



# REZULTATELE PROIECTULUI

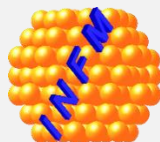
PROIECT:

Elaborarea strategiei pentru dezvoltarea capacităților naționale în domeniul comunicațiilor cuantice

Parteneri:



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI  
BABEȘ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM  
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITÄT  
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITY  
TRADITIO ET EXCELLENTIA




Proiect finanțat de Ministerul  
Cercetării, Inovării și Digitalizării  
prin Planul sectorial




Contract: 2 PS / 11.11.2021

# Obiectivele proiectului



Elaborarea Strategiei pentru dezvoltarea capabilităților naționale în domeniul comunicațiilor cuantice.

Sprijin pentru dezvoltarea capacității MCID de a fundamenta, elabora, actualiza și comunica politici, strategii și programe.



# Activități (A1-A3)

## **A1. Formarea de grupuri de lucru de experți în domeniul tehnologiilor cuantice**

*Obiectiv:* asigurarea implicării actorilor cheie din sistemul sectorial de inovare în elaborarea strategiei

- Sub-activități: A1.1 Elaborarea regulamentului de organizare și funcționare (RoF); A1.2 Constituire grupuri de lucru; A1.3 Întâlniri ale grupurilor de lucru

## **A2. Analiza stării actuale a comunicațiilor cuantice la nivel global și național**

*Obiectiv:* maparea situației la nivel internațional, UE și național / fundamentării strategiei pe baza dovezilor

- Sub-activități: A2.1 Analiza situației existente și a tendințelor de dezvoltare; A2.2 Analiza atributelor sistemului sectorial de inovare; A2.3 Analiză SWOT, PESTLE, arborele problemelor; A2.4 Consultare scrisă în grupuri de lucru

## **A3. Realizarea de workshopuri**

*Obiectiv:* stabilirea direcțiilor strategice cu implicarea actorilor relevanți

- Sub-activități: A3.1 Workshop pentru analiza arborelui problemelor; A3.2 Workshop pentru selecția direcției intervenției strategice.

# Activități (A4-A6)

## **A4. Realizarea unei baze de date și hărți cu specialiști din/și instituții de CD, companiile și organizațiile din România**

*Obiectiv:* reprezentarea spațială a resurselor existente la nivel național

- Sub-activități: A4.1 Elaborarea unei baze de date; A4.2 Crearea hărților

## **A5. Propunerea unui roadmap pentru dezvoltarea domeniului comunicațiilor cuantice în România**

*Obiectiv:* elaborarea strategiei și a planului detaliat de implementare a acestuia (roadmap)

- Sub-activități: A5.1 Elaborare strategie; A5.2 Dezvoltare sistem monitorizare și evaluare; A5.3 Elaborare roadmap; A5.4 Consultare scrisă în grupuri de lucru.

## **A6. Elaborarea unui master-plan național, bazat pe roadmap**

*Obiectiv:* elaborarea unui plan de acțiune detaliat (master-plan) în scopul operaționalizării QTSTRAT.

- Sub-activități: A6.1 Elaborarea master-plan-ului; A6.2 Avizarea master-plan-ului de către beneficiar.

# Activități (A7-A12)

## **A7. și A8. Consultare publică a mediului CD / de afaceri/cu reprezentanții instituțiilor potențiali utilizatori ai infrastructurilor de comunicații cuantice**

*Obiectiv:* încorporarea așteptărilor sub-sistemelor sistemului sectorial de inovare, respectiv a viitorilor utilizatori în master-plan și definirea categoriilor de proiecte

- Sub-activități: A8.1 Consultare privind master-planul; A8.2 Consultare privind categoriile de proiecte.

## **A9. Definirea unor potențiale categorii de proiecte pentru implementarea master-plan-ului**

*Obiectiv:* elaborarea unui cadru general de generare, dezvoltare de idei de proiecte pentru sprijinirea implementării QTSTRAT.

