

# Analiza performansi RAID 5 polja SSD diskova

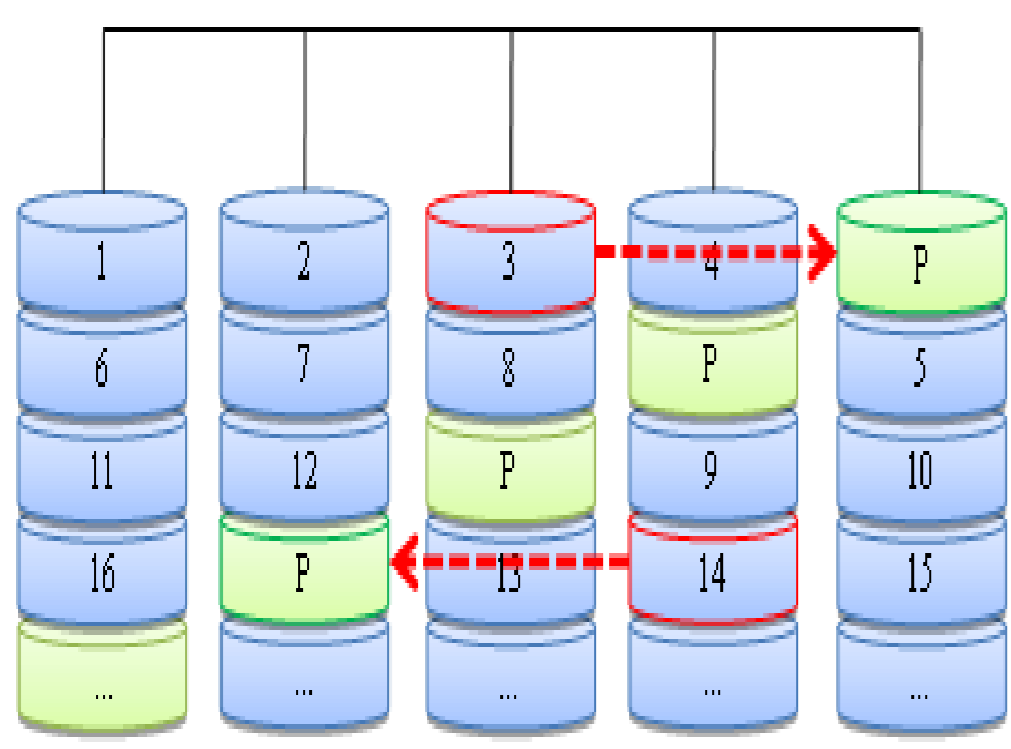
Nikola Davidović, Slobodan Obradović

Elektrotehnički fakultet u Istočnom Sarajevu, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

