

# 1 VÝVOJOVÉ TRENDY V OBLASTI HARDWARE

## RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Současné trendy v oblasti hardware plynou z krátkodobých a dlouhodobých koncepcí předních výrobců hardware, potřeby trhu (požadavků zákazníků) a technologických inovací. Trendy lze shrnout do tří oblastí: vývoj a modifikace existujícího hardware, vývoj a inovace zařízení založených na existujících technologiích a vývoj nových technologií.

Současné tendence nelze zúžit na vývoj hardware PC, protože technologie ICT se prolínají do různých platform. Zejména v době Internetu věcí (Internet of Things, IoT) a Internetu všeho (Internet of Everything, IoE), je standardem nejen komunikace zařízení mezi sebou, ale i jejich řízení a komunikace s člověkem prostřednictvím internetu, tedy komunikace věcí, lidí a procesů. To vyžaduje sofistikované nástroje a technologie, ve své podstatě to znamená distribuci procesorů, paměti a bezdrátových technologií do komunikujících zařízení.

Předpokládané vývojové trendy v oblasti IT budou tedy směřovány především do roviny komunikací, mobility a virtuální reality, do roviny virtuálního, propojeného a komunikujícího světa.

S oblastí komunikací vyvstává i otázka, jaké technologie budou ovlivňovat funkcionalitu Internetu. Stále více se hovoří o bezpečnosti a nezávislosti. S tím souvisí i nové komunikační infrastruktury a konkurence v oblasti poskytovatelů přenosových cest.

V neposlední řadě se zvyšují požadavky na výpočetní výkon, rychlost zpracování a objem dat. V tomto smyslu dochází k vyčerpání možností stávajících technologií a zavedených principů. Dvoustavová jednotka informace (bit) se do budoucna ukazuje jako nedostatečný a možným trendem je náhrada bitu Qubitem, tedy kvantovým bitem. V této souvislosti lze hovořit o nástupu kvantových počítačů. Nelze pominout ani tendence vyvíjet technologie založené na jiných, než křemíkové bázi, například uhlíkové (nebo dokonce organické), nanotechnologie, membránové počítače apod.

---

## CÍLE KAPITOLY



Cílem kapitoly je prohloubit znalosti studentů v oblasti inovací hardware a vývojových trendů. Text studentům objasní souvislosti mezi stávajícími technologiemi, společenskými potřebami, vizemi a předpokládaným vývojem podpořeným dostupnými technologiemi. Studenti si doplní znalosti získané zejména v předmětu základy informačních technologií,

ujasní si aktuální tržní nabídku v segmentu procesorů a získají přehled o rozdílech v parametrech a výkonu. Po nastudování doporučených zdrojů se budou schopni orientovat v současné nabídce a klasifikaci procesorů. Dále se budou schopni kvalifikovaně orientovat v alternativních technologiích.



## **KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY**

Hardware, procesory, WiFi, Qubit, kvantový počítač, organický počítač.



## **ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU**

Vzhledem k obsahové náplni kapitoly, tj. novým trendům, tendencím a vizím, je probíraná problematika v tomto výukovém materiálu předkládána ve stručné formě, protože dochází k trvalému vývoji. Doporučuji proto jednotlivé okruhy dále doplňovat o aktuální informace, dostupné zejména prostřednictvím elektronických informačních zdrojů v prostředí Internetu a v prostředí Moodle. Předpokládaný čas pro zvládnutí základů kapitoly je 5 hodin, doporučený čas pro doplnění informací prostřednictvím elektronických zdrojů a Moodle je rovněž 5 hodin. Dále je vhodné věnovat 2 hodiny samostatným úkolům v prostředí Moodle.

Podle Gartneru<sup>1</sup> došlo v roce 2017 ke změně prioritní technologické oblasti vývoje z roviny hardwaru do roviny software a služeb. Analytici očekávali masivní zvýšení investic, do softwaru měly firmy po celém světě vložit o 7,2 procenta více financí, než v roce 2016, celková částka byla prognózována na 357 miliard dolarů. Investice do služeb v oblasti IT měly růst výrazněji, měly dosáhnout 943 miliard dolarů, tedy téměř o pět procent více než v roce 2016.

## **1.1 Technologické trendy v existujícím hardware**

V této podkapitole bude provedeno srovnání na základě technologických inovací prezentovaných především na veletrhu Consumer Electronics Show (CES) v Los Angeles a CES Asia 2017, tak jak byly prezentovány na elektronických portálech, především na portálu svethardware.cz. Tyto informace jsou doplněny o další technologické novinky na základě internetových obchodů, zejména pak portálu alza.cz

### **1.1.1 VÝVOJOVÉ TRENDY V OBLASTI PC**

Platforma osobních počítačů zaznamenala značné změny, pokles podílu na trhu a značnou diferenciaci. V minulosti zahrnovala tato platforma klasické stolní počítače a notebooky. Okrajově pak byly do této platformy zahrnovány serverové počítače. V současnosti je trh diferencován do široké škály produktů, počínaje chytrými telefony, přes tablety, tablet PC,

<sup>1</sup> Citováno z [https://www.tyden.cz/rubriky/veda/technologie/technologicke-trendy-pro-rok-2017\\_406901.html](https://www.tyden.cz/rubriky/veda/technologie/technologicke-trendy-pro-rok-2017_406901.html)

počítače 2v1, netbooky, notebooky, ultrabooky, chromebooky, All in One PC, mini PC až po klasické PC. Definovat, kde končí a začíná která platforma je problematické, například tablety a chytré telefony shodně dosahují úhlopříčky displeje 7 palců. Tablety stejně jako chytré telefony mohou obsahovat operační systém Android, různé tablety však mohou obsahovat rozdílné OS, např. Android, Windows apod. Tablet nemá klávesnici, 2 v 1 PC má oddělovací klávesnici, mini PC se blíží spíše segmentu průmyslových počítačů. Je problematické jednoznačně říci „toto zařízení je počítač“ a „toto zařízení není počítač“. Jak bylo uvedeno, mobilní telefon má v některých případech shodně parametry jako tablet, přesto jej za počítač nepovažujeme. V některých případech nehovoříme ani v případě některých tabletů o počítači, přestože je zřejmé, že nelze rozhodnout o tom, zda je zařízení počítačem podle toho, jaký má instalovaný operační systém či zda má klávesnici. Z tohoto pohledu je tak spíše než o počítačích PC nutno hovořit o informačních a komunikačních technologiích.

Široké spektrum ICT, které vycházejí z platformy PC, vedlo k přesunu činností dříve specifických pro PC na nová zařízení. Z tohoto důvodu byl zaznamenán pokles odbytu klasických PC. Herní systémy se přesunuly do specializovaných herních konzol a zařízení, Internet a komunikace do tabletů a mobilů, klasické PC v současnosti zůstávají spíše doménou kanceláří a z domácností jsou vytlačeny tablety a notebooky. Přese všechny předpovědi však platforma PC nekončí. Trendem je mobilita, prodej směřuje do relativně nového segmentu mini PC.

Přetrvává trend tabletů, nově se objevuje pojem tablet PC pro zařízení, které např. Alza.cz specifikuje následovně: „Tablet PC, to je snadno přenosná kombinace notebooku s Windows a tabletu. Jsou menší, ale výkonnostně srovnatelné se standardními notebooky. Můžete na nich psát a pracovat jako na notebooku, ale i hrát hry jako na tabletu. Lze je ovládat myší a touchpadem nebo dotyky na displeji. Tablet PC jsou zařízení vhodná na cesty a častý přesun mezi kancelářemi či klienty. Vyznačují se dotykovou obrazovkou a dlouhou výdrží na baterii. Jako multimediální centrum umí komunikovat s další chytrou elektronikou. A v případě vypojení nebo překlopení klávesnice se změní v zařízení vhodné pro zábavu například na gauči“<sup>2</sup>.

**Tablet PC**

Na CES 2016 se projevil trend nástupu mini PC založených na procesorech Intel, do té doby dominantní mini PC s OS Android jsou postupně vytlačovány mini PC s OS Windows 10. Cenové relace zařízení osazených procesory ARM se pohybují od hranice 1000 Kč, při osazení procesory Intel Atom se pohybují v cenové relaci od 3000 Kč.

