

Poznámky z přednášek
Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

Organizace a zpracování dat I

Peter Černo, 2010
petercerno@gmail.com

Garant: RNDr. Michal Žemlička, Ph.D.

E-mail: zemlicka@ksi.mff.cuni.cz

Domácí stránka: <http://www.ksi.mff.cuni.cz/~zemlicka/>

Anotace: Logické a fyzické schéma souboru, logický a fyzický záznam. Základní databázové operace. Hierarchie pamětí, magnetická páska, magnetický disk, RAID, jukebox. Halda, sekvenční soubor, index-sekvenční soubor, indexovaný soubor. Bitové indexy. Jednoduchá hašovací schemata. Perfektní hašování. Dynamické hašování, skupinové štěpení stránek. Hašovací schemata na částečnou shodu. B-stromy, B+-stromy. B*-stromy, (a,b)-stromy. Srovnání paralelního přístupu pomocí B-stromů a (a,b)-stromů. Struktury pro vícerozměrnou indexaci: VB-stromy, vícerozměrná mřížka. n-cestný algoritmus třídění.

Syllabus:

1. Logické a fyzické schema souboru, logický a fyzický záznam. Základní databázové operace.
2. Hierarchie pamětí, magnetická páska.
3. Magnetický disk, RAID, jukebox.
4. Halda, sekvenční soubor
5. Index-sekvenční soubor.
6. Indexovaný soubor.
7. Bitové indexy. Jednoduchá hašovací schemata.
8. Perfektní hašování - Cormack, Larson, Kalja.
9. Dynamické hašování - rozšiřitelné, lineární; skupinové štěpení stránek.
10. Hašovací schemata na částečnou shodu.
11. B-stromy, B+-stromy.
12. B*-stromy, (a,b)-stromy. Srovnání paralelního přístupu pomocí B-stromů a (a,b)-stromů.
13. Struktury pro vícerozměrnou indexaci: VB-stromy, vícerozměrná mřížka.

14. n-cestný algoritmus třídění.

Literatura:

1. Pokorný, J.: Základy implementace souborů a databází. Skripta UK, Vydavatelství Karolinum, 1997.
2. Pokorný, J., Žemlička, M.: Základy implementace souborů a databází. Skripta UK, Vydavatelství Karolinum, 2003. 2. uprav. vydání.

This page is intentionally left blank.

DB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKA

SŘBD - SYSTÉM ŘÍZENÍ DATY DAT MD - MAGN. DISK
DBS - DATABÁZOVÝ SYSTÉM

SCHEMA ORGANIZÁCIE SÚBOROV → FYZ. SCHEMA → INPL. SCHEMA
DIS - DOKUMENTOGRAFICKÉ INFORMACNÉ SYSTÉMY

1. ČASŤ : HARDWARE, ZÁKL. KLASICKÉ DAT. ŠTRUKTÚRY
(SEKV., INDEXSEKV., INDEXOVANÉ, SÚBORY S PRIAN PRÍST.)
STATICKE HAJ. DENÍM, VHODN. DOTAZOV NA ČASŤ. ZHODU

2. ČASŤ : DYNAMICKÉ DAT. ŠTR.
(HAJOVACIE, ŠTRONOVÉ ŠTRUKTÚRY)

LOGICKÁ JEDNOTKA : (LOGICKÝ) MENO ATR. : $D_i = \text{dom}(A_i)$
ZÁZNAN, TYP ZÁZNANU $\{A_1:D_1, \dots, A_n:D_n\}$

HOMOGENNÝ SÚBOR : $S(A_1:D_1, \dots, A_n:D_n)$

NEHOMOGENNÝ SÚBOR : ATR. NIE SU JEDN. V ZÁZ. SÚ RÔZNIEHO TYPU
[PROJEKCIA NA $A_i \rightarrow$ AKTUÁLNA DOMÉNA A_i]

AK SÚ RÔZNE ZÁZNANY $\Rightarrow$ KLÚČ $K = \{A_{j_1}, \dots, A_{j_k}\}$

K^* = MNOŽINA MOŽNÝCH HODNÔT KLÚČA K = KLÚČE ZÁZNANOV

$\neq$ MHICADÁVACÍ KLÚČ : HODNOTOVÍ, HASHOVANÍ, RELATÍVNY

OPERÁCIE NA SÚBORE : INSERT, DELETE, UPDATE, FETCH

FYZICKÝ ZÁZNAN .. R BYTE (VÄČŠINOU PREDPOKLADÁME)
 $R = \text{konšt.}$

F. STRÁNIKA = BLOK (JEDN. PRENOSU DISK $\leftrightarrow$ RAM) .. B BYTE
(VÄČŠINOU NAČOBOK SEKTORU)

$b = \frac{B}{R}$ BLOKOVACÍ FAKTOR (ZÁZNAN : BLOKOVANÉ, NEBLOK.,)
PRERASTENIE

SOS - SCHEMA ORG. SÚBORU = "PAMÄT. STRUKTÚRA + ALGORITHM OPERACII"

PRIMÁRNÝ SÚBOR .. NESIE UŽÍV. DAT .. N ZÁZNANOV

FYZICKÁ SCHEMA .. VZŤAHUJE SA K ABSTRAKT. REPR. FYZ. ZARIADENIA

CIEĽ NÁVRHU SOS - MINIMALIZOVAT # OP. S LOG. STRÁNIKAMI

(NAPR. VHLADAVANIE PODLA KLÚČA JE DOTAZ NA ČASTOČNÚ ZHODU)
DOTAZ (NAD SCH.) → ODPOVEĎ (HIT) (NAPR. FETCH)
NA [ÚPLNÚ / ČASTOČNÚ] [INTERVALOVÚ] ZHODU

SÉRIOVÉ ČÍTANIE (NAPR. USPORIAD. PODLA VHL. KLÚČA)

SEKVENČNÉ ČÍTANIE (DANE IMPLEMENTÁCIOU)

SOS: KVÁLENOSŤ STRUKTÚRY - a) OHRANIČENIE DĺŽKY TZV. CESTY V STRUKT.
b) ROVNOM. NAPLNENOSŤ LOG. STRÁŇOK

FAKTOR NAPLNENIA STRÁŇKY λ $0 \leq \lambda < \lambda < \beta \leq 1$

STIEPENIE A ZLIEVANIE STRÁŇOK

DYNAMICKÉ SOS SPLŇAJÚ a) a b). INAK Hovoríme O STAT. SOS.

