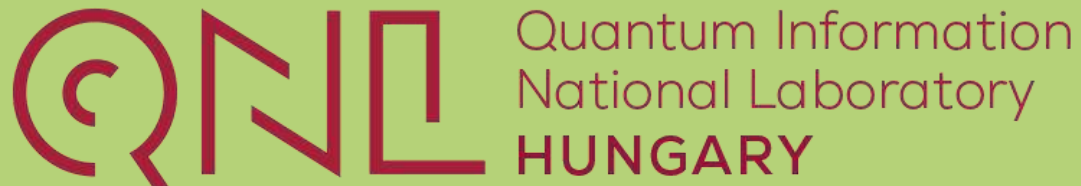


WP1 KVANTUMKOMMUNIKÁCIÓS HÁLÓZAT MEGVALÓSÍTÁSA

Bacsárdi László

BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar

bacsardi@hit.bme.hu



AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

A WP1 célja

Kapcsolódás a KNL alábbi stratégiai céljához:

Regionális kvantumkommunikációs hálózat létrehozása, amely csatlakoztatható az Európai Unióban tervezett „kvantuminternethez”.





NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

A WP1 motivációja

**DECLARATION ON A
QUANTUM COMMUNICATION
INFRASTRUCTURE
FOR THE EU**

All 27 EU Member States have signed a declaration agreeing to work together to explore how to build a quantum communication infrastructure (QCI) across Europe, boosting European capabilities in quantum technologies, cybersecurity and industrial competitiveness.



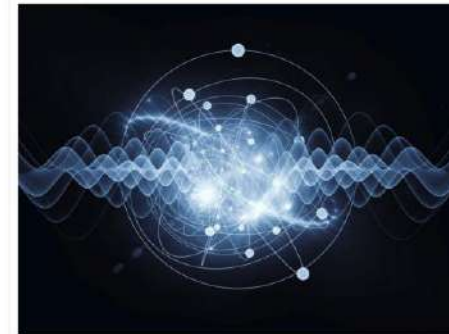
@FutureTechEU #EuroQCI

Hungary, Portugal and Poland Enter EU Quantum Communication Infrastructure Initiative

July 22, 2019

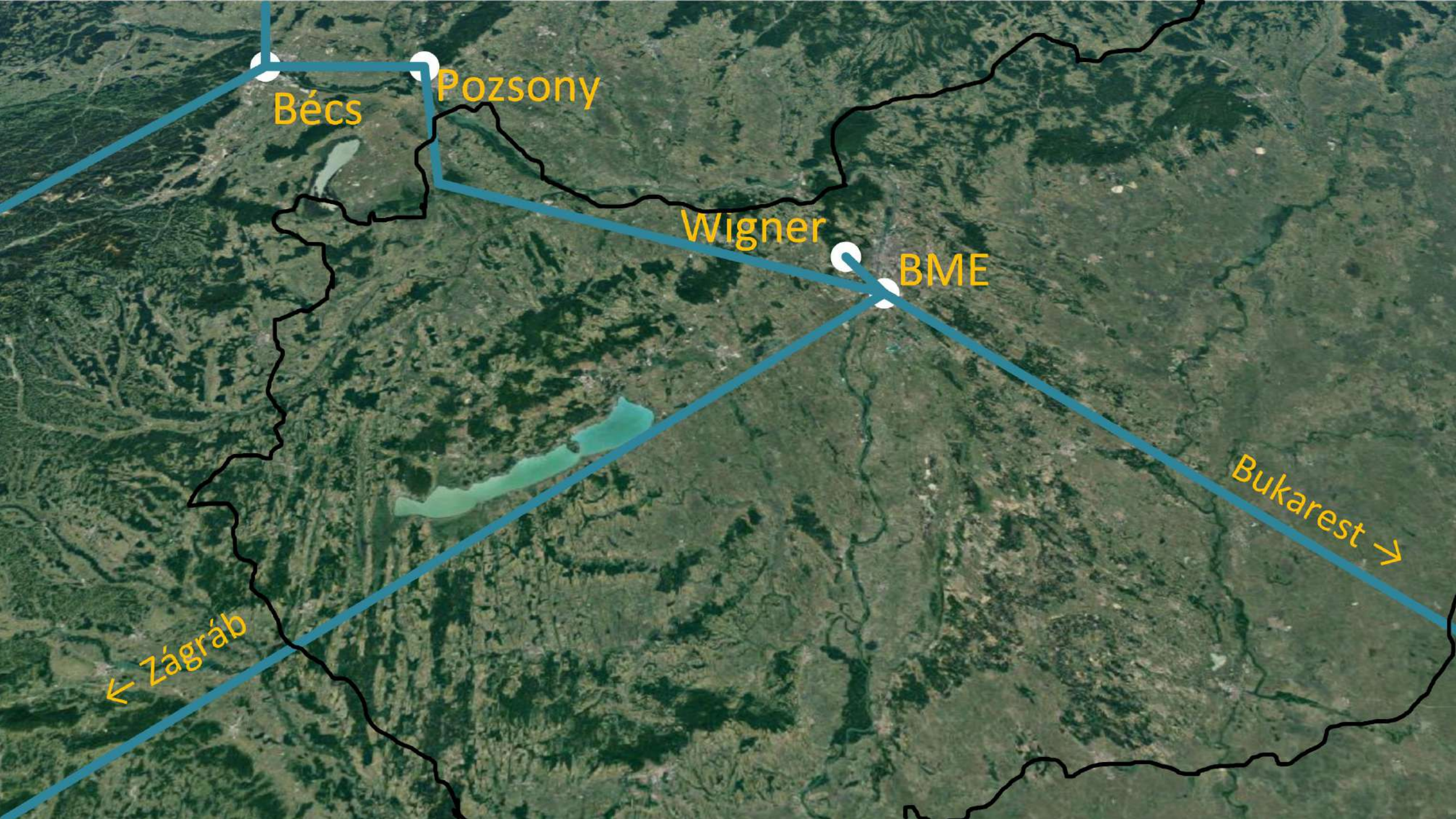
July 22, 2019 — Hungary, Portugal and Poland signed a declaration to work together with the other EU Member States to develop and deploy a quantum communication infrastructure (QCI) across the EU within the next ten years. The aim of the QCI is to boost European capabilities in quantum technologies, cybersecurity and industrial competitiveness.

