

Bruselj, 4. julij 2025  
(OR. en)

11276/25

COMPET 689	EDUC 315
IND 247	EMPL 354
RECH 319	ENFOPOL 251
ESPACE 54	FIN 832
COH 128	FISC 159
COSI 131	JAI 1028
CYBER 206	SOC 503
ECOFIN 955	TELECOM 234

#### SPREMNI DOPIS

---

Pošiljatelj:	za generalno sekretarko Evropske komisije: direktorica Martine DEPREZ
Datum prejema:	3. julij 2025
Prejemnik:	Thérèse BLANCHET, generalna sekretarka Sveta Evropske unije
Št. dok. Kom.:	COM(2025) 363 final
Zadeva:	SPOROČILO KOMISIJE EVROPSKEMU PARLAMENTU IN SVETU Strategija za kvantno Evropo: kvantna Evropa v spreminjajočem se svetu

---

Delegacije prejmejo priloženi dokument COM(2025) 363 final.

---

Priloga: COM(2025) 363 final



Bruselj, 2.7.2025  
COM(2025) 363 final

**SPOROČILO KOMISIJE EVROPSKEMU PARLAMENTU IN SVETU**

**Strategija za kvantno Evropo: kvantna Evropa v spreminjajočem se svetu**

## Kvantna Evropa v spreminjajočem se svetu

### 1.1 Uvod

Evropa je kvantna<sup>1</sup> celina. Od znamenitih predhodnikov, kot so Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr in Erwin Schrödinger, do današnjih pionirjev in Nobelovih nagrajencev, kot so Theodor Hänsch, Albert Fert, Serge Haroche, Anton Zeilinger, Alain Aspect in Anne L'Huillier, je bila Evropa vedno dom kvantne znanosti.

Napredek na področju kvantne znanosti predstavlja enega najbolj prelomnih dosežkov v tehnološki zgodovini. Draghijevo poročilo<sup>2</sup> se na kvantno tehnologijo sklicuje kot na „naslednjo pionirsko inovacijo na področju računalništva, ki bi lahko ponudila nove priložnosti za industrijsko konkurenčnost in tehnološko suverenost EU“.

Danes smo na prelomni točki, saj se svetovna tekma za izkoriščanje kvantnih tehnologij pospešuje in sega onkraj laboratorijev ter prodira v dejanske aplikacije. Od skenerjev za slikanje z uporabo magnetne resonance (MRI) v zdravstvu in ključnega napredka na področju energije, do gravimetrijskih senzorjev za geofiziko in navigacijo, varnih komunikacij ter kvantnega računalništva, ki rešuje zapletene probleme na področju logistike in financ, ti preboji preoblikujejo ključne industrije in družbeno infrastrukturo.

Kvantne tehnologije imajo tudi potencial za dvojno rabo<sup>3</sup>, zaradi česar so uporabne za obrambne kot za nacionalnovarnostne namene, kar spodbuja strateški interes glavnih javnih in zasebnih akterjev.

Glede na navedeno je EU v svoji strategiji za gospodarsko varnost<sup>4</sup> in v beli knjigi o prihodnosti evropske obrambe – Pripravljenost do leta 2030<sup>5</sup> kvantno tehnologijo opredelila kot kritično tehnologijo<sup>6</sup>.

Prva obsežna prizadevanja za industrializacijo zdaj potekajo po vsem svetu, zlasti v ZDA, in sicer po zaslugi obsežnih zasebnih naložb visokotehnoloških podjetij, in na Kitajskem, zlasti zaradi javnega financiranja.

Evropa je dosegla izjemen napredek na področju kvantne znanstvene odličnosti: ponaša se z največjo koncentracijo kvantnih talentov na svetu in je po številu znanstvenih publikacij vodilna v svetu. EU ima tudi enega največjih kvantnih ekosistemov zagonskih podjetij<sup>7</sup>. Približno tretjina vseh kvantnih podjetij na svetu ima sedež v EU<sup>8</sup>, prodajalci v EU pa dobavljajo skoraj polovico sestavnih delov strojne in programske opreme, ki se uporabljajo v kvantnih računalnikih<sup>9</sup>.

---

<sup>1</sup> Kvantne tehnologije izkoriščajo načela kvantne mehanike za opravljanje nalog, ki so za tradicionalne tehnologije bodisi nerešljive bodisi so te pri tem zelo neučinkovite. Glavna področja kvantnih tehnologij vključujejo kvantno računalništvo in simulacijo, kvantno zaznavanje ter kvantno komunikacijo.

<sup>2</sup> [Draghijevo poročilo o konkurenčnosti EU](#).

<sup>3</sup> Za namene te strategije pomeni **potencial za dvojno rabo** zmožnost kvantnih tehnologij, da se uporabljajo za civilne in tudi varnostne/obrambne namene. Tu se uporablja v širšem, v prihodnost usmerjenem smislu kot pravni izraz „blago z dvojno rabo“ iz Uredbe (EU) 2021/821 o nadzoru izvoza.

<sup>4</sup> JOIN(2023) 20 final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023JC0020>.

<sup>5</sup> [Bela knjiga o prihodnosti evropske obrambe – Pripravljenost do leta 2030 | ESZD](#).

<sup>6</sup> [Priporočilo Komisije \(EU\) 2023/2113 z dne 3. oktobra 2023 o tehnoloških področjih, kritičnih za gospodarsko varnost EU, v zvezi s katerimi se z državami članicami opravi nadaljnja ocena tveganja](#).

<sup>7</sup> [McKinsey & Company, Quantum Technology Monitor, april 2024](#) (Spremljanje kvantne tehnologije).

<sup>8</sup> Lewis, A., Scudo, P., Cerutti, I., Travagnin, M., Marcantonini, C. in drugi, Future Directions for Quantum Technology in Europe (Prihodnje usmeritve za kvantno tehnologijo v Evropi), Urad za publikacije Evropske unije, Luxembourg, 2025, JRC141050. Izdana bo sredi julija.

<sup>9</sup> [Evropska investicijska banka – A Quantum Leap in Finance, 2022](#) (Kvantni preskok na področju financ).

Vendar pa Evropa trenutno **zaostaja pri pretvarjanju svojih inovacijskih zmogljivosti in prihodnjega potenciala v resnične tržne priložnosti**. Zaradi tega se zdaj uvršča šele na tretje mesto na svetu po številu patentov, prijavljenih za kvantno računalništvo, zaznavanje in komunikacijo<sup>10</sup>.

Poleg tega **so prizadevanja Evrope še vedno razdrobljena po državah članicah** ter nacionalnih in regionalnih agencijah za financiranje. V zadnjih petih letih so EU in države članice v kvantne tehnologije vložile več kot 11 milijard EUR. Čeprav je več držav članic razvilo lastne nacionalne strategije in časovne načrte, je nezadostno usklajevanje povzročilo podvajanje prizadevanj, neučinkovito uporabo virov in čedalje večjo konkurenco za talente. To lahko ogrozi sposobnost EU za ustvarjanje kritične mase in povečanje obsega, upočasnjeni proces komercializacije ter na koncu omeji razvoj globalno konkurenčne evropske industrijske zmogljivosti in enotnega evropskega kvantnega trga.

Poleg tega **ima Evropa sicer vodilno vlogo v zgodnjem kvantnem podjetništvu, vendar njen nastajajoči ekosistem trenutno nima trajnostne finančne podpore in dovolj tržnih obetov**. Evropa prav tako nima zgodnjih uporabnikov kvantne tehnologije med velikimi industrijskimi akterji, zaradi česar nastajajoči zagonski ekosistemi nimajo dovolj tržnih obetov.

Ta pobuda temelji na kompasu za konkurenčnost<sup>11</sup>, ki med ključne tehnološke sektorje, ki bodo pomembni v gospodarstvu prihodnosti<sup>12</sup>, vključuje „kvantni vidik“ in v tesnem sodelovanju z deležniki<sup>13</sup> predstavlja celovito strategijo za zagotovitev vodilnega položaja Evrope v svetovni kvantni tekmi. S podpiranjem razvoja te tehnologije s potencialom za dvojno rabo v EU bo ta strategija prav tako pripomogla k izvajanju priporočil iz strategije za Unijo pripravljenosti<sup>14</sup>, Niinistöjevega poročila<sup>15</sup>, bele knjige o prihodnosti obrambe – Pripravljenost do leta 2030<sup>16</sup>, strategije notranje varnosti ProtectEU<sup>17</sup> ter mednarodne digitalne strategije za EU<sup>18</sup>.

## 1.2 Kvantna Evropa: vizija in strateški okvir za izvajanje

Evropa je v zelo dobrem položaju, da postane vodilna v trenutni kvantni revoluciji. Vizija je Evropo preoblikovati v industrijsko velesilo na področju kvantnih tehnologij in vodilno na svetovnem trgu kvantnih tehnologij, kar temelji na trajni vodilni vlogi na področju znanosti.

Strateška vizija EU izkorišča njene obstoječe prednosti: vrhunske raziskave, znanstveno odličnost, vitalno bazo zagonskih podjetij in močno strukturo javnih naložb. Ti ključni stebri so bistveni za odpravo razdrobljenosti, pospešitev industrijskega uvajanja in zagotovitev strateške avtonomije na področju kvantnih tehnologij.

Za uresničitev te vizije je strategija osredotočena na pet medsebojno povezanih področij:

---

<sup>10</sup> Glej opombo 8.

<sup>11</sup> [Kompas za konkurenčnost – Evropska komisija](#).

<sup>12</sup> Evropska strategija za gospodarsko varnost in priporočilo Komisije z dne 3. oktobra 2023 vključujeta kvantno tehnologijo med kritična tehnološka področja.

<sup>13</sup> Kot je navedeno v odgovorih na poziv k predložitvi dokazov, ki je bil objavljen pred objavo strategije za kvantno Evropo: [Strategija EU za kvantno tehnologijo](#). Deležniki menijo, da bi morala strategija za kvantno Evropo pospešiti prehod od laboratorija do tovarne, ne da bi pri tem zanemarila ključno vlogo temeljnih raziskav, ter razširiti obstoječe vseevropske kvantne infrastrukture in razviti delovno silo, usposobljeno in izobraženo na področju kvantne tehnologije. Poudarjajo tudi pomen krepitve proizvodnih zmogljivosti Unije ter odpravljanja finančnih, regulativnih in upravnih ovir, ki omejujejo ali upočasnjujejo razvoj zagonskih podjetij v zrela in dobičkonosna podjetja na enotnem trgu.

<sup>14</sup> [Pripravljenost – Evropska komisija](#).

<sup>15</sup> Niinistöjevo poročilo, [https://commission.europa.eu/document/download/5bb2881f-9e29-42f2-8b77-8739b19d047c\\_en?filename=2024\\_Niinisto-report\\_Book\\_VF.pdf](https://commission.europa.eu/document/download/5bb2881f-9e29-42f2-8b77-8739b19d047c_en?filename=2024_Niinisto-report_Book_VF.pdf).

<sup>16</sup> Glej opombo 6.

<sup>17</sup> [Komisija predstavlja strategijo notranje varnosti ProtectEU – Evropska komisija](#).

<sup>18</sup> [Skupno sporočilo o mednarodni digitalni strategiji za EU, 5. junij 2025](#).

- **Področje 1 – Raziskave in inovacije:** utrjevanje odličnosti po vsej Evropi za vodilno vlogo na področju kvantne znanosti in pri njeni industrijski preobrazbi,
- **Področje 2 – Kvantne infrastrukture:** razvoj trajnostnih, nadgradljivih in usklajenih infrastrukturnih vozlišč za podporo proizvodnji, snovanju in razvoju aplikacij,
- **Področje 3 – Krepitev kvantnega ekosistema EU:** zagotavljanje dobavnih verig in industrializacija kvantnih tehnologij z naložbami v zagonska podjetja in podjetja v razširitveni fazi,
- **Področje 4 – Vesolje in kvantne tehnologije z dvojno rabo (varnost in obramba):** vključevanje varnih in suverenih kvantnih zmogljivosti v evropske vesoljske, varnostne in obrambne strategije,
- **Področje 5 – Kvantne veščine:** vzpostavitev raznolike vrhunske delovne sile z usklajenimi, prožnimi sistemi in programi izobraževanja in usposabljanja ter spodbujanjem mobilnosti talentov po vsej EU.

Pet strateških področij temelji na pametnem pristopu k izvajanju. Kot je opisano v nadaljevanju, v oddelku 3.1 „Glavne komponente izvajanja strategije za kvantno Evropo“, bo pristop temeljil na ponavljajočem razvoju tehnologije v življenjskem ciklu, ki bo stalno povezovala znanstvena kvantna odkritja z dejanskimi aplikacijami in trgom, kar bo imelo kratkoročne in dolgoročne gospodarske učinke. Ta pristop k izvajanju bo pomagal pritegniti vodilne industrijske in javne uporabnike ter zagotovil dostop do trga in trajnost nastajajočega kvantnega ekosistema EU.



*Slika 1: Pet strateških področij za kvantno Evropo*

EU bo dopolnila življenjski cikel izvajanja in vzpostavila strateški okvir upravljanja za spremljanje in spodbujanje napredka.

