

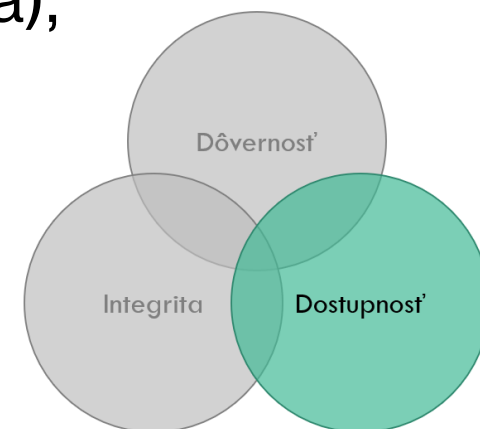
RAID

Diskové polia



RAID

- Je to skratka z názvu **Redundant Array of Independent Disks** (pole redundantných nezávislých diskov, alebo skrátene **diskové pole**)
- Podobne, ako zálohovanie, **má za úlohu zabezpečiť dostupnosť dát**, ale nie z hľadiska neporušenosti (ako to bolo u zálohovania), ale skôr **z hľadiska nepretržitej prevádzky**
- **Neslúži teda na zálohovanie, len ako ochrana pred zlyhaním jedného disku z poľa!!!**



Čo je to redundancia?

- Slovo **redundancia** znamená (podľa [KSSJ](#)) **nadbytočnosť**
- Je nadbytočnosť dobrá alebo zlá vlastnosť?
- Pozitívne aspekty – **nadbytočný HW umožňuje zastúpiť funkciu poškodeného HW** a zabezpečiť nepretržitú funkciu systému (RAID, klastre...)
- Negatívne aspekty – **platíme za HW, ktorý by sme ani nepotrebovali** (či?)

Typy RAIDov

- Používané:

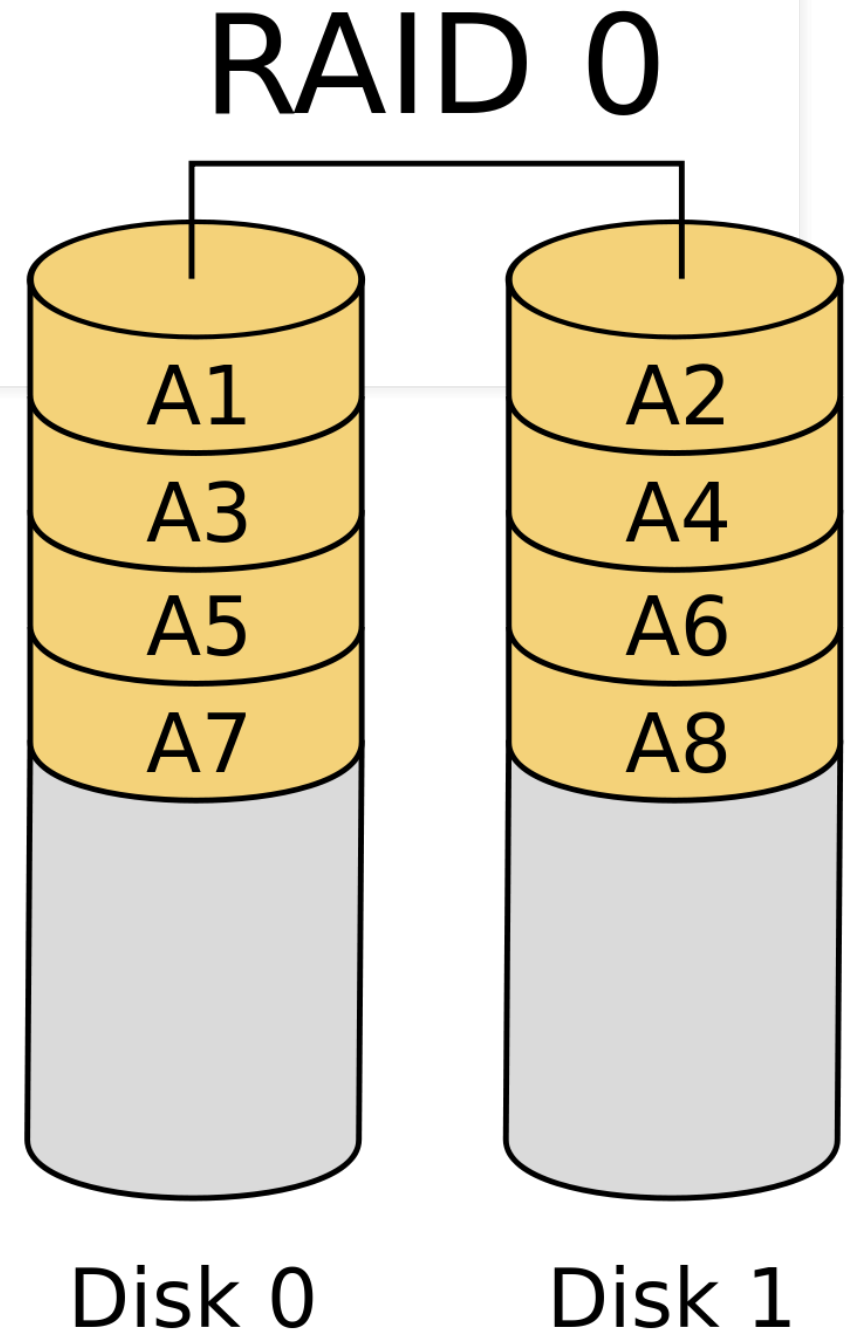
- RAID 0
- RAID 1
- RAID 5
- RAID 6
- RAID 10

- Nepoužívané (málo používané):

