ja kvanttiturvallisten viestintäverkkojen pilotoimiseksi maanpäällistä ja avaruussegmenttiä yhdistämällä.

Suomi katsoo, että kvanttitekniologioiden kehitys luo uudenlaisia riskejä, joita tulee tarkastella teknologioiden kypsyessä ja hallita tarvittavin toimin. EU:n tulee toimia jatkossa kvanttitekniologioiden kehityksen ja käyttöönoton tukemiseksi, sekä osaamisen ja teknologian suojaamiseksi, jotta Euroopan strateginen riippumattomuus, resilienssi sekä teollinen ja teknologinen perusta hyötyvät kvanttitekniologioihin tehtävistä panoksista.

### 3. EU:n kvanttiekosysteemin vahvistaminen

Suomi kannattaa kvanttitekniologiaan pohjautuvien innovaatioiden kehittämisen ja markkinoille pääsyn nopeuttamista kasvattamalla niiden kysyntää julkisten hankintojen ja haastekilpailujen avulla sekä kannustamalla yksityisiä ja julkisia toimijoita uusien ratkaisujen käyttöönottoon. Suomi katsoo, että EU:n tulee kohdentaa riittävä rahoitus kvanttialan suurhaasteiden toteutukseen, jotta EU pystyy kehittämään globaalisti kilpailukykyisiä läpimurtotekniologioita.

Suomi pitää tärkeänä, että kvanttialan osaamisklustereilla on sujuvat palveluprosessit ja toimivat rahoitusinstrumentit pk-yritysten aktiivisen osallistumisen ja klustereiden yhteistyön kannustamiseksi. Eurooppalaisten digitaalisten innovaatiokeskittymien (EDIH) kokemusten perusteella toimintamallia tulisi kehittää hallinnollisen taakan välttämiseksi.

Suomi pitää tärkeänä, että aineettomien oikeuksien (IPR) järjestelmää kehitetään laajemmin kuin pelkästään aineettomien oikeuksien suojaamisen näkökulmasta. Aineettoman omaisuuden tunnistamisen ja suojaamisen lisäksi on tärkeää, että yritykset hahmottavat IP-oikeuksien liiketoiminnalliset ulottuvuudet. Selkeä ja ennakoitavissa oleva IPR-järjestelmä olisi olennaisen tärkeää yksityisten investointien houkuttelemiseksi, nopeasti kasvavien yritysten TKI-toiminnan kannustamiseksi ja luottamuksen lisäämiseksi julkisen ja yksityisen sektorin väliseen yhteistyöhön.

Suomi tukee toimenpiteitä kvanttitekniologioiden kansainvälisten standardien laadintaan vaikuttamiseksi erityisesti teollisuuden aktiivista osallistumista tukemalla.

Investointien houkuttelemiseksi ja tutkimuksen säilyttämiseksi Euroopassa uusien kvanttitekniologioita rajoittavien säädösten tulisi rajautua välttämättömään. Ennakoivat ja ennenaikaiset säännöt voisivat rajoittaa tutkimusta ja kokeiluja sekä hidastaa kasvua. Useita kvanttitekniologioiden soveltamiskohteita säännellään jo, esimerkiksi tuoteturvallisuuden tai tietoturvallisuuden näkökulmasta.

### 4. Avaruudessa käytettävät kvanttitekniologiat ja kaksikäyttökvaanttitekniologiat

Suomi katsoo, että puolustuksen suorituskyvyn ja turvallisuuden kannalta keskeisiä ja kiireellisemmin edistettäviä kvanttitekniologiasovelluksia ovat kvanttiturvallisten kryptografisten salausratkaisujen (PQC) käyttöönoton jouduttaminen, sekä teknologioiden kehitys tarkkaa paikannusta, navigointia ja ajanmäärittystä varten. EU:n tulisi investoida yhtä aikaa kvanttitekniologioiden perusteisiin sekä eri sovellusaloihin.

Suomi katsoo, että EU:lla on myös mahdollisuus ohjata käynnissä olevia puolustusteollisuuden ja puolustuksen kehittämisen aloitteita ja näihin liittyvää rahoitusta tukemaan uusien kaksikäyttökvaanttitekniologioiden käyttöönottoa ja hankintaa, mikä nopeuttaa näiden teknologioiden teollistumista ja skaalausta.

### 5. Kvaanttialan osaaminen

Suomi tunnistaa, että murrostekniologioiden, kuten kvanttitekniologioiden, osaaminen on keskeistä niin elinkeinoelämän kuin yhteiskunnan uudistumiselle, ja osaamisen kehittäminen vaatii yhä vahvempaa poikkihallinnollista yhteistyötä ja panostusta.

Ehdotettuun kvanttiakatemiaan liittyen Suomi katsoo, että osaajapulaan vastaamiseksi on EU:n tasolla viime vuosina syntynyt hyviä yhteistyömalleja, joihin käytettyjä resursseja ja tehtyä työtä on tarpeen edelleen hyödyntää. Uusia rakenteita kvanttialan koulutustarjonnan kehittämiseksi ja tarjoamiseksi tulisi harkita tarveperusteisesti. Suunnitellun yhteisen virtuaalisen portaalin yhteistoimivuus kansallisten digitaalisten järjestelmien kanssa on hyvä varmistaa.