Strategija temelji na evropski deklaraciji o kvantnih tehnologijah iz leta 2023<sup>19</sup>, ki predstavlja ključen politični korak, države članice pa usmerja k skupnim prednostnim nalogam in evropskim vrednotam. Temelji tudi na ugotovitvah strokovnih delovnih skupin iz vseh držav članic EU<sup>20</sup>, ki so bile ustanovljene pod koordinacijo koordinacijske skupine za kvantno tehnologijo<sup>21</sup>.

## 2 Strateška področja kvantne Evrope

### 2.1 Področje 1: raziskovalna in inovacijska pobuda za kvantno Evropo

<sup>19</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/sl/library/european-declaration-quantum-technologies>.

<sup>20</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/sl/library/shaping-european-strategy-quantum-technology-main-orientations-and-recommendations>.

<sup>21</sup> <https://ec.europa.eu/transparency/expert-groups-register/screen/expert-groups/consult?lang=sl&groupID=3931>.

Evropska kvantna raziskovalna baza, ki jo podpirajo številni programi EU in nacionalni programi, je postavila trdne znanstvene temelje. V zadnjih petih letih je EU vložila skoraj dve milijardi EUR v kvantne tehnologije, kar dopolnjuje več kot devet milijard EUR dodatnih javnih sredstev držav članic. S temi sredstvi so bili podprti kvantne raziskave in izobraževanje, vzpostavitev nacionalnih grozdov na področju kvantnih tehnologij in hibridnih kvantno-kласičnih superračunalniških centrov, industrija kvantnih tehnologij ter mednarodna partnerstva.

Kljub znatnemu nacionalnemu in evropskemu financiranju so evropske kvantne raziskave še vedno razdrobljene po državah članicah in instrumentih, kar vodi v podvajanje, vrzeli na prednostnih področjih ter konkurenco za redke talente. Brez usklajevanja in jasne osredotočenosti na skupne strateške prednostne naloge Evropa ne bo dosegla svojih kvantnih ambicij.

Komisija zato predlaga namensko **raziskovalne in inovacijske pobude za kvantno Evropo**. Njen cilj bo uskladiti prizadevanja EU in držav članic na področju skupno dogovorjenega programa za raziskave, tehnologijo in inovacije. Združevala bo prizadevanja na področju skupnih tem in določala skupne cilje, da se zagotovi skladnost, prepreči prekrivanje in ustvari kritična masa.

Ta pobuda bo strukturirana okoli naslednjih ključnih faz dejavnosti:

- **odkrij:** podpiranje temeljnih raziskav, tehnološkega razvoja in inovacijskih ukrepov na področju kvantnega računalništva, komunikacije in zaznavanja,
- **prehod od laboratorija do tovarne:** nadaljnje naložbe v izgradnjo najsodobnejših infrastruktur kvantnega računalništva, komunikacij in zaznavanja, kvantne strojne opreme in ustreznih omogočitvenih tehnologij ter v najsodobnejše pilotne linije in načrtovalska orodja za podporo industrializaciji in razvoju ekosistemov,
- **uporabi in uporablja:** podpiranje razvoja aplikacij v ključnih javnih in industrijskih sektorjih ter zagotavljanje prenosa znanstvenega napredka na vseh kvantnih področjih v dejanske aplikacije in učinke.

Poleg zgoraj navedenega bo pobuda vključevala tudi naložbe v privabljanje talentov in razvoj spretnosti, da se zagotovi dobro usposobljena prihodnja delovna sila v kvantni industriji.

Pobuda za raziskave in inovacije na področju kvantne Evrope se bo izvajala prek upravljanja na ravni EU, ki bo opredeljen v prihodnjem predlogu akta o kvantnih tehnologijah. Medtem bo mandat Skupnega podjetja za visokozmogljivostno računalništvo (v nadaljnjem besedilu: Skupno podjetje EuroHPC)<sup>22</sup> podaljšan s spremembo uredbe o njegovi ustanovitvi, s čimer bo zagotovljeno nemoteno usklajevanje s programom Obzorje Evropa, programom za digitalno Evropo, vesoljskimi in obrambnimi programi ter drugimi instrumenti financiranja.

- Spremeniti uredbo o Skupnem podjetju EuroHPC, da se njegovo področje uporabe razširi na vse kvantne tehnologije, kot prvi ukrep pa prenesti sedanje raziskovalne in inovacijske kvantne dejavnosti iz stebra 2 programa Obzorje Evropa v Skupno podjetje EuroHPC [tretje četrletje 2025].
- Predstaviti predlog akta o kvantnih tehnologijah [2026].

## 2.2 Področje 2: infrastrukture za kvantno Evropo

EU danes vlaga v pomembne pobude za kvantno infrastrukturo, kot so sistemi kvantnega računalništva v okviru Skupnega podjetja EuroHPC, varna infrastruktura za kvantno

<sup>22</sup> [UREDBA SVETA \(EU\) 2021/1173](#) o ustanovitvi Skupnega podjetja EuroHPC.

komunikacijo EuroQCI<sup>23</sup> v okviru programa Unije za varno povezljivost IRIS<sup>24</sup>, pa tudi v napredne platforme za zaznavanje. EU vlaga tudi v več pilotnih linij v okviru Skupnega podjetja za čipe<sup>25</sup> za pripravo industrializacije kvantnih tehnologij v Evropi.

Te javno financirane kvantne infrastrukture so strateški dejavnik, ki omogoča evropske kvantne ambicije. Zagotavljajo dostop do najsodobnejših kvantnih sistemov in platform, ki bi sicer ostali nedosegljivi za večino evropskih deležnikov in uporabnikov zaradi visokih stroškov razvoja in dostopa, tehnične zapletenosti ali potrebe po posebnih storitvah, kot je varna komunikacija. Ponujajo preskusni poligon za inovacije, prostor za usposabljanje talentov ter prostor za industrijo, MSP in raziskovalce, da eksperimentirajo, razumejo in oblikujejo razvoj novih kvantnih tehnologij. Bistveni so za pospešitev uvajanja kvantnih tehnologij, krepitev industrijskih zmogljivosti in zagotavljanje, da so koristi kvantnih tehnologij široko porazdeljene po vsej Uniji.

Kot je pojasnjeno v nadaljevanju, bo EU v prihodnje ohranila in razširila svoje naložbe v javno kvantno infrastrukturo na področjih **računalništva in simulacij, komunikacij in zaznavanja**.

### 2.2.1 Kvantno računalništvo in simulacije

Kvantno računalništvo ima potencial, da povsem spremeni našo sposobnost reševanja zapletenih problemov optimizacije računalništva, ki so daleč zunaj dosega tudi najzmogljivejših visokozmogljivostnih računalniških sistemov (v nadaljnjem besedilu: sistemi HPC). Pričakuje se, da bo na številnih področjih imel spodbujevalni učinek, na primer na področju farmacevtskih in kemijskih simulacij bi lahko omogočil odkrivanje novih zdravil in kemikalij; na področju energije lahko kvantno računalništvo pomaga odkriti nove materiale za baterije ali visokotemperaturne superprevodnike; veliko obeta tudi za izboljšave na področjih, kot sta logistika in finance. Poleg tega lahko kvantni računalniki take probleme rešujejo na veliko bolj energijsko učinkovit način kot klasični superračunalniki. Namesto da bi nadomestili sisteme HPC, jih bodo kvantni računalniki dopolnjevali, saj bodo delovali kot pospeševalniki za povečanje splošne zmogljivosti rešitev na področju računalništva, kar bo prineslo rezultate veliko hitreje in na energijsko učinkovitejši način. Kvantno računalništvo se čedalje pogosteje uporablja skupaj z umetno inteligenco in v njeno podporo. Kvantno računalništvo lahko na primer pospeši učenje modelov umetne inteligence, umetna inteligenca pa prispeva k odpravljanju kvantnih napak, s čimer se poveča splošna zanesljivost sistema.

Kvantno računalništvo je trenutno na prelomni točki: čeprav obstajajo majhni kvantni procesorji, je glavni globalni izziv razširitev na popolnoma delujoče kvantne računalnike, ki lahko nedvoumno dokažejo prednost kvantnega računalništva. Ključni sedanji izziv je zgraditi večje sisteme, ki lahko zagotovijo jasno kvantno prednost<sup>26</sup> pred klasičnimi računalniki. V naslednjih 5–10 letih se bo sposobnost kvantnih računalnikov za reševanje dejanskih problemov izjemno povečala. Zato EU in njene države članice ter drugi pomembni akterji – od Avstralije, Kanade, Kitajske, Japonske, Južne Koreje, Združenega kraljestva do ZDA – intenzivno vlagajo v kvantne tehnologije in tekmujejo za vodilni položaj v kvantni revoluciji<sup>27</sup>.

---

<sup>23</sup> [Pobuda za evropsko infrastrukturo za kvantno komunikacijo \(EuroQCI\) | Oblikovanje digitalne prihodnosti Evrope](#).












<sup>24</sup> [IRIS<sup>2</sup> | Varna povezljivost – Evropska komisija, Uredba \(EU\) 2023/588](#).

<sup>25</sup> [Uredba Sveta \(EU\) 2023/1782 o ustanovitvi Skupnega podjetja za čipe](#).

<sup>26</sup> OECD (2025), „[A Quantum Technologies Policy Primer](#)“ (Priročnik o politiki kvantnih tehnologij). *Kvantna prednost* označuje točko, ko kvantni računalnik določen izračun opravi učinkoviteje, hitreje, z večjo natančnostjo ali z manjšo porabo energije kot najboljši možni klasični superračunalniki. Ta mejnik pomeni praktičen prikaz premoči kvantnega računalništva pri nekaterih računalniških problemih, čeprav na zgolj ozkih področjih.

<sup>27</sup> Npr. ameriška nacionalna kvantna pobuda (<https://www.quantum.gov/>); časovni načrt Kitajske za kvantno tehnologijo do leta 2030; japonska strategija za kvantno tehnologijo in inovacije ([https://www8.cao.go.jp/cstp/english/strategy\\_r08.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/english/strategy_r08.pdf)); avstralska nacionalna kvantna strategija (<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2023-05/national-quantum-strategy.pdf>); kanadska nacionalna

Danes je v razvoju več platform kvantnega računalništva, pri čemer vsaka temelji na drugačnem tehnološkem pristopu<sup>28</sup>. V preglednici 1 so navedeni kvantni računalniki, ki jih zagotavljajo podjetja s sedežem v različnih regijah sveta.

Tehnološka platforma	Superprevodna vezja	Ionske pasti	Hladni atomi	Fotonika	Spinski kubit
 Stroji EU	 17	 6	 8	 5	 3
 Stroji Združenega kraljestva	4	6	0	5	2
 Stroji ZDA	26	7	4	2	0
 Stroji Kanade	13	0	0	1	0
 Stroji Kitajske	2	0	0	0	0
 Stroji iz tujine <sup>29</sup>	1	0	0	1	3

*Preglednica 1 Pregled dobaviteljev kvantnega računalništva in simulacij*

Evropa prek nacionalnih programov in vodilne pobude EU na področju kvantnih tehnologij<sup>30</sup> razvija vse glavne tehnologije kvantnega računalništva, kot je ponazorjeno zgoraj. Ta prizadevanja so privedla do delujočih prototipov, naborov orodij programske opreme in več globokotehnoloških odcepljenih podjetij. Poleg tega Evropa prek Skupnega podjetja EuroHPC že uvaja svoje prve prototipe sistemov kvantnega računalništva v več državah članicah (glej sliko 2). Namen te zgodnje uvedbe je predvsem dvojen: podpira nastanek avtonomne, suverene in konkurenčne evropske kvantne industrije z vzpostavitvijo zgodnjega trga za dobavitelje strojne in programske opreme, hkrati pa omogoča razvoj notranjega trga s povečanjem števila in obsega primerov uporabe in uporabnikov.

Evropa je uspešno omogočila tudi zgodnjo hibridizacijo kvantnih računalnikov z visokozmogljivostnim računalništvom, s čimer je dosegla cilj digitalnega desetletja EU, da bo leta 2025 imela prvi računalnik s kvantnim pospeševanjem<sup>31</sup>. To je strateški mejnik: podpira evropski kvantni ekosistem strojne opreme, spodbuja nastanek industrijskih primerov uporabe in postavlja temelje za naprednejše hibridne sisteme – vse to prispeva k dolgoročnemu cilju doseganja zmogljivosti kvantnega računalništva v polnem obsegu do leta 2030. Ta hibridizacija bo omogočila tudi uporabo kvantnih računalnikov v evropskih tovarnah umetne inteligence<sup>32</sup>, s čimer bo prispevala k doseganju ciljev akcijskega načrta za celino umetne inteligence<sup>33</sup>.

kvantna strategija (<https://ised-isde.canada.ca/site/national-quantum-strategy/en/canadas-national-quantum-strategy>); nacionalna kvantna strategija Združenega kraljestva <https://www.gov.uk/government/publications/national-quantum-strategy>.

<sup>28</sup> Reprezentativni primeri računalniških platform temeljijo na superprevodnih vezjih, ionski pasti, nevtralnih atomih, fotoniki, diamantih ali spinskih kubitih. Vsaka od njih prinaša različne koristi in inženirske izzive v smislu nadgradljivosti, natančnosti in skladnosti računalništva.

<sup>29</sup> Tujina.

<sup>30</sup> [Domača stran vodilne pobude na področju kvantnih tehnologij | Vodilna pobuda na področju kvantnih tehnologij](#).