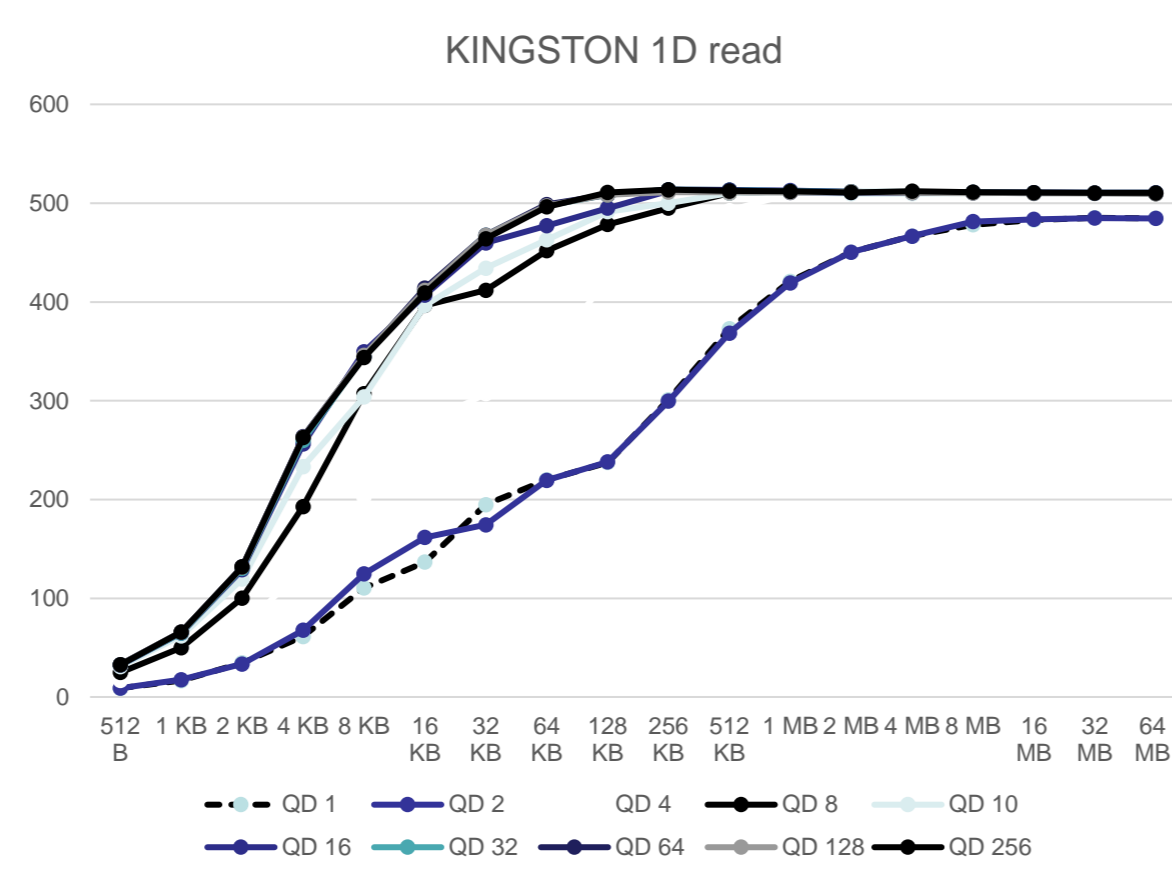
email: slobo.obradovic@gmail.com; nikola.davidovic@etf.ues.rs.ba

**Sažetak:** RAID je tehnologija koja omogućava povezivanje više uređaja za skladištenje podataka u jednu logičku jedinicu koja postaje jedinstven prostor za čuvanja podataka. RAID tehnologija omogućava povezivanje više uređaja za skladištenje tako da se njihov ukupan kapacitet i brzina iskoriste na najbolji mogući način za smještanje podataka, a da pri tome integritet podataka bude sačuvan i u slučaju otkaza nekog od tih diskova. RAID tehnologija je do nedavno bila prevashodno namjenjena hard diskovima. No, smanjenje cijene SSD uređaja značajno je povećala njihovu primjenu u skladištenju podataka pa se samim tim javlja potreba za analizom performansi RAID polja koje čine ovi uređaji. RAID 5 nivo i po teorijskim očekivanjima i po praktičnim mjerenjima daje sve prednosti RAID tehnologije. Dodavanje svakog novog uređaja povećava prostor za skladištenje i performanse, a korišćenje parnosti bitova osigurava integritet. Praktična realizacija donosi neka ograničenja i probleme koji u nekim slučajevima loše konfigurisanog niza, mogu dovesti i do pada ukupnih performansi sistema. Analiza uticaja konfigurisanja RAID 5 niza se najbolje može uraditi na bazi mjerenja brzina upisa i čitanja. Parametri koji su mijenjani tokom mjerenja su: veličina jedinice podataka (stripe unit), veličina bloka uskladištenih podataka (radno opterećenje, workload), širina reda (queue depth) i broj uređaja koji čine RAID 5 polje SSD uređaja.

