

# Počítačová rozhraní (I/O obvody)

## Definice rozhraní

I/O = Input/Output (vstupně/výstupní)

Rozhraní (I/O obvody) umožňují:

- propojení počítače s periferními obvody, jako je např. myš, klávesnice, zobrazovací jednotka, pevný disk, mechanika optických pamětí, tiskárna, skener, atd.
- přímé propojení 2 počítačů, popřípadě propojení více počítačů (počítačová síť)

Rozhraní musí být schopno zpracovat fyzikální tvar signálů (elektrické, optické) přiváděných do počítače a naopak.

## Rozdělení obvodů rozhraní

### 1. Podle způsobu propojení

- drátové (elektrické, optické)
- bezdrátové

### 2. Podle druhu signálu

- analogové
- digitální

### 3. Podle směru komunikace

- jednosměrné
- obousměrné

### 4. Podle účelu:

- univerzální (např. USB, RS-232, LPT, Bluetooth, IrDA, atd.)
- grafické (s výstupem D-SUB, DVI, HDMI, Display Port)
- zvukové (jack 3.5", S/PDIF)
- síťové (síťová karta – drátová, bezdrátová)

Všechna rozhraní u současných počítačů jsou *standardizována*, tzn. výrobci základních desek, přídatných karet a periferních zařízení vybavených příslušným rozhraním používají jednotnou kabeláž, konektory a signály se shodnými parametry (tvar, amplituda, atd.).

Pro styk s periferním zařízením využívá procesor **řadič rozhraní**. Data jsou mezi procesorem a periferním zařízením předávána prostřednictvím **registrů**, které jsou součástí obvodů rozhraní.

# Popis univerzálních rozhraní

## 1. Rozhraní RS-232



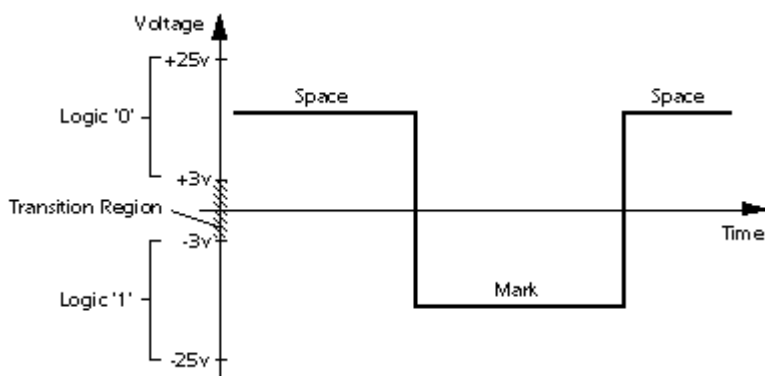
Jedná se o starší typ sériového rozhraní. Toto rozhraní (COM port) se v minulosti používalo pro připojení počítačové myši k počítači, propojení staršího mobilního telefonu s počítačem, popř. pro přímé propojení 2 počítačů. Doporučovaná maximální délka kabelu je 20 metrů.

V současné době se uplatňuje pouze při propojení počítače s různými měřicími systémy, je součástí některých zařízení spotřební elektroniky (např. domácí kina, set-top boxy, dataprojektory, atd.), u nichž umožňuje aktualizaci firmware.

Rozhraní RS-232 již není implementováno na většině současných základních desek (desktop, notebook), kde jej nahradilo vysokorychlostní sériové rozhraní USB.

Pro větší odolnost proti rušení při přenosu dat používá následující úrovně napětí:

Datové signály		
Úroveň	Vysílač	Přijímač
Log. 0 (Space)	+5 V to +15 V	+3 V to +25 V
Log. 1 (Mark)	-5 V to -15 V	-3 V to -25 V
Nedefinovaný	-3 V až +3 V	



Základní tři vodiče rozhraní (příjem RxD, vysílání TxD a společná zem GND) jsou doplněny ještě dalšími, které slouží k řízení přenosu. Ty mohou a nemusí být používány (zapojeny) nebo mohou být použity pro napájení elektronických obvodů v zařízení, jako je například počítačová myš.

Výstupní elektronika je vybavena ochranou proti zkratu, kdy po překročení proudu 20 mA proud již dále neroste. Použité konektory jsou CANNON 9 a CANNON 25. Typ „samec“ je na straně počítače, typ „samice“ součástí propojovacího kabelu:



Rozhraní RS-232 nepodporuje technologii „Plug and Play“ (automatická detekce připojeného zařízení, včetně automatické konfigurace), ani technologii „Hot Plug“ (připojování/odpojování zařízení za provozu). Teoretická přenosová rychlost rozhraní RS-232 je 9600 b/s, na kratší vzdálenost až 115200 b/s.