- Sub-activități: A9.1 Definire categorii de proiecte, A9.2 Consultare scrisă în grupuri de lucru

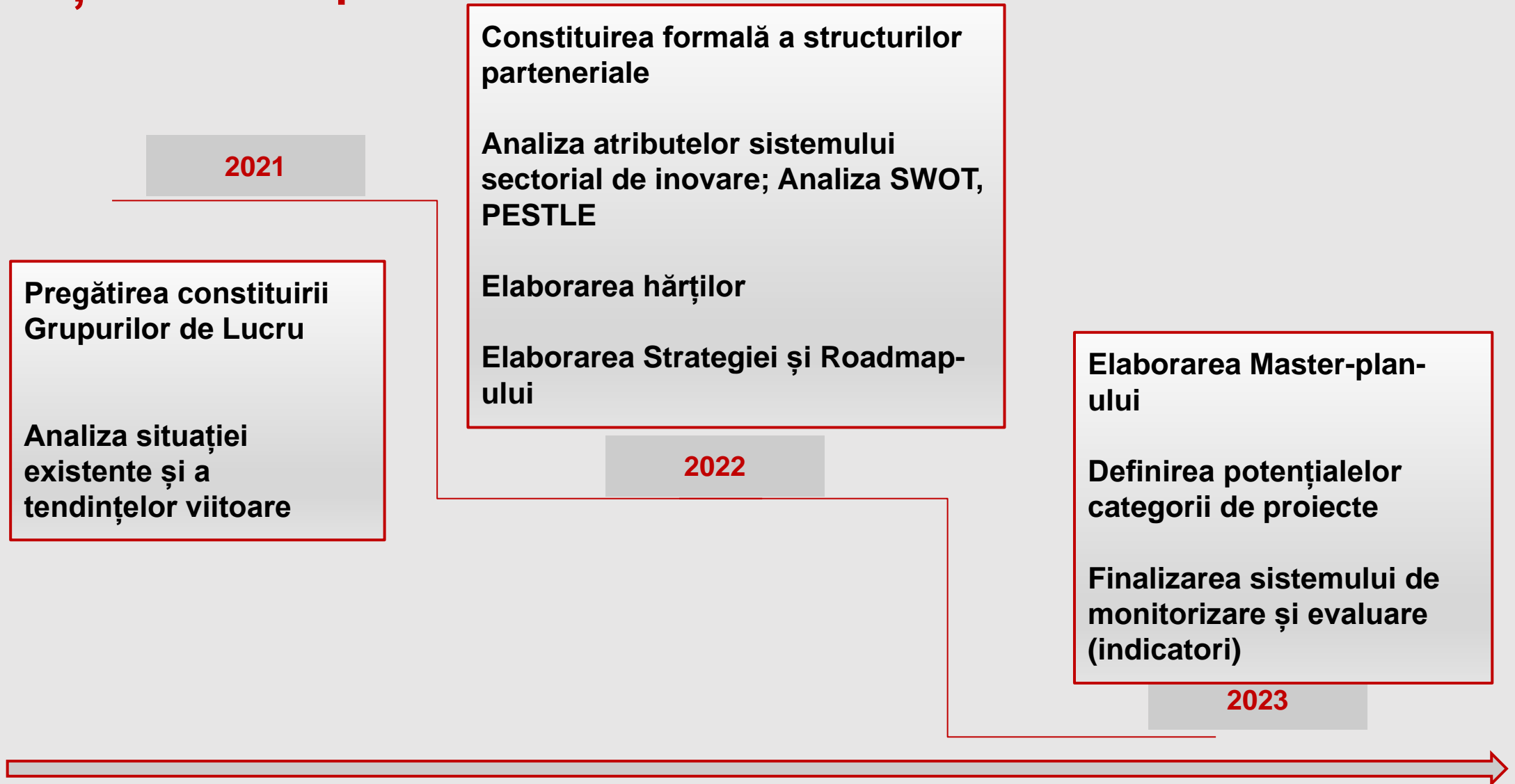
## **A10. Definirea unui set de indicatori de performanță pentru proiectele realizate în cadrul strategiei**

*Obiectiv:* sprijinirea promotorilor de proiecte în a elabora idei și propuneri de proiecte cu care pot contribui la realizarea indicatorilor strategici.

