# Kvantové hrozby

Ing. Ondřej Navrátil, Ph.D.
MONET+

solutions by **MONET +**


# Kryptografie

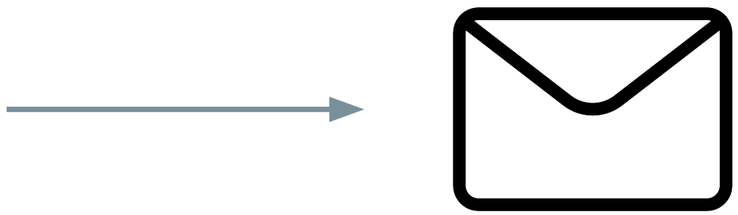
*kryptós* - skrytý
*gráphein* - psát

...co ale chceme/můžeme skrývat?

solutions by **MONET +**

# Důvěrnost

Alice



???

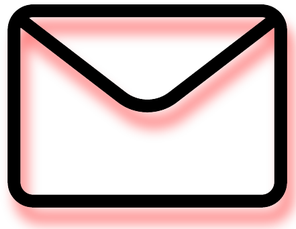
Bob

Trudy

# Integrita

Alice





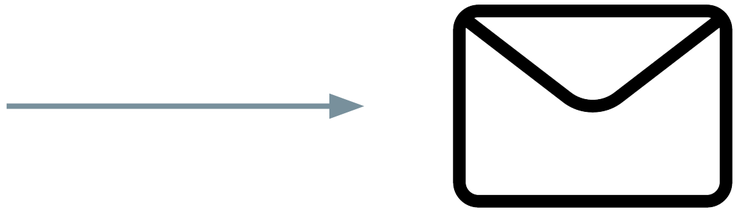
Trudy



Bob

# Autenticita

Trudy



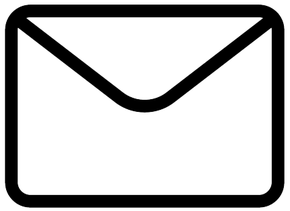
od Alice

Bob

# Nepopiratelnost

Trudy

od Trudy



Později...

Bob

**Bob:** Děkuji za dopis, Trudy!

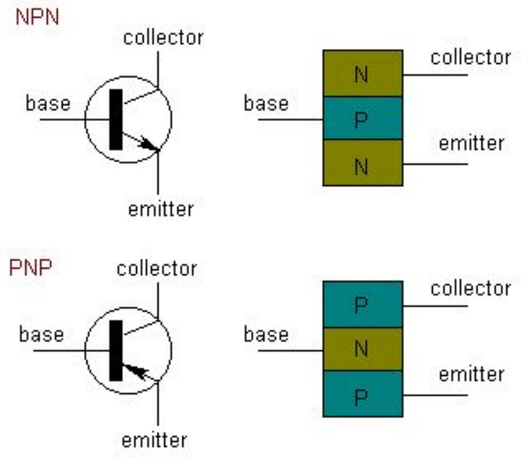
**Trudy:** Ale já nic neposlala!