Belgium, Germany, Italy, Luxembourg, Malta, the Netherlands, and Spain have already signed the declaration on the quantum communication infrastructure at the Digital Assembly in Bucharest on 13 June: [The future is quantum: EU countries plan ultra-secure communication network.](#)



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT



Bécs

Pozsony

Wigner

BME

← Zágráb

Bukarest →

A WP1 projektjei

1. Optikai szálak kvantumhálózat kialakítása (*Imre Sándor, Kis Zsolt*)
2. Szabadlégköri kvantumhálózat kialakítása (*Bacsárdi László + Koller István*)
3. Kvantumos véletlenszámgenerátor (*Gerhátné Udvary Eszter*)
4. Összefonódott fotonpárok telekommunikációs hullámhosszon (*Koppa Pál*)



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

A WP1 eredményei képekben



Sajtóközlemény

Távolsági rekordot döntöttek a Kvantuminformatikai Nemzeti Laboratórium kutatói

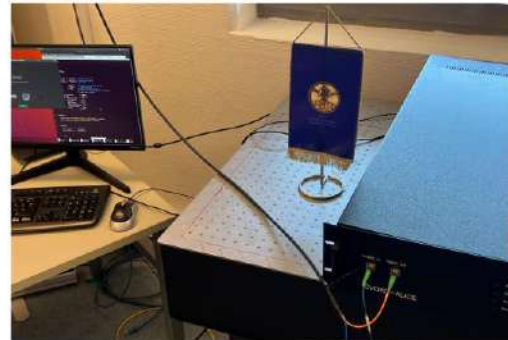
Budapest, 2022. május 26. – A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Villamosmérnöki és Informatikai Kara és a Wigner Fizikai Kutatóközpont között új hazai távolsági rekordot állítottak fel a kvantum alapú kulcsszétosztás területén a Műegyetem kutatói.

A világban jelenleg is zajló kvantumtechnológiai forradalomban való aktív rész a nemzetközi színvonalú kutatócsoportokat és laboratóriumokat, valamint feldolgozott témákat tömörítő Kvantuminformatika Nemzeti Laboratórium, az célokra épülő szinergiát teremt a tudományos munkában részt vevő szakemberek között.