### **Alte activități:**

- A11. Prezentare publică, cu participarea beneficiarului;
- A12. Realizarea paginii web, comunicare și diseminare;

# Desfășurarea proiectului



Consultări în cadrul Grupurilor de Lucru; Comunicare și diseminare; Prezentare publică

# Realizări și rezultate principale

- **Analiză** a domeniului tehnologiilor de comunicații cuantice la nivel internațional și național;
- **Baze de date și hărți** cu specialiști din/și instituțiile de CD, companiile și organizațiile din România, care pot contribui la dezvoltarea capacităților în domeniul telecomunicațiilor cuantice a României;
- **Strategie & Roadmap** național pentru dezvoltarea tehnologiilor de comunicații cuantice în România;
- **Master-plan** național pentru dezvoltarea capacităților naționale în domeniul tehnologiilor de comunicații cuantice;
- **Dezbatere** la nivel național asupra rezultatelor;
- **Comunicare și diseminare:** pagină de web, newsletter.



**Strategia pentru dezvoltarea  
capabilităților naționale în  
domeniul comunicațiilor cuantice**

**QTSTRAT**



## **CONȚINUT**

<b>REZUMAT EXECUTIV</b> .....	<b>3</b>
<b>I. INTRODUCERE</b> .....	<b>8</b>
I.1. METODOLOGIE.....	9
I.2. PRINCIPII.....	10
I.3. IMPLICAREA ACTORILOR CHEIE ȘI CONSULTĂRILE.....	11
<b>II. CONTEXT</b> .....	<b>16</b>
II.1. TEHNOLOGIILE DE COMUNICAȚII CUANTICE.....	15
II.2. CONTEXT STRATEGIC EUROPEAN.....	23
II.3. CONTEXT STRATEGIC NAȚIONAL.....	29
II.4. SITUAȚIA ACTUALĂ ȘI PROBLEMELE DIN ROMÂNIA.....	33
II.5. ANALIZELE SWOT ȘI PESTLE.....	42
<b>III. VIZIUNE, OBIECTIVE ȘI PRIORITĂȚI</b> .....	<b>46</b>
III.1. VIZIUNE, MIȘIUNE ȘI OBIECTIVE GENERALE.....	45
III.2. PRIORITATEA 1: CERCETARE - DEZVOLTARE.....	47
III.3. PRIORITATEA 2: EDUCAȚIE ȘI FORMARE.....	50
III.4. PRIORITATEA 3: INFRASTRUCTURĂ.....	54
III.5. PRIORITATEA 4: ECOSISTEM INDUSTRIAL.....	57
<b>IV. MONITORIZARE ȘI EVALUARE</b> .....	<b>60</b>
<b>V. SISTEMUL DE GUVERNANȚĂ</b> .....	<b>66</b>
<b>VI. ASPECTE BUCETARE</b> .....	<b>68</b>





**ROADMAP**  
pentru dezvoltarea capabilităților  
naționale în domeniul  
comunicațiilor cuantice

**QTSTRAT**



**CONȚINUT**

PREAMBUL .....	3
VIZIUNEA, MIȘIUNEA ȘI OBIECTIVELE GENERALE .....	4
OBIECTIVE, PROGRAME ȘI DIRECȚII DE ACȚIUNE.....	6
PRINCIPII .....	11
PLANUL DE ACȚIUNE ȘI ETAPIZAREA IMPLEMENTĂRII.....	13
INDICATORI MONITORIZARE ȘI EVALUARE .....	18
SISTEMUL DE GUVERNANȚĂ .....	23
SURSE DE FINANȚARE.....	26



## MASTER PLAN

pentru dezvoltarea capabilităților  
naționale în domeniul  
comunicațiilor cuantice