- RAID 2
- RAID 3
- RAID 4

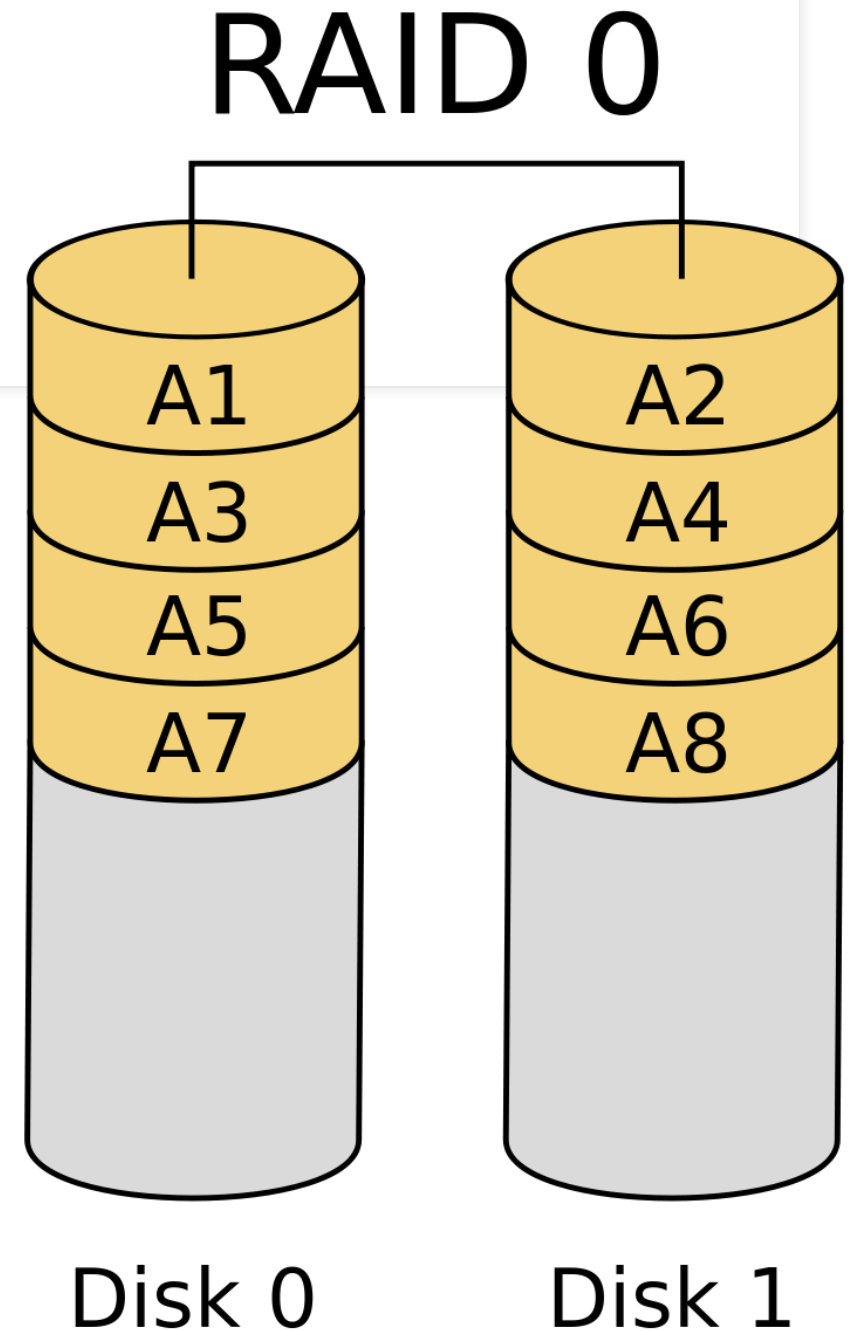
RAID 0 (striping)

- Nie je „skutočný“ RAID pretože neposkytuje ochranu pred zlyhaním disku
- Dáta sa zapisujú do blokov rovnakej veľkosti (strip) striedavo raz na jeden, potom na druhý disk
- **Jeho úlohou nie je ochrániť dáta, ale poskytnúť zvýšenie kapacity, zrýchliť čítanie a zápis na disky**



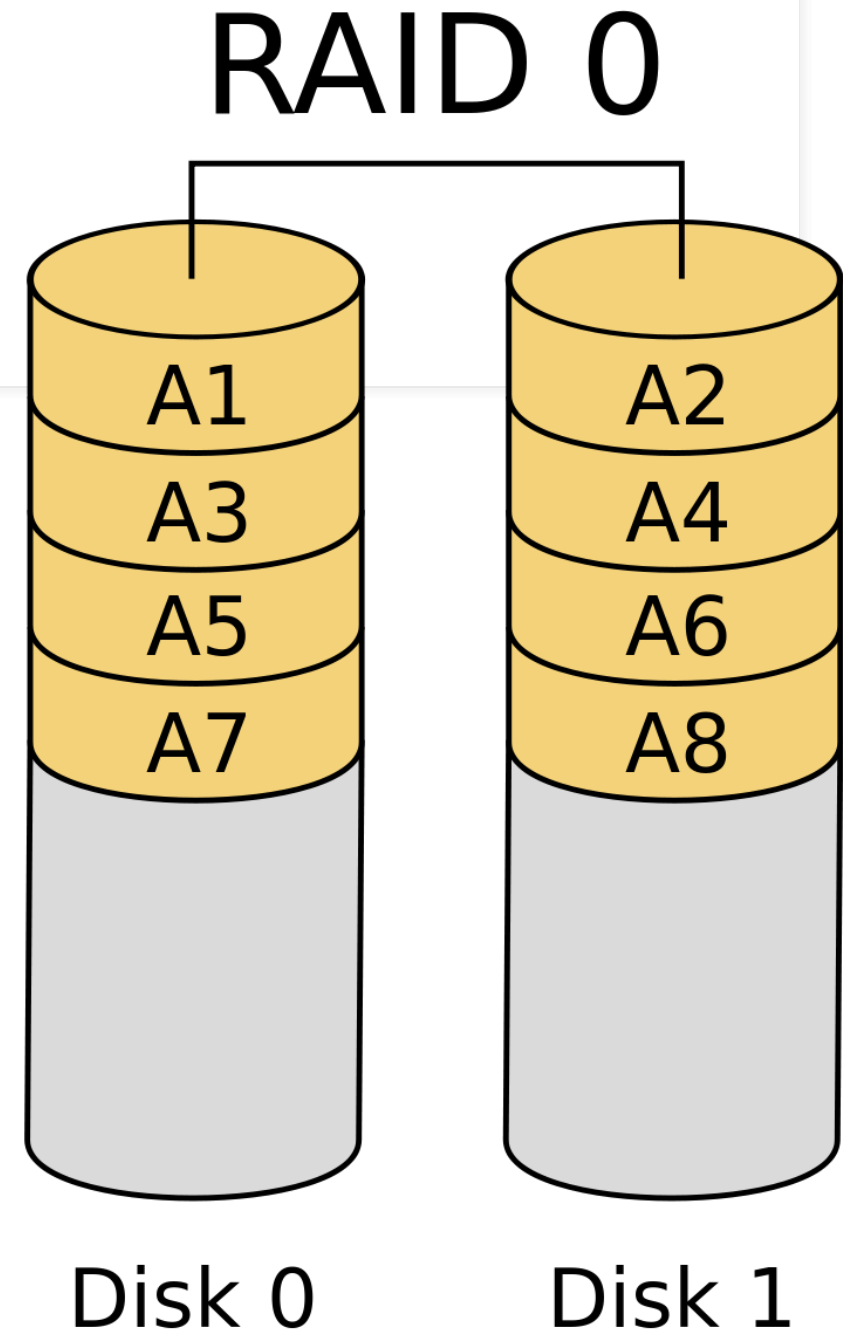
RAID 0 (striping)

- Ak sú na trhu napríklad dostupné kapacity diskov maximálne 2TB a my potrebujeme 6TB partíciu, spojíme 3 disky do RAIDu 0
- Zápis/čítanie môže prebiehať naraz na/z viacerých diskov, v praxi sa dosahuje nárast rýchlosti o 50% (čiže zo 100 na 150 Mbit/s)
- Zrýchlenie je citelné pri sekvenčnom čítaní väčších súborov