Ehdotettuihin yhteisiin opintosuunnitelmiin liittyen Suomi kiinnittää huomiota siihen, että opintosuunnitelmat laatii aina korkeakoulu autonomiansa puitteissa. Suomi korostaa, että yhteisestä eurooppalaisesta tutkinnosta (Joint European Degree) ei ole vielä neuvoston päätöstä, vaan sen mahdollisuuksia vasta selvitetään.

## 6. Kansainvälinen osaaminen

Suomelle EU-tason kvanttiyhteistyö on luonteva osa maanosamme pyrkimyksiä kehittää sen omia vahvuuksia. Samalla Suomi painottaa globaalin parhaan osaamisen ja mahdollisimman suuren markkina-alueen merkitystä murroksellisia teknologioita kehittävien yritysten menestykselle.

Suomi pitää tärkeänä EU:n yhtenäistä lähestymistapaa kvanttitekologiaan liittyviin kansainvälisiin kumppanuuksiin ja jäseneltyyn yhteistyöhön prioriteettimaiden kanssa. Suomi pitää eurooppalaisen yhteistyökehyksen lisäksi tärkeänä jäsenmaiden vapautta kehittää kahden- ja monenvälisiä yhteistyötä valitsemissaan kumppanuuksissa. On tärkeää, että Euroopasta nousee yrityksiä, joilla on potentiaalia vaikuttaa alan kansainvälisten standardien kehitykseen.

Suomi näkee, että kvanttitekologian tutkimuksessa on tärkeää kiinnittää huomiota tutkimuksen turvallisuuteen. EU:n ja samanmielisten maiden yhteistyössä kehitettävä teknologiavuotoihin ja riippuvuuksiin liittyvä riskienhallinta on keskeistä.

## Pääasiallinen sisältö

EU:n kvanttistrategian tavoitteena on tehdä Euroopasta globaali johtaja kvanttitekologioissa. Haasteina strategiassa on tunnistettu tutkimus- ja innovaatiokyvykkyyksien kaupallinen hyödyntäminen, varhaisen vaiheen teknologian markkinoiden hidas kehitys, aikaisen vaiheen yritysten rahoitusvajeet sekä jäsenvaltioiden hajanaiset toimet ja resurssit. EU:ssa on kolmanneksi suurin startup-ekosysteemi, mutta yksityisen pääoman vähäisyyden vuoksi riskinä on, että kvanttialan startup-yrityksiä myydään tai ne muuttaa Euroopan ulkopuolelle. Globaalista yksityisestä kvanttialan yritysten rahoituksesta EU on onnistunut houkuttelemaan vain 5 %, Yhdysvallat puolestaan 50 %.

Strategian visio perustuu Euroopan vahvaan tieteelliseen osaamiseen, vireään startup-yritysekosysteemiin sekä vahvaan julkiseen rahoitusrakenteeseen. Strategian tavoitteena on yhdistää voimavaroja ja toimenpiteitä, kiihdyttää kvanttitekologioiden teollista käyttöönottoa sekä varmistaa strateginen riippumattomuus kvanttitekologioissa.

Strategian viisi toiminta-alaa ovat:

1. Tutkimus ja innovointi
2. Kvantti-infrastruktuurit
3. EU:n kvanttiekosysteemin vahvistaminen
4. Avaruudessa käytettävät kvanttiteknologiat ja kaksikäyttökvaanttiteknologiat
5. Kvanttialan osaaminen

## Strategiset toiminta-alat:

### 1. Euroopan kvanttialan tutkimus ja innovointi

Tiedonannon mukaan Eurooppaan on muodostunut EU:n sekä kansallisten ohjelmien tukemana vahva kvanttialan tieteellisen tutkimuksen perusta. Viimeisten viiden vuoden aikana EU on investoinut lähes kaksi miljardia euroa ja jäsenmaat yhdeksän miljardia euroa julkista rahoitusta kvanttialan tutkimukseen, koulutukseen, kansallisten kvanttiklustereiden sekä klassista ja kvanttilaskentaa yhdistävien hybridilaskentakeskusten luomiseen, sekä kvanttiteknologian teollisuuden ja kansainvälisten kumppanuuksien tukemiseen. Tutkimus ja rahoitusvälineet ovat kuitenkin hajautuneet ympäri Eurooppaa johtaen päällekkäisyyksiin, aukkoihin tärkeillä tutkimusalueilla sekä kilpailuun vähäisistä osajista.

Komissio ehdottaa Euroopan kvanttialan tutkimus ja innovointi -aloitetta, joka kokoaisi hajanaiset resurssit yhteisesti hyväksyttävien tutkimus-, teknologia- ja innovaatiotoiminnan teemojen ja tavoitteiden ympärille. Tällä pyritään vahvistamaan eurooppalaisen tieteen johtoasemaa ja nopeuttamaan huippuosaamisen siirtymistä laboratorioista teolliseen tuotantoon. Kvantti-Euroopan tutkimus- ja innovointialoite toteutettaisiin vuonna 2026 esiteltävässä kvanttisäädöksessä määriteltävän EU-tason hallintokehyksen kautta.