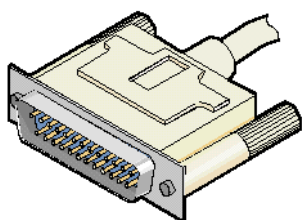
## 2. Rozhraní CENTRONICS (standard IEEE 1284)

Paralelní rozhraní CENTRONICS (LPT port) je starší rozhraní pro paralelní komunikaci s pomocí 17 linek, které lze rozdělit na 8 datových vodičů a 9 vodičů pro řízení komunikace. Počítač s periferií (např. tiskárna, skener) lze spolehlivě propojit do vzdálenosti 5 metrů.

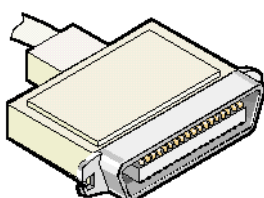
Původně bylo paralelní rozhraní účelově vytvořeno pro komunikaci s tiskárnou, tedy jednosměrný přenos dat z počítače do tiskárny. Později byl standard uzpůsoben i pro obousměrný přenos dat rychlostí až jednotek MB/s. Paralelní rozhraní bylo v roce 1994 standardizováno pod IEEE 1284.

### Konektory a kabely

Pro paralelní rozhraní se nejčastěji používají 2 typy konektorů:



DB-25 (to PC)



Centronics (to printer)

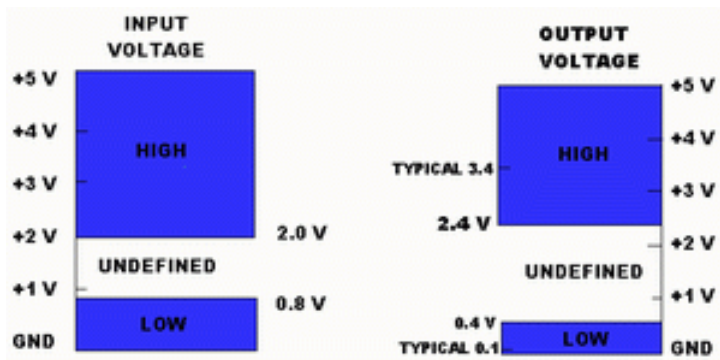
- 25-pinový konektor (samice), který bývá obvykle součástí základní desky PC
- 36-pinový konektor, který se obvykle vyskytuje na tiskárnách a jiných periferních zařízeních.



Propojení PC – periferní zařízení



LAPLINK – přímé propojení 2 PC



Výstupní signály paralelního portu jsou definovány klasickou TTL logickou úrovní signálů, tzn.:

log.1 (HIGH): +3.5V až +5V

log.0 (LOW): 0V až +0.4V.

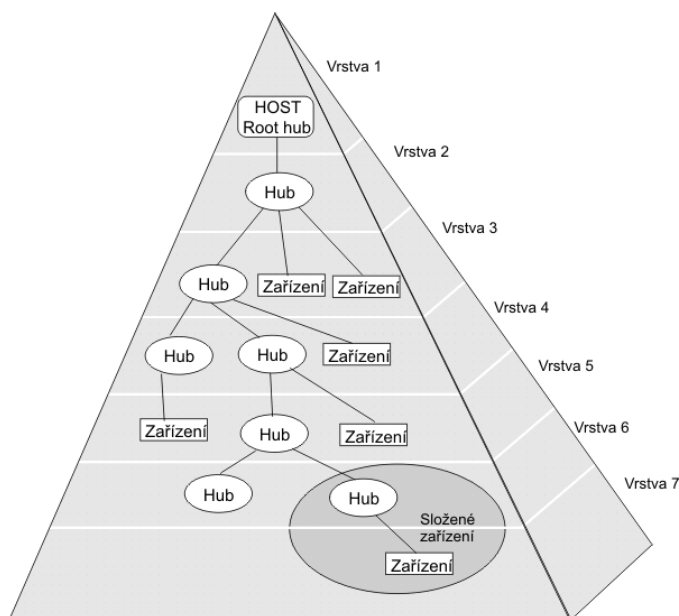
Maximální hodnoty odebíraného proudu se mohou pohybovat od 4mA až po 20mA.

### 3. USB rozhraní

USB = Universal Seriál Bus (Univerzální sériová sběrnice)



USB je sériové rozhraní, umožňující připojit širokou škálu zařízení k počítači. Pomocí USB lze připojit téměř každou periférii - klávesnice, myši, tiskárny, skenery, digitální fotoaparáty či kamery, externí HDD a mechaniky optických pamětí, externí TV přijímače, atd.



USB využívá vrstevnou hvězdicovou topologii, kde je v centru každé hvězdice tzv. **USB hub**. K tomuto HUBu může být připojen buď další HUB, nebo koncové zařízení.

USB obsahuje jeden **kořenový HUB** (tzv. Root HUB), který je považován za nejvyšší (první) úroveň a k němuž jsou připojeny další huby a zařízení. Root HUB bývá umístěn buď na základní desce počítače, nebo na přídatné kartě.

