

Kvantumszámítógépek integrációja szuperszámítógépes környezetbe(n)

World Quantum Day meetup

2026.04.14.

Máray Tamás, HUN-REN SZTAKI

SZUPERSZÁMÍTÓGÉPEK - HPC

Definíció:

Olyan számítógép (rendszer), ami komplex számítási feladatokat az adott technológiai szinten az átlagnál sokkal gyorsabban – eredmény szempontjából releváns idő alatt – képes megoldani.

Super Computing – 1929, Cray - 1975

Tipikusan:

- Klasszikus számítógép elemekből (CPU, GPU, memória, interconnect, háttértár, hálózat)
- Párhuzamos architektúra
- UNIX (Linux) op. rendszer
- Batch feldolgozás, ütemező szoftver
- MPI, OpenMP parallel környezet

Alapvető felhasználási területek:

- Szimuláció, modellezés,
- Adatelemzés (BigData)
- AI (tanítás, inferencia)

TOP500 lista: <http://top500.org>



Foto: Cray

HPC KIHÍVÁSOK

- Teljesítmény növelés sebessége és határai
- Energia fogyasztás (költség, fenntarthatóság, környezeti lábnyom)
 - 100 megawattos nagyságrend...
 - nem fenntartható növekedési pálya (AI)
- Hűtés (technológiai probléma)

HPC – QC KAPCSOLAT

A QC nem felváltja a klasszikus számítógépeket, hanem kiegészíti

Kölcsönös előnyök:

- **Quantum accelerating classical:**
QPU alkalmazása megoldás lehet a HPC kihívásaira
- **Classical accelerating quantum:**
 - HPC eszköz lehet egyes QEC technológiák támogatásában ill. megaqubit rendszerek vezérlésében
 - QC szimulálása HPC-n

Gyakorlati megoldás:

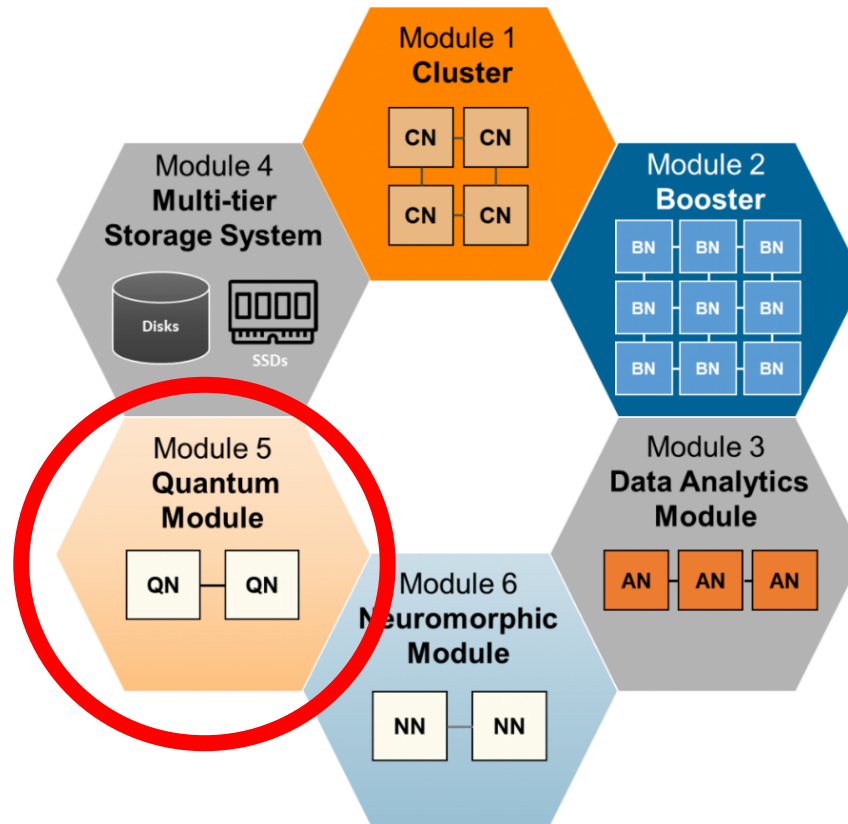
Hibrid HPC-QC rendszerek építése

- a QC gyakorlati alkalmazhatóságának legkézenfekvőbb módja

„Quantum centric supercomputing - QCSC”