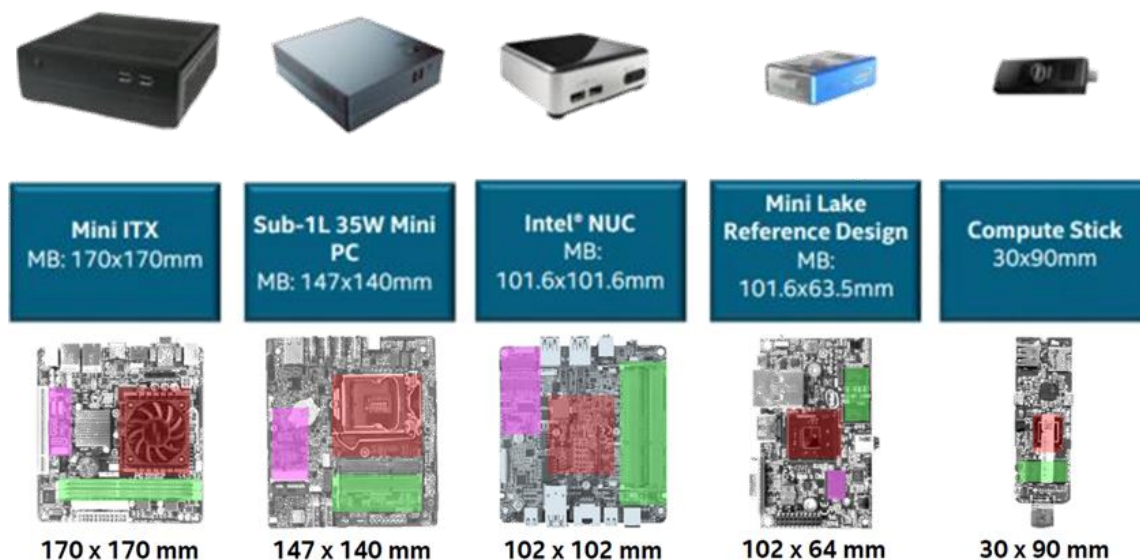
**Mini PC**

ASUS VivoStick PC TS10-B006D
------------------------------

<sup>2</sup> Citováno z <https://www.alza.cz/notebooky/dle-vyuziti/tablet-pc/18848493.htm>



V současnosti (od roku 2015) je prosazována koncepce Intelu stanovující 5 základních rozměrů počítačů mini PC.



Obrázek 1 Rozměry a základní desky pro mini PC






## PRO ZÁJEMCE

Přehled rozměrů základních desek počítačů řady mini PC a technických parametrů je dostupný např. na <http://www.10stripe.com/featured/form/atx.php>, dále na <https://www.cnews.cz/intel-chce-pet-typu-mini-pc-predvedl-standard-sub-1l-pro-14-x-14-cm-desky/> nebo na <https://liliputing.com/2015/04/intel-mini-pcs-getting-smaller-cheaper.html>

Nepotvrdil se trend pro kombinaci mini PC s mikro dataprojektory (především z důvodu malé rozlišovací schopnosti), stávající zařízení jsou spíše navržena pro připojení na TV přijímač, resp. klasický displej. V budoucnosti lze předpokládat i zobrazování prostřednictvím

skládacího, resp. pružného displeje. V blízké budoucnosti lze však pružné displeje očekávat spíše v segmentu tabletů a mobilních telefonů.

Nepotvrdili se ani tendence používání virtuálních klávesnic, není nadále zřejmý ani trend skládacích klávesnic, částečně je zřejmý návrat klávesnic Bluetooth, v minulosti vytlačených bezdrátovými klávesnicemi 2,4 Ghz.

Mini Projector, iXunGo DLP Pico Video Projector	
	<p>Native resolution 854*480 (support 1920*1080), DLP technology brighter than HD LCD projector with 2,000 Lumens. Support 1080P HDMI IN &amp; WiFi Wireless Connectivity with 120" Display in Portable Size for Home Entertainment &amp; Business Presentation</p>
<p>Dostupné z: <a href="https://www.amazon.com/dp/B076GKG265/ref=sspa_dk_detail_0?psc=1">https://www.amazon.com/dp/B076GKG265/ref=sspa_dk_detail_0?psc=1</a></p>	
Lenovo ukázalo budoucnost: ohebný telefon a skládací tablet	
	<p>Ohebný telefon Lenovo Cplus (vlevo). První vizí je ohebný smartphone. V „normálním“ stavu působí jako kterýkoliv jiný telefon, snad kromě toho, že je užší a protáhlejší. To má však své opodstatnění. Zařízení lze totiž ohnout přes zápěstí a nosit jako náramek Vpravo je ukázka ohybného displeje</p>
<p>Dostupné z <a href="https://mobilizujeme.cz/clanky/lenovo-ukazalo-budoucnost-ohebny-telefon-a-skladaci-tablet">https://mobilizujeme.cz/clanky/lenovo-ukazalo-budoucnost-ohebny-telefon-a-skladaci-tablet</a></p>	
Ukázka skládací klávesnice	
	<p>Skládací Bluetooth klávesnice Mini, dobíjecí přenosná, BT bezdrátová skládací s dotykovým panelem pro tablety Samsung, IOS, PC</p>
<p>Dostupné z <a href="https://www.lightinthebox.com/cz/prenosny-dvakrat-skladaci-bluetooth-klavesnice-bt-bezdratova-skladaci-klavesnice-touchpad-pro-ios-android-windows-tablet_p6063278.html?prm=1.3.5.0">https://www.lightinthebox.com/cz/prenosny-dvakrat-skladaci-bluetooth-klavesnice-bt-bezdratova-skladaci-klavesnice-touchpad-pro-ios-android-windows-tablet_p6063278.html?prm=1.3.5.0</a></p>	

### Projekční klávesnice



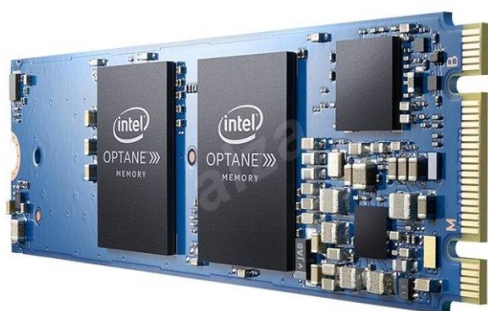
Laserová klávesnice EPIC Laser Keyboard (vlevo), s integrovanou myší. Laser této klávesnice promítá na stole a obraz je zcela plochý.  
Laserová klávesnice LK200S (vpravo), hmotnost 150 gramů, rozměry zařízení jsou 7 x 4,7 x 11,8 cm.

Dostupné z <http://www.kancelarske-služby.cz/laserova-klavesnice-k-tabletum-epic-laser-keyboard-eng> a <https://dotekomanie.cz/2016/02/laserova-klavesnice-recenze/>

**Intel  
Optane**

V souvislosti s nástupem mini PC je nutné se zmínit o Intel Optane. Jedná se o SSD ve formátu přídatné karty do slotu PCI Express 3.0 ×4 nebo ve formátu U.2, resp. M.2. (blíže např. na <https://www.svethardware.cz/intel-uvadi-optane-pro-akceleraci-beznych-pc/44168>)

### Intel Optane Memory 16GB M.2 80MM



SSD disk rozhraní M.2, PCIe NVMe 3.0 x2, čtení až 900MB/s, zápis až 145MB/s, 22x80mm, kompatibilní s čipsety B250/H270/ Z270 + Kaby Lake Core CPU 7. generace

Dostupné na <https://www.alza.cz/intel-optane-ram-16gb-d4845364.htm>

Tato paměť není SSD diskem, jedná se spíše o cacheovací paměť která určitým způsobem kapacitně nahrazuje operační paměť. Nejedná se však o klasickou RAM, která je volatilní, (po vypnutí či restartu PC ztratí veškerá data). Intel Optane Memory není volatilní, uložená data v ní zůstávají i po ztrátě napětí. Je osazena paměťovými čipy s technologií 3D Xpoint. Tato paměť je určena především pro kombinaci s klasickým HDD diskem. Je určena především pro systémy s procesory Kaby Lake a novějšími řad Core i3, i5 a i7.



### PRO ZÁJEMCE

Recenze, srovnání výkonu a testy lze nalézt např. na stránkách Alza.cz, <https://www.alza.cz/intel-optane-revolucni-ssd>.

Blíže o technologii a NAND pamětech a technologii 3D Xpoint lze nalézt např., na <https://pctuning.tyden.cz/hardware/disky-cd-dvd-br/47047-intel-optane-32-gb-v-testu-zrychlete-stary-disk-az-petkrat>

---

## 1.1.2 TRENDY A INOVACE V SEGMENTU PROCESORŮ

Jak bylo zmíněno, důležitým trendem ve vývoji IT je mobilita, s ní souvisí i nízká energetická náročnost. Zvyšování výkonu procesorů směřuje do segmentu nízkoenergetického hardware, zejména v kontextu IoE pak také do výkonných serverových aplikací umělé inteligence a cloudového prostředí.

Předními výrobci procesorů ARM jsou Broadcom a Qualcomm, které v současnosti jednají o sloučení. Většina mobilních zařízení, tabletů či mobilů, je vybavena těmito procesory. V současnosti jsou však vyvíjeny i vysoce výkonně procesory ARM určeny právě pro cloudové služby nebo pro servery. Procesory ARM dokonce směřují i do segmentu superpočítačů. Společnost Cray, přední výrobce superpočítačů, plánuje tvořit nové superpočítače na architektuře ARMv8 (64bit), na speciálně upravených jádrech na 14nm výrobní technologii, využívající procesory ThunderX2. Měly by obsahovat 54 procesorových jader pracujících na 3 GHz, šesti kanálový řadič pro paměti DDR4.

