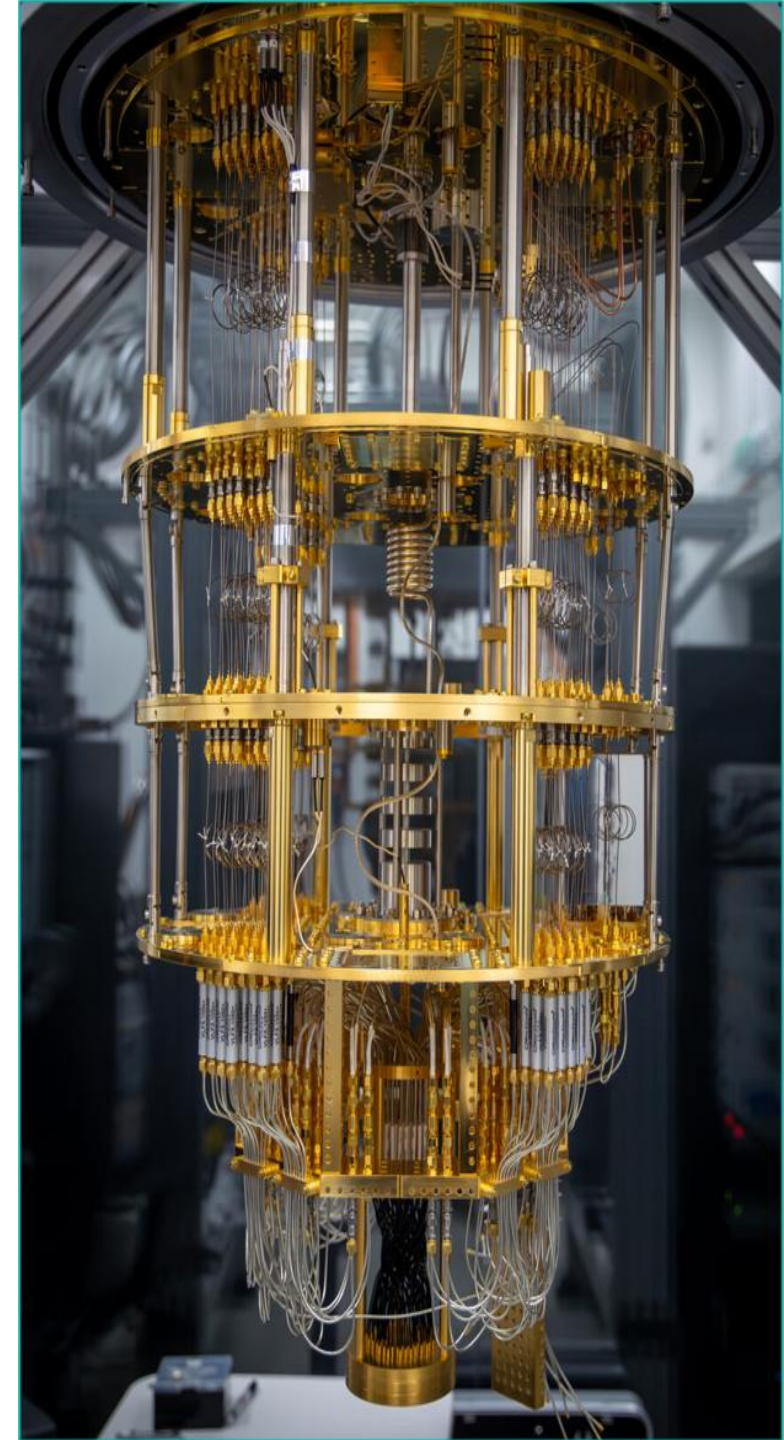


Úvod do kvantového počítání s aplikacemi v energetice

Michal Belina

Postdoc, Quantum Computing Lab



Obsah

1. Typy výpočetních úloh v energetice
2. Klíčové aspekty kvantového počítání
3. Hybridní přístupy
4. Aplikace hybridních přístupů