Magyar kvantumkommunikációs rekordot döntöttek a BME kutatói

TUDOMÁNY TECH 2022. május 26. - 16:49



A kísérletben használt berendezés – Forrás: BME

Bölcső Dániel

Megosztás

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Villamosmérnöki és Informatikai Kara és a Wigner Fizikai Kutatóközpont között új hazai távolsági rekordot állítottak fel a kvantumalapú kulcsszétosztás területén saját fejlesztésű eszközükkel a BME kutatói. A kísérlet sikeressége nemcsak azt mutatta meg, hogy nagy távolságokon is megfelelően működik a magyar fejlesztésű kvantumkulcsszétosztó rendszer, hanem jelentős mértékű egy budapesti nagyvárosi kvantumkommunikációs hálózat kialakításához vezető úton – írja közleményében az egyetem.

telex

A BME KUTATÓI HAJTOTTÁK VÉGRE A JÖVŐ
KVANTUMHÁLÓZATÁNAK ELSŐ SIKERES
MAGYARORSZÁGI TESZTJÉT

05.02 | TUDOMÁNY |



Legfontosabb



A kitű...



Palk...



II. Er...



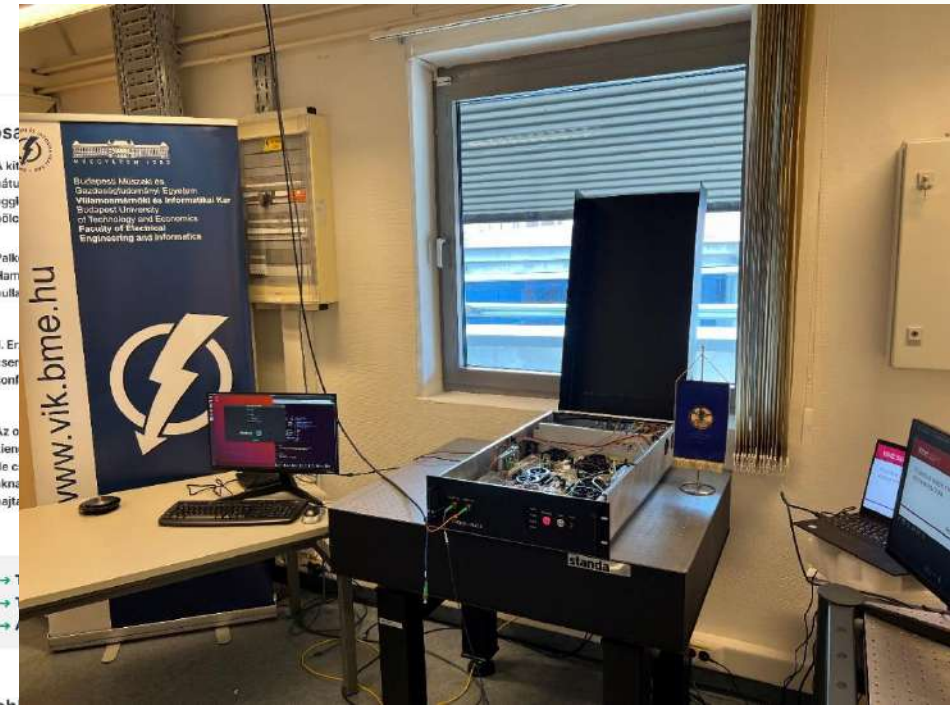
Az o...