MAGNETICKÁ PÁSKA - SEKVENČNOSŤ, KAPACITA ZÁVISÍ OD HUSTOTY A PREDIŠL. MEDZ.
1600 BYTE/PALCE, MUŽIEME $U = IB / (IB + IBG)$ IB.. DĚKA BL., IBG.. INTERBLOCK GAP
AK $B = 2400 \text{ BYTE} \Rightarrow IB = 1.5 \text{ PALCE} \Rightarrow U = 71.4\%$ PRE $IBG = 0.5$

MAGNETICKÝ DISK (MD) - PRIAM PRÍSTUP (NA 1 POUCH ~ 1 HLAVA)

STOPA - KRUŽNICA, DATA NA 1 POUCHU, CYLINDER - V STOPY O ROZMEROCH PRIERE
FYZICKÁ ADRESA SEKTORU = (ČÍSLO CYLINDRU, ČÍSLO HLAVY, ČÍSLO SEKTORU)

MD: BLOKY (NASTAVITEĽNÉ) / SEKTORY (PEVNÉ ROZDELENIE MD NA BLOKY)

$t(\text{SEEK}) = \text{PRIERNÝ ČAS PRESUNU RAMENKA (UMSTAVOVACIA DOBA)}$ 3.2 - 15 ms

$t(\text{ROTATIONAL DELAY, LATENCY}) = \frac{1}{2}$ OČAKÁVANÝ DISKU

$t(\text{BTT (BLOCK TRANSFER TIME)}) = \text{ČAS PRENOSU BLOKU Z MD} \Rightarrow \text{VN. PAMÄŤ (ZÁVISÍ NA VEĽKOSTI B)}$

BTT SA DÁ ODVODIŤ Z PRENOS RÝCHLOSTI t (NAPR. 3000 B.s⁻¹) A B (NAPR. 3000 B)

ZÓNOVÉ UKLADANIE - CYLINDRY SÚ ROZDELENÉ DO ZÓN S RÔZ. POČTOM SEKT.

RPM (ROTATION PER MINUTE): 7200, 10000 rot/min, ROZHRANIA PATA, SATA, SCSI, ...

RAID (REDUNDANT ARRAY OF INEXPENSIVE DISKS)

RAID 0 - STRIPING, DATA ROZL. NA VAC DISKOV, ŽADNA REDUNDANCIA, ZNISUJE VÝKON R/W, PODPORUJE AŽ LACNE RADICE, ZNISUJE SPOĽAHL.



RAID 1 - MIRRORING - PÁRY DISKOV, ZAPISUJE SA NA OBA, ČÍTA SA TAD, KDE JE TO RÝCHL., MÔŽE VÍŤ. N DISKOV Z 2n



RAID 0+1, 1+0 - KOMBINÁCIA RAID 0 A 1, ASPOŇ 4 DISKY

STRIPED+MIRROR (LACNÉ FILESYSTEMY) MIRROR+STRIPED (DATA'Z04)

RAID 3 - PRACUJE PO BITOCH, DISKY SYNCHRONIZOVANÉ, JEDEŇ PRE PARITU, RÝCHLE PRE SEKV. I/O, ODOĽNÉ PROTI ZLYHANIU 1 DISKU

RAID 4 - DATA ZAP. PO BLOKOCH, ÚZKE HRDLO - PARITNÝ DISK (ROVNALÝ ZÁPIS)

RAID 5 - PARITA NA RÔZNYCH DISKOCH, ASPOŇ 3 DISKY, ZLOŽITEĽNÁ ELEKTR.

RAID 6 - ODOĽNÝ PROTI VÝPADKU 2 DISKOV, VÝŠIA REDUNDANCIA,

PRE MISSION-CRITICAL APLIKÁCIE

OPTICKÉ DISKY - CD, DVD, BLUE-RAY, LISOVANIE - VEĽKÉ SÉRIE - SPOĽAHLIVE

JUKEBOXY - VAC PÁSOV / OPT. DISKOV, AUTOMATICKÁ VÝMENA,

OBROVSKÁ ÚLOŽNÁ KAPACITA (TERCIÁLNA PAMÄŤ).

FLASH - RÝCHLE, DRAHÉ, OBMEDZENÝ POČET PREPÍSANÍ SDD (SOLID STATE DISKS)

DB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKA

DAS - DIRECT ATTACHED STORAGE

NAS - NETWORK ATTACHED STORAGE

SAN - STORAGE AREA NETWORK

STATISTICKÉ METODY ORGANIZÁCIE SÚBOROV NESPLŇAJÚ PODMIENKY
MVAŽENOSTI ŠTRUKTÚRY T_F (FETCH), T_{RW} (REWRITE), T_I (INSERT), T_D (DELETE), T_U (UPDATE)
 T_4 (REORG.), T_X (READ ENTIRE FILE), t (TRANSFER RATE) $btt = B/t$ HROMADA, [NEZOTRIEDENÝ/ZOTRIEDENÝ] SEKVENČNÝ SÚBORINDEX-SEKVENČNÝ SÚBOR (KAPSI, ISAM)INDEXOVANÝ SÚBOR, SÚBOR S PRIAMYM PRÍSTUPOMUSPORIADANÝ SEKVENČNÝ SÚBOR - ZÁZNAMY USPORIADANÉ PODĽA
KÚČA (MHIC. KÚČ), OBSAHUJE SÚBOR AKTUALIZÁCIÍ (TRANSAKCIÍ)
PRE NEDÁ S PRIAMYM PRÍSTUPOM $T_F = \lceil \log_2(N/Lb) \rceil (s+r+btt)$
NA ZÁKLADE MHIC. KÚČA (POLEHIE INTERVALOV) $T_I = s+r+btt + T_{RW} + T_4 / 0 \rightarrow$ POČET ZÁZNAMOVNAČÍTANIE STRÁNKY SÚBORU AKTUALIZÁCIÍ, $T_{RW} = 2r$ STRÁNKU JE NAČÍTANÁ
POČAS 1 OTÁČKY SA
UPRAVÍ A ZAPÍŠE NA MD $T_U = T_F + T_{RW}$ KEĎ SA MENÍ KÚČ $T_U = 2T_I$ KEĎ SA MENÍ KÚČV PRAXI: VLOŽENIE ZÁZNAMU DO SÚB. TRANS. SO STARÝM A NOVÝM KL. $T_U = T_I$ INDEXSEKVENČNÝ SÚBOR - PRIMÁRNY SÚBOR (USP. SEKVEN.) + INDEX