Specifikace povoluje s ohledem na zpoždění signálů maximálně 7 úrovní včetně kořenové vrstvy.

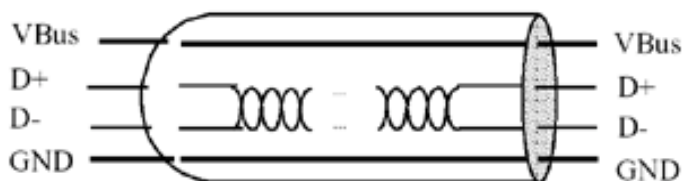
V současné době existují tyto specifikace USB rozhraní, lišící se maximální přenosovou rychlostí:

1. **USB 1.1**, (resp. **USB 1.0**) - 12 Mb/s (resp. 1,5 Mb/s)
2. **USB 2.0** (High-speed) - 480 Mb/s
3. **USB 3.0** (Super-speed) - 4,7 Gb/s (600 MB/s)

Jednotlivé standardy jsou vzájemně kompatibilní (vyjma USB 3.0, viz dále), a lze tedy bez problémů připojovat zařízení s rozhraním USB 1.1 k HUBu USB 2.0 a naopak. Přenosová rychlost pak odpovídá pomalejšímu řadiči.

Zároveň existuje specifikace rozhraní **Wireless USB** (bezdrátové USB), které se však příliš nerozšířilo. Pro přenos využívá rádiových vln ve frekvenčním rozsahu od 3,1 GHz do 10,6 GHz. Softwarové ovladače jsou stejné jako u „drátového“ USB rozhraní. Přenosová rychlost velmi záleží na vzdálenosti komunikujících zařízení. Podle informací vyňatých ze specifikace by měl datový tok dosahovat hodnoty 480 Mb/s při vzdálenosti do 3 metrů a 110 Mb/s do vzdálenosti 10 metrů.

## Elektrické parametry



Pin	Jméno	Barva	Popis
1	VBus	Red	+5V
2	D-	White	Data -
3	D+	Green	Data +
4	GND	Black	Zem

Rozhraní USB 1.1 a USB 2.0 využívá 4 vodiče, USB 3.0 využívá 8 vodičů. Z USB rozhraní lze přímo napájet připojenou periférii nebo HUB. Napájecí napětí na USB je **5 V** (4,75 V až 5,25 V).

Z hlediska napájení může nastat několik případů:

- Zařízení může být napájeno přímo z USB sběrnice (bus-powered), pokud jeho proudový odběr nepřekračuje **100 mA** (tuto podmínku splňují typicky např. myši, klávesnice, flash disky, bluetooth adaptéry apod.).
- Zařízení s vyšším odběrem než 100 mA (typicky např. externí 2.5" HDD) může být napájeno přímo z USB sběrnice také, avšak na celé USB sběrnici může být nejvýše jedno napájené zařízení a při nedostatku výkonových rezerv může systém toto zařízení odmítnout. Oficiální specifikace USB 2.0 udává maximální odběr jednoho zařízení z USB sběrnice **500 mA**. USB 3.0 pak nabízí proudový odběr až **900 mA**.
- Při potřebě napájet výkonově náročnější zařízení (typicky např. externí 3.5" HDD, optické mechaniky, skenery, tiskárny, apod.) je nutné použít **samostatné napájení** jednotlivých zařízení nebo USB HUBů pomocí externích napájecích adapterů (self-powered).

V případě notebooku se tímto napájením periférií může výrazně snižovat doba provozu na baterie, v řadě případů je tedy užitečné jednotlivé periferie napájet samostatně.

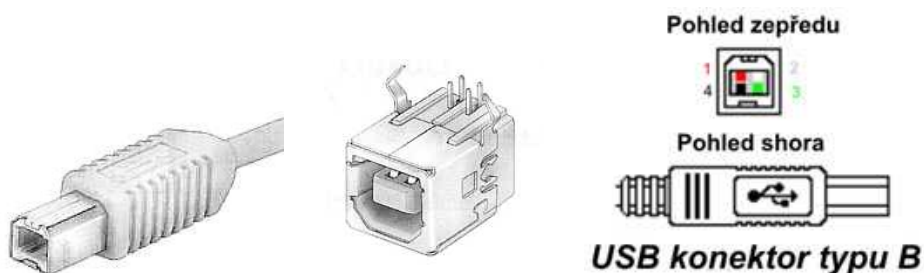
## Konektory

USB rozhraní používá dva typy konektorů. Plochý konektor „typ A“ je dnes obsažen na prakticky každém novém PC v minimálně 2 konektorech (současné základní desky mají integrován rovnou USB HUB, který obsahuje až 8-10 portů přímo v PC).