*Procesory  
ARM t*

V současnosti uvedl na trh Qualcomm procesor Centriq 2400, vyráběný 10nm technologií. Je osazen 18 miliardami tranzistorů na ploše menší než 400 mm<sup>2</sup>. Je tvořen celkem 48 vysoce výkonnými 64bitovými jedno vláknovými jádry ARM (ArmV8-A), která budou pracovat na 2,3 až 2,6 GHz. Qualcomm uvádí, že tato jádra jsou propojena obousměrnou segmentovanou kruhovou sběrnici, která pracuje s celkovou propustností 250 GB/s, K dispozici bude 512 kB L2 cache, která bude sdílená páry jader a 60 MB L3 cache pro všechna jádra. Systémová paměť může být až 768 GB. K dispozici je šesti kanálový paměťový řadič pro DDR4 a 32 linek PCIe 3.0.

Zajímavým trendem může být i kombinace různých jader na jednom čipu. Firma MediaTek uvedla mobilní procesor Helio X30 vyrobený 10nm technologií, který má dvě jádra Cortex-A73 pracující až na frekvenci 2,8 GHz, čtyři jádra Cortex-A53 na 2,2 GHz a čtyři jádra Cortex-A35 s maximem na 2 GHz. Dohromady 10 jader dokáže podle potřeby regulovat výkon a spotřebu použitím vhodné kombinace jader.

Procesory Intel Atom byly v minulosti levné, nízkoenergetické procesory pro mobilní zařízení s malými nároky na výkon. V současnosti přichází na trh řada C3000, která je tvořena v současnosti 20 typy, určenými pro IoE, pro síťová úložiště a sítě obecně a pro servery a cloudová úložiště, obdobně jako nové modely ARM. Hlavním důvodem uvedení nové řady Atomů je zejména nutnost konkurenčního produktu k procesorům ARM ve výpočetně náročnějším prostředí s nízkými nároky na spotřebu.

*Intel Atom*

Všechny procesory jsou vyráběné 14nm technologií (architektura Goldmont), mohou obsahovat 16 procesorových jader a podporují ECC paměti. Je podporováno až 256 GB operační paměti DDR4 v dvoukanálovém zapojení. SoC podle verze disponuje podporou ethernetu s rychlostí 4 x 2,5 GbE až 4 x 10 GbE od Intelu, integrována je podpora virtualizace Intel VT, podpora SATA 6 Gb/s, USB 3.0 a eMMC. Čipy pro IoT mají teplotní toleranci v rozmezí -40 až +85 stupňů Celsia.

Modely určené pro síťové nasazení a IoT mají integrovaný systém hardwarového šifrování pomocí Intel QuickAssist s rychlostí až 20 Gb/s.

Nejnižší model Intel Atom C3308 má 2 jádra na frekvenci 1,6 GHz a je určený pro IoT, čemuž odpovídá TDP 9,5 W. Cenová relace se pohybuje do 1000 Kč.

Nejvýkonnější modely C3958 a C3955 pro serverové a síťové nasazení disponují 16 jádry, mají frekvenci 2 GHz a 2,1 GHz, TDP je 31 W, respektive 32 W. Cenová relace modelů je do 15000 Kč.



## PRO ZÁJEMCE

Bližší informace lze dohledat např. na <https://www.svethardware.cz/cray-si-vybral-arm-protok-na-trhu-superpocitacu/45518> nebo na <https://www.svethardware.cz/qualcomm-uvvedl-na-trh-10nm-centriq-2400-s-18-miliardami-tranzistoru/45484>.

Informace k procesorům Atom jsou dostupné na <https://www.zive.cz/clanky/intel-predstavil-20-novych-procesoru-rady-atom-maji-az-16-jader/sc-3-a-189104/default.aspx>

Aktuální přehled desktopových procesorů lze dohledat na <https://www.mapujevirtuálníobjekty.cz/prehled-desktopovych-procesoru/22566>.

Informace o 9. generaci Intel Core a osmijádrovém Core i7-9700K lze dohledat např. na <https://www.svethardware.cz/rysuje-se-9-generace-core-s-osmijadrovym-core-i7-9700k/45598>

Bližší informace vztahující se ke značení procesorů jsou např. na <https://www.zive.cz/clanky/nevyznate-se-ve-znaceni-procesoru-intelu-tady-mate-tahak/sc-3-a-186152/default.aspx>

---



## 1.2 Vývoj a inovace zařízení založených na existujících technologiích

Podle prezentovaných aplikací a hardware na CES 2016 lze vývoj a inovaci nových zařízení, vycházejících z existujících technologií vztáhnout k IoT a posunout do roviny, kdy existuje teoretická možnost udělat chytré zařízení z čehokoli, na CES bylo předváděno například chytré zrcadlo, které zobrazí zprávy, počasí či maily nebo chytré lžičky, počítající kalorie. IoT se posouvá k praktické platformě chytrých domovů a měst.

Vývoj IoT a IoE podle americké výzkumné firmy Gartner<sup>3</sup>, má v roce 2017 jednoho společného jmenovatele, vytváření takzvané inteligentní digitální sítě (intelligent digital mesh). „Jde v podstatě o podobný systém, jaký vidíme v dnešních populárních "chytrých domácnostech", jen ještě povýšený na vyšší úroveň - přístroje všeho druhu budou ještě více než dnes propojeny v obřích síťových systémech, v nichž spolu budou samostatně komunikovat a vzájemně se řídit. To samozřejmě klade velké nároky jak na umělou inteligenci a prostupnost sítí, tak třeba na platební či komunikační systémy. A v neposlední řadě též na zabezpečení“.

*Inteligentní  
i digitální  
sítě*

V rámci posunu IoT k IoE nebude v budoucnu docházet pouze ke k propojení věcí, procesů a lidí, předpokládá se implementace umělé inteligence a s tím spojená schopnost přístrojů se učit, a to i v oblasti softwarové kooperace, např. Google i Microsoft vybavují pokročilými systémy umělé inteligence své cloudové služby. Dále by v rámci IoE měly větší roli začít hrát virtuální asistenční služby a virtuální umělá inteligence (prozatím např. ve formě hlasových asistentů jako Siri a Cortana).

Samostatnou vizí související nejen s IoE je vytváření digitálních kopií, v praxi formou softwarových klonů skutečných přístrojů, které mohou analyzovat a napodobit chování techniky v reálném světě. Tyto technologie předurčují (např. v souvislosti s projektem Microsoft HoloLens) další formu IoE, a to virtuálního IoE, který nejen propojuje věci, procesy a osoby, ale rovněž umělou inteligenci a virtuální objekty.

*Softwarové  
klony*

### 1.2.1 KOMUNIKACE PRO PODPORU IoT, IoE

V souvislosti s IoT a IoE tedy vyvstává nutnost kvalitnějších komunikačních kanálů, zejména zvyšování rychlosti bezdrátových technologií a vytváření alternativních páteřních cest.

V segmentu bezdrátových komunikací došlo k rozšíření standardu IEEE 802.11, což je standard pro Wi-Fi s dalšími doplňky pro lokální bezdrátové sítě (Wireless LAN, WLAN) vyvíjený 11. pracovní skupinou IEEE LAN/MAN standardizační komise (IEEE 802). Standard 802.11ac zavedený v roce 2013 a uvedený do praxe v roce 2014 využívá pásma 2,4 GHz a 5

*802.11 ac*

*802.11 ad*


<sup>3</sup> Převzato z [https://www.tyden.cz/rubriky/veda/technologie/technologicke-trendy-pro-rok-2017\\_406901.html](https://www.tyden.cz/rubriky/veda/technologie/technologicke-trendy-pro-rok-2017_406901.html)

GHz. V současnosti dochází k implementaci standardu 802.11ad, který dále pásma rozšiřuje o pásmo 60 GHz. Zejména IoE však bude vyžadovat další, nové standardy.

Standard	Rok vydání	Pásmo [GHz]	Maximální rychlost [Mbit/s]
původní IEEE 802.11	1997	2,4	2
IEEE 802.11a	1999	5	54
IEEE 802.11b	1999	2,4	11
IEEE 802.11g	2003	2,4	54
IEEE 802.11n	2009	2,4 nebo 5	600
IEEE 802.11y	2008	3,7	54
IEEE 802.11ac	2013	2,4 a 5	1000
IEEE 802.11ad	2012	2,4, 5 a 60	7000

### Obrázek 2 Standardy 802.11x

Na trhu se v současnosti již objevují zařízení, umožňující komunikaci standardem 802.11ad, například Alza.cz nabízí router TP-LINK Talon AD7200, jehož teoretická datová propustnost je 7,133 Gb/s, především díky využití pásma 60 GHz, v němž přenáší až 4,6 Gb/s.