Aloitteen keskeiset toimintavaiheet:

- Perustutkimuksen, teknologisen kehityksen ja innovaatiotoiminnan tukeminen kvanttilaskennassa, -viestinnässä sekä -ilmaisimissa ja mittalaitteissa.
- Lisäinvestoinnit huippuluokan kvanttilaskennan, viestinnän ja havainnoinnin infrastruktuurien, kvanttilaitteistojen ja mahdollistavien teknologioiden rakentamiseen sekä huippuluokan pilottituotantolinjoihin ja suunnittelutyökaluihin, jotka tukevat teollistamista ja ekosysteemin kehittämistä.
- Sovellusten kehityksen tukeminen keskeisillä julkisen sektorin ja elinkeinoelämän eri aloilla, varmistaen tieteellisen edistyksen hyödyntämisen käytännön sovelluksissa.

Toimenpiteet:

- EuroHPC-yhteisyrityksen asetusta ((EU) 2021/1173) ehdotetaan muutettavaksi siten, että yhteisyrityksen toimivalta kattaisi kaikki kvanttiteknologiat varmistaen saumattoman koordinaation Horisontti Eurooppa-, Digitaalinen Eurooppa-, Avaruus ja puolustusohjelmien ja muiden rahoitusvälineiden kanssa. Ensivaiheessa Horisontti Eurooppa -ohjelman pilari II:n kvanttiteknologioita koskevat tutkimus- ja innovaatiotoimet ehdotetaan siirrettäväksi yhteisyritykseen (Q3 2025).
- Ehdotus kvanttisäädöksestä 2026.

### 2. Kvantti-infrastruktuurit

Euroopan unioni investoi merkittävästi kvanttiteknologioiden infrastruktuureihin: kvanttilaskentajärjestelmiin EuroHPC-yhteisyrityksen kautta, kvantti viestintäinfrastruktuuriin unionin turvallisten yhteyksien -ohjelman (IRIS<sup>2</sup>) kautta sekä kehittyneisiin kvantti havainnointi (quantum sensing) alustoihin. Lisäksi EU investoi useisiin sirupilottilinjoihin osana siruyhteisyritystä (Chips JU). Infrastruktuuri-investointien tavoitteena on nopeuttaa kvanttiteknologioiden käyttöönottoa, lisätä teollista valmistuskapasiteettia ja varmistaa laaja-alainen hyöty koko unionille.

## Kvanttilaskenta ja -simulointi

Kvanttilaskennalla arvioidaan voitavan lähitulevaisuudessa ratkaista monimutkaisia optimi-ongelmia tehokkaammin kuin perinteisillä supertietokoneilla mm. lääkkeiden, kemikaalien ja materiaalien kehittämisessä, logistiikassa ja rahoitusallalla. Kvanttilaskennalla voi nopeuttaa tekoälymallien opetusta ja tekoälyä voi hyödyntää kvanttilaskennan virheenkorjauksessa. Vaikka kvanttietokoneita on jo käytössä, vielä ei ole saavutettu sellaista kvanttilaskentakapasiteettia, joka pystyisi ratkaisemaan merkittäviä laskenta-ongelmia klassisia supertietokoneita tehokkaammin. Seuraavien 5–10 vuoden aikana kvanttilaskennan kehityksen odotetaan saavuttavan tämän ns. kvanttiyhödyn. Tämän vuoksi EU ja sen jäsenmaat, kuten myös Australia, Etelä-Korea, Japani, Kanada, Kiina, Yhdistynyt kuningaskunta ja Yhdysvallat investoivat voimakkaasti kvanttiteknologioihin ja pyrkivät johtavaan asemaan kvanttivallankumouksessa.

EuroHPC-yhteisyrityksen kautta on jo otettu käyttöön ensimmäiset kvanttietokoneen prototyypit, ja vuonna 2025 ensimmäinen supertietokoneeseen yhdistetty kvanttietokone. Tällainen hybridilaskentaympäristö tukee teollisten sovellusten ja kattavan kvanttilaskentakapasiteetin (ns. full-stack) kehittämistä ja mahdollistaa kvanttietokoneiden yhdistämisen Euroopan tekoälytehtaiden kanssa, tukien Tekoälyn maanosa-toimintasuunnitelman tavoitteita.

EU:n kvanttistrategian tavoitteena on, että vuoteen 2030 mennessä Euroopassa on 100 virhekorjatun kubitin kvanttilaskenta-alustoja ja tuhansien virhekorjattujen kubittien kvanttilaskenta-alusta vuoteen 2035 mennessä. Tiedonannon mukaan tämä asemoisi Euroopan globaaliin edelläkävijäasemaan ja vahvistaisi Euroopan kvanttilaskentayritysten kasvua sekä EU:n teknologista riippumattomuutta.