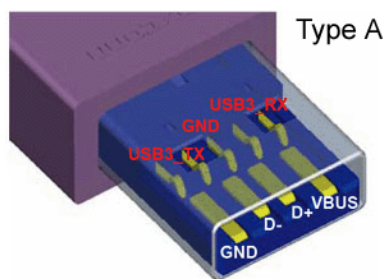




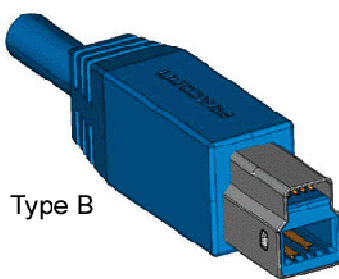
Druhý konektor „typ B“ je určen pro periferní zařízení, čímž je zároveň definován standard propojovacího kabelu.



Rozhraní USB 3.0 využívá oproti předchozím specifikacím 8 vodičů. Pro vysokou přenosovou rychlost je nutný výkonný procesor počítače. Klasické magnetické externí disky nejsou schopny dosáhnout teoretické přenosové rychlosti 600 MB/s (reálně 80-100 MB/s). Konektory typu B a micro-B nejsou 100% kompatibilní se staršími specifikacemi. Konektory mají pro odlišení od starší specifikace modrou barvu.



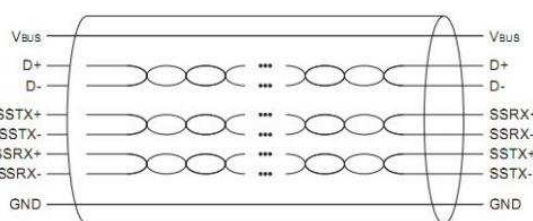
Konektor A pro USB 3.0



Konektor B pro USB 3.0



Konektor micro-B pro USB 3.0



Oproti USB 2.0 přibyly dva vzájemně kroucené páry: SSTX (+/-) pro Super Speed (USB 3.0) ve směru vysílání a SSRX (+/-) pro Super Speed (USB 3.0) ve směru příjmu. Dva vodiče D (+/-) slouží pro zpětnou kompatibilitu s USB 2.0. Zbylé dva vodiče jsou *napájecí*.

## Typy USB kabelů

### A-B kabel



Nejčastějším typem kabelu je kabel typu A-B, který slouží k propojení počítače s periferním zařízením (skener, tiskárna, externí vypalovací mechanika, atd.).



Mini-B

Micro-B

Pro propojení počítače s digitálním fotoaparátem, digitální kamerou, MP 4 přehrávačem, boxem s externím 2.5“ HDD, atd. se používá miniaturizovaný typ konektoru, který více odpovídá designu daných zařízení.



*A-A kabel*

Jedná se o prodlužovací kabel USB portu. Vhodné zvláště pro připojení externích zařízení, kdy USB porty počítače jsou v těžko přístupném místě. Délka maximálně 5 m.



*A-A kabel s aktivním prvkem*

Používá se pro přímé propojení dvou počítačů (USB Laplink kabel). Mezi oběma konektory se musí nacházet aktivní prvek, který se pro obě strany chová jako klient a zabezpečuje přenos z kořenových HUBů obou připojených počítačů a zároveň elektricky odděluje napájení USB. Jiný způsob spojení dvou počítačů pomocí rozhraní USB není možný.

### **Vlastnosti USB rozhraní**

- Vysoká přenosová rychlost: 1.5 Mb/s, 12 Mb/s, 480 Mb/s, 4.7 Gb/s
- 100% kompatibilita mezi specifikacemi (vyjma kabeláže a konektorů u specifikace USB 3.0)
- Garantovaná komunikační vzdálenost do 5 m, u USB 3.0 se doporučuje max. 2.7 m
- Možnost připojit až 127 zařízení v 7 úrovních
- Napájecí napětí 5 V, možnost napájení periferního zařízení přímo z USB portu (maximální proudový odběr 100 mA, resp. 500 mA v případě USB 2.0. U specifikace USB 3.0 proudový odběr až 900 mA)
- Podpora technologií „Plug and Play“ a „Hot Plug“.
- Široká nabídka periferních zařízení
- Přenos dat prostřednictvím USB rozhraní je řízen procesorem počítače

#### 4. FireWire rozhraní (IEEE 1394)

FireWire (označované jako IEEE 1394 nebo i.Link) je vysokorychlostní sériové rozhraní vyvinuté pro přenos audia, videa a dat. V současné době slouží především pro připojení digitálních videokamer, externích HDD a optických mechanik. Používá se také v průmyslových aplikacích. Komunikaci mezi zařízeními nemusí řídit řadič umístěný v počítači, ale jakékoliv z připojených zařízení (pro přenos dat tedy není nutný počítač).