OBLAST PRETEČENIA

ÚROVNE INDEXU $1..x$, BLOKY PRIM. SÚBORU.. ÚROVNE 0INDEX ÚROVNE j OBSAHUJE BLOKY SO ZOTRIEDENÝMI ZÁZNAMAMI (k, sk)
 k JE KÚČ, sk JE UKAZATEĽ K BLOKU $j-1$ ÚROVNE, KTORÉHO
PRÍMÝ ZÁZNAM MÁ KÚČ k . x -TÁ ÚROVNE OBIČAJE 1 BLOK.. HLAVNÝ INDEX (MASTER)ZREČNE $x = \lceil \log_p N/Lb \rceil$, KDE $p = L B / (V+P)$ (S KÚČOM k)VEĽKOSŤ KÚČA $\uparrow$ VEĽKOSŤ sk

MHĽADANIE ZÁZNAMU: SPÍEROM OD HLAVNÉHO INDEXU

KEĎ PLATÍ PRE INTERVAL KÚČOV $[k_1, k_2]$ DANÉHO BLOKU j -TEJ ÚROVNE VZŤAH $k_1 \leq k < k_2$, POTOM JE TREBAPREHĽADAT BLOK $j-1$ -TEJ ÚROVNE - UKAZATEĽ sk_1 .!!! OBLAST PRETEČENIA: AKO SA MÁ PRIDAT ZÁZ. S KL. k : $k_1 < k < k_2$,
ZAVESÍ SA ZA ZÁZNAM k_1 DO OBL. PRETEČENIA (LIN. ZOZNAM :)

IMPLEMENTÁCIA ISAM FIRM IBM - POZRI SKRIPTY

INDEXOVANÝ SÚBOR (INVERTOVANÝ):

PRIMÁRNY SÚBOR + INDEXY (NEINDEXUJÚ SA BLOKY, ALE ZÁZNAMY)

1. ÚROVNEŇ INDEXU .. ZOTRIEDENIE ZÁZNAM (IBA DŮL. KÚČE) +
ODKAZY DO PRIMÁRNEHO SÚBORU (N ZÁZNAMOV)

OSTATNÉ ÚROVNE INDEXU (k, s_k) s_k .. BLOK NIŽIEJ ÚROVNE INDEXU
 k JE PRVÝ ZÁZNAM TOMTO BLOKU

KLASTROVANÝ INDEX - PRIMÁRNY SÚBOR JE ORGANIZOVANÝ TAK, ŽE
ZÁZNAMY SO SPOL. HODNOTOU ATRIBÚTU SÚ BLÍZKO SEBA
PRE DANÝ SÚBOR MOŽE EXISTOVAŤ NAJVIAC 1 KLASTR. INDEX

BITOVÉ MAPY - INDEXÁCIA RIADKOV ^{ZÁZNAMOV SÚBORU} TABULIEK PODĽA ATR. S MALOU DÔLEŽITOSŤOU
PRE KAŽDÚ HODNOTU V AKT. DÔLEŽITOM ATR. A MÁME 1 VEKTOR BITOV
VEĽKOSŤ BITOVÝCH MAP RASTIE LINEÁRNE S POČTOM ZÁZNAMOV

PIGGY BACKING - DATABÁZA JE POSTUPNE PRECHÁDZANÁ (SEKV. / PODĽA INDX.)
A KEĎ SA PISKYTŇÚ V PRIEBEHU MMODNOCOVANIA DALŠIE DOTAZY,
PRIPOJA SA K UŽ PREBIEHAJÚCEMU PREHĽADÁVANIU SÚBORU / INDEXU

INDEXOVANÉ SÚBORY V DIS (INVERTOVANÉ) -

ZOTRIEDENÝ ZOZNAM VÝZNAMOVÝCH SLOV (SÚBOR INDEXOV)

POČET HITŮ + ODKAZ NA SÚBOR SÚRADNÍC → SÚBOR DOKUMENTOV

SÚBOR S PRIAMYM PRÍSTUPOM - MÁ PRIMÁRNE ZÁZNAMY

ROZPTÝLENIE V PAMÄTOVOM PRIESTORE $M \times R$, $M \geq N$,
 M MOŽE TIEŽ PREDSTAVOVAŤ POČET STRÁNOK, UVAŽUJEME ALE $B=R$!!

HASH. FUNKCIA $h: K^* \rightarrow \{0, \dots, M-1\}$

FAKTOR NAPLNENIA $\lambda = \frac{N}{M}$, PRI HASHOVANÍ S LIN. PREHĽADÁVANÍM

JE OČAKÁVANÁ VEĽKOSŤ RETAZCA KOLÍZIÍ $EL = 1/(1-\lambda)$. (GEOM. ROZDELENIE)

TRIEDENIA: ZLIEVANÍM, d-HALDA $i \rightarrow d(i-1) + 2, \dots, d \cdot i + 1$

TRIEDENIE MAX. d-HALDOU, MŤVÁRANIE DLHÝCH ŽEHŮV

POUŽITIE DVOJITEJ HALDY

ROZDELENIE JOS:

STATICKÉ (NEJEDNÁ O A ANI O B) - KLASICKÉ JOS

SEMI-DYNAMICKÉ (SPŮČNÁ O IBA A) - PERF. HASH. CORNACKA

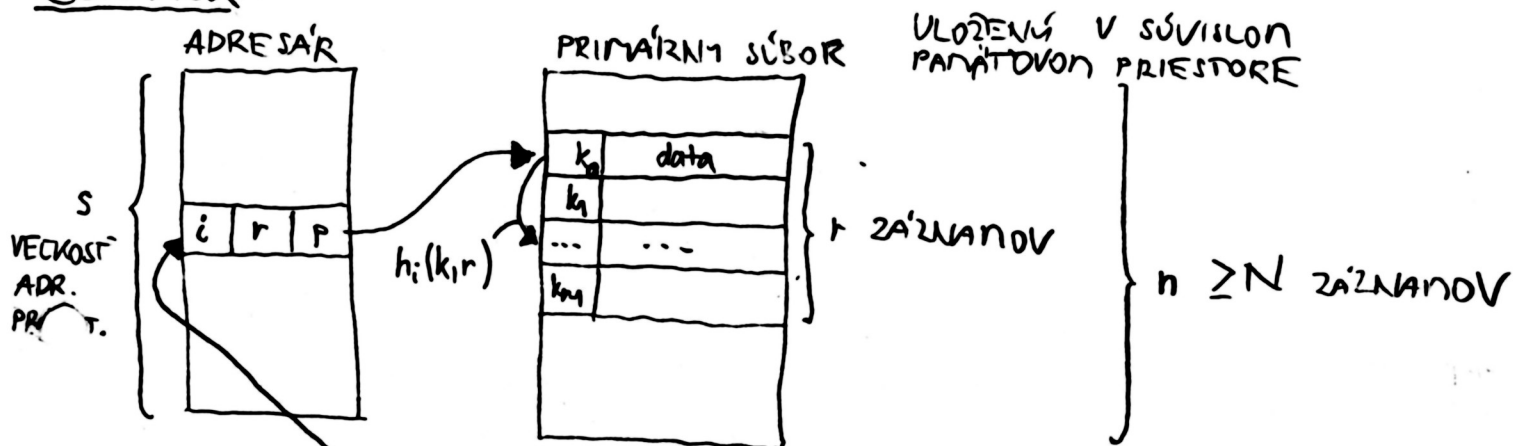
DYNAMICKÉ (A A O B) - DIN. HASH., VIVAŽ. STRONY, VACROZN. PRIEŽKA

* INDEXY INDEXOVANÉHO SÚBORU: STATICKÉ, ZOZNAMY ADRIES,
BITOVÉ MAPY, B-STROMY, KOMBINOVANÉ INDX., VACROZN. INDX.

POZRI EŠTE INDEX-SEKV. SÚBOR - KAPSY!

DB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKA

PERFEKTNÉ HASHOVANIE (PRIAME / ZLOŽENÉ)
 CORMACKOVA METÓDA - POUŽÍVA ADRESÁR
 LARSON KALZI - POUŽÍVA SIGNATÚRY

CORMACK:

$$k \rightarrow h(k, s)$$

PRIMAÁRNÝ SÚBOR MOŽNO VYTVÁRAŤ INKREMENTÁLNE POUŽITIE FREE(r) .. VRACIA ADRESU V PRIM. SÚB., OD KTOREJ NASLEDUJE r.R VOLNÉHO MIESTA NA ZAČATKU OBSIAHNE ADRESÁR SANE 0

FAKTOR NAPLNENIA ADRES. $\lambda = \frac{s}{N}$

LARSON & KALZI:

M.. POČET STRÁNOK ADRESOVÉHO PRIESTORU

1-d BITOV PRE SEPARÁTORY STRÁNOK, M MAJH. FUNKCIÍ h_i

$k \in K^* \Rightarrow h_1(k), h_2(k), \dots, h_m(k) \equiv$ PRICADÁVACIA POSTUPNOSŤ ADRESIES
 $s_1(k), s_2(k), \dots, s_m(k) \equiv$ POSTUPNOSŤ SIGNATÚR (d-BIT. REŤAZKE)

SEPARÁTOR STRÁNKY > SIGNATÚRY ZÁZNAMOV V STRÁNIKE
 sep[i] $s_i(k)$

NA ZAČATKU: $sep[i] = 2^{d-1} \forall i$

VYHĽADÁVANIE: EASY, 1 PÁRSTUP NA DISK

VKLADANIE: MÔŽE INVOLAT CEĽE KAJKÁDU ĎALŠÍCH VKLADANÍ.

DOTAZ NA ČASTOČNÚ ZHODU V HASH. SCH.

MÁME ADRESOVÝ PRIESTOR S $M = 2^d$ STRÁNIKAMI

PRIMAÁRNÝ SÚBOR MÁ n ATRIBÚTOV $A_1, \dots, A_n$

HĽADÁŤE n MAJH. FCIÍ $h_1, \dots, h_n$ A ČÍSLA $d_1, \dots, d_n : d_1 + \dots + d_n = d$

AK MÁME DANÉ PRST. $p_1, \dots, p_n$ DOTAZOV NA ATR. $A_1, \dots, A_n$

ALGORITHMUS: $d_i = (d - \sum \log p_i) / n + \log p_i$

AK $d_i < 0 \Rightarrow$ ELIMINOVANÉ A_i A POČÍTANIE ZNOVU

AK $d_i > d \Rightarrow d_i := d$, OSTATNÉ $d_j := 0$

DESKRIPTORY STRÁŇOK

PRE KAŽDÝ ATRYBÚT A_i EXISTUJE $T_i: \text{dom}(A_i) \rightarrow$ BITOVÝ RETAZEC,
DĽŽKY w_i S PRÁVE
JEDNOU 1

GRYFOVÉ KÓDOVANIE

$$\underline{\underline{G(d,s) = \frac{d-s}{2d-2}}}$$

GRYFOV KÓD

$(g_{d-1} \dots g_0)$

$$\underline{\underline{b_j = \sum_{m=j}^{d-1} g_m \pmod{2}}}$$

BINÁRNY KÓD

$(b_{d-1} \dots b_0)$

DYNAMICKÉ HASHOVANIE

ROZŠÍRITEĽNÉ HASHOVANIE

HASH. FUNK. $h: K^* \rightarrow \{0, \dots, 2^m - 1\}$
HĽBKÁ ADRESÁRA d $0 < d \leq r$
LOKÁĽNA HĽBKÁ STRÁŇKY d'
POZERÁME SA NA PRVÝCH d BITOV

LINEÁRNE HASHOVANIE (WITOLD LITWINI)

MUŽYVA OBLAST PRETEČENIA

DATA SÚ UKLADANÉ DO (PRIM.) STRÁŇOK
PO KAŽDÝCH L VLOŽENIACH $\rightarrow$ STIEPENIE

POZERÁME SA NA POSLEDNÉ BITY

1/4

13.01.2008 Su
PETER ČERNODB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKACORMACK

$$h(k) = k \bmod 11, \quad s=11$$

$$h_i(k, r) = (k \text{ shr } i) \bmod r$$

13, 21, 19, 35, 8, 57, 6, 15, 4, 1

RIEŠENIE: ADRESÁR

	i	r	p
0			
1			
2	0	3	7
3			
4	0	2	12
5			
6	0	1	10
7			
8	0	2	5
9			
10	0	1	1

PRIMÁRNÝ SÚBOR

0	
1	21
2	
3	
4	
5	8
6	19
7	57
8	13
9	35
10	6
11	
12	4
13	15
14	
15	

$$h(35) = 2$$

$$h_0(13, 2) = 1, \quad h_0(35, 2) = 1$$

$$h_1(13, 2) = 0, \quad h_1(35, 2) = 1$$

$$h(8) = 8$$

$$h_0(19, 2) = 1, \quad h_0(8, 2) = 0$$

$$h(57) = 2$$

$$h_0(13, 3) = 1, \quad h_1(35, 3) = 2, \quad h_0(57, 3) = 0$$

$$h(4) = 4$$

$$h_0(15, 2) = 1, \quad h_0(4, 2) = 0$$

LARSON KALJI

$$M=5, d=3, b=3$$

$$h_i(k) = (k+i) \bmod M$$

$$s_i(k) = (k \text{ xor } i) \bmod (2^d - 1)$$

19, 35, 8, 44, 12, 15, 61, 13, 41, 9, 6, 1, 2, 11

0	111	1	110	2	111	3	111	4	111
35		61 11		12		8		19	
15		41 61		2		13		44	
1		6		41				9	

