

# Primerjava vnosa besedila v virtualnem okolju na različnih postavitvah tipkovnice

Patrik Kocjančič  
Univerza na Primorskem  
UP FAMNIT, Univerza na Primorskem  
Glagoljaška 8, 6000 Koper  
Slovenija  
*89162053@student.upr.si*

september, 2020

## Povzetek

Namen članka je spoznati različne postavitev tipkovnice za vnos besedila v virtualnem okolju in predstaviti rezultate izvedene študije za primerjavo le-teh. V članku želimo ugotoviti katera postavitev tipkovnice je boljša ali slabša od ostalih alternativ pri vpisovanju v VR. Za podani problem smo najprej preučili različne študije za vnašanje besedila v VR ter prav tako študije na različnih fizičnih tipkovnicah. Iz tega smo zastavili problem in ga poskušali rešiti z izvedbo študije vpisovanja oz. prepisovanja različnih fraz na izbranih tipkovnicah in rezultate primerjali med seboj. Iz primerjave rezultatov je možno opaziti da je v našem primeru QWERTZ optimalna rešitev za vnašanje besedila v VR. Na koncu smo podali namig za izdelavo dodatne študije oz. nadaljnje delo.

**Ključne besede:** VR; postavitev tipkovnice; QWERTZ; OPTI; DVORAK; CIRCLE; študija

## 1 Uvod

Vnos besedila je v sklopu virtualne resničnosti zelo pomembna funkcionalnost. Ta funkcionalnost nam omogoča splošno pisanje v virtualnem okolju, kar pomeni tudi enostavno komuniciranje z drugimi preko sporočil in ostalih nalog. Kot vemo pripomočki virtualne resničnosti nam omogočajo nov način interakcije z virtualnim okoljem, ki se razlikuje od tradicionalnega, kjer se uporablja tipkovnico in miško za interakcijo ter monitor za vpogled vpliva izvedenih interakcij v virtualnem okolju. Za razliko s tradicionalnim načinom interakcije (miška, tipkovnica in monitor), način virtualne resničnosti s ustreznimi pripomočki omogoča povprečnemu uporabniku poglobljeno doživljanje virtualnega prostora. To lahko storimo s pomočjo strojne opreme oz. VR naglavnih pripomočkov (kot so Oculus, HTC Vive, itd.) in priloženih kontrolerjev ter z gibi v realnem svetu vpliva na virtualno okolje. Naglavni pripomoček ima podobno funkcijo kot monitor, saj ta nam daje vpogled na virtualni prostor in kontrolerji služijo kot pripomočki za interakcijo v VR. Z uporabo naglavnega prikazovalnika in kontrolerjev lahko tudi stojimo in se sprehajamo po prostoru.

Pri uporabi naglavnega pripomočka nimamo več enostavnega dostopa do tipkovnice za komuniciranje, zato je bilo potrebno najti drugi način vnosa. Kljub temu da dandanes obstajajo različne rešitve komuniciranja pri izvajanju aplikacije, med katerimi lahko najdemo tudi govorno komuniciranje, je komuniciranje z vpisovanjem nekaj nepogrešljivega znotraj večine aplikacij. Zato so tudi raziskovalci izvedli študije za raziskavo najprimernejšega in najenostavnejšega načina vpisovanja besedila.

V eni študijo so primerjali kar 6 različnih tipov vnosa in pri tem našli najboljšega za dolgoročno uporabo. Ker so različni načini vnosa že preučeni smo se odločili da bomo mi primerjali različne tipkovnice [4]. Tak tip študije je sicer že bil izveden na fizičnih, ampak ne na virtualnih tipkovnicah. Na primer v študiji [5] so primerjali fizični tipkovnici QWERTY in DVORAK in v študiji [6] so pa primerjali tipkovnici OPTI in QWERTY. Ker so te študije dokazale da so uporabniki pri uporabi DVORAK in OPTI tipkovnice hitrejši od uporabnikov pri uporabi QWERTY, smo se mi odločili da raziščemo ali to velja tudi v virtualnem svetu s predlagano metodo vpisovanja besedila.

V članku je najprej predstavljeno področje virtualne resničnosti, kjer bo opisano delovanje in pripomočke za uporabo. Nato sledi priprava virtualnega okolja za izvajanje študije. V naslednjem poglavju je opisan potek študije. Po tem sledi še poglavje z rezultati in razprava rezultatov. Na koncu imamo še zaključek, kjer je podana možna izboljšava izvajanja študije za nadaljnje delo.

## 2 Pregled področja

Virtualna resničnost (VR) je področje, ki je zadnjih letih popolnoma razcvetelo, saj predstavlja dokaj nov način interakcije z virtualnim okoljem. To je tehnologija, ki omogoča posnemanje realnega ali pa kreacijo izmišljenih svetov, z uporabo računalniško generiranih slik, zvokov, itd. VR omogoča tudi zaznavanje uporabnika v realnem svetu in posnemanje uporabnika v obliki avatarja v virtualnem svetu. Z drugimi besedami, omogoča uporabniku interakcijo z virtualnim okoljem, ko da se bi tam nahajal. Glavni VR pripomočki za interakcijo z virtualnim okoljem so

naglavni pripomoček, kateri omogoča vpogled na virtualni svet in kontrolerjem oz kontrolerji, ki omogočajo različne tipe interakcije z virtualnim okoljem. Nekateri pa imajo še dodatne pripomočke za zaznavanje glavnih pripomočkov v realnem svetu in preslikovanje le v virtualni svet. Veliko podjetij se je odločilo za svojo rešitev za VR izkušnjo, katera se lahko na primer razlikuje v številu ter obliki kontrolerjev, delovanju sistema za zaznavanje itd. Na tem področju so se najbolj izkazali 4 produkti, ki so izdelani za delovanje z različnimi platformami. Med te štejemo Samsung Gear VR, katerega lahko uporabljamo z mobilnim telefonom, Sony PlayStation VR, ki ga lahko uporabnik uporablja s PlayStation-onom in še Oculus Rift ter HTC Vive, katera sta oba namenjena za uporabo z računalnikom.

