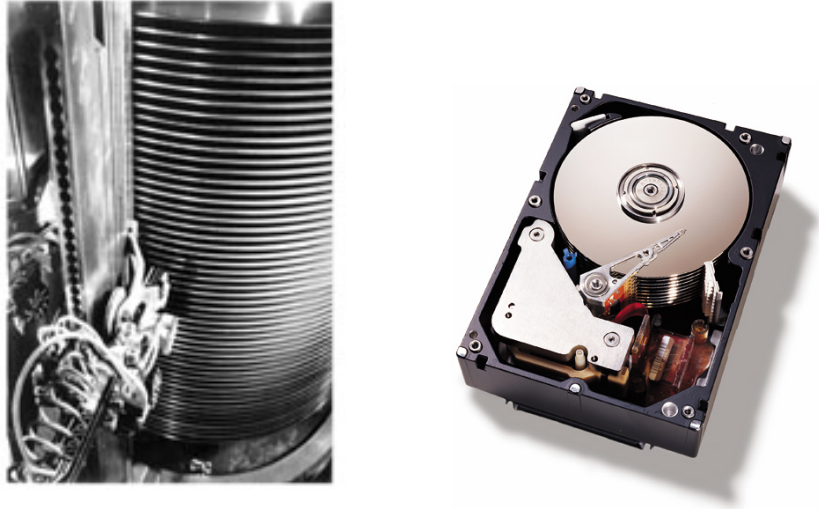
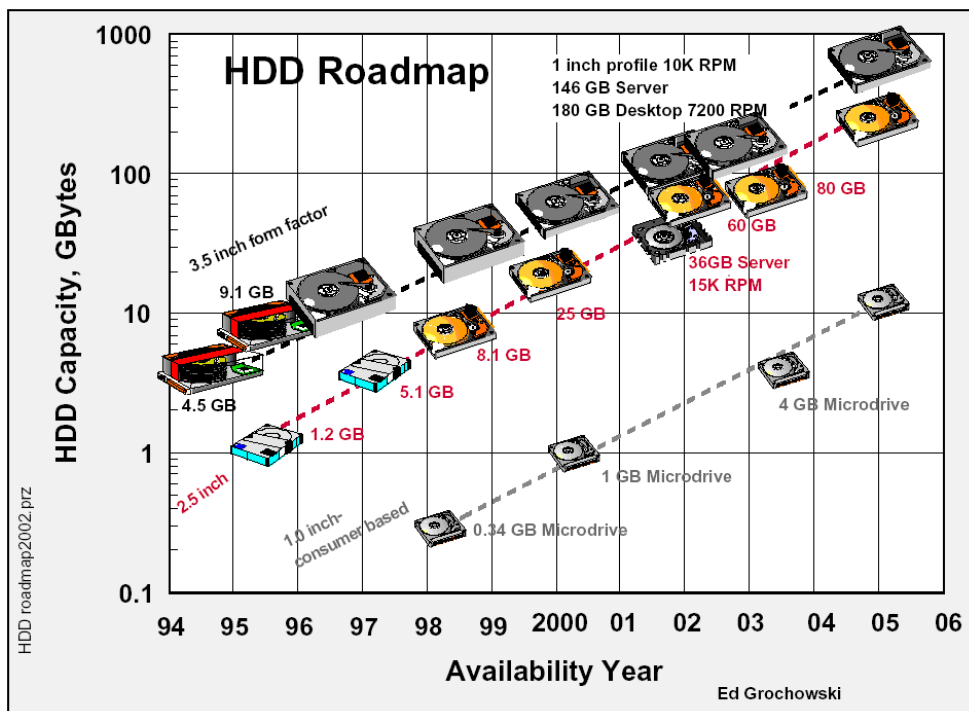