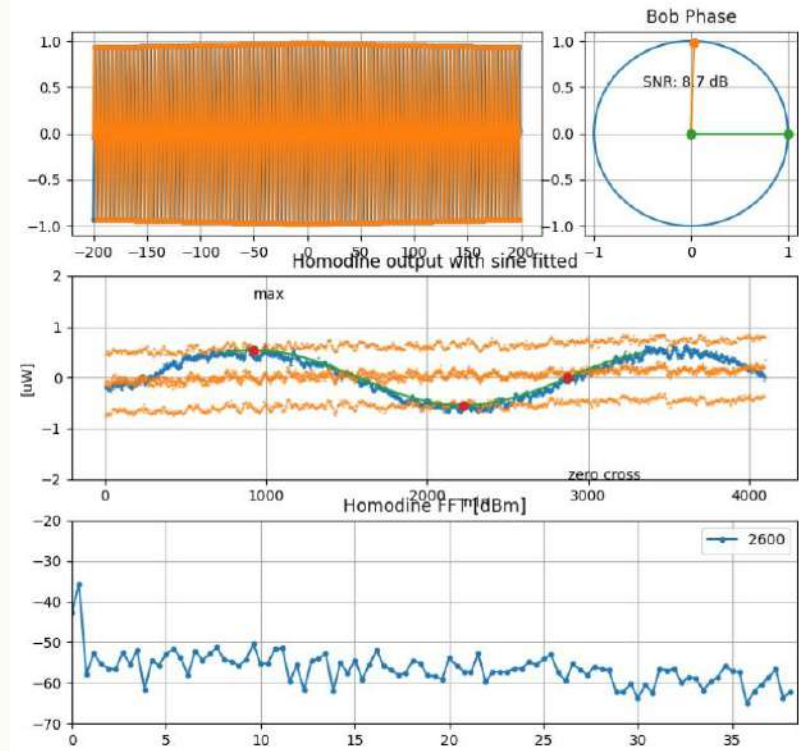
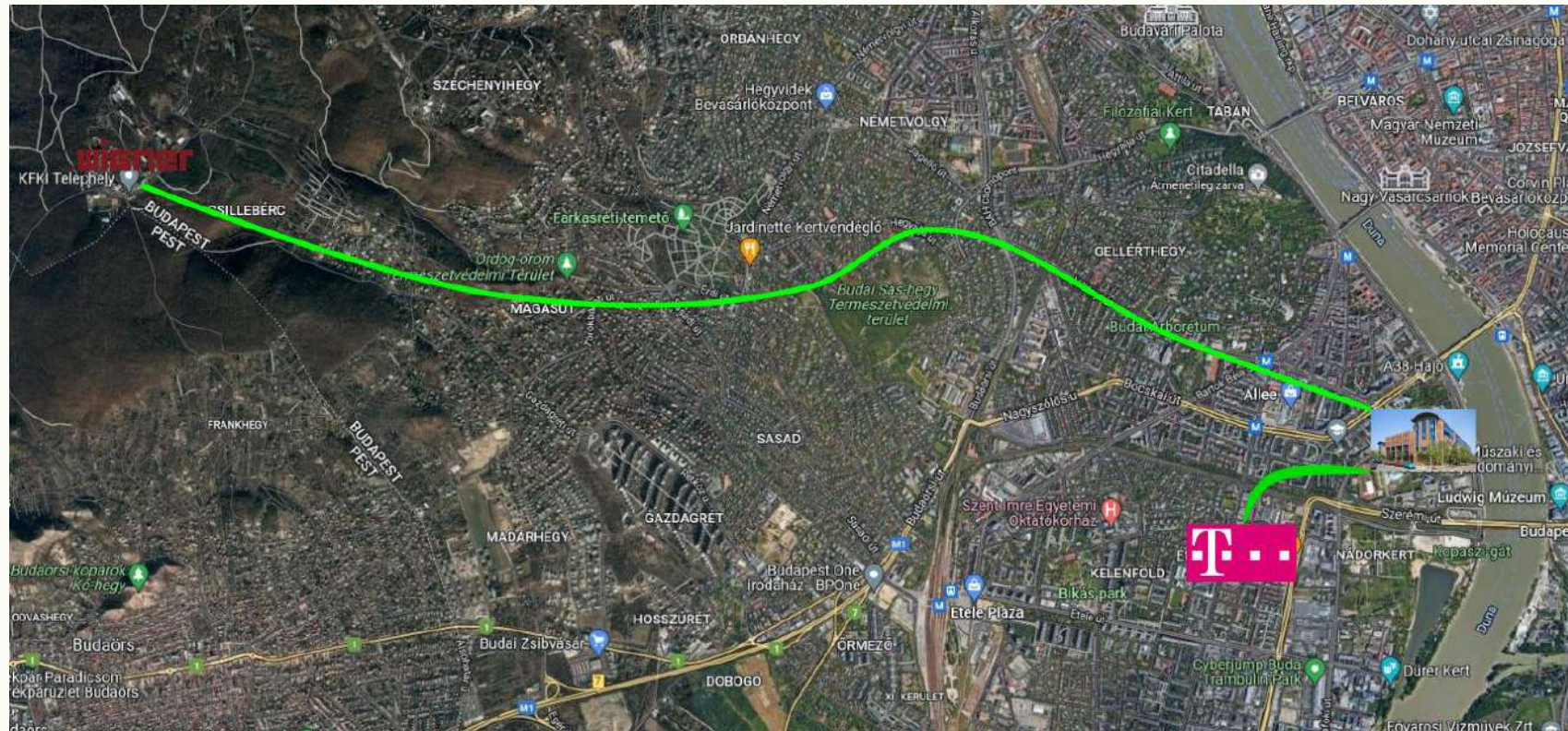
Az o...