<sup>31</sup> Hibridne kvantne platforme/platforme sistemov HPC povezujejo kvantne procesorje s klasičnimi sistemi HPC, da bi omogočile zgodnjo soobdelavo, pri čemer kvantni procesorji delujejo kot računalniški pospeševalniki tradicionalnih superračunalnikov. Tri hibridne platforme v Franciji, Nemčiji in na Finskem zdaj delujejo v okviru Skupnega podjetja EuroHPC in nacionalnih infrastruktur. Do konca leta 2025 bo hibridizacija postala standard v vseh evropskih zmogljivostih kvantnega računalništva, kar bo utrdilo pomemben dosežek.

<sup>32</sup> [Tovarne umetne inteligence | Oblikovanje digitalne prihodnosti Evrope](#).

<sup>33</sup> [Celina umetne inteligence – Evropska komisija](#).

V prihodnje bo raziskovalna in inovacijska pobuda za kvantno Evropo še naprej podpirala usklajene dejavnosti za pospešitev prehoda z današnjih kvantnih naprav prve generacije na popolnoma delujoče stroje. Cilj je, da Evropa pridobi kvantne računalnike naslednje generacije predvsem od ponudnikov iz EU, hkrati pa te platforme postopoma poveča na približno 100 kubitov s popravkom napak<sup>34</sup> na sistem do leta 2030, tj. cilj, usklajen s časovnimi načrti industrije za doseganje pomembne računalniške prednosti. **Evropa si do leta 2035 prizadeva postati prva celina, ki bo dosegla obseg tisoč kubitov s popravkom napak na platformo, kar je prag, ki velja za potrebnega za reševanje težav v resničnem svetu.**

Doseganje tega mejnika bi pomenilo prelomnico na področju praktične kvantne prednosti<sup>35</sup> in bi Evropo postavilo v vodilni položaj v svetu na področju kvantnega računalništva. To bo okrepilo razvoj evropskih podjetij za kvantno računalništvo ter pripomoglo k razvoju in izvajanju aplikacij vodilnih uporabnikov, hkrati pa okrepilo tehnološko avtonomijo Unije.



*Slika 2: Zemljevid superračunalnikov, kvantnih računalnikov in simulatorjev Skupnega podjetja EuroHPC*

Hkrati bo **Evropa še naprej vlagala v kvantne simulatorje**<sup>36</sup>, ki lahko posnemajo vedenje kvantnega sistema ob uporabi manj zapletene strojne opreme. Ti kvantni simulatorji že omogočajo preboje v znanosti o materialih, kvantni kemiji in temeljni fiziki. Evropa je v ospredju razvoja in uvajanja teh platform, za katere se pričakuje, da bodo zaradi nižjih zahtev glede strojne opreme prinesle dragocene rezultate prej kot univerzalni kvantni računalniki.

Pripravljen bo **časovni načrt EU za kvantno računalništvo in simulacije**, ki bo določal jasna merila in s katerim bo vzpostavljen postopek spremljanja za sledenje tehnološkemu napredku in zrelosti različnih vrst kvantnih platform. Časovni načrt bo omogočil redno ocenjevanje, katere med njimi so najbolj napredne ali imajo največji dolgoročni potencial. Ta na dokazih

<sup>34</sup> Današnji kvantni računalniki dajejo rezultate, ki še niso v celoti točni (kvantni izračuni še vedno vključujejo verjetnost velikih napak). Izvajanje učinkovitega popravka napak, posledica česar bodo kubi s popravkom napak (tj. procesnih enot kvantnega računalnika), ki zagotavljajo natančne računske rezultate, je zato pomemben mejnik za vsak prihodnji popolnoma delujoč kvantni računalnik.

<sup>35</sup> Glej opombo 26.

<sup>36</sup> PASQuanS2. [Programljiva atomska obsežna kvantna simulacija 2 – SGA1 | PASQuanS2.1 | Projekt Informativni pregled | OBZORJE | CORDIS! Evropska komisija.](#)

temelječ pristop bo usmerjal strateške odločitve Evrope in pomagal določiti prednostne naloge za prihodnje javne naložbe v kvantno računalništvo.

- Objaviti časovni načrt EU za kvantno računalništvo in simulacije [2026].
- Povečati število in zmogljivost sistemov kvantnega računalništva na osnovi Skupnega podjetja EuroHPC [od leta 2026 naprej] ter vzpostaviti okvir za spremljanje kvantnega računalništva [2026].

### 2.2.2 Kvantne komunikacije

Kvantna komunikacija omogoča izjemno varen prenos podatkov, ščiti kritično infrastrukturo in varuje občutljive informacije pred prihodnjimi kibernetскими grožnjami, ki jih omogoča kvantna tehnologija<sup>37</sup>. Omogoča tudi vzpostavitev kvantnih komunikacijskih omrežij, potrebnih za medsebojno povezovanje kvantnih naprav, kot so senzorji in računalniki, v t. i. **kvantni internet**. Po zaslugi svojega potenciala za dvojno rabo podpira aplikacije za civilno uporabo (npr. zaščito finančnih transakcij, zaščito javnih omrežij) in tudi obrambne potrebe (npr. varne komunikacije za vojaške in nacionalnovarnostne operacije). S pobudami, kot sta **EuroQCI**<sup>38</sup> in **kvantni internet**, EU vzpostavlja popolnoma avtonomne in zaupanja vredne kvantne komunikacijske infrastrukture, ki bodo ščitile kritične podatkovne tokove, varovale javne komunikacije in kritično infrastrukturo ter okrepile notranjo varnost Evrope v skladu s strategijo ProtectEU<sup>39</sup>.

#### *Pobuda EuroQCI*

Pobuda EuroQCI razvija varno infrastrukturo za kvantno komunikacijo, ki zajema celotno EU, vključno z njenimi čezmorskimi ozemlji. Je del pobude Unije IRIS<sup>2</sup> in bo sestavljena iz prizemnega segmenta, ki temelji na optičnih komunikacijskih omrežjih, ki povezujejo strateške lokacije na nacionalni in čezmejni ravni, ter vesoljskega segmenta, ki temelji na satelitih.

Pobuda hitro napreduje, saj 26 držav članic trenutno vzpostavlja nacionalna prizemna kvantna komunikacijska omrežja, ki se bodo uporabljala tudi za preskušanje varnega komunikacijskega satelita za kvantno razdeljevanje ključa (Eagle 1), izstrelitev katerega je predvidena za leto 2026 in bo prvi evropski demonstrator v orbiti.

Ta prizemna kvantna komunikacijska omrežja se uporabljajo za izvajanje in preskušanje kvantnega razdeljevanja ključa v dejanskih okoljih. Pilotni projekti vključujejo varen prenos zdravstvenih podatkov med bolnišnicami, šifrirano komunikacijo med vladnimi institucijami in povezave kvantnega razdeljevanja ključa za kritično infrastrukturo, kot so centri za nadzor električnega omrežja. Prikazujejo, kako lahko kvantno razdeljevanje ključa zaščiti ključne javne storitve in nacionalne operacije.

Za podporo tej uvedbi EU uporablja popolnoma evropsko dobavno verigo kvantnih komponent, naprav in sistemov<sup>40</sup>. Vzpostavlja se tudi celovita infrastruktura za testiranje in ocenjevanje kvantnega razdeljevanja ključa, ki ponuja predcertifikacijska okolja za

<sup>37</sup> Grožnja, ki jo kvantni računalnik predstavlja za trenutne kriptografske protokole.

<sup>38</sup> [Pobuda za evropsko infrastrukturo za kvantno komunikacijo \(EuroQCI\) | Oblikovanje digitalne prihodnosti Evrope.](#)

<sup>39</sup> [Komisija predstavlja strategijo notranje varnosti ProtectEU – Evropska komisija.](#)

<sup>40</sup> „Te tehnologije vključujejo kvantne generatorje naključnih števil, kvantne enofotonske vire in detektorje, module kvantnega razdeljevanja ključa na osnovi kvantne prepletenosti ter integrirane telekomunikacijske platforme na ravni industrijskega standarda. Dobavna veriga je certificirana v okviru programa EU za varno povezljivost (Uredba (EU) 2023/588).“

komponente kvantnega razdeljevanja ključa ter se pripravlja na njihovo vključitev v sisteme od konca do konca in omrežne arhitekture<sup>41</sup>.

Poleg tega je ta dejavnost tesno povezana s politikami EU na področju kibernetike varnosti, kot so direktiva o varnosti omrežij in informacijskih sistemov ter prihodnji pregled akta o kibernetiki varnosti in časovnega načrta Agencije Evropske unije za varnost omrežij in informacij (ENISA) za kvantno varno kriptografijo za zagotovitev, da infrastrukture za kvantno komunikacijo, zaznavanje in računalništvo že od začetka vključujejo varnostne ukrepe za obrambne namene ter preverjajo celovitost dobavne verige in zmogljivosti odzivanja na incidente.

Tudi druge vodilne regije vlagajo v prizemne in vesoljske kvantno varne zmogljivosti. Kitajska je na primer pokazala kvantno razdeljevanje ključa vesolje-zemlja in zgradila več kot 2 000 km medmestnih varnih prizemnih povezav<sup>42</sup>. ZDA ogromno vlagajo v preskusne poligone za kvantni internet in partnerstva z nacionalnimi laboratoriji, vendar še niso uvedle združenega in varnega komunikacijskega programa na celinski ravni. Evropski model, ki prek IRIS<sup>2</sup> povezuje prizemne in satelitske segmente ter temelji na načelih vgrajene varnosti in komponentah pod nadzorom EU, postavlja EU v ospredje razvoja zaupanja vrednih kvantnih omrežij.

V obdobju 2025–2035 bo EU še dodatno razširila pobudo EuroQCI.

Prvič, EU bo v obdobju 2025–2030 **vzpostavila čezmejne prizemne kvantne povezave, ki bodo povezovale države članice**, ter zemeljske postaje, ki bodo povezovale prizemne segmente EuroQCI s sateliti EuroQCI za vesoljsko kvantno razdeljevanje ključa. Do leta 2030 bo tako vzpostavljeno prvo na ravni EU popolnoma povezano eksperimentalno prizemno in vesoljsko varno komunikacijsko omrežje.

Drugič, **EU bo olajšala uvajanje na trg in varnostno certificiranje**. Še naprej bo podpirala nadaljnji razvoj, dozorevanje in uvajanje kvantnih komunikacijskih tehnologij in protokolov<sup>43</sup> ter njihovo redno vključevanje v EuroQCI. Vesoljski segment EuroQCI bo prav tako nadgrajen za zagotavljanje varnih vesoljskih in prizemnih storitev kvantnega razdeljevanja ključa od konca do konca, ki bodo postopoma vključene v naslednjo generacijo vesoljskih storitev IRIS<sup>2</sup>. Celotna infrastruktura EuroQCI bo certificirana v okviru usklajene sheme EU, da se zagotovita zaupanje in skladnost.

### ***Pobuda za kvantni internet***

Pobuda za kvantni internet dopolnjuje EuroQCI s pripravo prihodnje generacije kvantnih omrežij. Postavlja temelje za porazdeljeno kvantno računalništvo in zaznavanje ter izjemno varno izmenjavo podatkov.

Evropa je že opredelila celotno arhitekturno specifikacijo za kvantno internetno omrežje in pokazala kvantno mreženje na metropolitanski ravni<sup>44</sup>. Vzpostavljeni so bili okviri primerov uporabe, z vzpostavitvijo zaveznitva za kvantni internet pa poteka tudi izgradnja ekosistema,

---

<sup>41</sup> Ta infrastruktura omogoča strogo karakterizacijo, varnostno testiranje in zgodnjo podporo standardizaciji, ki je tesno usklajena z dejavnostmi Evropskega inštituta za telekomunikacijske standarde (ETSI) – kvantno razdeljevanje ključa [www.etsi.org/technologies/quantum-key-distribution](http://www.etsi.org/technologies/quantum-key-distribution).

<sup>42</sup> Prek jedrnega omrežja Peking–Šanghaj in satelitskega programa Micius, ki ga je zdaj nasledil Jinan-1.

<sup>43</sup> Primeri takšnih tehnologij vključujejo zelo natančne optične pomnilnike naslednje generacije z dolgo življenjsko dobo, ki so ključni za delovanje kvantnih ponavljalnikov, ter izgradnjo in prikaz popolnoma delujočih kvantnih ponavljalnikov, ki povezujejo metropolitanska omrežja, preskušeni v laboratorijskih in tudi dejanskih pogojih.

<sup>44</sup> S pobudo je bila uspešno izvedena *kvantna prepletenost* med dvema neodvisno upravljanimi vozliščema kvantnega omrežja, ločenima z 10 km optičnih vlaken. Prav tako je prišlo do tehnološkega napredka pri razvoju strojne opreme za kvantni internet, vključno s tehnologijami kvantnih ponavljalnikov in vozlišči kvantnih ponavljalnikov, pa tudi do napredka na področju kvantne programske opreme, <https://quantuminternetalliance.org/>.

skupaj s forumom za tehnologijo, prvim svetovnim odprtim forumom, namenjenim kvantnemu internetu<sup>45</sup>. Evropa je že bila priča prvim odcepitvam podjetij v industriji kvantnega interneta in dajanju proizvodov na trg, kar nakazuje zgodnji prenos tehnologije v industrijo na tem področju.