Cél: Számítási feladatok dinamikus elosztása CPU-GPU-QPU között, igény és szükség szerint

MODULÁRIS SZUPERSZÁMÍTÓGÉP ARCHITEKTÚRA



Jülich Supercomputing Centre (JSC), ParTec

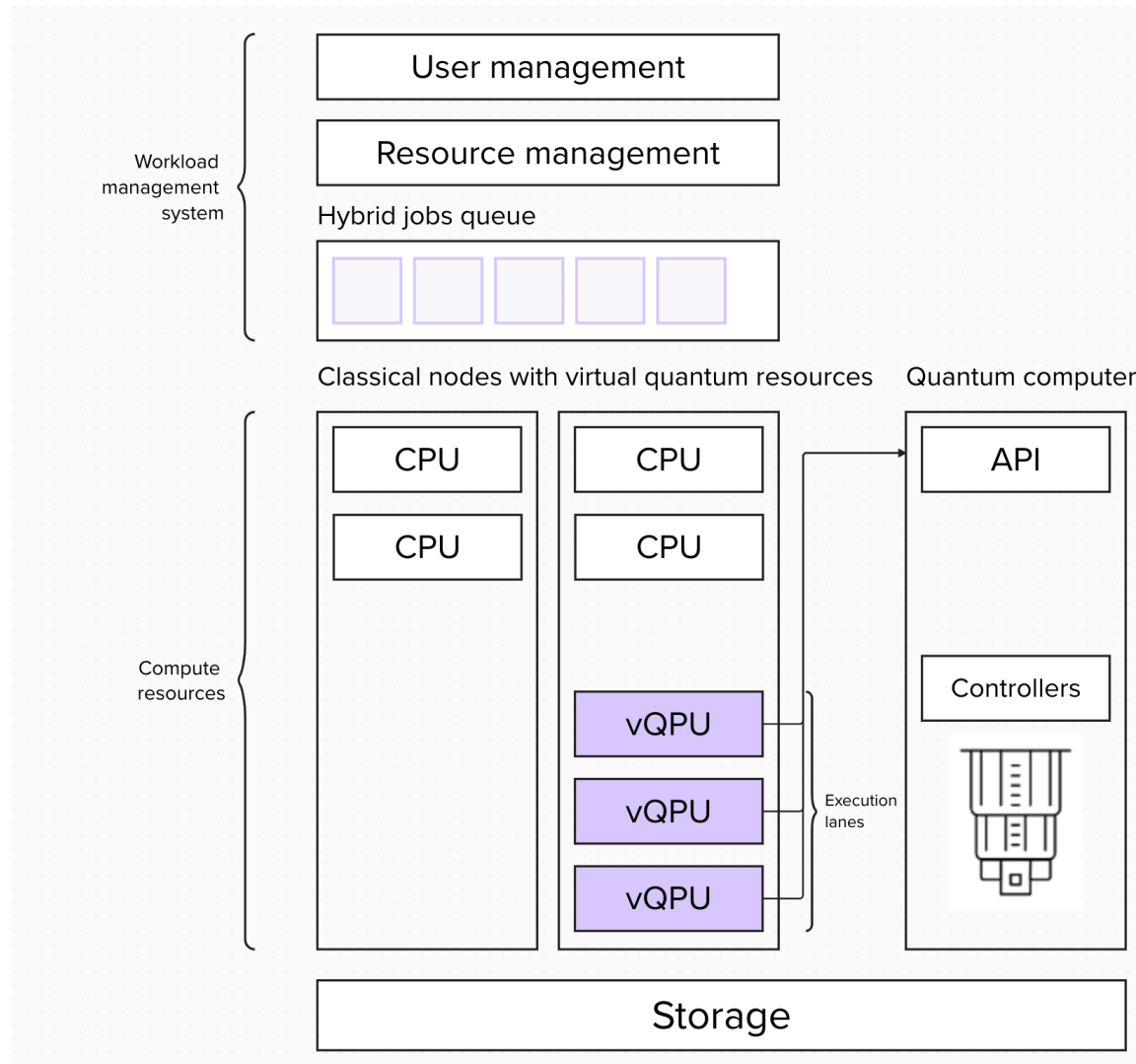
MEGOLDANDÓ PROBLÉMÁK

- HW architektúra
- SW stack
- Több kvantum algoritmus
- Hibrid algoritmusok



- Már létező/fejlődő technológiák és eszközök:
 - Kubernetes
 - Slurm kvantum támogatás (SPANK)
 - MQSS – Munich Quantum Software Stack
 - NVQLink – quantum-GPU interconnect
 - Nvidia Cuda Quantum – Cuda-Q
 - QBridge – a Universal Integration Software Solution for HPC and Quantum Computers
 - stb.

