

Disková rozhraní

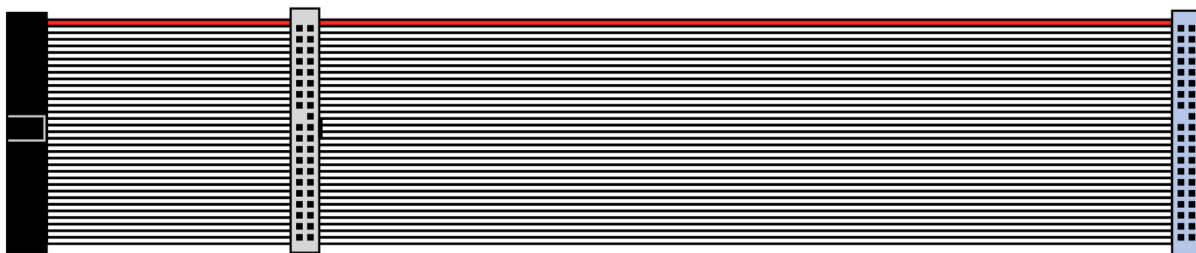
1. Rodina rozhraní ATA/IDE

- ATA (Advanced Technology Attachment) je standardizované rozhraní organizací ANSI
- IDE (Integrated Device Electronics) označuje zařízení určené pro rozhraní vycházející ze standardu ATA.

Rodina rozhraní vycházející ze standardu ATA znamená především jedno velké zmatení jazyků v názvosloví. Specifikace rozhraní, respektive jejich vylepšení, navrhovali (a stále navrhuji) konkurující si výrobci pevných disků, které těmto specifikacím také dávali různá jména, jak se to hodilo jejich marketingovým plánům. Není tedy divu, že mnozí stejnými jmény označují (generačně) různá rozhraní, někdy ani netuší, co to přesně znamená.

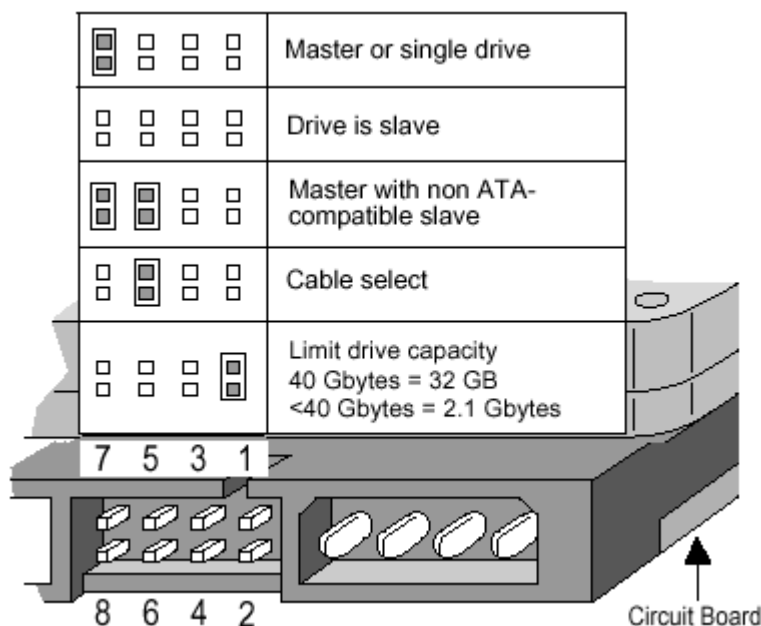
1.1. ATA

- Z názvu vyplývá, že jde o rozhraní primárně určené pro osobní počítače řady AT (286 a výše)
- Navrženo v roce 1986 firmami Compaq a Western Digital
- Byla to odpověď na komplikované a drahé rozhraní ESDI - ATA je jednodušší, levnější a výkonnější. Právě díky jednoduchosti a nízké ceně tato koncepce rozhraní s drobnými vylepšení přežívá dodnes, přestože o výkonu tu nemůže být ani řeč.
- K rozhraní lze pomocí jediného 40 žilového plochého kabelu připojit dva pevné disky IDE.