QTSTRAT

## CONTINUT

REZUMAT EXECUTIV .....	6
I. INTRODUCERE .....	8
II. METODOLOGIA DE ELABORARE .....	9
II.1 METODOLOGIE GENERALĂ .....	9
II.2 PRINCIPII .....	10
II.3 IMPLICAREA ACTORILOR CHEIE ȘI CONSULTĂRILE .....	11
II.4 STABILIREA CATEGORIILOR DE PROIECTE ȘI PRIORITIZAREA IDEILOR .....	16
III. SITUAȚIA EXISTENTĂ ȘI TENDINȚE .....	20
III.1. TEHNOLOGIILE DE COMUNICAȚII CUANTICE .....	20
III.2. ORIENTĂRI STRATEGICE INTERNAȚIONALE .....	27
III.2.1 POLITICI LA NIVEL GLOBAL .....	28
III.2.2 POLITICI LA NIVELUL STATELOR MEMBRE UE .....	37
III.3. CONTEXT STRATEGIC EUROPEAN .....	40
III.4. CONTEXT STRATEGIC NAȚIONAL .....	49
III.5. SITUAȚIA ACTUALĂ ȘI PROBLEMELE DIN ROMÂNIA .....	58
III.6. ANALIZELE SWOT ȘI PESTLE .....	69
IV. STRATEGIA ÎN COMUNICAȚII CUANTICE .....	73
IV.1 VIZIUNE, MIȘIUNE ȘI OBIECTIVE GENERALE .....	73
IV.2 PRIORITATEA 1: CERCETARE – DEZVOLTARE .....	75
IV.3 PRIORITATEA 2: EDUCAȚIE ȘI FORMARE .....	79
IV.4 PRIORITATEA 3: INFRASTRUCTURA .....	83
IV.5 PRIORITATEA 4: ECOSISTEM INDUSTRIAL .....	86
V. ANALIZA SURSELOR DE FINANȚARE .....	89
V.1. PROGRAME GESTIONATE DE COMISIA EUROPEANĂ .....	89
V.2 ALTE SURSE DE FINANȚARE INTERNAȚIONALE .....	99
V.3 SURSE DE FINANȚARE LA NIVEL NAȚIONAL .....	101
VI. SCENARIUL DE REFERINȚĂ: PREMIE .....	128
VI.1. REALIZĂRI LA NIVEL UE PRIVIND EUROQCI .....	126
VI.1.1 PROGRAMUL IRIS <sup>2</sup> .....	128
VI.1.2 CONCEPTUL OPERAȚIONAL EUROQCI .....	130
VI.1.3 PROIECTE RELEVANTE LA NIVEL EUROPEAN .....	134
VI.2. REALIZĂRI LA NIVEL NAȚIONAL PRIVIND EUROQCI .....	136
VI.2.1 PROIECTUL QUTECH-RO .....	136

VI.2.2 PROIECTUL QUANTEC .....	138
VI.2.3 PROIECTUL RONAGCI .....	142
VII. PLANUL DE ACȚIUNE .....	148
VII.1 ETAPE DE IMPLEMENTARE ȘI INSTITUȚII REȘPONȘABILE .....	146
VII.2 INSTRUMENTE ȘI GRUPURI ȚINTĂ .....	166
VIII. PORTOFOLIUL DE PROIECTE .....	180
VIII.1 IDEI DE PROIECTE STRATEGICE .....	190
VIII.2 IDEI DE PROIECTE PRIORITARE .....	191
VIII.3 IDEI DE PROIECTE ȚINTITE .....	194
IX. PLAN DE OPERAȚIONALIZARE .....	188
X. NEVOI DE FINANȚARE ȘI BUGET ESTIMAT .....	189
XI. MONITORIZARE, EVALUARE ȘI SISTEMUL DE INDICATORI .....	200
XI.1. MONITORIZAREA .....	202
XI.2. EVALUAREA .....	203
XI.3. SISTEMUL DE INDICATORI .....	205
XII. GUVERNANȚĂ .....	210
XIII.1 SCENARIU ALTERNATIV #1 .....	214
XIII.2 SCENARIU ALTERNATIV #2 .....	220
XIII. ANEXE .....	224
XIII.1 DOCUMENTE APEL: IDEI DE PROIECTE STRATEGICE .....	224
XIII.1.1 SPECIFICAȚII .....	224
XIII.1.2 ANEXA 1: TABEL COLECTARE DATE ȘI EXEMPLE INDICATORI .....	227
XIII.2 DOCUMENTE APEL: IDEI DE PROIECTE PRIORITARE ȘI ȚINTITE .....	230
XIII.2.1 SPECIFICAȚII .....	230
XIII.2.2 ANEXA 1: DEȘCRIEREA DOMENIILOR .....	240
XIII.2.2 ANEXA 2: FIȘĂ PENTRU DEȘCRIEREA IDEILOR .....	259