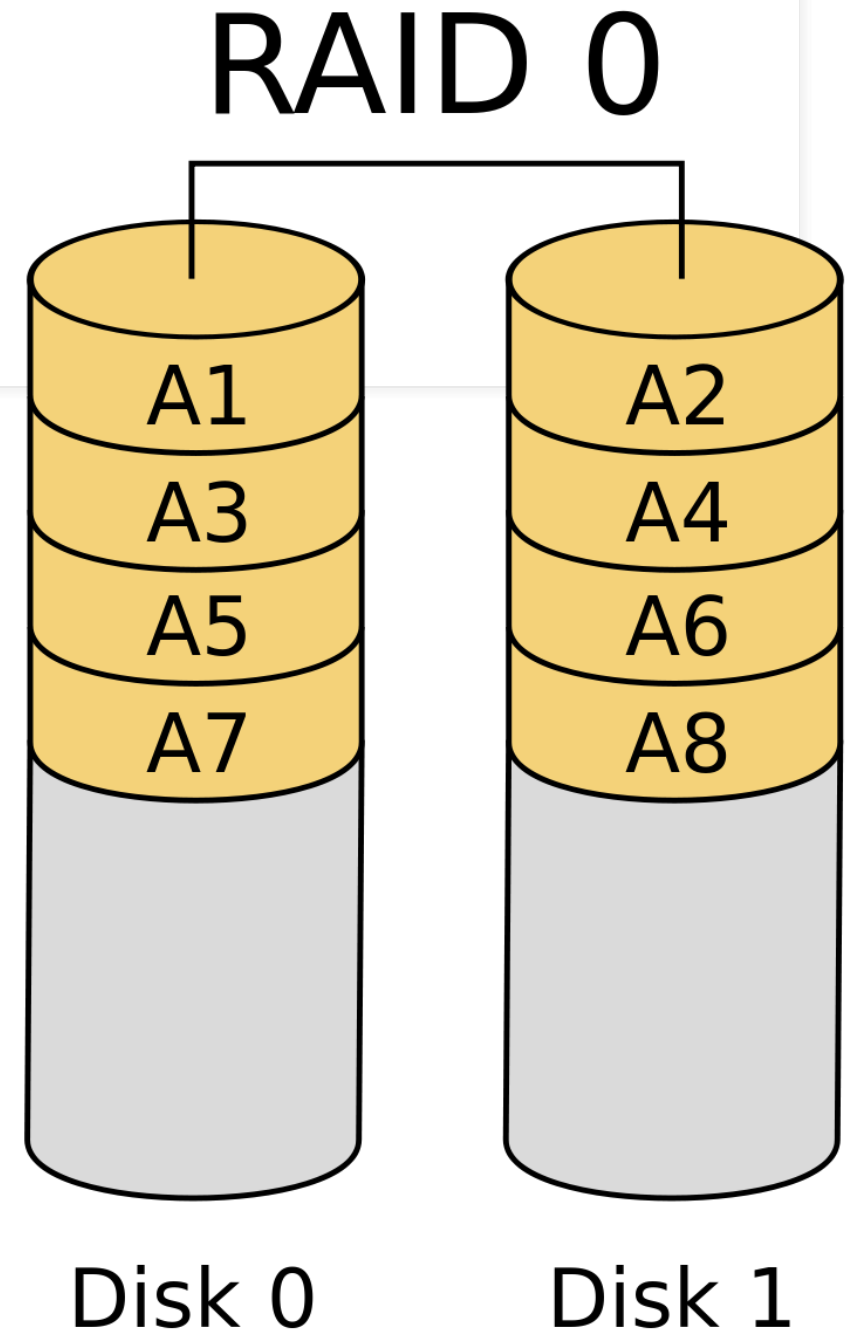
RAID 0 (kapacita poľa)

- RAID0 vie pracovať len s diskami rovnakej kapacity
- **V prípade diskov s rôznou kapacitou sa využije na každom disku maximálne kapacita najmenšieho disku**
- Celková kapacita RAID 0 je vyjadrená vzťahom $S_{\text{RAID0}} = n \times \min(S_1, S_2, \dots, S_n)$, kde S_{RAID0} je kapacita poľa, n počet diskov a S_1 , S_2 až S_n kapacity jednotlivých diskov



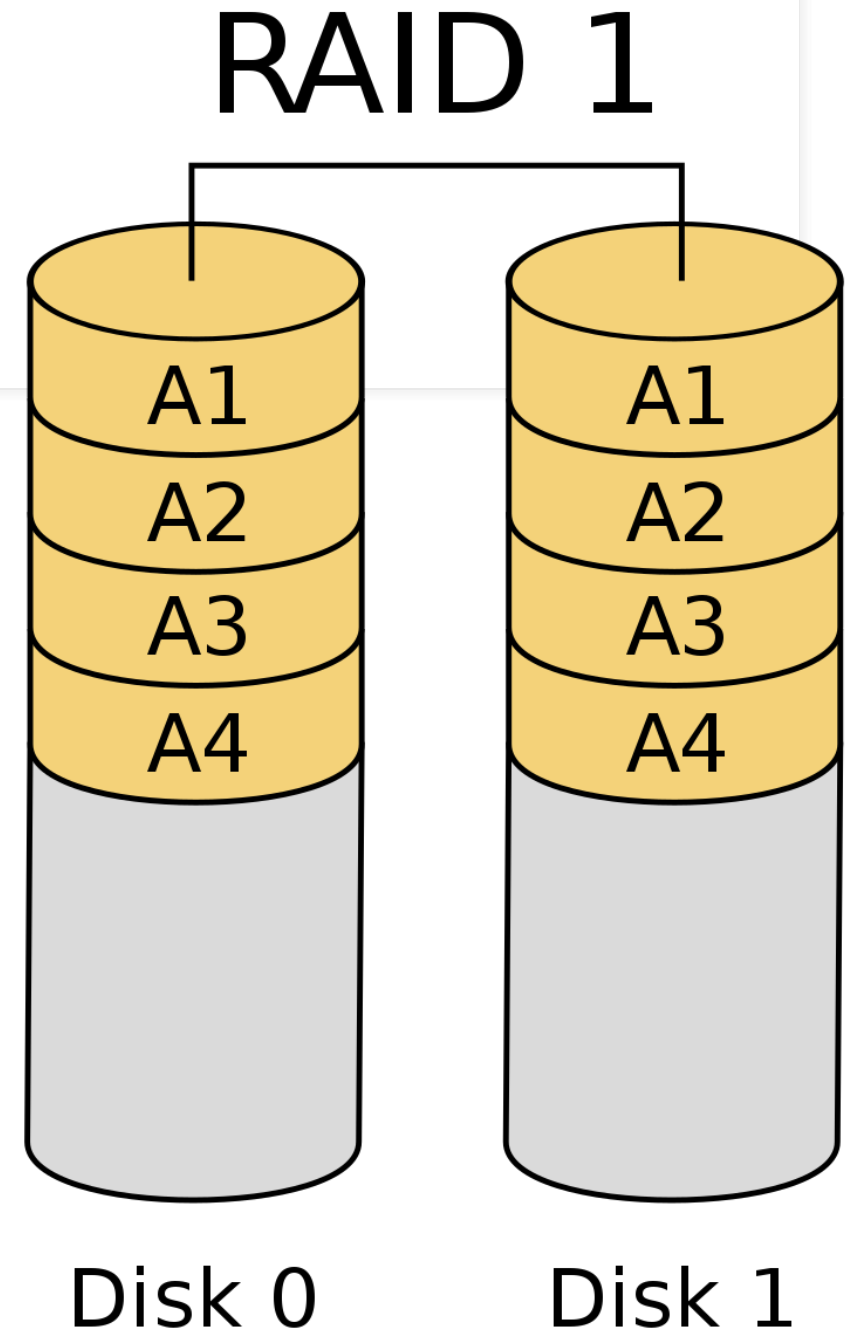
RAID 0 (príklad)