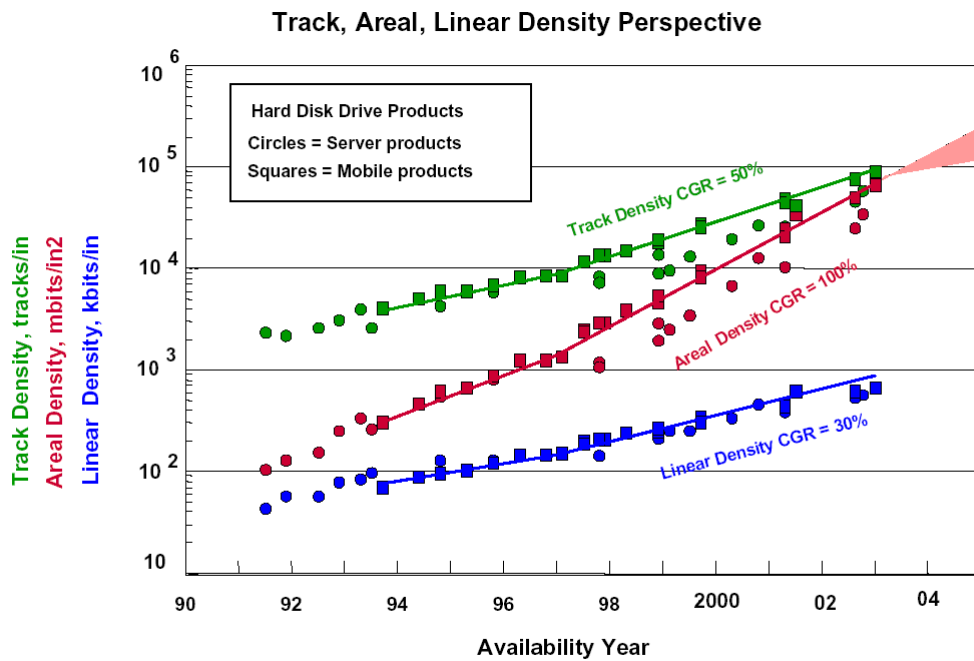
# Pevné disky



## Nárůst kapacity pevných disků

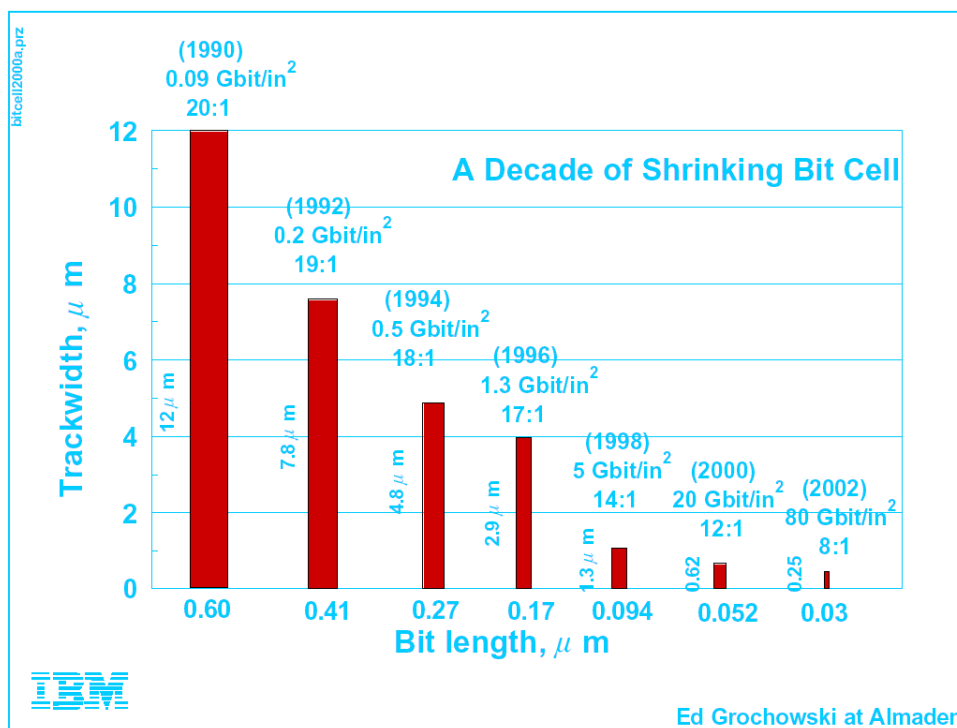


# Cesta k dosažení velké kapacity



Ed Grochowski

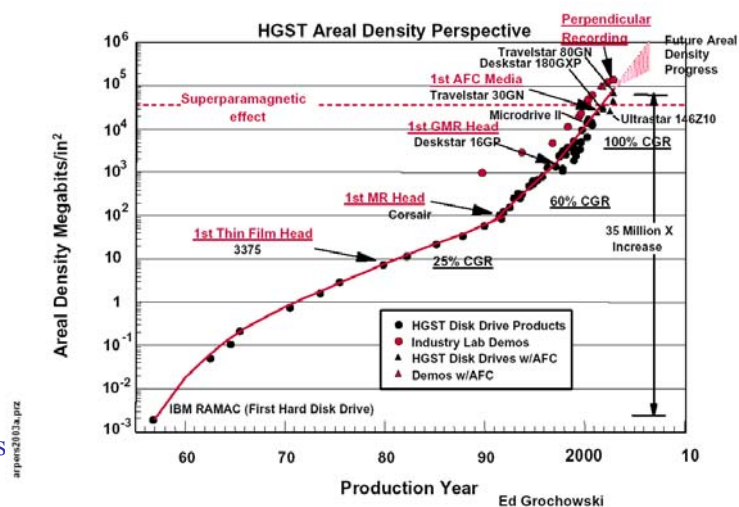
# Cesta k dosažení velké kapacity



Ed Grochowski at Almaden

## Cesta k dosažení velké kapacity a rychlosti

- **Vyšší hustota stop**
  - vystavovací mechanismus,
  - vedení hlav.
- **Vyšší podélná hustota záznamu**
  - konstrukce R/W hlav,
  - vzdálenost hlav od média,
  - materiál magnetického média,
  - účinné kódy,
  - čtecí kanál PRML.
- **Zkrácení přístupové doby**
  - vyšší rychlost otáčení disku,
  - rychlý vystavovací mechanismus
  - vyrovnávací paměti.