$$h_0(19) = 4$$

$$s_0(19) = 5$$

$$h_0(35) = 0$$

$$s_0(35) = 0$$

$$h_0(8) = 3$$

$$s_0(8) = 1$$

$$h_0(44) = 4$$

$$s_0(44) = 2$$

$$h_0(12) = 2$$

$$s_0(12) = 5$$

$$h_0(15) = 0$$

$$s_0(15) = 1$$

$$h_0(61) = 1$$

$$s_0(61) = 5$$

$$h_0(13) = 3$$

$$s_0(13) = 6$$

$$h_0(41) = 1 \quad h_1(41) = 2$$

$$s_0(41) = 6 \quad s_1(41) = 5$$

$$h_0(9) = 4$$

$$s_0(9) = 2$$

$$h_0(6) = 1$$

$$s_0(6) = 6$$

$$h_0(1) = 1$$

$$s_0(1) = 1$$

$$h_0(2) = 2$$

$$s_0(2) = 2$$

$$h_0(11) = 1$$

$$s_0(11) = 4$$

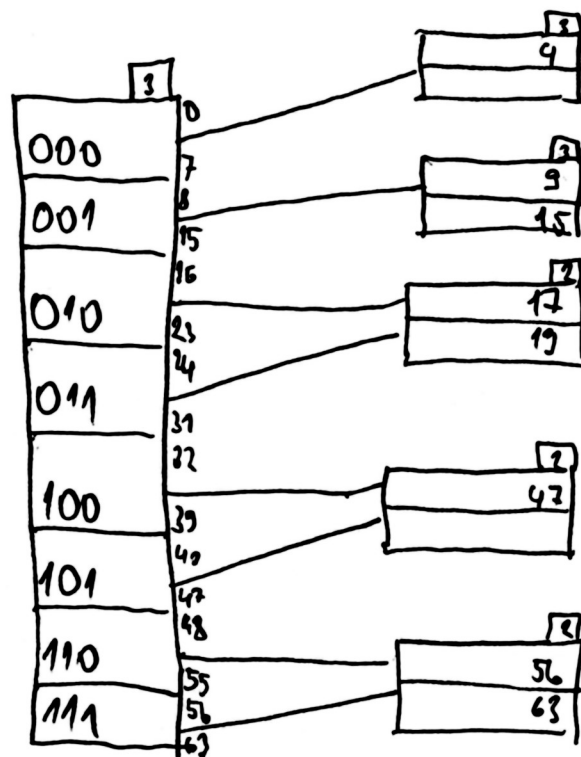
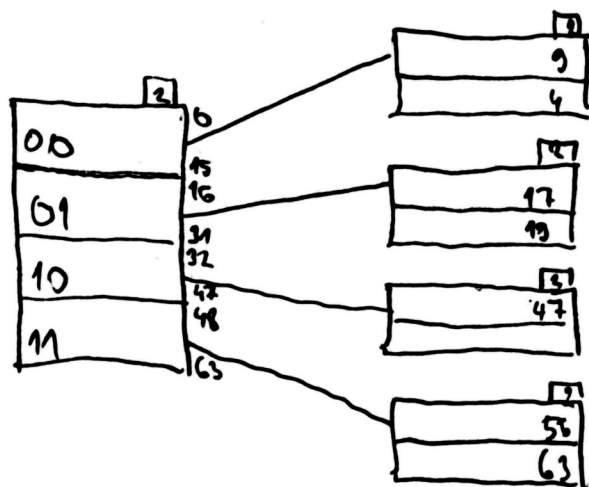
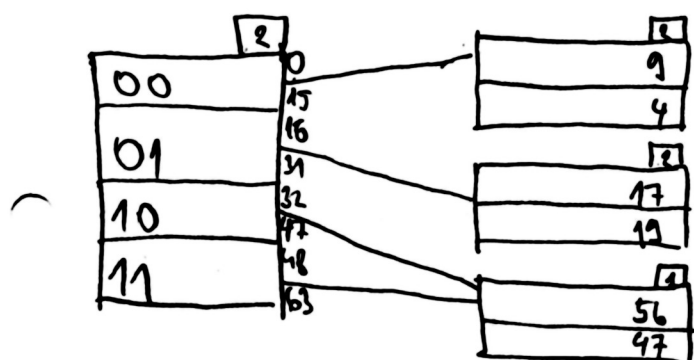
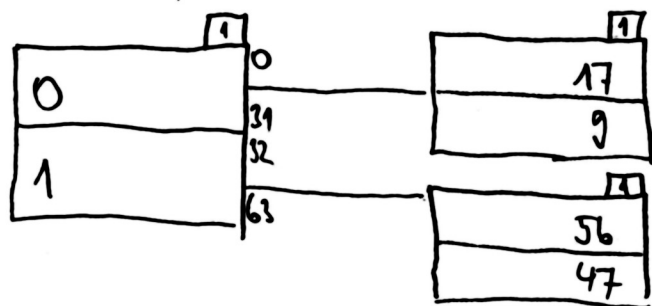
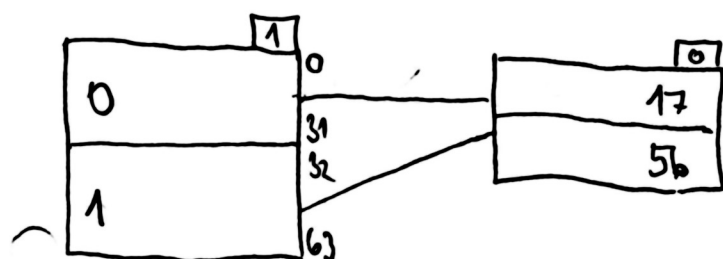
DB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKAROZŠÍRITEĽNÉ HASHOVANIE (FAGIN)