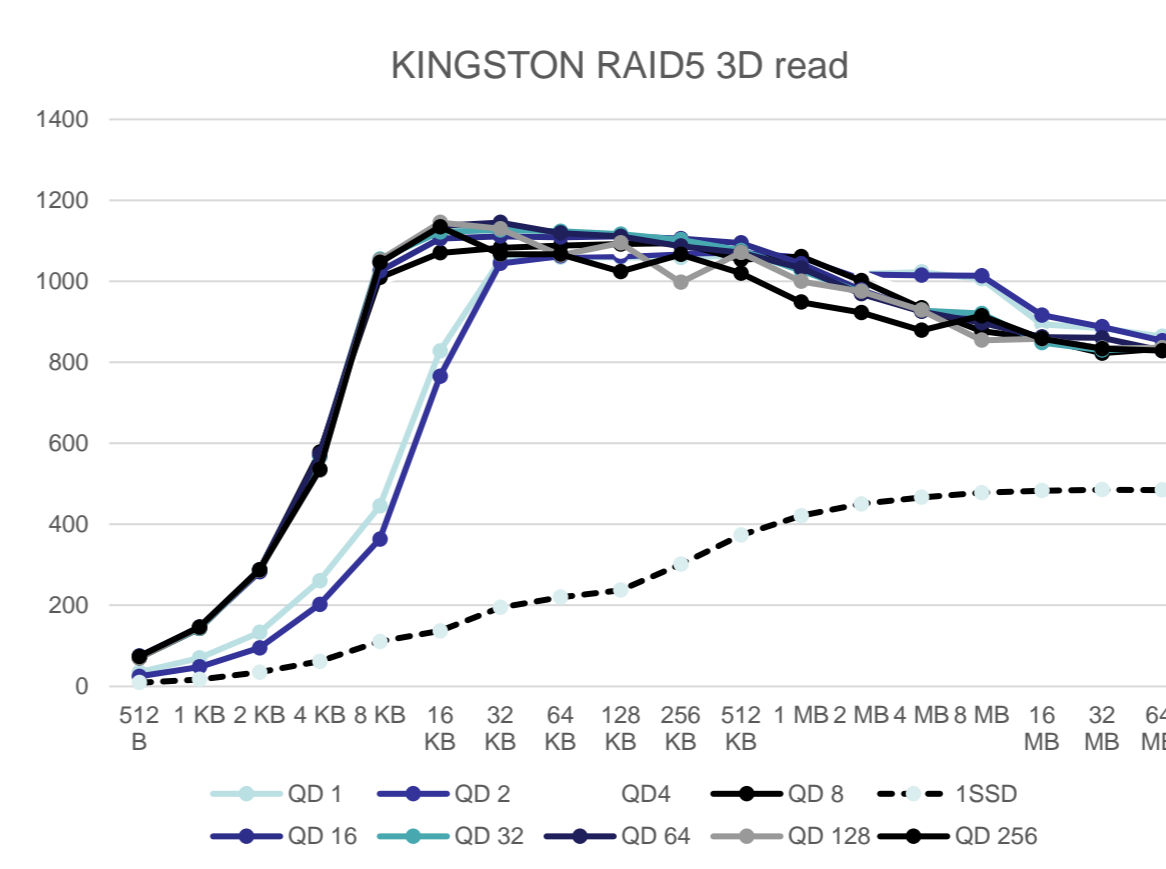
U RAID nivoima koji su bazirani na štraftanju po blokovima, parnost se računa i vodi u posebnom bloku parnosti za jednu štraftu. Dodatni disk u nizu smanjuje ukupan raspoloživ prostor za podatke. Za ostvarivanje RAID 5 nivoa potrebna su minimalno 3 diska dok je raspoloživ prostor za smještanje i čuvanje podataka u tom slučaju svega dvije trećine odnosno 67%. Sa porastom broja diskova u nizu raste i procenat iskoristivog prostora za smještanje i čuvanje podataka i to u nizu od 4 diska 75%, 5 diskova 80% itd. Može se zaključiti da u dužim nizovima premašenje prostora brzo opada na i više nego prihvatljiv nivo naspram dobitka u smislu redundantnosti niza. Može se predstaviti formulom:  $P = \frac{N-1}{N}$  gdje je: P - prostor i N broj diskova.