Router TP-LINK Talon AD7200	
	<p>WiFi router 802.11a/b/g/n/ac/ad až 7200Mbps, Tri-Band (2.4GHz 800Mbps + 5 GHz 1733Mbps + 60GHz 4600Mbps), 8x pevná anténa + 1x interní anténa, 3x USB 3.0, 1x GWAN, 4x GLAN</p> <p>Router TP-LINK Talon AD7200 umožňuje poskytovat silné a stabilní 5GHz a 2.4GHz WiFi připojení. Disponuje 32 anténami zformovaných do speciálního anténního pole pásma 60GHz, které zajišťují koncentraci WiFi signálů</p>
Dostupné z <a href="https://www.alza.cz/tp-link-talon-ad7200-d4691965.htm?o=5">https://www.alza.cz/tp-link-talon-ad7200-d4691965.htm?o=5</a>	

Ještě většího význam mají technologie související s páteří infrastruktury. Zejména je nutné vytvářet alternativní a nezávislé páteří sítě.

**Projekt  
Starlink**

Společnost SpaceX si zaregistrovala značku Starlink, bude se jednat o vytvoření celosvětové internetové sítě, zajišťované prostřednictvím satelitů. Celosvětová internetová satelitní síť má být realizována prostřednictvím 4425 satelitů na nízké orbitě, a to celkem v 83 výškových vrstvách mezi 1110 a 1325 km nad zemí, systém má být dokončen v roce 2024. Satelity budou spojeny se tzv. základnami, budou tvořit páteř pro komunikaci, zatímco koncoví zákazníci se

budou připojovat právě prostřednictvím základen. Na rozdíl od jiných satelitních sítí pro přístup k Internetu má mít Starlink zpoždění pouze okolo 25 ms a propustnost do jednoho gigabitu.

## PRO ZÁJEMCE



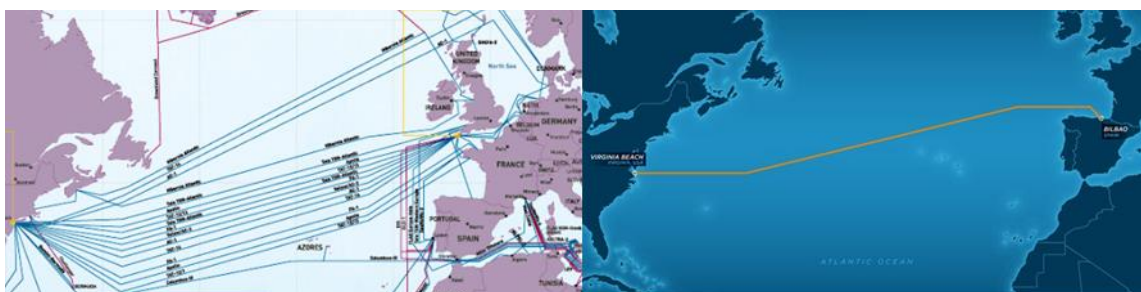
Oblast komunikací lze nalézt např. na <https://www.svethardware.cz/spacex-za-dva-roky-vypusti-prvni-z-4425-internetovych-satelitu/44380>, dále pak na <https://www.svethardware.cz/celosvetova-satelitni-sit-spacex-bude-mozna-znama-jako-starlink/45209>.

Informace o podmořských kabelech jsou dostupné např. na <https://www.svethardware.cz/microsoft-a-facebook-uz-maji-nejrychlejsi-podmorsky-kabel/45237> a [https://technet.idnes.cz/google-podmorsky-kabel-internet-dah-/kratke-zpravy.aspx?c=A160630\\_150254\\_tec-kratke-zpravy\\_dvz](https://technet.idnes.cz/google-podmorsky-kabel-internet-dah-/kratke-zpravy.aspx?c=A160630_150254_tec-kratke-zpravy_dvz)

S alternativní infrastrukturou souvisí i zvýšení propustnosti stávající infrastruktury, zejména pak nutnost posílení páteřních podmořských kabelů. Otázka propustnosti úzce souvisí i s bezpečností, např. v roce 2012 způsobil značné škody na infrastruktuře na východním pobřeží USA hurikán Sandy, především v New Jersey a New Yorku, kde ústí převážná část transatlantických kabelů. Došlo k narušení komunikace mezi celou Severní Amerikou a Evropou a značnému omezení přenosu dat.

Společnosti Microsoft, Facebook a Telxius dokončily propojení mezi španělským Bilbaem a Virginia Beach kabelem Marea, 6600 kilometrů dlouhým, v hloubce až 5,2 kilometrů. V současnosti se jedná o kabel s nejvyšší datovou propustností propojující Spojené státy a Evropou. Marea dokáže přenést 160 Tb dat za sekundu, nevede obvyklými místy jako jiné kabely propojující Evropu s USA a plní současně funkci zálohy pro internetové spojení s USA. Marea posiluje stávající komunikaci a propustnost mezi USA, Evropou i Afrikou. (V současnosti mezi USA a Evropou proteče o 55 % více dat než prostřednictvím pacifických linek a o 40 % více dat než prostřednictvím latinskoamerických).

*Projekt  
Marea*



**Obrázek 3 Podmořský kabel Marea (vpravo) a část zbývajících kabelů (vlevo)**

Vzhledem ke společnostem podílejícím se na projektu Marea lze soudit, že tyto společnosti mají v úmyslu posilovat služby související s cloudovými službami a sociálními sítěmi, u

Microsoftu lze předpokládat očekávání nárůstu počtu uživatelů Bing, Office 365, Skype, Xbox Live či Microsoft Azure a s tím související vyšší nároky uživatelů na přenosová data spojená s cloudovými službami, kabel Marea má tak pomoci uspokojit budoucí poptávku. Kabel bude provozovat firma Telxius, která patří do španělské telekomunikační skupiny Telefónica,

**Kabel  
Google**

Obdobně firma Google společně s pěti asijskými firmami provozuje od roku 2016 kabelovou síť mezi USA a Japonskem o kapacitě 60 Tb dat za sekundu prostřednictvím šesti párů optických vláken. Výstavba byla ohlášena v srpnu 2014, vývoj a financování zajišťovalo konsorcium FASTER, složené z šesti společností včetně Googlu. Cena projektu se pohybovala okolo 300 milionů dolarů, délka z amerického Oregonu k Japonsku je 9000 km.

Z těchto informací je rozeznatelné riziko monopolizace Internetu a rozdělení majoritní komunikace mezi malý počet významných komunikačních hráčů, což by vedlo ke zvýšení rizika a možnosti „vypnutí“ Internetu, resp. možnosti cíleného snížení propustnosti Internetu.

## 1.2.2 ROZŠÍŘENÁ A VIRTUÁLNÍ REALITA

**Virtuální  
realita (VR)**

Jedním z fenoménů současnosti je virtuální realita (VR), která nahrazuje vjemy z okolí novými. Vidíme jiný svět kolem sebe, slyšíme jeho zvuky a jsme vytrženi z opravdové reality. Ve většině případů se nejedná o nové technologie, ale spíše o využití možností výpočetního výkonu stávajících počítačů, bezdrátových technologií a Internetových technologií. VR bývá realizována pomocí headsetu a hardwarově výkonného PC nebo herní konzole PlayStation 4.

Cílem VR je prezentovat fiktivní digitální svět v pokročilé simulaci včetně snímání vašeho pohybu. Základem VR jsou tedy speciální brýle (headset s displeji, které pro každé oko zvlášť promítají obraz), které detekují polohu hlavy a zabezpečují prezentaci stereoskopického obrazu (pomocí dvou malých obrazovek, resp. dvou výřezů obrazu). Obraz bývá doplněn prostorovým zvukem, v současnosti jsou ve vývoji prostředky pro realizaci dalších vjemů, např. oblek s elektromagnetickými impulsy. Iluzi přenesení do virtuálního světa umocňují další senzory, které snímají pohyb hlavy a údaje v reálném čase přenášejí do aplikace nebo hry. Interakci s prostředím ve virtuálním světě pak zajišťují další ovladače v ruce uživatele. Virtuální brýle v současnosti vyrábí několik velkých společností jako je Oculus, HTC, Samsung nebo Google.

Současné trendy virtuální reality směřují k využití mobilních telefonů a příslušných aplikací prostřednictvím speciálních brýlí. Tato forma VR je nepoměrně levnější, podle Alza.cz je důležité mít alespoň Full HD rozlišení, čtyř jádrový procesor, pohybové senzory akcelerometr a gyroskop, což je v drtivé většině dnešní technologický standard, dále je nutná speciální aplikace, která prezentuje VR ve dvou samostatných oblastech displeje.

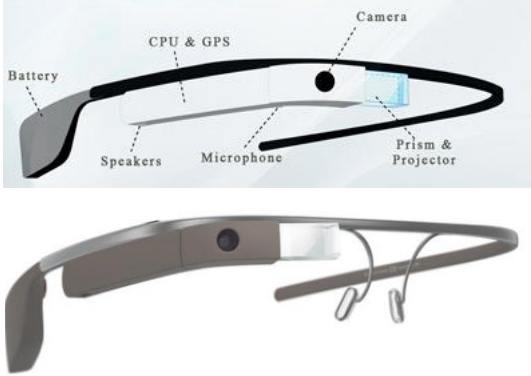

**TextGoogle  
e Glass**

Za jednu z prvních, prakticky využitelných technologií souvisejících s virtuální realitou, lze považovat projekt Google Glass. Google Glass patří do kategorie nositelných technologií, tzv. Wearables. V tomto případě se však nejedná o simulaci virtuální reality ale o jakési informační okno zobrazované před očima pomocí projekce na speciální projekční plochu, realizované

nositelným počítačem s náhlavním (head-up) displejem. Google označuje tuto technologii spíše za rozšířenou realitu.