Obr. 1 - IDE kabel – červený vodič PIN1, key PIN uprostřed konektoru

- Kvůli rychlosti byla hned od začátku omezena délka datového kabelu na několik decimetrů, k rozhraní nebylo možné (bez nějakých speciálních opakovačů) připojit externí zařízení.
- Zkratka IDE především znamená, že řídicí jednotka je umístěna přímo na pevném disku. Jelikož lze na jediný kabel připojit disky dva, musí se mezi sebou dohodnout, kdo z nich komunikaci bude řídit (oba dohromady by se neshodly). To dělal uživatel, pomocí propojek (jumper) jeden disk označí jako Master (řídicí), druhý jako Slave (podřízený).



Obr. 2 - nastavení disku pomocí propojek

- Maximální teoretická přenosová rychlost činí 8,33 MB/s - teoretická znamená, že této rychlosti nikdy nelze dosáhnout. Rozhraní ATA a specifikace z něj vycházející mají pro přenos dat definované režimy PIO (Programmed Input/Output), DMA (Direct Memory Access) a DMA Multiword. Právě přidáváním dalších úrovní s definovanými vyššími rychlostmi vznikají nové specifikace.
- Maximální kapacita připojitelného pevného disku činila 512 MB - Disky IDE si totiž ukládají informace o své geometrii, rozhraní se však omezuje na 4 bity pro povrch, 10 bitů pro válec a 6 bitů pro sektor, což při 512 B na sektor dohromady dělá právě oněch 512 MB.
- K rozhraní nelze připojit jiná zařízení, než pevné disky, řídicí příkazy to prostě neumožňují.

1.2. ATA-2

- Standardizované rozhraní (organizací ANSI) podstatně vylepšující a rozšiřující původní ATA
- Na rozdíl od dalších specifikací je ATA-2 skutečně standard, což na jednu stranu má jednotící pozitivní charakter, neboť další specifikace z něj vychází, na druhou stranu se jakožto "čistý" standard rozhraní v praxi objevil jenom málo, neboť mu chyběly některé drobnosti, právě které výrobci pevných disků zahrnuli do svých specifikací.
- Zpětně kompatibilní
- Maximální přenosová rychlost se zvýšila až na 16,6 MB/s
- Nově módy PIO 3 a 4, DMA 1 a 2.
- Blokovaný přenos dat
- Zvýšila se výkonnost rozhraní - rychlost přenosu dat až o 30%.

- LBA (Logical Block Addressing) - podpora pro logické adresování disků, které umožňuje překonat 512MB kapacitní bariéru - musí však být podporována jak pevným diskem, tak BIOSem počítače.

1.3. Fast ATA a Fast ATA-2

- Obchodní názvy specifikací používané výrobci pevných disků Seagate a Quantum
- Názvy mají jednak zdůrazňovat rychlost vůči původnímu ATA, jednak zde být jako terminologický protivník rádoby standardu společnosti Western Digital EIDE, který kritizovali.
- Od standardu ATA-2 se v podstatě neodlišují
- Fast ATA-2 je to stejné jak ATA-2, Fast ATA je dokonce pomalejší. Rozdíl oproti ATA-2 je pouze ve filosofickém chápání, zatímco ATA-2 definuje všechny přenosové režimy, Fast ATA a Fast ATA-2 jakoby definují jenom ty rychlejší režimy oproti ATA (ale úplně stejné).

