

Virtualna okruženja

*Umrežena virtualna okruženja –
digitalne igre*

Prof. dr. sc. Igor S. Pandžić

Prof. dr. sc. Maja Matijašević

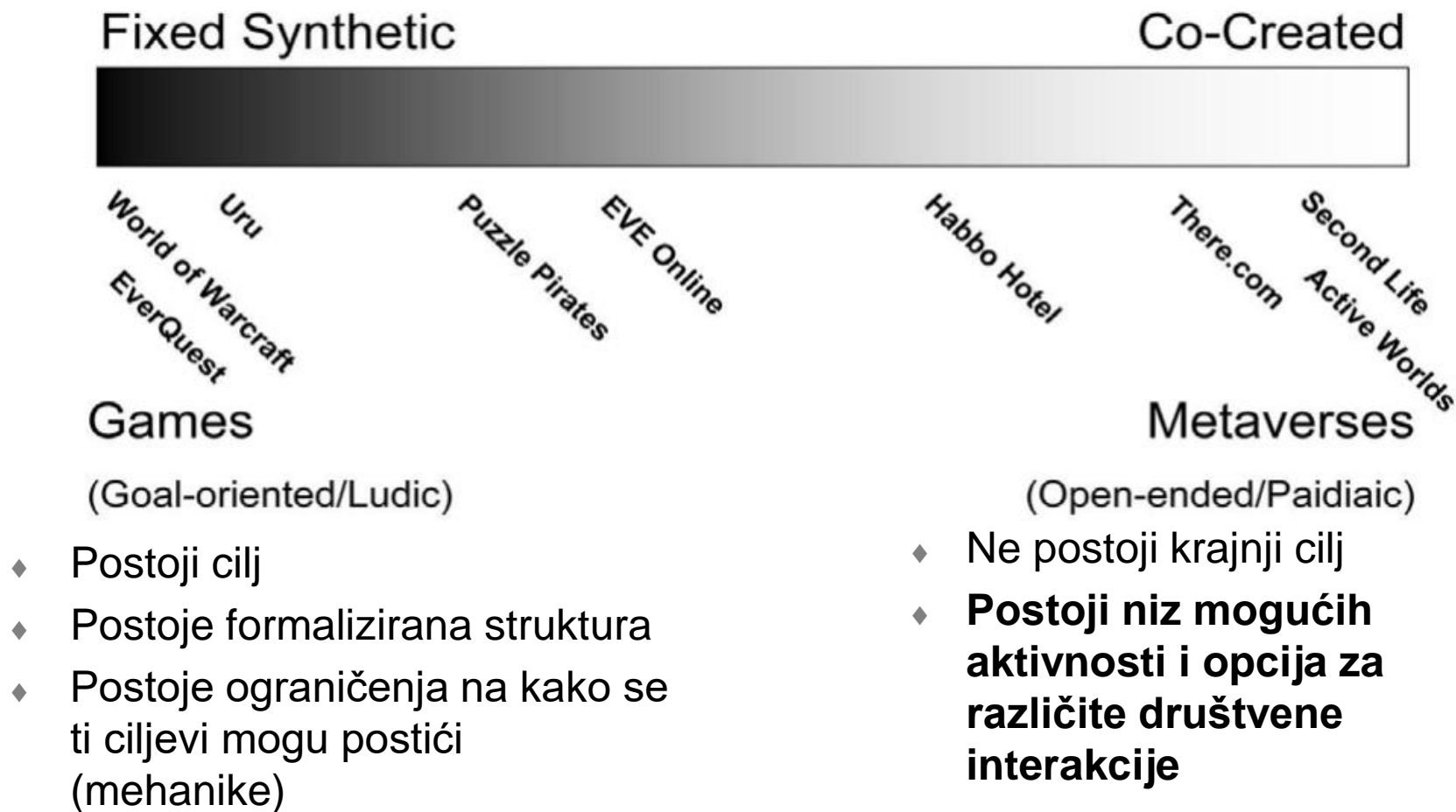
dr. sc. Mirko Sužnjević

Sadržaj predavanja

Zavod za telekomunikacije

- ◆ Uvod
- ◆ Tržište i poslovni modeli
- ◆ Funkcijska arhitektura
- ◆ Karakteristike mrežnog prometa
- ◆ Utjecaj mrežnih degradacija
- ◆ Skalabilnost

Konceptualne razlike između igara i virtualnih svjetova



Pearce, C. (2011). *Communities of play: Emergent cultures in multiplayer games and virtual worlds*. MIT Press.

Tehničke razlike između igara i virtualnih svjetova



Zavod za telekomunikacije

- ◆ Perzistentnost
 - Virtualni svjetovi su uglavnom perzistentni – postoje i mijenjaju se i dok korisnik nije u njima
 - Kod igara je puno češće iznova stvaranje virtualnog svijeta iz pohranjenih podataka (primjerice svaka bitka u Call of Duty se odvija na istoj mapi koja se iznova kreira)
- ◆ Mijenjanje 3D svijeta
 - Virtualni svjetovi dopuštaju dodavanje novih slika, tekstura, zvukova, videa i 3D objekata (primjerice Second Life)
 - Igre ne dopuštaju dodavanje novih informacija u svoj klijent (iako mogu dopuštati mijenjanje svijeta primjerice Fortnite)
- ◆ Karakteristike mrežnog prometa – jako ovisne o „promjenjivosti” 3D svijeta jer ako korisnici mogu dodati nove informacije, drugi korisnici moraju te iste informacije preuzeti

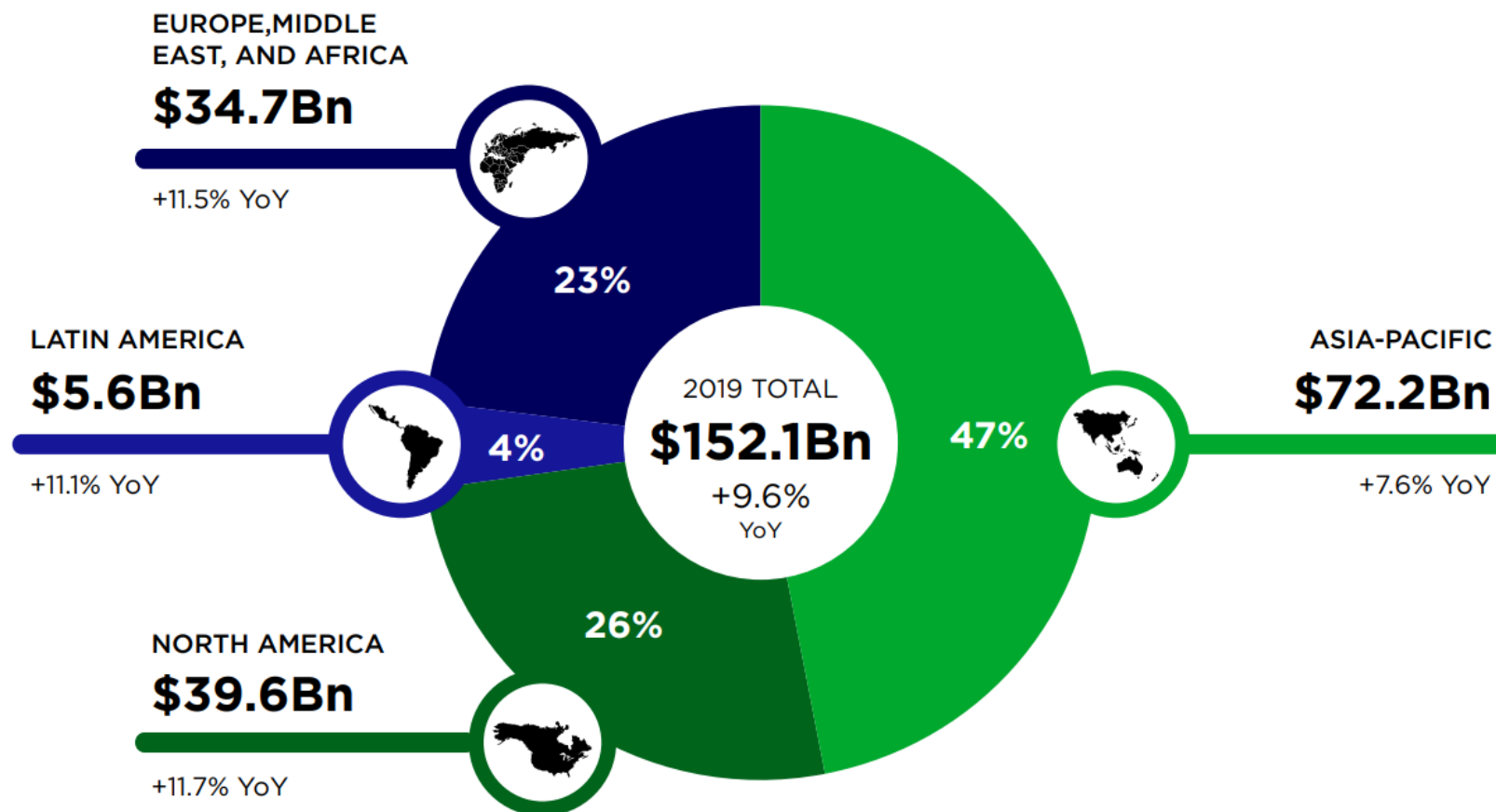
- ◆ Digitalne igre - igre koje se igraju na elektroničkom uređaju kroz korisničko sučelje, čiji prikaz na ekranu kontrolira program
 - “Video games” – igre na konzoli
 - “Computer games” – igre na računalu
- ◆ Višekorisničke igre – više od jednog igrača može istovremeno igrati u istoj virtualnoj okolini
- ◆ Umrežene igre – potrebna mrežna povezanost
- ◆ Fokus predavanja – umrežene višekorisničke igre kao dio umreženih virtualnih okruženja

Tržište i poslovni modeli

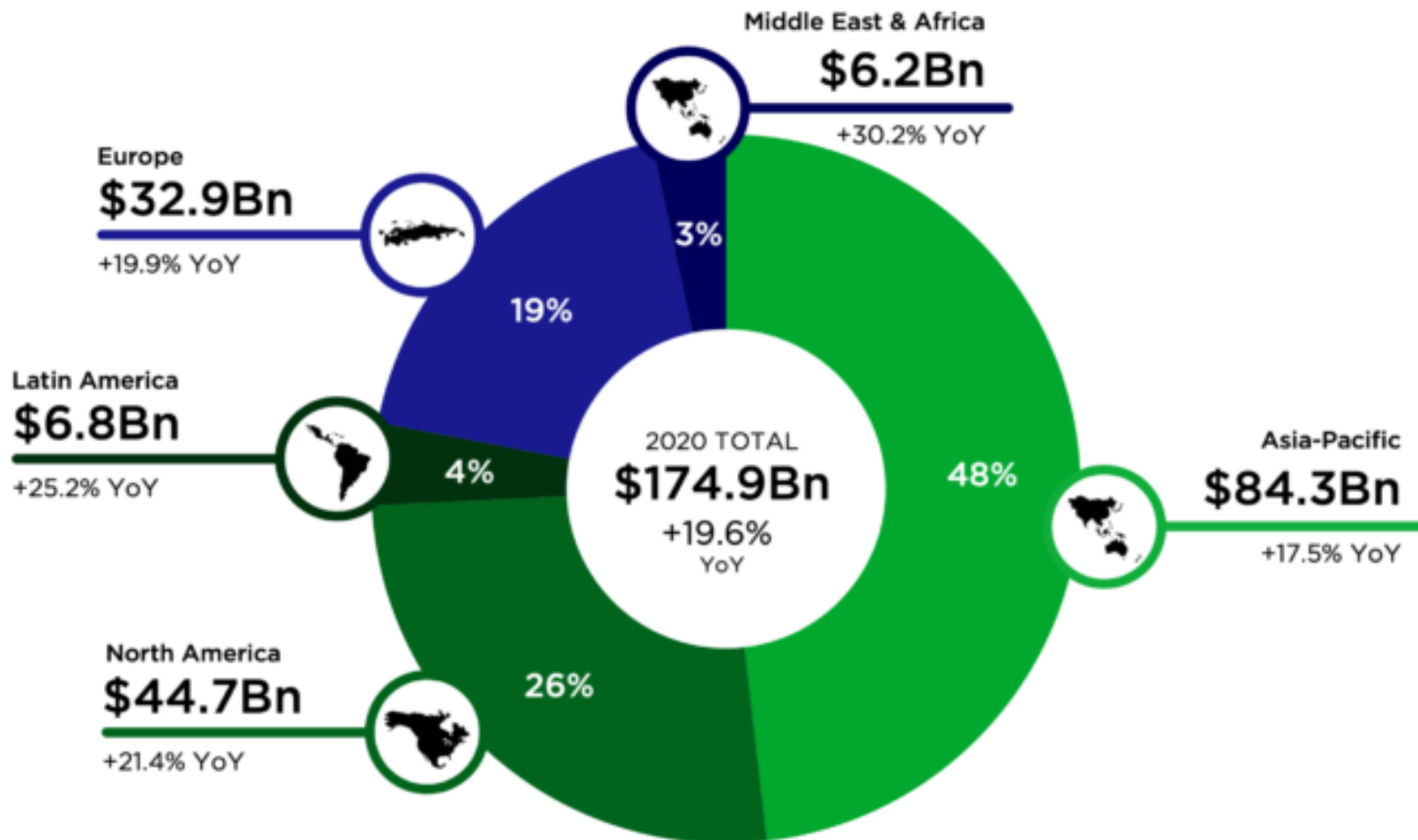
Tržište igara – procjene vrijednost 2019.



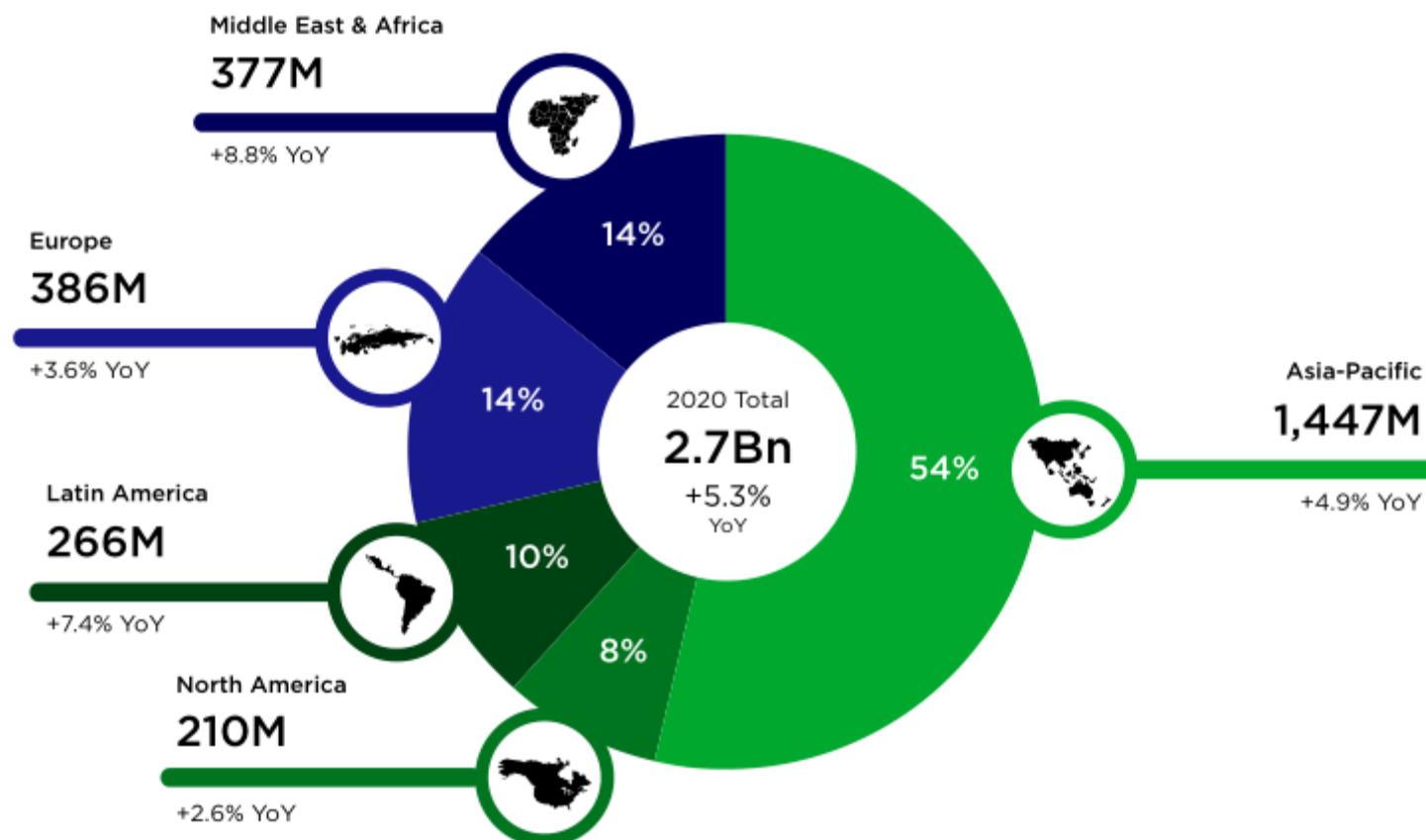
Zavod za telekomunikacije



Tržište igara – procijenjene vrijednosti danas



Tko igra igre?

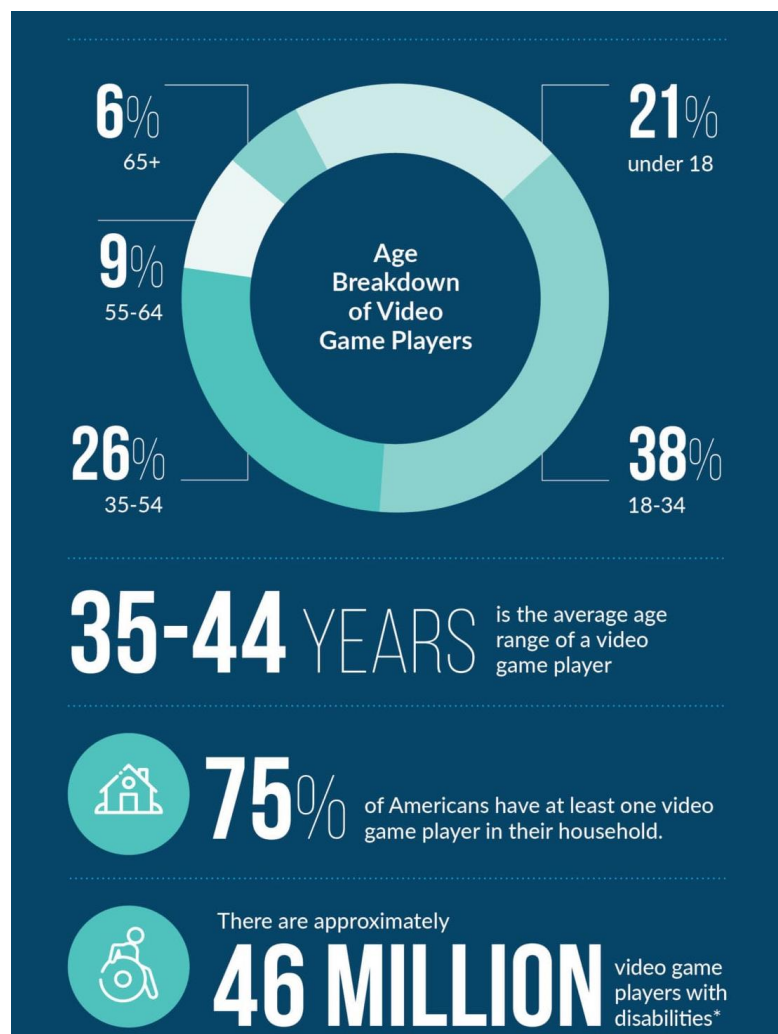


Tko igra igre (u SAD-u)?

Zavod za telekomunikacije

**214.4 milijuna
ljudi**

**70%
populacije
ispod 18 godina**



**64%
populacije
iznad 18 godina**

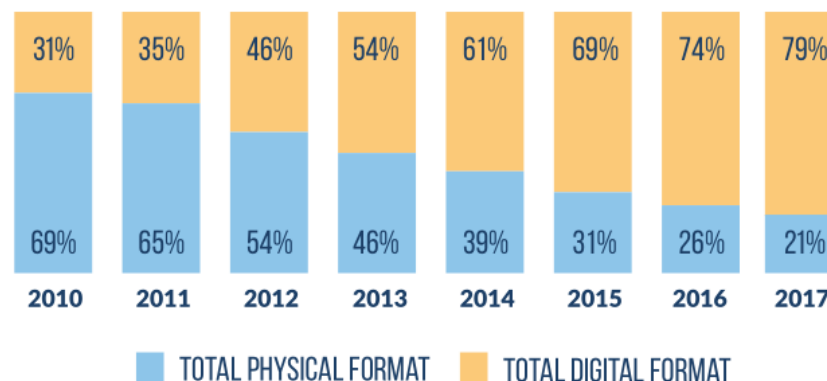
Izvor: <https://www.theesa.com/esa-research/2020-essential-facts-about-the-video-game-industry/>

Porast korištenja igara preko Interneta

- ◆ Više igrača
- ◆ Zaštita autorskih prava (Digital rights management – DRM)
- ◆ Društvene igre
- ◆ Igre na pokretnim uređajima
- ◆ Distribucija sadržaja
- ◆ Igre na konzolama (XboX one – 300 000 poslužitelja, prethodna generacija XboX live samo 30 000)

RECENT DIGITAL* AND PHYSICAL SALES INFORMATION

*Digital format sales include subscriptions, digital full games, digital add-on content, mobile apps, and social network games.



CONSOLE GAMING GOES ONLINE	
% of Gamers That Play These Console Franchises Mostly Online:	
BATTLEFIELD	45%
grand theft auto	31%
CALL OF DUTY	49%

Source: newzoo.com/dataexplorer

Peak concurrent players

Fortnite – 12,3 million

League of Legends – 8 million

Dota 2 – 1,2 million

World of Tanks – 1,1 million

Steam – 16 (5 u igrama) million

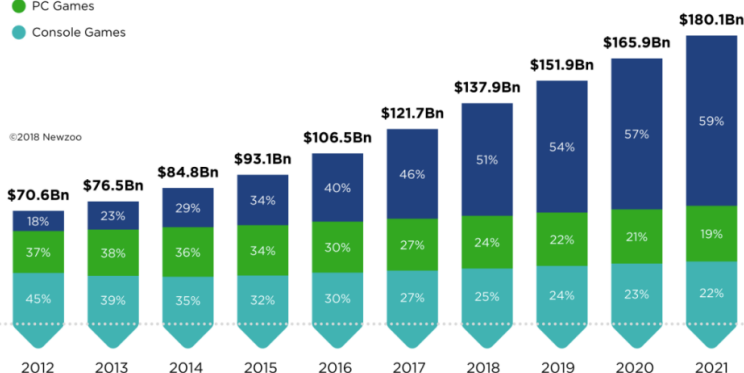
Igre na pokretnim uređajima – veliki rast



2012-2021 GLOBAL GAMES MARKET REVENUES PER SEGMENT 2012-2021 WITH COMPOUND ANNUAL GROWTH RATES

- Mobile Games
- PC Games
- Console Games

©2018 Newzoo



Source: ©Newzoo | April 2018 Quarterly Update | Global Games Market Report
newzoo.com/globalgamesreport



**1,4 miliona \$ DNEVNO –
samo na iPhoneu u SAD-u**

Top Grossing iPhone - Games UNITED STATES

DEVICE: iPhone | COUNTRY: United States | DATE: Dec 17 | GROUP BY: Day






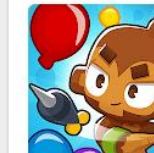



#	FREE	PAID	GAME	PUBLISHER	PRICE	REVENUE	NEW INSTALLS
1	-	-	Fortnite	Epic Games	Free	\$1,451,543	12,479
2	-	-	Candy Crush Saga	King	Free	\$1,407,996	15,346
3	-	-	Pokémon GO	Niantic, Inc.	Free	\$1,113,188	16,059
4	-	-	Clash of Clans	Supercell	Free	\$761,353	14,802
5	-	-	Brawl Stars	Supercell	Free	\$738,513	16,462
6	-	-	Toon Blast	Peak Games	Free	\$653,109	14,257
7	-	-	Golf Clash	Playdemic	Free	\$344,148	15,485
8	-	-	ROBLOX	Roblox Corporation	Free	\$317,298	16,232
9	-	-	Slotomania™ Vegas Casino Slots	Playtika Ltd	Free	\$277,483	11,843
10	-	-	MARVEL Contest of Champions	Kabam	Free	\$178,757	12,758

Zašto igre na mobitelima idu online?

- ◆ Najviše zarađuju višekorisničke online igre
- ◆ Sve igre koje najviše zarađuju su višekorisničke







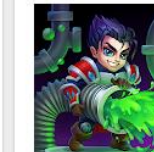

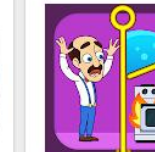
Najprodavanije igre

Pogledajte više

 Monopoly - Board game Marmalade Game Studio ★★★★★ 33,00 HRK	 Minecraft Mojang ★★★★★ 59,00 HRK	 Football Manager 2021 SEGA ★★★★★ 79,99 HRK	 Farming Simulator 19 GIANTS Software ★★★★★ 55,00 HRK	 NBA 2K20 2K, Inc. ★★★★★ 49,00 HRK	 Bloons TD 6 ninja kiwi ★★★★★ 40,00 HRK	 Don't Starve: Pocket Edition Klei Entertainment Inc. ★★★★★ 33,00 HRK	 The House of Da Vinci Blue Brain Games s.r.o. ★★★★★ 42,00 HRK	 Monument Valley 2 ustwo games ★★★★★ 43,00 HRK
---	---	---	---	--	---	---	--	--

Igre s najvećim prihodom

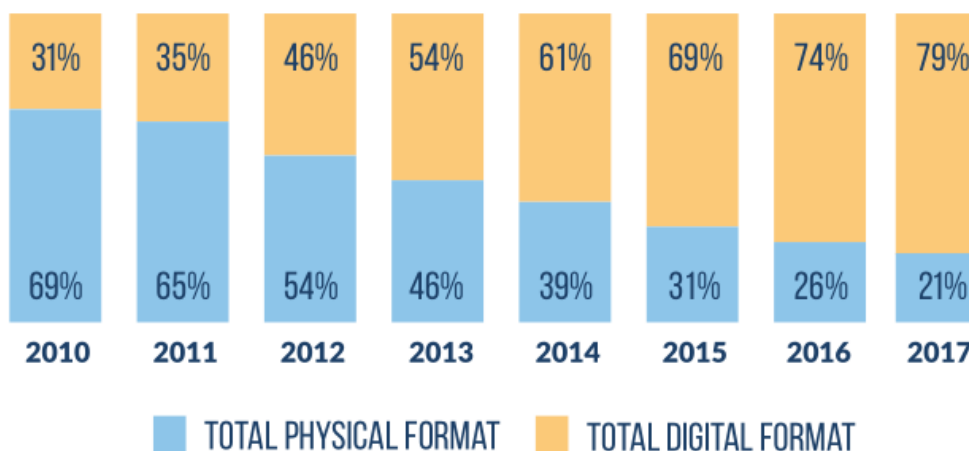
Pogledajte više

 Coin Master Moon Active ★★★★★	 Brawl Stars Supercell ★★★★★	 Roblox Roblox Corporation ★★★★★	 Empires & Puzzles Small Giant Games ★★★★★	 Gardenscapes Playrix ★★★★★	 PUBG MOBILE - Cyrenaica Tencent Games ★★★★★	 Hero Wars – Hero Fighting NEXTERS GLOBAL LTD ★★★★★	 State of Survival: Survival KingsGroup Holdings ★★★★★	 Homescapes Playrix ★★★★★
--	---	---	---	--	---	--	---	--

- ◆ Digitalna distribucija postaje dominantan način prodaje igara
- ◆ Prodaja za pokretne uređaje je kompletno digitalno distribuirana
- ◆ Steam je u veljači 2015 imao 125 milijuna korisnika, 67 milijuna mjesečno aktivnih korisnika, 33 milijuna dnevno aktivnih korisnika i 16 milijuna istovremenih aktivnih korisnika

RECENT DIGITAL* AND PHYSICAL SALES INFORMATION

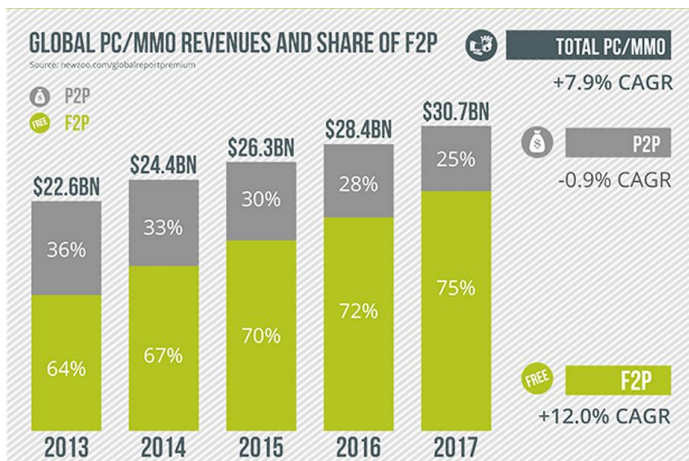
**Digital format sales include subscriptions, digital full games, digital add-on content, mobile apps, and social network games.*



- ◆ *Pay-to-Play (P2P)*
 - Prodaja igre (Guild Wars)
 - Pretplata (World of Warcraft)
 - Prodaja dodataka na igru
 - Manji – (Downloadable Content - DLC) (Mass Effect 3)
 - Veći – ekspanzije (Age of Conan: Rise of the Godslayer)
- ◆ *Free-to-Play (F2P)*
 - Besplatni dio igre ograničen (Star Wars: The Old Republic)
 - Prodaja virtualnih dobara koji utječu na performanse (Travian)
 - Prodaja kozmetičkih dodataka (Dota 2)
 - “Porez” na trgovinu između igrača (Diablo 3)
- ◆ *Hibridni modeli*
 - Igra se plaća, ali postoje i dodatne mogućnosti unutar igre

Tržište – udio pojedinog modela

- ♦ F2P model preuzima tržište
- ♦ Mnoge „premium” igre imaju F2P komponente (primjerice World of Warcraft)
 - Prvi plaćeni jahači konj unutar WoW igre je imao cijenu od 25 USD (dvije mjesečne pretplate)
 - Nakon izdavanja se stvorio rep čekanja od 140 000 ljudi koji su htjeli ga kupiti (čekalo se i do 7 sati) – 3,5 milijuna USD



TOP PC GAMES BY REVENUE IN 2017			
FREE-TO-PLAY		PREMIUM	
TITLE	REVENUE	TITLE	REVENUE
LEAGUE OF LEGENDS	\$2.1B	PUBG	\$714M
DUNGEON FIGHTER ONLINE	\$1.6B	OVERWATCH	\$382M
CROSSFIRE	\$1.4B	CS:GO	\$341M
WORLD OF TANKS	\$471M	DESTINY 2	\$218M
DOTA 2	\$406M	GRAND THEFT AUTO V	\$118M
ROBLOX	\$310M	BATTLEFIELD 1	\$113M
MAPLESTORY	\$279M	MINECRAFT	\$92M
HEARTHSTONE	\$217M	GUILD WARS 2	\$87M
BLADE & SOUL	\$178M	DIVINITY: ORIGINAL SIN 2	\$85M
FIFA ONLINE 3	\$163M	RAINBOW SIX: SIEGE	\$67M
TOTAL:	\$7.1B	TOTAL:	\$2.2B



Izvori: SuperData research <https://www.superdataresearch.com/market-data/market-brief-year-in-review/>
<https://newzoo.com/globalgamesreport>

Funkcijska arhitektura

- ◆ Peer-to-Peer (P2P)
 - Dobra skalabilnost
 - Nedostaci: loša kontrola varanja, distribucija stanja virtualnog svijeta, problem konzistencije
 - Danas se rijetko koristi “samo P2P” (*Demigod*)
- ◆ Klijent – poslužitelj
 - Klasičan pristup
 - Dobra kontrola
 - Usko grlo – sve ide kroz poslužitelj
 - Više poslužitelja na strani proizvođača (World of Warcraft)
 - Farme poslužitelja na strani proizvođača (EvE online)
 - Klijent postaje poslužitelj (Warcraft III)
 - Namjenski (engl. dedicated) poslužitelji koje mogu održavati igrači (Call of Duty)

Demigod – zašto je P2P loš u praksi

- ◆ Prva igra nastala na konceptu DOTA-e
- ◆ Potpuna P2P arhitektura
- ◆ Dosta dobre ocjene kritičara
- ◆ Inicijalno privučeno puno igrača iako je igra naplaćivana
- ◆ Tehnički problemi
 - Problemi s Network Address Translator (NAT) poslužiteljima – poslužitelji za probijanje NAT-a nisu mogli obraditi veliki broj zahtjeva (veliko kašnjenje u obradi zahtjeva)
 - Veliki broj korisnika koji su bili ilegalni (18 000 regularnih i 100 000 ilegalnih)
 - Veliki broj korisnika su bili od spojeni od svojih mečeva
 - Vrlo loša iskustvena kvaliteta – katastrofalno lansiranje igre što je dugoročno upropastilo



Raspored funkcija unutar igre na klijenta i poslužitelja



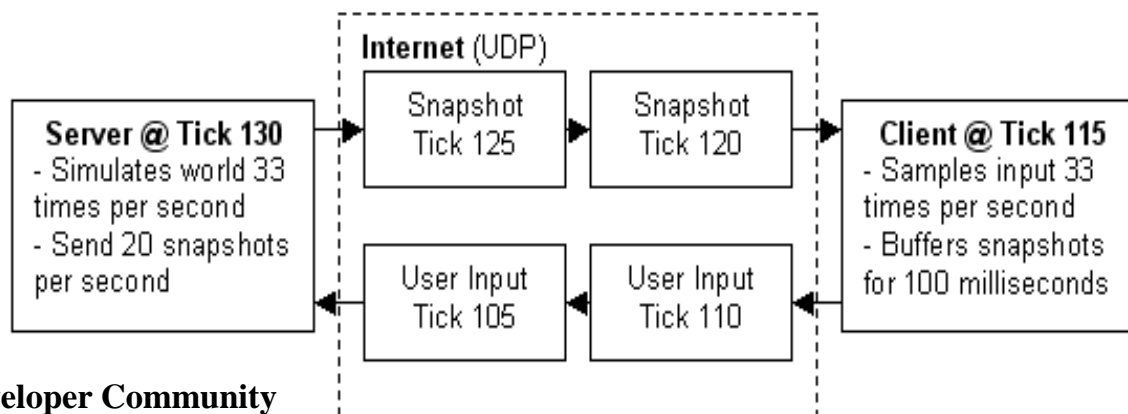
Zavod za telekomunikacije

- ◆ Osnovne funkcije
 - Unos komandi (uvijek na klijentu)
 - Izračun stanja virtualnog svijeta
 - Iscrtavanje stanja virtualnog svijeta (renderiranje virtualne scene)
- ◆ Sve funkcije na klijentu (nema poslužitelja)
- ◆ Iscrtavanje stanja virtualnog svijeta na klijentu, logika izračuna stanja virtualnog svijeta na poslužitelju
 - Tradicionalni način rasporeda funkcija
 - Poslužitelj šalje osvježanja stanja
- ◆ Logika izračuna stanja virtualnog svijeta te iscrtavanje virtualnog svijeta na poslužitelju – igre u oblaku (engl. cloud gaming)
 - Poslužitelj šalje video strujanje (dodatna funkcija kodiranja videa na poslužitelju)
 - Visoki zahtjevi na propusnost mreže
- ◆ Hibridni – dio na klijentu, a dio funkcija na poslužitelju

- ♦ Svaki period t server izračunava novo stanje svijeta na temelju primljenih unosa klijenata
- ♦ Taj period definira broj otkucaja (engl. tickrate) – koliko puta u sekundi se treba izračunati stanje svijeta – mjeri se u Hz
- ♦ Brzina izračuna stanja na poslužitelju ne mora biti ista kao i broj poslanih osvježanja – primjerice ako se stanje nije promijenilo ne mora se slati osvježanje
- ♦ Igre interpoliraju pozicije i stanje virtualnog svijeta između dva osvježanja stanja radi fluidnog prikaza, ali na razini poslužitelja postoje samo stanja izračunata svakog period t
- ♦ Brzina prikaza igre na računalu je izražena u broju sličica u sekundi (engl. framerate)

Mrežno funkcioniranje Source pokretačkog sustava (tradicionalni koncept)

- ♦ Source pokretački sustav (engl. game engine) pokreće igre poput Counter Strike Source (CSS), Team Fortress 2 (TF2), Left 4 Dead (L4D) itd.
- ♦ Simulacija se izvršava na poslužitelju.
 - Tickrate 66 za CSS, a 30 za TF2 i L4D – ovisno i interaktivnosti igre
 - Poslužitelj šalje razlike između pojedinih snimaka, a ne cijelo stanje
- ♦ Klijent određuje mrežne parametre
 - Dojavljuje mrežnu propusnost – dizajnirano za propusnost od 40-60 Kb/s
 - Dojavljuje koliki broj osvježanja želi po sekundi (20 je predefiniрани broj)
 - Klijent ne šalje zasebno svaku komandu već ih šalje određenom brzinom (30 puta u sekundi je predefiniрани broj) te je obično više od jedne naredbe u jednom paketu
 - Klijent može zahtijevati kompletnu snimku stanja

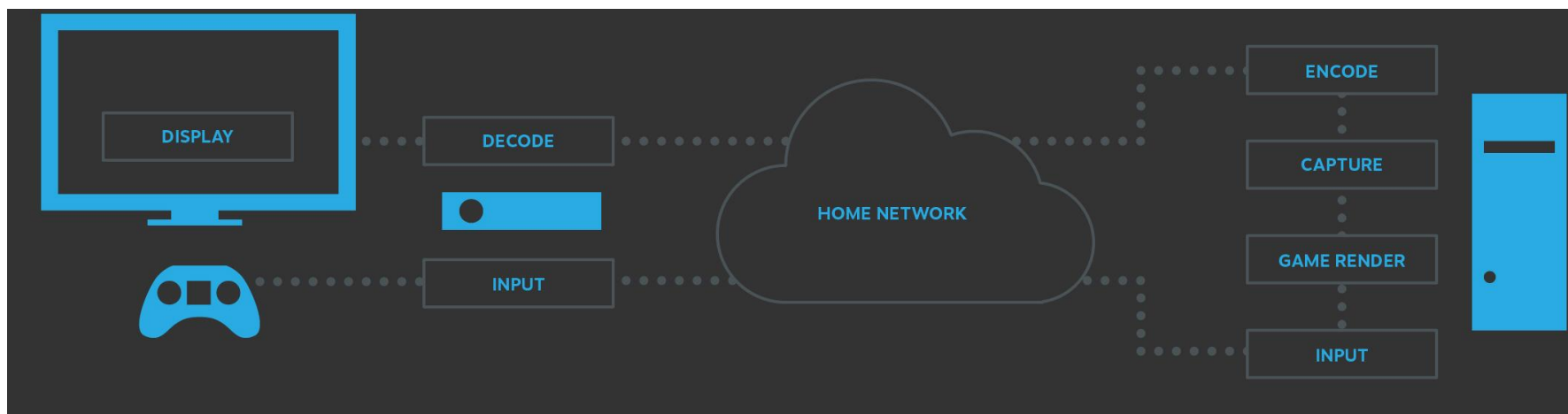


Izvor: Valve Developer Community

Koncept igranja u oblaku

Zavod za telekomunikacije

- ◆ Primjer na platformi Steam In-Home Streaming
- ◆ “Oblak” je snažno kućno računalo
- ◆ Osnovne funkcije:
 - Unos komandi
 - Računanje stanja igre
 - Renderiranje igre
 - Snimanje i kodiranje videa
 - Dekodiranje videa i prikaz



Izvor: https://support.steampowered.com/kb_article.php?ref=3629-RIAV-1617

Karakteristike mrežnog prometa

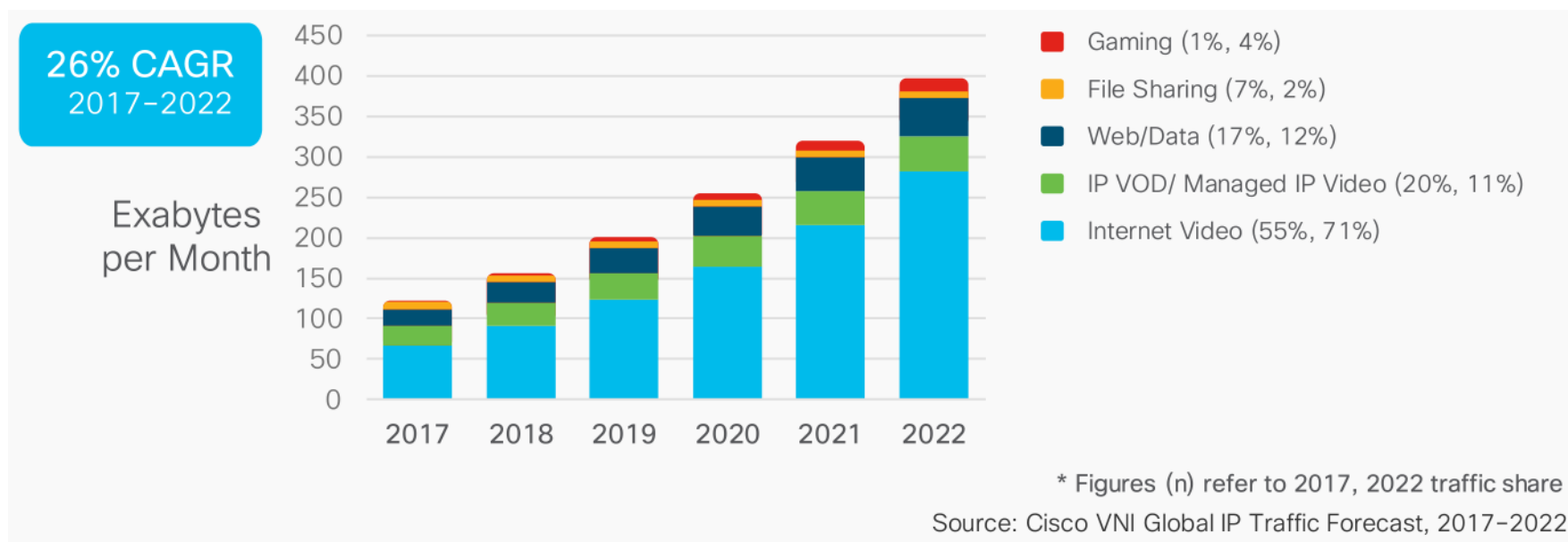
- ◆ Koje informacije prenosi mrežni promet igara?
 - Izlazni promet na klijentu - naredbe igrača
 - Izlazni promet na poslužitelju - osvježanja stanja virtualnog svijeta
 - Tekstualna komunikacija
 - Audio komunikacija među igračima
 - Neke igre imaju ugrađene sustave za VoIP komunikaciju
 - Mnogi igrači koriste i posebne aplikacije (TeamSpeak, Discord, Skype...)
 - Igre u pravilu NE prenose 3D podatke – to je karakteristično za umrežene virtualne svjetove (npr. Second Life), informacije o 3D objektima su pohranjene na klijentima
 - Video – igre u oblaku
 - Strujanje igračih sjednica (www.twitch.tv)
- ◆ Karakteristike prometa ovise o funkcijskoj arhitekturi

Globalni trendovi vezani za promet igara



Zavod za telekomunikacije

- ◆ Promet igara je mali dio sveukupnog prometa (1%), dok mu je stopa rasta 4%



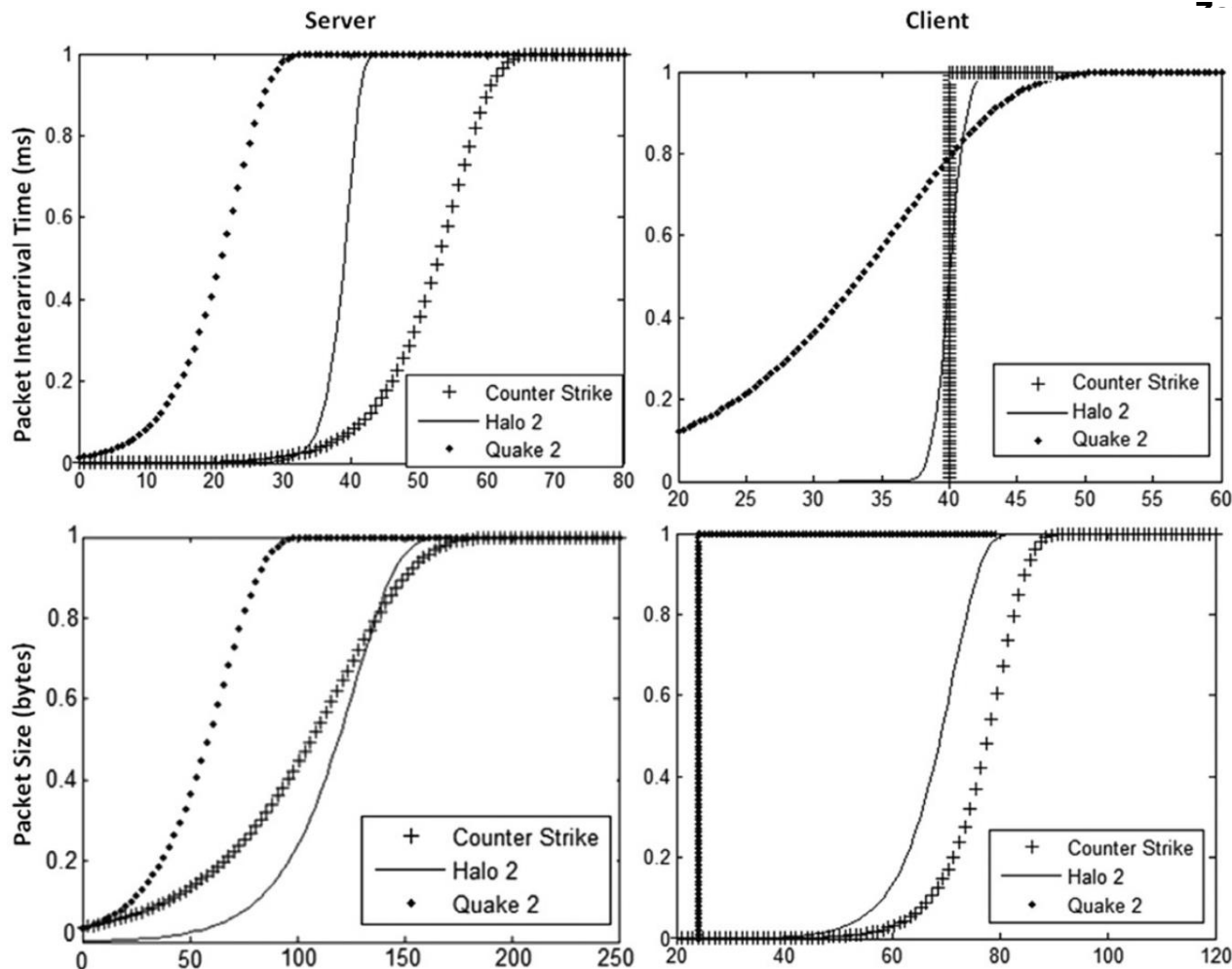
- ♦ Mrežni tokovi igara:
 - Dugo trajanje
 - Visoka brzina paketa
 - Mala veličina paketa
 - Niski zahtjevi na mrežnu propusnost
 - Korištenje i UDP-a i TCP-a
 - **Karakteristike jako ovise o tipu igre**
- ♦ Zahtjevi :
 - Osjetljivi na kvalitetu mreže
 - Različita zahtijevana pouzdanost
- ♦ Izuzetak su igre u oblaku

120 hours of World of Warcraft

by Elizabeth Harper 📅 Jul 24th 2007 at 8:10PM



Karakteristike FPS igara

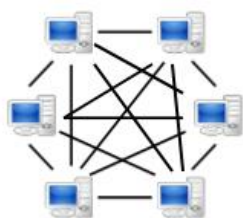


Evolucija mrežnog prometa? – Ne baš...



StarCraft I (1998-2010)

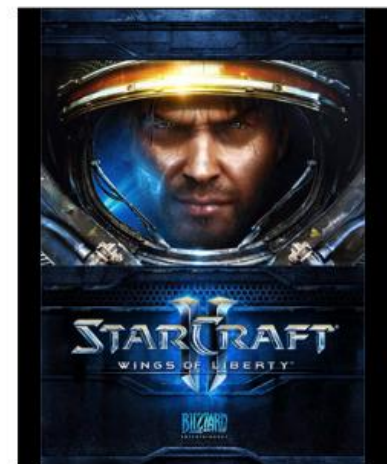
**1 - 5 kbps
(2-8 igrača)**



Peer-to-peer
Architecture



Server-client
Architecture



StarCraft II (2010-present)

**2 - 3 kbps
(neovisno o broju
igrača)**

M. Claypool, D. LaPoint, and J. Winslow, "Network Analysis of Counter-strike and Starcraft," in Proceedings of the 22nd IEEE International Performance, Computing, and Communications Conference (IPCCC), USA, April 2003.

C-S. Lee, "The Revolution of StarCraft Network Traffic" in Proceedings of the 11th Annual Workshop on Network and Systems Support for Games NetGames 2012

Revolucija mrežnog prometa igara? Da*



- ♦ Igre u oblaku
- ♦ Fundamentalno različite karakteristike prometa
 - Vrlo visoki zahtjevi na propusnost veze
 - Viši zahtjevi na mrežno kašnjenje nego “standardne” igre
- ♦ *Bez većeg komercijalnog uspjeha
- ♦ Ako igranje u oblaku zaživi promet igara će postati jedna od najznačajnijih kategorija prometa u Interneta



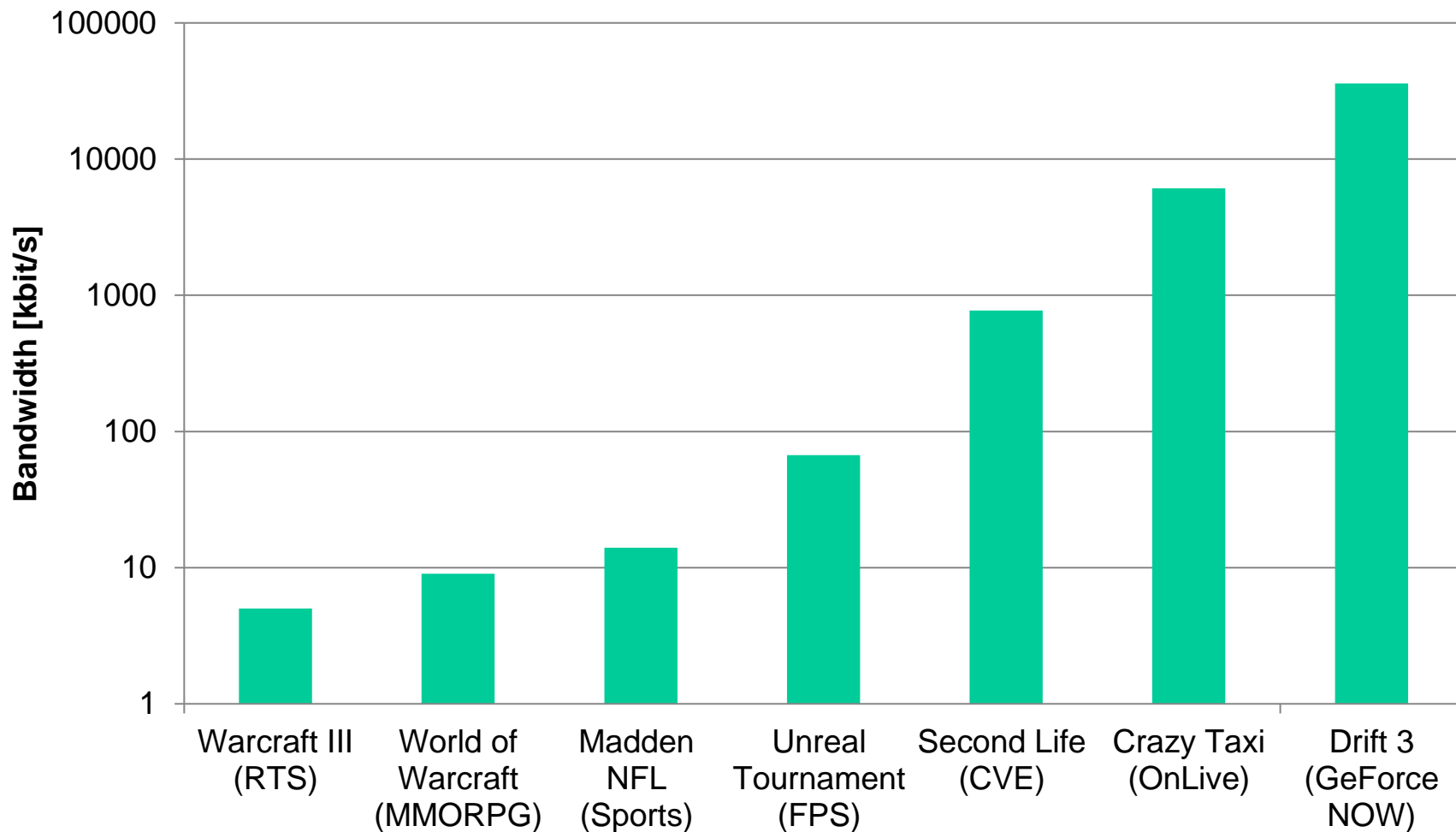
Zavod za telekomunikacije



RTP/UDP flows of the OnLive Streaming Protocol

Direction	RTP SSRC	RTP Payload Type	Flow description
Downstream	0x00000000	100	QoS monitoring flow
Downstream	0x00010000	100	OnLive Control
Downstream	0x00030000	100	Audio stream (CBR Codec)
Downstream	0x00040000	100	Cursor position
Downstream	0x00050000	101	Audio stream (VBR Codec)
Downstream	0x00060000	96	Video stream
Downstream	0x00080000	100	Voice Chat (Sound from other players)
Upstream	0x0000XXXX	100	User input (keyboard and mouse buttons)
Upstream	0x0001XXXX	100	Cursor movement
Upstream	0x0004XXXX	100	OnLive Control ACK
Upstream	0x0008XXXX	100	Voice Chat (Microphone from the user)

Mrežna propusnost – razlika među tipovima igara

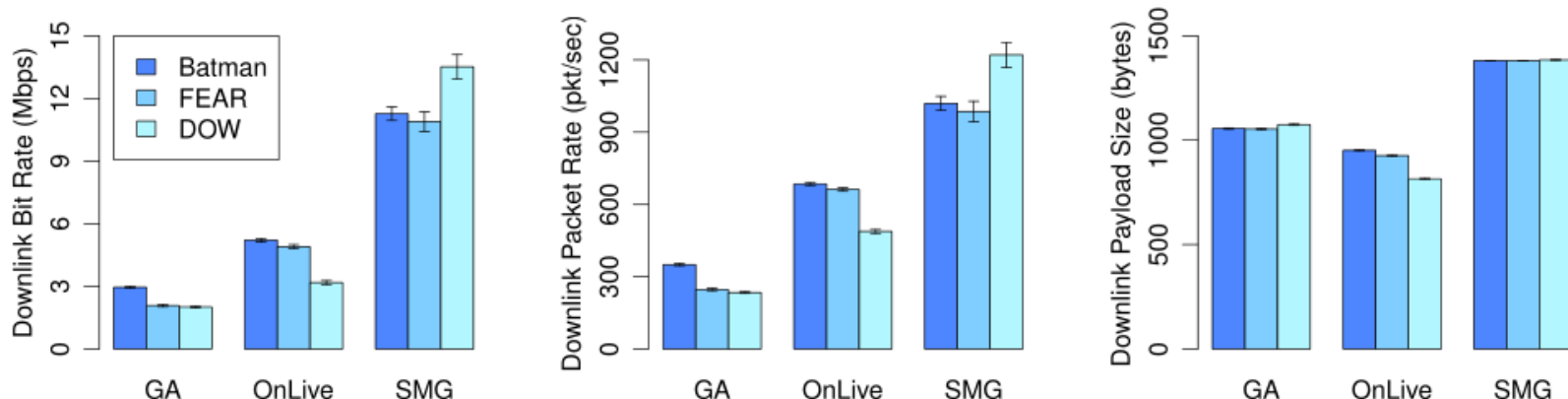


Razlike u propusnosti kod igara u oblaku

Razlika zbog tipa igre – različite karakteristike videa (prostorne i vremenske)

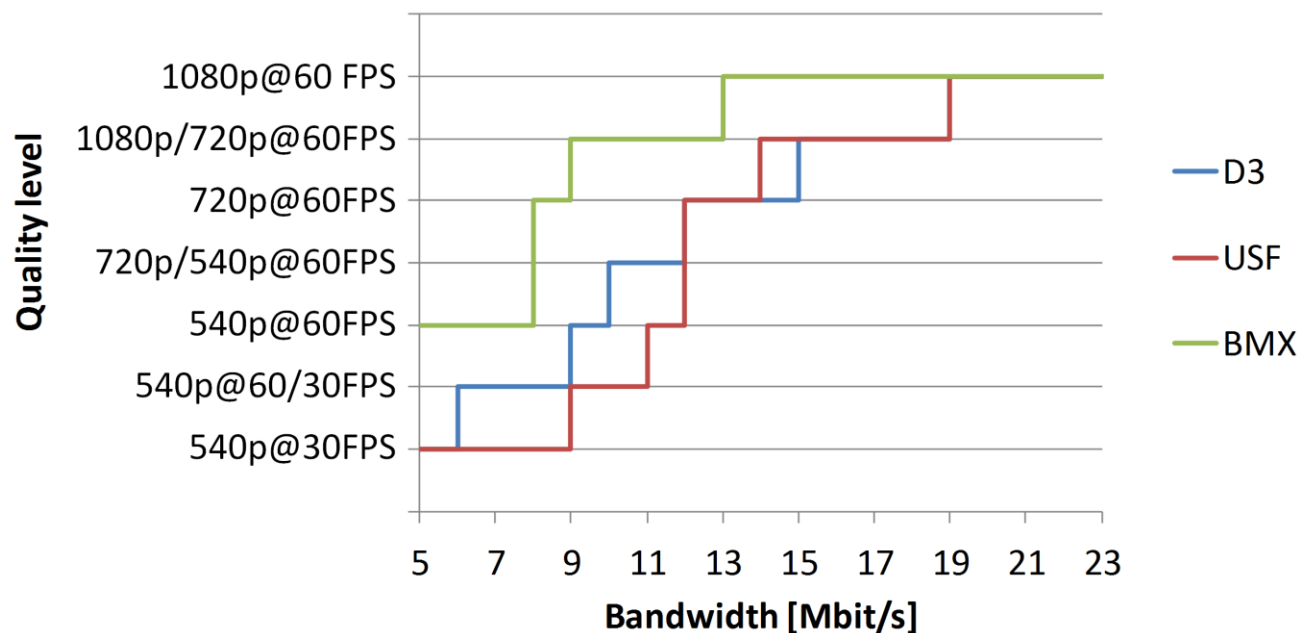
		<i>pes2012</i>	<i>unreal3</i>	<i>crazytaxi</i>	<i>aircombat</i>	<i>4elements</i>
Downstream	Total time (s)	249.41	261.16	200.56	239.68	236.59
	Number of packets	149004	174265	13867	153798	108619
	Avg. packets / sec	597.41	667.25	691.39	641.66	459.09
	Avg. packet size (B)	915.57	975.05	1011.99	955.65	722.58
	Bit rate (Mbps)	4.37	5.21	5.61	4.91	2.65
Upstream	Total time (s)	249.48	261.31	200.69	239.83	236.72
	Number of packets	8947	13943	6825	14677	14849
	Avg. packets / sec	35.86	53.35	34.01	61.19	62.72
	Avg. packet size (B)	168.49	157.8	170.08	154.81	154.91
	Bit rate (Mbps)	0.0048	0.067	0.046	0.075	0.077

Razlika u implementaciji platforme



Razlike zbog prilagodljivog strujanja

- ◆ Razlike po platformama
 - Steam InHome Streaming – ne mijenja se rezolucija ni brzina osvježavanja ekrana s padom propusnosti
 - GeForce NOW – traži 30 Mbit/s za punu kvalitetu, ali implementira adaptacijski algoritam koji snižava rezoluciji pa potom frame rate na 30 FPS



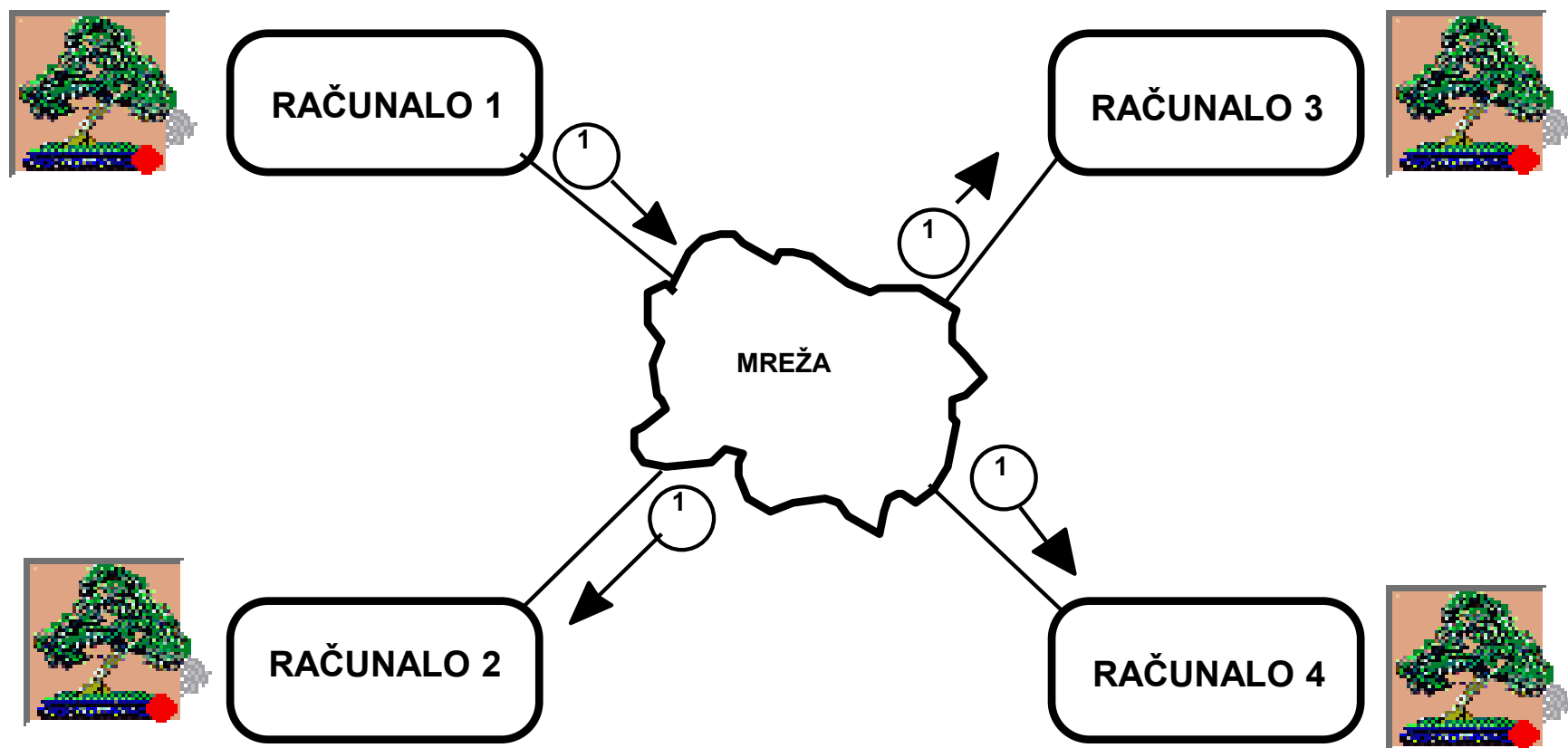
Utjecaj mrežnih degradacija

Mrežno kašnjenje

Zavod za telekomunikacije

- ◆ Osnovne komponente mrežnog kašnjenja
 - Propagacijsko – ograničenje: brzina svjetlosti
 - Procesorsko – kašnjenje zbog obrade u usmjeriteljima
 - Transmisijsko – kašnjenje uzrokovano slanjem podataka na prijenosni medij
 - Kašnjenje u redovima čekanja – kašnjenje uzrokovano čekanjem u međuspremnicima
- ◆ Kašnjenje je UVIJEK prisutno! (kao i razlika u kašnjenju pojedinih igrača)
- ◆ Mrežno kašnjenje je jedan od najvažnijih parametara kvalitete umreženih igara – potrebno je održati iluziju da virtualni svijet nije distribuiran u mreži

Kako radi umreženo virtualno okruženje

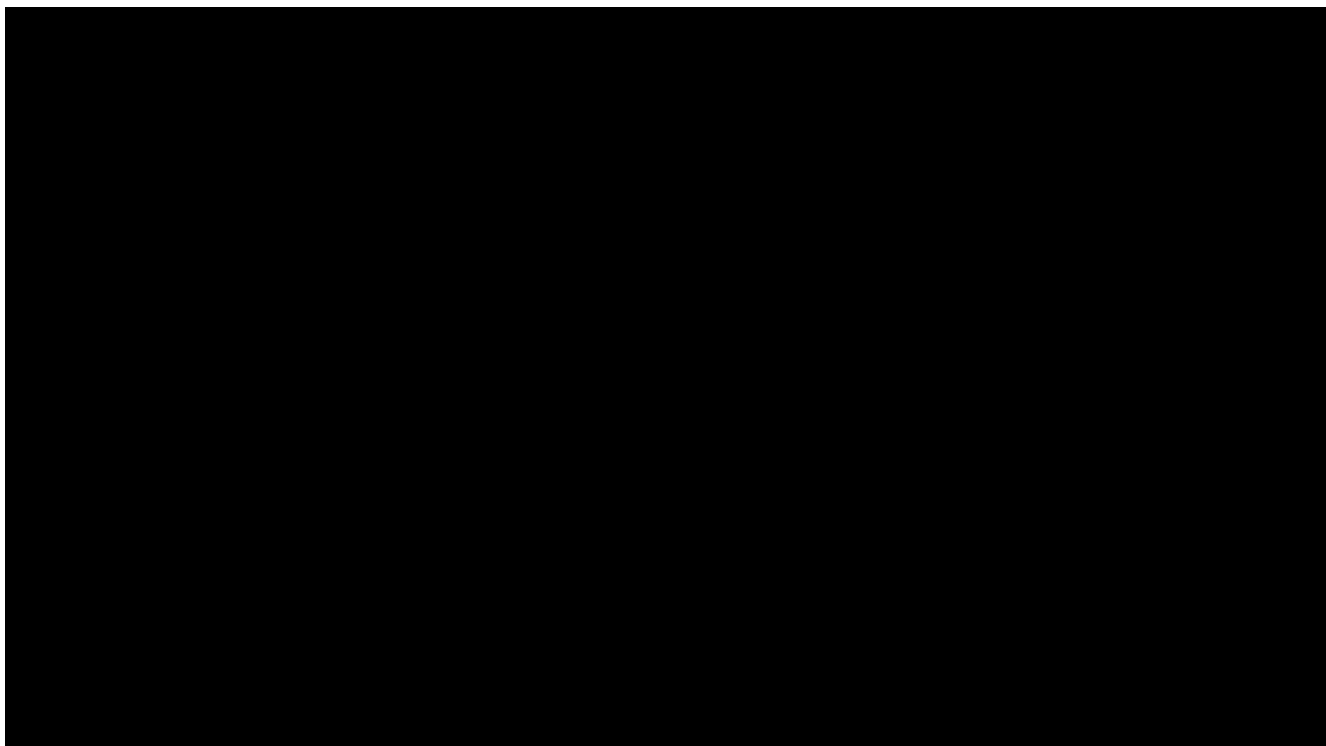


Rezultat – paralelni svjetovi pomaknuti u vremenu



Zavod za telekomunikacije

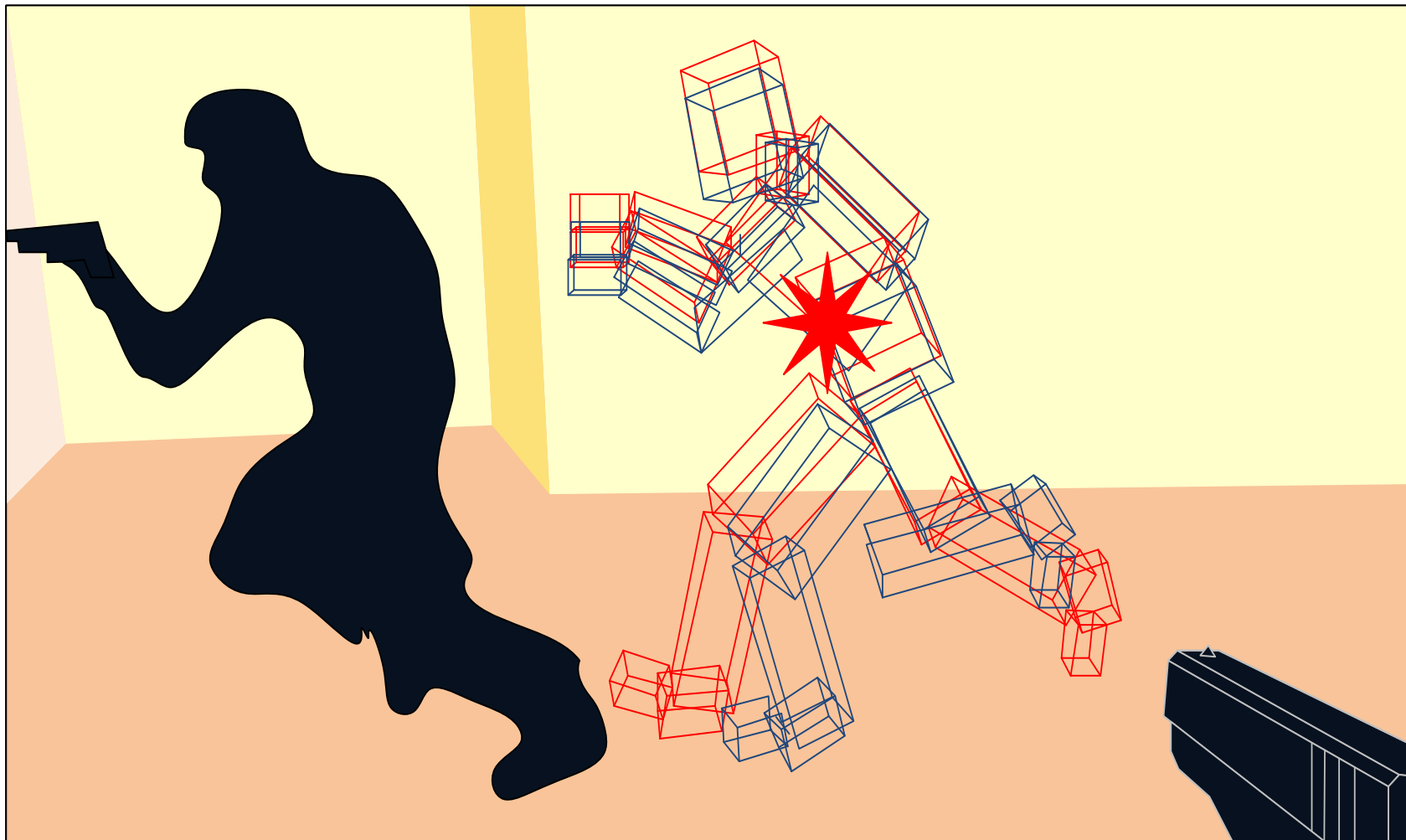
- ◆ Primjer FPS sa 4 igrača (jedan služi kao poslužitelj, a ostali imaju 50, 100, i 150 ms kašnjenja)



Video URL: <https://www.youtube.com/watch?v=xyCQtUFOJmA#t=728>

- ◆ Predikcija na strani klijenta
 - Predikcija kretanja samog igrača - primjerice izvršavanje komande prije nego što ju je poslužitelj autorizirao
 - Predikcija kretanja drugih entiteta (dead reckoning) - na temelju dosadašnjeg vektora kretanja izračunava se novo stanje iako osvježanje stanja nije došlo na vrijeme
- ◆ Mehanizmi na strani poslužitelja
 - Veća geografska granulacija poslužitelja (što manje propagacijsko kašnjenje)
 - Vremenski odmak u izračunu stanja nakon dolaska komandi kako bi se kompenziralo klijente s većim kašnjenjem
 - “Premotavanje vremena” – poslužitelj čuva prošla stanja te za pojedinog klijenta premotava vrijeme kako bi znao koje točno stanje klijent vidi u pojedinom trenutku

Kompenzacija kašnjenja na strani poslužitelja – premotavanje vremena



Skalabilnost

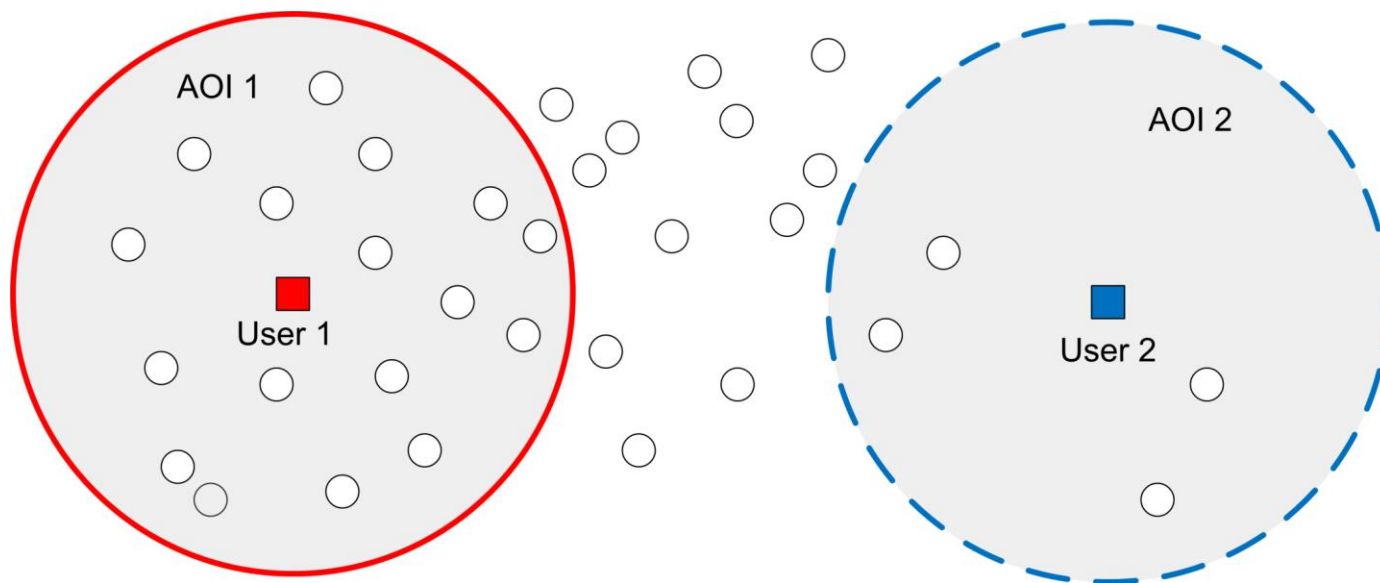
- ♦ Skalabilnost – koliko neki sustav može rasti, a da se pri tom ne naruši njegova funkcija
- ♦ Primjer - **Massively** Multiplayer Online Role-Playing Games
 - Veliki broj korisnika koji dijele jedan virtualni svijet
 - WoW – 12 miliona korisnika (na vrhuncu popularnosti)
- ♦ Glavni problemi skalabilnosti:
 - Izračunavanje stanja virtualnog svijeta
 - Održavanje konzistentnosti stanja virtualnog svijeta
 - Kontrola varanja
 - Svi poslužitelji na strani proizvođača
- ♦ Dva arhitekturna rješenja
 - Velike poslužiteljske farme
 - “Komadanje” virtualnog svijeta (engl. žargon: *server “shards”*)

Koliko masivno?

- ◆ World of Warcraft-a (2009.):
 - 13 250 poslužitelja
 - 75 000 CPU jezgri
 - 11,5 TB RAM
 - 11 podatkovnih centara po cijelom svijetu (USA, Europe, China, Australia...)
- ◆ EvE online (2013.):
 - Supercomputer “Tranquility”, u Londonu, UK
 - 3 936 GB RAM
 - 2 574 GHz CPU snage

Filtriranje prema području interesa

- ♦ engl. Area Of Interest Management, AOIM
- ♦ Prosljeđuju se samo relevantne poruke
- ♦ Umjesto eksponencijalnog rasta prometa s brojem korisnika, linearan rast: ključan preduvjet za postojanje modernih UVO s desecima tisuća istovremenih korisnika

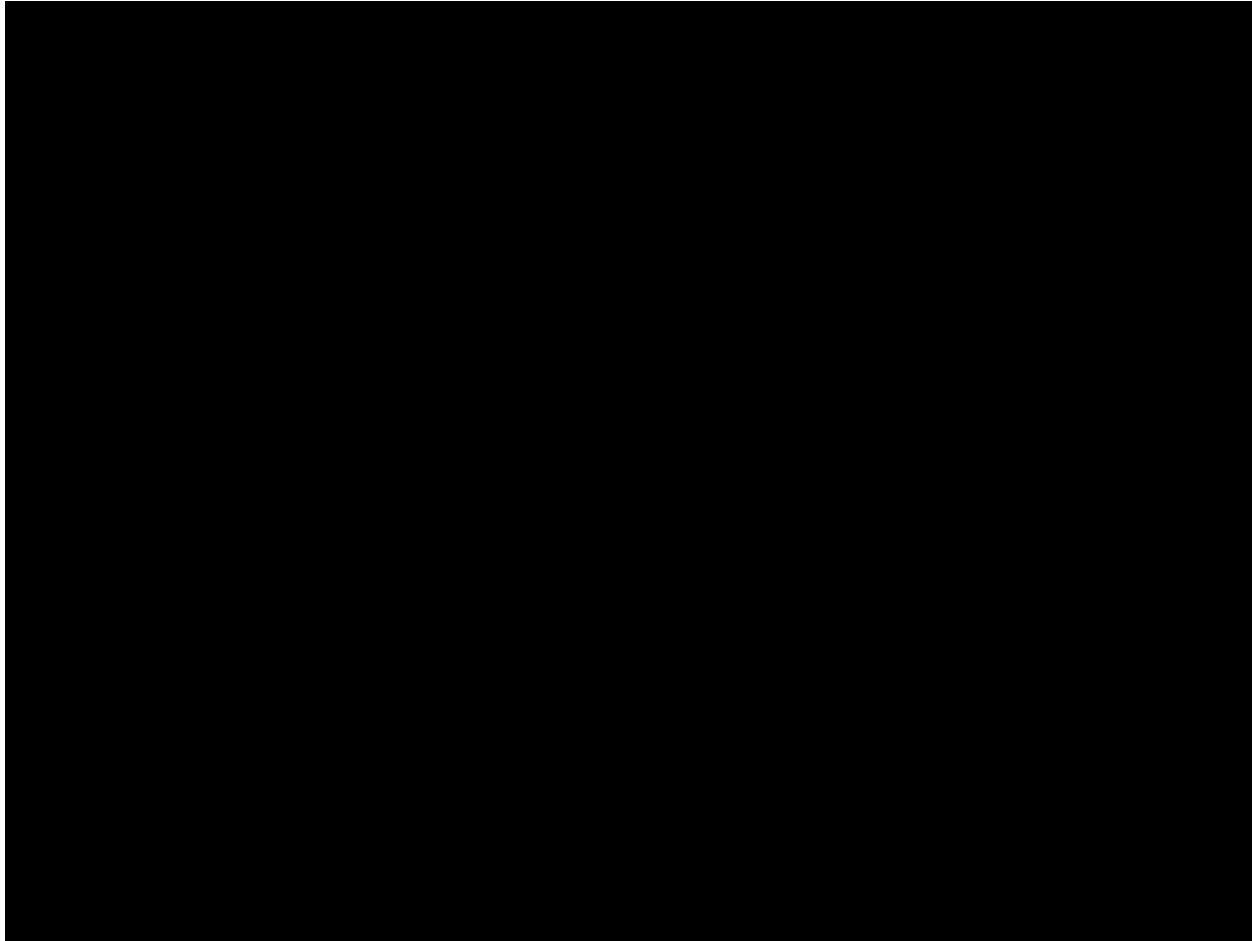


Farma poslužitelja (*grozd*)

- ♦ Svi korisnici unutar istog virtualnog svijeta (EvE online, World of Tanks)
- ♦ Velike farme poslužitelja
- ♦ Problemi s izračunom stanja virtualnog svijeta (moguć veliki broj korisnika na jednom mjestu)



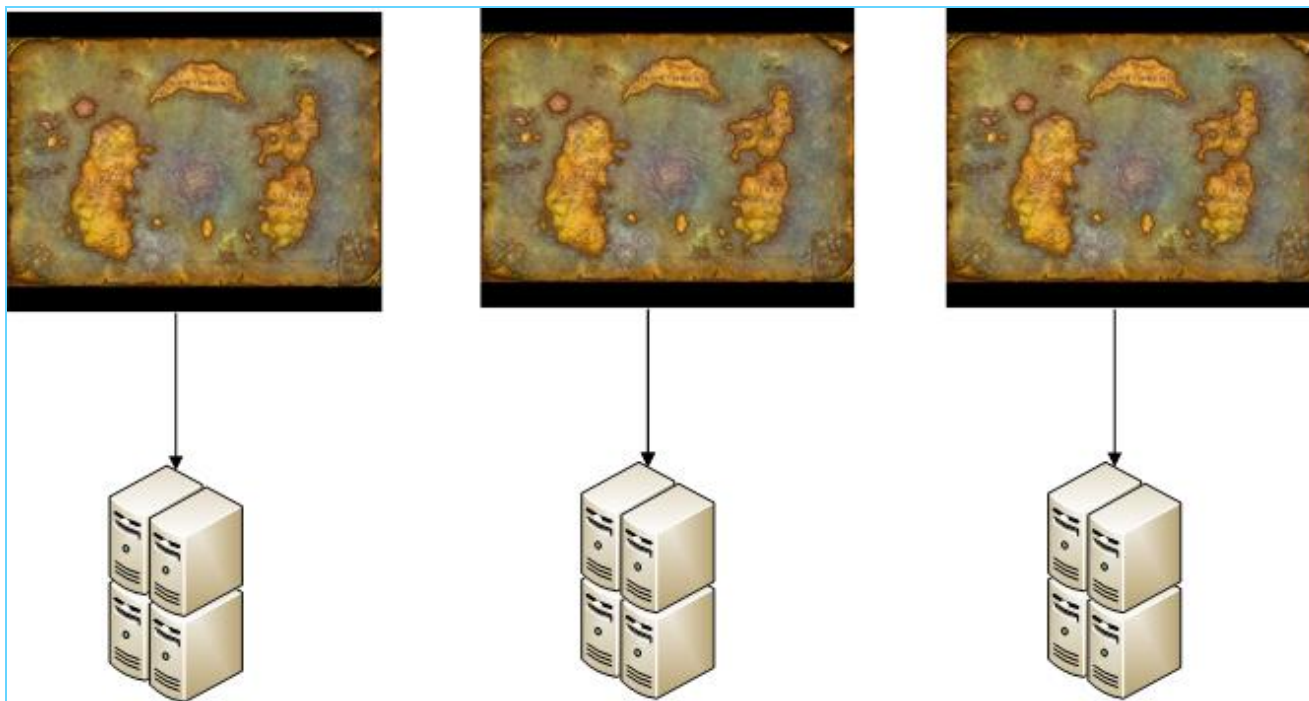
The Asakai incident



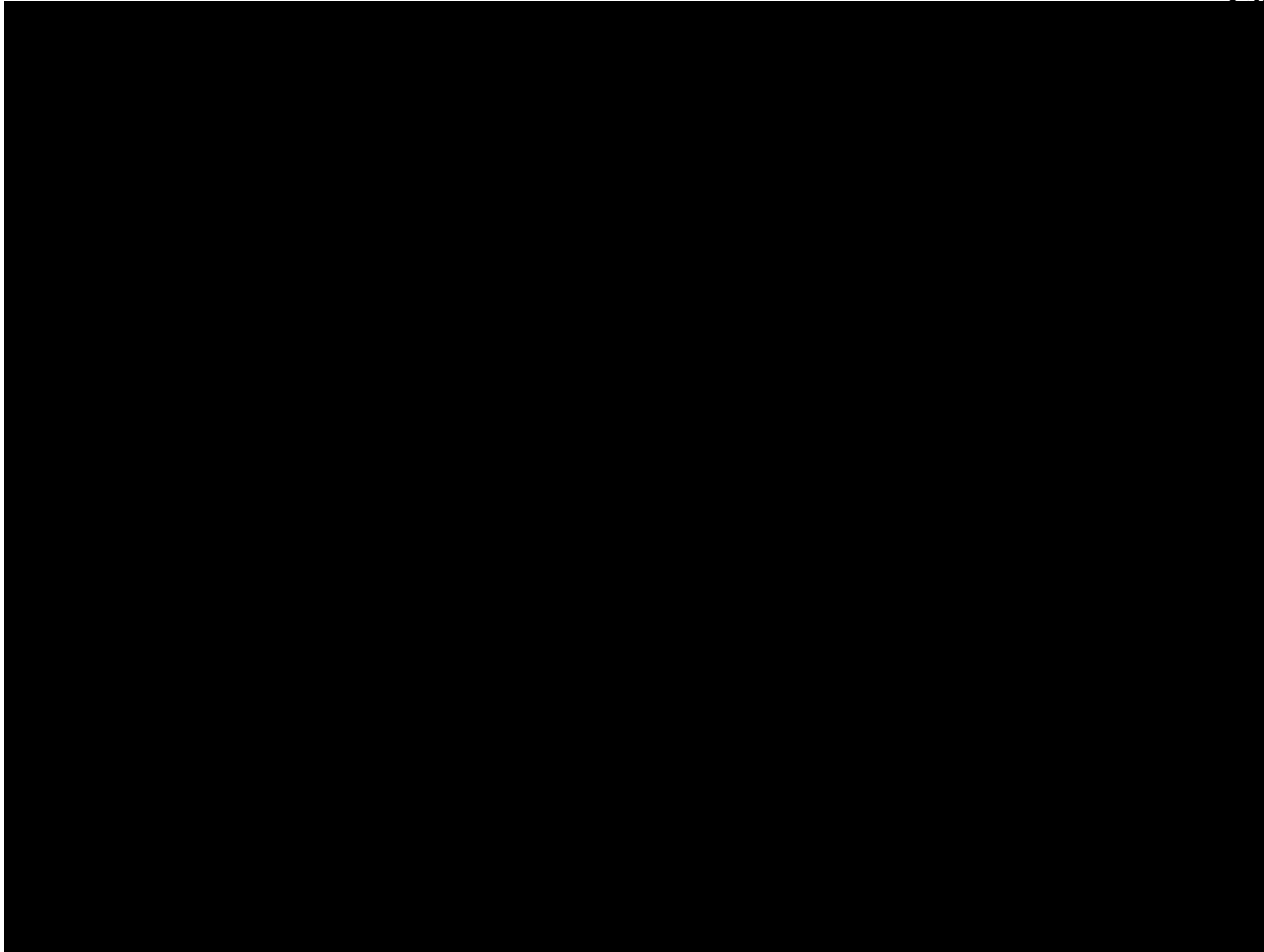
Video URL: https://www.youtube.com/watch?v=_iQw3YcLoQU

Komadanje svijeta

- ◆ Repliciran cijeli virtualni svijet na svakom “komadu” (engl. shard)
- ◆ Razdvojeni korisnici
- ◆ Smanjenje skale (sa 10 miliona na nekoliko tisuća)
- ◆ Osjetljivost na velika okupljanja igrača ostaje

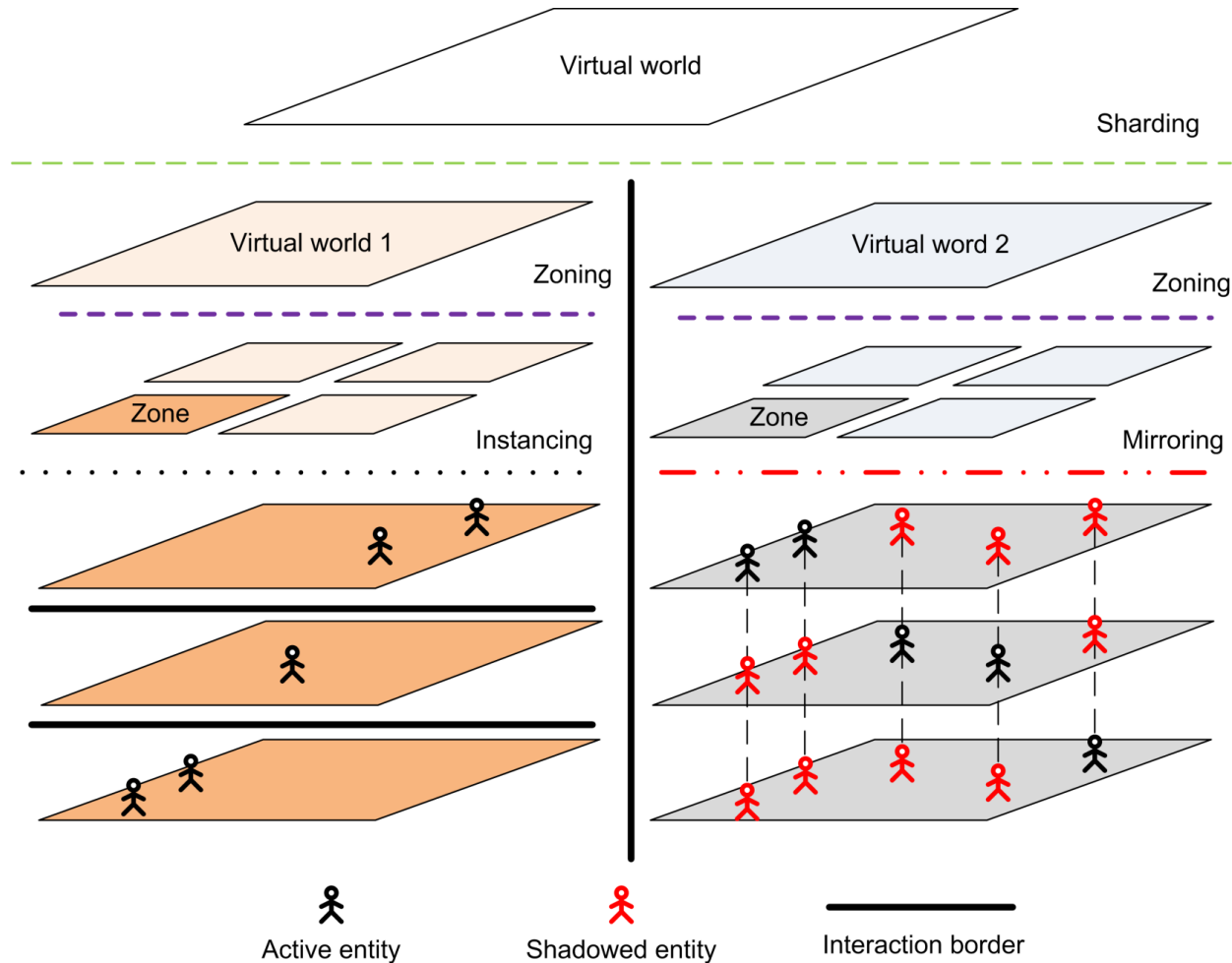


War without the warchief



Video URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ZzsliSTnQfI>

Tehnike za skalabilnost



- ♦ **Zoniranje** – podjela virtualnog svijeta na geografska područja koja će se samostalno obraditi odvojenim strojevima
- ♦ **Zrcaljenje** – način distribucije opterećenja umnožavanjem iste zone igre na nekoliko poslužitelja. Svaki replicirani poslužitelj izračunava stanje za podskup entiteta koji se naziva aktivni entiteti, dok se preostali, koji se nazivaju entitetima sjene (koji su aktivni u drugim poslužiteljima koji sudjeluju), sinkroniziraju preko poslužitelja
- ♦ **Instanciranje** – pojednostavljenje zrcaljenja koje distribuira opterećenje sesije pokretanjem više paralelnih instanci visoko naseljenih zona. Igrači u različitim instancama ne mogu komunicirati

Izvor: Prodan, Radu, and Vlad Nae. "Prediction-based real-time resource provisioning for massively multiplayer online games." *Future Generation Computer Systems* 25.7 (2009): 785-793.

Izlazak Warlords of Draenor ekspanzije za World of Warcraft



Zavod za telekomunikacije

- ♦ 13.11.2014
- ♦ Veliki problemi s poslužiteljima
- ♦ Usluga je bila djelomično ili u potpunosti nedostupna 4 dana
- ♦ Riješen problem kroz ograničavanje broja igrača na pojedinom poslužitelju – uzrokovalo redove čekanja ponekad i po nekoliko sati

***Skalabilnost u velikim umreženim virtualnim
okruženjima je još uvijek neriješen problem!***

Izlazak Shadowlands ekspanzije za World of Warcraft



Zavod za telekomunikacije

- ◆ Ekspanzija izašla 27.11.2020.
- ◆ Jako mali problemi na početku
- ◆ Princip dinamičkog instanciranja svake zone za određeni broj igrača
- ◆ Funkcionira isto kao sharding, ali je dinamički te igrači jednostavno mogu otići u drugu instancu zone, ako ih pozove igrač koji je već tamo