AR oproti VR pracuje s okolím a mapuje virtuální objekty do reálného prostředí. Informace poskytované uživateli jsou kombinací informací hands-free formátu smartphonů, a komunikace s internetem prostřednictvím hlasových příkazů. Reálný svět dotvářely virtuální prvky, brýle mohly skrytě nahrávat videa, což kolidovalo s ochranou osobnosti. Tento problém je však obecným problémem mobilních záznamových prostředků (kamery v autě apod.).

**Rozšířená  
realita  
(AR)**

Technologie Google Glass	
	<p>Zobrazení dat odpovídá displeji s úhlopříčkou 63,5 cm (1 280 × 720 bodů) ze vzdálenosti 2,5 metru.</p> <p>Fotoaparát má rozlišení 5 megapixelů, video 720p. 16 GB vnitřní paměť (uživatelská 12 GB), wi-fi standardu b/g, Bluetooth 4.</p> <p>Aplikace, pro konfiguraci pro Android 4.0.3 a vyšší.</p>
<p>Dostupné z <a href="https://mobil.idnes.cz/google-glass-c91-/mob_tech.aspx?c=A130416_151154_mob_tech_ram">https://mobil.idnes.cz/google-glass-c91-/mob_tech.aspx?c=A130416_151154_mob_tech_ram</a></p>	
Google Cardboard s aplikací	
	<p>ColorCross CardBoard (alza.cz)</p> <p>Brýle pro virtuální realitu včetně magnetického tlačítka, NFS, pro telefony s úhlopříčkou 4-5.5"</p> <p>Cena na alza.cz v listopadu 2017 139 Kč</p>
<p>Dostupné na <a href="https://www.alza.cz/gaming/colorcross-cardboard-d4020191.htm#prislusenstvi">https://www.alza.cz/gaming/colorcross-cardboard-d4020191.htm#prislusenstvi</a></p>	

Lenovo Explorer	
	Brýle pro Windows Mixed Reality, 2x LCD 2.89" rozlišení až 2880x1440, 90Hz, HDMI 2.0, USB 3.1 Gen 1, Bluetooth 4.0, 4x AA, kompatibilita Windows 10 Cena na Alza.cz v listopadu 2017 11999 Kč
Dostupné na <a href="https://www.alza.cz/gaming/lenovo-explorer-d5104470.htm">https://www.alza.cz/gaming/lenovo-explorer-d5104470.htm</a>	

Google uvedl své brýle v testovacím provozu v roce 2013, vzhledem k malé prodejnosti Google tento projekt v roce 2015 ukončil.

Google  
XE23

O vysokém potenciálu této technologie svědčí fakt, že Google ohlásil aktualizaci, která přináší podporu Bluetooth, takže k brýlím lze nyní připárovat například ovládací zařízení, jako jsou myš nebo klávesnice. Nová verze má označení XE23. Rovněž Apple oznámil na rok 2018 uvedení vlastních brýlí pro VR a AR.



## PRO ZÁJEMCE

Bližší informace o projektu Google CardBoard a ukázky aplikací pro VR na mobilním telefonu najdete např. na <https://www.svetandroida.cz/google-cardboard-prvni-pohled-201409/> nebo na <https://vr.google.com/cardboard/>

O VR lze nalézt na Internetu spoustu informací, můžete si prostudovat základy VR např. na <https://doupe.zive.cz/clanek/vzhuru-do-jinych-svetu-aneb-jak-funguje-virtualni-realita>.

HoloLens

Kombinací VR a AR, založené na integraci VR do AR, přináší Microsoft HoloLens. Technologie je některými odborníky označována jako holografická (zařízení, které zobrazuje interaktivní trojrozměrné objekty v běžné realitě). Microsoft popisuje technologii jako mixovanou realitu, která přináší možnosti virtuální teleportace označené jako holoportace. Projekt vychází z mapování objektů do reality, kdy největším problémem je prostorová stabilizace namapovaného prostředí s reálným prostředím při pohybu obrazu.

Microsoft tento produkt představil v San Franciscu na konferenci BUILD 2015, označil je jako brýle budoucnosti, které mají do reálného světa kolem nás vložit ten virtuální s hologramy.



**Obrázek 4 Microsoft HoloLens - brýle pro mixovanou realitu**

Microsoft HoloLens obsahují jednoduchý průhledový displej (HUD). Brýle inteligentně mapují okolní prostor a chápou gesta, pohyby, pohled očí i hlas uživatele, což umožňuje pracovat s obsahem a informacemi přirozenými gesty a pohyby, tedy způsobem, jaký je přirozený v klasické realitě. Digitální svět je namapovaný do skutečného a stává se jeho součástí, stejně jako fyzické objekty v okolí. Průhlednost displeje umožňuje trvalou pozornost a kontrolu nad okolním světem, čímž překonává zejména displeje mobilní elektroniky i klasické displeje VR, které způsobují ztrátu pozornosti a kontroly nad realitou, uživatel neví, co se děje v okolí.

*Inteligentní  
i mapování*

Potřebný výpočetní výkon a hardware je implementován do helmy. Helma má hmotnost 579 gramů, uchycení zabezpečuje polstrovaný prstenec, který přilehne k hlavě a hmotnost rovnoměrně rozloží. Náhlavní prstenec se následně přitáhne zadním kolečkem, obdobně, jako např. na cyklo přilbě. Brýle musí být fixovány poměrně těsně, protože pro správné zobrazení musí být fixována vzdálenost očí.

Brýle jsou vybaveny 32bitovým procesorem Intel Atom 14 nm technologie, nejsou známy další parametry procesoru, vzhledem k vývoji procesorů Atom se bude jednat pravděpodobně o řadu architektury Goldmont s podporou ECC paměti. Výkon procesorů Atom je spíše průměrný, v některých případech nejsou schopny konkurovat výkonným ARM procesorům, proto je mimo vestavěného grafického procesoru (GPU) součástí hardware ještě další, 24 jádrový procesor HPU (Holographic Processing Unit), který dokáže zpracovat až bilion operací za vteřinu. HPU obsahuje SRAM cache o velikosti 8MB a 1 GB DDR3 RAM. Zpracovává vstupy ze senzorů a kamer a zajišťuje, aby všechny hologramy vypadaly přirozeně a byly fixovány na svém místě v reálném světě tak, jako skutečné objekty, tj. aby při pohybu nevznikaly žádné prodlevy nebo zpoždění.

Brýle mají dále k dispozici 2 GB RAM a 64 GB paměti pro uživatelská data, jsou osazeny operačním systémem Windows 10. Napájení je zajištěno akumulátorem zabezpečujícím chod cca 3 hodiny, který lze klasicky nabíjet přes mikro USB. S okolím se brýle propojují přes Wi-Fi nebo Bluetooth.

Brýle disponují prostorovým zvukem zabezpečeným několika reproduktory zabudovanými do prstence přiléhajícího k hlavě, čímž nedochází k přenosu zvuku do okolí.

Pro zachycení hlasových pokynů slouží soustava mikrofonů, dále lze hardware rozšířit o senzory pro snímání rukou pro hmatové vjemy s hologramem (umožní uživateli „doslova“ sáhnout na hologram) a ovládání přirozenými gesty. Ke snímání pohybu slouží rovnou čtveřice kamer, vždy dvě na každé straně, přičemž každá z nich pod jiným úhlem. Další kamera slouží na měření hloubky ostrosti, přesněji řečeno, identifikuje, jak daleko od předmětů jste. Pro video hovory, interakci a sdílení reality slouží 2Mpx kamera, natáčení videa zvládá v HD rozlišení.

Aby byl dojem z hologramu přirozený, snímají brýle neustále uživatelovu aktivitu pomocí akcelerometru, gyroskopu a magnetometru, což Microsoft označuje jako IMU (inerciální jednotka měření), která má zajistit to, že brýle pochopí to, kam se zrovna díváte, nebo kam se pohybujete. Ostrost a kvalitu hologramů podle okolního osvětlení zabezpečuje senzor okolního osvětlení.

Nejvýraznější částí brýlí je vizor, na který se prostřednictvím dvou projektorů s HD rozlišením promítají hologramy. Vizor je téměř zcela průhledný a zatmavení je minimální. Okolní realita je viditelná bez omezení. To je hlavní rozdíl oproti brýlím virtuální reality, které reálný svět eliminují a zobrazují pouze virtuální. Koncepce Microsoftu umožňuje, aby byly hologramy přirozeně vloženy do reálného světa a oba světa byly propojené.