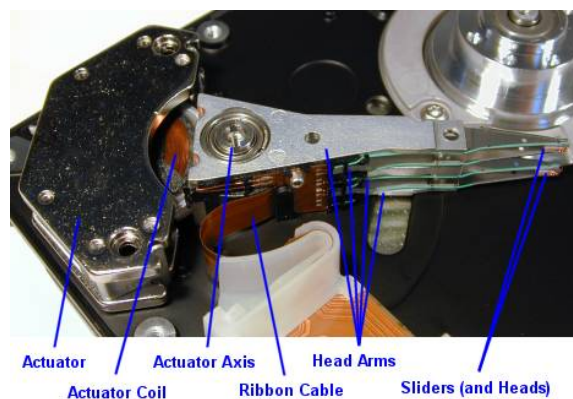


5

## Vystavovací mechanismus

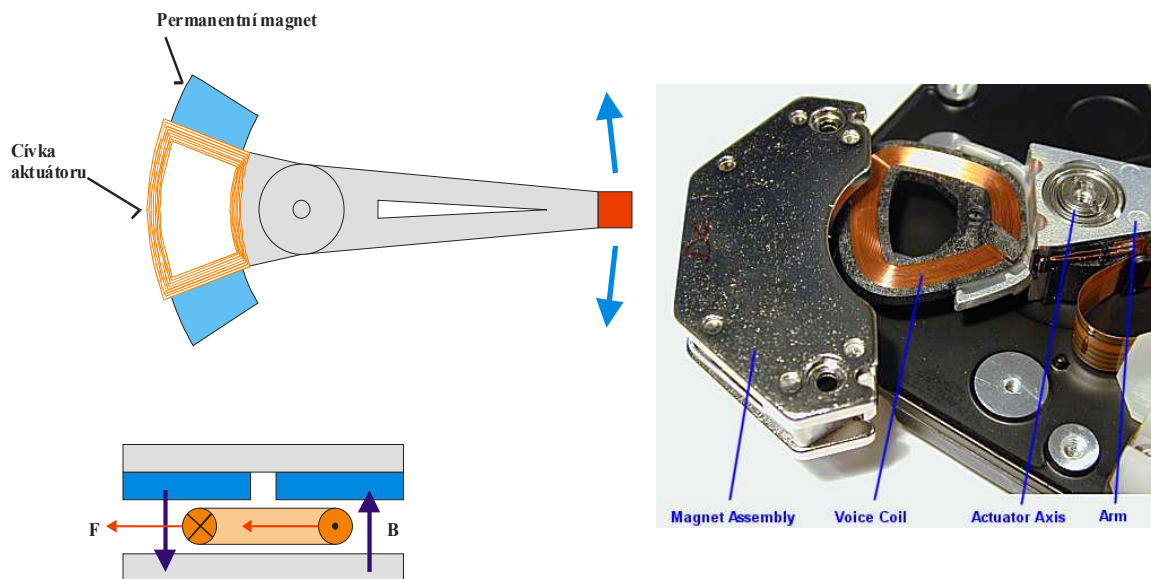
**Šířka stopy ~ 0.3 μm**

- Zpětnovazební řízení
- Aktuátor typu cívka – permanentní magnet
- Odměrování polohy hlavy přímo na povrchu disku



6

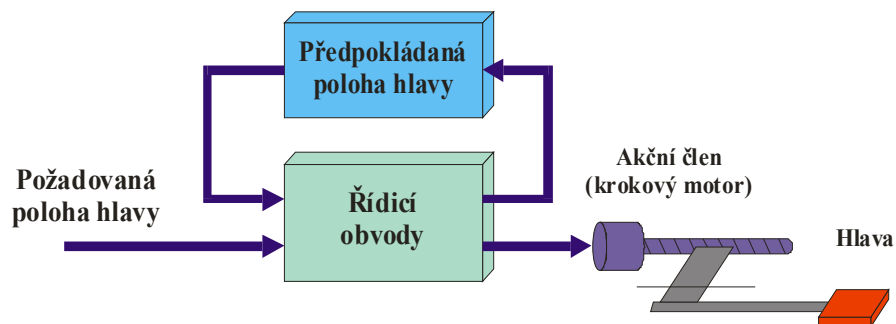
# Aktuátor



7

# Programové řízení vystavování hlav

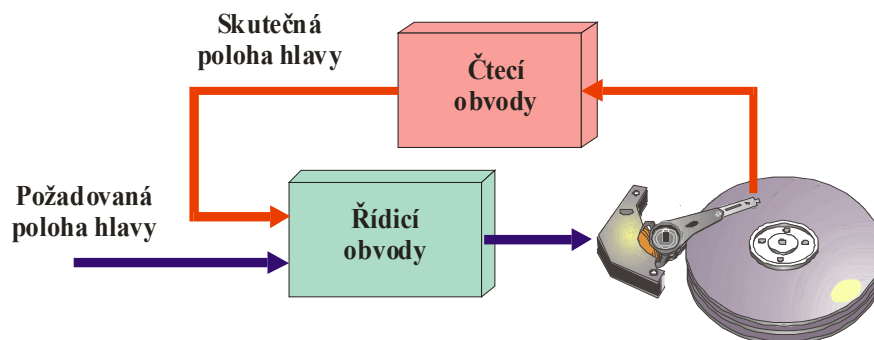
- FD a starší konstrukce HD
  - Aktuátor nastavuje hlavu do předem určených pozic.
  - Poloha hlavy se neověřuje.



8

## Zpětnovazební řízení vystavování hlav

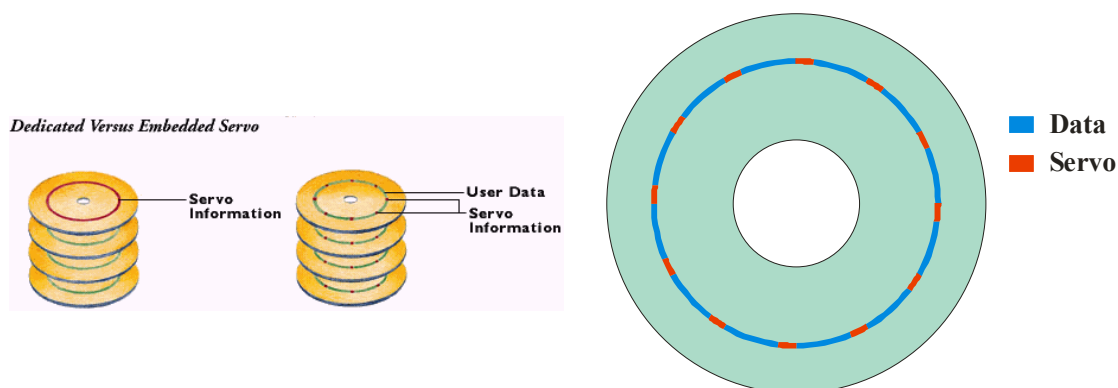
- Novější HD (> cca 200 MB)
  - Aktuátor umožňuje spojitě nastavování polohy hlavy.
  - Zpětná vazba je uzavřena přes povrch disku – odstraňuje chyby vystavení způsobené změnou teploty, deformací ramínka hlav a disku, ...