## Kvanttivistintä

Tiedonannon mukaan kvanttivistintä mahdollistaa erittäin turvallisen tiedonsiirron, suojaaa kriittistä infrastruktuuria ja arkaluonteista tietoa kvanttilaskennan kehityksen myötä syntyviltä kyberuhilta. Euroopan kvanttivistintäinfrastruktuuri-aloitteessa (EuroQCI) rakennetaan koko EU:n kattavaa kvanttivistintäverkkoa, joka yhdistää maanpäällisen valokuituverkon ja satelliitteja hyödyntävän avaruussegmentin.

Infrastruktuuria hyödynnetään ns. kvanttiavainten jakoon (QKD) perustuvan salausteknologian ja komponenttien testaukseen ja arviointiin. Tavoitteena on selvittää, kuinka QKD-teknologia toimii välttämättömien julkisten palvelujen ja kansallisten toimintojen suojaamisessa. Toimenpide liittyy läheisesti EU:n kyberturvallisuutta edistäviin politiikka-toimenpiteisiin.

Lisäksi kehitetään kvantti-internetiä, joka mahdollistaa kvanttilaitteiden välisen viestinnän, hajautetun laskennan ja turvallisen datan jakamisen. Strategian tavoitteena on ottaa käyttöön toimintavalmis EU:n kattava kvanttiturvallinen viestintäverkko vuoteen 2030 mennessä. Samanaikaisesti EU ja jäsenvaltiot toimeenpaneavat kvanttiturvallista salausta koskevaa komission suositusta.

## Kvanttihavainnointi

Tiedonannon mukaan kvanttianturit tarjoavat ennennäkemätöntä tarkkuutta mm. maanalaisten rakenteiden ja vesivarastojen havaitsemisessa kymmenien kilometrien syvyydessä (kvanttigravimetrit) sekä terveydenhuollossa (magneettiresonanssikuvantaminen). EU:n kvanttiteknologian lippulaivaohjelma on edistänyt kvanttihavainnointiteknologioiden kehitystä ja ensimmäisiä prototyyppisiä on testattu jo käytännön olosuhteissa. EU:n kvanttistrategian toimenpiteillä kehitetään edelleen kvanttiteknologiaan perustuvia

kvanttigravimetreja ja vuoden 2030 jälkeen tavoitteena on laajentaa avaruussovelluksiin. Nämä pyrkimykset voisivat avata tien täysimittaiselle maanpäällisten, ilmassa olevien ja avaruuspohjaisten kvanttigravimetrien verkostolle maapallon havainnointitarkoituksiin, tukien sekä tieteellistä tutkimusta että strategisia sovelluksia, mukaan lukien kaksikäyttömahdollisuudet.

Kvanttitekologiaa hyödyntävä magneettikuvantamistekniikka voi avata uusia mahdollisuuksia esim. syövän ja neurologisten sairauksien diagnostiikkaan.

Toimenpiteet:

- Kvanttilaskentaa ja -simulointia koskeva etenemissuunnitelma 2026
- EuroHPC-yhteisyritykseen perustuvien kvanttilaskentajärjestelmien määrän ja kapasiteetin laajennus sekä kvanttilaskennan teknologista kehitystä seuraavan kehityksen perustaminen 2026.
- EU:n kattavan yhteenliitetyn, kokeellisen maanpäällisen ja avaruudessa sijaitsevan suojatun kvanttiaviestintäverkon käyttöönotto 2030 mennessä.
- Kvanttiaviestintää koskeva etenemissuunnitelma 2026.
- Euroopan kvantti-internetin pilottilaitoksen käynnistys 2026 mahdollistaen kvanttiturvallisten komponenttien ja ensimmäisten käyttötapauksien testauksen, turvalliset kvanttivipalvelut, hajautetun laskennan ja kehittyneet validointiympäristöt.
- Kvanttihavainnointia koskeva etenemissuunnitelma 2026.
- Euroopan laajuisten, hajautettujen kvanttigravimetrien järjestelmän käyttöönotto 2026 alkaen.
- Eurooppalaisen pilotti-infrastruktuurin perustaminen kvanttitekologiaan perustuvien magneettikuvantamisjärjestelmien (Q-MRI) prototyyppien testaukseen ja kliiniseen validointiin 2025 alkaen.

### 3. Euroopan kvanttiekosysteemin vahvistaminen

Tiedonannon mukaan Euroopan kvanttialan ekosysteemissä on nykyisin noin 70 startup- ja scale-up-yritystä, syväteknologian rahoittajia, tutkimus- ja innovaatiotoiminnan organisaatioita, kansallisia osaamisklustereita ja teollisia toimitusketjuja. Ekosysteemi on hauras, johtuen pienten startup- ja scale-up-yritysten kasvun esteistä: epäsäännöllinen liikevaihto, skaalausvaiheen pääoman rajallinen saatavuus ja lähitulevaisuuden teollisen kysynnän vähäisyys. EU:sta puuttuu myös laajamittaisten kvanttilaitteiden tarjoajat ja loppukäyttäjät, joilla olisi kykyä nopeuttaa kvanttiteknologian teollista käyttöönottoa. Riskinä on, että startupeja siirtyy Euroopan ulkopuolelle, missä pääomia on helpommin saatavilla.