$$h(k) = k \bmod 64$$

$$b = 2$$

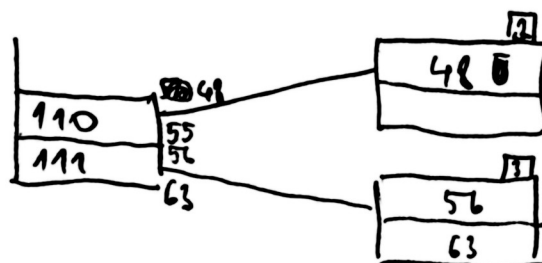
$$t+m = 6$$

17, 56, 47; 9, 4, 19, 63, 15, 48



⌈

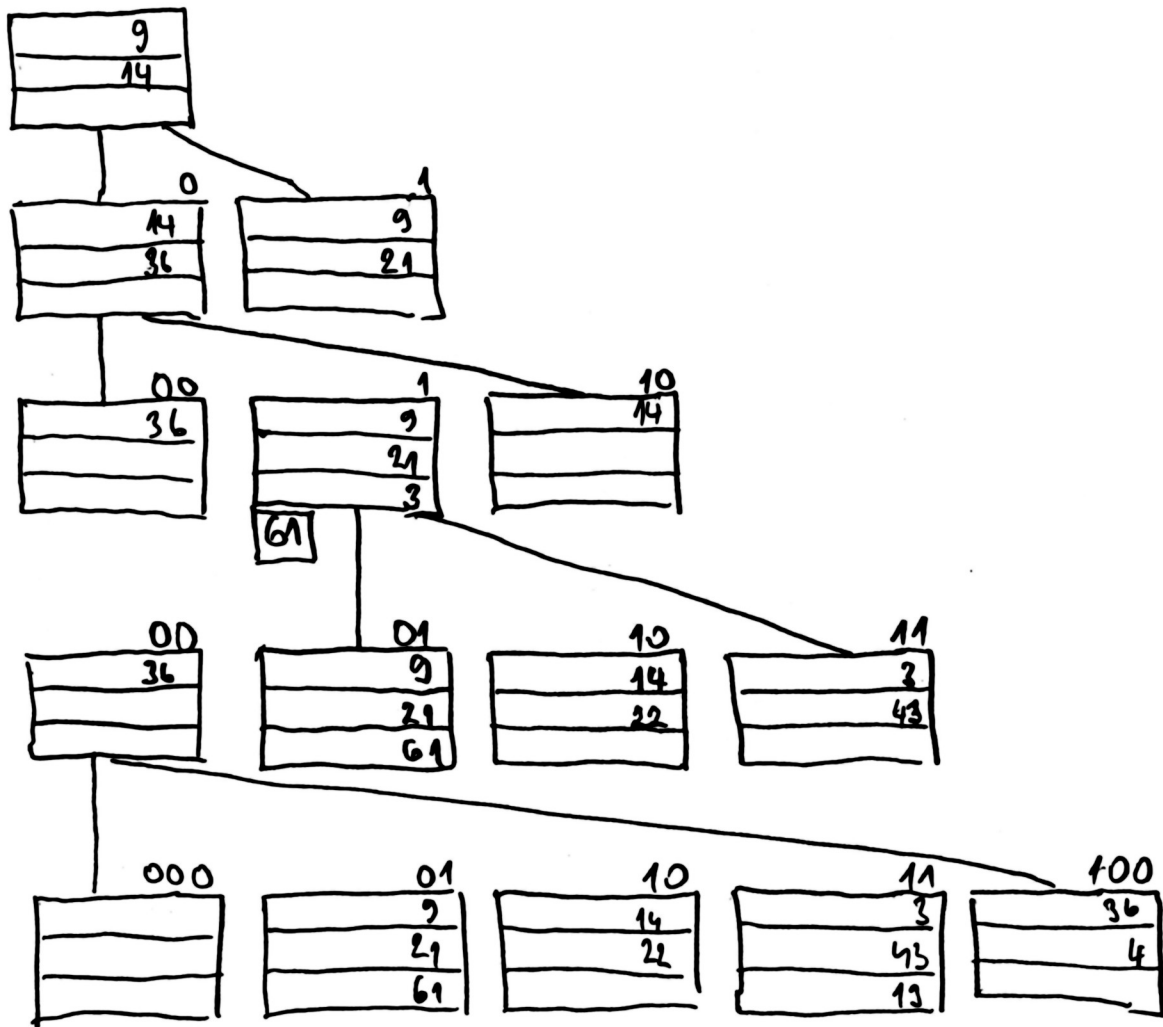
:



LINEÁRNE HASHOVANIE (LITWIN)

$$L=2, \quad b=3$$

9, 14, 35, 21, 3, 61, 43, 22, 19, 4



DB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKASKUPINOVÉ ŠTEPENIE STRÁŇOK

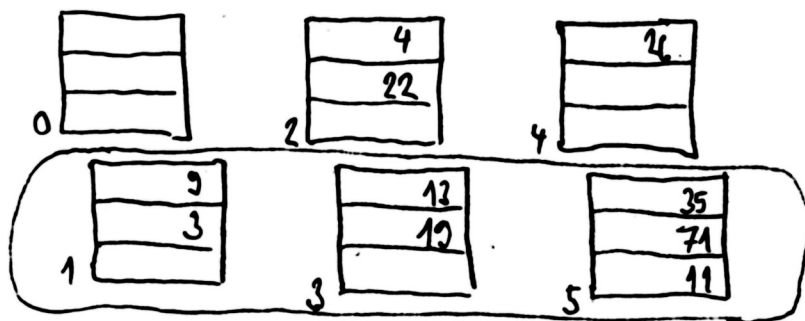
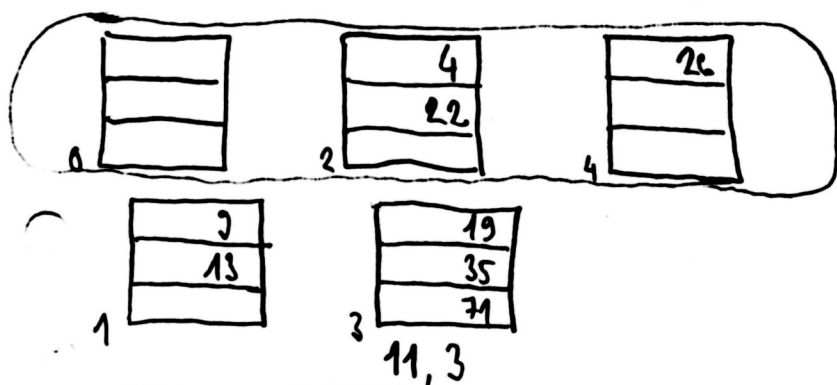
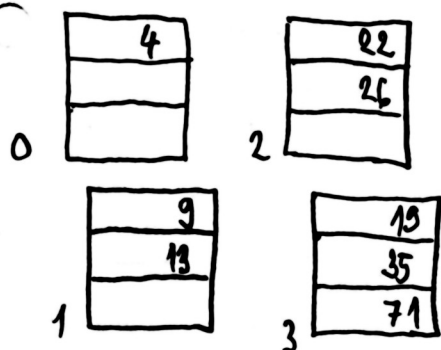
$$L=2, \quad b=3, \quad g=2, \quad s_0=2$$