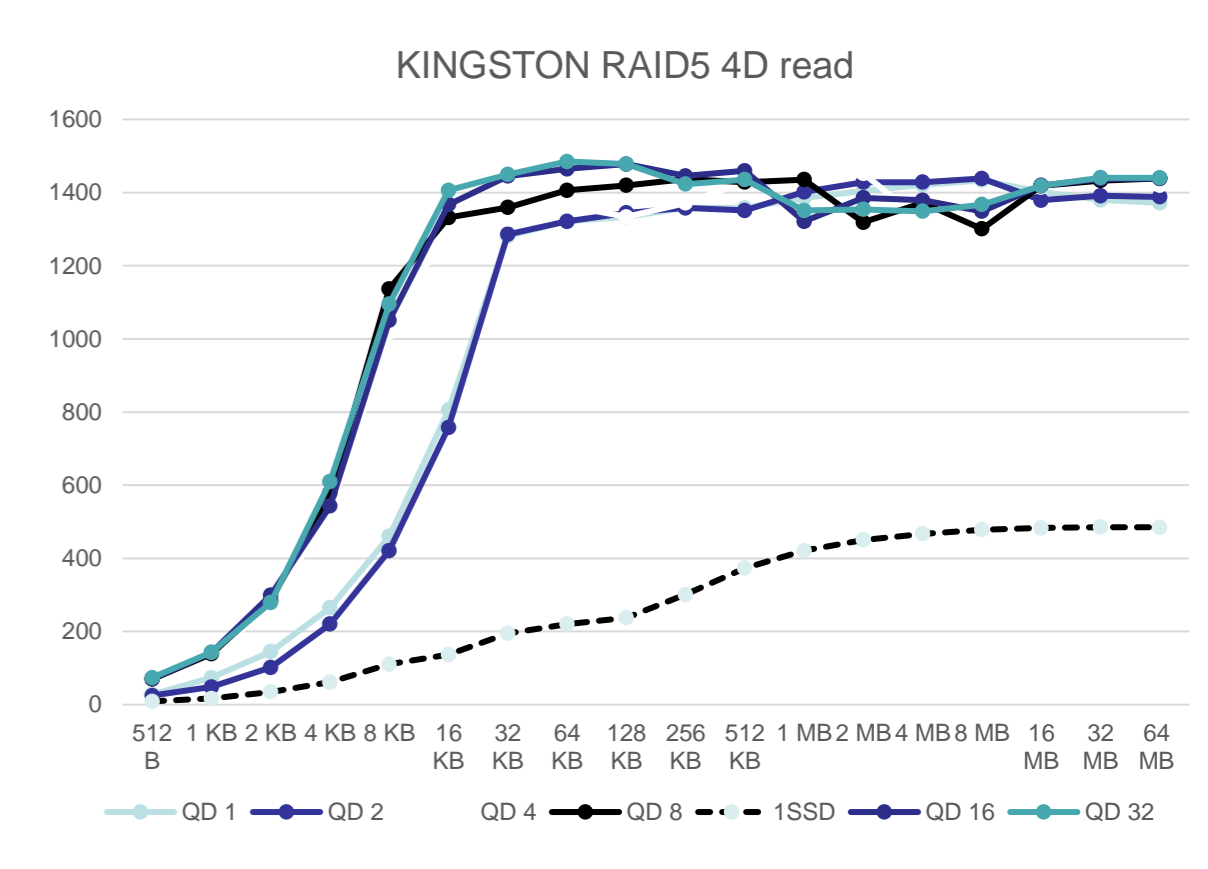
Sl. 1. Distribuirana parnost - jedna od šema raspoređivanja



Sl. 2. Brzina čitanja jednog Kingston uređaja za različite blokove podataka u dubine reda