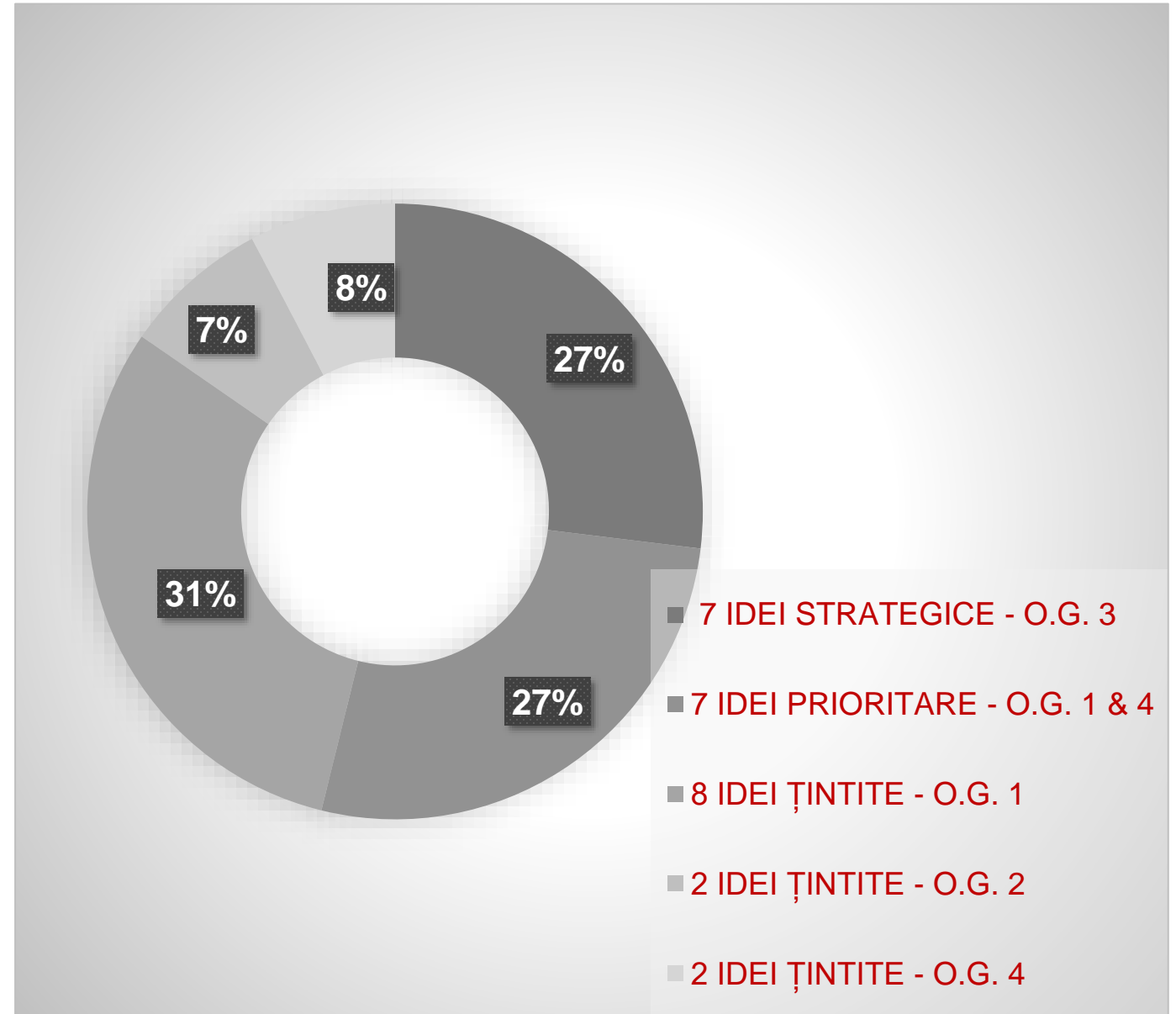
# Idei de proiecte

Din care:

- 2 în curs de implementare,
- 1 generat de echipa de proiect.

**BUGET APROXIMATIV IDEI NOI**

**225,50 m RON**



# Scenarii alternative

## XIII.1 SCENARIU ALTERNATIV #1

### SCENARIU ALTERNATIV 1:

O strategie națională acoperind toate tehnologiile cuantice

### OBIECTUL SCENARIULUI

Asigurarea posibilității de a dezvolta toate domeniile aferente tehnologiilor cuantice