##### Specifikace IEEE 1394

- *IEEE 1394-1995* (Firewire 400)

Teoretická přenosová rychlost 100 Mb/s, 200 Mb/s nebo 400 Mb/s. Podporuje 6-žilový kabel. Délka kabelu max. 4.5 metru pro rychlost 400 Mb/s. **6-žilový kabel** obsahuje 2 vodiče určené pro napájení externího zařízení. Napětí se pohybuje okolo 25 V až 30 V, elektrický příkon zařízení je maximálně 45 W na jeden port. Navíc obsahuje 2 stíněné zkroucené páry datových vodičů.

- *IEEE 1394a*

V roce 2000 byl vydán dodatek původní specifikace. Optimalizuje a vylepšuje některé parametry původní specifikace. Standardizuje **4-žilový kabel** a konektor vyvinutý firmou SONY (i-Link) pro zařízení spotřební elektroniky malých rozměrů, notebooky, atd. Je kompatibilní s předchozím 6-žilovým kabelem (2 stíněné zkroucené páry datových vodičů), nemá však napájecí vodiče.

- *IEEE 1394b* (Firewire 800)

V roce 2002 vznikla specifikace pro přenosovou rychlost 800 Mb/s, 1600 Mb/s a 3200 Mb/s. Samotná specifikace je zpětně kompatibilní s IEEE 1394a, používá se však nového **9-žilového kabelu** a konektoru.

Kromě stíněného kabelu s kroucenými páry vodičů (STP) lze použít také nestíněný (UTP). Pro vysoké přenosové rychlosti nabízí použití optických kabelů s plastovými (POF – Plastic Optical Fiber) nebo skleněnými optickými vlákny (GOF – Glass Optical Fiber). GOF kabely mohou mít délku 100 metrů při přenosové rychlosti 3200 Mb/s.

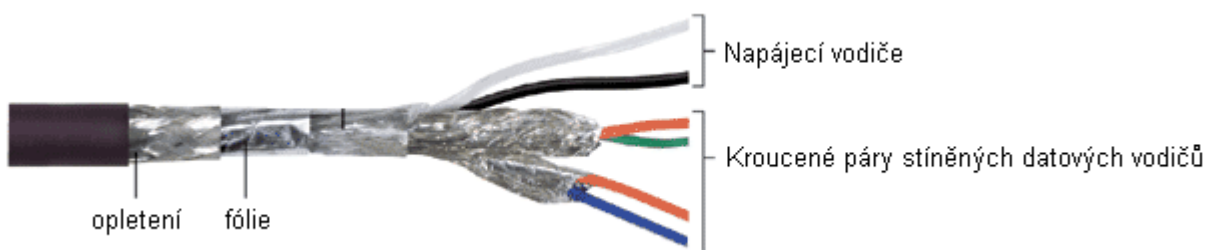
- *IEEE 1394c*

Specifikace vznikla v roce 2006. Jedná se o velké technické vylepšení, které poskytuje přenosovou rychlost 800 Mb/s přes kabel kroucené dvoulinky (TP kabel) kategorie 5e s konektorem RJ-45, který je standardizován v IEEE 802.3 (Fast a Gigabit Ethernet). Délka kabelu maximálně 100 metrů.

TP kabel kategorie 5e s konektorem RJ-45 dovoluje použít stejný port pro připojení IEEE 1394 (Firewire) nebo IEEE 802.3 (Ethernet) zařízení (nutná podpora čipové sady a periferního zařízení).



## Kabely, konektory



### 6-žilový stíněný kabel



Konektor „Typ 1“ se obvykle nachází v počítači a rozbočovače.

Konektor „Typ 2“ se obvykle nachází v periferním zařízení (například DV kamera)



### Vlastnosti Firewire rozhraní

- Přenosové rychlosti (dle specifikace) typicky 400 Mb/s, 800 Mb/s a 3200 Mb/s
- Napájecí napětí až 30 V s maximálním příkonem pro externí zařízení 45 W na jeden port
- 4, 6, 9 žilový stíněný kabel se zkroucenými páry. 4 žilový kabel neobsahuje napájecí vodiče
- Podpora optických kabelů z plastovými či skleněnými optickými vlákny
- Řízení přenosu dat mezi zařízeními provádí jedno z koncových zařízení. Zařízení lze propojit přímo mezi sebou bez účasti počítače (narozdíl od USB rozhraní, kdy je přenos dat řízen procesorem počítače).
- V současnosti se používá především u digitálních videokamer, externích HDD či v průmyslových aplikacích.
- Podpora technologií „Plug and Play“ a „Hot Plug“.
- Maximální počet připojených zařízení je 63 (stromová struktura)

## 5. IrDA rozhraní

IrDA je standard vytvořený IrDA konsorciem (Infrared Data Association), který definuje bezdrátový přenos dat pomocí infračerveného záření. Tento standard vznikl z potřeby propojit různá mobilní zařízení mezi sebou (přenosné počítače, PDA a mobilní telefony, atd.).

IrDA zařízení komunikují pomocí infračervených LED s vlnovými délkami vyzařovaného světla 875 nm. Příjímačem jsou příslušné fotodiody. Dopadem IR záření do oblasti PN přechodu dojde k uvolnění nosičů náboje z vazby – přechodem začne téct elektrický proud.