9

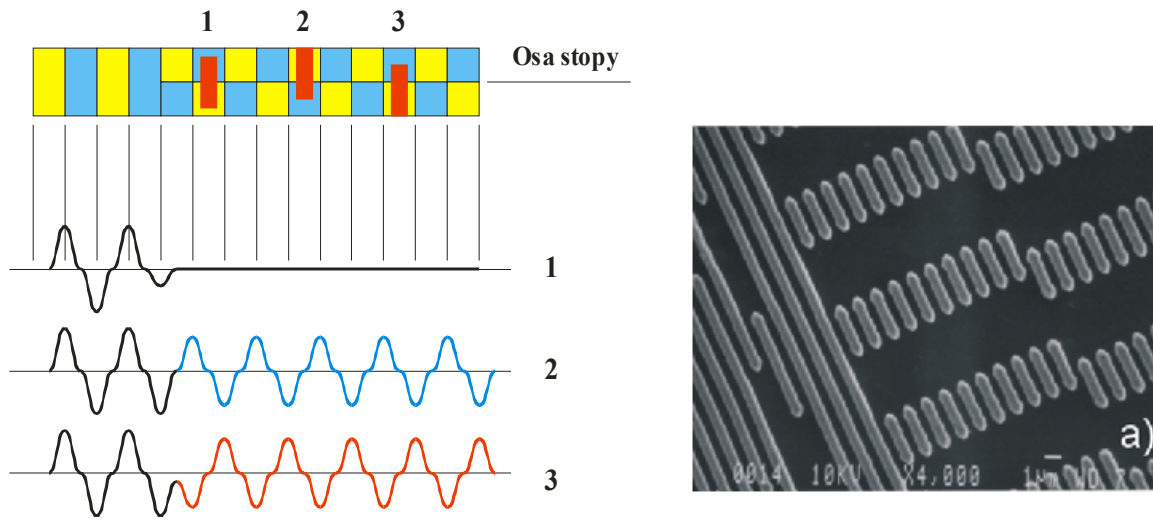
## Odměřování polohy hlavy 1

- Starší konstrukce – dedicated servo
- Novější konstrukce – embedded servo

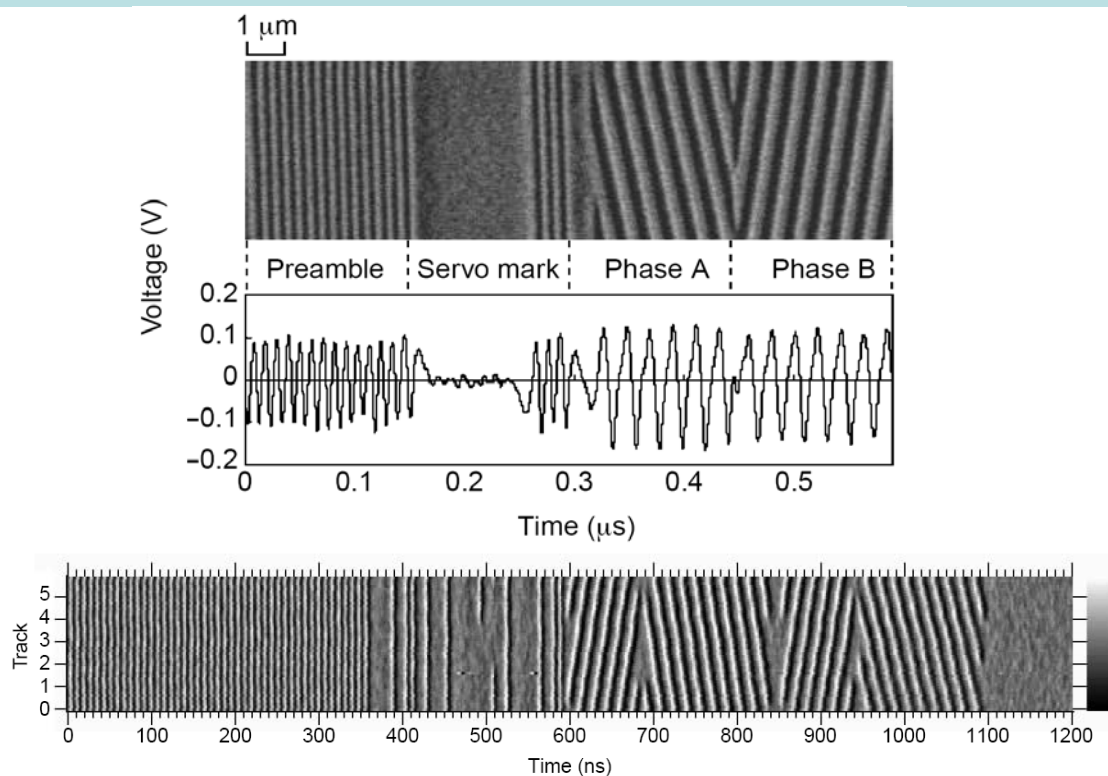


10

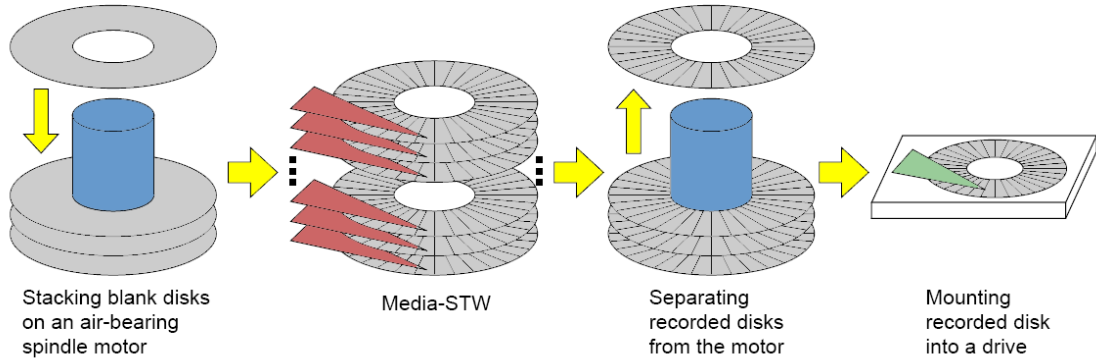
# Odměrování polohy hlavy 2



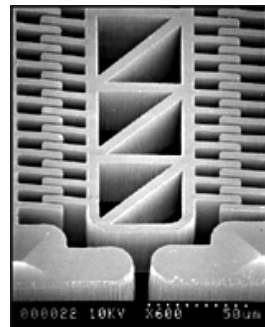
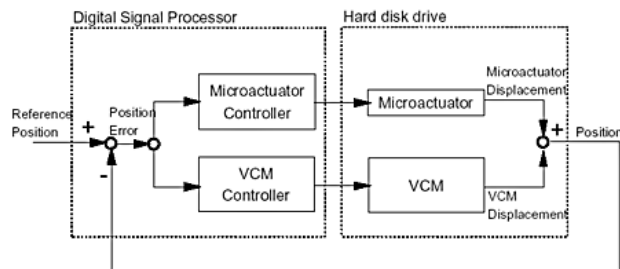
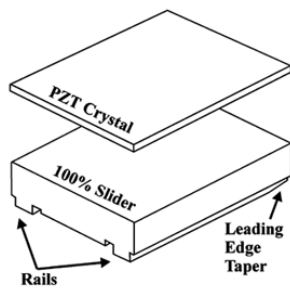