EU:n kvanttistrategian toimenpiteillä tuetaan startup- ja scale-up-yrityksiä, turvataan strategisia toimitusketjuja, kehitetään edelläkävijämarkkinoita, suojataan strategisia voimavaroja ja koulutetaan seuraavan sukupolven kvanttialan ammattilaisia.

Kehitysvaiheessa olevien kvanttiteknologioiden markkinoiden arvioidaan kasvavan nykyisestä 2–3 miljardista eurosta 155 miljardiin euroon vuoteen 2040 mennessä. Kvanttisirut nähdään keskeisenä kvanttiteollistumisen ja markkinoiden kehityksen mahdollistajana. Tiedonannon mukaan Euroopan on siirryttävä nopeasti kohti ensimmäistä laajamittaista ja halpaa kvanttisirujen valmistusta käyttäen mahdollisuuksien mukaan mikroelektroniikan ja fotonikan kanssa yhteensopivia prosesseja tai kehittämällä tarvittaessa uusia prosesseja, voitaisiin hyödyntää olemassa olevaa puolijohdeinfrastruktuuria, vähentää kustannuksia ja nopeuttaa kvanttisirujen ja -laitteiden markkinoille tuloa.

EU tukee kvanttisirujen teollistamista käynnistämällä pian ensimmäiset kuusi kvanttisirujen pilottilinjaa siruyhteisyrityksen (Chips JU) kautta sirusäädöksen mukaisesti. EU ja jäsenmaat rahoittavat kutakin pilottilinjaa yhteensä 40—50 miljoonalla eurolla. Tavoitteena on ensimmäisten kvanttisirujen tuotantolaitosten rakentaminen vuoteen 2030 mennessä.

Strategian mukaan Euroopan kvanttiekosysteemin laajentamista tuetaan seuraavilla toimenpiteillä:

1. Euroopan laajuisen, keskitetyn, avoimien kvanttitestauspaikkojen verkoston perustaminen hyödyntäen EU:n kvanttitekniologian lippulaivaohjelman pilottilaitoksia. Tavoitteena on nopeuttaa siirtymistä prototyypistä markkinoille ja tukea sertifiointitoimia, jotka ovat välttämättömiä luotettavien toimitusketjujen syntymisen ja eri sektoreiden välisen asiakasluottamuksen kannalta.
2. Kvanttialan osaamisklustereiden laajentaminen koko EU:n laajuiseksi. Klusterit yhdistävät startupit, tutkijat ja teollisuuskumppanit infrastruktuureihin, pilottilinjoihin ja suunnittelulaitoksiin kaikkialla unionissa. Eurooppalaisten digitaalisten innovaatiokeskittymien (EDIH) tavoin ne edistävät yhteistyötä ja johdonmukaisuutta kaikilla kvanttistrategian aloilla tutkimuksesta teollistumiseen ja osaamisen kehittämiseen.
3. Teollis- ja tekijänoikeuksien (IP) suojausmekanismien edistäminen, jotta kvanttiyritykset voivat niiden avulla varmistaa strategisen määräysvallan keskeisiin innovaatioihin ja estää kriittisen omaisuuden ulosvirtauksen.
4. Kvanttitekniologioiden teollisen käyttöönoton nopeuttaminen julkisilla hankinnoilla, tarjoamalla taloudellisia kannusteita ja innovointiin suuntautuneita hankintajärjestelyjä, jotka mahdollistavat sairaaloiden, infrastruktuurioperaattorien, kriittisten julkisten palvelujen ja valtion virastojen toimimisen kvanttipohjaisten ratkaisujen ensimmäisinä käyttönottajina.
5. Kvanttialan startupien ja suurten teollisuusyritysten strategisen yhteistyön tukeminen käynnistämällä sektorikohtaisia haasteita erityisesti ilmailussa, autoteollisuudessa, valmistusteollisuudessa, logistiikassa ja lääkealalla. Tavoitteena on markkinoiden laajentaminen.

Euroopassa on laajalti saatavissa julkista rahoitusta yritysten alkuvaiheen rahoitukseen, mutta rahoitusvaje on erityisen suuri myöhemmissä kehitysvaiheissa. Riskinä on, että eurooppalaisia startup-yrityksiä siirtyy EU:n ulkopuolisten sijoittajien omistukseen. Komissio kannustaa sijoitusrahastoja, kuten Euroopan innovaationeuvoston (EIC) rahasto, Euroopan investointipankkiryhmän (EIP-ryhmä) Tech Champions -aloite ja InvestEU, houkuttelemaan merkittäviä pääomasijoituksia kvanttitekniologioiden kehittämiseen.