- Vypočítajte celkovú kapacitu poľa RAID0, v ktorom sú zapojené 4 disky s kapacitou $S_1=100$ GB, $S_2=200$ GB, $S_3=300$ GB a $S_4=400$ GB
- Počet diskov $n=4$, kapacita najmenšieho disku $\min(S_1, S_2, S_3, S_4) = 100$ GB
- Veľkosť celého poľa
 $S_{\text{RAID0}} = 4 \times 100 \text{ GB} = 400 \text{ GB}$



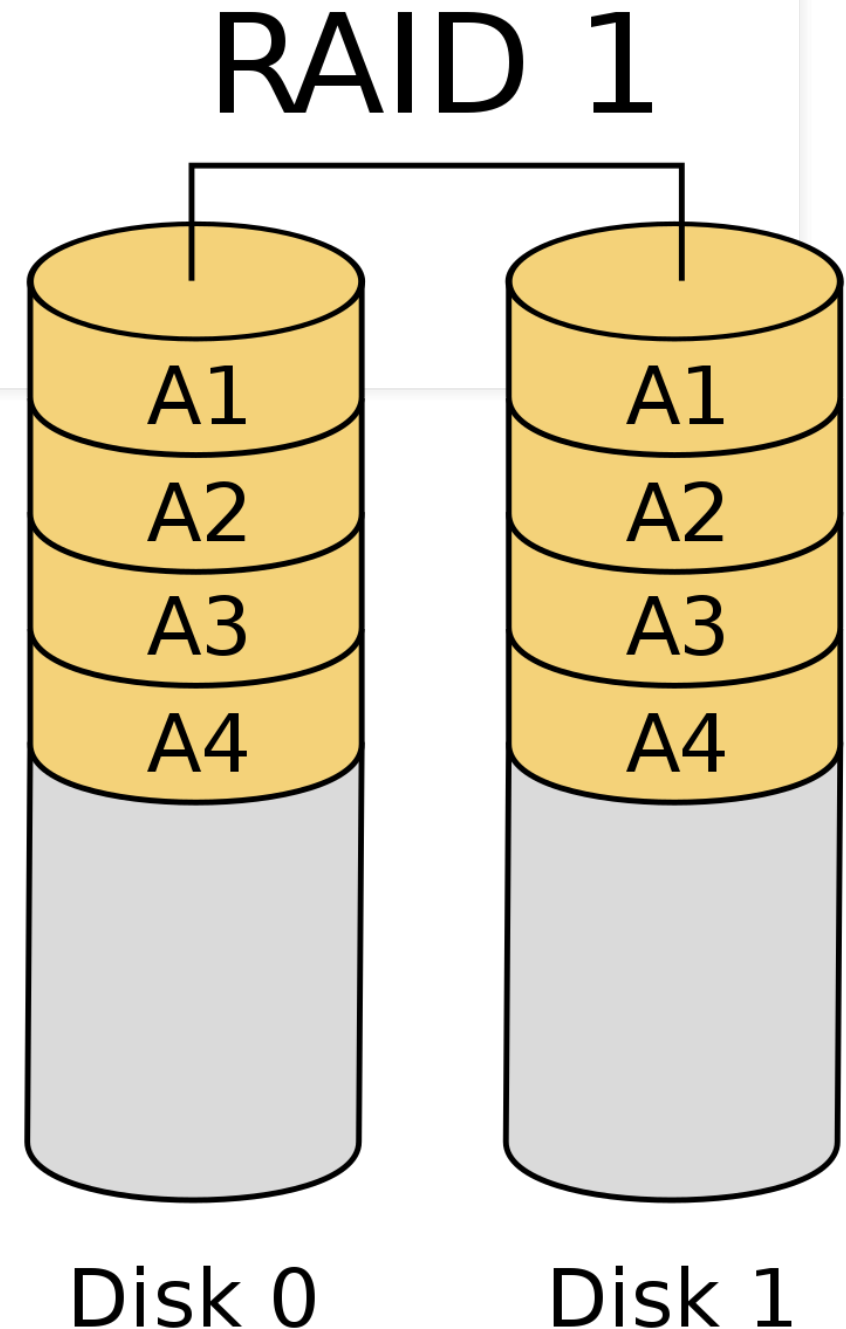
RAID 1 (mirroring)

- Každý disk v diskovom poli obsahuje tú istú (zrkadlovú) kópiu dát
- Minimálny počet diskov je 2
- Ak zlyhá jeden disk, ďalšie disky v poli fungujú aj naďalej
- Výkon zapisovania ostáva rovnaký, avšak čítanie je možné vykonať z viacerých diskov naraz, **čítanie je teda rýchlejšie**



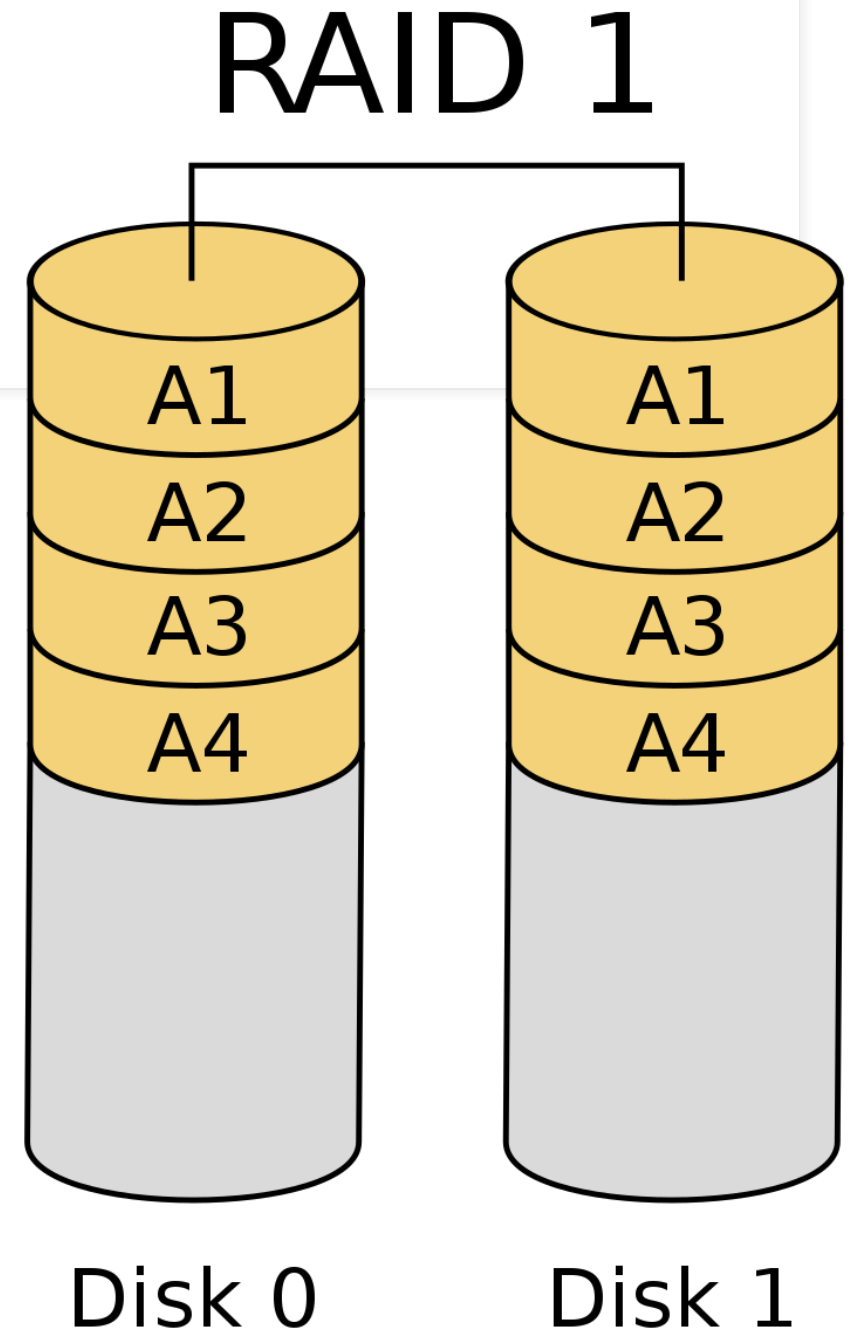
RAID 1 (mirroring)

