

»Mladi za napredek Maribora 2019«

36. srečanje

DVA IGRALCA NA ENEM RAČUNALNIKU

Raziskovalno področje: RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Avtor: PATRIK RIBOLI, PRIMOŽ POKERŽNIK

Mentor: MANJA ŠARMAN ŠUMANDL

Šola: SREDNJA ELEKTRO-RAČUNALNIŠKA ŠOLA MARIBOR

Število točk: 128

Mesto: 2

Priznanje: bronasto

Maribor, 2019

»Mladi za napredek Maribora 2019«

36. srečanje

DVA IGRALCA NA ENEM RAČUNALNIKU

Raziskovalno področje: RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

Raziskovalna naloga

Maribor, 2019

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE.....	3
KAZALO GRAFIKONOV	4
ZAHVALA.....	5
POVZETEK.....	6
1 UVOD.....	7
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	7
1.2 KAJ SO VIRTUALNE NAPRAVE IN KAKO DELUJEJO	7
1.3 UPORABLJENE KOMPONENTE PRI TESTIRANJU	8
1.4 UPORABLJENA PROGRAMSKA OPREMA	8
1.5 UPORABLJENA PERIFERIJA	8
2 HIPOTEZE IN CILJI	9
3 RAZISKOVANJE.....	10
3.1 PRIPRAVA SISTEMA	10
3.1.1 Priprava sistemske programske opreme	10
3.1.2 Priprava sistemske strojne opreme	10
3.2 PRIPRAVA IN NAMESTITEV VIRTUALNIH NAPRAV	11
3.2.1 Kreiranje navidezne naprave.....	11
3.2.2 Nameščanje uporabniške programske opreme	12
3.2.3 Namestitev iger	12
3.2.4 Priprava operacijskega sistema na najbolj optimalno delovanje	12
4 RAZISKOVANJE IN TESTIRANJE.....	13
4.1 TESTIRANJE IGER	14
4.2 KOMUNIKACIJA IGRALCEV MED IGRANJEM IGER	19
5 ZAKLJUČEK IN SKLEPI	20
VIRI	21

KAZALO GRAFIKONOV

Graf 1: CS:GO – FPS.....	15
Graf 2: ETS2 – FPS	16
Graf 3: GTA4 – FPS.....	17
Graf 4: GTA5 – FPS.....	18
Graf 5: Minecraft - FPS	19

ZAHVALA

Zahvaljujeva se mentorici za nasvete in lektorici za lektoriranje.

Zahvaljujeva se tudi svojim staršem, ki naju podpirajo pri raziskovanju.

POVZETEK

V najini raziskovalni nalogi bova raziskala, ali je možno, da igrata dva igralca na enem računalniku hkrati, vendar vsak na svojem operacijskem sistemu. Raziskala bova tudi, kako se računalnik pri obeh igralcih odziva, ali igra dovolj hitro deluje pri obeh igralcih hkrati in ali se to v praksi sploh splača.

Na računalniku bova poganjala dve virtualni (navidezni) napravi (kasneje v tekstu kot »VN«) za oba igralca. Obe VN-i bova poganjala v VMware ESXi okolju.

1 UVOD

1.1 Opredelitev problema

Že dalj časa sva se ukvarjala z virtualnimi napravami. Enkrat pa nama je prišlo na misel, da bi lahko oba igrala računalniške igre na enem računalniku. Vsak igralec bi imel svoj operacijski sistem, svoj monitor in ostalo periferijo. Oba igralca bi hkrati igrala na istem računalniku nemoteno in neodvisno od drugega. Pri tem bi uporabila le eno centralno procesno enoto (CPE), vsak svojo ločeno grafično kartico (GPE), SSD disk in operacijski sistem (OS).

1.2 Kaj so virtualne naprave in kako delujejo

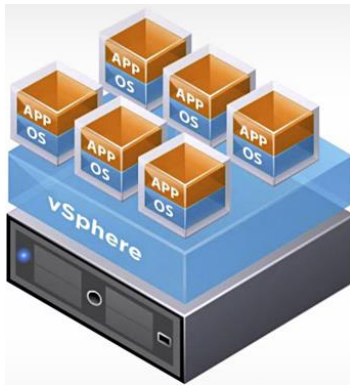
Virtualna naprava (ang. Virtual machine) je navidezna naprava, ki posnema operacijski sistem računalnika. Temelji na računalniški arhitekturi, ki se dokaj dobro približa delovanju fizičnega računalnika. Če jih želimo poganjati, mora izbran procesor podpirati poganjanje virtualnih naprav, imeti mora funkcijo VT-x. Komunicirajo lahko tudi neposredno s fizičnimi komponentami računalnika, npr. grafično kartico, zvočno kartico ..., kar bo pri najini raziskovalni nalogi zelo pomembno, saj bova vsakemu igralcu dodelila po eno grafično kartico, ki je pa ključni faktor pri najini situaciji, saj ima pri igranju iger najpomembnejšo vlogo. Vendar pa je za to sposobnost potrebna dodatna funkcija na procesorju, imenovana VT-d, ki virtualni napravi omogoča komunikacijo z PCI oziroma PCI-E karticami.

Virtualne naprave lahko poganjamo v uporabniku »prijaznejših« okoljih, recimo na Microsoft Windowsih, kot je VMware Workstation ali pa neposredno namestimo izbrano okolje na USB-pomnilnik (lahko tudi na disk, vendar je nepotrebno, saj s tem zasedemo prostor na disku, na katerem bi izvajali virtualne naprave).

Obstaja več okolij za izvajanje virtualnih naprav, npr. VMware, Proxmox, Lime Tech Unraid, Microsoft Hyper-V ... Pri najinem raziskovanju sva uporabila VMware ESXi, saj sva z njim že delala in imava z njim izkušnje.

Na navidezni napravi lahko poganjamo najrazličnejše operacijske sisteme, npr. Linux, Windows, MacOS idr.

V najini raziskovalni nalogi sva uporabila VMware vSphere Hypervisor 6.7 orodje, saj je brezplačno in dokaj preprosto za uporabo. Morava pa tudi omeniti, da sta VMware-jeva podpora in center za pomoč odlična, saj sta nama rešila kar nekaj problemov, na katere sva naletela med kreiranjem navideznih naprav.



Slika 1: Preprost prikaz delovanja VMware vSphere Hypervisor-ja (vir: VMware, pridobljeno: 1.2.2019)

1.3 Uporabljene komponente pri testiranju

CPE (centralna procesna enota): Intel Xeon E5-1650 V1, 3.20GHz, 6 jeder, 12 niti,
 RAM (delovni pomnilnik): 32GB DDR3 ECC (1333 MHz), 4x 8GB,
 GPE 1 (grafična procesna enota): AMD Radeon R5 230,
 GPE 2: AMD Radeon HD 5870 1GB,
 GPE 3: Nvidia Geforce GTX 1060 6GB,
 SSD 1: Samsung EVO 840 120GB,
 SSD 2: Intenso 120GB,
 MBO (matična plošča): Matična plošča od delovne postaje Dell Precision T3600,
 PSU (napajalnik): EVGA 750W.

1.4 Uporabljena programska oprema

Za vsako VN sva uporabljala Windows 10 Professional (64-bit), za katera sva dobila licenci v šoli.

Vsako VN sva poganjala na VMware vSphere Hypervisor 6.7, ki sva ga poganjala iz USB-pomnilnika.

BIOS je bil posodobljen na najnovejšo različico (A17).

Za program Discord sva uporabila najnovejšo različico (različica 20. december 2018).

1.5 Uporabljena periferija

Monitorja: AOC12369VN

Tipkovnici: HP generična tipkovnica in Logitech G103

Miški: Steelseries Rival 110 in Logitech G200s

Slušalke: Logitech G230 in Logitech H540

2 HIPOTEZE IN CILJI

1) Vsak igralec lahko nemoteno igra igro na svoji VN.

To hipotezo sva potrdila, saj je vsak igralec lahko igral na svojem sistemu, nemoteno od drug od drugega.

2) Igre bodo delovale tekoče, brez večjih ozkih grl.

Vse igre so delovale tekoče, le pri nekaterih igrah sva opazila ozka grla, ki pa niso bila velika.

3) Vsak igralec bo imel svoj set periferije (miška, tipkovnica, slušalke, monitor).

Ta cilj sva uspešno dosegla, saj sva lahko ločila, katero periferijo upravlja določena VN.

4) Igre bodo gladko tekle na ločljivosti 1920 x 1080, pri 60 Hz.

To hipotezo sva potrdila, saj je večina iger na tej ločljivosti gladko delovala.

5) Igre bodo tekle pri vsaj 30 FPS (sličice na sekundo).

To hipotezo sva potrdila, saj sva le pri dveh igrah opazila manjše odstopanje od 30 FPS.

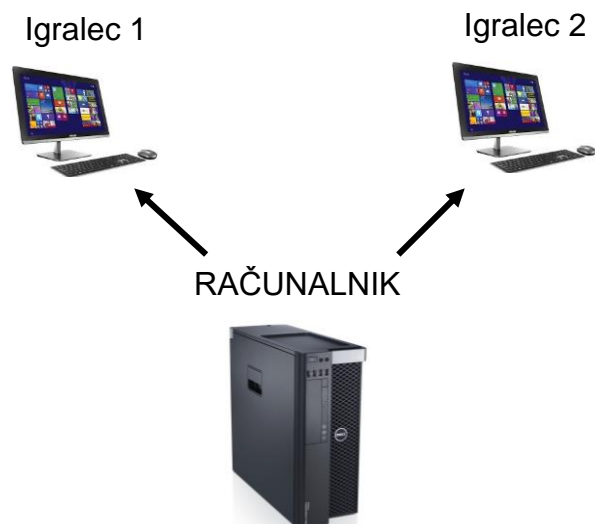
6) Vsak igralec bo lahko igral in se tudi pogovarjal preko Discorda.

To hipotezo sva potrdila, saj sva se lahko med igranjem nemoteno, brez prekinitev pogovarjala s prijatelji.

3 RAZISKOVANJE

3.1 Priprava sistema

To podpoglavje je razdeljeno na dve pod-podpoglavji, v katerih sva opisala priprave sistema na testiranja.



Organigram 1: Preprost prikaz cilja najinega raziskovanja (vir: avtorja naloge)

Slika 2: Slika monitorja z miško in tipkovnico (vir: www.pressclipping.si, pridobljeno: 4.2.2019)

Slika 3: Računalnik DELL T3600 (vir: Dell, pridobljeno 4.2.2019)

3.1.1 Priprava sistemske programske opreme

Iz spleta sva snela najnovejšo različico VMware vSphere Hypervisor 6.7 ter jo namestila na USB-pomnilnik.

Na USB-pomnilnik sva ga namestila zato, da ne bi porabljala prostora na SSD-jih, na katere bova namestila OS za vsakega igralca.

3.1.2 Priprava sistemske strojne opreme

Ker napajalnik v najinem računalniku ni dovolj močan (595W), sva ga morala zamenjati z močnejšim (750W), da bo lahko poganjal vse komponente; tri grafične kartice ter en dokaj »požrešen« procesor, katerega TDP (thermal design power) znaša 135W.

Sistem potrebuje tretjo grafično kartico, saj matična plošča, na kateri sva raziskovala, nima priključka za monitor na matični plošči (nima integriranega grafičnega vmesnika). Zato sva uporabila kartico AMD Radeon R5 230 ter jo namestila v zgornjo PCI-E režo, da jo računalnik uporablja kot primarno.

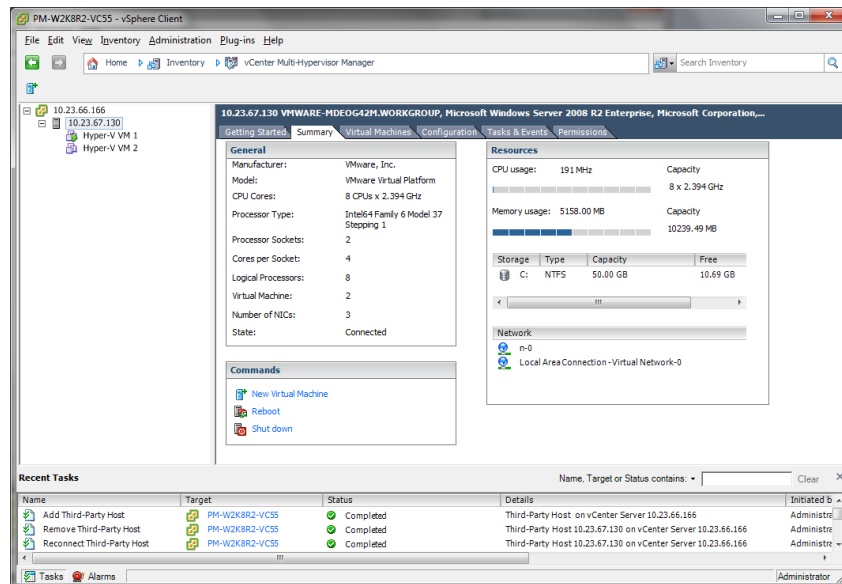
V drugo režo sva vstavila prvo grafično kartico za prvega igralca – Nvidia Geforce GTX 1060 6GB ter v četrto režo drugo grafično kartico za drugega igralca – AMD Radeon HD 5870 1GB. Ker obe grafični kartici potrebujeta x16 vodilo, sva ju vstavila v primerni reži, torej v režo 2 in v režo 4. Za R5 230 kartico ne potrebujeva polnega x16 vodila, zato sva jo vstavila v prvo režo, ki ima vodilo x8.

Oba SSD diska sva povezala na RAID kartico, saj je to edini način povezave diskov na matično ploščo. Oba SSD diska sta bila povezana s SATA 3, torej s hitrostmi do 6 GB/s.

3.2 Priprava in namestitve virtualnih naprav

3.2.1 Kreiranje navidezne naprave

Vsaki VN sva dodelila 6 navideznih jeder. Vsaki VN sva dodelila 6 fizičnih jeder in 6 niti. Vsaka VN je dobila 16GB rama ter svojo grafično kartico in SSD. Na VMware polju sva kreirala tudi navidezno mrežno stikalo, tako da sta lahko oba VN-a uporabljala isto mrežno kartico. V naslednjih testih sva tudi dokazala, da je ena mrežna kartica (čip) zadoščala za oba VN-a.



Slika 4: Pogled v VMware orodje (vir: VMware Blogs, pridobljeno 5.2.2019)

3.2.2 Nameščanje uporabniške programske opreme

Na vsako VN sva namestila Windows 10 Pro (64 – bitni) ter obe VN posodobila na najnovejše popravke in dodatke. Nameščen grafični gonilnik za Nvidio je bil 418.81, za AMD pa 15.7.1 WHQL.

Vse igre, ki sva jih testirala, so bile kupljene na platformi Steam, razen igre Grand Theft Auto 5 pri Rockstar Games in igre Minecraft neposredno iz Minecraft.net.

Med igranjem iger sva merila FPS številke s programom Fraps, med igranjem iger pa sva uporabila program MSI Afterburner za sprotno opazovanje delovanje porabe pomnilnika (RAM) in porabe procesorja (CPE).

Odločila sva se tudi testirati, kako bi bilo igrati igro in se medtem pogovarjati preko Discorda, saj se vsi "igričarji" pogovarjamo na tej platformi. Ključno pa je tudi to, da sva morala slušalke dodeliti vsaki VN, da jih navidezna naprava sploh prepozna.

3.2.3 Namestitev iger

Iz platforme Steam sva testirala sledeče igre: Conter Strike: Global Offensive (kasneje v besedilu CS:GO), Euro Truck Simulator 2 (kasneje v besedilu ETS2) in Grand Theft Auto IV (kasneje v besedilu GTA 4). Iz platforme Rockstar Games sva testirala igro Grand Theft Auto V (kasneje imenovan GTA 5) ter Minecraft iz Minecraft.net (podjetje Mojang). Vse igre sva namestila na isti SSD disk, na katerem je bil operacijski sistem posamezne virtualne naprave nameščen.

3.2.4 Priprava operacijskega sistema na najbolj optimalno delovanje

Ko sva na sistem Windows namestila še zadnje posodobitve, sva samodejno posodabljanje izklopila, da Windows ne bi mogel v ozadju preverjati, če so še na voljo, saj s tem nepotrebno obremenjuje sistem in bi s tem dobila napačne rezultate pri testiranjih.

Sistem sva prav tako nastavila v "visokozmogljiv način", da je sistem zmanjšal nepotrebne procese v ozadju.

Grafičnih kartic, procesorja in delovnega pomnilnika nisva »overclockala«.

4 RAZISKOVANJE IN TESTIRANJE

Najprej sva vse v računalniku priklopila, namestila VMware sredico in preverila, da nama osnova deluje. Nato sva preverila, ali je VMware prepoznal vse grafične kartice in SSD-je. Za povezavo z oddaljenim namizjem sva nastavila še statični IP, da se bova lahko nanj lažje povezala, saj če bi uporabljala DHCP, bi ob vsakem ponovnem zagonu računalnika dobila nov IP naslov, kar pa ni ravno priročno.

VMware je zahteval svojo grafično kartico, kamor bo računalnik prikazoval BIOS, BOOT, POST ... ter nenazadnje tudi VMware-jevo pozdravno okno.

Najprej sva kreirala prvo VN (kasneje v besedilu imenovana VN1) za prvega igralca. Izbrala sva šest navideznih jeder ter ji dodelila 16GB rama, Samsungov SSD in Nvidia GeForce GTX 1060 6GB grafično kartico. Na VN1 sva v nadaljevanju povezala AOC 12369VN monitor, HP tipkovnico, Steelseries Rival 110 miško in Logitech G230 slušalke.

Kreirala sva VN za drugega igralca (VN2) s podobnim postopkom. Tudi ta VN je imela šest navideznih jeder, 16GB rama, Intenso SSD in AMD Radeon HD 5870. Nanjo sva priključila drugi AOC 12369VN monitor, Logitech G103 tipkovnico, Logitech G200s miško in Logitech H540 slušalke.

Medtem sva pripravila namestitveni .ISO za Windowse, ki sva ga uporabila za namestitev OS-a. Nato sva priklopila monitorje ter vklopila VN-e preko oddaljenega računalnika. Ko sta se VN vklopili, sva priklopila tipkovnico, miško in slušalke, ter preko oddaljenega računalnika določila, katera periferija bo povezana z določeno VN. Za gonilnike sva uporabila VMware-jev paket gonilnikov, za grafično kartico pa sva prenesla najnovejše gonilnike s spleta.

Ko so bili gonilniki nameščeni, sva posodobila sistem Windows na najnovejši paket dodatkov, oktobrski 1809, ter optimizirala sistem na najzmogljivejše delovanje – preklopila sva v “visokozmogljiv način delovanja” ter ustavila samodejno posodabljanje. Nato sva na obe VN namestila vse igre tako, da sva najprej naložila vse igre na VN1 ter kasneje na VN2, da je lahko ena VN naenkrat prenašala s spleta, s polno hitrostjo. Uporabila sva tudi samo eno mrežno kartico (integrirano, znamke Intel), ki je bila povezana z gigabitno povezavo na gigabitno stikalo. Da sva povezala obe VN na internet, sva na VMware-u kreirala navidezno stikalo, tako da sta si obe VN delili internetno povezavo.

Za vsako VN sva morala uporabiti različno miško, tipkovnico in slušalke, da sva jih lažje ločila, ko sva jih dodeljevala vsaki VN. Za drugega igralca sva morala izbrati slušalke z USB-priklopom, saj sva analogne priklpe že določila prvemu igralcu.

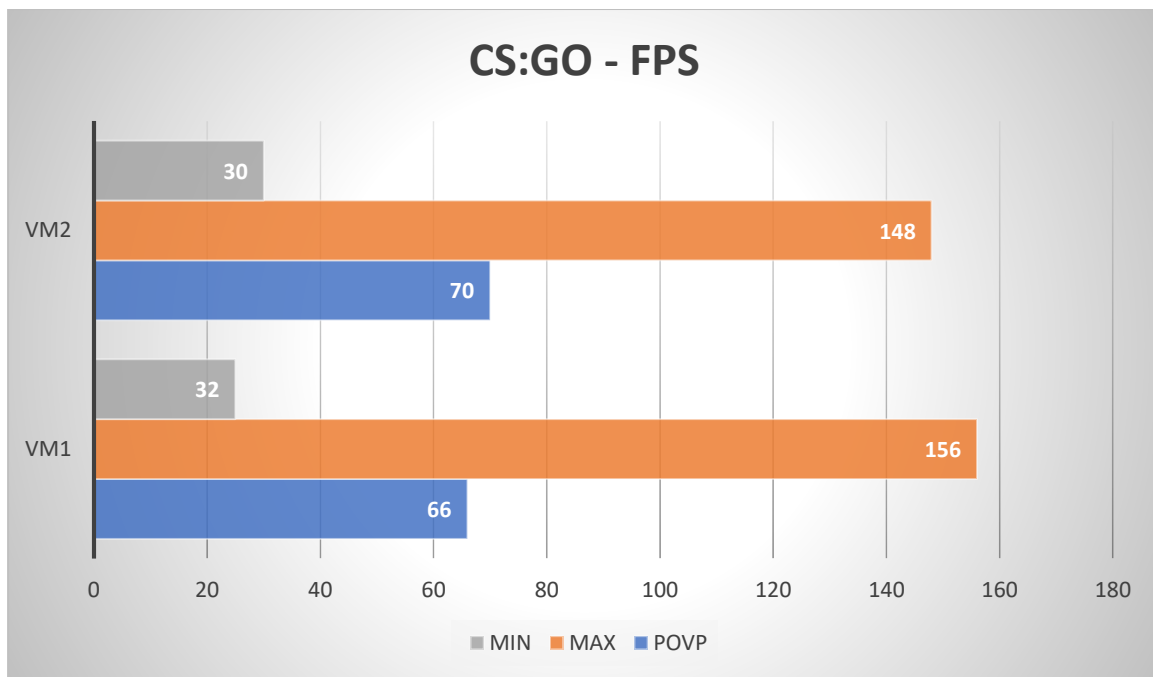
Na vsako VN sva poleg iger namestila tudi programe za sprotno spremljanje delovanja in obremenitev procesorja na posamezni VN, za generalno uporabo procesorja in pomnilnika pa sva uporabila VMware-jev oddaljen dostop, z uporabo drugega (fizičnega) računalnika – prenosnika, ki je bil vezan v isto omrežje. Za merjenje FPS-a¹ v posamezni igri sva uporabila program Fraps, ki je zelo preprost za uporabo. Na voljo je brezplačna preizkusna različica in podatke lahko beleži v Microsoft Excel-ovem formatu datoteke. Merila sva tudi porabo procesorja in pomnilnika na posamezni VN. S tem sva ugotavljala, pod kolikšnim »stresom« sta procesor in pomnilnik. Uporabila sva tudi program MSI Afterburner, s katerim nisva »overclockala« (navijala) grafične kartice, temveč sva ga uporabljala za sprotno spremljanje porabe procesorja in pomnilnika med igranjem iger. Ta podatek naju je zanimal, saj sva na podlagi tega primerjala porabo procesorja pri vsaki VN.

4.1 Testiranje iger

Igre sva testirala tako, da sva hkrati igrala isto igro. Med igranjem sva oba imela vklopljeno snemanje FPS števil s programom Fraps. Beležil je povprečno število, najmanjše število in največje število sličic na sekundo. Testirala sva naslednje igre: Counter Strike: Global Offensive, Euro Truck Simulator 2, Grand Theft Auto IV, Grand Theft Auto V in Minecraft. Vse igre so bile testirane pri ločljivosti 1920 x 1080.

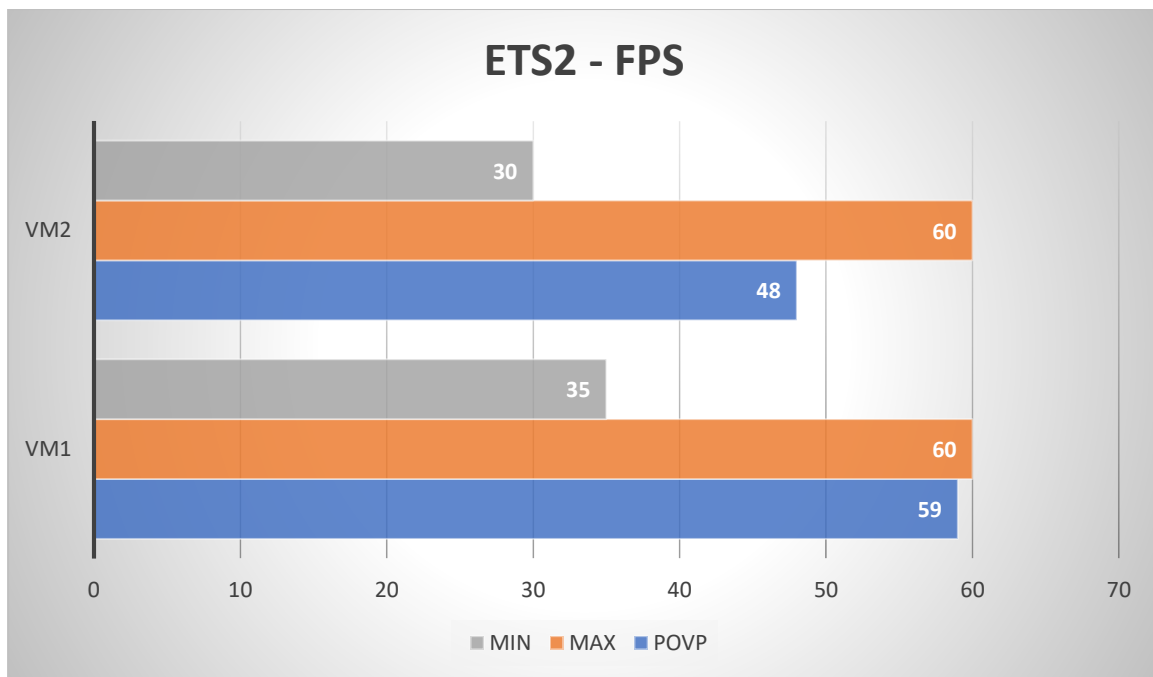
Na grafih je prikazan FPS med igranjem posamezne igre na posamezni VN.

¹ FPS – sličice na sekundo (angl. frames per second)



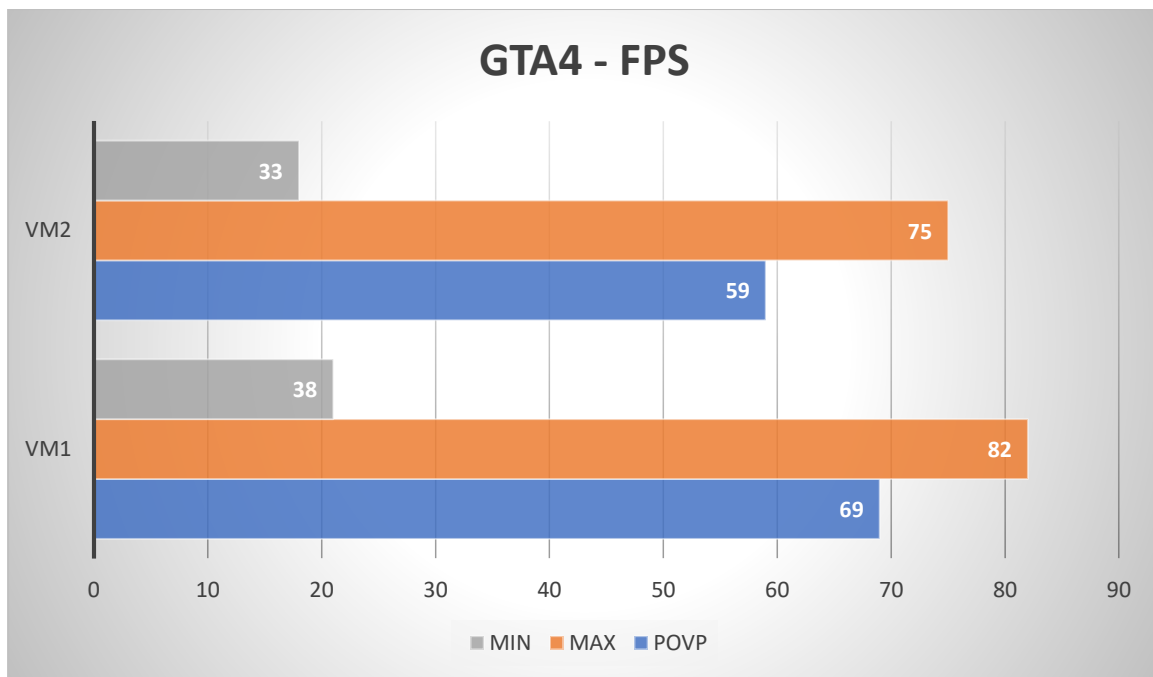
Graf 1: CS:GO – FPS

CS:GO je bil testiran na največjih grafičnih detajlih, brez zaklepa na osvežitveno frekvenco monitorja (vSync). Na grafu lahko opazimo, da je igra pretežno težavna za procesor. Pri VN1 je bila njegova povprečna poraba 66%, pri VN2 pa 68%.



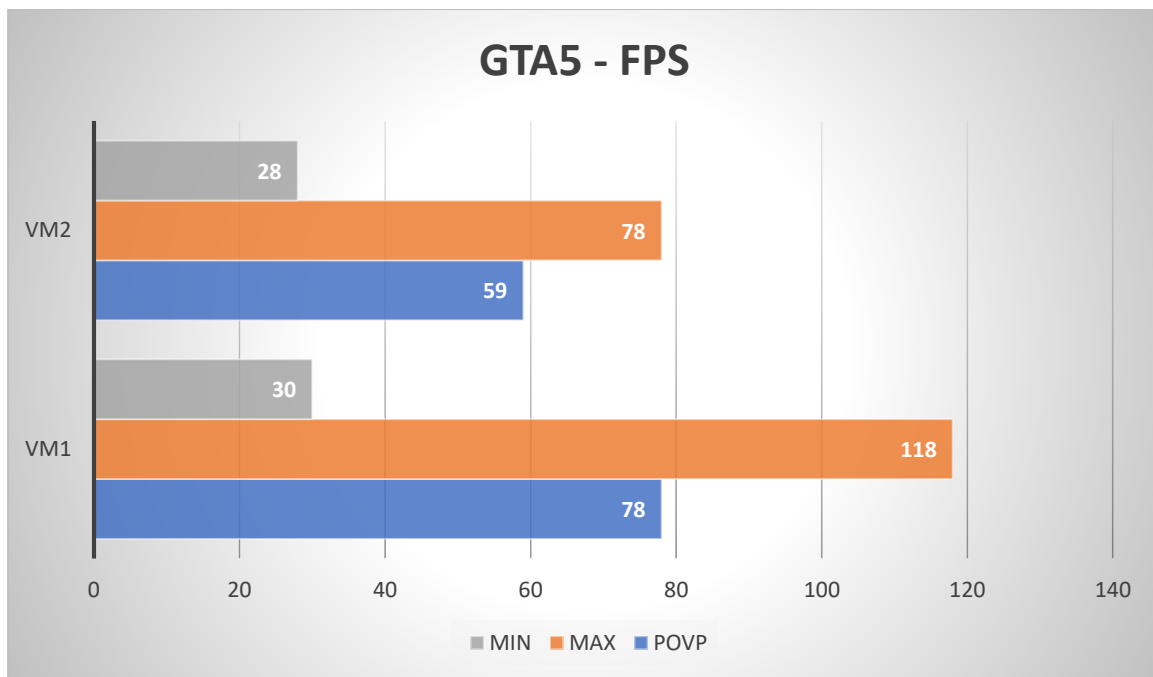
Graf 2: ETS2 – FPS

Euro Truck Simulator 2 je bil testiran na srednjih grafičnih nastavitvah. Igra ima že sama po sebi zaklenjen FPS na osvežitveno frekvenco monitorja – 60 hz (60 FPS). Igra je bolj zahtevna za grafično kartico kot za procesor, zato lahko pri VN2 opazimo, da je njegova povprečna FPS 48, za razliko od VN1, kjer je bil povprečni FPS 59. Procesor tukaj ni bil pretirano obremenjen; pri VN1 je bil v povprečju porabljen 32%, pri VN2 pa 35%.



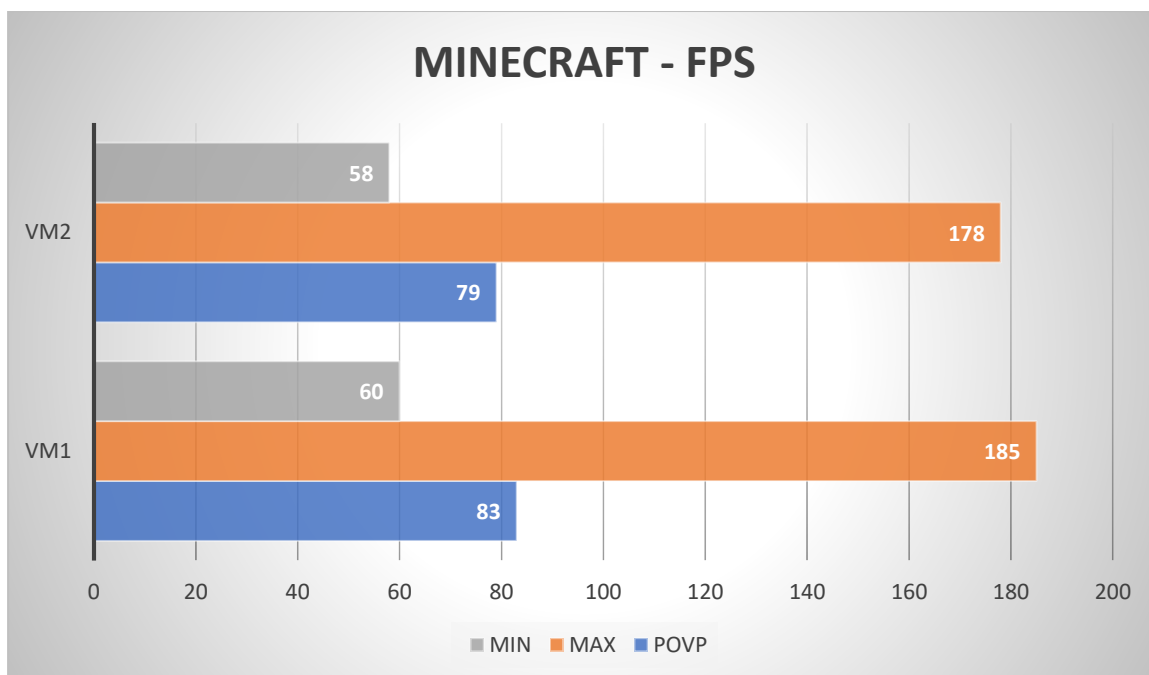
Graf 3: GTA4 – FPS

Grand Theft Auto IV je bil testiran na srednjih grafičnih nastavitvah. Opazimo lahko, da je igra pretežno zahtevnejša za grafično kartico, saj pri VN2 vidimo, da je povprečni FPS manjši od VN1. Povprečna obremenitev procesorja na VN1: 48%, na VN2: 50%.



Graf 4: GTA5 – FPS

Grand Theft Auto V je bil testiran na srednjih grafičnih nastavitvah. Na obeh VN je igra lepo tekla. Na tem grafu lahko opazimo, kako je grafična kartica v VN1 dosti boljša od VN2, saj je tudi novejša. Igra je zahtevna tako za grafično kartico kot za procesor. Povprečna poraba procesorja na VN1: 56%, na VN2: 60%.



Graf 5: Minecraft - FPS

Minecraft je bil testiran na največjih možnih video nastavitvah. Opazimo lahko, da je igra za grafično kartico skoraj povsem nezahtevna, saj je med VN1 in VN2 zelo malo razlike; le 7 FPS. Povprečna poraba procesorja na VN1: 32%, na VN2: 30%.

4.2 Komunikacija igralcev med igranjem iger

Ker večina igralcev računalniških iger igra skupaj, preko spleta (online), komunicirajo (komuniciramo) preko najrazličnejših komunikacijskih programov oz. omrežji. Najpopularnejši med njimi je Discord.

Med igranjem iger sva pričakovala, da bo komunikacija med igralci slaba, saj sva predvidevala, da bo procesor tako obremenjen, da ne bo zmožl procesirati še glasu in nasploh zvoka Discorda. Rezultat naju je osupnil! Že samo med igranjem iger je procesor zmožl procesirati poleg igre še zvok Discorda in to brez prekinitev ali kakršnegakoli hreščanja in šumenja.

5 ZAKLJUČEK IN SKLEPI

Ugotovila sva, da je najina ideja o dveh igralcih na enem računalniku izvedljiva, a ni ni ravno praktična. Stranico računalnika sva morala imeti namreč odprto, saj sva uporabljala zunanji napajalnik, pa tudi grafične kartice in procesor so bili pod velikim »stresom«, posledica česar je bilo segrevanje oziroma že bolj pregrevanje komponent. Najbolj se je grel procesor, takoj za njim pa grafična kartica AMD Radeon HD 5870. Projekt pa ni praktičen tudi zato, ker bi lahko boljše igrala, če bi imela vsak svoj računalnik. Računalnik je bil namreč precej hrupen, bil je odprt, napajalnik in kabli so viseli iz njega ... Če bi imela vsak svoj računalnik, bi lahko tudi bolj udobno sedela za mizo, saj sva zdaj morala sedeti čim bližje računalniku, kajti kabli za tipkovnici in miški so bili prekratki.

Če že projekt ni imel pretirano velike uporabne vrednosti, je bilo pa zelo zanimivo eksperimentirati po orodju VMware, ki ponuja ogromno odličnih stvari na temo virtualizacije.

Med eksperimentiranjem sva spoznala veliko novega, veliko sva se tudi naučila.

Kot sva že prej v besedilu omenila, je bila ena mrežna kartica popolnoma dovolj za obe VN, saj je vsaka VN dobila svoj interni IP naslov in je delovanje potekalo odlično, brez ozkih grl.

VIRI

1. Programska oprema VMware vSphere Hypervisor [spletni vir], <https://www.vmware.com/products/vsphere-hypervisor.html> (pridobljena oprema: 7.1.2019)
2. Programska oprema Windows 10 [spletni vir], <https://www.microsoft.com/si/software-download/windows10> (pridobljena oprema: 7.1.2019)
Opomba: licenčni ključ sva dobila v šoli
3. Virtualizacija [spletni vir], <https://en.wikipedia.org/wiki/Virtualization> (dostopno: 1.2.2019)