Koheesiopolitiikan väliarvioinnin ehdotusten mukaisesti komissio kehottaa jäsenvaltioita ja alueita väliarvioinnin mukaisessa uudelleensuunnittelussa keskittymään innovatiivisiin yrityksiin ja tukemaan yrityksiä, jotka osallistuvat Euroopan strategiaan aloihin ja arvoketjuihin, kuten kvanttitekniologiaan. Lisäksi komissio ehdottaa säästö- ja investointiunionin yhteydessä toimenpiteitä, joilla puututaan rahoituspalvelujen sisämarkkinoiden pirstaloitumiseen ja poistetaan esteitä rajat ylittäviltä investoinneilta EU:ssa, myös kvanttitekniologioiden kehittämisen kannalta keskeisessä riskipääomassa.

Elinvoimainen, häiriönsietokykyisten toimitusketjujen tukema kvanttiekosysteemi on Euroopan taloudellisen turvallisuuden vahvistamisen kannalta välttämätön. Riippuvuus Euroopan ulkopuolisista toimitusketjuista aiheuttaa riskejä. Osana Euroopan taloudellisen turvallisuuden strategiaa ja kriittisten teknologioiden seurantakeskusta komissio tekee tiiviissä yhteistyössä sidosryhmien ja jäsenvaltioiden kanssa EU:n laajuisen riskiarvioinnin kvanttitekniologioiden toimitusketjujen haavoittuvuuksien kartoittamiseksi erityisesti

materiaalien, komponenttien ja keskeisten teknologioiden osalta. Havaintoja käytetään kohdennettujen riskienhallintatoimenpiteiden suunnittelussa, kuten toimitusketjujen monipuolistaminen, eurooppalaisen tuotantokapasiteetin lisääminen, kumppanuudet toimitajamaiden kanssa globaalin yhdyskäytävän puitteissa ja riskinjakomekanismit.

Valmistettava kvanttisäädös tulee sisältämään kannusteita jäsenmaille ja yrityksille, sijoittajille ja tutkijoille (pilotti)tuotantolaitosten investoinneille.

Toimenpiteet:

- Kuuden uuden kvanttisirujen pilottilinjan perustaminen osana siruyhteisyrityksen toimintaa, tavoitteena edistää teknologioiden kaupallista hyödyntämistä 2025.
- Kvanttisirujen teollistamista koskeva etenemissuunnitelma vuoteen 2026 mennessä
- Kvanttitekniologioiden suunnittelulaitoksen perustaminen siruyhteisyrityksen puitteissa
- Eurooppalaisia kvanttistandardeja koskeva etenemissuunnitelma vuonna 2026.
- Kvanttialan osaamisklustereiden verkoston laajennus 2026.
- EU-laajuisen toimitusketjujen haavoittuvuuden arvioinnin viimeistely 2025–2026.

#### 4. Avaruudessa käytettävät kvanttitekniologiat ja kaksikäyttökvanttitekniologiat

Kvanttitekniologioilla on kaksikäyttöpotentiaalia. Tiedonannon mukaan niistä arvioidaan olevan hyötyjä puolustukselle ja turvallisuudelle, kuten mahdollistamalla erittäin turvallista viestintää, tehostettua taistelulentien havainnointia ja optimoitua logistiikkaa. Ne voivat kuitenkin aiheuttaa myös riskejä, jos vastustajat saavuttavat teknologisen etulyöntiaseman. Kvanttitekniologioiden potentiaalinen täysimääräinen hyödyntäminen ja riskien vähentäminen edellyttävät ennakoivia politiikka- ja valvontatoimenpiteitä sekä tiivistä koordinoitua keskeisten kumppaneiden, kuten Euroopan puolustusviraston, kanssa.

Avaruussovelluksissa kvanttitekniologioita kehitetään jo osana Euroopan laajuista kvantti- viestintäinfrastruktuuri-aloitetta (EuroQCI/IRIS<sup>2</sup>), avaruuden kvanttigravimetrien sovelluksissa, autonomisessa navigoinnissa sekä tarkassa ajanmäärityksessä (kvanttikellot).

Tiedonannon mukaan turvallisuus- ja puolustussovelluksissa kvanttilaskentaa voidaan hyödyntää nopeuttamaan monimutkaisia toiminnallisia ja logistisia haasteita sekä kehittämään uusia materiaaleja sotilaalliseen käyttöön. Kvanttianturit voivat mahdollistaa maanalaisten rakenteiden havaitsemisen, sukellusveneiden jäljittämisen ja kehittyneen uhkien havaitsemisen. Samalla kvantti- viestintä, erityisesti kvanttiavaimen jako, varmistaa erittäin turvallisen tiedonvaihdon maa- ja satelliittiverkoissa suoja- ten sotilas- ja tiedustelutietoja vakoilulta tai tulevilta kvanttitekniologioihin perustuvilta kyberuhilta.

Komissio pyrkii vahvistamaan kaksikäyttöteknologioiden kehittämistä avaruus-, turvallisuus- ja puolustussovelluksiin eri aloitteiden ja ohjelmien kautta (puolustusrahasto EDF, EU:n puolustusalan innovaatiojärjestelmä EUDIS, Euroopan sisäisen turvallisuuden strategia, Euroopan puolustuksen tulevaisuutta koskeva valkoinen kirja). Komissio ja NATO tekevät yhteistyötä kvanttitekniologioiden parissa osana EU:n ja Naton jäsen- nelyä vuoropuhelua kehittyvistä ja disruptiivisista tekniologioista (EDT).