- Pre potreby zálohovania je napríklad možné jeden disk odpojiť, odzálohovať a vrátiť späť do RAID1
- Ak jeden disk zlyhá (hovoríme, že RAID1 sa zdegraduje), vložíme do RAID1 nový prázdny disk a začneme (manuálne alebo automaticky) proces nazývaný **rebuild**, v rámci ktorého sa na prázdnom disku vytvorí kópia funkčného disku



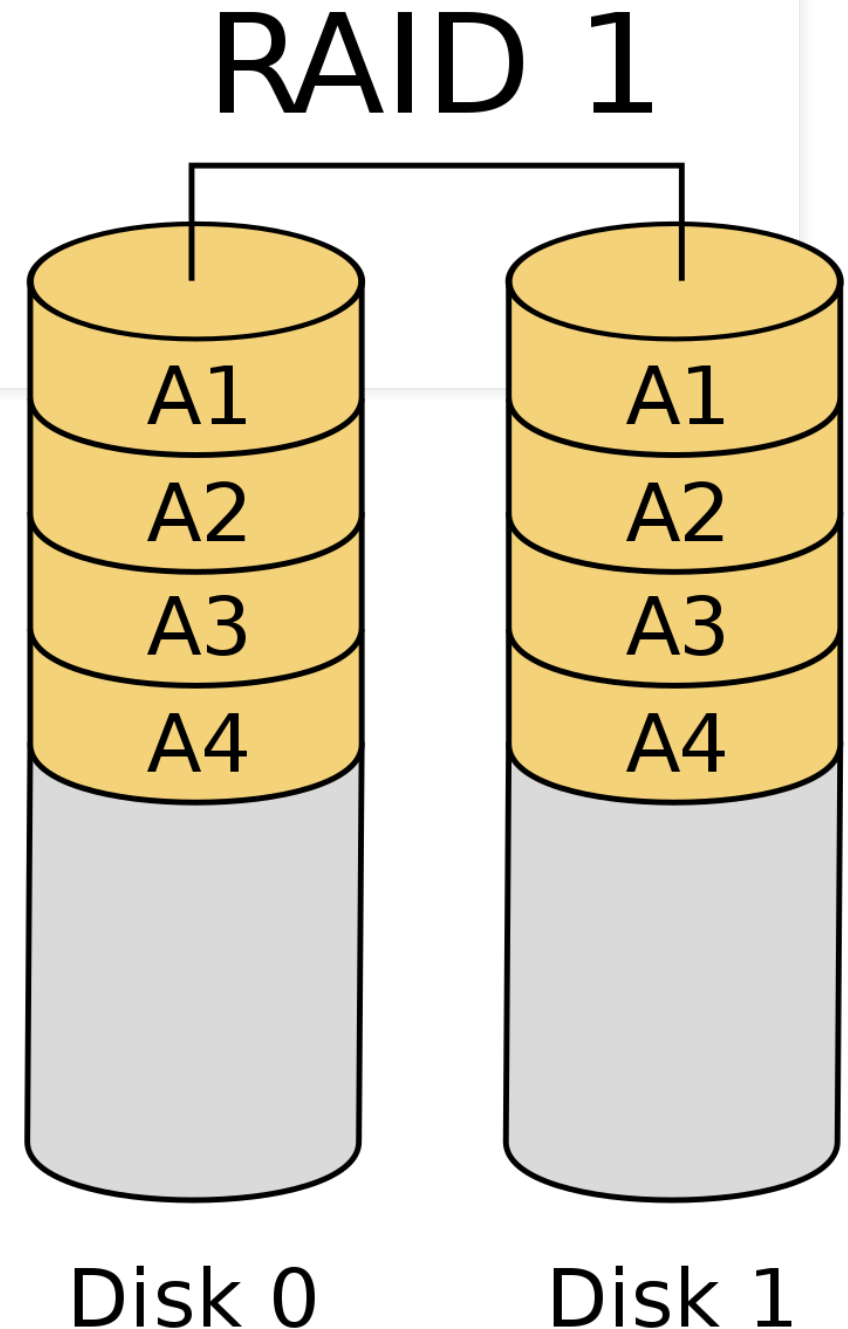
RAID 1 (kapacita poľa)

- RAID1 vie pracovať len s diskami rovnakej kapacity
- **V prípade diskov s rôznou kapacitou sa využije na každom disku maximálne kapacita najmenšieho disku**
- Celková kapacita RAID1 poľa je daná kapacitou najmenšieho disku v poli
 $S_{\text{RAID1}} = \min(S_1, S_2, \dots, S_n)$, kde S_{RAID1} je kapacita poľa a S_1, S_2 až S_n kapacity jednotlivých diskov



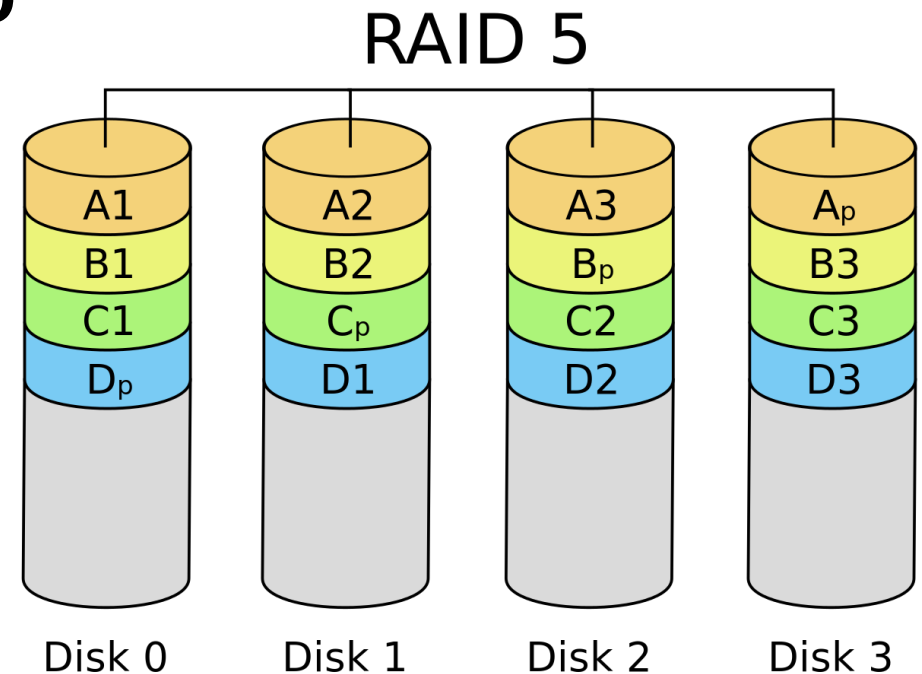
RAID 1 (príklad)