1.4. ATAPI (ATA Packet Interface)

- Standardizovaný protokol (organizací ANSI), rozhraní ATA umožňující připojit i jiná zařízení než pevné disky
- Standardy rozhraní ATA ani ATA-2 nepočítají s jinými zařízeními než pevnými disky, což se ovšem na začátku 90. let ukázalo jako nedostačující. Proto bylo dodatečně dodefinováno rozhraní ATAPI, ke kterému lze připojovat mechaniky CD-ROM, CD-R, CD-RW, páskové jednotky, disketové mechaniky jako Zip, HiFD, a:drive apod.
- ATAPI je součástí rozhraní vycházejících z ATA popisovaných dále
- Paradoxem osudu je fakt, že ATAPI je mnohem komplexnější a propracovanější rozhraní, než samotné ATA a další standardy/specifikace z něj vycházející. S ATAPI zařízeními lze pracovat pouze, je-li v operačním systému nahrán ovladač protokolu, po hardwarové stránce jsou analogické s IDE disky (kabel, polohy Master/Slave).



1.5. EIDE (Enhanced IDE)

- Specifikace společnosti Western Digital; dočkala se velikého rozšíření.
- Opět pár paradoxů. Již samotný název není vhodný, neboť IDE správně označuje pevný disk, což logicky neodpovídá "Vylepšenému IDE" pro rozhraní. Vlastnosti rádoby standardu se měnily v průběhu času podle

potřeby, přičemž málo z nich byly nové (společností vymyšlené prvky). Za to bylo rozhraní ostatními výrobci pevných disků velmi kritizováno, přičemž oni sami (Seagate, Quantum) zkratku EIDE pro své výrobky nepoužívali.

- Definuje stejné režimy jako ATA-2, podporuje nedisková zařízení (ATAPI) a logické adresování (LBA)
- Vyjmenované vlastnosti jsou častokrát nesprávně připisovány EIDE jakožto průkopníkovi (například proto, že je také musí podporovat BIOS počítače), ve skutečnosti však je specifikace pouze jakýmsi kompilátem těchto vlastností.
- Definuje dva kanály, takže k rozhraní je možné připojit až 4 zařízení
- Právě myšlenka duálního řadiče s primárním a sekundárním kanálem (jsou na sobě nezávislé) je pro EIDE původní a také se zasloužila o tak velké rozšíření. Vnitřně to nic nemění ve filosofii rozhraní, pouze jsou tu rozhraní dvě.

1.6. ATA-3

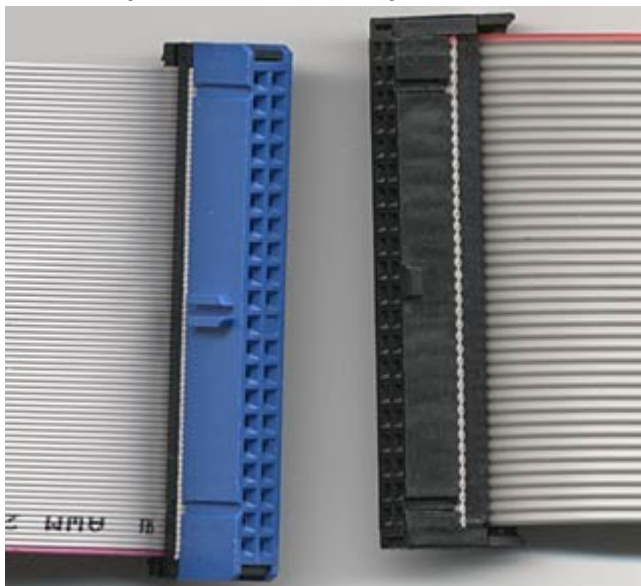
- Specifikace obohacující standard ATA-2 o prvky zajišťující větší spolehlivost datových přenosů při vyšších rychlostech
- Nejvýznamnější z nich je technologie S.M.A.R.T. (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology) umožňující monitorovat a předvídat výskyt chyb v datovém toku i na médiu.
- Prakticky se ovšem nijak neprosadila
- Nedefinovala totiž žádné výkonnější přenosové módy, které uživatele především zajímají. Nicméně naznačila další cestu, kterou se budou ubírat rozhraní dalších generací - musí přinést více bezpečnostních prvků.
- Konkrétně S.M.A.R.T.- nyní je standardní součástí všech vyráběných pevných disků až do současnosti.