LEHETSÉGES ARCHITEKTÚRA



Forrás: IBM

HPC – AI – QC KONVERGENCIA?

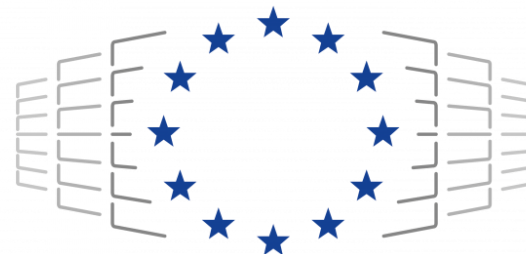
- Napjaink forró témája: AI
 - az AI HPC-re épül
 - sok kihívás, megoldandó probléma
- Kérdés: tud-e a QC (egyszer valaha) hatékonyan segíteni az AI problémáin?

Ahol a három terület már biztosan találkozik:

- EuroHPC: HPC + AI + QC

AZ EUROHPC

- 2018 nov. 6 – formális megalapítás
- (Eredeti) Cél: teljes európai felzárkózás HPC területen
- 28 résztvevő ország
- Szervezeti forma: Joint Undertaking (JU) – Közös Vállalat
- Governing Board: EU (50%), nemzeti képviselők (50%) és ipari szakmai szervezetek (non-voting)
- Forrás: DEP, HE, CEF + **50% tagországi hozzájárulás!**
- Infrastruktúra építés: petascale, pre-exascale és exascale szuperszámítógépek
- Teljes HPC ökoszisztéma: infrastruktúra, technológia és alkalmazás fejlesztés, nemzeti HPC kompetencia központok, ipari kapcsolatok, oktatás



EuroHPC
Joint Undertaking

EUROHPC EVOLÚCIÓ

2022

EuroHPC := EuroHPC + QC

2023

EuroHPC := EuroHPC + AI

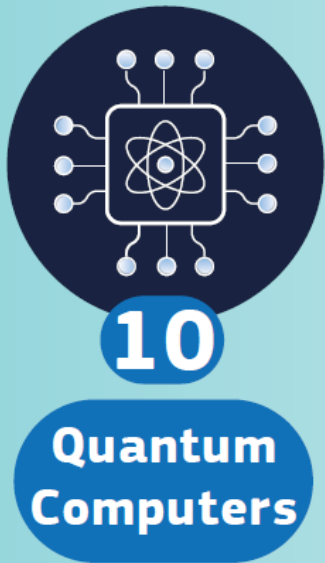
2026

EuroHPC := EuroHPC + minden ami kvantum

EUROHPC QC

- Kvantumszámítógépek beszerzése nagy EU HPC központokba
- Kvantumszolgáltatások elérhetővé tétele kutatók számára
- HPC+QC és multi-QC integráció fejlesztése
 - HPCQS (High Performance Computer and Quantum Simulator Hybrid)
 - EuroQHPC-Integration
 - LUMI-IQ - the quantum computing platform of the LUMI AI Factory
 - HORIZON-JU-EUROHPC-2024-BENCHMARK-05-02: A European Benchmarking Framework for hybrid quantum-classical computing
- QC technológia fejlesztése
- QC szoftver, middleware, benchmarkok fejlesztése
- QC algoritmusok és alkalmazások fejlesztésének támogatása

EuroHPC Quantum Computers



EQUIPPING EUROPE FOR THE QUANTUM LEAP

The European Union is building the world's first public network of cutting-edge quantum computers.