Legfrissebb

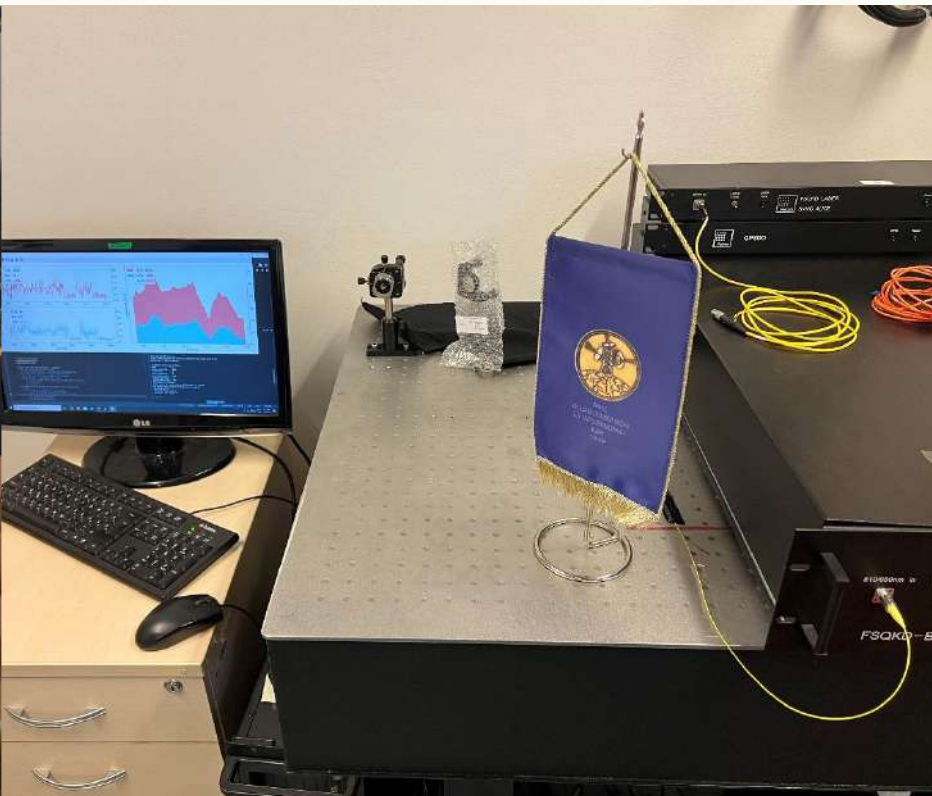


A WP1 eredményei képekben



Laser current (mA)	Ref. Sig. intensity (mW)	Useful sig. intensity (nW)	Avg. Photon / pulse on Alice's side (rounded)	Success of keygeneration
190	0,35	1,8	88 500	Mostly successful
190	0,35	2,8	137 700	Stable generation
190	0,15	0,2	10 000	Stable generation