#### PRO ZÁJEMCE

Další informace o HoloLEns lze získat např. na <https://mobilenet.cz/clanky/vyzkouseli-jsme-microsoft-hololens-s-hologramy-vsude-kolem-19969>, dále např. na <https://mobilenet.cz/clanky/vr-uz-je-nuda-vyrobci-se-nyni-snazi-dohnat-microsoft-hololens-33054> nebo na <https://mobilenet.cz/clanky/znovu-jsme-vyzkouseli-microsoft-hololens-a-opet-to-byl-zazitek-31037>.

---

Obdobně Google s Lenovem oznámili práci na projektu Tango 3D, který má nastartovat novou generaci cenově přístupných přístrojů, jež bude možné používat k mapování interiérů, rozšířené realitě a mnoha dalším účelům. V rámci projektu Tango se vývojáři Google pokusili navrhnout řešení, které dokáže vnímat svou polohu v prostoru a v reálném čase ji identifikovat a zpracovávat. Telefon či tablet s dostatečným výpočetním výkonem specializovaným na zpracování vizuálních dat, dokáže následně vytvářet 3D modelování v reálném prostředí. Pro VR vyvinul Google aplikaci Daydream.

---

**Tango 3D**  
**Daydream**



## 1.3 Vývoj nových technologií

Stávající vývoj je limitován technologickými a materiálovými možnostmi. Předpokládá se, že možnosti výroby počítačů na křemíkové bázi se posunuly k limitu lidských schopností a stávající technologie má fyzikálně dané hranice: pod jisté rozměry se obvody zmenšit nemohou. Rovněž stávající principy zpracování informací založených na binární podobě informace využívající jako jednotku informace Bit. Problém se dá obejít několika způsoby, ale tím nejodvážnějším je snaha o vývoj tzv. kvantových počítačů.

Současně existují koncepty počítačů vyvíjených na jiné, než křemíkové bázi, např. uhlíkové počítače či organické počítače, membránové počítače nebo dokonce počítače na bázi DNA.

### 1.3.1 QUBIT

Kvantový bit (Qubit) je jednotka kvantové informace. U všech současných (klasických) počítačů je základní jednotka informace „bit“, jehož stav je definován hodnotou 1 nebo 0. Posloupnost několika qubitů nazýváme kvantový registr. Osm spojených qubitů tvoří qubyte.

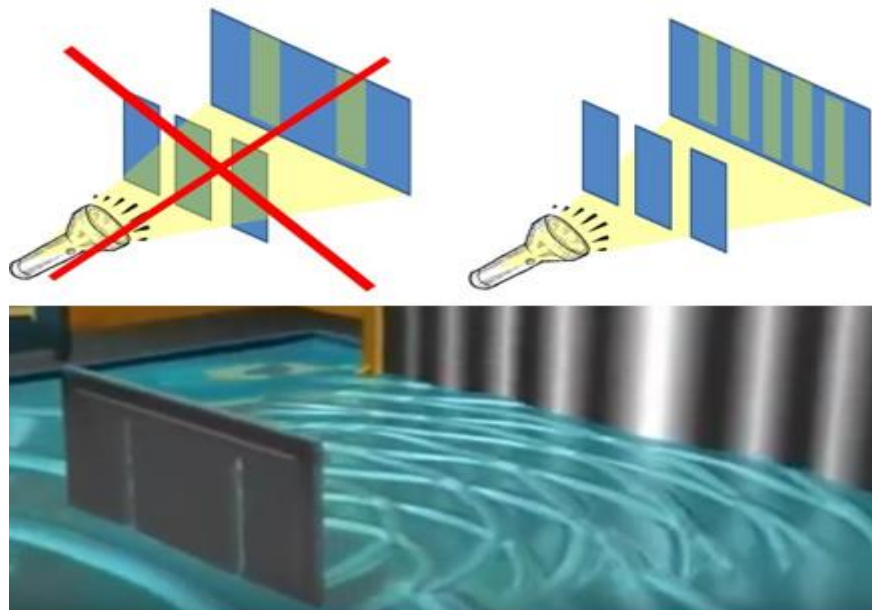
Qubit může nabývat hodnot 1 a 0, ale současně i libovolné hodnoty mezi tím, tedy stavy „ani 1 ani 0“. Logické stavy qubitu se proto označují symbolem  $|0\rangle$  a  $|1\rangle$ . Qubit zahrnuje navíc všechny superpozice  $a|0\rangle + b|1\rangle$ . Superpozice znamená, že nelze jednoznačně rozhodnout, zda má hodnotu 0, nebo 1, uvažujeme pak, že má současně hodnotu 1 i 0, kvantový stav může nabývat zároveň všech svých hodnot. Konkrétní hodnotu  $|0\rangle$ , nebo  $|1\rangle$  nabude teprve v okamžiku měření.

**Kvantový bit**

Někteří autoři demonstrují kvantový stav na imaginárních číslech, kdy, zjednodušeně řečeno, číslo má dvě složky, reálnou, udávající jeho reálnou hodnotu a imaginární, udávající jeho umístění v prostoru.

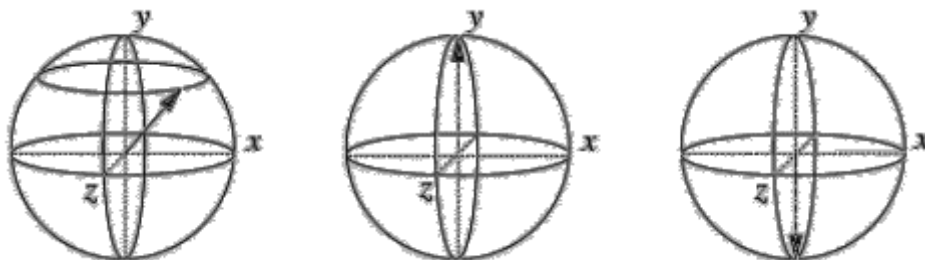
Základní práce s kvantovými informacemi je založena na neurčitosti informace a kvantových jevech plynoucích z vlnové povahy kvantových jevů. Pro pochopení kvantové povahy je uváděn tzv. dvouštěrbínový experiment, kdy je dokázáno, že světlo, které prochází dvěma štěrbinami, není na stínítku soustředěno do dvou míst za jednotlivými štěrbinami, ale je díky interferenci rozloženo do více míst (viz obrázek 5).

Klasický bit má dva stavy – 0 nebo 1. S nimi pracují tranzistory, které napětí propouští nebo nikoli. Qubit funguje na stejném principu, jeho hodnota je ale uložena v kvantových vlastnostech částice. Vzhledem k tomu, že částice může mít  $2^N$  kvantových stavů (superpozice), lze pro data využít obrovské množství prostoru. Oproti klasickému chápání informace je zde ale vlastnost kvantové mechaniky – až do okamžiku měření se přenáší oba stavy – tedy nula i jednička – zároveň.



**Obrázek 5 Kvantová teorie, vlnová povaha informace, interference**

Dvoustavový systém, který představuje kvantový bit, je možné názorně zobrazit jako vektor v tzv. Riemannově kouli s umístěním v počátku souřadnic (viz obrázek 6). V něm je  $|1\rangle$  reprezentována jako vektor směřující k severnímu pólu,  $|0\rangle$  k jižnímu. Z úhlu, který vektor svírá, se svislou osou je možné vyčíst poměrné zastoupení  $|1\rangle$  a  $|0\rangle$  ve stavovém vektoru. Úhel, o který je vektor otočen kolem svislé osy se nazývá fáze, která nemění poměr  $|1\rangle$  a  $|0\rangle$ , ale je významná vzhledem k jevu kvantové interference.



**Obrázek 6 Reprezentace dvoustavového systému: na obrázku vlevo je znázorněn doposud neměřený stav Qubitu, v němž jsou v určitém poměru zastoupeny stavy  $|1\rangle$  a  $|0\rangle$ , na prostředním obrázku je pak vlastní stav  $|1\rangle$  a vpravo stav  $|0\rangle$**

### 1.3.2 KVANTOVÝ POČÍTAČ

Klasický počítač pracuje tak, že algoritmus řeší jako konečnou sekvenci příkazů realizovaných jako posloupnost instrukcí, sekvenční přístup znamená řešení problému stylem krok-za-krokem. Kvantový počítač postupuje sekvenčně, krok je však realizován kvantovým výpočtem.

Klasický počítač musí při výpočtu či řešení algoritmu čekat na úplné informace na vstupu, aby mohl začít řešit úlohu, kvantový počítač má vstupy neurčité, proto má počáteční stav úlohy teoreticky již v určité fázi řešení, čímž je výpočet složitých algoritmů mnohonásobně rychlejší než u nejrychlejších klasických počítačů. Neurčitost však současně znamená, že nelze zjistit hodnoty průběhu výpočtu, protože bychom z neurčité hodnoty vytvořili určitý stav a tím bychom zneplatnili kvantový výpočet.

Mezi základní operace kvantových počítačů patří kvantová interference qubitů, což je vzájemné ovlivňování stavu qubitů, kdy dojde k vzájemnému vyrušení stavu qubitů, nebo naopak k zesílení pravděpodobnosti jejich stavu. Další operací je kvantové provázání (propletení) qubitů (entanglement), což je forma korelace mezi částicemi, kdy dvě provázané částice vzájemně přejímají svoje vlastnosti.