# Odměrování polohy hlavy 3



# Zápis servo stop

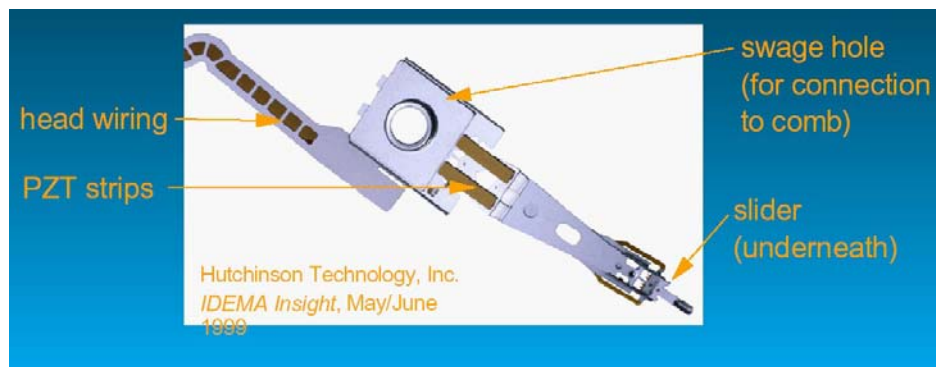


# Mikroaktuátor



## Miliaktuátor

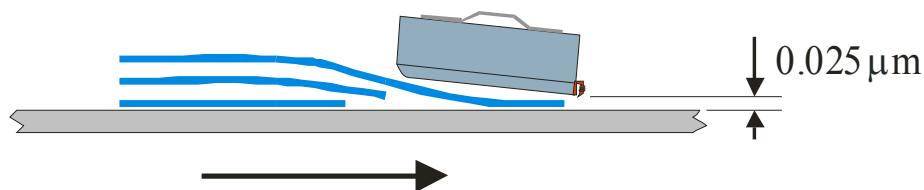
- Na piezoelektrickém principu
- Jednodušší konstrukce než mikroaktuátor
- Horší frekvenční charakteristika



15

## Plovoucí hlavy

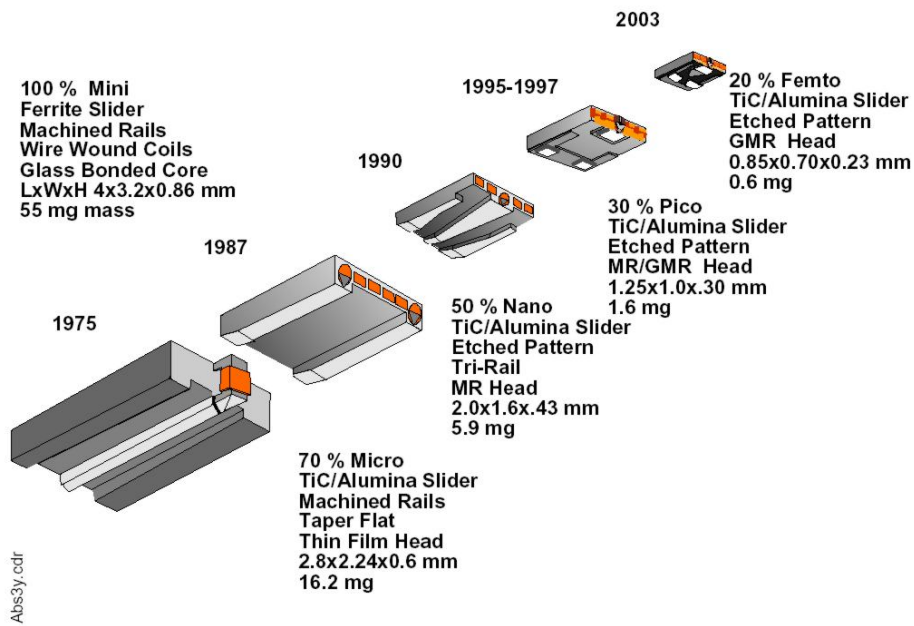
- Výška plavání hlav  $\sim 20$  nm.
- Na povrchu disku mazací a ochranná vrstva.
- Při zastavení disku se hlavy odsunou na podpěry.