Toimenpiteet:

- Yhteistyösopimuksen allekirjoitus ESA:n kanssa kvanttitekniologioita koskevan etenemissuunnitelman valmistelusta avaruussovelluksiin Q2/2025.

- Kvanttihavainnoinnin avaruus- ja puolustusteknologioita koskeva etenemissuunnitelma 2026.
- Osallistuminen Euroopan puolustusmateriaaliteknologian etenemissuunnitelman valmisteluun Q4/2025
- Spin-in-aloitteiden käynnistäminen siviilialan yritysten ja tiedemaailman tuomiseksi puolustussovellusten kehittämiseen mukaan 2026 alkaen.

## 5. Kvanttialan osaaminen

EU:ssa on väestöön suhteutettuna maailmanlaajuisesti eniten kvanttitekniologioiden kannalta relevanttien tutkinnon suorittaneita vuosittain. Tämä ei kuitenkaan riitä vastaamaan alan teollisuuden kysyntään. Pula osaajista on kriittisintä sovellusaloilla, kuten kvanttiohjelmistotekniikassa, järjestelmäintegraatiossa ja kvanttikyberturvallisuudessa, mikä hidastaa EU:ssa toimivien startup- ja scale-up-yritysten kaupallistamispolkua.

Tiedonannossa mainitaan komission tiedonantoon osaamisunionista viitaten, että inhimillinen pääomamme on avainasemassa EU:n vaurauden, talouden kantokyvyn ja ainutlaatuisen sosiaalisen markkinatalouden kannalta. Komissio tekee useita aloitteita Euroopan osaajapulaan puuttumiseksi myös kvanttialaan liittyen.

Toimenpiteet:

- Eurooppalaisen kvanttiosaamisakatemia perustaminen 2026
- Eurooppalaiset pitkälle vietyjen digitaalisten taitojen kilpailut 2026 alkaen.
- Kvanttitekniologia-alan startup-yritysten residenssitutkijoita koskevan pilottiohjelman käynnistäminen 2025
- Eurooppalaisten kvanttialan osaajien liikkuvuutta koskeva eurooppalainen ohjelma 2026 alkaen

## Strateginen täytäntöönpanokehys

Kvanttitekniologioiden varhaisen kehitysvaiheen vuoksi strategia kiinnittää huomiota teknologisen kehityksen ja kaupallistamisen nopeuttamiseen. EU:n kvantti-strategian tutkimus- ja innovointialoite kohdentaa tiede- ja teknologiatoimia tunnistettujen tieteellisten ja teknologisten ongelmien ratkaisemiseen. Tavoitteena on nopeuttaa markkinakelpoisten sovellusten kehitystä ennen kuin globaalit kilpailijat pääsevät määräävään markkina-asemaan. Teknologian elinkaari huomioiden strategian viisi toiminta-alaa on tarkoitus yhdistää koordinoituksi ja iteratiiviseksi kehitysprosessiksi, joka mahdollistaa jatkuvan iteroinnin keksimisen, kehityksen, testauksen ja käyttöönoton välillä. Julkiset kvanttitekniologioiden infrastruktuurit, pilottilinjat ja kvanttialan osaamisklustereiden verkosto toimivat siltana tieteen ja teollisuuden toimijoiden välillä, tukevat ekosysteemin kehitystä ja toimivat myös osaajia houkuttelevana toimintaympäristönä.

**Kvanttialan suurhaasteet** -välineellä on tarkoitus tuoda yhteen kvantti- ja mahdollistavien teknologioiden tutkijoita, johtavia teollisia käyttäjiä, valmistajia, integraattoreita ja muita toimijoita kehittämään yhdessä kriittisiä, skaalautuvia kvanttiratkaisuja. Myös jäsenmaiden puolustusministeriöt ja puolustusalan yritykset voivat osallistua loppukäyttäjinä kvanttialan suurhaasteisiin. Startup- ja scale-up-yrityksiä tuetaan yhdistetyllä keinovalikoimalla (avustukset, pääomarahoitus, lainat ja muut yhdistelmäinstrumentit).

Vuosien 2025–2027 välillä komissio pilotoi yhdessä Euroopan investointipankin ja jäsenmaiden kanssa vähintään kahta suurhaastetta. Ensimmäinen keskittyy teollisen mitta-kaavan ongelmien ratkaisuun kykeneviin vikasietoisiin kvanttilaskentajärjestelmiin ja toinen kvanttipohjaisiin paikannus-, navigointi- ja ajanmääritysjärjestelmiin (PNT) ympäristöissä, joissa globaalit satelliittinavigointijärjestelmät eivät toimi.