Praktická realizace je poměrně komplikovaná, existují dohady, zda realizované kvantové počítače jsou reálnými kvantovým počítači nebo pouze simulací a jsou to pouhé emulátory.

První 2 qubitový kvantový procesor na světě fungující na bázi elektroniky sestrojili v roce 2009 vědci, vedení profesorem Schoelkopfem z Yale University, jednalo se o konkrétní model, nikoli matematickou reprezentaci.

Mezi první počítače označované za kvantové patřil 5 qubitový počítač společností IBM z roku 2000 určený pro testovací účely této technologie. V roce 2007 existoval už 16 qubitový počítač a v roce 2011 byl představen první, 128 qubitový, komerční, kvantový počítač D-Wave One, jehož procesor je vyrobený ze supravodivých kovů. V roce 2013 došlo ke komerčně průlomovému kroku, kdy americká vesmírná agentura NASA koupila ve spolupráci s Googlem počítač firmy D-Wave,

Stále však přetrvávaly pochybnosti o výkonu a využitelnosti, odborníci se neshodli, zda opravdu jde o první praktický příklad této technologie nebo zda se jedná o emulaci. Počítač stojí 15 milionů dolarů.

Při testování výkonnosti, kdy byl kvantový počítač D-Wave s 442 qubitovým čipem (V5, Vesuvius) výkonnostně srovnáván se sedmi pracovními stanicemi Lenovo D20 se čtyř jádrovými procesory Xeon X5550 na frekvenci 1,6 GHz a 16 GB operační paměti, byl klasický počítač složený z Xeonů a běžného testovacího softwaru s operačním systémem Linux i pětikrát rychlejší, kvantový zase našel více tzv. „dobrých řešení“.

*Kvantový  
počítač D-  
Wave*

Při specializovaných úlohách optimalizace byl kvantový počítač 3 600x rychlejší, než klasická počítačová sestava. Nutno však dodat, že kvantový počítač byl složený z tzv. optimalizátoru, který disponoval dvěma čtyř jádrovými Xeony, starajícími se o propojení a zpracování dat z kvantového čipu.

Následný model D-Wave Two obsahoval kvantový čip s 512 Qubity. V roce 2015 generace D-Wave 2X disponovala kvantovým čipem s více než tisícovkou Qubitů. Díky tomu dokázal počítač v jednu chvíli analyzovat až  $2^{1000}$  možností, což je více možností, než je počet částic ve známém vesmíru.

Podle informací z roku 2017 je připravený vyrobit reálný Qubitový počítač (nikoli emulaci) i Microsoft.<sup>4</sup> Ze stejného zdroje pochází i informace, že IBM sestrojilo 50 qubitový procesor, který běží při teplotě  $-273,135\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Obrázek 7 Kvantový počítač



## PRO ZÁJEMCE

Pro doplnění informací o kvantových počítačích a Qubitu doporučuji <https://vyvoj.hw.cz/teorie-a-praxe/trendy/kvantovy-pocitac-princip-funkce-mozne-pouziti.html>, dále [http://vtm.e15.cz/kvantovy-pocitac-se-utkal-s-dnesnimi-procesory-zvitezil-nebo-např.-https://technet.idnes.cz/kvantovy-pocitac-za-ctvrt-miliardy-d6e-/veda.aspx?c=A130517\\_115931\\_veda\\_mla](http://vtm.e15.cz/kvantovy-pocitac-se-utkal-s-dnesnimi-procesory-zvitezil-nebo-např.-https://technet.idnes.cz/kvantovy-pocitac-za-ctvrt-miliardy-d6e-/veda.aspx?c=A130517_115931_veda_mla)

Informace o druhé řadě kvantového počítače Dave jsou dostupné např. na <https://www.zive.cz/clanky/d-wave-2x-nova-generace-kvantoveho-pocitace/sc-3-a-179417/default.aspx>

Dvou štěrbinový experiment (Youngův experiment) lze nalézt např. na <https://www.youtube.com/watch?v=ODLRz-0KBBU>, odkud je rovněž použita část demonstrativního obrázku.

---

<sup>4</sup> Dostupné z <https://vtm.zive.cz/clanky/microsoft-jsme-pripraveni-vyrobit-prvni-kvantovy-pocitac/sc-870-a-185007/default.aspx>

### 1.3.3 DALŠÍ POČÍTAČOVÉ TECHNOLOGIE

#### Optické počítače a nanotranzistory

Současné křemíkové procesory pracují s elektrickou energií. Jejich efektivita ale není dokonalá, takže vznikají velké ztráty v podobě přeměny na teplo. Vzhledem k tomu, že stávající technologie pracují na základě pohybu elektronů, je jedním z důvodů zmenšování čipů minimalizace drah, které po kterých se elektrony pohybují. Stávající technologie pro výrobu tranzistorů se pohybují na úrovni 10 nanometrů. I přes technologická omezení lze předpokládat zvládnutí výroby extrémně malých tranzistorů, které pracují s jedním nebo dvěma elektrony, v současnosti existuje experimentální model s tranzistorem 1,5 nm, který pracuje pouze s jediným elektronem.

Jedním z velkých omezení je využívání metalického spojení počítačových komponent, které začíná být vzhledem k propustnosti nedostatečné. Logicky tedy vyvstala otázka, zda místo zmenšování vzdáleností nelze zvýšit rychlost pohybu, tedy zvýšit rychlosti přenosu signálu. Protože nejrychleji pohybující se částicí je foton (u fotonů dosahuje 300 tisíc kilometrů za sekundu, u elektrického proudu ve vodiči se tomuto číslu blíží), nabízí se konstrukce fotonových, resp. optických počítačů. Princip optických počítačů je obdobný principu elektronických počítačů, pouze se pohybují částice světla, fotony.

Další výhodou optických systémů je oproti elektronickým dále lepší propustnost cest, menší energetické ztráty a tepelné zatížení, které může dále elektrony zpomalovat.

U optických, respektive optoelektronických systémů je největším problémem, že na rozdíl od elektronů fotony vzájemně nereagují. Z toho důvodu je obtížnější se světlem pracovat. Řešení, které by bylo založeno čistě na optické bázi, by využívalo světelné čipy pracující pouze s fotony; včetně přenosu dat mezi dalšími částmi počítače. To je však v současnosti komplikované, např. z důvodu praktického omezení daného velikostí součástek, které světlo směřují, i když nanolasery a nanotranzistory jsou známy od počátku století.

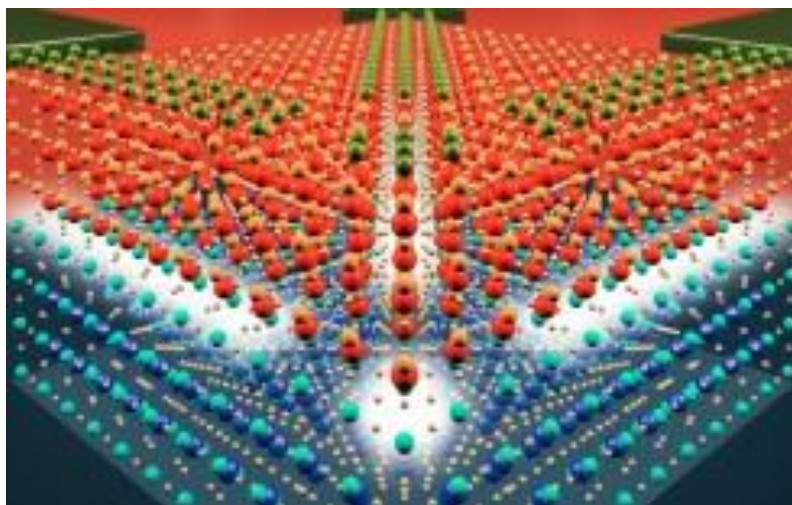
Vývoj v oblasti optoelektroniky se v současnosti proto orientuje na napodobení klíčových součástek elektronických počítačů. Společnosti Fujitsu se podařilo úspěšně vyrobit hybridní řešení<sup>5</sup>, kdy na křemíkový čip navazují optické cesty. Křemíková fotonika tedy funguje tak, že v elektronických obvodech nepřenáší informaci elektrony, ale fotony, zpracování je však prováděné prostřednictvím elektronů. Fotonické mikročipy představují, podle zástupců firmy Fujitsu, obrovský skok ve výpočetní technice.

Tvorba plně fotonových počítačů pokročila, základní technologie a komponenty se podařilo laboratorně napodobit a vyrobit. Protože základem stávající elektroniky je tranzistor, proto se pozornost soustřeďuje hlavně na něj. Princip tranzistoru spočívá v tom, že dva proudy elektronů spolupracují na vytvoření jednoho výsledného proudu na základě pravidel logiky.