Doporučovaná vzdálenost je 1 metr s přímou viditelností mezi vysílači a přijímači obou komunikujících zařízení. Specifikace rozhraní IrDA:

- *IrDA 1.0*

Přenosové rychlosti jsou od 2400 do 115200 kb/s.

(2400 b/s, 9600 b/s, 19.2 kb/s, 38.4 kb/s, 57.6 kb/s, 115.2 kb/s).

- *IrDA 1.1*

Navíc definuje přenosové rychlosti 576 kb/s a 1152 kb/s.

V současnosti je toto rozhraní plně nahrazeno bezdrátovým rádiovým rozhraním Bluetooth.

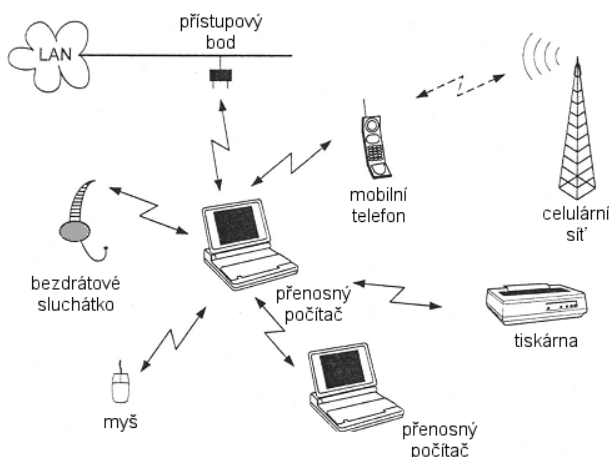
## 6. Bluetooth rozhraní

*Název technologie je odvozen od přezdívky dánského krále Haralda II – přezdívaného Blátand ("modrý zub", prý podle jeho mimořádné záliby v borůvkách a ostružinách), který během 10. století sjednotil skandinávský lid.*

*Technologie Bluetooth má také za cíl sjednotit (propojit) různá zařízení mezi sebou (mobilní telefon, notebook, hands-free, polohovací zařízení, klávesnice, atd.). Jméno technologie, původně zvolené pouze dočasně, nakonec zůstalo.*



Bluetooth je komunikační rozhraní, sloužící k bezdrátovému propojení mezi dvěma a více elektronickými zařízeními, jakými jsou například mobilní telefon, PDA, osobní či přenosný počítač, náhlavní hands-free sada, polohovací zařízení, klávesnice, atd. Bluetooth je definován síťovým standardem IEEE 802.15 a spadá do kategorie osobních počítačových sítí (PAN – Personal Area Network).

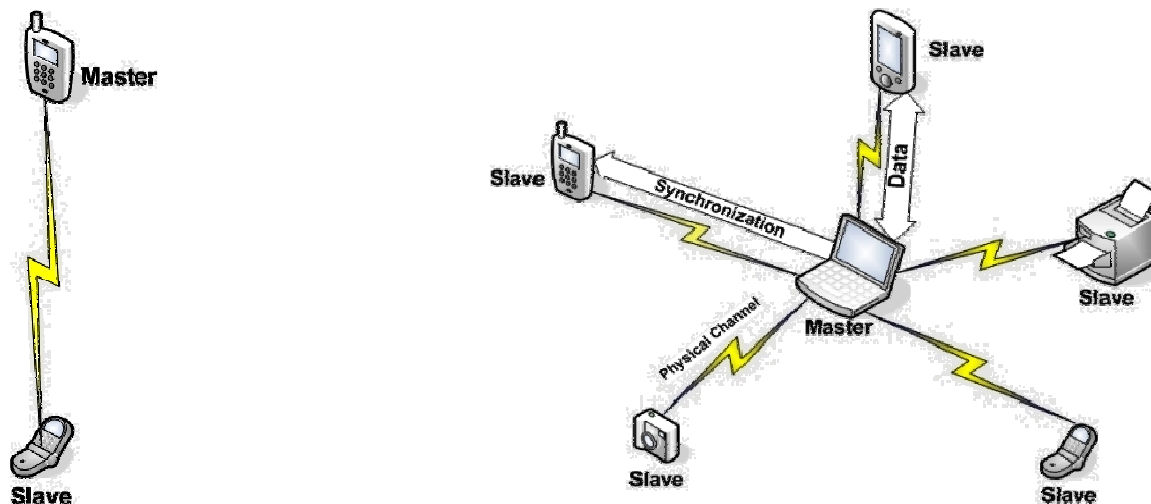


Každé zařízení je vybaveno transceiverem (vysílač/přijímač). Propojená zařízení tvoří tzv. **pikosít'** (anglicky piconet). V rámci jedné pokosíte může komunikovat maximálně 8 zařízení. Zařízení, které iniciovalo spojení, pracuje jako **master** (řídící zařízení). Zajišťuje identifikaci účastníků v síti, synchronizaci komunikace, atd. ostatní zařízení pracují v režimu **slave** (řízená zařízení).