A WP1 eredményei képekben

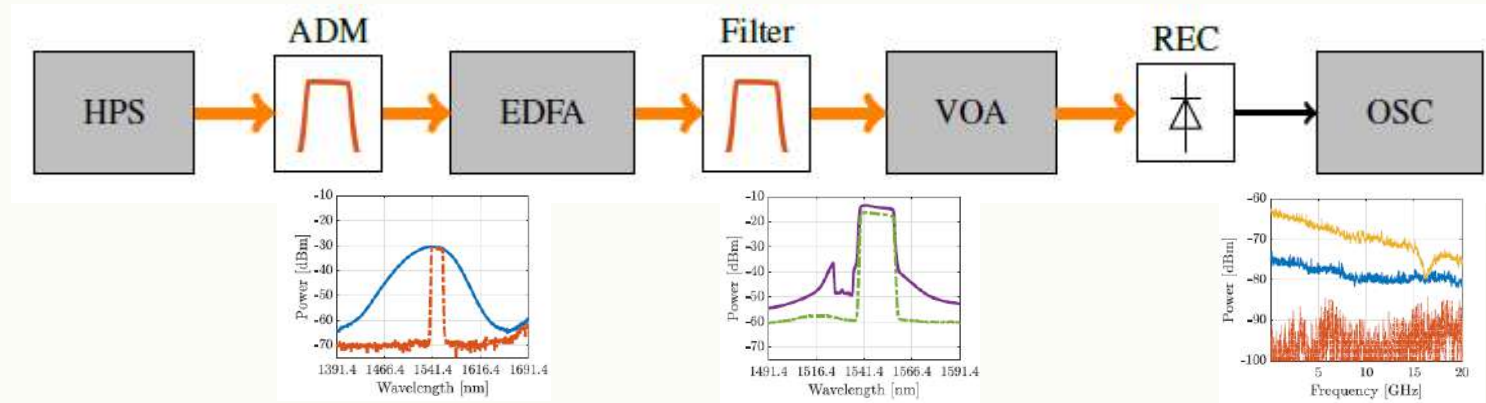


NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

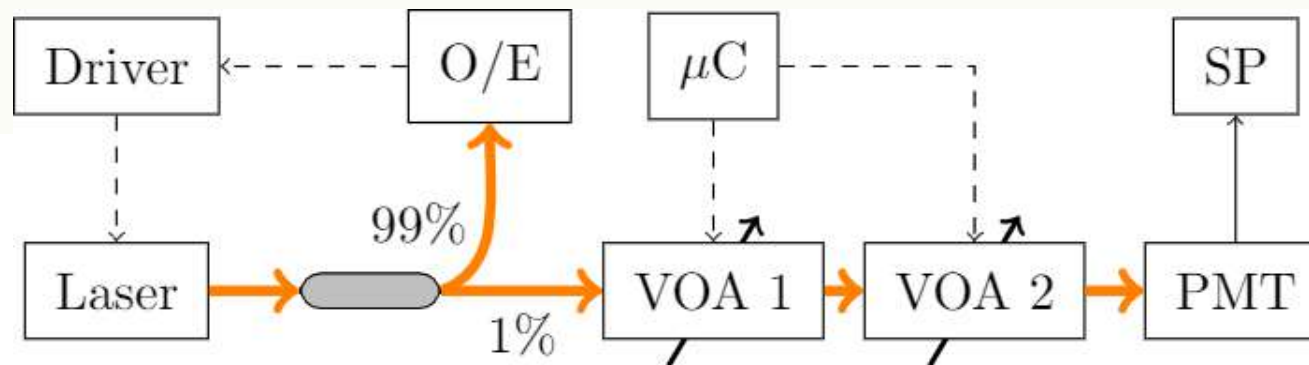
AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

A WP1 eredményei képekben

Erősített spontán emisszió



Beérkezési időn alapuló



A WP1 eredményei – néhány kapcsolódó projekt

OpenQKD Open call



ESA QuStation



ESA Certain



ÚNKP-ösztöndíjak



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

A WP1 eredményei – laborlátogatások




NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

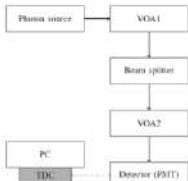
A WP1 eredményei – további részletek a poszterszekcióban

EFFICIENCY IMPROVEMENT OF PHOTON ARRIVAL TIME BASED QUANTUM RANDOM NUMBER GENERATOR

Balázs Solymos, László Bacsárdi
Budapest University of Technology and Economics

Our physical setup

- Photon arrival time based quantum random number generators measure the elapsed time between successive detections of individual photons. Given that our photon source is a suitably attenuated CW laser, this statistic is expected to be governed by an exponential distribution.
- In our setup, we measure this statistic the following way:
 - Individual photons from our attenuated laser source (Thorlabs LP200-175) entering around oriented waveguide (WEG) and cause detection events in the detector, which emits an analog impulse for each detection.
 - These impulses are timestamped by a time trigger unit (ProQuant 175-175) which assigns an integer number to each pulse depending on its continuously running internal clock.
 - Measurement results are the number of elapsed clock cycles between detection events.



The left part shows the physical setup. The right part shows the physical setup. The right part shows the physical setup. The right part shows the physical setup.

Hash functions for entropy extraction

- We use construct an extractor for $(\mathbb{R}, \mathbb{R}^n) \times (\mathbb{R}, \mathbb{R}^n) \rightarrow (\mathbb{R}, \mathbb{R}^n)$, so that for every D distribution on $(\mathbb{R}, \mathbb{R}^n)$ with min-entropy $H_{\infty}(D) \geq k$, the distribution $\text{Ext}(D, F_{k,D})$ is ϵ -close to the uniform distribution on $(\mathbb{R}, \mathbb{R}^n)$.
- To achieve this, we use the following construction:
 - Choose a random seed s .
 - Use a universal hash function H to generate a random matrix A .
 - Use a random seed t to generate a random vector b .
 - Output $Ax + b$.