16



## Vývoj tvaru plovoucí hlavy

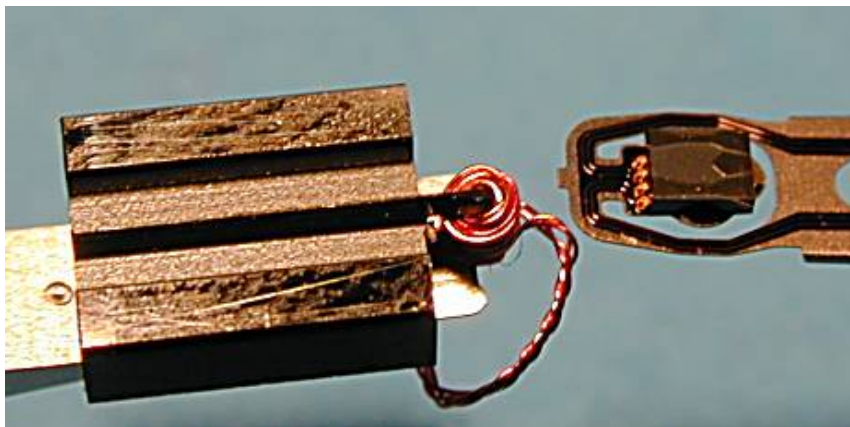


San Jose Research Center

©Hitachi Global Storage Technologies

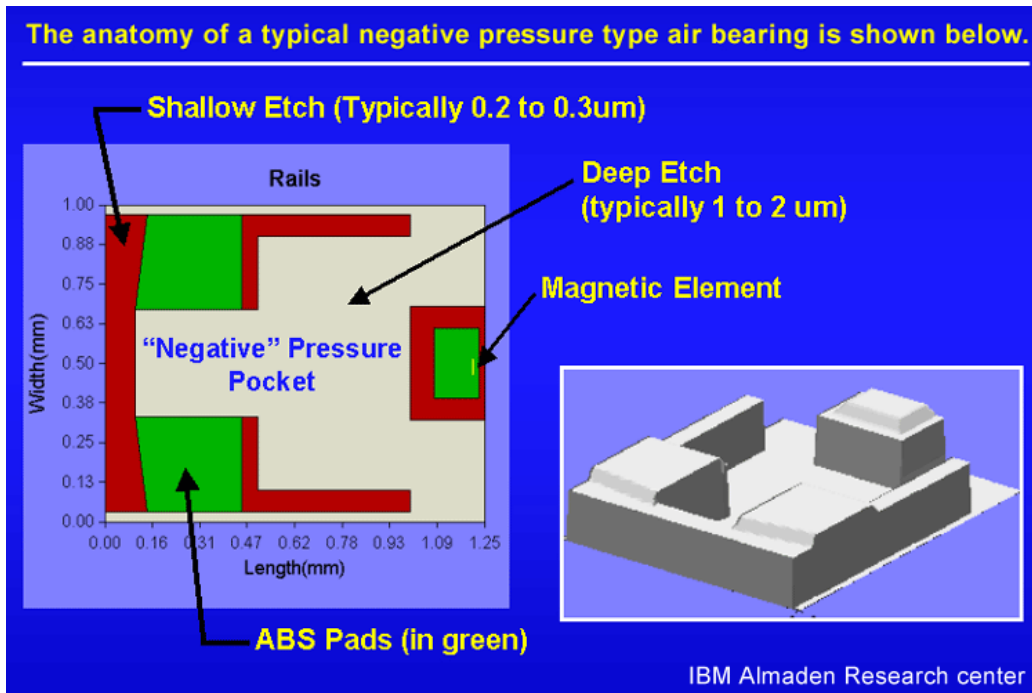
17

## Vývoj tvaru plovoucí hlavy 2



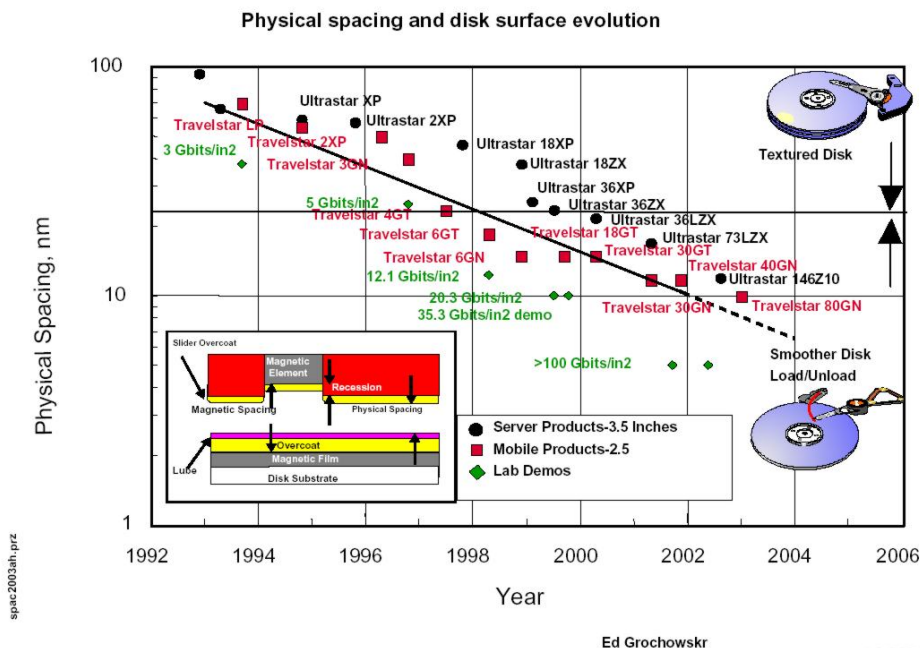
18

# Vývoj tvaru plovoucí hlavy 3



19

# Vývoj výšky plavání hlavy

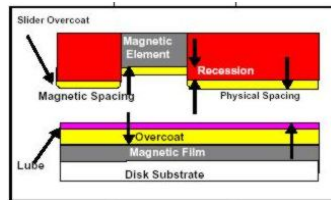


20

# Vývoj výšky plavání hlavy 2

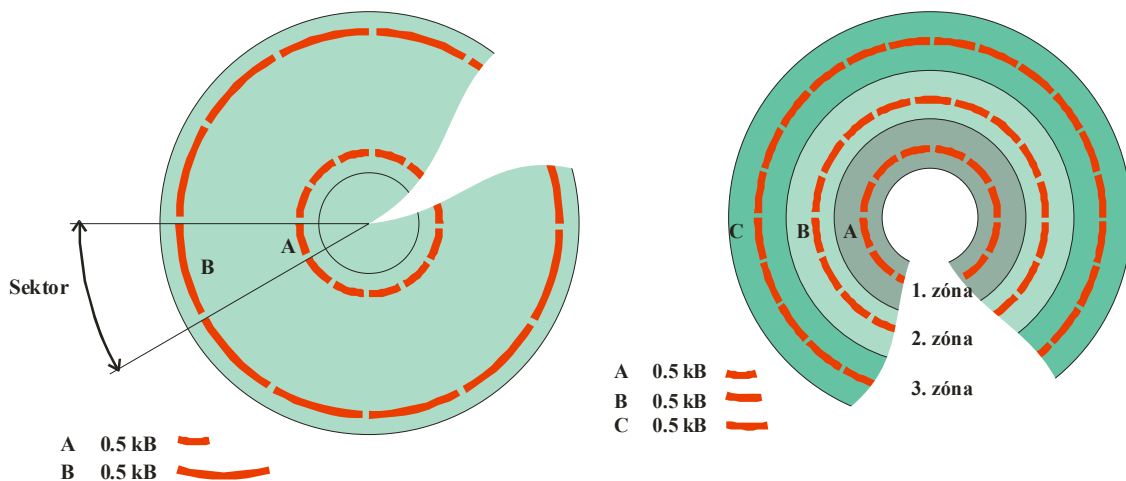