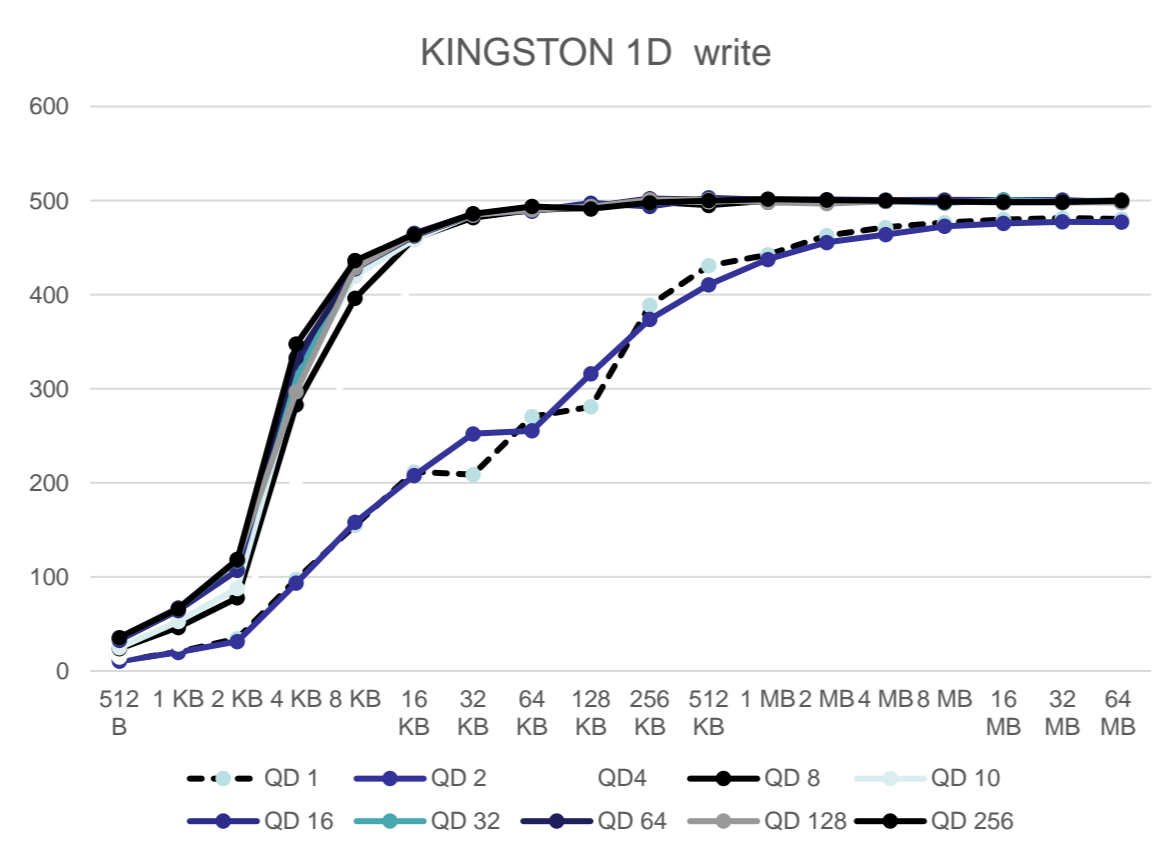


Sl. 3. Brzina čitanja niza RAID 5 sa 3 uređaja za različite blokove podataka u dubine reda