- Vypočítajte celkovú kapacitu poľa RAID1, v ktorom sú zapojené 4 disky s kapacitou $S_1=100$ GB, $S_2=200$ GB, $S_3=300$ GB a $S_4=400$ GB
- Kapacita najmenšieho disku $\min(S_1, S_2, S_3, S_4) = 100$ GB
- Veľkosť celého poľa $S_{\text{RAID1}} = 100$ GB



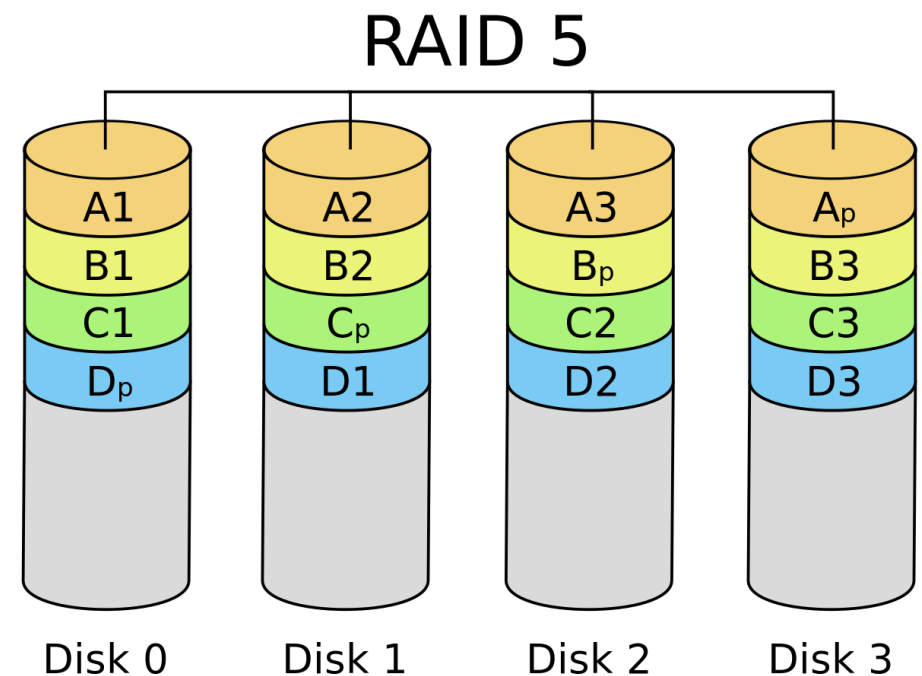
RAID 5 (Striped Set With Distributed Parity)

- **Dáta sú zapisované podobne ako u RAID0 (každý blok na iný disk), navyše sa však striedavo na jednotlivé disky zapisuje parita (špeciálna informácia, ktorá mi umožňuje dopočítať chýbajúci údaj v prípade zlyhania jedného disku)**
- Minimálny počet diskov je 3
- Ak zlyhá jeden disk, ďalšie disky v poli fungujú aj naďalej



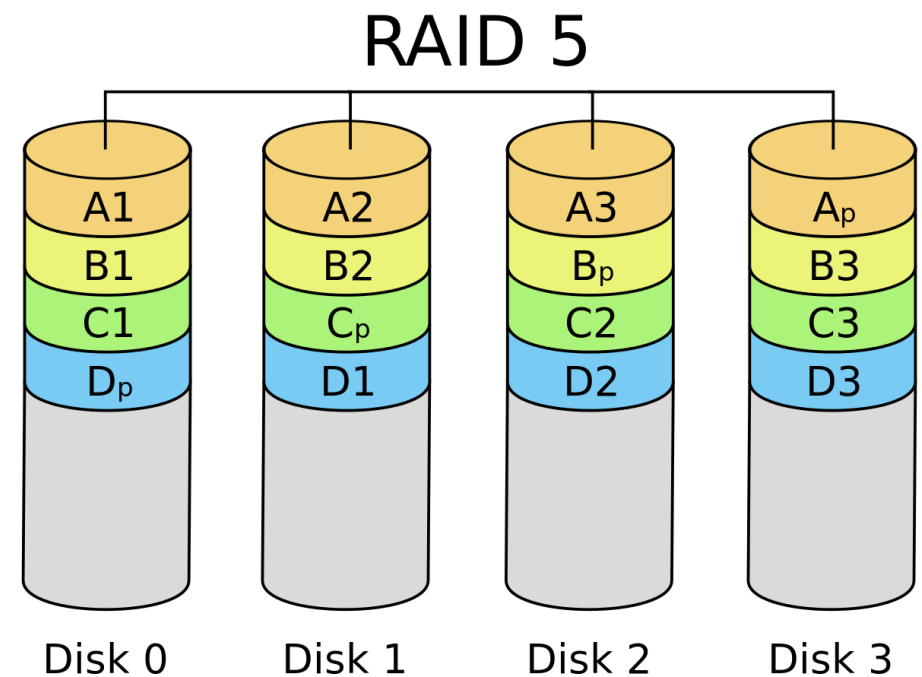
RAID 5 (Striped Set With Distributed Parity)

- Ak sa poškodí jeden disk, pole funguje naďalej, pretože systém si dopočíta chýbajúce údaje z parity, jeho výkon je však pomalší
- Po výmene chybného disku za čistý nastane rebuild poľa, kde sa dopočítajú a uložia chýbajúce dáta na čistý disk
- **Rýchlosť čítania sa takmer vyrovná rýchlosti čítania v poli RAID0, zápis je však pomalší**