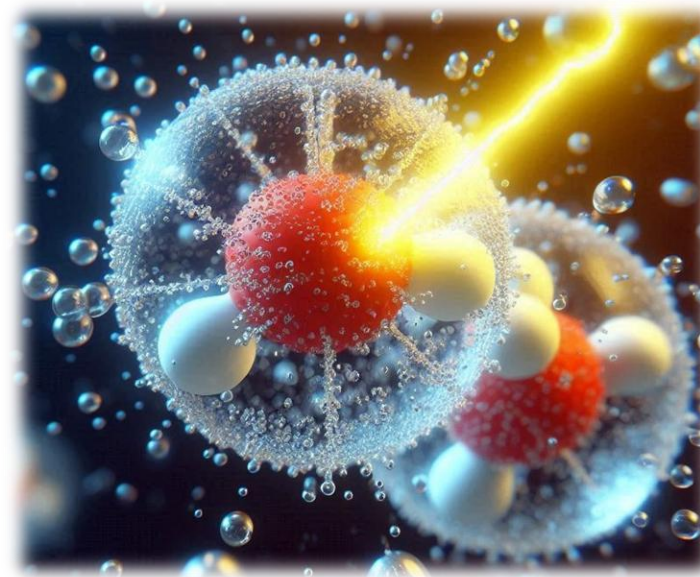
Michal Belina

- Alma mater: Vysoká škola chemicko-technologická
- PhD v oblasti výpočetní chemie (2025)
- Ing. titul z fyzikální chemie

IT4Innovations:

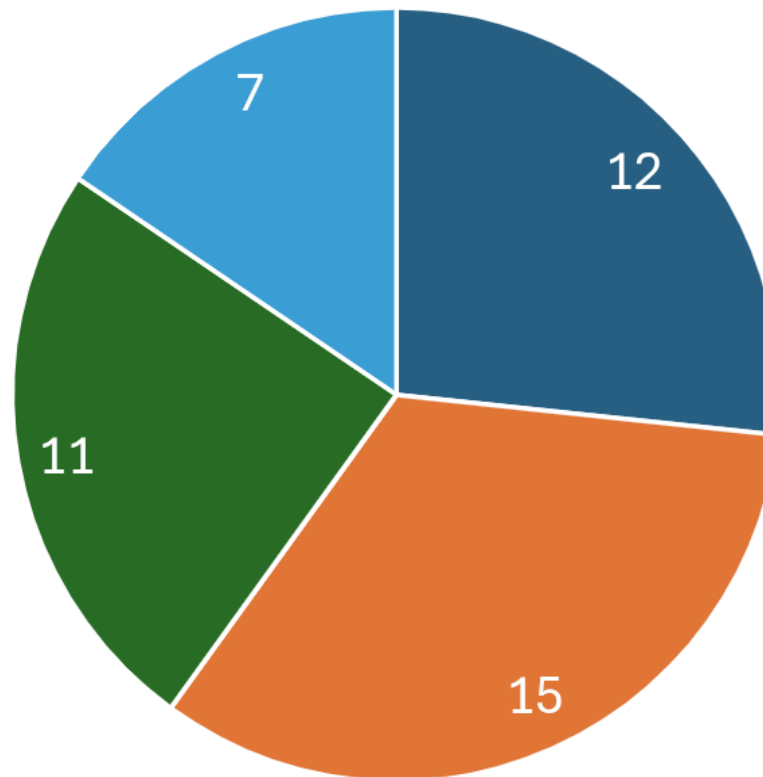
- Laboratoř Kvantových výpočtů (od září 2024)
- Zapojení do projektu ZEUS:
 - Redukce dimenzionality, využití kvantových algoritmů pro modelování komunitní energetické sítě.

Otázky vítány!!!