Raziskovalna in inovacijska pobuda za kvantno Evropo bo podprla nadaljnji tehnološki razvoj kvantnega interneta<sup>46</sup> in zagotovila interoperabilnost med različnimi osnovnimi računalniškimi platformami. Leta 2026 bo podprla vzpostavitev pilotne infrastrukture za evropski kvantni internet, ki bo omogočila preskušanje ključnih kvantno varnih komponent in zgodnjih primerov uporabe, varne kvantne storitve v oblaku, porazdeljeno računalništvo ter napredna okolja za validacijo, ki bodo povezovala raziskave in uvajanje pred polnim delovanjem. Cilj je **uvesti popolnoma delujoče kvantno varno komunikacijsko omrežje do leta 2030 kot prvi korak k združenemu kvantnemu internetu**. To bo EU pomagalo postaviti na čelo mednarodne standardizacije na tem področju. Ker napredek kvantnega računalništva predstavlja tveganje za varnost naših komunikacij<sup>47</sup>, EU in njene države članice zdaj hkrati izvajajo **priporočilo o pokvantni kriptografiji**<sup>48</sup> in so pravkar objavile **časovni načrt**<sup>49</sup> za prehod na pokvantno kriptografijo.

- Vzpostaviti prvo eksperimentalno kvantno prizemno in vesoljsko varno komunikacijsko omrežje, povezano z EU [do leta 2030].
- Objaviti časovni načrt za kvantne komunikacije [2026].
- Vzpostaviti pilotno infrastrukturo za evropski kvantni internet [2026].

### 2.2.3 Kvantno zaznavanje

Kvantno zaznavanje izkorišča kvantne lastnosti za merjenje fizikalnih značilnosti z izjemno občutljivostjo in natančnostjo, kar bistveno presega zmogljivosti klasičnih senzorjev<sup>50</sup>. Ima izjemen potencial na številnih različnih področjih, od zdravstva, podnebnih sprememb ali spremljanja virov podtalnice do varnosti, obrambe, vesolja ali navigacije.

Vodilna pobuda EU na področju kvantnih tehnologij ima vodilno vlogo pri napredku tehnologij kvantnega zaznavanja od osnovne znanosti do v uporabo usmerjenih raziskav. Funkcionalni prototipi se že preskušajo v resničnih okoljih, kar predstavlja vodilni položaj Evrope pri inovacijah na področju senzorjev in tudi pripravi temeljev za industrijsko uvajanje ter uporabo v aplikacijah s potencialom za dvojno rabo.

<sup>45</sup> <https://quantuminternetalliance.org/>.

<sup>46</sup> Primeri: nadgradljivost kvantnega pomnilnika, zanesljiva porazdelitev kvantne prepletenosti in razvoj programske opreme za kvantna omrežja.

<sup>47</sup> Na primer, v okviru pojma, znanega kot „shrani zdaj, dešifriraj pozneje“, storilci kaznivih dejanj že zbirajo šifrirane informacije, kot so ukradene podatkovne zbirke, zaščitene datoteke ali komunikacijski podatki, in jih hranijo z namenom, da bi jih kasneje dešifrirali s kvantnimi računalniki za zlonamerne namene. Glej na primer: [The Second Quantum Revolution: the impact of quantum computing and quantum technologies on law enforcement](#) (Druga kvantna revolucija: vpliv kvantnega računalništva in kvantnih tehnologij na kazenski pregon (Poročilo Europol za leto 2024).

<sup>48</sup> [Priporočilo o usklajenem načrtu izvajanja za prehod na pokvantno kriptografijo |Oblikovanje digitalne prihodnosti Evrope](#).

<sup>49</sup> Ta časovni načrt določa kvantno varne algoritme, razvojne standarde in certifikacijske sheme, ki jih je treba razviti za zaščito občutljivih informacij in kritične infrastrukture. [EU krepi svojo kibernetiko varnost s pokvantno kriptografijo |Oblikovanje digitalne prihodnosti Evrope](#).

<sup>50</sup> Prednosti kvantnega zaznavanja pred tradicionalnimi tehnikami zaznavanja vključujejo na primer: večjo občutljivost zaznavanja fizikalnih količin, kot so magnetna polja, temperatura, gravitacija itd.; izboljšano točnost in natančnost meritev, boljšo ločljivost.

## ***Kvantni gravimetri***

EU zdaj razvija **omrežje mobilnih in stacionarnih kvantnih gravimetrov**<sup>51</sup>, ki omogočajo odkrivanje podpovršinskih značilnosti, ki se nahajajo do več deset kilometrov pod zemljo, vključno z vodnimi zbiralniki, nahajališči plina, mineralnimi viri, magmatskimi komorami ali zakopano infrastrukturo. Zlasti so dragoceni za spremljanje sprememb pod zemljo skozi čas, podpiranje vrst uporabe v zemeljskih vedah in geofiziki (vključno s kartiranjem podpovršinskega sloja in zgodnjim opozarjanjem na potrese), znanosti o podnebnju (npr. sledenje izgubi ledenikov in izčrpavanju podtalnice), preprečevanju naravnih nevarnosti, gradbeništvu ter strateških vrstah uporabe na področju obrambe in civilne zaščite, kot sta odkrivanje podzemnih umetnih struktur in spremljanje kritične infrastrukture.

V okviru vodilne pobude na področju kvantnih tehnologij bo v naslednjih 3–5 letih po vsej Evropi vzpostavljena mreža zemeljskih gravimetrov, ki jo bodo dopolnjevali gravimetri, naloženi na platformah na veliki višini. Hkrati EU načrtuje izstrelitev prvega kvantnega vesoljskega **gravimetrijskega raketoplana Pathfinder** po letu 2030<sup>52</sup>. Proučena bo tudi vključitev kvantne gravimetrije v nadaljnje misije IRIS<sup>2</sup>. Ta prizadevanja bi lahko utrla pot vzpostavitvi celovitega omrežja zemeljskih in vesoljskih gravimetrov ter gravimetrov v zraku za opazovanje Zemlje, ki bi podpiralo znanstvene raziskave in tudi strateške vrste uporabe, vključno z aplikacijami s potencialom za dvojno rabo.

## ***Kvantno slikanje z uporabe magnetne resonance (Q-MRI)***

Na področju medicinske diagnostike so raziskave EU utrle pot kvantno izboljšanemu slikanju, pri katerem se s kvantnimi senzorji merijo magnetni signali na molekularni ravni. Ti sistemi obetajo izjemno veliko za precizno medicino in personalizirano zdravstveno varstvo, saj pospešujejo odkrivanje raka in nevrodegenerativnih bolezni ter posodablja evropsko diagnostično infrastrukturo.

EU bo leta 2025 v okviru vodilne pobude na področju kvantnih tehnologij podprla vzpostavitev evropske **pilotne infrastrukture Q-MRI** v številnih državah članicah<sup>53</sup>. Ta infrastruktura bo omogočila klinično validacijo kvantno izboljšanih sistemov MRI<sup>54</sup>, akreditiranim raziskovalnim centrom, bolnišnicam in industrijskim partnerjem pa zagotovila odprt dostop za preskušanje odobrenih prototipov kvantnega slikanja. Infrastruktura bo z vključevanjem orodij za analizo, ki temeljijo na umetni inteligenci, povečala natančnost diagnostike, podprla zgodnje posredovanje in pomagala znižati skupne stroške zdravstvenega varstva. Sčasoma se bo ta mreža postopoma razširila na druge države članice.

Raziskovalna in inovacijska pobuda za kvantno Evropo bo prav tako še naprej financirala nadaljnje raziskave in razvoj na področju senzorjev Q-MRI ter njihovo vključevanje v raziskovalne infrastrukture na področju javnega zdravja, s čimer bo utrla pot njihovi nadaljnji industrializaciji.

Poleg navedenega bo EU še naprej podpirala raziskave na področju **večje občutljivosti in novih kontrastov pri slikanju**, ki bodo odprle nove diagnostične možnosti, na primer na področju nevrologije (npr. motnje povezav v možganih v zgodnji fazi Alzheimerjeve bolezni) ali onkologije (npr. odkrivanje raka s presnovnim slikanjem).

---

<sup>51</sup> Taking atom interferometric quantum sensors from the laboratory to real-world applications (Prenos atomskih interferometričnih kvantnih senzorjev iz laboratorija v dejanske aplikacije), Nature Reviews Physics, 1, 731–739. <https://doi.org/10.1038/s42254-019-0117-4>.

<sup>52</sup> <https://carioqa-quantumpathfinder.eu/>: pod vodstvom Nacionalnega centra za vesoljske študije (CNES), DLR in podjetja Airbus.

<sup>53</sup> [Quantum-enhanced and AI-powered metabolic MRI Diagnostics](#) (Kvantno izboljšana in z umetno inteligenco podprta presnovna diagnostika MRI).

<sup>54</sup> Izvajali se bodo kot kontrolirana klinična preskušanja v skladu z uredbo EU o medicinskih pripomočkih.

Za doseganje nadaljnjega napredka pri strateškem določanju položaja in načrtovanju tehnologij kvantnega zaznavanja ter meroslovnih in preizkusnih infrastruktur **bo EU razvila usklajen evropski časovni načrt za kvantno zaznavanje, merjenje in preskušanje** ter podprla ustrezna prizadevanja za standardizacijo v sodelovanju z meroslovnimi inštituti in državami članicami. Pomemben cilj bo tudi zagotoviti evropsko strateško avtonomijo z varnimi in skladnimi dobavnimi verigami za kritične komponente in sisteme zaznavanja.

- Vzpostaviti porazdeljen sistem gravimetrov po vsej Evropi [od leta 2026 naprej].
- Objaviti časovni načrt za kvantno zaznavanje [2026].
- Vzpostaviti evropsko pilotno infrastrukturo Q-MRI in jo razširiti po vsej Evropi [od leta 2025 naprej].

## 2.3 Področje 3: ekosistem kvantne Evrope

Vitalen, medsebojno povezan in zanesljiv kvantni ekosistem je ključen za dolgoročno sposobnost Evrope za razvoj in uvajanje kvantnih tehnologij v velikem obsegu. Danes evropski kvantni ekosistem zajema približno 70 zagonskih podjetij in podjetij v razširitveni fazi, globokotehnološke vlagatelje, raziskovalne in inovacijske organizacije, nacionalne kompetenčne grozde ter industrijske dobavne verige. **Vendar je ta ekosistem še vedno zelo krhek.** V njem prevladujejo **mala zagonska podjetja in podjetja v razširitveni fazi, ki se srečujejo z velikimi ovirami za rast: nestabilnimi prihodkovnimi tokovi, omejenim dostopom do kapitala za širitev**, v bližnji prihodnosti pa tudi z **omejenim industrijskim povpraševanjem**. Poleg tega v EU primanjkuje velikih ponudnikov kvantne strojne opreme in ključnih končnih uporabnikov, ki bi lahko spodbudili povpraševanje in pospešili uvajanje v industrijo. Ta strukturna slabost omejuje zasebne naložbe in tudi nastajanje kritičnih dobavnih verig.

Brez usklajenega ukrepanja in dostopnih poti do dejanskih tržnih priložnosti številnim od teh zagonskih podjetij grozi, da bodo izginila ali se preselila v bolj podporna okolja zunaj Evrope.

Da bi Evropa podprla ta ekosistem, mora sprejeti odločne ukrepe za spodbujanje industrializacije, širitev obetavnih akterjev, zagotavljanje strateških dobavnih verig, razvoj vodilnih trgov, zaščito strateških sredstev in usposabljanje naslednje generacije kvantnih strokovnjakov.

### 2.3.1 Iz laboratorija v tovarno in industrializacije

Svetovni trg kvantnih tehnologij je še v povojih. Če je danes vreden 2–3 milijarde EUR, naj bi do leta 2040 dosegel 155 milijard EUR<sup>55</sup>. Ta predvidena rast pomeni potrebo po usklajeni in enotni strategiji EU za industrializacijo, ki bo evropskim podjetjem omogočila, da bodo izkoristila to prihajajočo priložnost.

**Kvantni čipi** so ključni temeljni dejavnik, ki omogoča kvantno industrializacijo in razvoj trga. Vendar je danes njihov razvoj na stopnji, primerljivi s stopnjo polprevodnikov pred 30–40 leti, pri čemer je večina trenutnih kvantnih naprav v glavnem lastniških rešitev in v veliki meri ročno izdelanih.

**Evropa mora hitro začeti prvo množično in nizkocenovno proizvodnjo kvantnih čipov, pri kateri se čim bolj uporabljajo postopki, združljivi s tistimi za mikroelektroniko in fotoniko, ali po potrebi razvijajo novi postopki.** Ta pristop bo omogočil izkoriščanje obstoječe infrastrukture polprevodnikov, zmanjšanje stroškov in pospešitev uvedbe kvantnih čipov in naprav na trg.

<sup>55</sup> [McKinsey Quantum Technology Monitor, 2024](#) (Spremljanje kvantne tehnologije).

Tako bo EU v skladu z aktom o čipih<sup>56</sup> **začela prek Skupnega podjetja za čipe kmalu izvajati prvih šest kvantnih pilotnih linij**. S skupnim financiranjem EU in držav članic v višini od 40 do 50 milijonov EUR na pilotno linijo se bodo podpirali zgodnja izdelava prototipov, potrjevanje zasnove in razvoj procesov, hkrati pa v tesnem sodelovanju z industrijo spodbujali praktični primeri uporabe. Teh šest pilotnih linij bo razširilo temelje, ki so jih položile poskusne pilotne linije vodilne pobude na področju kvantnih tehnologij, v industrijske pilotne linije<sup>57</sup>.