# Kvantový počítač?

# Klasický počítač

| 0 | 1 |
|---|---|

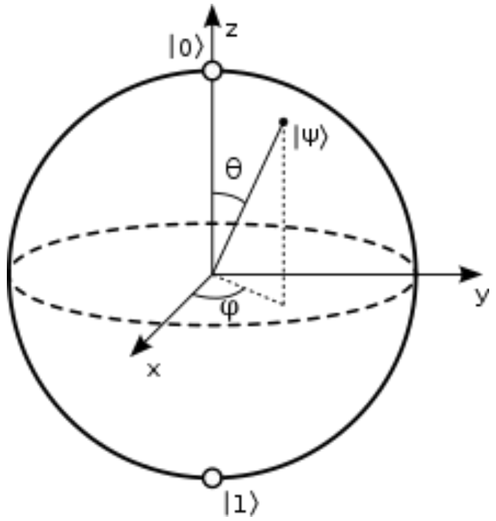
Základní
jednotkou je bit



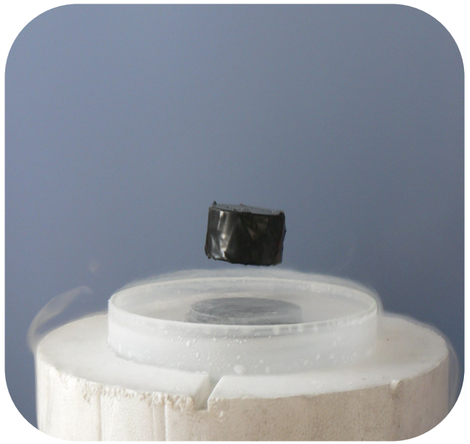

Založeny
na polovodičích

Pracují s principy
klasické fyziky
a elektrodynamiky

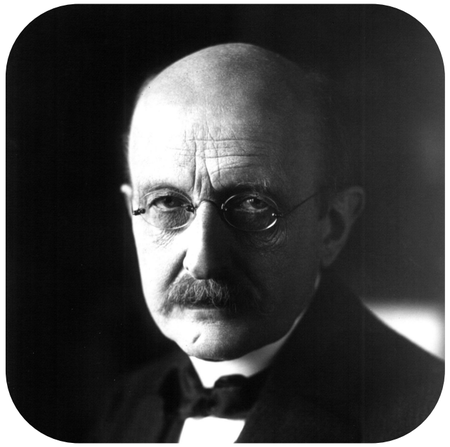
# Kvantový počítač




Základní jednotkou je qubit



Založeny na supravodičích



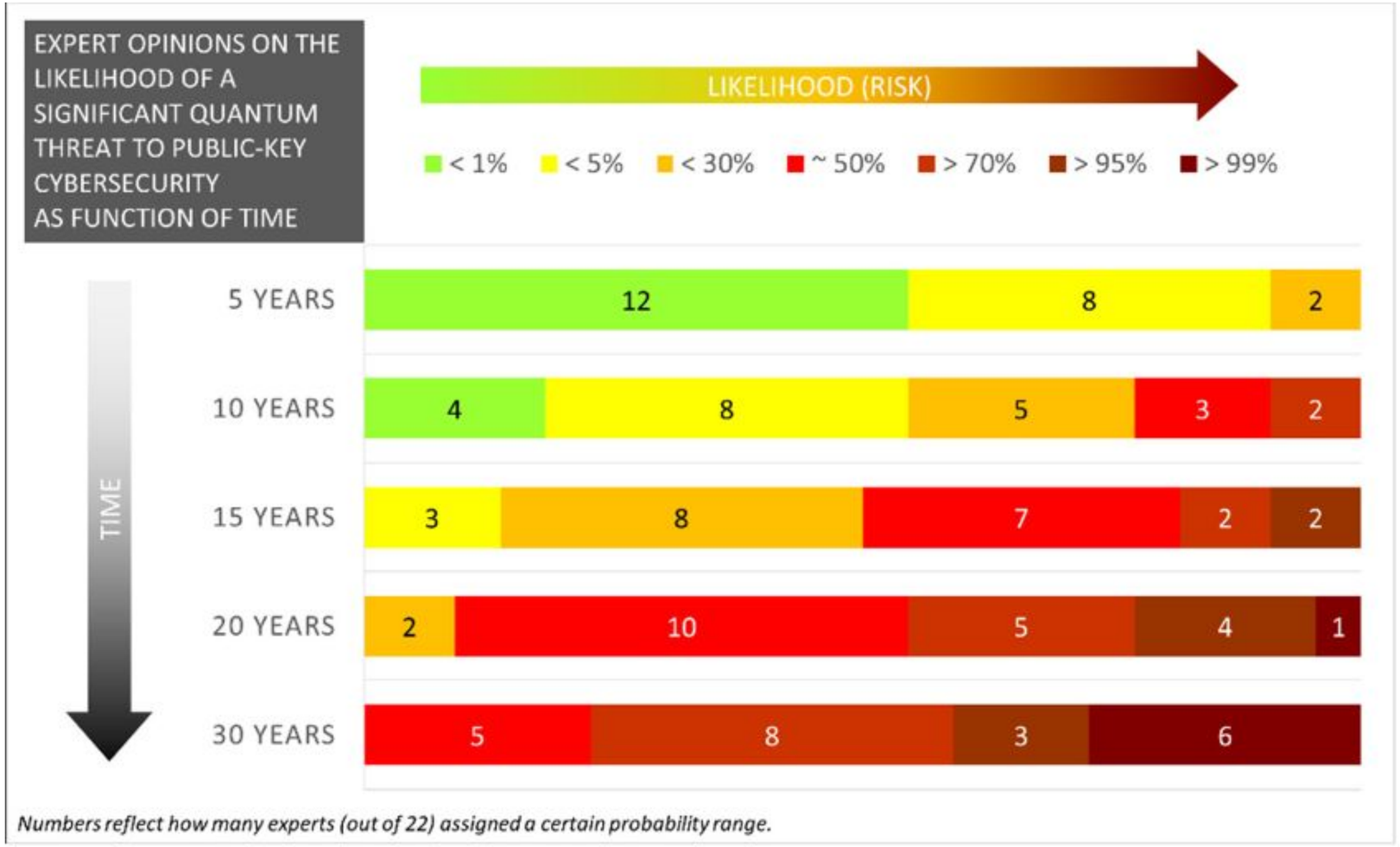
Pracují s principy kvantové mechaniky (superpozice, provázané stavy)