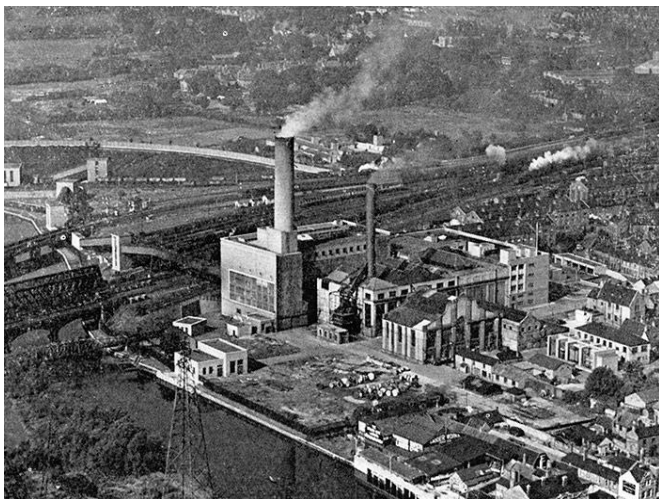
Představení účastníků

Registrační formulář k 30.10.2025



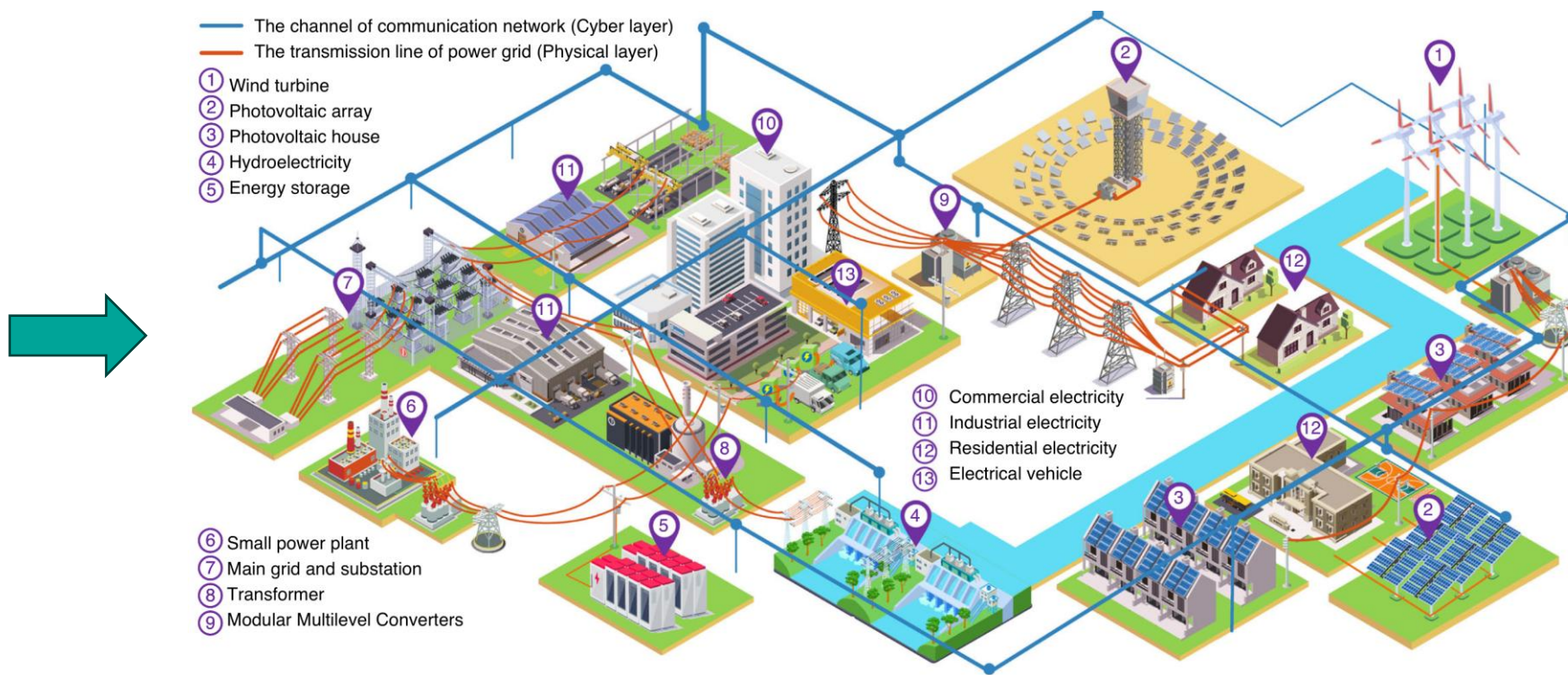
Trocha motivace

Elektrizační soustava



<https://www.peterboroughimages.co.uk/power-station-aerial-view-1950s>

Kyberneticko-fyzikální systémy v energetice



Jing, H., Wang, Y. & Li, Y. Data-driven quantum approximate optimization algorithm for power systems. *Commun Eng* 2, 12 (2023). <https://doi.org/10.1038/s44172-023-00061-8>