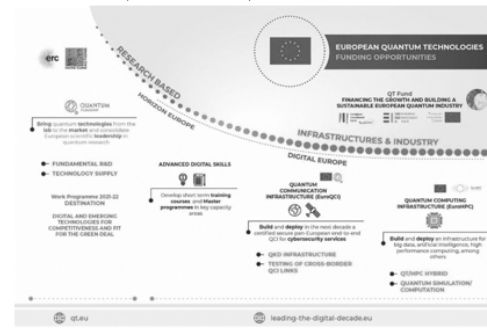
### RAȚIONAMENT

Tehnologiile cuantice – (i) comunicații cuantice, (ii) calcul cuantic, (iii) simulatoare cuantice și (iv) senzorială cuantică – sunt acele tehnologii care utilizează, ca resursă, fenomenele cuantice, oferind posibilități de utilizare dincolo de orice tehnică clasică cunoscută. Prin utilizarea acestor tehnologii se poate contribui la soluționarea unora din cele mai prezente provocări sociale și economice prin noi soluții și metode, ca de ex.: reducerea consumului de energie, instalații industriale mai fiabile, soluții de securitate automată, studii terestre privind schimbările climatice sau studii privind resursele naturale, transmiterea și prelucrarea informațiilor utilizând metode eficiente pentru a atinge un nivel de securitate în domeniul comunicațiilor fără precedent<sup>27</sup>.

Tehnologiile cuantice avansează către o maturitate tehnologică care va permite adoptarea accelerată a acestora și dezvoltarea unor bunuri și servicii inovative, contribuind inclusiv la creșterea competitivității industriei. În consecință, inițiativa emblematică a Uniunii Europene din acest domeniu – Quantum Flagship – lansată în 2018, a fost structurată în așa fel încât să acopere toate domeniile principale aferente tehnologiilor cuantice, astfel: comunicare cuantică, calcul cuantic, simulare cuantică, respectiv detecție și metrologie cuantică. În complementaritate, câteva țări din Uniunea Europeană – de ex. Austria, Danemarca, Franța, Germania, Ungaria, Târia de Jos și Spania – au lansat deja programe naționale în domeniul tehnologiilor cuantice, iar, așa cum a fost arătat și în acest document, există o serie de alte țări din afara Uniunii Europene care au politici, strategii, programe specifice și investesc în toate tipurile de tehnologii cuantice. Eforturile de standardizare de la nivel global și european, în mod similar, se adresează mai multor domenii, astfel: comunicare cuantică, criptografie și sisteme cuantice, calcul cuantic și sisteme de simulare cuantică, metrologie cuantică, detecție și imagistică cuantică, cu obiectivul de a impulsiona inovarea

- EuroHPC<sup>28</sup> sau inițiativa privind investițiile în calculatoare cuantice și hibride, cu obiectivul de a sprijini investiții în două generații de calculatoare și simulatoare cuantice avansate, interconectate cu instalațiile de super-calcul EuroHPC, toate, ca parte a unei infrastructuri comune de calcul. În cadrul inițiativei, șase calculatoare cuantice vor fi integrate în super-calculatoare din Cehia, Franța, Germania, Italia, Polonia și Spania. Rețeaua urmează să asigure acces la diferite tehnologii cuantice complementare.

Cele două inițiative sunt gândite în complementaritate și în sinergie, inclusiv cu diferite inițiative în domeniul educațional, acoperind și formarea, calificarea sau recalificarea resursei umane specializate. De asemenea, pentru fiecare din aceste inițiative sunt gândite surse de finanțare, așa cum este prezentat și în imaginea de mai jos.



## XIII.2 SCENARIU ALTERNATIV #2

### SCENARIU ALTERNATIV 2:

Interpretarea mai largă a domeniului vizat prin includerea PQC

### OBIECTUL SCENARIULUI

Asigurarea posibilității de a dezvolta atât domeniul tehnologiilor comunicațiilor cuantice cu cel al criptografiei post-cuantice în vederea utilizării îmbinate / complementare în viitor