Doba kvantová?

# Jak vzdálená je *kvantová doba*?

- 1998 – úspěšná demonstrace
- 2007 – specializovaný počítač s 128 qubity
- 2011 – D-Wave One - komerčně dostupný ($10m)
- 2019 – Google AI Quantum - Quantum Supremacy
- 2021 – IBM Eagle (127 qubitový univerzální procesor)

# Názor expertů




Zdroj: Global Risk Institute - Quantum Threat Timeline (2019)

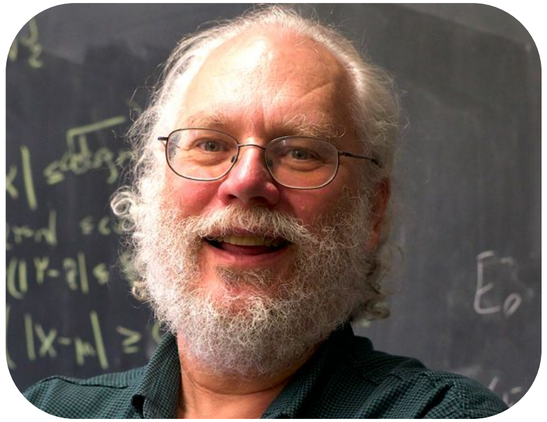
# Enigma

- 1941 - první prolomení
- 1945 - spojenci dokáží vyluštit prakticky všechny zprávy šifrované Enigmou během jednotek dní
- Němci zůstávají přesvědčeni o bezpečnosti Enigmy
- Informace zveřejněny v 70. letech