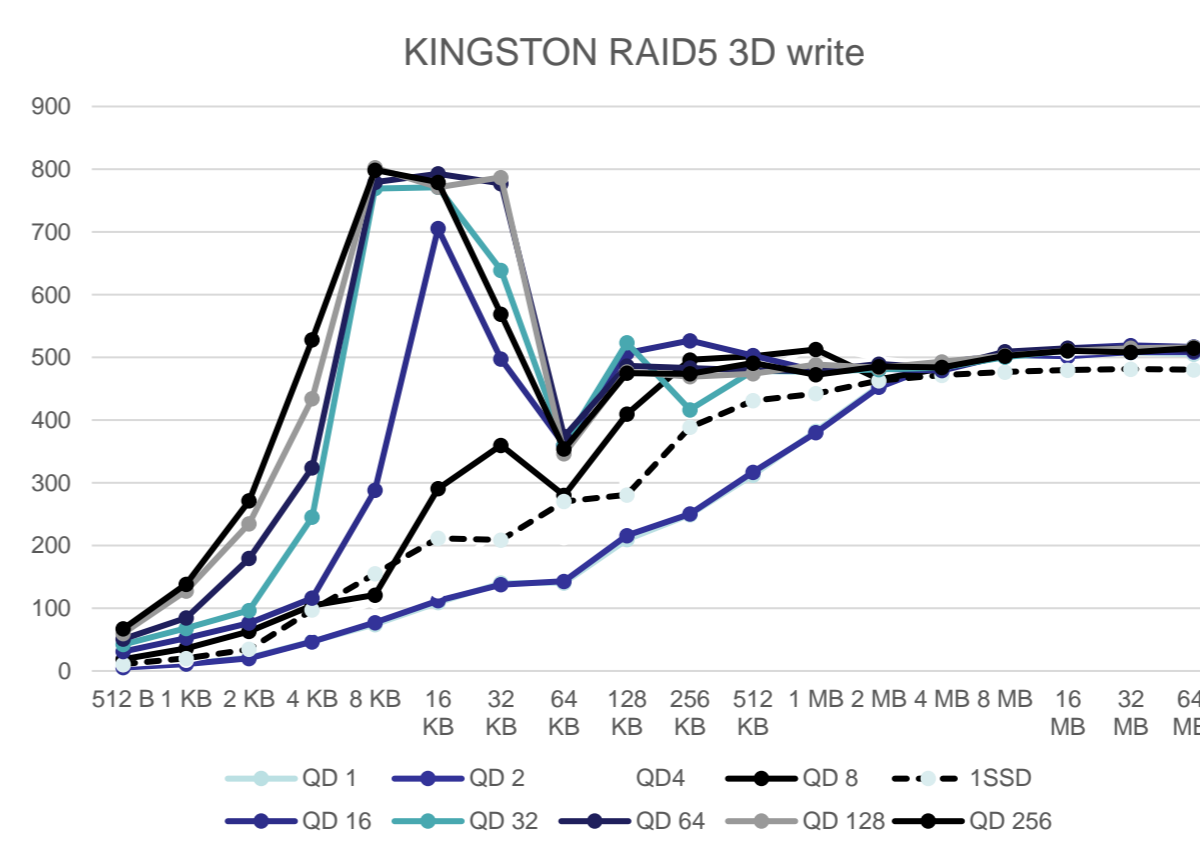


Sl. 4. Brzina čitanja niza RAID 5 sa 4 uređaja za različite blokove podataka u dubine reda