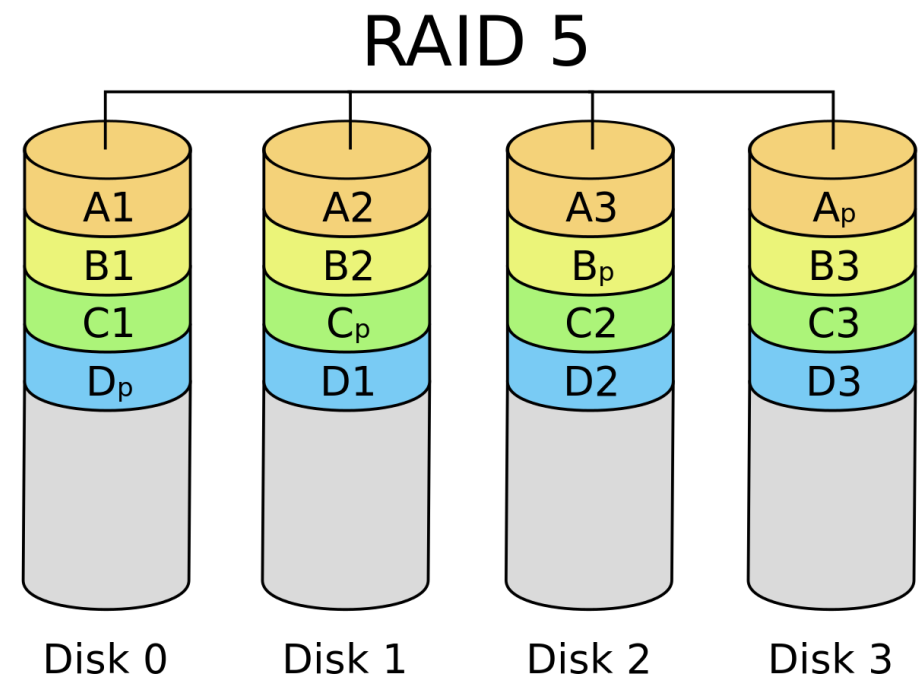
RAID 5 (kapacita poľa)

- RAID5 vie pracovať len s diskami rovnakej kapacity
- **V prípade diskov s rôznou kapacitou sa využije na každom disku maximálne kapacita najmenšieho disku**
- Celková kapacita RAID 5 je vyjadrená vzťahom $S_{\text{RAID5}} = (n-1) \times \min(S_1, S_2, \dots, S_n)$, kde S_{RAID5} je kapacita poľa, n počet diskov a S_1, S_2 až S_n kapacity jednotlivých diskov



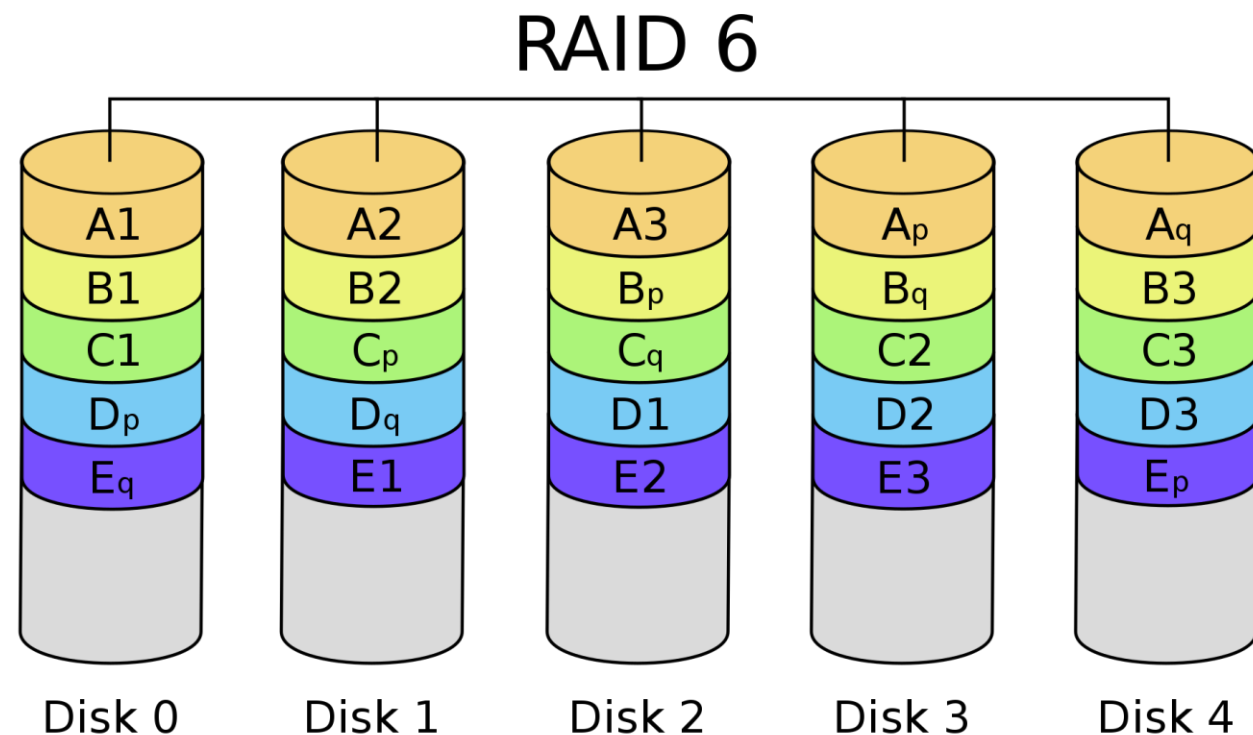
RAID 5 (príklad)

- Vypočítajte celkovú kapacitu poľa RAID5, v ktorom sú zapojené 4 disky s kapacitou $S_1=100$ GB, $S_2=100$ GB, $S_3=200$ GB a $S_4=200$ GB
- Počet diskov $n=4$, kapacita najmenšieho disku $\min(S_1, S_2, S_3, S_4) = 100$ GB
- Veľkosť celého poľa
 $S_{\text{RAID5}} = (4-1) \times 100 \text{ GB} = 300 \text{ GB}$



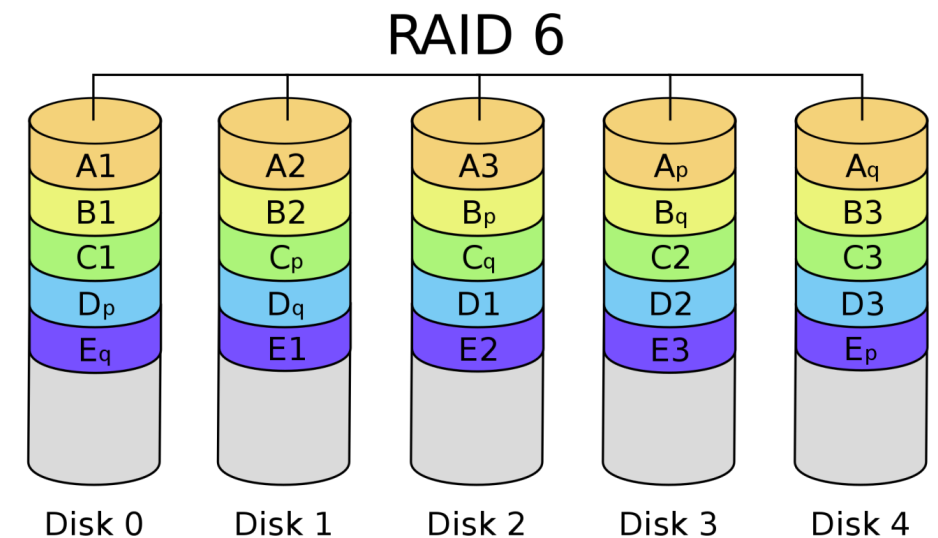
RAID 6 (Striped Set With Dual Distributed Parity)