# Kvantová torpéda!

# Dopady do kryptografie (1/2)

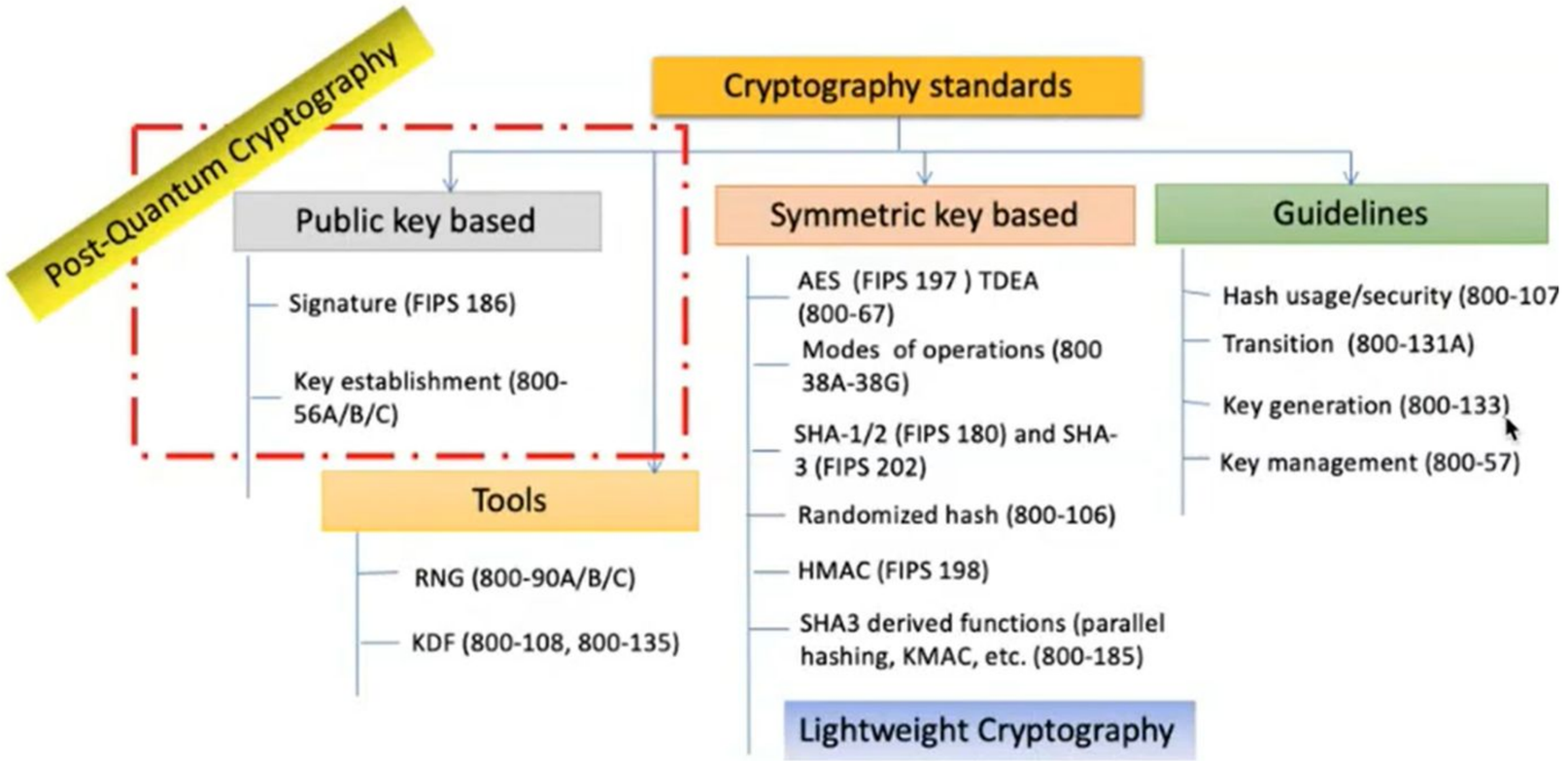
- Shorův algoritmus (1994)
  - Faktorizace přirozených čísel (RSA)
  - Diskrétní logaritmus (EC)
  - tranzitivně Diffie-Hellman výměna klíčů



- Groverův algoritmus (1996)
  - Prohledávání stavového prostoru (délky klíčů etc.)