$$h_0(k) := k \bmod 4$$

$$h_1(k) := k \bmod 3$$

$$h_2(k) := (k \operatorname{div} 3) \bmod 3$$

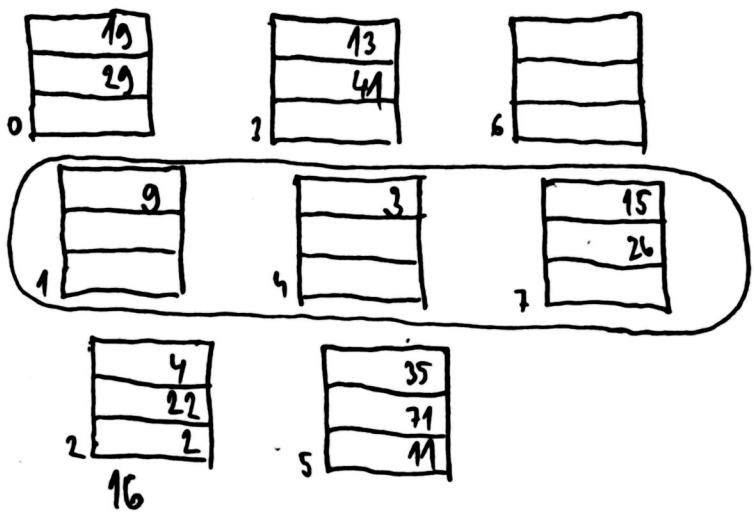
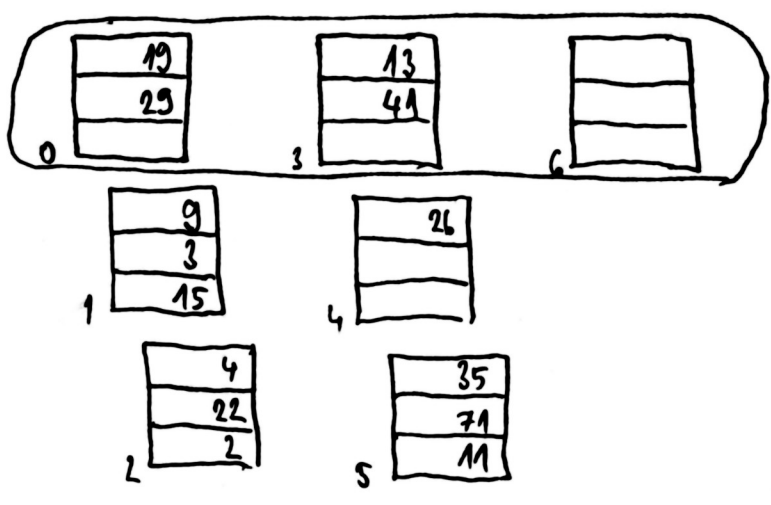
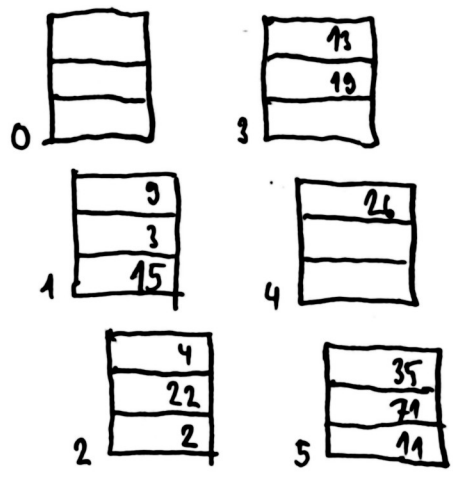
4, 19, 35, 71, 22, 9, 13, 26⁷, 11, 3, 15, 2, 23, 41, 16



4/4

13.01.2008 Su
PETER ČERNO

DB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKA



DB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKA

B-STROM : ROZVETVENÍ ($m \gg 2$), VÍŠKOVÝ MUAŽENÝ

- 1) KOREŇ MÁ ASPOŇ 1 ZÁZNAM (2 POTOKOV), AK NIE JE LISTOM
- 2) VNÚTORNÝ UZOL MÁ $\lceil m/2 \rceil$ AŽ m POTOKOV (LISTY)
- 3) VŠETKY VETVY SÚ ROVNAKO DUHÉ ($\lceil m/2 \rceil - 1 \dots m - 1$ ZÁZNAM.)

PRE $m=3$ DOŠTAVATE 2-3 STROM

HRANIČNÝ KĽÚČ - KĽÚČ V NELISTOVÝCH UZLOCH

MODIFIKÁCIE:

- DATA SA PRESÚVAJÚ DO LISTOV ALEBO MIMO STROM
- HRANIČNÝ KĽÚČ MOŽE BYŤ DUPLIKOVANÝ IBA RAZ (V CAJOM LISTE) ALEBO NA VIAC ÚROVNIACH (TZV. REDUNDANTNÉ B-STROMY)

UZLY (STRÁNKY): LISTOVÉ (INDEXOVÉ), RIADKOVÉ (OSTATNÉ)

ODHADY: PAMÄŤOVÁ ZLOŽITOSŤ

POZOR! h JE POČET

NEREDUNDANTNÝ B-STROM RÁDU m A VÍŠKY h : UZLOV VETVY !!!

$$k_{min} = 2 \left(\lceil m/2 \rceil \right)^{h-1} - 1, \quad k_{max} = m^{h-1},$$

REDUNDANTNÝ B-STROM RÁDU m A VÍŠKY h :

$$k_{min} = 2 \left(\lceil m/2 \rceil \right)^{h-2} \left(\lceil m/2 \rceil - 1 \right), \quad k_{max} = (m-1) m^{h-1}$$

PRE NERED. B-STROM RÁDU m JE PRIEDERNÝ POČET

UZLOV: $n(k) = k / ((m-1) \log_2)$, STIEPENÍ: $n(k) - 2$, $\lambda = \log_2$

KAŽDÝ B-STROM MÁ n UZLOV (TJ. $n-2$ STIEPENÍ).