- **Funguje ako RAID5, ale využíva dva druhy parity, ktoré sa striedavo zapisujú na rôzne disky**
- Minimálny počet diskov je 4, ale reálne sa používa s počtom diskov 5 a viac
- Umožňuje fungovať aj pri výpadku 2 diskov v poli



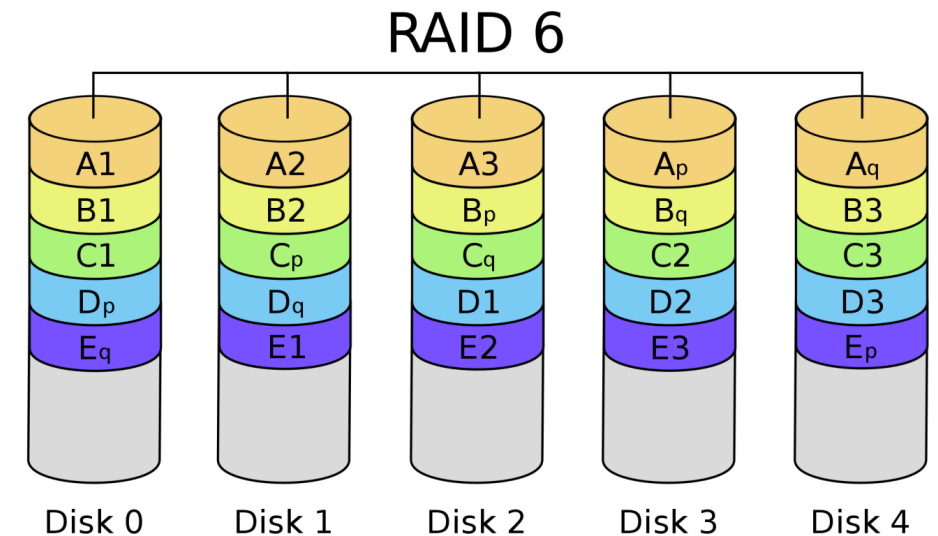
RAID 6 (kapacita poľa)

- RAID6 vie pracovať len s diskami rovnakej kapacity
- **V prípade diskov s rôznou kapacitou sa využije na každom disku maximálne kapacita najmenšieho disku**
- Celková kapacita RAID 6 je vyjadrená vzťahom $S_{\text{RAID6}} = (n-2) \times \min(S_1, S_2, \dots, S_n)$, kde S_{RAID6} je kapacita poľa, n počet diskov a S_1, S_2 až S_n kapacity jednotlivých diskov



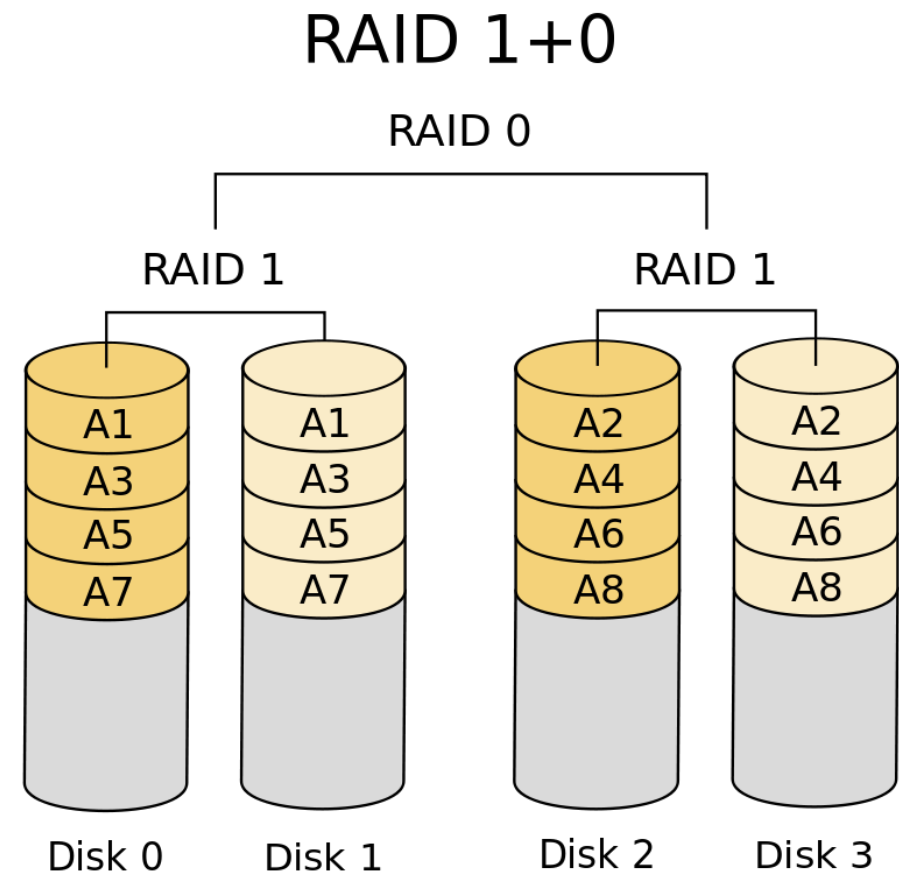
RAID 6 (príklad)

- Vypočítajte celkovú kapacitu poľa RAID6, v ktorom je zapojených 5 diskov s kapacitou $S_1=100$ GB, $S_2=100$ GB, $S_3=200$ GB a $S_4=200$ GB, $S_5 = 200$ GB
- Počet diskov $n=5$, kapacita najmenšieho disku $\min(S_1, S_2, S_3, S_4, S_5) = 100$ GB
- Veľkosť celého poľa
 $S_{\text{RAID6}} = (5-2) \times 100 \text{ GB} = 300 \text{ GB}$



RAID 10, 1+0 (nested)

- **Kombinuje výhody RAID0 (rýchlosť čítania/zapisovania a kapacitu) a RAID1 (zrkadlovú kópiu)**
- Minimálny počet diskov v poli je 4
- Prežije výpadok dvoch diskov z RAID1 (na obrázku je to napr. kombinácia Disk 0&2, alebo Disk 1&3)



RAID Chart

RAID Level	Odolnosť voči chybám	Výkon pri náhodnom čítaní	Výkon pri sekvenčnom čítaní	Výkon pri náhodnom zápise	Výkon pri sekvenčnom zápise	Cena
0	žiadna	★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★	\$
1	★★★★	★★★	★★	★★★	★★★	\$\$
2	★★	★★	★★★★	★	★★★	\$\$\$\$\$
3	★★★	★★★	★★★★	★	★★★	\$\$
4	★★★	★★★★	★★★	★★	★★	\$\$
5	★★★	★★★★★	★★★★	★★	★★★	\$\$
6	★★★★★	★★★★★	★★★★	★	★★	\$\$\$
01/10	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	\$\$\$

Príklady

- Určte výslednú kapacitu diskového poľa, nevyužitelný priestor na diskoch a počet možných zlyhaní diskov pre nasledujúce príklady:
 - RAID0 s diskami 1TB, 1TB, 1TB, 2TB
 - RAID1 s diskami 500GB, 1TB, 1TB
 - RAID5 s diskami 5 x 2TB
 - RAID6 s diskami 4 x 2TB, 2 x 4TB
 - RAID10 s diskami 4 x 1TB