Areal Density (Gb/in <sup>2</sup> )	Magnetic Spacing (nm)	Disk Overcoat Thickness (nm)	Flying Height (nm)	PTR + Lube Nominal Value (nm)	Slider Overcoat Thickness (nm)
6.0	40.6	5.9	25.4	3.8	5.4
9.5	32.0	4.7	9.2	3.8	4.3
15	24.9	3.6	14.5	3.8	3.0
20	22.0	3.0	13.4	3.4	2.2
40	19.6	2.6	12.2	3.0	1.8
60	18.1	2.4	11.7	2.4	1.6
100	10.0	2.0	6.0	1.0	1.0

Hitachi Global Storage Technologies, Inc.



# Zonální záznam

ZBR = Zone Bit Recording



## Zonální záznam 2

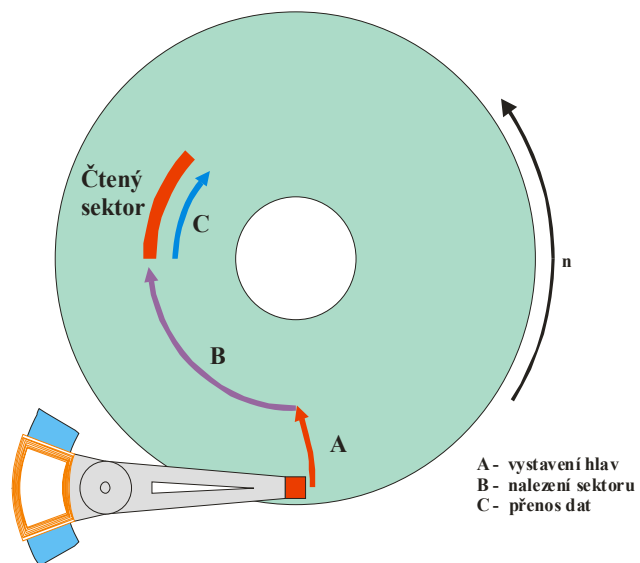
Deskstar 40GV (20 GB na 1 disk).