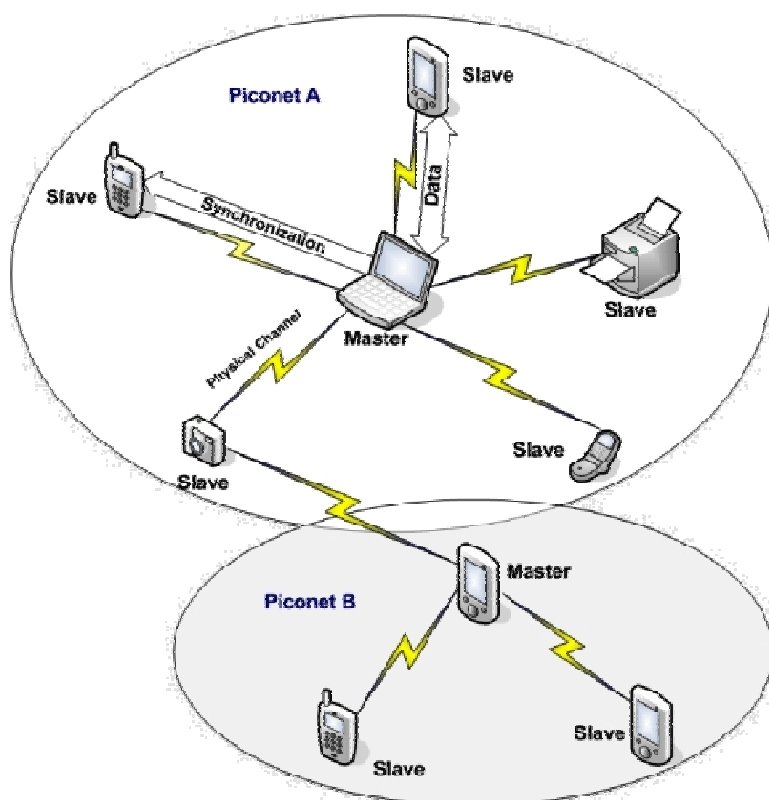
Bluetooth pracuje v nelicencovaném frekvenčním pásmu 2.4 GHz (2.4 GHz až 2.483 GHz). Toto frekvenční pásmo je rozděleno na 79 komunikačních kanálů (1 kanál = šířka pásma 1 MHz).

Z důvodu zvýšení bezpečnosti při komunikaci a také zvýšení odolnosti vůči rušení na určité frekvenci se provádí 1600 přeskoků (přeladění frekvence) mezi 79 kanály za 1 sekundu. Toto přeladování a následná synchronizace je v režii zařízení, které pracuje jako master.

Z bezpečnostních důvodů je před prvním spojením nutné komunikující zařízení mezi sebou „spárovat“. Toto se provádí pomocí zadání identifikačního čísla (PIN) na obou zařízeních.



V téže lokalitě nebo jejím okolí však mohou být přítomna další Bluetooth zařízení, převyšující počet 8, případně další síť piconet. Pro propojení více zařízení nebo pro propojení více samostatných piconetů je použita struktura nazvaná **scatternet** (rozptýlená síť). V této struktuře jsou některá zařízení obsažena ve více piconetech a zajišťují tak jejich propojení.



Standard Bluetooth definuje podle maximálního vysílacího výkonu tři třídy (Class) zařízení:

- Class 1 (10 mW) - dosah cca 100 m
- Class 2 (2,5 mW) - dosah cca 50 m
- Class 3 (1 mW) - standardní specifikace - dosah cca 10 m