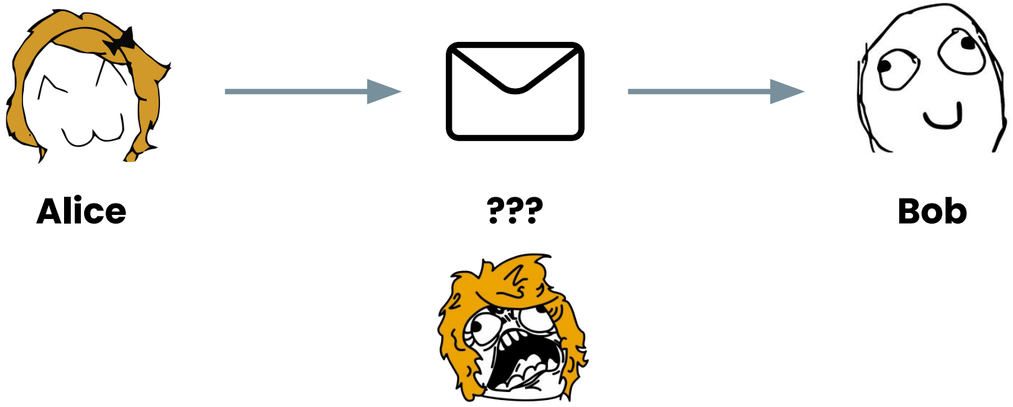
# Dopady do kryptografie (2/2)

- Důvěrnost
- Nepopiratelnost

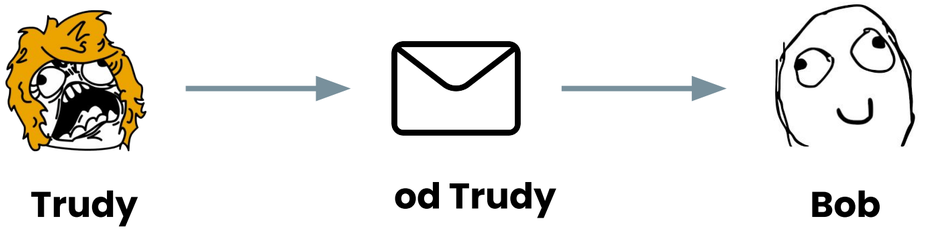


# Pro připomenutí

## Důvěrnost




## Nepopiratelnost

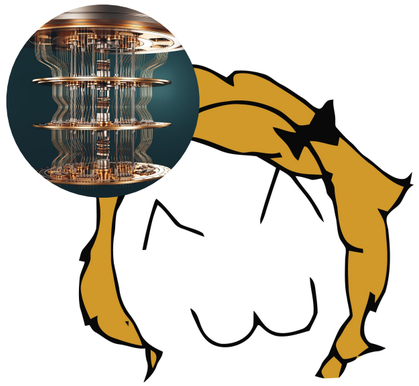



**Později...**

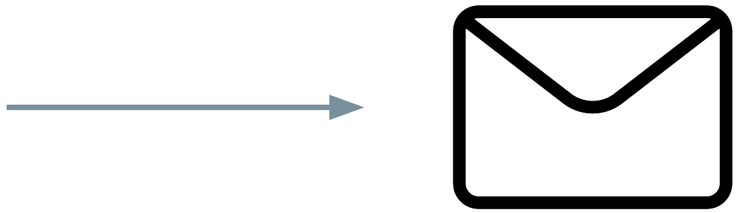
**Bob:** Děkuji za dopis, Trudy!

**Trudy:** Ale já nic neposlala!

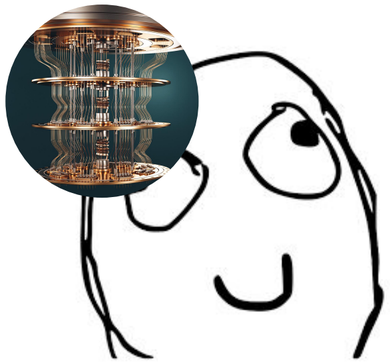
# Kvantová kryptografie



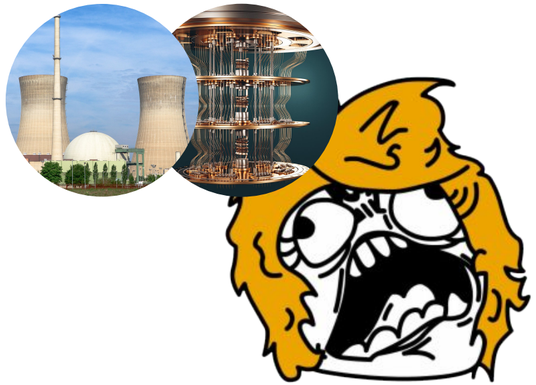
Alice



???