Typy výpočetních úloh

Kategorie	Příklad úlohy	Potenciální kvantový přístup
Optimalizace a plánování	Optimalizace toku výkonu, rozmístění zdrojů, hledání minimálních ztrát, nákladů, či optimální konfigurace sítě	Hybridní optimalizační algoritmy: QAOA, VQE
Predikce	Spotřeba, výroba z OZE, ceny energií, Analýza trendů a anomálií pomocí dat	Kvantové neuronové sítě
Simulace	Simulace toku výkonu, dynamika a stabilita sítě, simulace zapojení OZE	?
Řízení	Řízení provozu mikrosítě, dispečink bateriového úložiště, dispečink výroby	×

Základy kvantového počítání

Superpozice

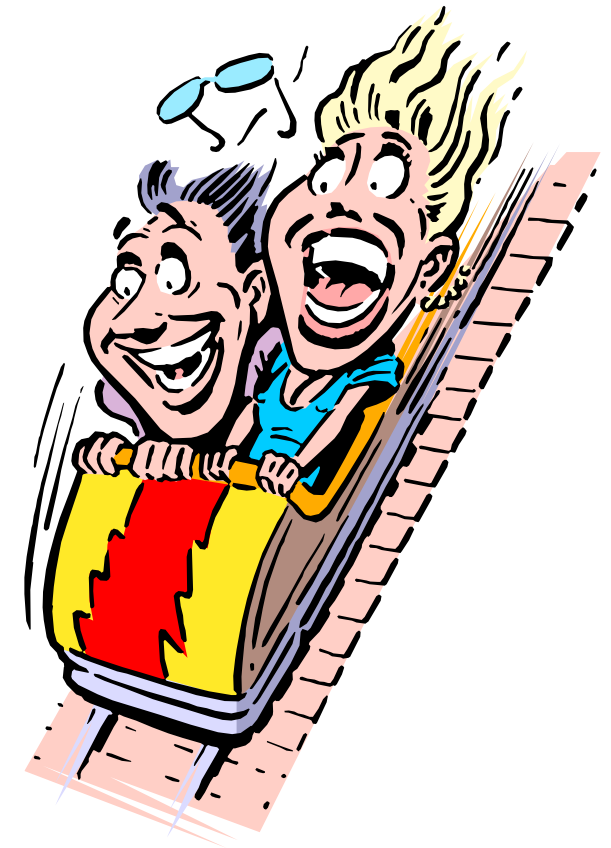
$$|\psi\rangle = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$$