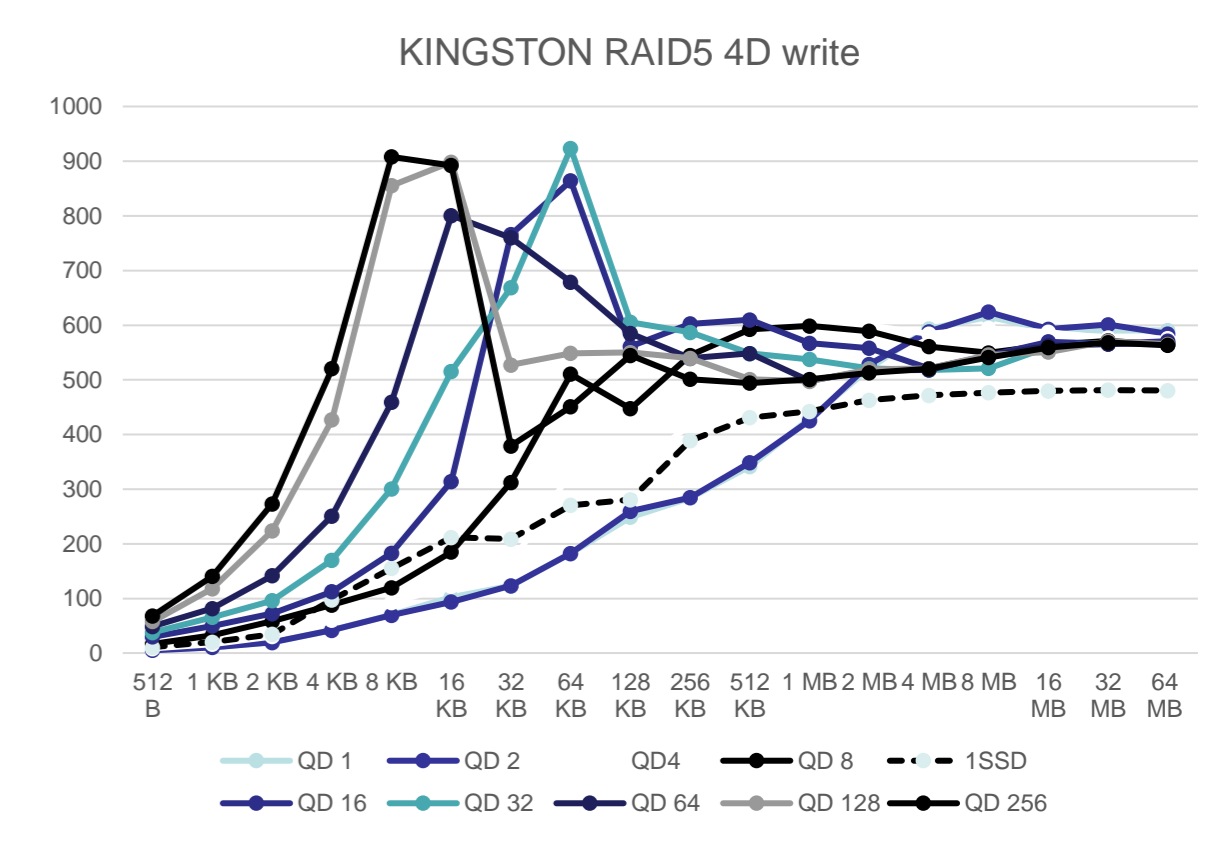
Mjerenja i analiza pokazuju da performanse niza RAID 5 uparenih SSD uređaja zavise i od veličine niza (broja SSD uređaja) i od veličine radnog bloka (Workload) i od broja paralelnih operacija čitanja i upisa. Ono što je nesporno jeste činjenica da su performanse niza RAID 5 sa 4 SSD bolje od performansi niza sa 3 SSD uređaja. Ovo važi i za čitanje i za upis.



Sl. 5. Brzina upisa u jedan Kingston SSD uređaj za različite blokove podataka u dubine reda



Sl. 6. Brzina upisa u niz RAID 5 sa 3 uređaja za različite blokove podataka u dubine reda



Slika 7. Brzina upisa u niz RAID 5 sa 4 uređaja za različite blokove podataka u dubine reda

Pri čitanju, niz RAID 5 sa 4 SSD se ponaša u skladu sa teorijski očekivanjima. Pošto ima traka 3 radne jedinice, brzina čitanja je 3 puta veća nego kod jednog SSD (SSD uređaj na kojem je parnost se ne koristi pri čitanju). Performanse RAID 5 sa 3 SSD su slabije od teorijski očekivanih. Iako traka ima dvije jedinice, povećanje maksimalne brzine čitanja je 1,72.

Pri upisu RAID 5 (i sa 3 i sa 4 SSD) pokazuje vrlo malo povećanje maksimalne brzine u odnosu na bazičnu koju ima jedan SSD bez paralelizma upisa ulaza i izlaza. Razlog za ovakvo ponašanje samo donekle je u činjenici da treba izračunati i upisati i parnost. Prije svega razlozi za ovako slabe karakteristike pri upisu je u RAID kontroleru i načinu njegovog rada.

Isto tako sa povećanjem veličine bloka radnog opterećenje povećavaju se i brzine čitanja i upisa. Pri čitanju, maksimalne brzine se dostižu prvi znatno manjim radnim opterećenjima već za QD 16. Dalje povećanje QD neznatno poboljšava performanse pri čitanju. Pri upisu, sa promjenom QD pri malim i srednjim veličinama blokova (do 2 MB), povećavaju se brzine sa povećanjem broja paralelnih operacija. Maksimalne brzine upisa, u nekim opsezima radnih opterećenja su i do dva puta veće od maksimalne brzine 1 SSD pri velikim blokovima. Ali sa daljim povećanjem radnih blokova brzina upisa se smanjuje i neznatno je veća od brzine upisa u 1 SSD bez paralelizma.