Generator model for min-entropy

- The goal is to model the sequential generation of the random numbers x_1, x_2, \dots, x_n as a sequence of independent random variables x_i .
- Effect of continuous random clock:
 - Let $x_i = \text{int}(t_i \cdot \omega)$ where ω is a random number in $[0, 1)$.
 - Let $t_i = t_{i-1} + \Delta t_i$ where Δt_i is the time interval between two consecutive detections.
 - Let $\Delta t_i = \text{int}(t_i \cdot \omega) - \text{int}(t_{i-1} \cdot \omega)$.
 - Let $\Delta t_i = \text{int}(t_i \cdot \omega) - \text{int}(t_{i-1} \cdot \omega)$.
- Other case analysis:
 - Detector efficiency: ϵ can be included as an additional parameter.
 - Dead time (blinded state): $\Delta t_i = \Delta t_i + \Delta t_{\text{dead}}$.
 - Classical photon rate: $\lambda_i = \lambda_i + \lambda_{\text{dead}}$.
 - Fluctuating rate: Due to the stochasticity of the min-entropy function, we can define a measurement rate to lower bound the min-entropy: $\lambda_i \geq \lambda_i \cdot \epsilon$.



Measurement parameters and results

Parameter	Value	Preparation	Assessment	Test Name	p-value	Assessment
Photon detection rate	~1.5 Mpps			swans_WalkleySpurious	0.97	Pass
Start individual measurement	occurs in 16 bits long, and one generation of measuring blocks at once. This gives a bit generation efficiency of 9.75 bits/second with theoretical maximum output speed of 16.8 Mpps.			swans_Cofusion	0.75	Pass
$H_{\infty}(D)$	~11.284 bits per second			skaffit_Gap	0.93	Pass
λ_i	~1024 x 824 bit/s (theoretical)			skaffit_SimpPolar	0.94	Pass
ϵ	$< 2^{-80}$			swans_CosineCosine	0.89	Pass
				skaffit_MaoG_1	0.88	Pass
				skaffit_MaoG_2	0.11	Pass
				swans_WeightedDistri	0.15	Pass
				swans_MatryRank	0.20	Pass
				swans_HammingIndep	0.84	Pass
				swans_RandomWalks_H	0.92	Pass
				swans_RandomWalks_M	0.91	Pass
				swans_RandomWalks_L	0.96	Pass
				swans_RandomWalks_I	0.91	Pass
				swans_RandomWalks_C	0.67	Pass

HIGH-PRECISION SYNCHRONISATION SYSTEM FOR PRACTICAL IMPLEMENTATION OF FREE-SPACE QUANTUM KEY DISTRIBUTION

Márton Czermann, István Koller
Budapest University of Technology and Economics

Entanglement-based QKD in free-space

Establishing symmetric secret keys with protection against eavesdropping is offered by the means of quantum mechanics. It is called quantum key distribution in fiber and in free-space, while the implemented protocol can be an entanglement-based or a prepare-and-measure type.

There is a fast-growing number of QKD links already deployed worldwide, however, the free-space type of links can offer a more secure implementation, in spite of the widely accepted view that entanglement-based security during the key distribution without any preliminary efforts given by Bob themselves, most of the implemented QKD protocols are part of the prepare-and-measure type.

Time synchronisation solutions

The cross-correlation between two data sets $f(t)$ and $g(t)$ is a discrete convolution: $(f * g)(t) = \sum_{\tau} f(\tau)g(t-\tau)$.

POLARIZATION CONTROL IN FIBER OPTIC SYSTEMS

Zsolt Kis*†, Erik Ramadan†, Ágoston Schranz†

*Wigner Research Centre for Physics †Budapest University of Technology and Economics

Quantum Assisted MIMO Optimization of Wireless Systems

Mohammed R. Almasaodi Abdulbasit M. A. Sabaawi Sara EL Gaily Sándor Imre

Department of Networked Systems and Services, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, Budapest University of Technology and Economics.

There are plenty of real-world applications that require finding extreme value in an unsorted database. This database can be enormously large, such that there is no available or classical supercomputer that can execute the search process. We proposed a new unconstrained quantum genetic algorithm (QGA) in order to increase the global solution and escaping from local minima. This algorithm exploits the features provided by blind quantum computation (BQC), which holds the promise to address issue by delegating computation to quantum remote devices. Massive multiple-input multiple-output (MIMO) systems are used as a toy example for demonstrating the developed quantum genetic method.

Existing solutions for PC

- In free space one can use a sequence of phase retarder plates (typically quarter-half-quarter wave plates) to transform an arbitrary input polarization state to an arbitrary output state. There are wave plates with continuous tuning of phase retardance.
- In fiber optic systems this solution may be impractical, because of the loss during the out-and-in-coupling.