### RAȚIONAMENT

Mai multe țări și companii depun eforturi considerabile pentru dezvoltarea unui calculator cuantic, iar în momentul în care un astfel de calculator va exista, securitatea sistemelor criptografice cu cheie publică va fi compromisă. Această amenințare este numită "apocalipsa cuantică"<sup>29</sup> și va avea efecte devastatoare pentru: securitatea internetului, siguranța infrastructurilor critice, păstrarea confidențialității comunicațiilor și datelor guvernamentale, a celor din domeniul financiar-bancar, activitatea prestatorilor de servicii de încredere și actualizarea software-urilor utilizate, etc. Rezolvarea provocărilor legate de apocalipsa cuantică se poate face în două moduri: (i) dezvoltarea criptografiei cuantice (QKD), sau (ii) dezvoltarea criptografiei post-cuantice (PQC). Cele două abordări sunt tratate complementar și chiar adresate împreună în diferite strategii și politici publice ale unor țări precum SUA, Canada, Olanda, etc. (a se vedea capitolul III.2). Criptografia post-cuantică este de asemenea menționată în analizele NATO privind tendințele în domeniul științei și tehnologiei ca fiind unul dintre tehnologiile necesare asigurării unor comunicații sigure în viitor. Acesta este menționată ca fiind unul din astfel de tehnologii, pe lângă QKD, blockchain, agenți-cyber bazați pe inteligență artificială, etc. (NATO, 2020; NATO, 2023).

În unul din primele studii realizate la nivelul Uniunii Europene privind elaborarea unor politici în domeniul comunicațiilor cuantice s-a formulat recomandarea către Comisia Europeană de a lua în considerare dezvoltarea și accesul la rețele și sisteme bazate pe fibră optică în vederea testării complementare a unor soluții bazate pe tehnologii de comunicații cuantice și post-cuantice (Lewis & Travagnin, 2018). Cu toate acestea, obiectivele și politicile, respectiv resursele la nivelul Uniunii Europene au fost direcționate preponderent către tehnologiile de comunicații cuantice. În acest sens documentele strategice elaborate în cadrul Inițiativei Quantum Flagship, precum și finanțările puse la dispoziție în vederea operaționalizării etapizate a viitoarei infrastructuri pan-europene EuroQCI s-au concentrat inițial – pe lângă site tehnologiilor cuantice – doar asupra tehnologiilor de comunicații cuantice și în special asupra QKD. Domeniul criptografiei post-cuantice a început să fie luat în considerare relativ recent, fiind acoperit prin pilonul II și Programului Orizont Europa 2021-2027, însă doar legat de Clusterul 3 – Securitatea civilă pentru societate – și cu accent pe criptografia

O strategie națională acoperind toate tehnologiile cuantice

Interpretarea mai largă a domeniului vizat prin includerea PQC

# Structuri de guvernare

## Consultări în GL:

- Analiza situației existente și a tendințelor de dezvoltare în domeniul comunicațiilor cuantice: mai-iunie 2022
- Analiza atributelor sistemului sectorial de inovare în domeniul comunicațiilor cuantice: iulie-septembrie 2022
- Strategia și foaia de parcurs (Roadmap): decembrie 2022-ianuarie 2023
- Categoriile de proiecte, sistemul de indicatori și apelul pentru idei de proiecte: aprilie-mai 2023
- Master-plan: octombrie 2023

**GL Cercetare  
(26 titulari +  
supleanți)**

**GL Educație  
(21 titulari +  
supleanți)**

**GL  
Infrastructură  
(23 titulari +  
supleanți)**

**GL Ecosistem  
Industrial (18  
titulari +  
supleanți);**

# Implicarea actorilor cheie

- **Întâlnire exploratorie (decembrie 2021)**
  - online în vederea constituirii grupurilor de lucru, prezentării obiectivelor și demersul elaborării strategiei
- **Sondaj (mai 2022)**
  - 132 experți/cercetători interesați de domeniul tehnologiilor cuantice (1500 experți identificați)
  - 4 firme acreditate CDI cu potențial sau activitate în domeniul tehnologiilor cuantice (100 identificate)
- **Interviuri (iulie-august 2022)**
  - Cercetare/dezvoltare/educație (8) + mediu de afaceri/industrie (4) + beneficiari/utilizatori (7)
  - **„Comunicațiile cuantice în România”**
  - Cluj-Napoca, 12-13 septembrie 2022, participare fizică
    - 50 de participanți, conferință + workshop-uri

# Implicarea actorilor cheie

Consultări (7-17 mai 2023)

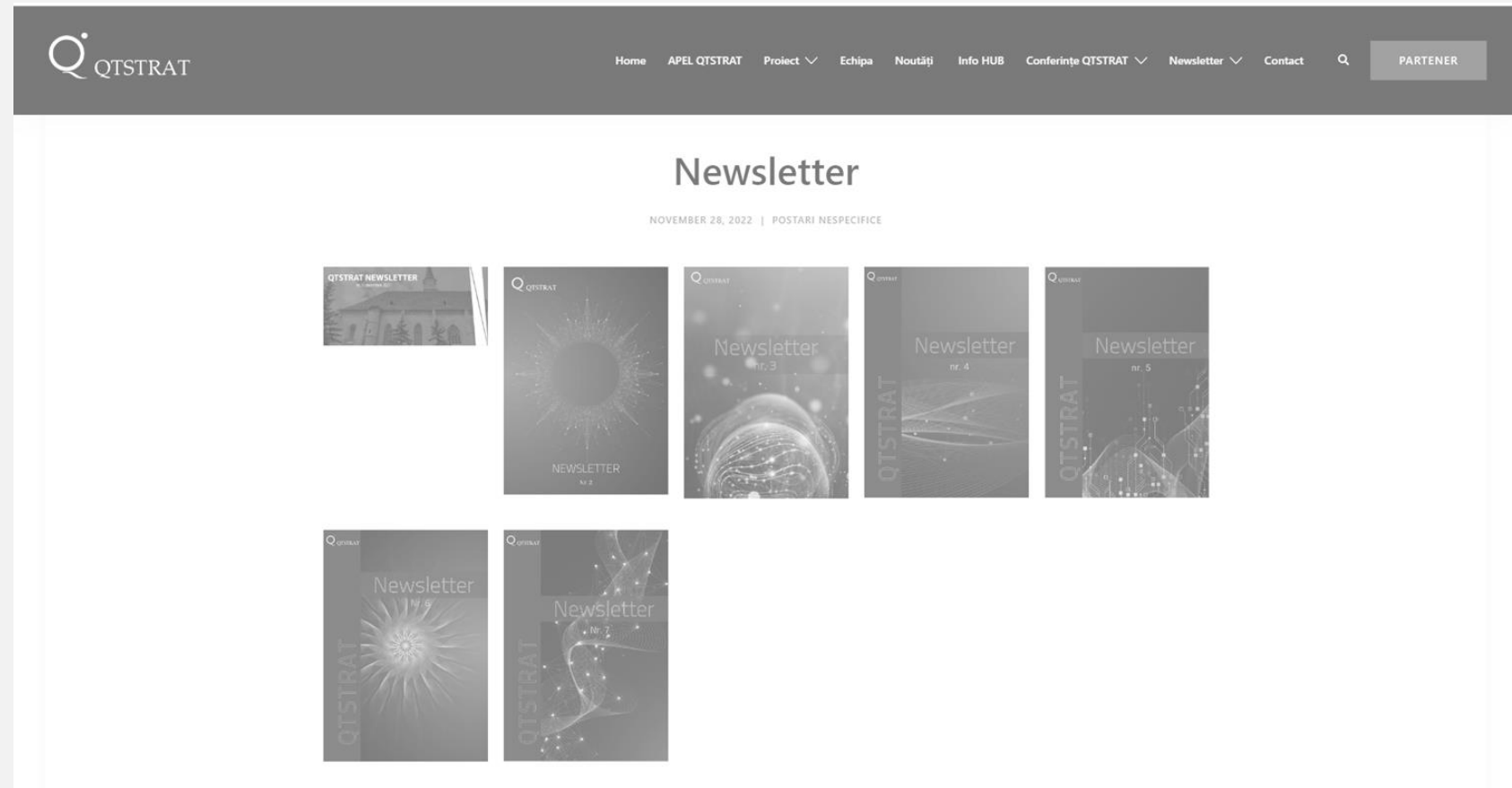
- reprezentanții mediului de afaceri și cercetare-dezvoltare, respectiv mediul academic,
- instituții și agenții guvernamentale relevante și alte entități de interes strategic pentru statul Român

Referitoare la

- categoriile de proiecte
- sistemul de indicatori
- apelul pentru idei de proiecte,
- Prezentare structură **MASTERPLAN**

# Diseminare

- 7 numere de newsletter QTSTRAT, fiecare newsletter fiind diseminat unui număr de peste 150 de persoane;
- <https://qtstrat.granturi.ubbcluj.ro/>







VĂ MULȚUMIM PENTRU ATENȚIE!

<https://qtstrat.granturi.ubbcluj.ro/>  
[qtstrat.granturi@ubbcluj.ro](mailto:qtstrat.granturi@ubbcluj.ro)