Zone	Tracks in Zone	Sectors Per Track	Data Transfer Rate (Mbits/s)
0	624	792	372.0
1	1,424	780	366.4
2	1,680	760	357.0
3	1,616	740	347.6
4	2,752	720	338.2
5	2,880	680	319.4
6	1,904	660	310.0
7	2,384	630	295.9
8	3,328	600	281.8
9	4,432	540	253.6
10	4,528	480	225.5
11	2,192	440	206.7
12	1,600	420	197.3
13	1,168	400	187.9
14	1,815	370	173.8

23

## Rychlost disku

- Rychlost vystavení hlav
  - závisí na konstrukci vystavovacího mechanismu
- Rychlost nalezení sektoru
  - závisí na rychlosti otáčení disku
- Rychlost přenosu dat
  - závisí na rychlosti otáčení disku a kódování dat



24

## Rychlost disku 2

- **Rychlost vystavení hlav**
  - různé hodnoty pro čtení a zápis,
  - na sousední stopu cca 0,5 – 1,0 ms,
  - střední doba cca 3 – 10 ms.
- **Rychlost nalezení sektoru**
  - střední doba odpovídá ½ otáčky disku,
  - při 7200 ot/min  $\approx$  4,2 ms.
- **Přenosová rychlost**
  - vyrovnávací paměť obvykle  $\approx$  8 MB,
  - přenosová rychlost povrch disku – buffer  $>$ 500 Mbitů /sec,
  - špičková přenosová rychlost buffer – počítač závisí na rozhraní disku,
  - pro větší objemy dat závisí na rychlosti čtení z povrchu disku.
- **NCQ (Native Command Queuing)**
  - Pokud je více požadavků na čtení/zápis najednou, provádí je disk v optimálním pořadí (viz dále).

25

## Kódování dat a čtecí kanál

**Viz samostatná přednáška později.**

26

## Technologie SMART

SMART (S.M.A.R.T.) = Self Monitoring And Reporting Technology

Některé poruchy mohou být predikovány sledováním různých charakteristik elektromechanických částí HD:

- výška plavání hlav,
- doba potřebná k roztočení disku,
- stabilita otáček,
- počet realokovaných sektorů,
- počet neúspěšných hledání stopy,
- počet chyb opravených pomocí ECC,
- teplota různých míst disku (ložiska, motor, ...).

System SMART sleduje tyto charakteristiky a při podezření na nesprávnou funkci HD posílá příslušný status (ve spolupráci s OS).

## Vybrané vlastnosti některých HD

Parametr	IBM/Hitachi Ultrastar 15K73	IBM/Hitachi Ultrastar 10K300	Seagate Cheetah 15K.4	Seagate Momentus 7200.1 (2.5")	WD Raptor 1500ADEFD
Kapacita [GB]	73,9	300	146	100	150
Hustota záznamu [Gbit/inch <sup>2</sup> ]	31	61		(Používá PMR)	
BPI	609 500			388 000 (vypočteno)	366 000 (vypočteno)
TPI	51200				
Počet disků/hlav	5/10	5/10	4/8	2/4	2/4
Rychlost otáčení [1/min]	15037	10025	15000	7200	10000
Max. přenos rychlost (interní) [Mbitů/sec]	960	1075	685 - 1142		
Trvalá přenos. rychlost [MBytů/sec]	79	46,8 – 89,3	58 - 96	45,8	84 (?)
Stř. vyst. doba R/W [ms]	3,9/4,2	4,7	3,5/4,0	10,5	4,6/5,2
Vystav doba t-t R/W [ms]	0,4/0,5	0,4	0,2/0,4		0,4
Vystav doba - celý rozsah [ms]	7,2/8,0	10	7,4/7,9		10,2
Rozhraní	ULTRA SCSI 320	ULTRA SCSI 320	ULTRA SCSI 320	Ultra ATA 100 /SATA 150	SATA 150

## Vybrané vlastnosti některých HD Fujitsu

	AL-9LE	AL-9LX	AL-9SE
Model	MAT3300/3147/3073	MAU3147/3073/3036	MAV2073/2036
(Plus series)	(MAW3300/3147/3073)	(MAX3147/3073/3036)	(MAY2073/2036)
Formfactor (inch)	3.5	3.5	2.5
Height (mm)	25.4 (1.0 inch)	25.4 (1.0 inch)	15 (0.59 inch)
Formatted capacity (GB)	300/147/73.5	147/73.5/36.7	73.5/36.7
Rotational speed (rpm)	10 025	15 000	10 025
Disk diameter (mm)	84	70	65
Number of platters	4/3/1	4/2/1	2/1
Number of heads	8/5/2	8/4/2	4/2
Media transfer rate (MB/s)	73.6 to 132	95.6 to 147	56.4 to 94.1
Areal density (Gbit/in <sup>2</sup> )	75.4/60.3/75.4	58.9	70.2
Bit density (kBPI)	725	640	675
Track density (kTPI)	104/83.2/104	92.1	104
Seek time (average) (ms)	4.5 (Read)/5.0 (Write)	3.3 (Read)/3.8 (Write)	4.0 (Read)/4.5 (Write)
Track-to-track (ms)	0.2 (Read)/0.4 (Write)	0.2 (Read)/0.4 (Write)	0.2 (Read)/0.4 (Write)
Acoustic Noise at idle (Bel)	3.4	3.5	2.9
Power consumption at idle (W)	9.5 (10.5 with FCAL)	11.5 (13.5 with FCAL)	4.5
MTBF (Power on hour) (h)	1 200 000	1 200 000	1 400 000
Interface	U320/FCAL (2 Gb/s)	U320/FCAL (2 Gb/s)/SAS (3 Gb/s)	SAS (3 Gb/s)

29

## Další zdroje informací

1. Taratorin, A.: Characterization of Magnetic Recording Systems. Guzik Technical Enterprises, 1996.
2. [www.compaq.com](http://www.compaq.com)
3. [www.ibm.com](http://www.ibm.com)
4. [www.quantum.com](http://www.quantum.com)
5. [www.seagate.com](http://www.seagate.com)
6. [www.westerndigital.com](http://www.westerndigital.com)