Quantum Information National Laboratory HUNGARY

NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL MEGVALÓSULÓ PROJEKT

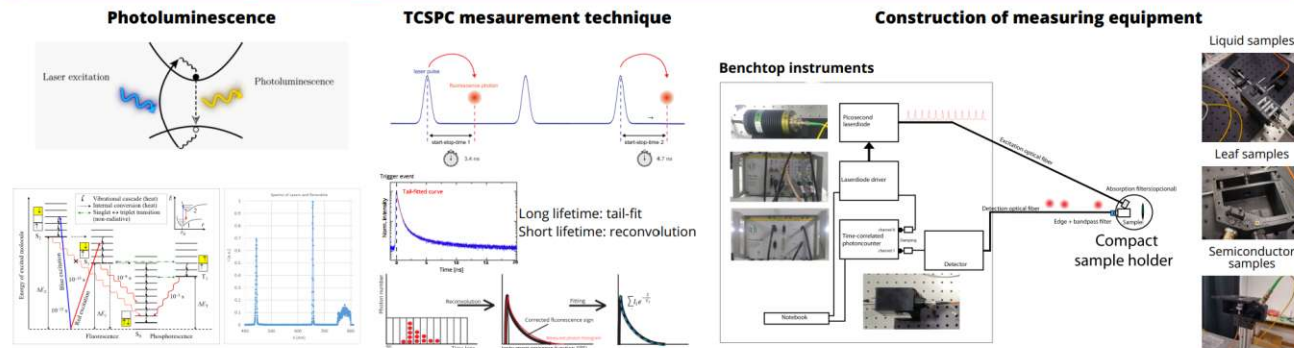
A WP1 eredményei – további részletek a poszterszekcióban

Development of time-correlated single photon counting techniques for the qualification of plants and semiconductor materials

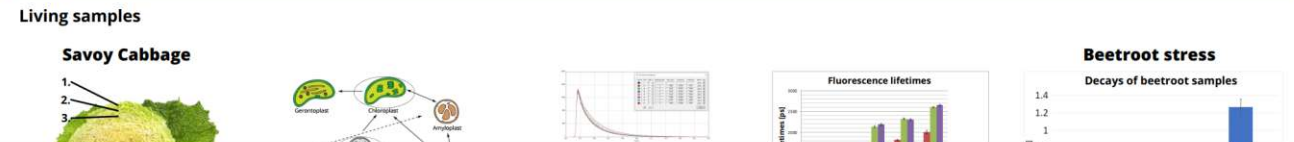
Levente Illés¹, Ferenc Steinbach¹, Attila Barócsi¹, Máté Sági-Kazár^{2,3}, Ádám Solti², Richard Hembrom^{3,4}, Katalin Solymosi⁴, Kinga Szőke⁵, Péter Tüttő⁵, Ferenc Korsós⁵, Sándor Lenk¹

1 Department of Atomic Physics, Institute of Physics, Budapest University of Technology and Economics, Műegyetem rkp. 3., H-1111 Budapest, Hungary.
2 Department of Plant Physiology and Molecular Plant Biology, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/C, H-1117, Budapest, Hungary.
3 Doctoral School of Biology, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/C, H-1117, Budapest, Hungary.
4 Department of Plant Anatomy, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/C, H-1117, Budapest, Hungary.
5 Semilab Zrt, Prielle Kornélia u. 4/A, H-1117 Budapest, Hungary.

Measurement technique and applications



Samples and results



A kutatás a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2022-2.1.1-NL-2022-00004 számú projekt finanszírozásában valósult meg.



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

Program – A KNL hat projektjének bemutatása

WP1 Kvantumkommunikációs hálózat megvalósítása

- Bacsárdi László, BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar

WP2 Kvantuminterfészek

- Gali Ádám, Wigner Fizikai Kutatóközpont

WP3 Szilárdtestfizikai alapú kvantumbit-tárolók fejlesztése

- Fülöp Gergő, Bordács András, BME Természettudományi Kar

WP4 Optikai kvantuminformatikai laboratórium kiépítése

- Vattay Gábor, ELTE Természettudományi Kar

WP5 Kvantumszámítás és kvantumrendszerek szimulációja

- Kiss Tamás, Wigner Fizikai Kutatóközpont

WP6 Szoftvertechnológia kvantumszámítógépekhez

- Kozsik Tamás, ELTE Informatikai Kar