$$|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$$



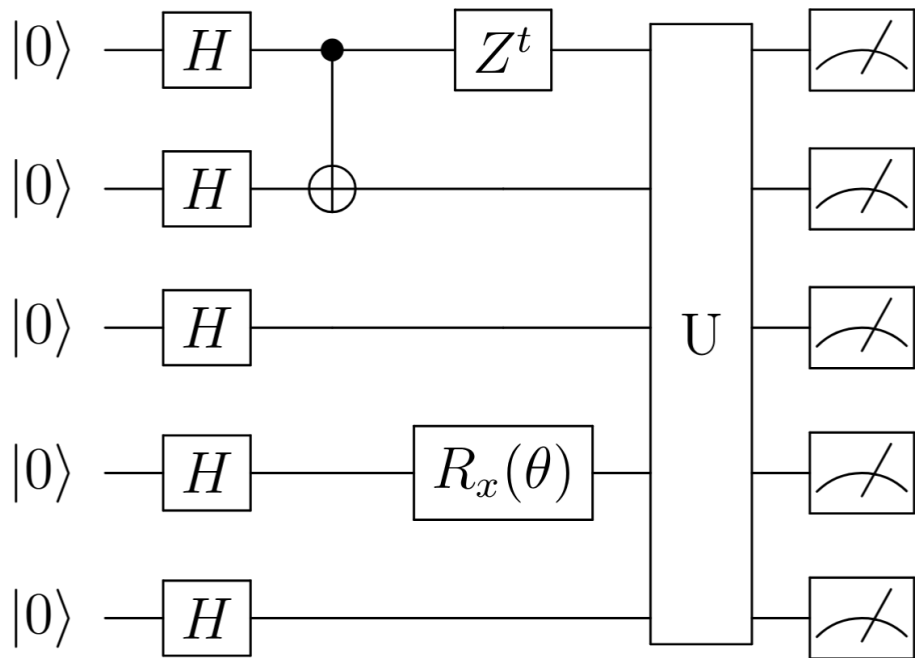
Kvantové provázání

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$$

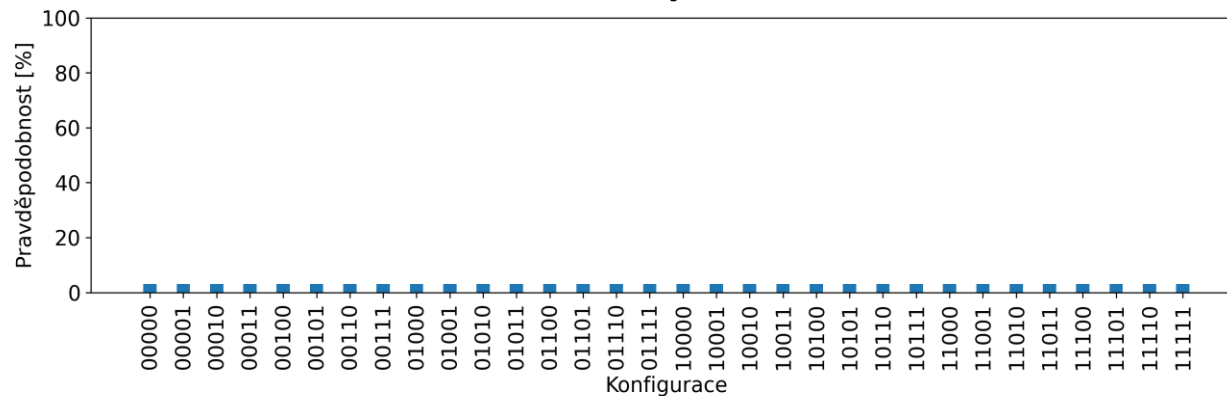


Designed by Wannapik

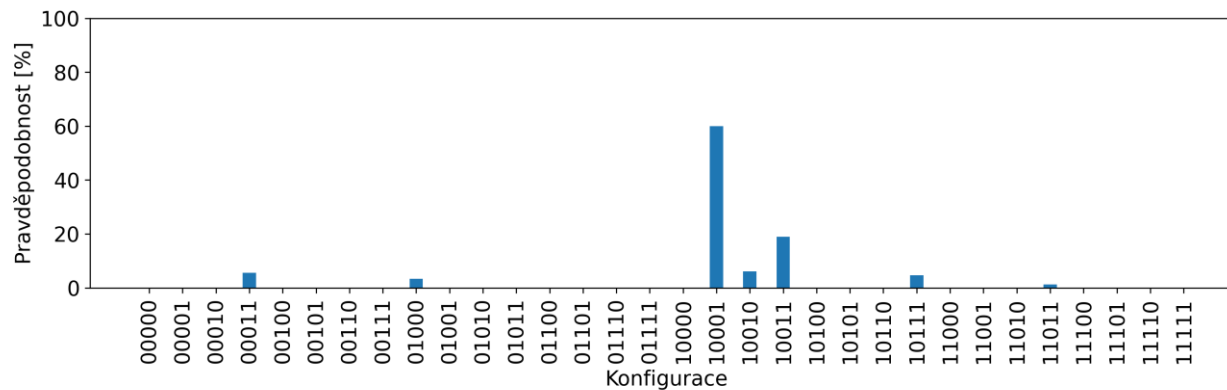
Kvantový obvod



Vstup



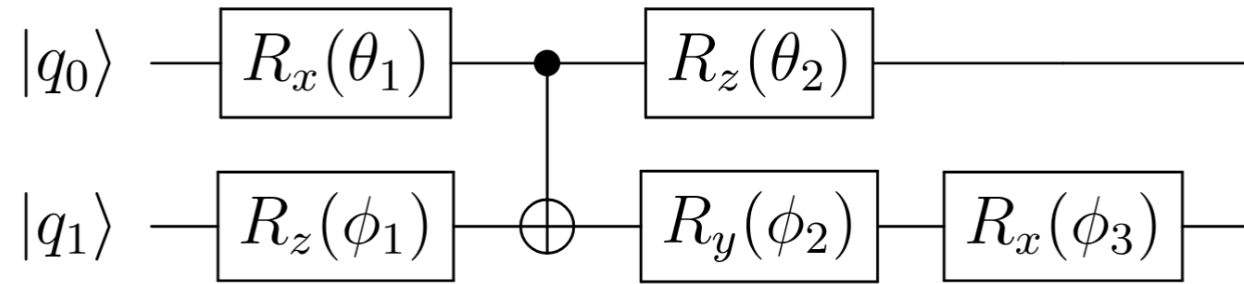
Výstup



Hybridní algoritmy

Princip fungování hybridních algoritmů:

- Kvantový obvod pro vyhodnocení účelové funkce
- Klasický optimalizátor



Variační kvantový obvod