1.7. Ultra ATA/33 (Ultra DMA/33, ATA-4)

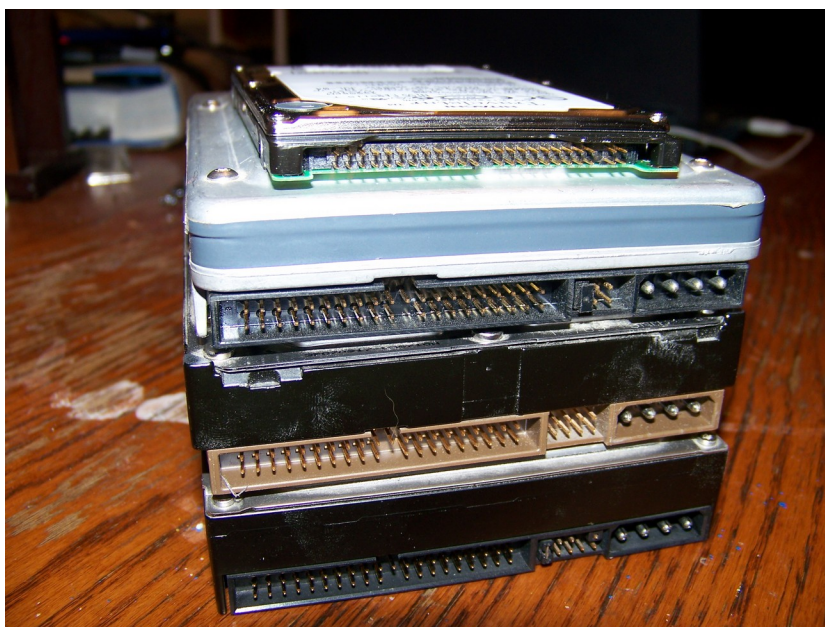
- Rozhraní standardizované výrobci pevných disků v roce 1997, navržené společností Quantum
- Velmi rozšířené rozhraní na svou dobu
- Maximální přenosová rychlost (teoretická) činí 33 MB/s
- Neboli byl dodefinován přenosový režim DMA Multiword 3, který je právě charakterizován touto rychlostí.
- Rozhraní obsahuje logické obvody pro kontrolní součty CRC
- Jenom díky ní mohou být data zasílána nejvyšší rychlostí po kabelu, který byl původně navrhován pro maximální rychlost 5 MB/s. A to ještě v pouze případě, že Ultra ATA/33 podporuje čipset základní desky a pevný disk. Naštěstí nejenom rozhraní pracuje i se starými disky, ale i nové disky se dokáží přizpůsobit staršímu rozhraní, respektive BIOSu.

1.8. Ultra ATA/66

- Specifikace navržena společností Quantum v roce 1998, podpořena ostatními výrobci pevných disků
- Teoretická rychlost 66 MB/s, ovšem pouze s novým kabelem - aby bylo možné pracovat na tak vysoké rychlosti, standardní 40 žilový kabel již samotné CRC nespasí. Proto bylo nutné používat 80 žilový kabel, každý datový vodič tak dostane jeden vodič na své zemnění, aby nedocházelo k rušení - 40pinové konektory zůstali zachovány.



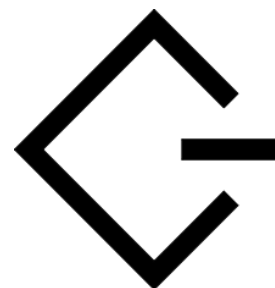
Obr. 3 – IDE kabel 80 žil vs 40 žil



Obr. 4 – různé typy disků s IDE rozhraním

2. Sběrnice SCSI (Small Computer System Interface)

- SCSI je protokol vyšší úrovně než IDE
- Fakticky, zatímco IDE je rozhraní, SCSI je skutečná systémová sběrnice s inteligentními řadiči na každém zařízení SCSI, které spolupracují na utváření kanálového toku informací.



Obr. 5 – logo SCSI

- SCSI podporuje mnoho odlišných typů zařízení - Nebyla vyhraněná pouze na pevné disky jako původní koncepce IDE/ATA. Dá se říci, že ačkoliv bylo od základů tvořeno převážně jako přídatná sběrnice pro zařízení, SCSI nabízela výkon, rozšiřitelnost a kompatibilitu nesrovnatelnou s žádným jiným rozhraním osobních počítačů v té době.
- SCSI není jedno - nicméně standardizováno
- Existovalo mnoho různých druhů verzí SCSI, které se odlišují bitovou šířkou přenosu a rychlostí. Na rozdíl od světa IDE/ATA však SCSI standardy jsou, relativně, skutečně standardy. Byly definovány organizací ANSI a udávají charakteristiky a schopnosti rozhraní. Částečné implementace SCSI jsou obvykle popisovány přenosovým protokolem (a tedy i rychlostí), který používají, nikoliv standardy SCSI.

2.1. SCSI-1

- Originální SCSI ustaven komisí ANSI v roce 1986 jako standard X3.131-1986
- Tedy ve stejné době, od kdy datujeme vznik rodiny rozhraní ATA! Definuje základní vlastnosti sběrnice SCSI, včetně délky kabeláže, signálové charakteristiky, příkazů a přenosových módů.
- Základní 8bitová sběrnice, přenosová rychlost 5 MB/s, 8 zařízení, délka sběrnice až 6 metrů
- Původní SCSI bylo ve svých možnostech velmi limitováno, přesto již od počátku bylo možné připojit 8 zařízení, což je čtyřikrát více, než měla ATA či ESDI! Záhy bylo zcela nahrazeno SCSI-2.

2.2. SCSI-2

- SCSI-2 ustanovena komisí ANSI v roce 1990
- Jedná se o obsáhlé vylepšení originálního standardu, definuje podporu pro mnoho rozšířených vlastností SCSI, které byly široce používány.

Fast SCSI - 10 MHz

- Přenosový protokol zdvojnásobující rychlost sběrnice na 10 MHz, což znamená 10MB/s přenosovou rychlost s 8bitovou kabeláží regulérního SCSI nebo vyšší s použitím Wide SCSI, ovšem také zkrácení maximální délky sběrnice na 3 metry. Mimochodem, každý nový standard SCSI přinesl

právě zdvojnásobení maximální přenosové rychlosti oproti předchozímu standardu.

Wide SCSI - širší sběrnice

- Od standardu SCSI-2 rozlišujeme šířku sběrnice. Původní 8bitová je dodatečně označována jako Narrow, nově má SCSI šířku sběrnice 16, případně 32 bitů, což přináší větší (dvojnásobnou) datovou propustnost ve stávající rychlosti signalizace.
- Až 16 zařízení na sběrnici
- Protokol Wide umožnil zdvojnásobení počtu připojitelných zařízení, což se v porovnání se dvěma disky IDE mohlo někomu zdát neuvěřitelné.
- Aktivní terminace
- Obdobně, jako se IDE disků musí nastavovat řízení pomocí propojek Master/Slave, u SCSI sběrnice se musí nastavit terminace a rozpoznávací identifikátor zařízení. Nicméně zatímco u disků IDE to bylo nutné dělat manuálně, již SCSI-2 toto umožňovalo dělat automaticky.

Fronta příkazů

- Jedna z obrovských výhod SCSI - dovoluje hromadné vyřizování požadavků mezi zařízení na sběrnici zároveň.
- Rozšíření množiny příkazů
- SCSI-2 přidala nové množiny příkazů pro podporu používání více zařízení, jako mechaniky CD-ROM, skenery a výměnná média. Přestože se první standard neomezoval jenom na pevné disky, dlužno podotknout, že se na ně zaměřoval.

2.3. SCSI-3

- Standard z roku 1994, znamená především protokoly Ultra SCSI - 20 MHz
- Opětovné zdvojnásobení rychlosti systémové sběrnice, definována je přenosová frekvence až do 20 MHz, což znamená 20 MB/s s 8bitovým SCSI nebo 40 MB/s u Wide SCSI, ale také opětovné zkrácení délky sběrnice na 1,5 metrů.
- Sériové SCSI – Firewire
- SCSI-3 obsahuje jako jeden z jeho standardů popis sériového SCSI zvaného Firewire. Ten se však z rodiny SCSI pro svou totální odlišnost vymanil a nyní jakožto standard IEEE 1394 stojí mimo jako samostatné univerzální rozhraní.

2.4. Ultra2 SCSI

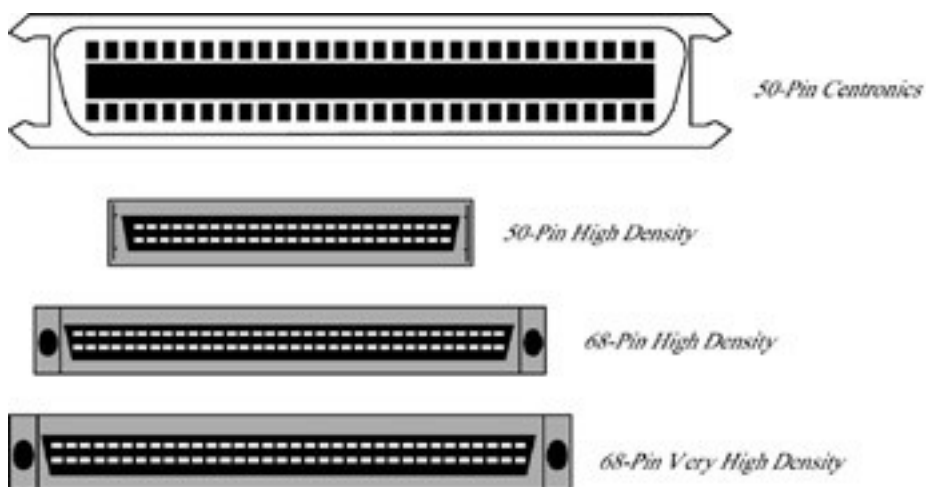
- Standardizován na počátku roku 1998, používá signalizační technologii LVD
- Překvapivě nikoliv SCSI-4 - v poslední době už i sběrnice SCSI ztrácí svou erudovanost skrytou za standardizační komisí ANSI a výrobci pevných disků,

kteří ji navrhuji (v tomto případě Seagate a Quantum) její název upravují ke svým obchodním účelům. Opět byla zdvojnásobená frekvence sběrnice, aby se však nemusela zkracovat její délka z již tak nedostačujícího 1,5 metru, používá se rozdílová napěťová signalizace LVD (Low Voltage Differential) - hodnota signálu se neměří absolutně vůči zemi, ale relativně vůči jinému signálu.

- maximální teoretická přenosová rychlost činí 80 MB/s - samozřejmě pouze se zařízeními podporujícími tuto rychlost, ale i se staršími zařízeními je zpětně kompatibilní.



2.5. Ultra160/m SCSI

- Specifikace následného rozhraní z října roku 1998 navržená společností Quantum
- Přímo vychází z Ultra2 SCSI
- Maximální přenosová rychlost 80 MB/s
- Délka sběrnice 12 metrů zůstává zachována, velký důraz je kladen na spolehlivost - posílaná data se zabezpečují kontrolními součty CRC, automaticky se kontrolují všechny prvky sběrnice, při nesrovnalostech sama sníží přenosovou rychlost.



Obr. 6 – různé typy SCSI konektorů

3. Následníci technologie SCSI

Interface	Alternative names	Specification body / document	Width (bits)	Clock ^[a]	Line code	Maximum		
						Throughput	Length ^[b]	Devices ^[c]
SSA	Serial Storage Architecture	T10 / INCITS 309-1997	serial	200 Mbit/s	8b10b	20 MB/s ^{[d][e][f]} (160 Mbit/s)	25 m	96
SSA 40		T10 / INCITS 309-1997	serial	400 Mbit/s		40 MB/s ^{[d][e][f]} (320 Mbit/s)	25 m	96
Fibre Channel 1Gbit	1GFC	T11 / X3T11/94-175v0 FC-PH Draft, Revision 4.3	serial	1.0625 Gbit/s	8b10b	98.4 MB/s ^{[e][f]} (850 Mbit/s)	500 m / 10 km ^[g]	127 (FC-AL) 2 ²⁴ (FC-SW)
Fibre Channel 2Gbit	2GFC	T11 / X3T11/96-402v0 FC-PH-2, Rev 7.4	serial	2.125 Gbit/s		197 MB/s ^{[e][f]} (1,700 Mbit/s)	500 m / 10 km ^[g]	127/2 ²⁴
Fibre Channel 4Gbit	4GFC	T11 / INCITS Project 2118-D / Rev 6.10	serial	4.25 Gbit/s		394 MB/s ^{[e][f]} (3,400 Mbit/s)	500 m / 10 km ^[g]	127/2 ²⁴
Fibre Channel 8Gbit	8GFC	T11 / INCITS Project 2118-D / Rev 6.10	serial	8.5 Gbit/s		788 MB/s ^{[e][f]} (6,800 Mbit/s)	500 m / 10 km ^[g]	127/2 ²⁴
Fibre Channel 16Gbit	16GFC	T11 / INCITS Project 2118-D / Rev 6.10	serial	14.025 Gbit/s	64b66b	1,575 MB/s ^{[e][f]} (13,600 Mbit/s)	500 m / 10 km ^[g]	127/2 ²⁴
SAS 1.1	Serial attached SCSI	T10 / INCITS 417-2006	serial	3 Gbit/s	8b10b	300 MB/s ^{[e][f]} (2,400 Mbit/s)	6 m	16,256 ^[h]
SAS 2.1		T10 / INCITS 478-2011	serial	6 Gbit/s		600 MB/s ^{[e][f]} (4,800 Mbit/s)	6 m	16,256 ^[h]
SAS 3.0		T10 / INCITS 519 	serial	12 Gbit/s		1,200 MB/s ^{[e][f]} (9,600 Mbit/s)	6 m	16,256 ^[h]
SAS 4.0		T10 / INCITS 534  (draft)	serial	22.5 Gbit/s	128b150b	2,400 MB/s ^{[e][f]} (19,200 Mbit/s)	tbd	16,256 ^[h]
IEEE 1394-2008	Firewire S3200, i.Link, Serial Bus Protocol (SBP)	IEEE Std. 1394-2008	serial	3.145728 Gbit/s	8b10b	315 MB/s (2,517 Mbit/s)	4.5 m	63
SCSI Express	SCSI over PCIe (SOP)	T10 / INCITS 489	serial	8 GT/s (PCIe 3.0)	128b130b	985 MB/s ^{[e][f][i]} (7,877 Mbit/s)	short, backplane only	2 ⁵⁸
USB Attached SCSI 2	UAS-2	T10 / INCITS 520	serial	10 Gbit/s (USB 3.1)	128b132b	~1,200 MB/s ^{[e][f]} (~9,500 Mbit/s)	3 m ^[j]	127
ATAPI over Parallel ATA	ATA Packet Interface	T13 / NCITS 317-1998 	16	33 MHz DDR	none	133 MB/s ^[k] (1,064 Mbit/s)	457 mm (18 inches)	2
ATAPI over Serial ATA			serial	6 Gbit/s	8b10b	600 MB/s ^[l] (4,800 Mbit/s)	1 m	1 (15 with port multiplier)
iSCSI	Internet Small Computer System Interface, SCSI over IP	IETF / RFC 7143	mostly serial	implementation- and network-dependent		1,187 MB/s ^[m] or 1,239 MB/s ^[n]	implementation- and network-dependent	2 ¹²⁸ (IPv6)
SRP	SCSI RDMA Protocol (SCSI over InfiniBand and similar)	T10 / INCITS 365-2002	implementation- and network-dependent					

Zdroje:

<http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/xpolace1.htm>

<https://en.wikipedia.org/wiki/SCSI>