---

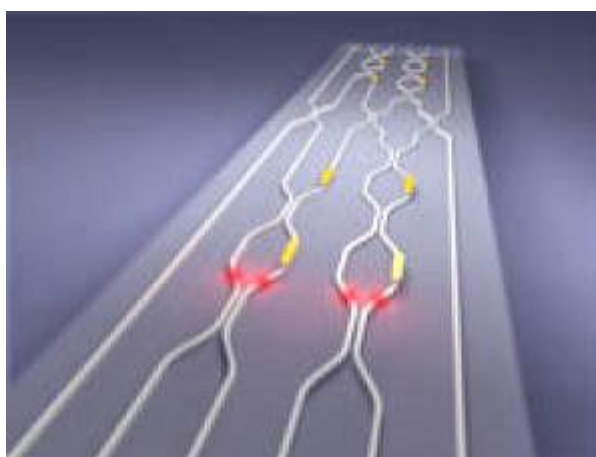
<sup>5</sup> Čerpáno z <http://vtm.e15.cz/fujitsu-vyrobilo-opticke-spojeni-pro-kremikove-cpu>

Na následujícím obrázku je schéma tranzistoru pracujícího na úrovni elektronu, zjevné jsou tři vodiče (zeleně), které směřují do prostřední zelené části. Podle stavu vodičů dojde k přechodu nebo naopak k izolaci elektronu přes středový blok z jednoho vodiče na druhý.



**Obrázek 8 Průřez tranzistorem 1,5 nm. Zdroj: University of Pittsburg**

Jak bylo zmíněno, fotony nedokážou vytvářet obdobné interakce. Pokrok v oblasti křemíkové fotoniky, umožnil vývoj polarizačního děliče paprsků (rozdělí tok paprsků světla do dvou samostatných informačních kanálů) o rozměrech 2,4 x 2,4 mikronu. Současně se v roce 2007 na Harvardské univerzitě podařilo nasimulovat optický tranzistor („optistor“) pomocí polovodičových nanovláken, kdy jsou stavy měněny fotonem. K přepnutí stavu stačí podle vědců jediný foton. To by mohlo umožnit stavbu velmi výkonných počítačů, pamětí, elektroniky i materiálů. Dalším problémem optických členů je obousměrný pohyb světla, kdy nelze vyloučit zpětné ovlivnění čipu na výstupu. Řešením jsou usměrňovače a izolátory, které jsou již laboratorně testovány<sup>6</sup>.



**Obrázek 9 Grafické znázornění optického obvodu a kvantové provázání procházejících fotonů**

<sup>6</sup> Blíže např. v <http://vtm.e15.cz/dulezity-milnik-pro-tvorbu-svetelnych-cipu-prekonan>

Zdroj: University of Bristol, převzato z <http://vtm.e15.cz/kvantovy-svetelny-cip-ktery-lze-preprogramovat>

V současnosti je vyvíjen i kvantový optický čip.

## PRO ZÁJEMCE



Informace o nanotranzistorech lze čerpat z <http://vtm.e15.cz/nanotranzistor-zpusobi-prevrat-v-elektronice>, informace o optických a dalších technologiích si můžete dále rozšířit na <https://www.cnews.cz/budoucnost-pocitacu-x-laserove-kvantove-a-dna/>

Dále doporučuji zájemcům prostudovat např. <https://cdr.cz/clanek/prulom-v-oblasti-kremikove-fotoniky-slibuje-az-milionkrat-rychlejsi-pocitace> nebo <http://vtm.e15.cz/dulezity-milnik-pro-tvorbu-svetelnych-cipu-prekonan>

O kvantovém optickém čipu lze zjistit informace např. na <http://vtm.e15.cz/kvantovy-svetelny-cip-ktery-lze-preprogramovat>

---

### Chemické a biologické počítače, DNA počítače

Specifické místo mezi výpočetními technologiemi zaujímají chemické a biologické počítače. U nich většinou není primární výkon, ale dokonalé přizpůsobení prostředí, ve kterém mají fungovat. Neřeší zpravidla konkrétní algoritmy ale spíše je podstatná odezva na vstupy, obdobně, jako tomu bylo u analogových počítačů.

Chemické počítače fungují principu, kdy molekuly polymerů, mění svou vnější podobu na základě chemických reakcí, biologické procesy jsou určeny například pro výpočty postavené na buněčných metabolických procesech.

Chemické sloučeniny simulují změny a reakce prostřednictvím složek směsí různých koncentrací, výpočty a výsledky jsou dány koncentrací po smíchání různých poměrů látek. Tímto způsobem nemusí výpočty probíhat jedno vláknově (jako v elektronickém počítači), ale v několika směrech a vrstvách najednou. Fungování takového počítače pak připomíná procesy, probíhající v mozku. Příkladem je chování obarvené kapaliny nalité do jiné, kdy prostupování obou složek připomíná tvorbu mraků nebo růst houby.

Klasické počítače pracují se součástkami, uspořádanými do vyrobených obvodů. Chemický počítač v ideálním případě nic takového potřebovat nebude. Rozlitím chemického počítače do dvou nádob vzniknou dva samostatně fungující systémy s menší výpočetní silou.

Mnohem blíže realitě jsou biologické počítače, označované také jako molekulární nebo DNA technologie. S nadsázkou se dá říct, že DNA počítače existují miliardy let uvnitř všech živočichů a rostlin. Molekuly DNA jsou v prostředí pro výpočty propojeny do komplexu, který funguje jako řídicí a paměťová složka. V DNA počítačích je jako paměťové médium pro uchovávání informací i jako procesor sloužící k provádění výpočtů využito molekul nukleových

kyselin. V roce 2003 se podařilo izraelským vědcům vyvinout DNA komplex, tedy biologický počítač vytvořeným člověkem. Další počítače DNA v řadě byly označeny MAYA a MAYA-II prozatím zvládají pouze jednoduché algoritmy.

Předpokládá se, že systémy založené na DNA by mohly vést ke vzniku nedeterministického chování Turingova stroje a tím by byly dány základy zcela nového typu počítače.

DNA počítač lze v současnosti definovat jako systém pro řešení příslušně formalizovaných úloh, zejména takových, které vedou k mnoha řešením a alternativám, z nichž hledáme řešení vyhovující zadaným podmínkám. Jedná se o úlohy obtížně vyčíslitelné, kdy se namísto sofistikovaného algoritmu používá metoda „hrubé síly“. Např. prolamování šifrovacích algoritmů v současnosti znamená testování všech možností. Na DNA počítači budou všechny alternativy reprezentovány různými molekulami DNA, řešením bude mezi nimi výběr jedné, splňující podmínky. Existují vědecké publikace a studie informující o představení komunikačního systému, který dokázal přenášet genetické informace mezi jednotlivými buňkami, který byl předveden týmem pod vedením Jerome Bonnetta, současně existují informace o záznamu až 700 TB dat do jednoho gramu DNA.

### **Biologický tranzistor**

V segmentu biologických počítačů lze předpokládat, že do jisté míry může zůstat zachována základní koncepce založená na polovodičových tranzistorech, obdobně jako u optických počítačů by potom zůstal základním stavebním kamenem tranzistor na biologické bázi. Vědcům se již v minulosti podařilo vyvinout klíčové součásti, které jsou nutné pro stavbu organického počítače, zejména biologický tranzistor (Transcriptor<sup>7</sup>), který dokáže provádět logické operace a zesilovat signál.

Pro stavbu počítače v moderním pojetí je nutné mít k dispozici tři hlavní funkce, respektive části. Informace je nutné ukládat (a číst), přenášet je a zpracovat prostřednictvím logických operací.

Biologické počítače se vzhledem ke své teoretické velikosti a biologické povaze budou využívat především v medicíně, kdy v kombinaci s nanoroboty mohou významně přispět k novým formám léčby.

### **Uhlík místo křemíku, nanotrubičky**

Již po desetiletí probíhá vývoj počítačových procesorů používáním čím dál menších a hustěji osázených křemíkových tranzistorů. Nespolehlivost těchto součástek při velikostech menších než 10 nanometrů nutí vědce hledat jiné řešení

V současnosti existuje koncept, který namísto křemíkových tranzistorů uhlíkové nanotrubičky o průměru 1-2 nanometrů, tedy jediného uhlíkového atomu. Prototyp obsahoval pouhých 178 tranzistorů (oproti miliardám v současných IT) a zvládal jen velmi jednoduché úkoly. Výhodou

---

<sup>7</sup> Blíže je technologie popsána na <http://vtm.e15.cz/biologicky-tranzistor-bude-zaklad-organickeho-pocitace>



uhlíkového počítače jsou malé rozměry dané využitím nanotechnologií a s tím související nízká spotřeba.

Samozřejmě, že technologií je daleko více, existují i další možnosti. Každá struktura, která umí pracovat s informacemi, se může stát počítačem svého druhu. Existují studie a projekty s genetickými tranzistory pracujícími uvnitř buněk či studie membránových počítačů využívajících povrchové napětí kapalin.

Souhrnně lze říci, že schopnosti křemíkových počítačů mají své limity, vývoj směřuje do segmentu jiných anorganických materiálů, zejména uhlíku, je snaha využívat, respektive kopírovat živé organismy a využívat duální povahu světla, ať ve formě fotonu nebo ve formě kvantové energie. Vývoj nových materiálů vede jednoznačně k nanotechnologiím.