## LITERATURA

- [1.] Patterson, David; Gibson, Garth A.; Katz, Randy, "A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)", www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/1987/CSD-87-391.pdf, dec. 2018.
- [2.] William Stallings, "Organizacija i arhitektura računara - projekat u funkciji performansi", ISBN 978-86-7991-361-6
- [3.] Nikola Davidović, Borislav Đorđević, Valentina Timčenko, Slobodan Obradović, Bojan Škorić, Sistem za skladištenje podataka na uparenim nizovima magnetnih diskova - RAID 0, 18th INFOTEH Jahorina 2019, Mart 2019.
- [4.] Valentina Timčenko, Borislav Đorđević, Slobodan Obradović, Nikola Čorni, Uticaj keš disk bafera na performanse SSD diskova, INFOTEH-JAHORINA Vol. 12, March 2013.
- [5.] Nikola Davidović, Dijana Kosmajac, Borislav Đorđević, Valentina Timčenko, Komparativna analiza sekundarnih memorija - poredenje tvrdog diska sa poluprovodničkim diskom, INFOTEH-JAHORINA Vol. 13, March 2014.
- [6.] [https://www.kingston.com/datasheets/SM2280S3\\_us.pdf](https://www.kingston.com/datasheets/SM2280S3_us.pdf)
- [7.] [https://www.kingston.com/datasheets/sv300s3\\_us.pdf](https://www.kingston.com/datasheets/sv300s3_us.pdf)
- [8.] <https://www.atto.com/disk-benchmark/>
- [9.] Nikola Davidović, Borislav Đorđević, Valentina Timčenko, Slobodan Obradović, Bojan Škorić, Influence of different factors on the RAID 0 paired magnetic disk arrays, Vol 3 No 2 (2019): IJECC, <https://doi.org/10.7251/IJECC1902070D>
- [10.] Nikola Davidović, Borislav Đorđević, Valentina Timčenko, Slobodan Obradović, Bojan Škorić, RAID 0 on paired magnetic disk arrays, 6th IETRAN 2019, Srebreno jezero, Jun 2019.
- [11.] Microsoft storage, <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/storage/storage-spaces/storage-spaces-fault-tolerance>, decembar 2018.
- [12.] Software RAID, [https://www.softraid.com/pages/features/software RAID\\_benefits.html](https://www.softraid.com/pages/features/software RAID_benefits.html), decembar 2018.
- [13.] Valentina Timčenko, Borislav Đorđević, Nikola Davidović, Performance comparison of RAID-1, RAID-0 and single disk on operating system MS Windows 7", Proceedings of 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IETRAN 2014, Vrnjačka Banja, Serbia, June 2 - 5, 2014.
- [14.] F. Wan, N.J. Dingle, W.J. Knottenbelt, and A.S. Lebrecht, "Simulation and modelling of RAID 0 system performance," In 22nd Annual European Simulation and Modelling Conference (ESM), 2008.
- [15.] V. Timcenko, B. Djordjevic, "The comprehensive performance analysis of striped disk array organizations - RAID-0," invited paper, in proc. of Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication, Lisbon, Portugal, 2013.
- [16.] Nikola Davidović, Borivoje Milosević, Slobodan Obradović, Karakteristike sekundarnih memorija računara bazirane na različitim tehnologijama, Savremeni materijali, 1-2.9.2018. Banja Luka
- [17.] Lavanya Mandava, Liudong Xing, Optimizing Imperfect Coverage Cloud-RAID Systems Considering Reliability and Cost, International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, VOL. 27, NO. 02, <https://doi.org/10.1142/S021853932040001X>
- [18.] Jong-Hyun Choi, Jungheum Park, Reassembling Linux-based Hybrid RAID, <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14258>