Hybridní přístupy v aplikaci na optimalizaci energetické sítě

Cíl:

- Optimalizace topologie radiální sítě.

Metoda:

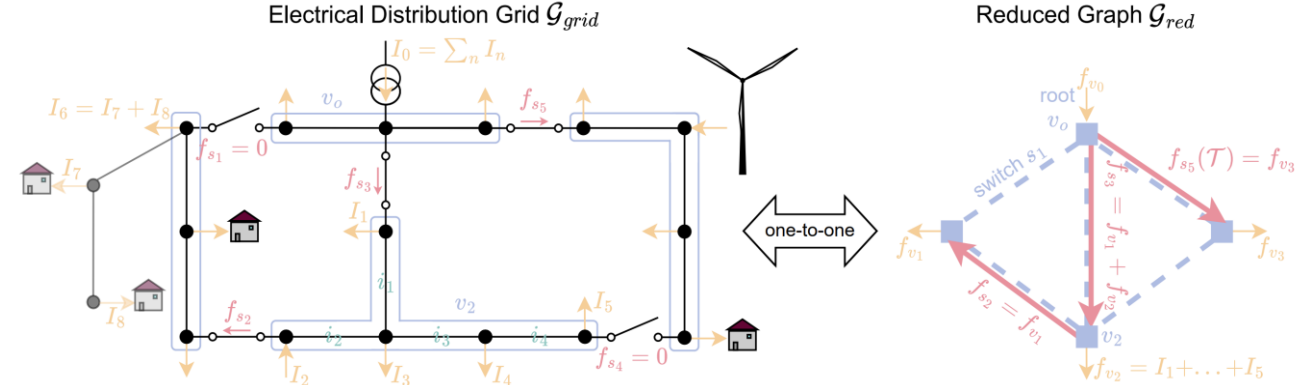
- *Quantum approximate optimization algorithm*

Parametry:

- Pouze tři uzly
- Simulátor bez šumu

Závěr:

- Efektivní zakódování struktury sítě do kvantového algoritmu
- *Proof of concept* příklad z energetiky
- Pro reálnou aplikaci je potřeba tisíce logických qubitů



[Submitted on 1 Nov 2025]

Towards Quantum Algorithms for the Optimization of Spanning Trees: The Power Distribution Grids Use Case