V naslednjih 3–5 letih bodo ta prizadevanja Evropi omogočila, da še dodatno dozori in utrdi kvantne ter druge omogočitvene tehnologije in procese, preden bo do leta 2030 zgradila prve kvantne livarne. Za podporo celovitemu načrtovanju industrializacije in njeni izvedbi ter v skladu s kompasom EU za konkurenčnost **bo Komisija leta 2026 objavila celovit časovni načrt za industrializacijo kvantnih čipov**.

Ker so zmogljivosti in knjižnice za načrtovanje temeljnega pomena za vsak ekosistem kvantnih čipov, bo EU v okviru Skupnega podjetja za čipe vzpostavila **infrastrukturo za kvantno načrtovanje**. Infrastruktura bo delovala vzporedno s platformo industrije polprevodnikov za načrtovanje v oblaku in bo povezana s kvantnimi pilotnimi linijami.

Za spodbujanje kvantne industrializacije bodo prav tako potrebni tehnična interoperabilnost in novi standardi. EU bo zato leta 2026 objavila **evropski časovni načrt za kvantne standarde**, skupaj z državami članicami pa podprla dejavno sodelovanje deležnikov iz industrije v evropskih in mednarodnih organih za standardizacijo.

### 2.3.2 Krepitev in širitev nastajajočega evropskega kvantnega ekosistema

Da bi se evropski kvantni ekosistem resnično povečal, bodo uvedeni naslednji ukrepi.

Prvič, **vzpostavitev vseevropske centralizirane mreže odprtodostopnih kvantnih preskusnih poligonov**. Kvantne tehnologije temeljijo na zelo občutljivih sistemih in laboratorijih<sup>58</sup>, ki so tehnično zapleteni in izredno dragi. Zato je za večino akterjev, zlasti MSP in zagonska podjetja, nepraktično, da bi take zmogljivosti gradili ali vzdrževali samostojno. Da bi razširili dostop do preskuševalnih zmogljivosti, namenske opreme in možnosti za eksperimentiranje, bodo obstoječe pilotske infrastrukture iz vodilne pobude na področju kvantnih tehnologij preoblikovane v vseevropsko centralizirano mrežo odprtodostopnih kvantnih preskusnih poligonov. Te zmogljivosti bodo razvijalcem, zagonskim podjetjem, MSP in raziskovalcem zagotovile storitve in dostop za preskušanje, potrjevanje in primerjalno analizo njihovih kvantnih naprav<sup>59</sup>. To bo pospešilo prehod s prototipov na trg in podprlo prizadevanja za certificiranje, ki so bistvena za vzpostavitev zanesljivih dobavnih verig in zaupanja strank v vseh sektorjih.

Drugič, **širitev kompetenčnih grozdov na področju kvantnih tehnologij**. Ti grozdi so že vključeni v nacionalne in regionalne inovacijske ekosisteme v več državah članicah. So regionalna vozlišča, ki zagotavljajo skupno infrastrukturo in storitve, hkrati pa povezujejo akterje na področju raziskav in industrije. Raziskovalna in inovacijska pobuda za kvantno Evropo bo podprla širitev in povezovanje teh grozdov, da bi zajeli celotno EU, tudi v državah članicah, ki takih grozdov še nimajo. Kompetenčni grozdi na področju kvantnih tehnologij bodo delovali kot porazdeljeni strokovni centri, namenjeni kot vezivo kvantnega ekosistema, ki bodo povezovali zagonska podjetja, raziskovalce in industrijske partnerje z infrastrukturami, pilotnimi linijami in zmogljivostmi za načrtovanje po vsej Uniji. Spodbujali bodo sodelovanje<sup>60</sup> in skladnost na vseh kvantnih strateških področjih – od raziskav do

<sup>56</sup> Uredba (EU) 2023/1781: [Evropski akt o čipih | Oblikovanje digitalne prihodnosti Evrope](#).

<sup>57</sup> [QU-PILOT](#) in [QU-TEST](#).

<sup>58</sup> Ti med drugim vključujejo ultra čista okolja, kriogensko hlajenje, vakuumske sisteme in precizno krmilno elektroniko itd.

<sup>59</sup> V skladu s prihodnjo [Evropsko strategijo za raziskovalne in tehnološke infrastrukture](#).

<sup>60</sup> V skladu s ustreznimi protimonopolnimi pravili EU, kot so Smernice o uporabi člena 101 PDEU za sporazume o horizontalnem sodelovanju iz leta 2023, kot je ustrezno.

industrializacije ter razvoja spretnosti. Tako kot evropska vozlišča za digitalne inovacije bodo tudi kompetenčni grozdi na področju kvantnih tehnologij zagotavljali storitve, prilagojene regionalnim prednostim, vendar vključene v vseevropsko sodelovanje, ki ga bodo spodbujali.

Tretjič, **spodbujanje mehanizmov za zaščito intelektualne lastnine**, da bi jih kvantna podjetja lahko uporabila za zagotavljanje strateškega nadzora nad ključnimi inovacijami in preprečevanje odliva kritičnih sredstev.

Četrtoč, **pospeševanje industrijskega uvajanja kvantnih tehnologij**. EU bo izvajala usklajen pristop za spodbujanje vodilnih uporabnikov v javnem in tudi zasebnem sektorju. V zvezi s tem bodo **javna naročila ključno orodje za spodbujanje zgodnjega sprejemanja in ustvarjanje prvih tržnih priložnosti**. Skupno podjetje EuroHPC že podpira nakup prvih kvantnih računalnikov prek javnega naročanja. Poleg tega bo Komisija podpirala v inovacije usmerjene sheme javnega naročanja, ki bolnišnicam, upravljavcem infrastrukture, kritičnim javnim službam in vladnim agencijam omogočajo, da delujejo kot prve stranke pri uvajanju kvantnih rešitev. To bo podprto s prilagojenimi finančnimi spodbudami in okviri za uvajanje za javne organe, ki bodo pripravljeni delovati kot vodilni na trgu. Z opredelitvijo **držav članic kot prvih institucionalnih kupcev evropskih kvantnih tehnologij** bo trgov in vlagateljem poslan jasen signal, kar bo podprlo razvoj ekosistema in ekonomsko upravičenost.

Petič, **povezovanje kvantnih zagonskih podjetij z evropskimi podjetji**. To bo bistvenega pomena za širitev zagonskih podjetij na trg. Komisija bo v sodelovanju s kvantnim ekosistemom<sup>61</sup> sprožila sektorske izzive, zlasti v letalskem in vesoljskem, avtomobilskem, energetskem, proizvodnem, logističnem in farmacevtskem sektorju, da bi velike industrijske akterje spodbudila, da postanejo strateški partnerji pri sorazvoju in vodilni uporabniki.

Nazadnje bo rastoči kvantni ekosistem zahteval dotok ustreznih talentov. To je podrobneje obravnavano v oddelku 2.5 v nadaljevanju.

### 2.3.3 Vlaganje v kvantna zagonska podjetja in podjetja v razširitveni fazi

Medtem ko je financiranje v fazi pred semenom in v fazi semena široko dostopno iz javnih virov, Evropa pritegne le 5 % svetovnega zasebnega financiranja kvantnih tehnologij, v primerjavi z več kot 50 %, ki jih pritegnejo ZDA. Ta vrzel v financiranju je še posebno izrazita v poznejših fazah razvoja<sup>62</sup>, kar pomeni tveganje, da bi zagonska podjetja EU lahko prevzeli neevropski vlagatelji, s potencialnimi izgubami na področju intelektualne lastnine, ključnih tehnologij, tehnološke suverenosti in talentov.

Zato se bodo investicijski skladi, vključno z javno podprtimi zasebnimi skladi, spodbujali k privabljanju znatnih kapitalskih naložb za razvoj kvantnih tehnologij. Te vključujejo podporo Sklada Evropskega sveta za inovacije<sup>63</sup>, pobudo skupine Evropske investicijske banke (EIB) za evropske tehnološke prvake<sup>64</sup> ali jamstva za prvo izgubo in prilagojene soinvesticijske sheme prek programa InvestEU.

V strategiji EU za zagon in razširitev podjetij, sprejeti maja 2025<sup>65</sup>, je bila napovedana ustanovitev **sklada Scaleup Europe** v okviru sklada Evropskega sveta za inovacije za

<sup>61</sup> Konzorcij European Quantum Industry Consortium [Domača stran - QuIC](#).

<sup>62</sup> [The future of European competitiveness – A competitiveness strategy for Europe](#) (Prihodnost evropske konkurenčnosti – strategija za konkurenčnost Evrope).

<sup>63</sup> Med letoma 2021 in 2024 je Evropski svet za inovacije že namenil približno 350 milijonov EUR za spodbujanje rasti zagonskih podjetij na področju kvantnih tehnologij. Dodatne naložbe Evropskega sveta za inovacije v podjetja v razširitveni fazi na področju kvantnih tehnologij v višini do 30 milijonov EUR na podjetje so pripravljene na podlagi razpisa Evropskega sveta za inovacije v okviru platforme za strateške tehnologije za Evropo za podjetja v razširitveni fazi.

<sup>64</sup> [Sklad skladov za podporo evropskim tehnološkim prvakom](#).

<sup>65</sup> [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/jobs-and-economy/eu-startup-and-scaleup-strategy\\_en?prefLang=sl](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/jobs-and-economy/eu-startup-and-scaleup-strategy_en?prefLang=sl).

mobilizacijo znatnih zasebnih sredstev in izvajanje neposrednih kapitalskih naložb v strateških sektorjih, kot je kvantni sektor. Strategija EU za zagon in razširitev podjetij ponuja tudi namenske rešitve, namenjene olajšanju dostopa do financiranja, javnih naročil, trgov, storitev in talentov za inovativna zagonska podjetja in podjetja v razširitveni fazi.

Kot je predlagano v vmesnem pregledu kohezijske politike<sup>66</sup>, bi lahko poleg tega organi upravljanja izkoristili priložnost, podprto s spodbudami in prožnostmi, za prerazporeditev sredstev v naložbe, med drugim v cilje platforme za strateške tehnologije za Evropo (STEP). Komisija poziva države članice in regije, naj se pri reprogramiranju v okviru vmesnega pregleda osredotočijo na prebojna, inovativna podjetja ter pomagajo tistim podjetjem, ki prispevajo k strateškim sektorjem in vrednostnim verigam Evrope, kot so kvantne tehnologije.

Nazadnje, v okviru unije prihrankov in naložb<sup>67</sup> bo Komisija predlagala ukrepe, ki bodo odpravili razdrobljenost enotnega trga finančnih storitev in odpravili ovire za nemotene čezmejne naložbe v EU, vključno s tveganim kapitalom, ki je ključen za razvoj kvantnih tehnologij. EU bo med drugim spodbujala kapitalske naložbe institucionalnih vlagateljev; poenostavila pravila o kotiranju pri izvajanju uredbe o kotiranju; predlagala ukrepe za podporo izstopom vlagateljev iz zasebnih podjetij; skupaj z EIB proučila morebitne pobude, cilj katerih je privabiti zasebne naložbe v tvegani kapital in kapital za rast ter odpraviti ovire za nacionalne davčne postopke<sup>68</sup>.

### 2.3.4 Krepitev varnosti dobavne verige

Vitalen kvantni ekosistem, ki ga podpirajo odporne dobavne verige, je bistven za krepitev gospodarske varnosti Evrope. Dolgoletna odprtost EU za trgovino, naložbe in raziskave je bila in bo še naprej ključnega pomena za razvoj evropskega kvantnega ekosistema, vendar prinaša tudi nekatere izzive. Po eni strani se evropska kvantna podjetja in raziskovalci zanašajo na stalen tok oskrbe iz zaupanja vrednih virov in imajo od tega velike koristi. Po drugi strani pa obstaja tveganje, da se te dobavne verige uporabijo kot orožje. Zato je bistveno prepoznati in obravnavati kritične ranljivosti v evropski kvantni dobavni verigi, da bi se zmanjšala tveganja, ki izhajajo iz prekomerne odvisnosti EU od neevropskih virov. Kartiranje tveganj in natančno spremljanje razvoja nastajajočega kvantnega ekosistema sta zato bistvena dela evropskega pristopa k oblikovanju zdravega, varnega in konkurenčnega evropskega kvantnega globokotehnološkega okolja.

**Komisija** v okviru strategije za evropsko gospodarsko varnost<sup>69</sup> ter opazovalnice za kritične tehnologije<sup>70</sup> in v tesnem sodelovanju z deležniki in državami članicami **izvaja oceno tveganja kvantnih tehnologij na ravni EU za kartiranje ranljivosti v dobavni verigi**, pri čemer se posebno osredotoča na materiale, sestavne dele in ključne tehnologije. Cilj teh ocen je opredeliti strateške odvisnosti, morebitna ozka grla in sistemske ranljivosti v dobavni verigi kvantnih tehnologij, ki segajo od redkih materialov do preciznih sestavnih delov, krmilne elektronike in programske opreme. Ugotovitve bodo podlaga za ciljno usmerjene blaživitvene ukrepe, vključno z diverzifikacijo dobaviteljev, okrepljeno evropsko proizvodno zmogljivostjo, partnerstvom z državami dobaviteljicami v okviru strategije Global Gateway in mehanizmi za delitev tveganja. Prvi rezultati študije se pričakujejo leta 2026. Poleg tega se vloga kvantnih tehnologij pri zagotavljanju varnosti in javnega reda EU odraža v razpravah o tekočih in prihodnjih pobudah glede vhodnih in izhodnih naložb ter v okviru nadzora izvoza.