650

qubits in total
for European users and science



120

million EUR of EU & national funds
invested in quantum research & innovation



6

different quantum technologies
are integrated in European supercomputers



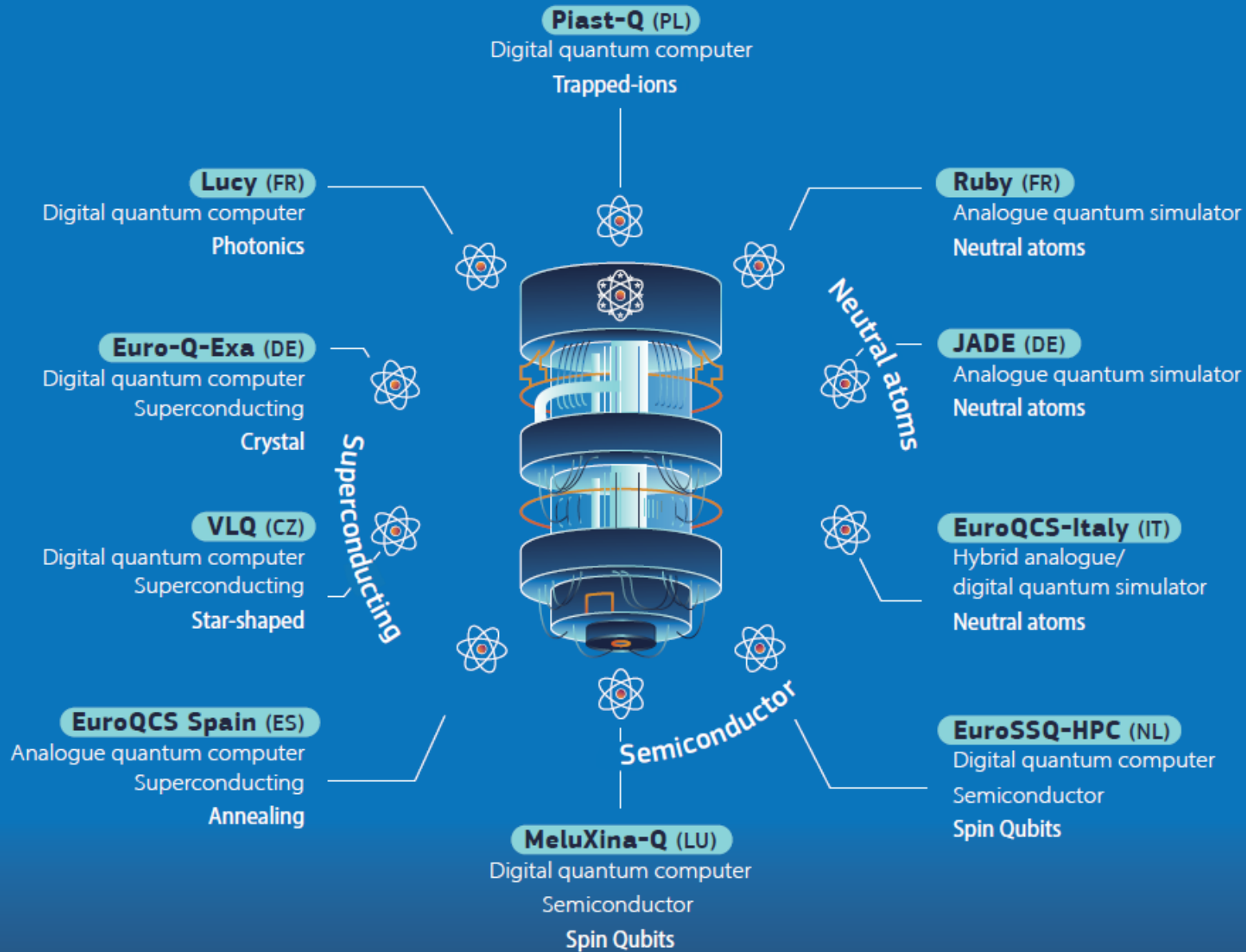
29

partners from 17 European countries
contributed to the initiative

EuroHPC quantum computers

are developed by European companies, and will help scientists to break unsolvable problems, boosting EU competitiveness, strategic autonomy and sustainable prosperity.





EuroHPC JU

LEADING THE WAY IN EUROPEAN SUPERCOMPUTING

Köszönöm a figyelmet!