Bob

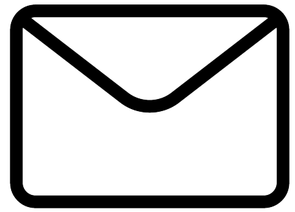


Trudy

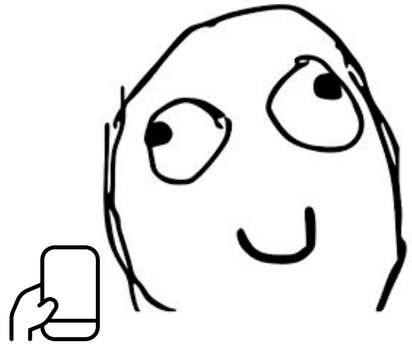

Co ted’?

# Postkvantová kryptografie

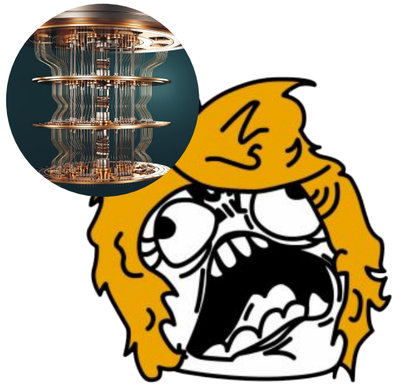
Alice



???



Bob



Trudy

# NIST soutěž

National Institute of Standards and Technology

- 2017 začátek, předpokládaný konec 2024
- Dvě kategorie - **Podpisy** a **Šifrování (ustanovení klíče)**
- Červenec 2022 - finalisté ke standardizaci:
  - Crystals-KYBER
  - Crystals-Dillithium
  - Falcon
  - SPHINCS+
- Alternativy do 4. Kola: BIKE, Classic McEliece, HQC
  - SIKE
- NIST dál aktivně hledá zejména ne-mřížkové alternativy

# ENISA

- Publikace týkající se PQC (únor 2021, aktualizováno)
- Pravděpodobně bude kopírovat NIST
- Doporučuje aplikaci hybridních schémat

# Jak na to?

- Hybridní model
- Projekty implementující kandidáty
  - Cortex M4, Open Quantum Safe
- Pracovní skupiny pro jednotlivé technologie (např. TLS)
- Migrační plány a manuály
- Problémy
  - Výpočetní a latenční overhead
  - Omezení hardware, protokolů
  - Kompatibilita, podpora
  - *Kontroverze* NIST
  - Intelectual Property

# A co dělá M+?

solutions by **MONET +**

# Aktivity MONET+

- Pilotní projekt
- Integrace PQC algoritmů pro auditní záznamy
  - Hybridní model
  - Integrace PQC knihoven
  - Bez výrazných technických limitů
  - Nutnost dlouhé retence
- Možnost rozšíření na další typy podepisovaných dat
- Čekáme na standardizaci a podporu v hardware

# Aktivity MONET+

- Sledujeme novinky a trendy, účastníme se konferencí a akcí
  - PQC Summer School
  - NIST konference
  - IACR *Crypt konference
  - Santa’s Crypto

# Aktivity MONET+

- Pravidelně pořádáme interní i veřejné přednášky
  - Czechitas
  - CyberRangers
  - Webinars, podcasts


# Děkuji!

Potřebujete vyřešit kryptografii
ve vaší organizaci?

**Kontaktujte nás.**

**www.proid.cz | info@proid.cz**