<sup>66</sup> „Posodobljena kohezijska politika: vmesni pregled“ (COM(2025) 163 final).

<sup>67</sup> [Unija prihrankov in naložb - Evropska komisija](#).

<sup>68</sup> Ob upoštevanju ustreznih pravil o državni pomoči, kjer je to ustrezno.

<sup>69</sup> [JOIN\(2023\) 20 final](#); <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023JC0020>. Ta strategija zajema tudi ocene tveganja v zvezi s tehnološko varnostjo in uhajanjem tehnologije, pri čemer so kvantne tehnologije eno od štirih doslej izpostavljenih prednostnih področij.

<sup>70</sup> [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/eu-observatory-critical-technologies\\_en?prefLang=sl](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/eu-observatory-critical-technologies_en?prefLang=sl).

Na podlagi zgoraj navedenih ugotovitev bo napovedani **akt o kvantni tehnologiji** dodatno podprl krepitev kvantnega ekosistema, širše pa tudi zgoraj omenjena prizadevanja za industrializacijo, tako da bo države članice, podjetja, vlagatelje in raziskovalce spodbujal k vlaganju v (pilotne) proizvodne obrate ter podprl te dejavnosti v okviru obsežnih pobud na ravni EU ali nacionalnih oziroma regionalnih prizadevanj.

- Vzpostaviti šest novih pilotnih proizvodnih linij za kvantne tehnologije v okviru Skupnega podjetja za čipe za razširitev tehnologij iz laboratorija na trg [2025].
- Objaviti časovni načrt za industrializacijo kvantnih čipov [2026].
- Vzpostaviti infrastrukturo za kvantno načrtovanje [2026].
- Objaviti evropski časovni načrt za kvantne standarde [2026].
- Razširiti mrežo kompetenčnih grozdov na področju kvantnih tehnologij [2026].
- Izvesti in dokončati ocene ranljivosti dobavnih verig na ravni EU [2025–2026].

## 2.4 Področje 4: vesolje in kvantne tehnologije z dvojno rabo (varnost in obramba)

Kvantne tehnologije imajo potencial za dvojno rabo. Zato so bistvenega pomena za krepitev konkurenčnosti Evrope in njene strateške avtonomije na področju vesolja, varnosti in obrambe. Nedavni napredek na področju kvantnih tehnologij obeta velike koristi za obrambo in varnost, vključno z izjemno varnimi komunikacijami, izboljšanim zaznavanjem na bojišču in optimizirano logistiko. Vendar pa lahko predstavljajo tudi tveganja, če nasprotniki pridobijo tehnološko prednost. Da bi se v celoti izkoristil njihov potencial in hkrati zmanjšala ta tveganja, bodo bistvenega pomena proaktivni ukrepi politike in nadzora ter tesno usklajevanje s ključnimi partnerji, kot je Evropska obrambna agencija.

### *Kvantne tehnologije v vesolju*

Kvantne tehnologije ponujajo strateško pomembne priložnosti za evropske vesoljske misije. Varne kvantne komunikacijske tehnologije so že vključene v ključne pobude EU na področju vesolja, vključno z EuroQCI/IRIS<sup>2</sup> in misijo vesoljskega kvantnega gravimetra Pathfinder. Vesoljske dejavnosti EU zajemajo tudi razvoj kvantnih inercialnih navigacijskih sistemov, vključno s prototipi na osnovi kvantnih optičnih senzorjev v okviru programa Galileo, za avtonomno določanje položaja v okoljih, kjer so globalni satelitski navigacijski sistemi (GNSS) namerno onemogočeni ali pretentani. Pričakuje se, da bodo ti prototipi v prihodnjih letih preskušeni na satelitih Galileo, da se oceni njihov potencial za operativno uporabo. Hkrati se ocenjujejo tudi kvantne ure za prihodnje nadgradnje sistema Galileo. Pričakuje se tudi, da bo kvantno računalništvo izboljšalo vesoljsko inženirstvo z naprednimi računalniškimi zmogljivostmi, tudi za poglobitev človeškega razumevanja vesolja. Veliko število kvantnih vesoljskih aplikacij ima velik potencial tudi za vojaške in obveščevalne namene.

Te kvantne tehnologije skupaj obetajo znaten napredek na področju časovne stabilnosti, natančnosti in odpornosti, s čimer krepijo strateško avtonomijo Evrope na področju satelitske navigacije. Da bi dodatno raziskala potencial kvantnih tehnologij v vesolju, bo Komisija razširila sedanji okvir sodelovanja z Evropsko vesoljsko agencijo (ESA) za skupni razvoj **časovnega načrta za kvantne tehnologije v vesolju** in zagotovila dopolnjevanje ter usklajevanje z vesoljem povezanimi kvantnimi dejavnostmi.

### *Kvantne tehnologije za varnost in obrambo*

Potencial kvantnih tehnologij za dvojno rabo pomeni, da lahko njihovi preboji prinesejo tudi pomembne koristi za strateške varnostne in obrambne namene. Na primer, kvantno računalništvo bi lahko korenito preoblikovalo obrambne strategije z omogočanjem hitrejšega odločanja in reševanjem zapletenih operativnih ter logističnih izzivov. Pomaga lahko tudi pri zasnovi novih bojnih materialov ali zaščiti občutljivih informacij pred kibernetiskimi grožnjami.

Kaže, da bo kvantno računalništvo preoblikovalo ključne varnostne in obrambne aplikacije, kot so simulacije tokov tekočin pri ekstremnih temperaturah, dinamike zgorevanja ali odkrivanje toplotno odpornih materialov. Tehnologije kvantnega zaznavanja zagotavljajo ključne zmogljivosti za obrambo, vključno z zelo natančno gravimetrijo, magnetometrijo in inercialno navigacijo. Ti senzorji omogočajo zaznavanje podzemnih struktur, sledenje podmornicam in napredno odkrivanje groženj. Hkrati kvantne komunikacije, zlasti kvantno razdeljevanje ključa, zagotavljajo izjemno varno izmenjavo informacij prek prizemnih in satelitskih omrežij ter ščitijo vojaške in obveščevalne podatke pred vohunjenjem ali prihodnjimi kvantno podprtimi kibernetскими grožnjami. Tehnologije zaznavanja in tudi komunikacijske tehnologije so zato ključni dejavniki za strateško avtonomijo in operativno premoč Evrope v obrambnem in varnostnem okviru.

Svetovni akterji, kot sta ZDA<sup>71</sup> in Kitajska, intenzivno vlagajo v vesoljske in vojaške aplikacije kvantnih tehnologij, vključno z navigacijo, neodvisno od globalnega satelitskega navigacijskega sistema (GNSS), varnimi satelitskimi in prizemnimi komunikacijami, kvantnim zaznavanjem in določevanjem svetlobe<sup>72</sup> in kvantno izboljšanimi radarji. Kvantne tehnologije so začele vplivati tudi na širša zavezništva in okvire sodelovanja<sup>73</sup>

V EU več držav članic<sup>74</sup> že vlaga v svoje obrambne programe za razvoj kvantnih tehnologij za obrambno pripravljenost, kot so senzorji s hladnimi atomi, diamantni senzorji ali kvantni računalniki, ter proučuje primere uporabe, kot so napredno merjenje časa, določanje položaja brez GNSS in kartiranje morskega dna.

Za povečanje naložbenih priložnosti v tehnologije z dvojno rabo in kritične obrambne tehnologije v okviru programov EU je Komisija nedavno predstavila predlog<sup>75</sup> o spremembi področja uporabe ustreznih obstoječih instrumentov. Komisija je uvedla tudi ukrepe za izkoriščanje tehnologij s potencialom za dvojno rabo, vključno s kvantnimi, za obrambo, na primer z ukrepi v okviru Evropskega obrambnega sklada in njegove obrambnoinovacijske sheme EU (EUDIS).

Osnovna predpostavka vseh teh dejavnosti je, da Evropa zagotovi, da kvantni razvoj ostane dostopen, varen in brez izvoznih predpisov tretjih držav, hkrati pa usklajen z evropskimi obrambnimi in varnostnimi cilji.

EU in Nato priznavata kvantne tehnologije kot ključne dejavnike za obveščevalne dejavnosti, nadzor, navigacijo in varno infrastrukturo. Nato je leta 2024 ustanovil čezatlantsko kvantno skupnost z ambicijo postati „kvantno pripravljeno zavezništvo“. Komisija in Nato sodelujeta na področju kvantnih tehnologij v okviru strukturiranega dialoga med EU in Natom o nastajajočih in prelomnih tehnologijah.

**Evropska strategija notranje varnosti ProtectEU** ter Evropski obrambni sklad opredeljujeta kvantne tehnologije kot ključno področje za zagotavljanje dolgoročne varnosti in tehnološke prednosti EU. Kvantne tehnologije so omenjene tudi v **beli knjigi o prihodnosti evropske obrambe – Pripravljenost do leta 2030** kot tehnologije, ki imajo sposobnost preoblikovati in

---

<sup>71</sup> Pobuda za kvantno primerjalno analizo: <https://www.darpa.mil/research/programs/quantum-benchmarking-initiative>.

<sup>72</sup> Kvantni LiDAR je sistem za lasersko odkrivanje in telemetrijo, ki uporablja kvantne lastnosti, kot je kvantna prepletenost, za povečanje občutljivosti in natančnosti pri zaznavanju ciljev in ocenjevanju razdalje onkraj klasičnih omejitev.

<sup>73</sup> Npr. [BRICS in kvantno računalništvo](#).

<sup>74</sup> Npr. Francija (program PROQCIMA o kvantnih senzorjih za obrambo – <https://quantique.france2030.gouv.fr/acces-aux-marches/programme-proqcima>), Nemčija (kvantna komunikacija in zaznavanje v okviru BMBF), Italija (senzorji hladnih atomov za navigacijo brez GNSS), Avstrija (kvantne ure in inercialni senzorji), Finska (prenosni sistemi kvantnega zaznavanja za uporabo v obrambi).

<sup>75</sup> [COM\(2025\) 188 final z dne 22. aprila 2025](#). Predlog o spremembi uredb (EU) 2021/694, (EU) 2021/695, (EU) 2021/697, (EU) 2021/1153, (EU) 2023/1525 in 2024/795 glede spodbujanja naložb, povezanih z obrambo, v proračunu EU za izvedbo načrta za ponovno oborožitev Evrope ReArm Europe.

spremeniti tradicionalne pristope k bojevanju. V beli knjigi je napovedano, da bo Komisija prispevala ustrezen napredek, pobude in programe na področju kvantnih tehnologij k **evropskemu tehnološkemu načrtu za oborožitev**. To bo pospešilo preoblikovanje obrambe s spodbujanjem naložb v napredne tehnološke zmogljivosti z dvojno uporabnostjo na ravni EU, nacionalni in zasebni ravni.

Za usmerjanje teh prizadevanj **bo Komisija do leta 2026 pripravila namenski časovni načrt za kvantno zaznavanje v vesolju in obrambni tehnologiji** ter uskladila prednostne naloge med civilnimi, varnostnimi in obrambnimi skupnostmi. To bo pomagalo usklajevati naložbe v kvantne senzorje naslednje generacije, vključno z gravimetrijo, navigacijo in naprednim zaznavanjem groženj.

Hkrati bo EU začela od leta 2026 izvajati pobude za uporabo v druge namene, da bi pospešila uvedbo civilnih kvantnih inovacij v varnostne in obrambne aplikacije. Te pobude bodo povezale najsodobnejša podjetja in raziskovalne skupine z obrambnimi akterji, kar bo pripomoglo k skrajšanju razvojnih ciklov in krepitvi tehnološke prednosti Evrope na področju **zmogljivosti s potencialom za dvojno rabo**.

- Podpisati sporazum o sodelovanju z ESA za razvoj časovnega načrta za kvantne tehnologije v vesolju [drugo četrletje 2025].
- Razviti časovni načrt za kvantno zaznavanje v vesolju in obrambni tehnologiji [2026].
- Prispevati k evropskemu tehnološkemu časovnemu načrtu za oborožitev [četrto četrletje 2025].
- Sprožiti pobude za uporabo v druge namene za vključevanje civilne družbe in akademske skupnosti v obrambne aplikacije [od leta 2026 naprej].

## 2.5 Področje 5: kvantne veščine

Evropa je razvila močno bazo akademskih strokovnjakov na področju kvantnih znanosti. Evropska unija ima glede na število prebivalcev največ diplomantov na svetu na področjih, pomembnih za kvantno tehnologijo, saj vsako leto diplomira več kot 110 000 študentov<sup>76</sup> fizike, IKT, inženirstva in sorodnih disciplin. V skladu s strateško raziskovalno in industrijsko agendo, vodilno na področju kvantnih tehnologij, do leta 2030<sup>77</sup> ima Evropa več kot 40 specialističnih magistrskih programov na področju kvantnih tehnologij in kvantnega inženirstva. Vendar to še vedno ne zadostuje za izpolnitev predvidenega povpraševanja zagonskih podjetij in industrije EU, ki se spoprijemata z velikim pomanjkanjem strokovnjakov z ustreznimi uporabnimi spretnostmi. Pomanjkanje je najbolj kritično na uporabnih področjih<sup>78</sup>, vključno s kvantnim inženirstvom programske opreme, integracijo sistemov in kvantno kibernetsko varnostjo, kar upočasnjuje pot komercializacije za zagonska podjetja in podjetja v razširitveni fazi s sedežem v EU.

V okviru unije spretnosti<sup>79</sup> Komisija sprejema več pobud za odpravo pomanjkanja spretnosti, vključno s tistimi, ki so povezane s kvantnim področjem. Komisija bo leta 2026 vzpostavila virtualno **evropsko akademijo za kvantne veščine**, ki bo delovala kot enotna osrednja kontaktna točka ter zagotavljala prepoznavnost usposabljanja, ki je na voljo na področju kvantne tehnologije, in priložnosti za praktično uporabo na vseh ravneh izobraževanja. V okviru te pobude bo Komisija z interdisciplinarnim pristopom spodbujala sodelovanje z akademsko skupnostjo, izobraževalnimi ustanovami, raziskovalno skupnostjo in industrijskimi

<sup>76</sup> [Globalna primerjava izobraževanja na področju naravoslovja, tehnologije, inženirstva in matematike | SpringerLink.](#)

<sup>77</sup> Strateška agenda za raziskave in industrijo do leta 2030 (vodilna pobuda na področju kvantnih tehnologij): <https://qt.eu/media/pdf/Strategic-Research-and-Industry-Agenda-2030.pdf>.

<sup>78</sup> [IOM-State-of-Quantum-2025.pdf](#), [RAND Europe: Quantum's Future Workforce Needs More Than Physicists](#) (Prihodnje potrebe po delovni sili na področju kvantnih tehnologij zahtevajo več kot le fizike).

<sup>79</sup> [COM\(2025\) 90 final](#).

partnerji pri oblikovanju in izvajanju izobraževalnih programov ter samostojnih modulov usposabljanja. Programi bodo vključevali skupne učne načrte na ravneh ISCED 7 (magistrska ali enakovredna raven) ali ISCED 8 (doktorska ali enakovredna raven), ki vodijo do diplome in uporabljajo evropski sistem prenašanja in zbiranja kreditnih točk (ECTS). Take programe bodo spodbujali virtualni študijski sejmi in programi štipendiranja.

Poleg tega bo Komisija za spodbujanje v prihodnost usmerjenih spretnosti omogočila razvoj inovativnih skupnih evropskih študijskih programov, in sicer tudi v strateških sektorjih in na ključnih tehnoloških področjih, kot je kvantno področje, po možnosti z znakom skupne evropske diplome na podlagi skupno dogovorjenih meril.

Akademija bo v skladu s ciljem privabljanja in zadrževanja svetovnih talentov unije spretnosti podpirala tudi programe štipendij na področju kvantnih tehnologij, ki bodo visoko usposobljenim doktorskim kandidatom iz EU in tretjih držav ter mladim strokovnjakom, ki živijo zunaj EU, omogočile delo v EU.

Za povečanje obsega in širjenje svojih dejavnosti bo akademija razvila komunikacijske prakse in prakse ozaveščanja. Te bodo med drugim vključevale namensko ciljno spletno stran, ki bo delovala kot **portal za kvantne talente** in bo vključena v platformo za digitalne spretnosti in delovna mesta, module „poučuj učitelja“ za univerzitetne in srednješolske učitelje za doseganje kvantne pismenosti v zgodnjem izobraževanju ter izmenjavo dobrih praks z državami članicami in upravičenimi tretjimi državami.

Komunikacijsko ozaveščanje virtualne akademije bo usmerjeno v povečanje ozaveščenosti javnosti ter izboljšanje družbenega razumevanja, zaupanja in informiranega vključevanja v oblikovanje politik na področju kvantnih tehnologij. Pomembno je, da bodo njene dejavnosti komuniciranja z javnostjo in njenim ozaveščanjem prispevale tudi k povečanju raznolikosti in zmanjšanju pomembne vrzeli med spoloma, ki je še vedno prisotna v evropski delovni sili na področju kvantnih tehnologij<sup>80</sup>.

Čeprav virtualna akademija pomeni prvi pomemben korak, je dolgoročna vizija vzpostaviti več mrežnih akademij z geografsko razpršenostjo po vsej EU, povezanih s kompetenčnimi grozdi na področju kvantnih tehnologij in kompetenčnimi centri za polprevodnike za povečanje njihove učinkovitosti.

Poleg tega bo Komisija v okviru programa Digitalna Evropa<sup>81</sup> podprla pilotni projekt za **program vajeništva na področju kvantnih tehnologij**, da bi pripravila nabor strokovnjakov na področju kvantnih tehnologij, usposobljenih za projekte v resničnem svetu in pripravljenih za (ponovni) vstop na trg dela EU, pa tudi uvedla programe za vrnitev strokovnjakov. Poleg tega bo Komisija za ustvarjanje nadaljnjih pozitivnih razvojnih spiral med akademskimi krogi in industrijo od leta 2026 razvila **evropska tekmovanja v naprednih digitalnih spretnostih**, ki bodo vključevala mlade v soustvarjanje rešitev, ki temeljijo na kvantnih tehnologijah, za ključne družbene in industrijske izzive ter spodbujala ustvarjalno in inovativno razmišljanje.

Ker se tehnologija hitro razvija, se spreminjajo tudi zahteve po naboru spretnosti poklicnih profilov, povezanih s kvantnimi tehnologijami, zato je bistvenega pomena stalno spremljanje izvajalcev izobraževanja in usposabljanja ter potreb industrije in povpraševanja po delovni sili. V okviru unije spretnosti bo evropska opazovalnica za zbiranje podatkov o spretnosti spremljala pravočasen razvoj potreb po spretnostih v strateških sektorjih v Evropi.

Evropski svet za inovacije bo začel leta 2025 izvajati tudi pilotni program za **raziskovalce v zagonskih podjetjih s kvantnimi tehnologijami**. Ta ukrep bo olajšal ciljno usmerjene

---

<sup>80</sup> Na področju visokošolskega izobraževanja in poklicnih poti v STEM (naravoslovje, tehnologija, inženirstvo in matematika) obstajajo pomembna neravnovesja med spoloma. Glej [2024 She Figures report](#) (Podatki o ženskah za leto 2024).

<sup>81</sup><https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/opportunities/funding/digital-2025-skills-08-quantum-academy-step-sectoral-digital-skills-academies>.

napotitve raziskovalcev v skladu s posebnimi potrebami hitro rastočih podjetij, pri čemer bo to omogočala posebna platforma za povezovanje raziskovalcev ter inovativnih zagonskih podjetij in podjetij v razširitveni fazi.

Komisija bo na koncu začela **evropski program za mobilnost talentov na področju kvantnih tehnologij** za spodbujanje mednarodne mobilnosti delovne sile ter razvoja spretnosti med EU, državami članicami in partnerskimi državami, vključno s štipendijami za doktorande iz tretjih držav in strokovnjake na začetku poklicne poti na področju kvantnih tehnologij, ob hkratnem ohranjanju in podpori obstoječe delovne sile, da se prepreči beg možganov. Da bi privabila, razvijala in zadržala odlične mednarodne raziskovalce na področju kvantnih tehnologij, bo Komisija pilotno izvajala tudi ukrep Marie Skłodowske-Curie „**MSCA Choose Europe**“, ki bo med drugim zajemal tudi raziskovalce na področju kvantnih tehnologij.

- Vzpostaviti evropsko akademijo za kvantne veščine [2026].
- Začeti evropska tekmovanja v naprednih digitalnih spretnostih na področju kvantnih tehnologij [od leta 2026 naprej].
- Začeti pilotni program za raziskovalce v zagonskih podjetjih na področju kvantnih tehnologij [2025].
- Začeti evropski program za mobilnost talentov na področju kvantnih tehnologij [od leta 2026 naprej].

### 3 Strateški okvir za izvajanje za kvantno Evropo

#### 3.1 Glavne komponente izvajanja strategije za kvantno Evropo

Evropsko področje kvantnih tehnologij ima edinstvene značilnosti: kvantne tehnologije so še vedno v veliki meri v nastajanju, pri čemer so številne njihove ključne komponente – strojna in tudi programska oprema – še vedno v zgodnji fazi zrelosti. Za njihov nadaljnji razvoj po tradicionalni, linearni poti od temeljne znanosti do trga bi bilo potrebnih 10 do 15 let. Za pospešitev postopka bo vzpostavljena naslednja **prilagojena logika izvajanja življenjskega cikla tehnologije**, ki bo neprekinjeno tesno povezovala raziskave, inovacije, infrastrukturo in zgodnje oblikovanje trga.

**Pristop na podlagi življenjskega cikla je zlasti pomemben v evropskem ekosistemu, saj na vseh področjih kvantnih tehnologij še vedno obstajajo velike znanstvene in inženirske ovire**, ki jih je treba obravnavati in preoblikovati v oprijemljive tehnologije<sup>82</sup>. Ne le, da mora Evropa te težave rešiti, temveč mora tudi hitro preoblikovati nastale rešitve v aplikacije, pripravljene za trg, preden si svetovni konkurenti zagotovijo strateško prevlado.

Za odpravo znanstvenih in inženirskih ovir bo raziskovalna in inovacijska pobuda za kvantno Evropo (opisana v oddelku 2.1 zgoraj) podpirala:

- **ciljno usmerjena prizadevanja na področju znanosti in tehnologije**, osredotočena na reševanje trenutnih ključnih izzivov na področju znanosti in tehnologije, ki omejujejo napredek na vseh področjih kvantnih tehnologij. Ti bodo obravnavani predvsem z razpisi na področju znanosti in tehnologije po pristopu od zgoraj navzdol, ki bodo dopolnjevali običajne razpise na področju znanosti in tehnologije po pristopu od spodaj navzgor;

---

<sup>82</sup> Primeri takih ovir vključujejo kvantno računalništvo, nadgradljive sheme za popravljanje napak na področju kvantnih tehnologij, kvantne medpovezave za modularne arhitekture in kriogeno krmilno elektroniko; na področju kvantne komunikacije, kvantnih ponavljalnikov na dolge razdalje, porazdelitve kvantne prepletenosti, neodvisne od naprav, ter varnih omrežij brez zaupanja vrednih vozlišč. Ter na področju kvantnega zaznavanja, miniaturiziranih, premestljivih gravimetrov, sistemov Q-MRI visoke ločljivosti in inercialnih senzorjev za navigacijo, neodvisno od GNSS.

- **tržno prelomne raziskovalne in inovacijske dejavnosti ter ciljno usmerjene ukrepe za razvoj posebnih kvantnih in omogočitvenih tehnologij.** Cilj je zmanjšati tveganje kvantnih inovacijah in pospešiti prenos ključnih raziskovalnih odkritij v industrijsko uporabo.

Poleg tega in za dodatno okrepitev zgoraj navedenega bo uporabljen naslednji pristop:

### *Mehanizem velikega izziva*

Veliki kvantni izzivi bodo namenjeni kot strateški instrumenti za reševanje jasno opredeljenih problemov kvantne tehnologije z velikim vplivom. Ti veliki izzivi so zasnovani tako, da združujejo znanstvenike, industrijske uporabnike, proizvajalce, integratorje in akterje iz kvantnih ter omogočitvenih tehnologij v usklajenem prizadevanju, ki je po ambicijah in strukturi podobno preteklim pobudam, usmerjenim v misije.

Osredotočeni bodo na posamezna zagonska podjetja oziroma podjetja v razširitveni fazi, da bi jih podprli pri izvajanju njihovega prebojnega tehnološkega načrta skozi konkurenčen in sodelovalen razvojni proces. Velik izziv jih bo združil z vodilnimi industrijskimi uporabniki in raziskovalci, da bodo skupaj razvijali ključne, nadgradljive rešitve na področju kvantnih tehnologij. Sodelovanje vodilnih industrijskih uporabnikov je ključno, da zagonska podjetja izpolnijo industrijske zahteve in potrdijo svoje tehnologije v industrijskih okoljih. Kjer je to ustrezno, lahko obrambni akterji, vključno z ministrstvi za obrambo in obrambnimi podjetji, sodelujejo kot končni uporabniki na področju nekaterih velikih izzivov.

Zagonska podjetja/podjetja v razširitveni fazi, izbrana za veliki izziv, bodo imela koristi od združenega nabora instrumentov (nepovratna sredstva, lastniški kapital, posojila ali drugi kombinirani finančni instrumenti). Od samega začetka bodo vključeni javni in tudi zasebni finančni akterji, da se zagotovi usklajenost s strateškimi naložbenimi cilji in čim bolj poveča učinek.

**Komisija bo med letoma 2025 in 2027 skupaj z Evropsko investicijsko banko in državami članicami izvedla pilotne projekte vsaj dveh takšnih velikih izzivov.** Prvi bo osredotočen na kvantne računalniške sisteme, ki preskakujejo napake in so sposobni reševati zapletene industrijske probleme; drugi pa bo usmerjen v kvantne sisteme za določanje položaja, navigacijo in določanje časa za okolja, v katerih globalni satelitski navigacijski sistemi ne delujejo. Ob razpoložljivem financiranju lahko sledijo dodatni veliki izzivi, na primer na področju s kvantno tehnologijo izboljšanega medicinskega slikanja (Q-MRI) za podporo zgodnji diagnostiki bolezni in personalizirani medicini.

### *Pristop, prilagojen življenjskemu ciklu tehnologije*

Vsa zgoraj navedena prizadevanja bodo podprta s pristopom življenjskega cikla tehnologije, **ki vključuje pet strateških področij strategije za kvantno Evropo** v usklajen in ponavljajoč se razvojni proces, ki omogoča stalno ponavljanje med odkrivanjem, razvojem, preskušanjem in uvajanjem.

Evropska javna kvantna infrastruktura in pilotne linije, predstavljene v zgornjem oddelku 2.2, so v središču tega modela. Te zmogljivosti delujejo kot most med raziskavami in industrializacijo. Vzpostavitev, vzdrževanje in širitev teh zmogljivosti zagotavljajo bistvene fizične in organizacijske temelje za nadaljnjo krepitev in razvoj celotnega kvantnega ekosistema. Pomagajo lahko pri prenosu raziskav v praktične aplikacije z zagotavljanjem preskusnih okolij, zmogljivosti in omrežij, potrebnih za preskušanje, potrjevanje in širitev raziskovalnih prebojev. Namenjeni so tudi kot odlična okolja za privabljanje talentov ter razvoj praktičnih aplikacij in primerov uporabe. Nazadnje, zagonskim podjetjem in MSP na področju kvantnih tehnologij pomagajo pri dostopu do najnovejših tehnoloških platform in laboratorijskih zmogljivosti, kjer lahko naprej razvijajo svoje prototipe in jih pripravijo na industrijsko uporabo. Združena mreža kompetenčnih grozdov na področju kvantnih tehnologij

bo še naprej delovala kot katalizator tega uspešnega pristopa življenjskega cikla, saj bo povezovala raziskovalne organizacije, zagonska podjetja, podjetja v razširitveni fazi, veliko industrijo in ponudnike infrastrukture ter tako ustvarjala mostove med znanstvenimi in industrijskimi akterji.

Za zagotovitev, da je življenjski cikel zanesljiv in primeren za svoj namen, bodo vzpostavljeni ključni kazalniki uspešnosti, sledenje mejnikom in primerjalna analiza z obstoječimi tehnologijami.

Nazadnje, ta integrirani model usklajuje strategije EU in držav članic, saj usmerja naložbe v skupne cilje in ustvarja usklajene povratne zanke. Preprečuje podvajanje, ustvarja kritično maso in krepi globalni vpliv Evrope pri oblikovanju razvoja in uvajanju kvantnih tehnologij.

#### 4 Mednarodno sodelovanje

V razmerah čedalje večje geopolitične negotovosti in njenih neposrednih vplivov na svetovne naložbe in trgovinsko okolje mora Evropa zaščititi svoje interese, hkrati pa ohraniti odprtost in proaktivno sodelovati z zaupanja vrednimi partnerji. Ta pojem izraža niz nedavnih politik EU, vključno z njeno mednarodno digitalno strategijo in strategijo za gospodarsko varnost.

Prednostni partnerji vključujejo podobno misleče države, zlasti tiste, s katerimi EU že usklajuje vprašanja tehnologije in trgovinske politike v okviru na primer sporazumov o prosti trgovini, svetov za trgovino in tehnologijo<sup>83</sup> ali digitalnih partnerstev<sup>84</sup>. Komisija namerava to sodelovanje razširiti s pobudami, ki zajemajo skupne raziskovalne programe, usklajene razpise, izmenjavo strokovnega znanja, vzajemni dostop do infrastruktur, usklajene okvire za intelektualno lastnino ter pripravo globalnih kvantnih standardov. Prav tako bo združila moči pri konkretni uporabi kvantnih tehnologij v sektorskih politikah, na primer za razvoj novih materialov. V tem okviru je EU že začela izvajati skupne raziskovalne in inovacijske projekte na področju kvantnih tehnologij z Japonsko, Republiko Korejo in Kanado.

EU bo sodelovala tudi s hitro rastočimi nastajajočimi kvantnimi ekosistemi, ki predstavljajo gospodarske priložnosti za podjetja EU, zagotavljajo konkurenčno prednost kvantni industriji EU na svetovni ravni, evropskim kvantnim podjetjem pa omogočajo diverzifikacijo partnerstev in zmanjšanje odvisnosti. Ta pristop bo usmerjal dvostranska in večstranska partnerstva, ki temeljijo na skupnih vrednotah, medsebojnem zaupanju ter dopolnjevanju zmogljivosti in trgov, hkrati pa zagotavljal ustrezno raven zaščite interesov EU na strateških področjih.

Poleg tega bo EU okrepila svojo prisotnost na področju kvantne tehnologije v mednarodnih standardizacijskih *forumih*, trgovinskih dialogih in večstranskih kvantnih zavezništvih<sup>85</sup>.

V vseh zgoraj navedenih primerih bo Komisija tesno sodelovala z državami članicami pri vzpostavitvi usklajenega evropskega okvira za mednarodno sodelovanje na področju kvantnih tehnologij, ki opredeljuje prednostne države in področja za strukturirano sodelovanje. Podpirala bo tudi skupne diplomatske pobude in oblikovanje skupnih evropskih stališč o kvantnih tehnologijah ter tako zagotovila, da bo imela Evropa več besede pri oblikovanju globalnega upravljanja in etike na področju kvantnih inovacij.

- Razširiti in začeti nove dvostranske in večstranske pobude za sodelovanje s podobno mislečimi državami [od leta 2025 naprej].

<sup>83</sup> Z ZDA in Indijo.

<sup>84</sup> S Kanado, Japonsko, Singapurjem in Južno Korejo.

<sup>85</sup> Voditelji so na vrhu skupine G7 junija 2025 priznali preobrazbeni potencial kvantnih tehnologij in se zavezali k povečanju naložb, spodbujanju zanesljivega svetovnega sodelovanja ter krepitvi vezi med nacionalnimi inštituti za meroslovje prek skupne delovne skupine G7. Glej: [Kananaskis Common Vision for the Future of Quantum Technologies](#) (Skupna vizija Kananaskisa za prihodnost kvantnih tehnologij).

- Sodelovati z državami članicami pri oblikovanju evropskega okvira za mednarodno sodelovanje na področju kvantnih tehnologij [od leta 2025].

## 5 Upravljanje

Močno in vključujoče upravljanje na ravni EU je ključno za usmerjanje, usklajevanje in spremljanje izvajanja strategije za kvantno Evropo, saj spodbuja sodelovanje celotne Unije, in sicer z vključevanjem vseh držav članic in predstavnikov vseh vrst deležnikov na področju kvantnih tehnologij ter tudi z zagotavljanjem uravnotežene zastopanosti spolov.

Prvič, **svetovalni odbor na visoki ravni**, ki združuje vodilne evropske kvantne znanstvenike in tehnološke strokovnjake, bo zagotovil neodvisne strateške smernice za izvajanje strategije za kvantno Evropo.

Drugič, **strukturiran okvir sodelovanja z državami članicami** bo pomagal zagotoviti usklajeno izvajanje programov na ravni EU in nacionalnih programov, usklajevati letni napredek v življenjskem ciklu na petih strateških področjih ter spremljati razvoj varnosti in odpornosti kvantnih dobavnih verig in njihovih ključnih sestavnih delov. **Posebna strokovna skupina**, ki združuje vse države članice<sup>86</sup>, že dejavno deluje in bo tesno vključena v prihodnje delo upravnega odbora Skupnega podjetja EuroHPC, ko bo uredba o Skupnem podjetju spremenjena.

Komisija bo še naprej tesno sodelovala s celotno evropsko kvantno skupnostjo, vključno z akademsko skupnostjo, zagonskimi podjetji, industrijskimi akterji ter deležniki na področju inovacij in njihovimi predstavniki.

## 6 Sklepne ugotovitve

Kvantne tehnologije so na prelomni točki. EU se je uveljavila kot vodilna v svetu na področju kvantnih raziskav in položila temelje za konkurenčno industrijsko bazo. Vendar se svetovna tekma za izkoriščanje kvantnih tehnologij pospešuje. Vodilne države povečujejo javne naložbe, usklajujejo nacionalne strategije in utrjujejo povezave med raziskavami in industrijo, da bi dosegle tehnološko suverenost in gospodarsko prednost. Potencial kvantnih tehnologij za dvojno rabo lahko okrepi tudi njihove varnostne in obrambne zmogljivosti. Hkrati zasebne naložbe postajajo ključni razlikovalni dejavnik med uspehom in neuspehom. Če želi Evropa ostati konkurenčna, oblikovati vrednote, na katerih temeljijo kvantne inovacije, ter v celoti izkoristiti gospodarske, varnostne in druge koristi svoje intelektualne premoči, mora ukrepati hitro, jasno in enotno.

Zdaj je trenutek, da Evropa prevzame vodilno vlogo. Ta strategija ni cilj, temveč razvijajoč se okvir, načrt v nastajanju, za kvantno prihodnost Evrope. Zahteva skupno zavezanost EU, držav članic, industrije, akademskih krogov in širše civilne družbe. Če bodo kvantne tehnologije uspešne, bodo poganjale naslednjo tehnološko revolucijo in podpirale konkurenčnost EU, Evropa pa bo na čelu ter jo oblikovala po lastnih merilih.

---

<sup>86</sup> [Evropska usklajevalna skupina predstavnikov držav članic za kvantno tehnologijo.](#)

## DODATEK

### Povzetek ukrepov strategije za kvantno Evropo

<b>Področje 1: raziskovalna in inovacijska pobuda na področju kvantnih tehnologij</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Spremeniti uredbo o Skupnem podjetju EuroHPC, da se njegovo področje uporabe razširi na vse kvantne tehnologije, kot prvi ukrep pa prenesti sedanje raziskovalne in inovacijske kvantne dejavnosti programa Obzorje Evropa v Skupno podjetje EuroHPC [tretje četrletje 2025]</li><li>• Predstaviti predlog akta o kvantnih tehnologijah [2026]</li><li>• Izvesti dva pilotna projekta na področju velikih kvantnih izzivov (kvantno računalništvo, ki preskakuje napake, in kvantni sistemi za določanje položaja, navigacijo in določanje časa) [2025–2027]</li></ul>
<b>Področje 2: infrastrukture za kvantno Evropo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Objaviti časovni načrt EU za kvantno računalništvo in simulacije [2026]</li><li>• Povečati število in zmogljivost sistemov kvantnega računalništva na osnovi Skupnega podjetja EuroHPC [od leta 2026 naprej]</li><li>• Vzpostaviti okvir za spremljanje kvantnega računalništva [2026]</li><li>• Vzpostaviti prvo eksperimentalno kvantno prizemno in vesoljsko varno komunikacijsko omrežje, povezano z EU [do leta 2030]</li><li>• Objaviti časovni načrt za kvantne komunikacije [2026]</li><li>• Vzpostavitev pilotne infrastrukture za evropski kvantni internet [2026]</li><li>• Vzpostaviti porazdeljen sistem gravimetrov po vsej Evropi [od leta 2026 naprej]</li><li>• Objaviti časovni načrt za kvantno zaznavanje [2026]</li><li>• Vzpostaviti evropsko pilotno infrastrukturo Q-MRI in jo razširiti po vsej Evropi [od leta 2025 naprej]</li></ul>
<b>Področje 3: ekosistem kvantne Evrope</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vzpostaviti šest novih pilotnih proizvodnih linij v okviru Skupnega podjetja za čipe [2025]</li><li>• Vzpostaviti infrastrukturo za kvantno načrtovanje [2026]</li><li>• Objaviti časovni načrt za industrializacijo kvantnih čipov [2026]</li><li>• Objaviti evropski časovni načrt za kvantne standarde [2026]</li><li>• Razširiti mrežo kompetenčnih grozdov na področju kvantnih tehnologij [2026]</li><li>• Izvesti in dokončati ocene ranljivosti dobavnih verig na ravni EU [2025–2026]</li></ul>
<b>Področje 4: vesolje in kvantne tehnologije z dvojnimi namenoma (varnost in obramba)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Podpisati sporazum o sodelovanju z ESA za razvoj časovnega načrta za kvantne tehnologije v vesolju [drugo četrletje 2025]</li><li>• Razviti časovni načrt za kvantno zaznavanje v vesolju in obrambni tehnologiji [2026]</li><li>• Prispevati k evropskemu tehnološkemu časovnemu načrtu za oborožitev [četrto četrletje 2025]</li><li>• Sprožiti pobude za uporabo v druge namene za vključevanje civilne družbe in akademske skupnosti v obrambne aplikacije [od leta 2026 naprej]</li></ul>
<b>Področje 5: kvantne veščine</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vzpostaviti evropsko akademijo za kvantne veščine [2026]</li><li>• Začeti evropska tekmovanja v naprednih digitalnih spretnostih na področju kvantnih tehnologij [od leta 2026 naprej]</li><li>• Začeti pilotni program za raziskovalce v zagonskih podjetjih na področju kvantnih tehnologij [2025]</li><li>• Začeti evropski program za mobilnost na področju kvantnih tehnologij [od leta 2026 naprej]</li></ul>

## **Mednarodno sodelovanje**

- Začeti dvostranske in večstranske pobude za sodelovanje [od leta 2025 naprej]
- Sodelovati z državami članicami pri vzpostavitvi evropskega okvira za mednarodno sodelovanje na področju kvantnih tehnologij [od leta 2025 naprej]