## **Kansainvälinen yhteistyö**

Tiedonannon mukaan strategian toimenpiteillä tuetaan EU:n kahden- ja monenvälistä yhteistyötä samanmielisten maiden kanssa, erityisesti maiden, joiden kanssa EU:lla on jo vapaakauppasopimuksia, kauppa- ja teknologianeuvostoja tai digitaalisia kumppanuuksia. Komissio aikoo laajentaa yhteistyötä aloitteilla, jotka koskevat yhteisiä tutkimusohjelmia, koordinoituja ehdotuspyyntöjä, asiantuntemuksen vaihtoa, infrastruktuurien vastavuoroista käyttömahdollisuutta, yhdenmukaisia teollis- ja tekijänoikeuskehyksiä ja maailmanlaajuisten kvanttialan standardien laatimista. Japanin, Korean tasavallan ja Kanadan kanssa EU:lla on jo yhteisiä tutkimus- ja innovaatiotoiminnan hankkeita. Komissio pyrkii tiiviissä yhteistyössä jäsenvaltioiden kanssa luomaan johdonmukaisen eurooppalaisen kvanttialan kansainvälisen yhteistyökehyksen, jossa määritellään ensisijaiset maat ja jäsenneilyn yhteistyön alat.

## **EU:n oikeuden mukainen oikeusperusta/päätöksentekomenettely**

### **Käsittely Euroopan parlamentissa**

Tällä hetkellä ei ole tietoa tiedonannon käsittelystä Euroopan parlamentissa.

### **Kansallinen valmistelu**

EU8-kilpailukykyjaoston kirjallinen menettely 25.8.–29.8.2025

EU19-viestintäjaoston kirjallinen menettely 25.8.–29.8.2025

EU20-tutkimus- ja innovaatiojaoston kirjallinen menettely 25.8.–29.8.2025

### **Eduskuntakäsittely**

## **Kansallinen lainsäädäntö, ml. Ahvenanmaan asema**

### **Taloudelliset vaikutukset**

Tiedonannolla ei ole suoria taloudellisia vaikutuksia.

### **Muut asian käsittelyyn vaikuttavat tekijät**

EU:n jäsenmaat ovat joulukuussa 2023 hyväksyneet yhteisen julistuksen, jossa ne tunnustavat kvanttiteknologioiden strategisen merkityksen EU:n tieteellisen ja teollisen kilpailukyvyn kannalta ja sitoutuvat yhteistyöhön maailmanluokan kvanttiteknologiaekosysteemin kehittämisessä Eurooppaan.

Työ- ja elinkeinoministeriön johdolla valmistellun ja huhtikuussa 2025 julkaistun Suomen kvanttiteknologiastrategian 2025–2035 päämääränä on, että Suomeen syntyy merkittävä uusi teollisuudenala ja Suomi menestyy kansainvälisessä kilpailussa investoinneista, yrityksistä ja osajista sekä kytkeytyy merkittävässä roolissa kansainväliseen TKI-yhteistyöhön. Strategian toimenpiteillä pyritään varmistamaan, että suomalainen elinkeinoelämä hyödyntää kvanttiteknologioita kansainvälisessä eturintamassa ja

vahvistaa osuuttaan globaaleista markkinoista. Samanaikaisesti varaudutaan kehityksen mukanaan tuomiin riskeihin mm. kyberturvallisuudelle ja edistetään kvanttiteknologioiden vastuullista hyödyntämistä sekä tutkimusturvallisuutta.

## Asiakirjat

COM (2025) 363 FINAL

## Laatijan ja muiden käsittelijöiden yhteystiedot

Teija Palko, työ- ja elinkeinoministeriö, [teija.palko@gov.fi](mailto:teija.palko@gov.fi), 029 506 4122  
Riikka Astala, työ- ja elinkeinoministeriö, [riikka.astala@gov.fi](mailto:riikka.astala@gov.fi), 029 504 7057  
Martti Myllylä, työ- ja elinkeinoministeriö, [martti.myllyla@gov.fi](mailto:martti.myllyla@gov.fi), 029 504 8034  
Kaisa Kopra, liikenne- ja viestintäministeriö, [kaisa.kopra@gov.fi](mailto:kaisa.kopra@gov.fi), 029 534 2066  
Laura Taajamaa, opetus- ja kulttuuriministeriö, [laura.taajamaa@gov.fi](mailto:laura.taajamaa@gov.fi), 029 533 0317  
Paavo-Petri Ahonen, opetus- ja kulttuuriministeriö, [paavo-petri.ahonen@gov.fi](mailto:paavo-petri.ahonen@gov.fi), 029 533 0247  
Kalle Piirainen, puolustusministeriö, [kalle.piiirainen@gov.fi](mailto:kalle.piiirainen@gov.fi), 029 514 0155  
Minna Bloigu, sisäministeriö, [minna.bloigu@gov.fi](mailto:minna.bloigu@gov.fi), 029 548 8359  
Janne Hirvonen, ulkoministeriö, [janne.hirvonen@gov.fi](mailto:janne.hirvonen@gov.fi), 029 535 0072  
Kimmo Hast, valtiovarainministeriö, [kimmo.hast@gov.fi](mailto:kimmo.hast@gov.fi), 029 553 0182

## VAHVA-tunnus

EU/841/2025

## Liitteet

## Viite