MAJÚ ASPOŇ $1 + (n-1) (\lceil m/2 \rceil - 1)$ KĽÚCOV

$\Rightarrow$ PRAVDEPODOBNOSŤ $P_{SPIT} < \frac{n-2}{1 + (n-1) (\lceil m/2 \rceil - 1)} = \text{cca } \frac{1}{\lceil m/2 \rceil - 1}$

ČASOVÁ ZLOŽITOSŤ

	INSERT	DELETE
NAJLEPŠÍ	$n+1$	$n+1$
NAHORŠÍ	$3n+1$	$3n-2$
PRIEDERNÝ	$\approx (n+1) + \frac{2n}{\lceil m/2 \rceil - 1}$	?

KONPAKTNÉ STROMY

VIVAŽOVANIE STRÁŇOK - PRED STIEPENÍM SA KONTROLUJE, CI PRAVÍ

ALEBO ČAVÍ SÚRODENIEC NEĎA' ESTE VOLNÉ MIESTO

PRETEKANIE ZHORŠUJE ZLOŽITOSŤ NA $4(h-1)+4$, RESP.

$5(h-1)+4$ I/O OP. PRE PRETEK. DO 1, RESP. 2 SÚRODENCŮV

ANALOGICKÝ PODTEKANIE: $4(h-2)+4$, RESP. $5(h-2)+4$ I/O OP.

B^* -strom (umazovanie list. stránok)

- 1) koreň má aspoň 2 potomkov
- 2) ostatné uzly aspoň $\lceil (2m-1)/3 \rceil$ potomkov
- 3) všetky vetvy sú rovnako dlhé

stĺpenie sa odkladá pokiaľ jeden alebo oba súrodenci listu nie sú plné

táto redistribúcia vedie ku zmenám hraničných kľúčov v rodičovskom uzle

najhorší prípad vkladania: $5h-1$ i/o op.

najhorší $\lambda = (2m-1)/3$

najhorší prípad rušenia: $5h-6$ i/o op.

Zovšeobecnenie: pre dosiahnutie min. $\lambda = \frac{n}{h+1}$

vkladanie: $(3 + 2(h-1))(h-1) + 4 = (2h+1)(h-1) + 4$

i/o op.

rušenie: $(3 + 2(h-1))(h-2) + 4 = (2h+1)(h-2) + 4$

odkladné stĺpenie

prefixové stromy

B^+ -strom

anomálie v chovaní redundantných B -stromov s predennou dĺžkou záznamu:

- 1) dlhé kľúče majú tendenciu prepadať ku koreňu stromu
- 2) pri vkladaní záznamov dlhších ako $1/2$ stránky môže dôjsť k potrebe stĺpenia na 3 stránky
- 3) vloženie záznamu môže dôjsť k zmenšeniu počtu stránok i k zníženiu stromu

DB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKA

- ⊘ NA SKÚŠKU SI ZOBRAT KALKULAČKU !!!
- ⊘ POZREŤ RAIDY !!!
- ⊘ POZREŤ PORIADNÉ B-STRONY + ZAMYKANIE + VAKUOLNERNIE B-STRONY

HASHOVANIE

CORMACK : s .. VEĽKOSŤ ADRESÁRA
 $h(k, s) \rightarrow \{0, \dots, s-1\}$ ADR.
 FUNKCIA $\text{FREE}(r)$

$$h_i(k, r) \rightarrow \{0, \dots, r-1\}$$

$i \in \mathbb{N}_0$

LARSON & KALJI : M .. POČET STRÁŇOK
 $M \cdot d$ BITOV.. SEP. STRÁŇOK

$h_1(k), \dots, h_M(k)$.. PREHL. POST.
 $s_1(k), \dots, s_M(k)$.. POST. SIGNAT.

FAGIN
 (ROZŠÍR. HASH.) : $h(k) \rightarrow \{0, \dots, 2^m-1\}$
 d .. HLÁVKA ADRESÁRA
 d' .. LOK. HLÁVKA STRÁŇOK



W. LITWIN
 (LIN. HASH.) : L .. PARAM. STIEPENIA ($L < b$)

SKUPINOVÉ STIEPENIE : s_0, g
 $h_0 \rightarrow \{0, \dots, s_0 \cdot g - 1\}$
 $h_i \rightarrow \{0, \dots, g\}$

DB1007 ORG. A SPRAC. DAT I - SKÚŠKARAID (REDUNDANT ARRAY OF INEXPENSIVE DISKS)

RAID - JBOD (JUST BUNCH OF DISKS)



RAID 0

STRIPING



ŽADNA REDUNDANCIA

RAID 1

MIRRORING



RAID 0+1

STRIP + MIRROR



RAID 2

7-BITOVÝ HANNINGOV PARITNÝ KÓD

PO BITOCH NA JEDNOTLIVÉ DISKY 4+3

RAID 3

1 PARITNÝ DISK

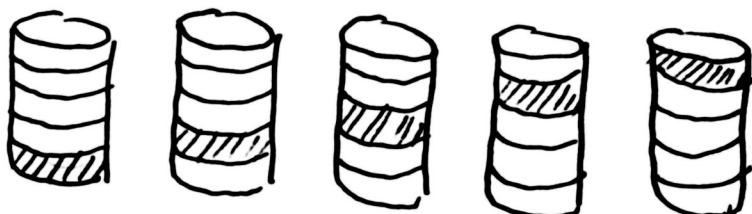
PO BINOCY NA DISKY

4+1

RAID 4

STRIPING +
PARITNÝ DISK
JE ÚZKÝM HŘEDEL

RAID 5

DISTRIBUOVANÁ PARITA
+ STRIPING

RAID 6

- DISTRIB. PARITA P+Q A STRIPING