Carsten Hartmann, Nil Rodellas-Gràcia, Christian Wallisch, Thiemo Pesch, Frank K. Wilhelm, Dirk Witthaut, Tobias Stollenwerk, Andrea Benigni

Hybridní přístupy v aplikaci na optimalizaci energetické sítě II

Cíl:

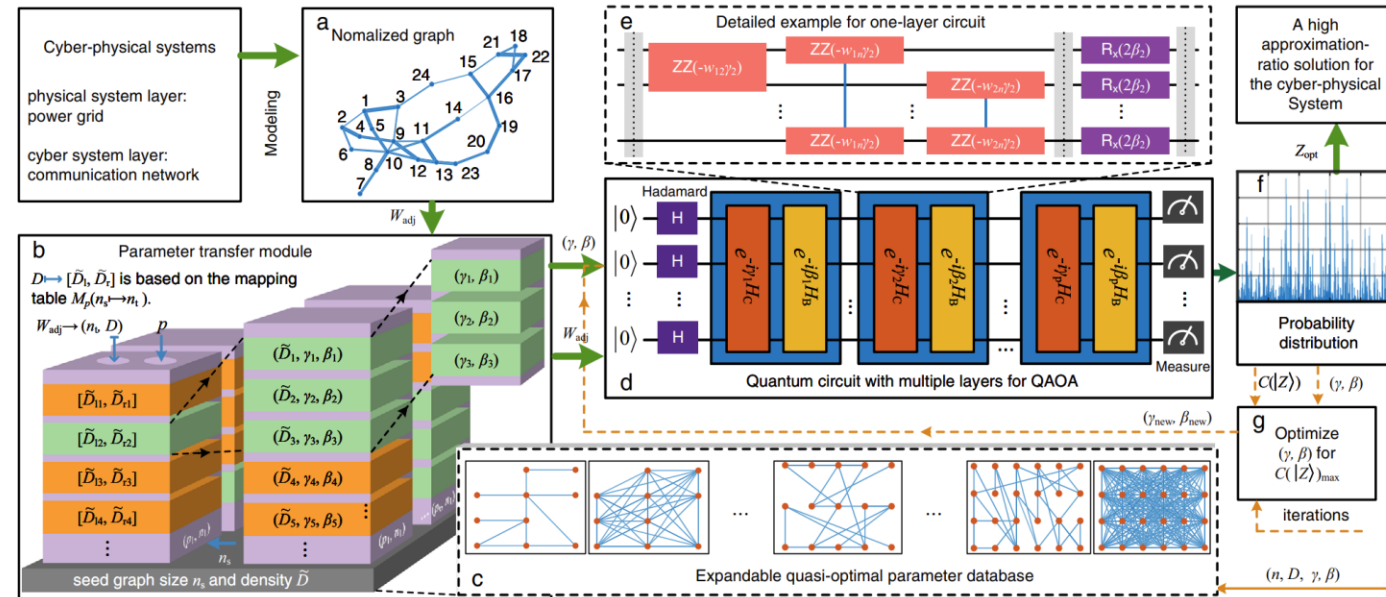
- Optimalizace odolnosti kyberneticko-fyzikálního systému

Metoda:

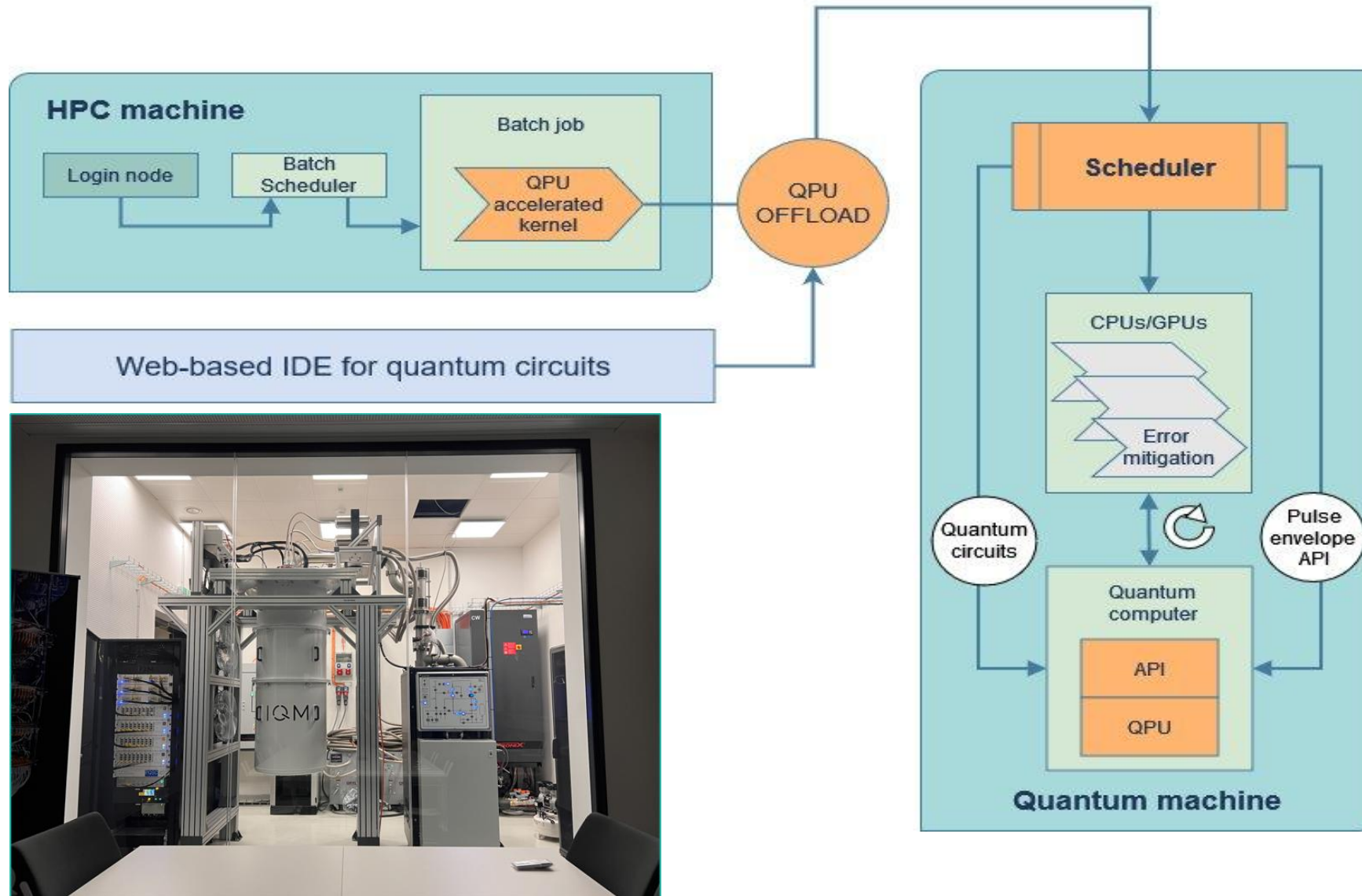
- Quantum approximate optimization algorithm* kombinovaná s metodami strojového učení

Závěr:

- Možné použití na NISQ systémech



Kombinace HPC struktur a kvantových počítačů



Závěr

- Existují kvantové analogy klasických algoritmů použitelné na současných počítačích
- **Není dokázána lepší škálovatelnost u hybridních algoritmů**
- **Škálovatelnost hybridních algoritmů nezávisí přímo na velikosti systému.**

Potenciál:

- Alternativa k dobře prozkoumaným klasickým algoritmům

Výzvy:

- Efektivní mapování problémů
- Hardwarové omezení

Děkuji za pozornost

Ing. Michal Belina, Ph.D.

Michal.belina@vsb.cz

www.vsb.cz



Aplikace umělé inteligence
a kvantového počítání v energetice

12. listopadu 2025
IT4Innovations



**Zvýšení odolnosti energetických sítí v kontextu dekarbonizace,
decentralizace a udržitelného socioekonomického rozvoje**

CZ.02.01.01/00/23_021/0008759

Operační program Jan Amos Komenský



**Spolufinancováno
Evropskou unií**

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY