

Rozhraní PC

Nové typy

Serial ATA (SATA)

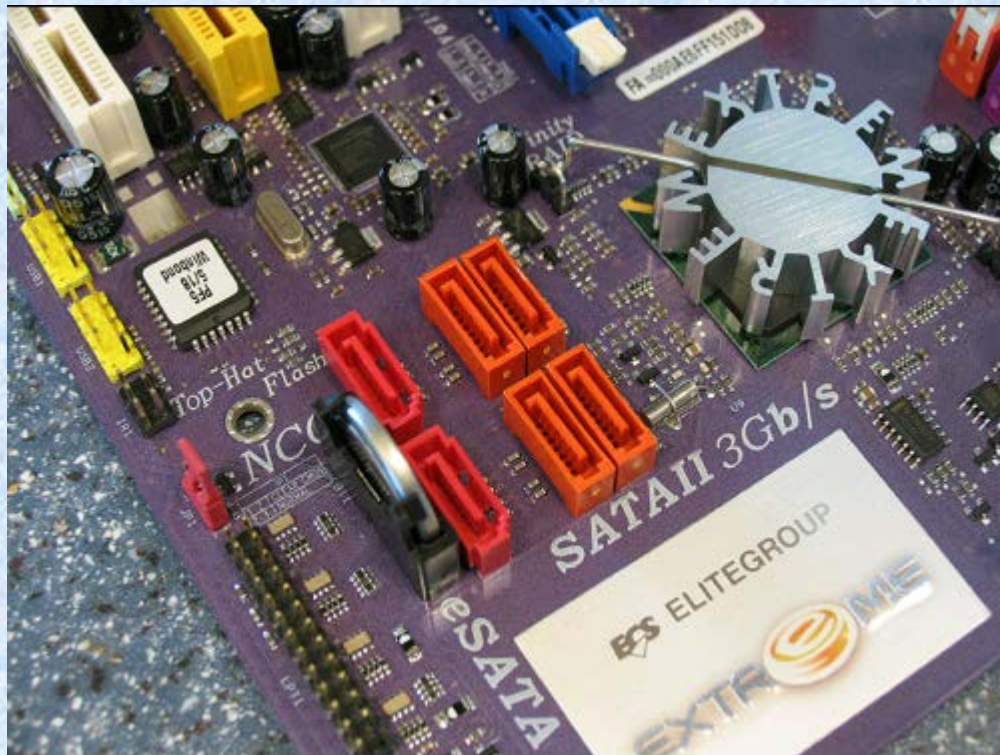
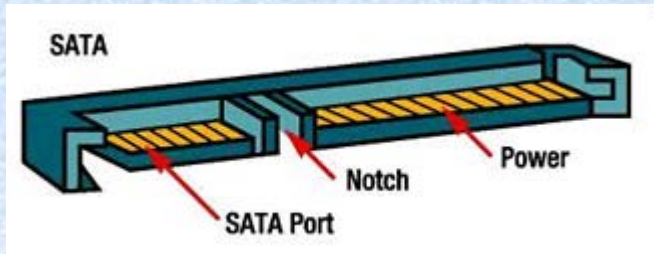
- Díky pokrokům v metodě přenosu dat nazvané differential signalling bylo možné zvýšit operační frekvenci rozhraní tak, aby dovolilo přenášet dostatečné množství dat sériovým způsobem
- SATA 1 - s pouze 1bitovou šířku, ale frekvenci **1500 MHz** a to je tedy i výsledných **1,5 Gbit/s**.
- odlišné kódování přenosu
 - **10bitové**, a proto můžeme také zmíněné přenosové rychlosti vyjádřit jako:
 - **150 MB/s** (1,5 Gb/s)
 - **300 MB/s** (3 Gb/s)

Verze SATA

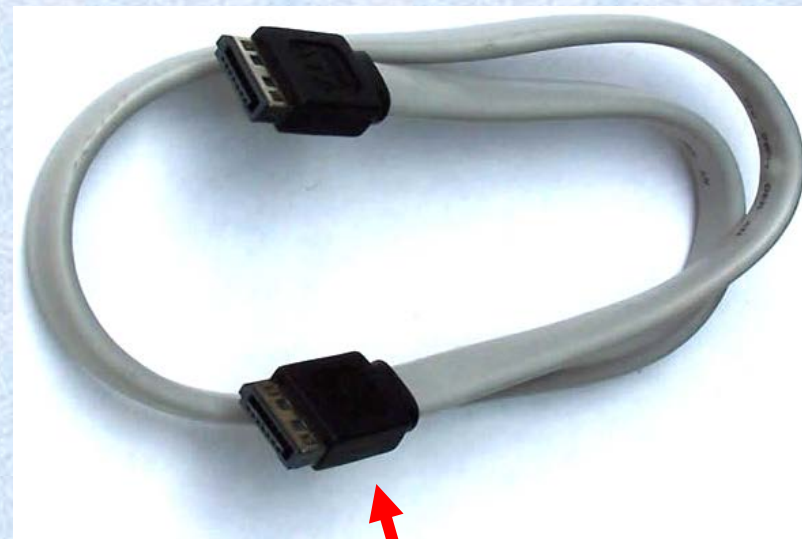
přenosový režim	maximální rychlost	standard
SATA 1	150 MB/s	SATA/150
SATA 2	300 MB/s	SATA/300
SATA 3	600 MB/s	SATA/600

- Další verze Serial ATA, běžně, ale chybně označovaná jako SATA II, dostala název **SATA 3Gb/s**.
- Přišla s ní **organizace SATA II** - uskupení výrobců, kteří společně zpracovávali nové specifikace (odtud tedy pochází původ mýlky)
- Sdružení se ale již raději přejmenovalo na [SATA-IO \(Serial ATA International Organization\)](#)

Konektory Serial ATA



Způsoby připojení - SATA



starší konektor pro
připojení napájení

konektor SATA
pro propojení
se základní
deskou

SATA konektor pro
připojení napájení
(novější způsob
připojení napájení)

kabel SATA pro
propojení disku a
základní desky

Redukce IDE - SATA



eSATA (External SATA)

- Rozhraní **eSATA** má také několik dalších odlišností
 - Nejdůležitější z nich je, že během probíhajícího přenosu zatěžuje procesor zcela minimálně (daleko méně než např.USB).
- Oproti externím diskům s rozhraním USB 2.0 nebo IEEE1394 FireWire dokáže poskytnout plný výkon SATA a také podporu SMART.
 - Zapotřebí je k tomu v podstatě pouze eSATA kabel, jenž se připojí k eSATA konektoru v počítači, ke kterému již vede normální datový SATA kabel.

Konektory eSATA



- **eSATA**

- Má lépe zpracovaný konektor kvůli častému připojování a odpojování disku (Hot Plug)
- **konstrukčně až na 500 zasunutí**, oproti klasickému SATA (50 zasunutí)
- **Délka kabelu až 2 m**

Technologie NCQ (Native Command Queuing)

Přirozené řazení požadavků. Technologie ponechává rozhodování o pořadí čtení dat na logice disku a posloupnost čtení dat si seřadí tak, aby k tomu potřeboval co nejméně otáček a přesunů hlavy.

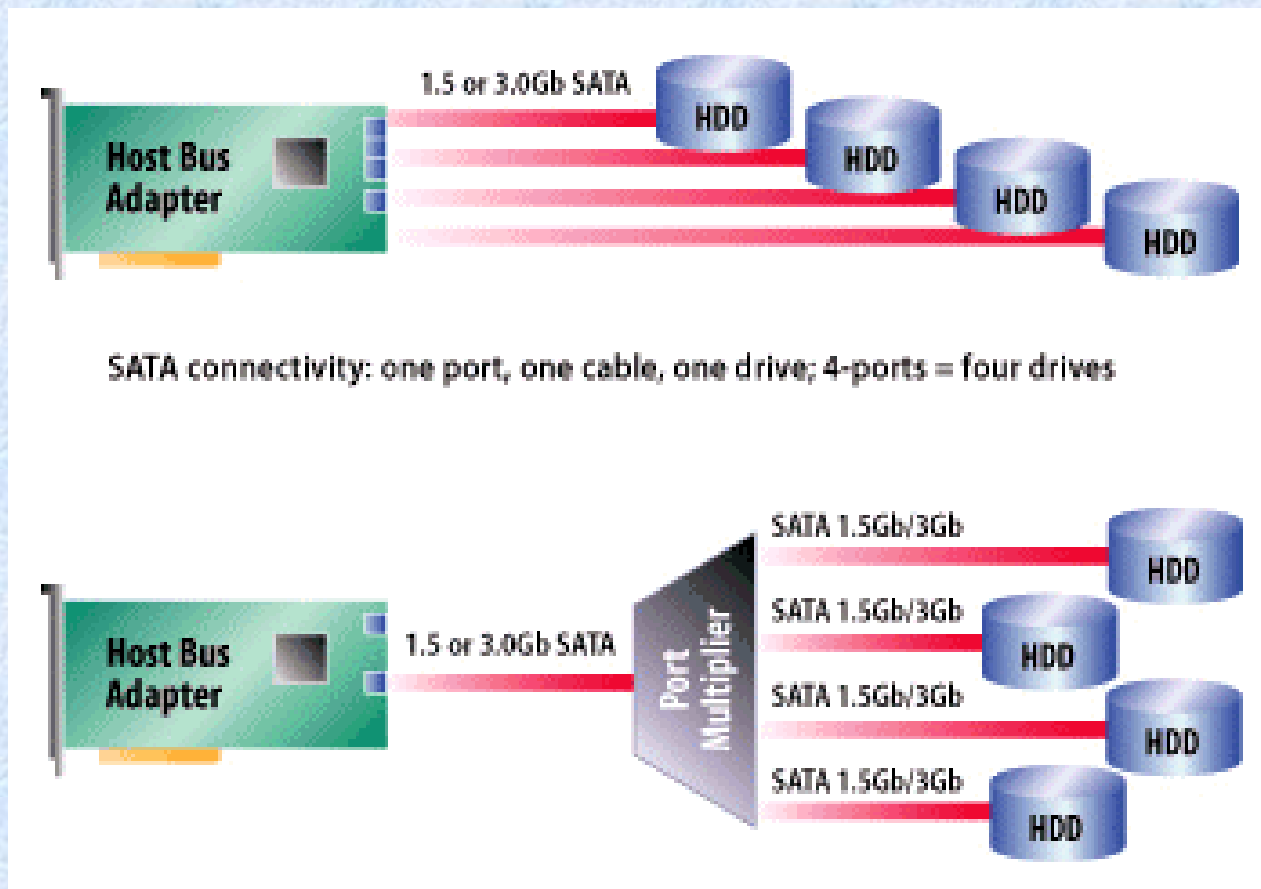


Další technologie SATA 300

- **Hot-Swap** - dovoluje připojit a odpojit disk za běhu počítače tak, aby je operační systém rozpoznal
- **Staggered Spin Up** - dokáže po startu počítače minimalizovat energetické nároky na zdroj. Dokáže řídit a ovládat postupný náběh všech pevných disků, které se tak nemusí rozběhnout všechny najednou
- **Port Selector** - umožňuje připojit dva řadiče k jednomu disku kvůli zamezení výpadku v případě poruchy jednoho z nich

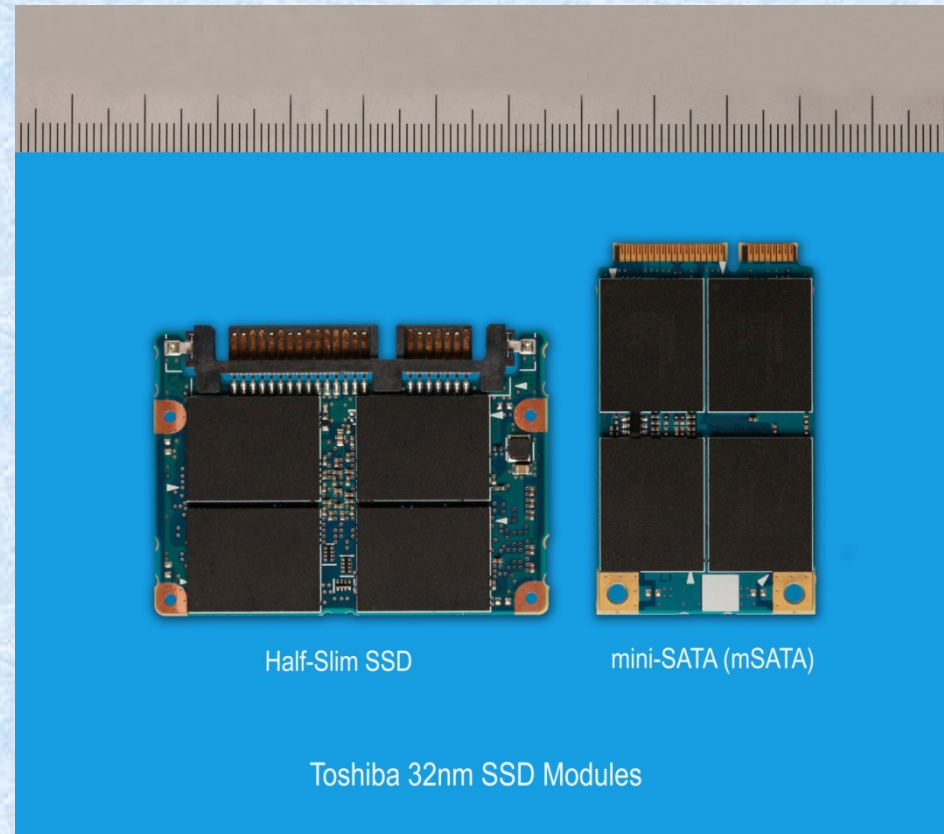
Další technologie SATA

- **Port Multiplier** slouží k tomu, abychom mohli s jedním řadičem obsloužit více pevných disků



mSATA (mini SATA)

- Září 2009:
- Mezinárodní organizace Serial ATA (SATA-IO) oznamuje, že připravuje specifikaci nového malého Serial ATA konektoru, tzv. „mSATA“ (mini-SATA)







High Performance Sequential Read/Write Data Transfer Speed

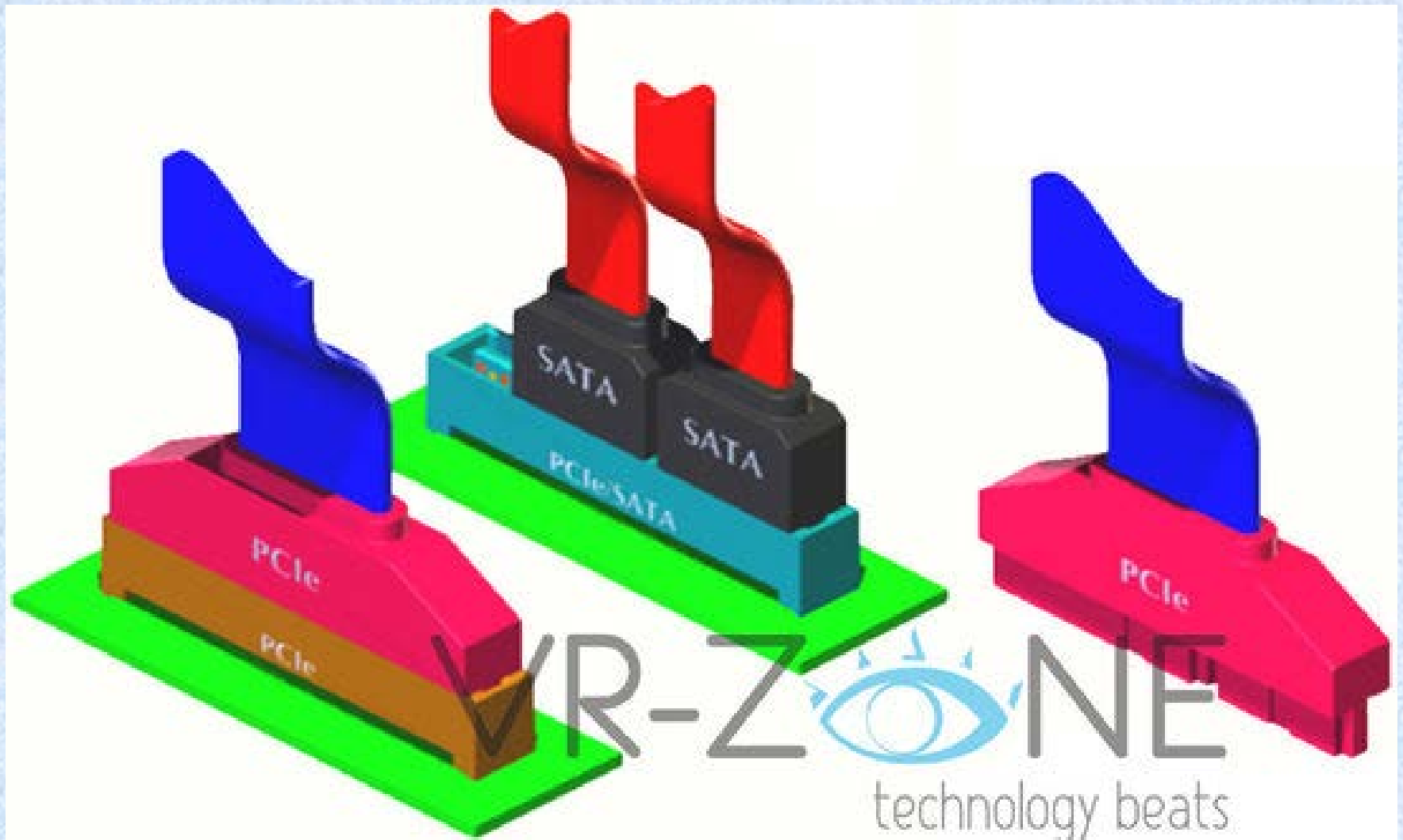


High Performance Random Write Data Transfer Speed

(Maximum 4K Random Write Speed)



SATA dochází dech, je tu SATA Express (2013)

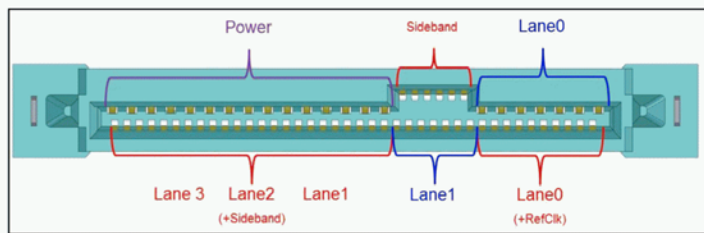


SATA Express specifikace

Trend: Two Connectors

SFF-8639

U.2

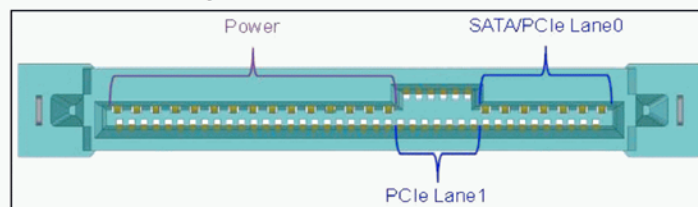


Red = Data Center PCIe

Blue = SAS/SATA

- 4x PCI Express* unleashes performance SSDs
- Cables require RefClk and six high speed signal lanes, shield?
- Increased device attach flexibility between SATA / SAS* / PCI Express
- Decreased system flexibility with directly wired SATA and PCI lanes

SATA* Express



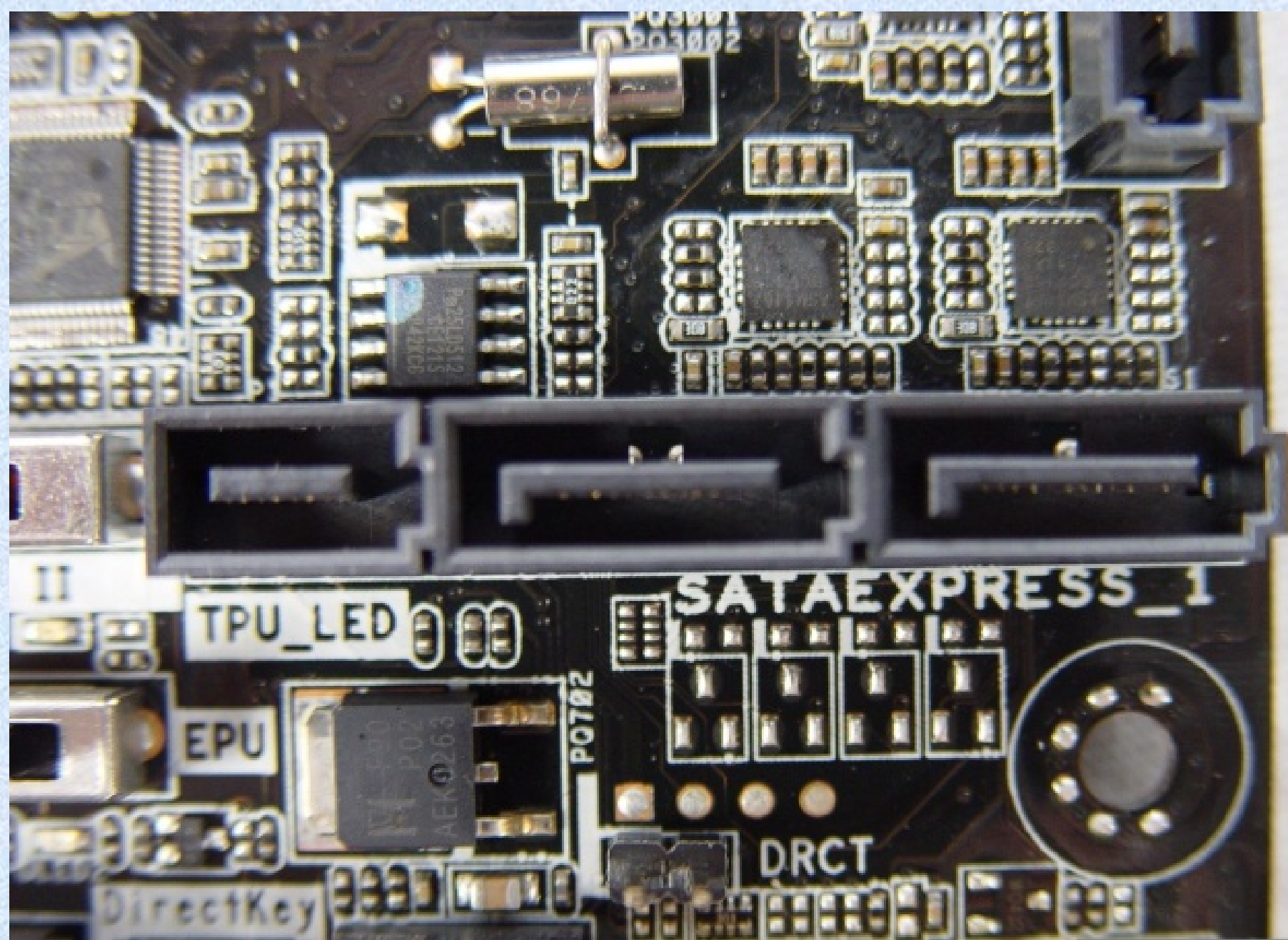
Blue = Muxed single SATA or 2x PCIe

- 2x PCI Express limits SSD performance, still nearly 2x SATA
- Cost optimized w/ two high speed lanes, no RefClk, likely no shield
 - Requires clockless drive w/ SSC, in PCI SIG now
- Increased system flexibility supporting muxed SATA and PCI
- "It fits, but doesn't work!" risk

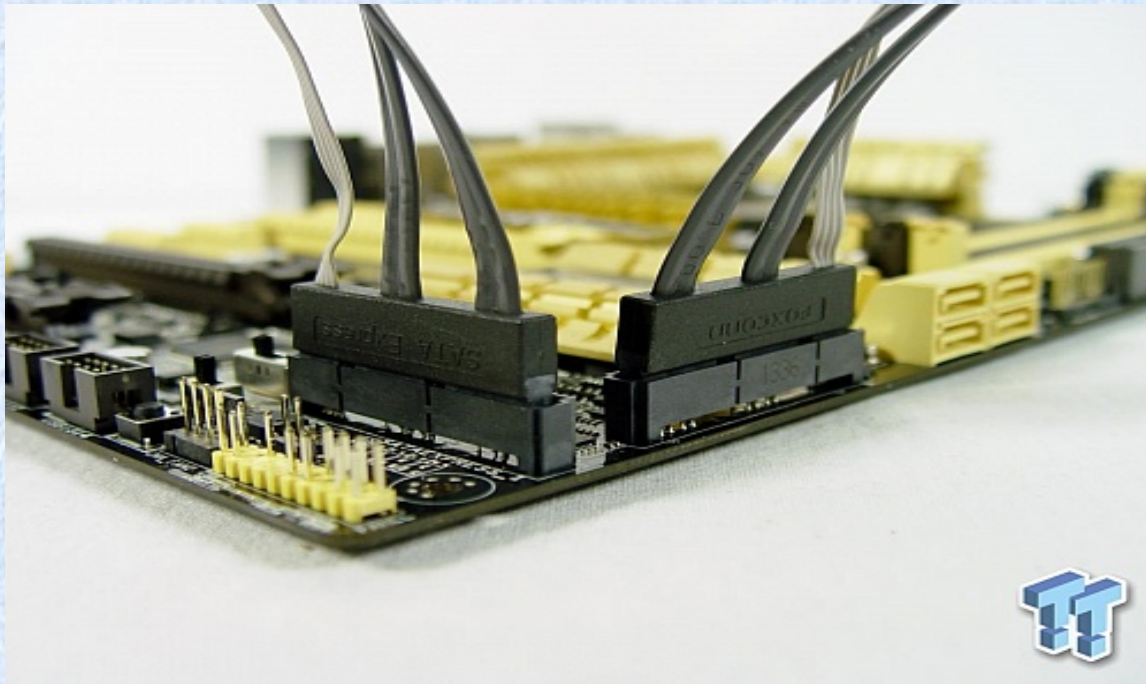
SFF-8639: Optimized for performance and device flexibility
SATA Express: Focus on rapid low cost platform transition

- SFF-8639 poději označované jako U.2 je původně určeno pro výkonné serverové SSD má čtyři linky PCI Express, na dalších kontaktech běží SATA/SAS, ale bez multiplexování.

SATA Express - v běžných PC s multiplexovaným SATA a PCI Express.



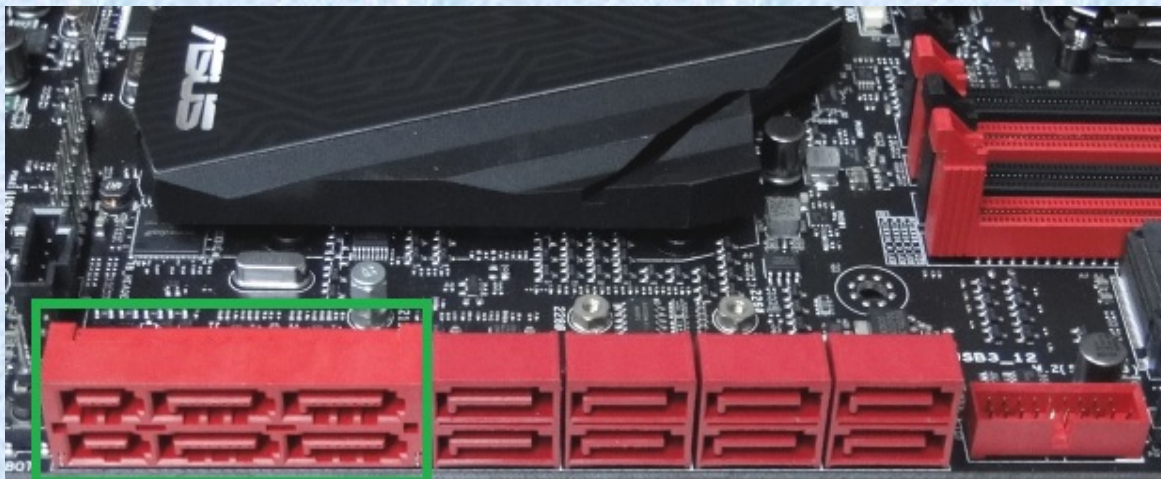
Kabely SATA Express



To je **SATA Express**, v této podobě dnes už v podstatě mrtvá technologie. (2016) Každý konektor SATA Express v sobě nese dva porty SATA 6 Gb/s a dvě linky PCI-E. K připojení disku k tomuto konektoru potřebujete speciální kabel, disk pak může komunikovat se systémem buď přes SATA nebo i pomocí PCI-E.

Pokud jde komunikace přes PCI-E linky, může klidně probíhat i skrze protokol NVMe, tedy bez AHCI a přímo s procesorem.

Jelikož dvě linky PCI-E jsou málo, od tohoto řešení se ustupuje, nahradil jej slot **M.2**.



Dnešní (další) využitelnost SATA Express (v podání ASRocku)



mSATAa SATAe nahradilo
nejdříve NGFF a z něj potom M.2

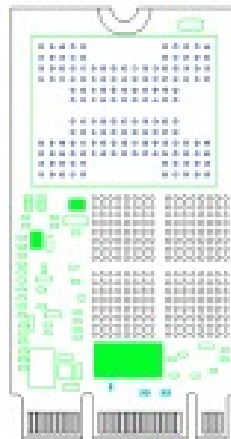
Trend: NGFF Card Format*

51mm x 30mm
z: 4.85mm



mSATA

42mm x 22mm
z: 2.75mm single side¹
z: 3.85mm double side¹



NGFF Card

Proposed
Draft

Serial ATA
International Organization

Version 04
August 14, 2012

Serial ATA Technical Proposal #TPR_C112
Title: NGFF Card Format for SSDs

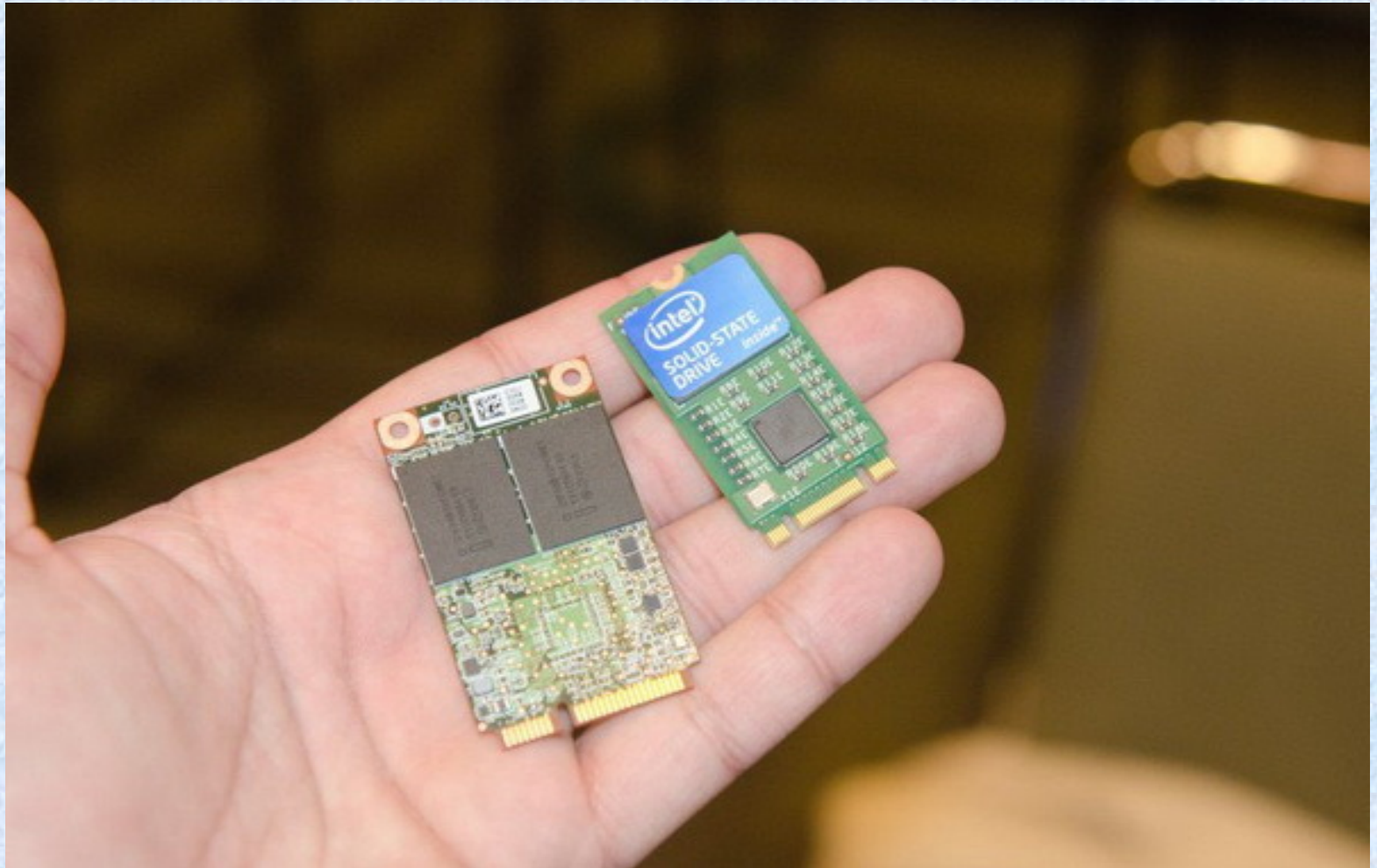
This is an internal working document of the Serial ATA International Organization. As such, this is not a completed standard and has not been approved. The Serial ATA International Organization may modify the contents at any time. This document is made available for review and comment only.

Specification optimized for caching devices or SSDs, includes a series of module lengths and connector keys enabling SATA*, 2x or 4x PCI Express*

Smaller, thinner, SSD optimized form factor

Vlevo disk typu mSATA, vpravo M.2

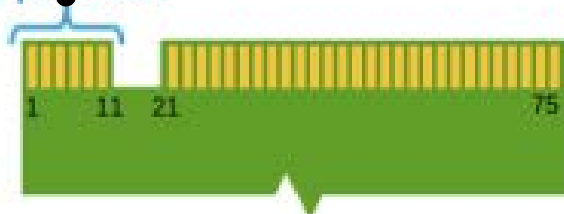
mSATA nese pouze jedno SATA rozhraní, M.2 může nést v podstatě cokoliv.



Verze M.2 konektorů

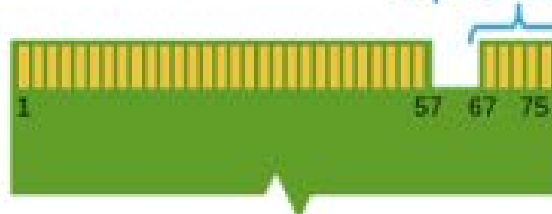
- Dle specifikace je v jednom M.2 konektoru **čtveřice PCI-E linek** (2.0, 3.0), **dvojice kanálů SATA 6 Gb/s**, **trojice kanálů USB** (2.0, 3.0), PCM Audio a spousta dalších možností.
- M.2 je univerzální konektor, k jehož funkcím je nutné přistupovat klíčováním kontaktů.

6 pins wide

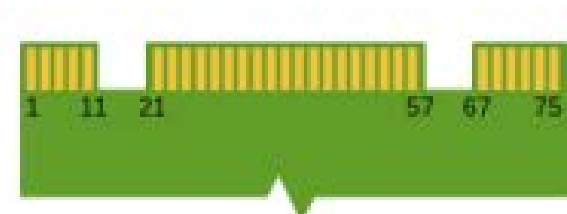


"B key" edge connector

5 pins wide



"M key" edge connector



"B & M key" edge connector

„B“. To je klasické SATA Express a něco navíc.

Např. dvě PCI-E linky, jeden SATA port, USB kanál, zvuk a další

Pro SSD disky je vhodnější konektor a klíčování „M“. To zabezpečuje připojení **čtyř linek PCI-E** s jedním SATA portem.

Digi Power
12 Power Phase Design
Premium Alloy Choke

eSATA
DisplayPort
HDMI

Intel LAN
Realtek LAN

12K Platinum Capacitor

Intel LGA 1150 Socket

**4 DDR3 3200+(OC)
15μ Gold Contact**

Mini PCIe

PCIe 3.0 x16
**Supports Quad CrossFireX
& Quad SLI**

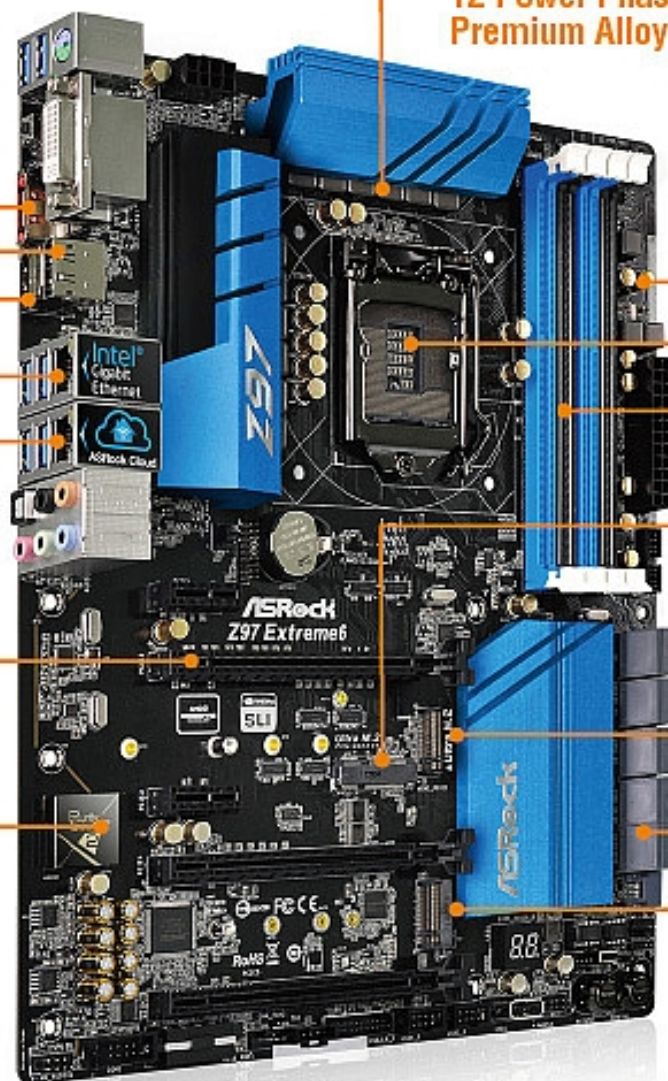
Purity Sound™ 2

Nichicon Fine Gold Series Audio Caps
115dB SNR DAC with Differential Amplifier
TI® NE5532 Premium Headset Amplifier
Direct Drive Technology
EMI Shielding Cover
PCB Isolate Shielding

**Ultra M.2 Socket 32Gb/s
(PCIe Gen3 x4)**

SATA Express

**M.2 Socket 10Gb/s
(PCIe Gen2 x2/SATA)**



SATA Express™ and SFF-8639 Comparison



Source: Seagate® (with permission)

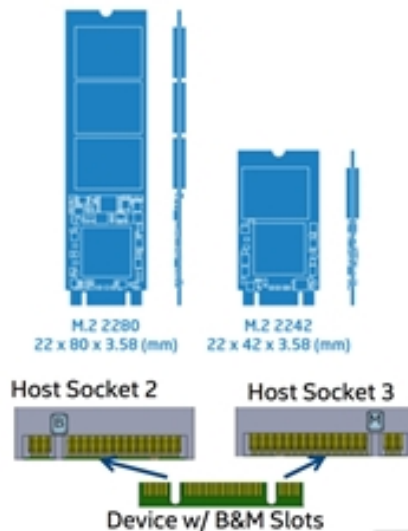
	SATAe	SFF-8639
SATA / SAS®	SATA	SATA / SAS
PCI Express®	x2	x4 or dual x2
Host Mux	Yes	No
Ref Clock	Optional	Required
EMI	SRIS	Shielding
Height	7mm	15mm
Max Performance	2 GB/s	4 GB/s
Bottom Line	Flexibility & Cost	Performance

SFF-8639 designed for data center, SATAe designed for Client

M.2 Form Factor Comparison

	M.2 Socket 2	M.2 Socket 3
SATA	Yes, Shared	Yes, Shared
PCIe® x2	Yes, Shared	Yes, Shared
PCIe x4	No	Yes
Comms Support	Yes	No
Ref Clock	Required	Required
Max Performance	2 GB/s	4 GB/s
Bottom Line	Flexibility	Performance

M.2 Socket 3 is the best option for Data Center PCIe SSDs



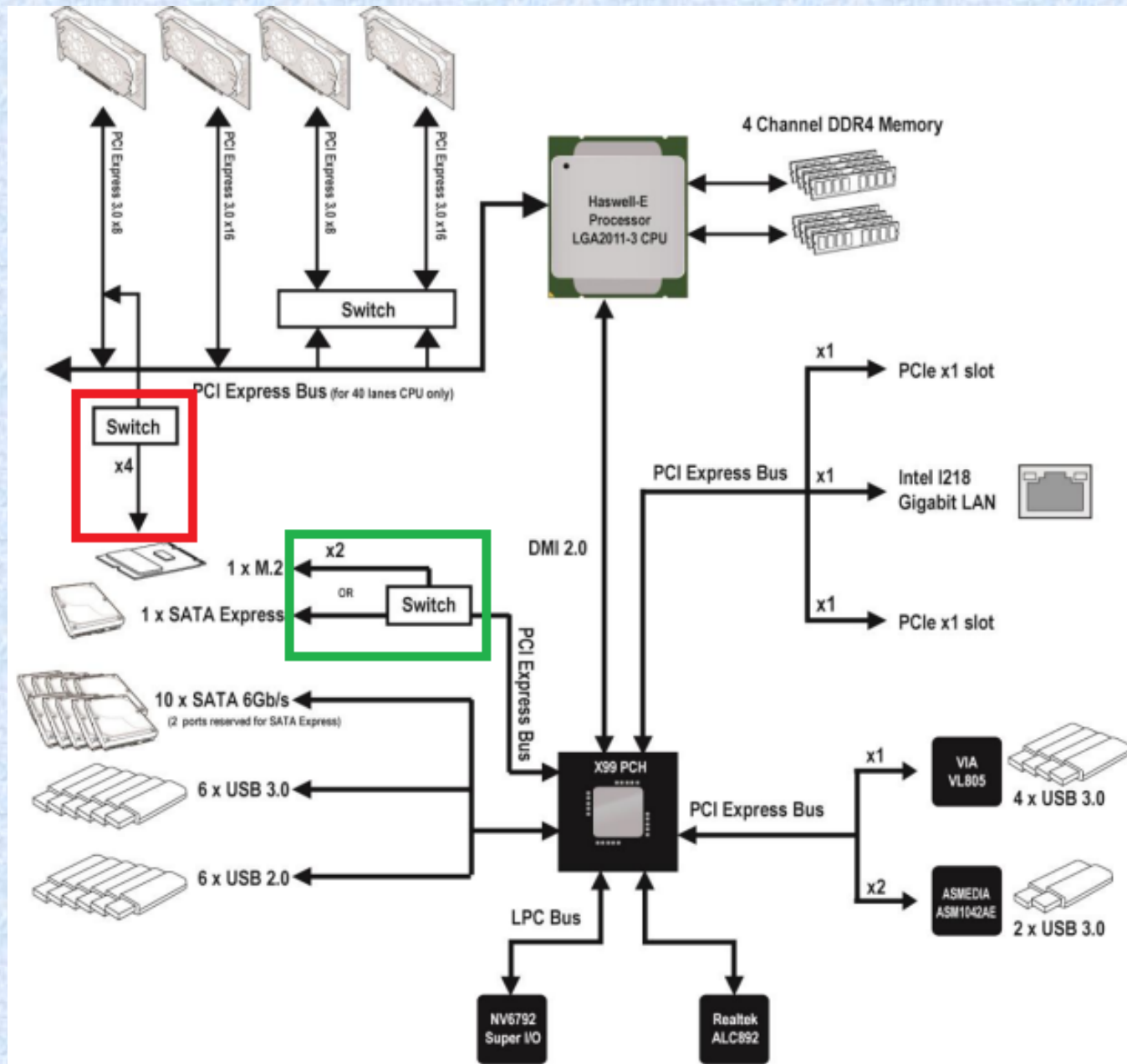
SFF 8639 – nové označení U.2



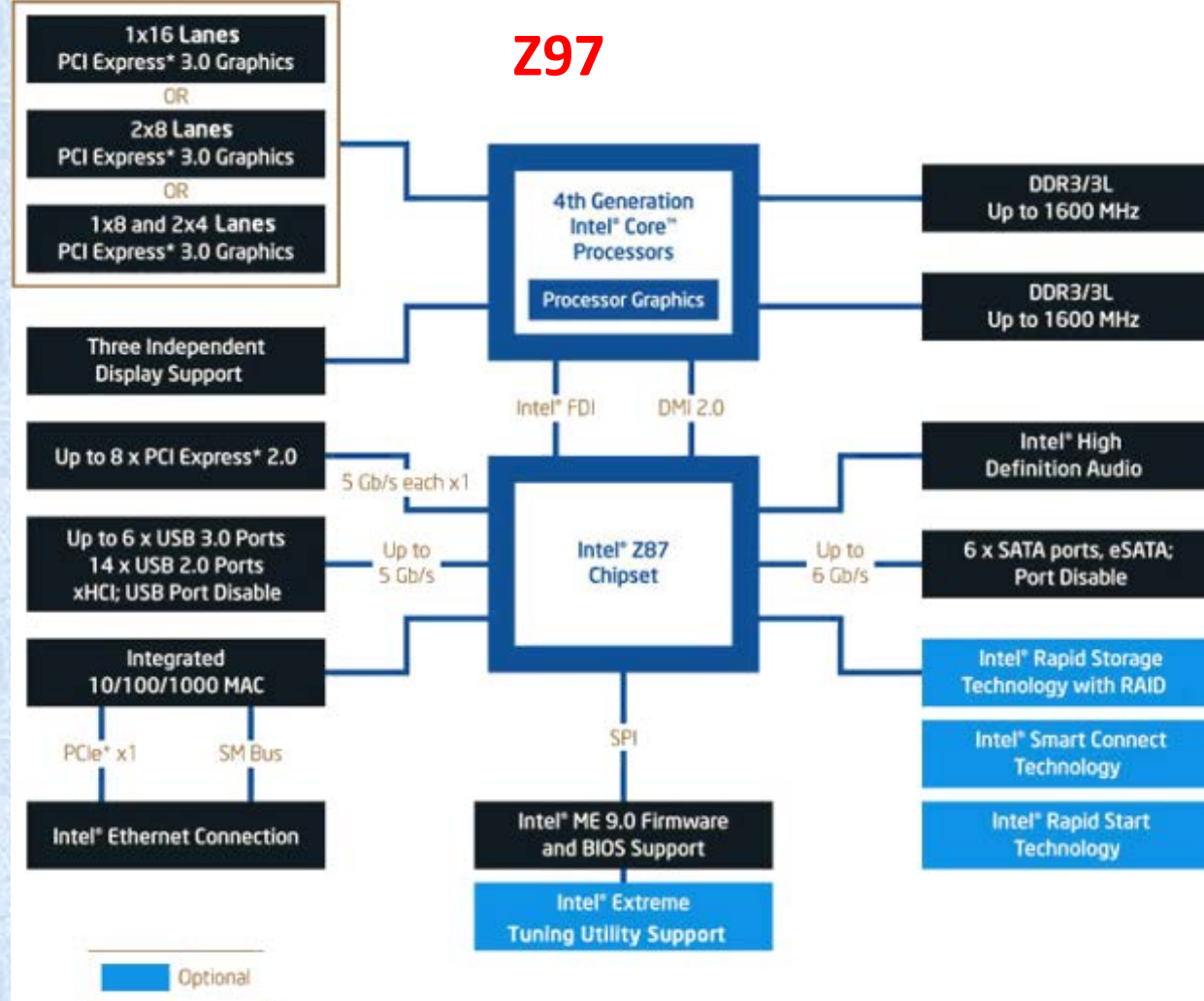
Kabel s konektory miniSAS HD a U.2



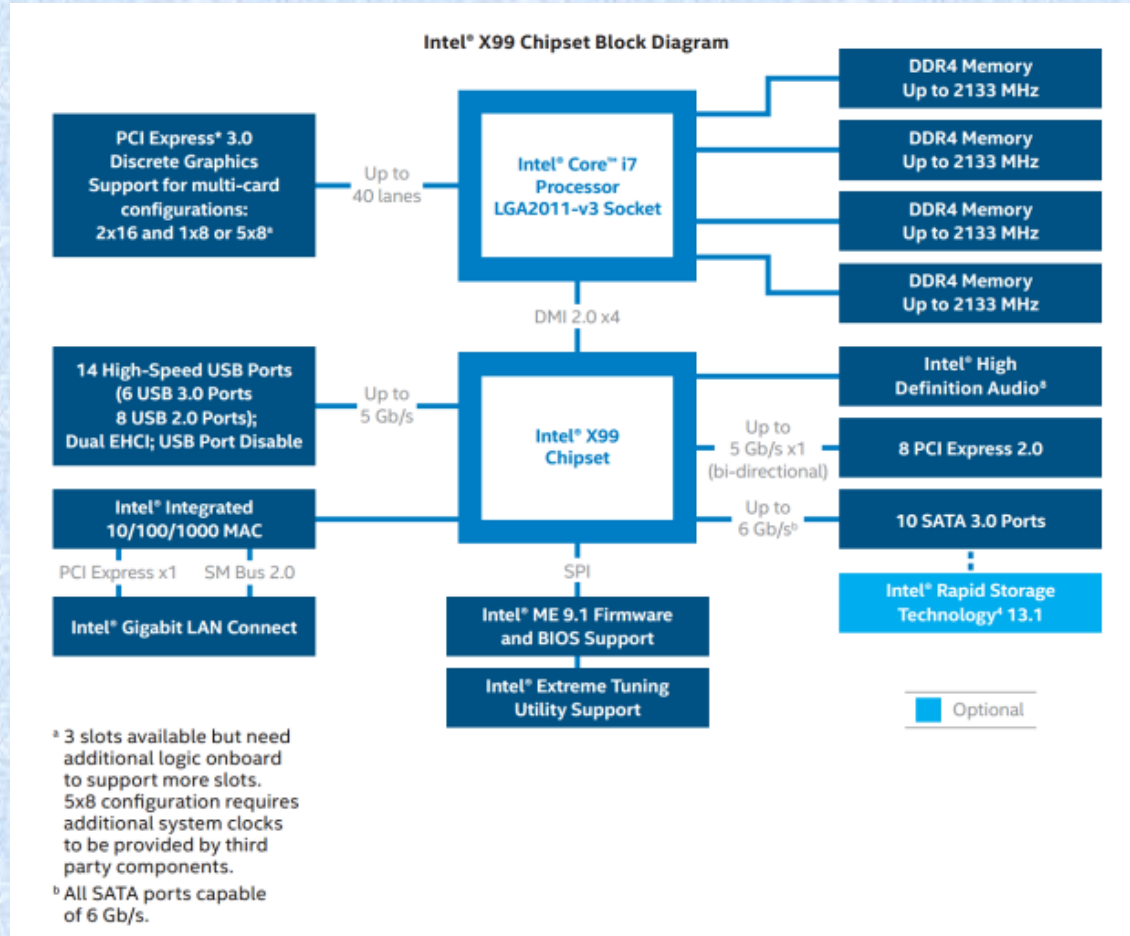
Dnes na verzi PCI- E i na počtu linek záleží



Z97



Z97 z platformy LGA1150. U ní má procesor k dispozici **pouze 16** linek PCI-E standardu 3.0. Konfigurace PCI-E linek může být buď 1× 16, 2× 8 nebo 8+4+4. Pro poslední možnost musí ale výrobce na desku umístit výrobce nějaký PCI-E přepínač. Základ je tedy pouze 1× 16 a 2× 8 linek. Pokud osadíte do prvního slotu grafiku a do druhého PCI-E disk, pojede obojí pouze na **8 PCI-E linek**. Grafiku by tedy mohla sběrnice brzdit. A co je horší, pokud grafiky dvě, PCI-E SSD do slotu s PCI-E 3.0 už neosadíte. Všechny další sloty PCI-E na desce už běží v režimu PCI-E 2.0.

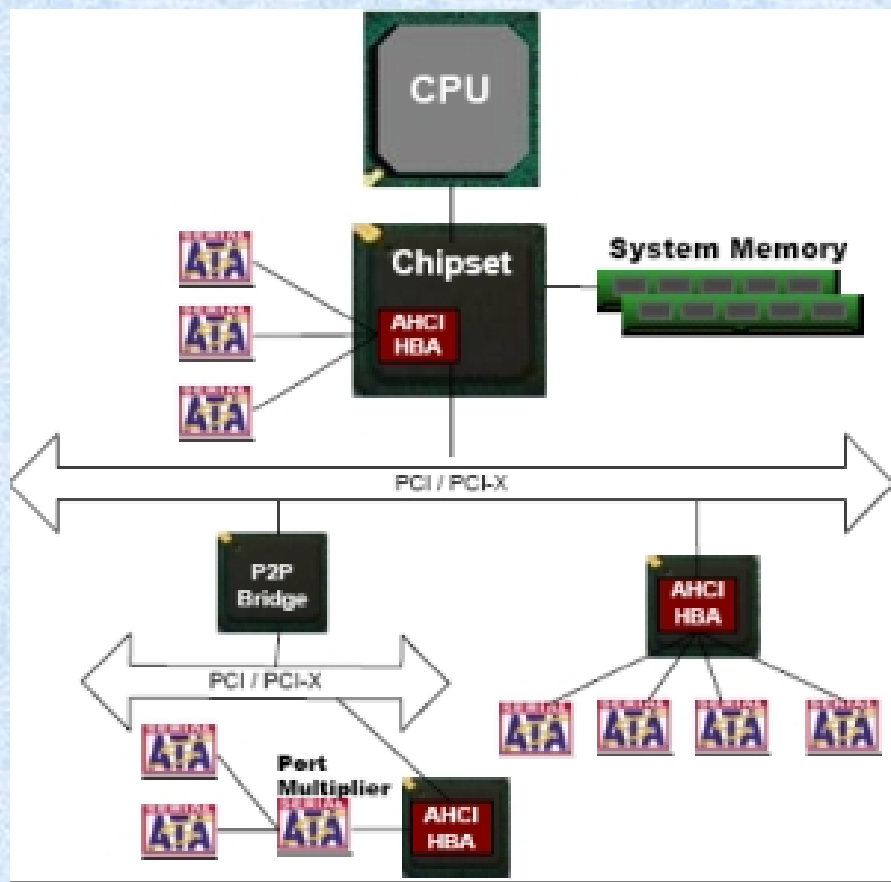


Pokud máte jeden z dvojice nejvýkonnějších procesorů, bude mít k dispozici **40** linek PCI-E 3.0. Ty mohou být rozložené v konfiguraci 2× 16 + 8 nebo 5× 8. Druhá možnost ale opět vyžaduje od producenta desky osazení přepínače PCI-E. U většiny desek tedy bude PCI-E pracovat v režimu 16× + 16× + 8×. Pokud osadíte jen jednu grafiku, pro SSD disk stále zbude dost volných linek. V případě dvou karet v „dlouhých“ PCI-E (grafik i jiných), máte stále ještě jeden slot s dostatečným počtem PCI-E linek. U této platformy tedy nebude s osazením PCI-E disku **žádný problém**, na ten můžete narazit snad jen při použití nejlevnějšího modelu procesoru, který má počet PCI-E linek omezený na 28.

AHCI (Advanced Host Controller Interface)

- AHCI (Advanced Host Controller Interface) je v podstatě hardwarová vrstva mezi čipsetem a SATA zařízením, nachází se na úrovni PCI rozhraní. Jeho hlavním účelem je umožnit komunikaci mezi software a SATA disky či mechanikami na úrovni, kterou PATA řadiče již nedokáží.
- Jedná se zejména o pokročilé funkce jako je hot-plugging (připojování disků za chodu) nebo NCQ (Native Command Queuing – optimalizace dráhy čtecí hlavy). V podstatě působí jako „urychlovač a překladač datových požadavků, v anglickém originále specifikací používá Intel krásné vyjádření „data movement engine“.
- Mezi další schopnosti AHCI rozhraní patří eliminace rozdělení disků na Master a Slave, 64bitové adresování, SATA nadregistry, ale také třeba ovládání stavových LED a power managing. Specialitou je pak možnost vytvoření Port Multiplieru, který umožní na jednu linku „zavěsit“ více SATA zařízení, zde už ovšem za cenu určitého zpomalení. Přesto to může být, zejména při používání eSATA portu, obrovská výhoda. A nesmíme zapomenout na architekturu, jenž díky nezávislé výstavbě, která ovšem komplementuje i specifikace PCI-X sběrnice, umožňuje bez velkých obtíží umístit AHCI HBA (Host Bus Controller, řekněme tedy hardwarový AHCI čip) téměř kamkoli v počítači. Přímo do čipsetu, na sběrnici a nebo třeba jako samostatný řadič:

Umístění AHCI HBA (Host Bus Controller) v architektuře PCI /PCI-X



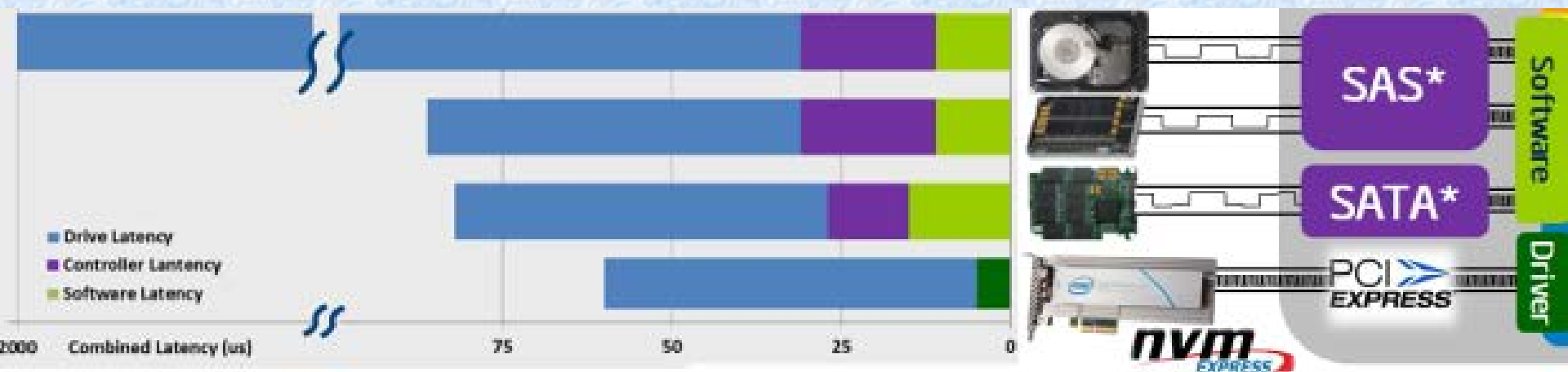
- Většina nativních SATA řadičů umožňuje práci ve třech režimech – legacy, čili IDE kompatibilní, druhým je povolení AHCI, které při osazení počítače jediným diskem umožní nejsnazší využívání hot-plugu nebo NCQ, a nakonec možnost zapojení do RAID (nejčastěji 1,0 se dvěma nebo 5 se čtyřmi disky).
- Intel doporučuje bez závislosti na osazení disky používat RAID mód, který v případě detekce jediného disku nijak nezasahuje do práce systému, ale váš počítač je kdykoli připraven na další rozšíření.

Co znamená NVMe

(Non-Volatile Memory Host Controller Interface)

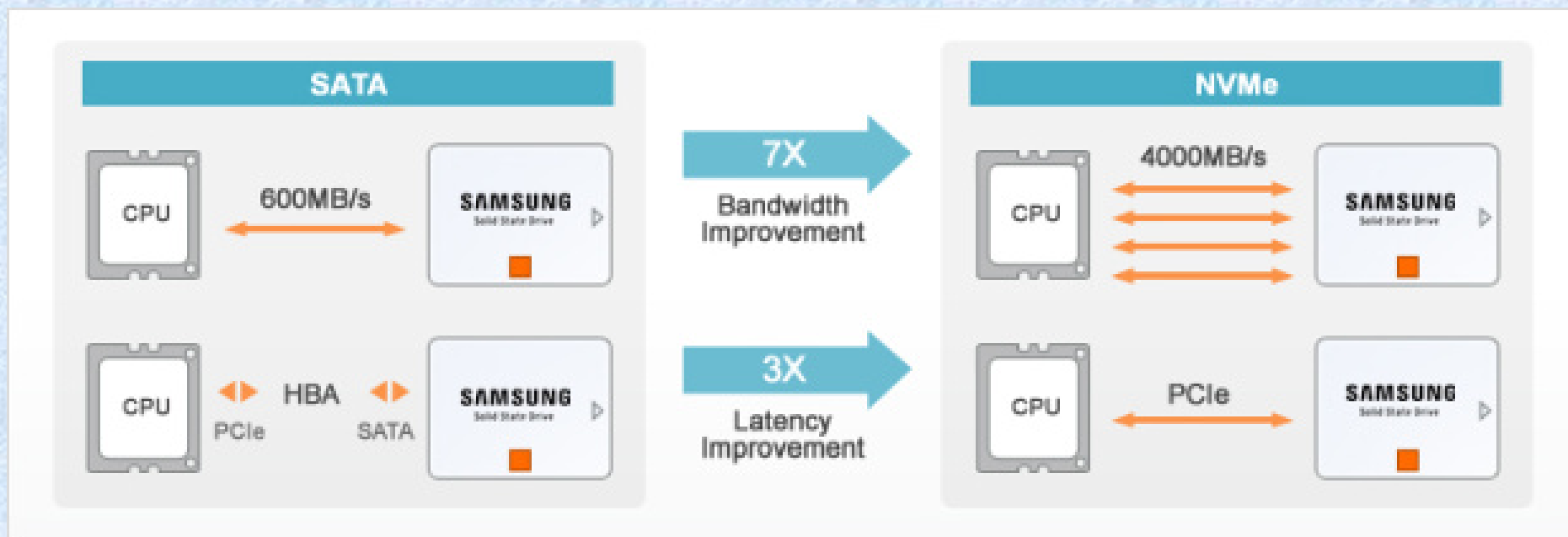


- Rozhraní AHCI vzniklo někdy v roce 2004 a bylo postaveno na míru pevným diskům s mechanickým ukládáním dat, kdy disk samotný měl ohromné latence.



Graf ukazuje latenci všech součástí systému, tmavě modrá je latence pevného disku (přístupová doba, rychlost řadiče, odezva disku). Fialový pruh ukazuje zpoždění v diskovém řadiči (zpravidla čip na desce nebo obvody v čipsetu). Světle a tmavě zelená pak ukazuje reakční dobu softwaru, neboli ovladače.

Je vidět, že mechanický disk měl ohromnou latenci na své fyzické vrstvě, zpoždění disku měříme v tisících mikrosekund. Velkou měrou se na finálních latencích také podílel diskový řadič a jeho ovladač. Pokud vyměníme klasický disk za SSD, ale stále na AHCI protokolu (SATA), klesne latence disku na nějakých 50 mikrosekund, zpoždění dané řadičem a jeho ovladačem je stále vysoké. Celkem +/- 80 mikrosekund. V případě NVMe protokolu je to ale jiné. Procesor komunikuje s diskem přímo, nepotřebuje k tomu žádný řadič. Tudíž zcela odpadá zpoždění na řadiči a jeho ovladači. Přibude jen výrazně nižší zpoždění na ovladači NVMe. Celkově se tedy latence dle obrázku sníží na finálních 60 mikrosekund.

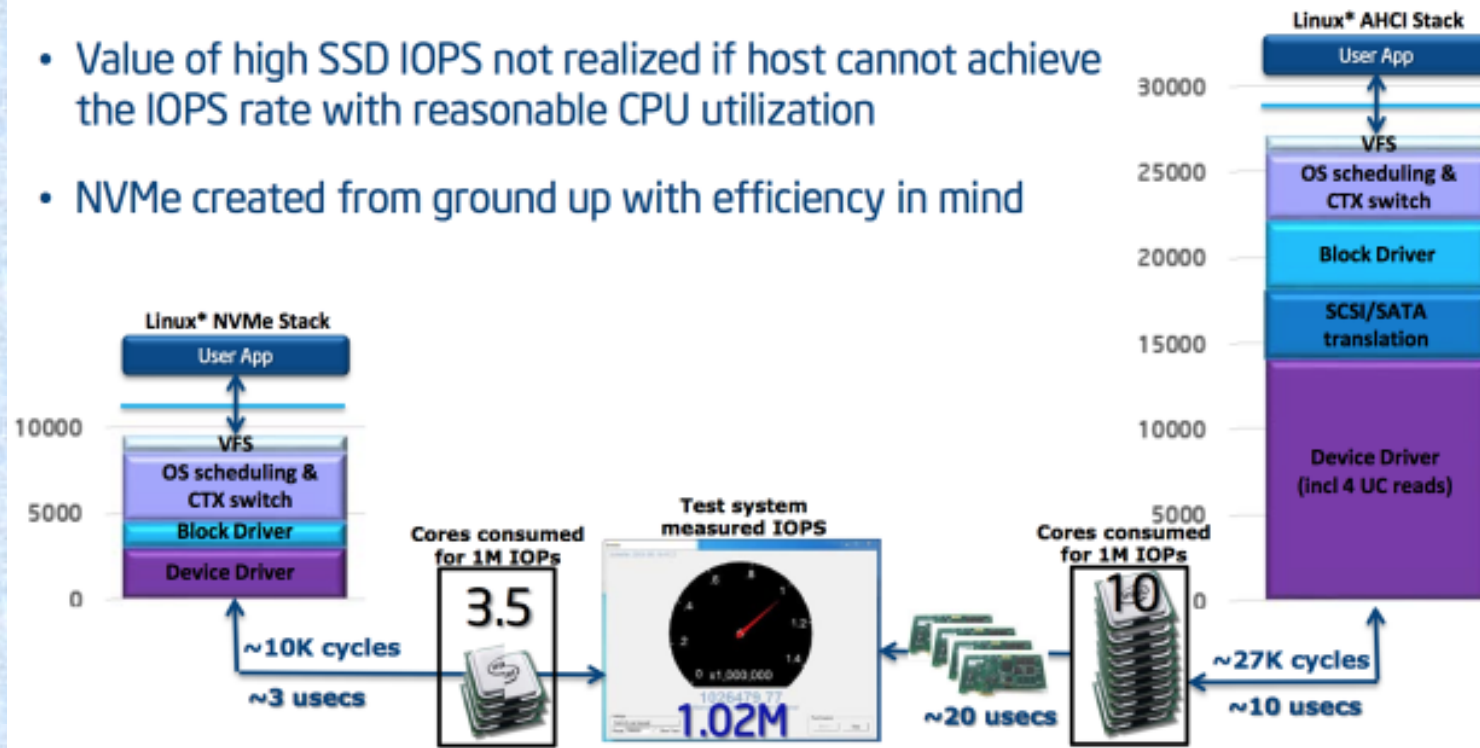


U NVMe až **sedmkrát** narostla přenosová kapacita a **tříkrát** se snížila latence.

NVMe* Conducive to Efficient Stack

Intel investing in NVMe interface and driver stack

- Value of high SSD IOPS not realized if host cannot achieve the IOPS rate with reasonable CPU utilization
- NVMe created from ground up with efficiency in mind



Measurement taken on Intel® Core™ i5-2500K 3.3GHz 6MB L3 Cache Quad-Core Desktop Processor using Linux® RedHat® EL6.0 2.6.32-71 Kernel using FIO with raw IO. Testing and measurement by Intel. * Other brands and names are the property of their respective owners



21

AHCI fronta pro 1 milion IOPS potrebuje deset procesorových jader, procesory potrebují ke zpracování 27 tisíc cyklů a trvá to deset mikrosekund. Ta stejná úloha, u NVMe zatíží pouze necelá čtyři procesorová jádra, zpracování zabere procesorům 10 tisíc cyklů a pouze tři mikrosekundy. Zátěž procesoru je **nižší**, zpracování požadavků **rychlejší**.

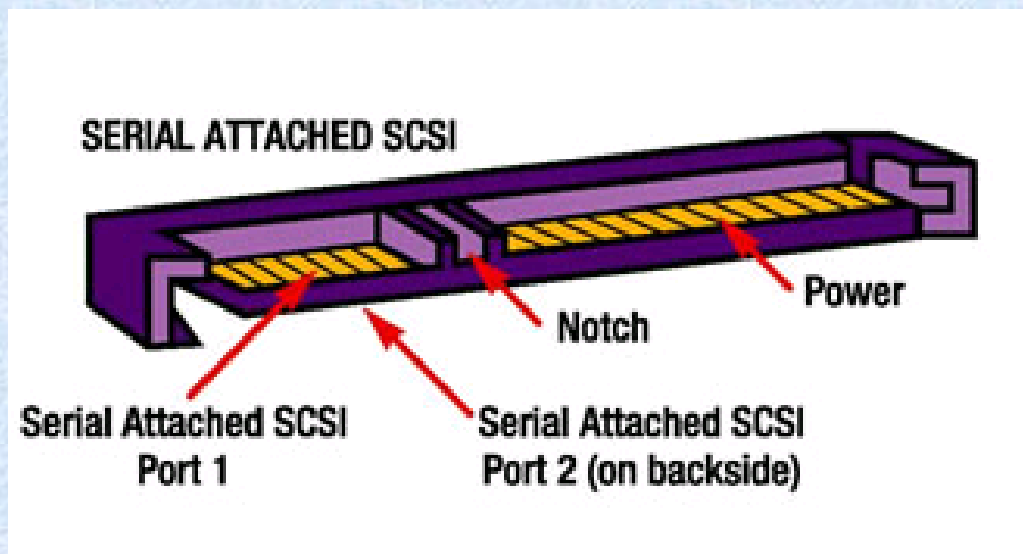


- Jde o technologii vyvinutou **speciálně** pro SSD disky připojené k PCI-E rozhraní. Disk komunikuje s procesorem přímo (pokud jsou PCI-E linky přímo v něm, jako u Intelu). Není potřeba žádný řadič, jen ovladač v systému. Přístupová doba je značně kratší a propustnost až 8GB/s (jedním směrem) při použití osmi PCI-E 3.0 linek. Kromě viditelných dopadů na nás, uživatele je zde i spousta dalších vylepšení. U AHCI je daná jen jedna příkazová fronta s třiceti dvěma příkazy, u NVMe je front 64 tisíc a každá se 64 tisíci příkazy najednou! NVMe podporuje vícenásobný přístup, a paralelizaci na straně procesoru. Počet IOPS není limitován jedním jádrem procesoru, lze využít všechna jádra.

Problémy s NVMe

- První problém je operační systém. Přímo nativní ovladač mají pouze systémy Windows 8.1 a Windows 10. Všechny ostatní (Windows 7 a starší) potřebují ovladač stáhnout od výrobce a doinstalovat jej (třeba z webu HP). U disků Intel je to snadné, Intel ovladač pro starší systémy na webu má. Stejně tak i další výrobci NVMe disků. U Disků Samsung SM951 je ale problém, že jde o OEM disky a ty žádný ovladač nemají (mají na webu HP). Samsung jej zkrátka neuvolnil (pouze pro SSD 950 PRO). Zde se musíte spolehnout na vestavěný driver ve Windows 8.1/10. A to může být problém u starších verzí disků se **starším** firmwarem!
- Zjistilo se totiž, že nativní NVMe driver od Microsoft má **problém s výkonem**. Microsoft v ovladači používá nestandardní příkazy, které obcházejí cache disku a zapisují přímo do flash čipů. To je z principu pomalejší, než zanechat data v cache, kde si je disk do flash zapíše sám postupně. Výkon je tedy nižší, než by mohl být. Zda-li už Microsoft tento problém opravil, nevím, snad se tak brzy stane.
- Upozorňuji, že se to netýká disků Intel a jiných, které mají vlastní NVMe driver, ale pouze OEM disků využívajících vestavěný driver ve Windows. Přímo podle Samsungu tento jev způsoboval starší firmware v SSD discích. S novými verzemi by se to dít nemělo. Který je nový a který starý, ale není známo.

SAS (Serial Attached SCSI)



- pokračovatel SCSI rozhraní, v sériovém provedení, používá se u nejvýkonnějších serverových disků s rychlostmi otáčení ploten až 15 000 rpm. Konektor podobný SATA

Hitachi GST ukázala první SSD s rozhraním SAS 12 Gb/s

Květen 2012

Jednou z jejích předností je také osazení druhým portem rozhraní, což umožňuje disku přijímat i vysílat data rychlostí 12 Gb/s. Díky tomu nabídne vskutku excelentní datovou propustnost 4,8 GB/s.

předpokládá se masivní nasazení SSD s rozhraním SAS 12 Gb/s v roce 2013.



FireWire - IEEE1394

- vysokorychlostní sériová sběrnice vyvinutá společnostmi Apple sloužící k připojení externích disků, rychlost dnes až 800 Mb/s (100 MB/s), pracuje se na 1600 Mb/s