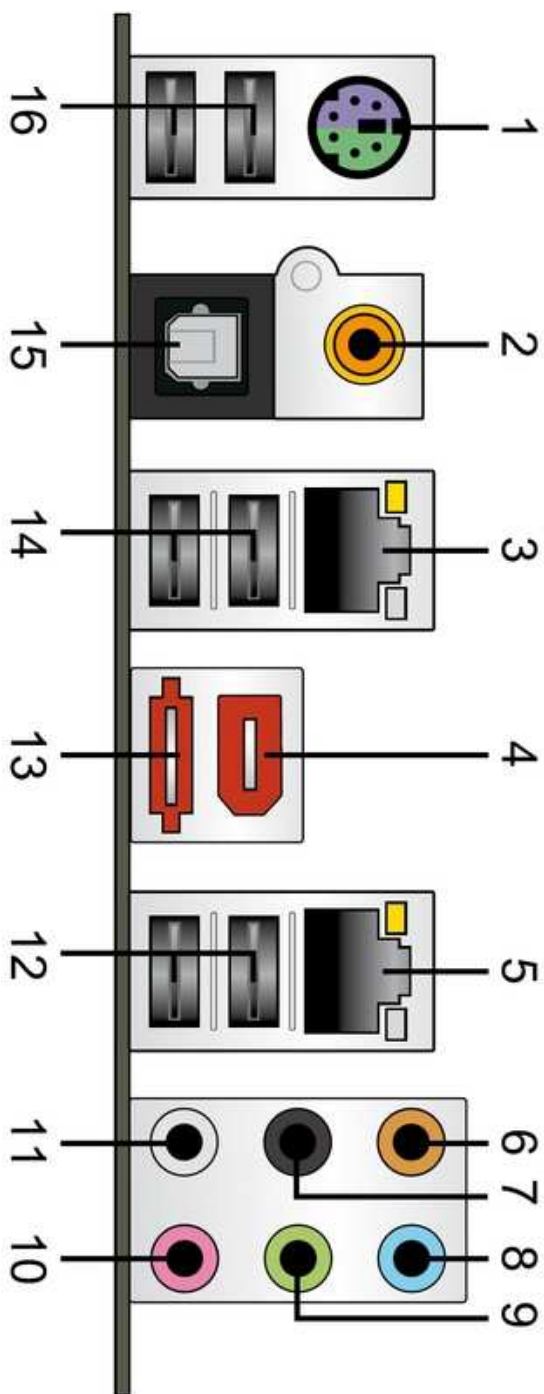
Typ přenosu	Rychlost v obou směrech
symetrický	432,6 kb/s
asymetrický	721 / 57,6 kb/s

**Přenosová rychlost** se pohybuje okolo 720 kb/s (90 KB/s) a je možné vytvořit datový spoj symetrický případně asymetrický, kdy přenosová rychlost při příjmu je vyšší než při odesílání dat.

Z důvodu bezpečnější komunikace

### Novější specifikace Bluetooth

- Bluetooth 1.2 nabízí navíc podporu síťové technologie QoS (Quality Of Service) zajišťující co možná nejmenší zpoždění při doručování datových paketů především u hlasových služeb.
- Bluetooth 2.0, 2.1 EDR (Enhanced Data Rate) používá nových typů modulací nosného signálu pro zvýšení přenosové rychlosti. Verze BT 2.0 nabízí až 2.1 Mb/s, verze BT 2.1 až 3 Mb/s. Zároveň snižuje nároky na napájení zařízení.
- Bluetooth 3.0 HS (High Speed) je zpětně kompatibilní s předchozími specifikacemi. Je založen na protokolu 802.11 standardu Wi-Fi (bezdrátová lokální síť). Umožňuje teoretickou přenosovou rychlost až 24 Mb/s, což je 8x vyšší rychlost, než specifikace BT 2.1 EDR. Vhodné pro přenosy větších objemů dat (především audio a video soubory). Nabízí úzkou spolupráci Wi-Fi a BT 3.0 zařízení. Snižování odběru elektrické energie oproti specifikaci BT 2.1 EDR. Tato specifikace vylepšuje zabezpečení komunikace mezi jednotlivými zařízeními.



#### 1. PS/2 Keyboard Port

6 pinový port pro připojení myši a klávesnice

#### 2. S/PDIF výstupní port.

Port propojuje počítač s externím výstupním audio zařízením pomocí koaxiálního S/PDIF kabelu s konektorem CINCH. Jedná se o digitální audio výstup.

#### 3. RJ-45 (LAN, síťový standard Ethernet)

konektor pro připojení počítače do lokální počítačové sítě (LAN) pomocí kabelu s kroucenými páry vodičů (UTP, STP kabel).

#### 4. Firewire Port (IEEE 1394a)

Připojení především DV kamery či ext. HDD k počítači

#### 5. RJ-45 (LAN, síťový standard Ethernet)

#### 6. Center/Subwoofer Port (analogový výstup)

Oranžový konektor jack pro připojení subwooferu / centrálního reproduktoru.

#### 7. Zadní reproduktory (analogový výstup)

Šedý konektor jack pro připojení zadních reproduktů

#### 8. Line-In Jack (analogový vstup)

Světle modrý konektor jack pro připojení audio vstupu.

#### 9. Line-Out Jack (analogový výstup)

Světle zelený konektor jack pro připojení předních reproduktů nebo sluchátek.

#### 10. Microphone Jack (analogový vstup)

Růžový konektor jack pro připojení mikrofону.

#### 11. Side Speaker Out (analogový výstup)

Konektor jack pro připojení bočních reproduktů

#### 12. USB 2.0 Porty

#### 13. eSATA Port

Externí Serial ATA port pro připojení externích HDD s rozhraním SATA

#### 14. USB 2.0 Porty

#### 15. Optický S/PDIF výstupní port (digitální výstup)

Tento port umožňuje připojení externího výstupního audio zařízení pomocí optického S/PDIF kabelu.

#### 16. USB 2.0 Porty