## 3 Priprava Okolja

V tem poglavju so opisana izbira strojne in programske opreme. V prvem podpoglavju so opisane strojna in programska oprema. V naslednjem pa je opisano virtualno okolje, ki smo ga uporabljali pri študiji.

### 3.1 Strojna in programska oprema

Za dostop do virtualnega okolja so potrebni VR pripomočki, in sicer naglavni pripomoček (ang. headset) in kontrolerje. Ker je pri študiji potrebno zajemati različne podatke, je povezava z računalnikov izredno pomembna za kvalitetno zaznavanje. Tako se je možna izbira Vr pripomočkov iz 4 zmanjšala na le 2 možna produkta iz zgoraj naštetih, in sicer Oculus Rift in HTV Vive, ki sta prilagojena za uporabo z računalnikom. Končna odločitev je padla na HTC Vive, saj je bil ta na razpolago za izposajo.

Za izgradnjo virtualnega okolja smo se odločili za uporabo programskega okolja Unity3D, ki nudi poenostavljeno gradnjo 3D, 2D, VR in AR (augmented reality, razširjena resničnost) iger kot tudi simulacij ter ostalo. Unity je zelo prilagodljivo okolje, saj lahko v njem izdelujemo igre za več kot 25 različnih platform, med katerimi seveda ne smejo manjkati: Windows, Android, Mac in iOS. Kljub temu, da so primarne funkcionalnosti Unity usmerjene h kreiranju iger, je le uporabljena tudi na drugih področjih kot na primer v filmski industriji, avtomobilski industriji, arhitekturi, itd. Kot že omenjeno programske okolje nudi uporabniku možnost gradnje v 2D in 3D ter programiranje v C# programskem jeziku [7, 8].

Kljub pripravljeno stojni opremi je za delovanje sistema potrebna še dodatna aplikacija za komunikacijo med VR pripomočki in računalnikom. Ta aplikacija je SteamVR, ki jo lahko vsakdo brezplačno prenese na svoj računalnik preko platforme za digitalno distribucijo iger, Steam. SteamVR je aplikacije, ki deluje kot vmesnik med računalnikom in VR pripomočki, to pomeni da pridobi podatke iz le teh. Z aplikacijo SteamVR in uporabo VR pripomočkov imamo vpogled na računalnik in ga lahko tudi enostavno upravljamo, brez da bi pri tem odložili VR naglavni prikazovalnik ali VR kontrolerje. Uporabnik ob prvem zagonu aplikacije SteamVR določi parametre prostora, v katerem se bodo VR pripomočki uporabljali. Pri

tem se določi tudi meje razpoložljivega prostora v realnem svetu, katere bodo tudi ob nadaljnji uporabi prikazane znotraj aplikacij, tako da se nebi uporabnik med uporabo kam zaletel [9, 10, 11]. Na koncu je potrebno še prenesti SteamVR vtičnik iz trgovine sredstev Unity (orig. Unity Assets Store) za vzpostavitev komunikacijske povezave med Unity in SteamVR aplikacijo, ki omogoča uporabo VR pripomočkov v aplikacijah Unity [7].

### 3.2 VR okolje

S pomočjo Unity3D smo izdelali VR okolje. Virtualno okolje sestavlja platforma, na kateri se lahko uporabnik premika. Premiki so bili omejeni, saj cilj študije ni bil premikanje v virtualnem svetu. V virtualni prostor smo dodali še uporabniški vmesnik na kateremu se izvaja študija. Na uporabniškem vmesniku smo dodali polje z besedilom, polje za vpisovanje besedila in polje za postavitev tipkovnice. V polju z besedilom se prikaže besedilo, ki ga je potrebno prepisati. V polje za vpisovanje besedila, kot že ime pove bo moral uporabnik prepisati besedilo. medtem ko v polje za postavitev tipkovnice se prikaže določena postavitev tipkovnice za prepisovanje.

Na začetku smo se odločili, da bo uporabniški vmesnik sledil premikom glave, tako da bo uporabnik vedno imel pred sabo vmesnik ne glede na smer glave na razdalji enega metra. Kmalu po testiranju smo opazili nekatere probleme, med katerimi konstantne mikro tresljaje in zamegljene tipkovnice. Ker se je ta metoda izkazala za neuporabno, predvsem zaradi tresljajev, smo se morali odločiti za fiksni uporabniški vmesnik na razdalji treh metrov od uporabnika. Da bi si lahko uporabnik malo prilagodil izkušnjo smo dodali še možnost za urejanje vmesnika. Dodali smo možnost spreminjanje višine, velikosti in razdalje.

## 4 Študija

### 4.1 Udeleženci

Pri študiji je sodelovalo 31 udeležencev, med katerimi je bilo 25 moških in 6 žensk, starih med 19 in 44. Študijo smo izvajali na sedežu UP FAMNIT, zato smo udeležence iskali kar med študenti in profesorji kot tudi med prijatelji. Udeležence sestavljajo primarno študenti in nekateri zaposleni na FAMNIT-u s področja računalništva, tj. 23, kar 74% vseh udeležencev. Ostali udeleženci so enakomerno porazdeljeni med naravoslovnimi vedami, družbenimi vedami in humanistiko.

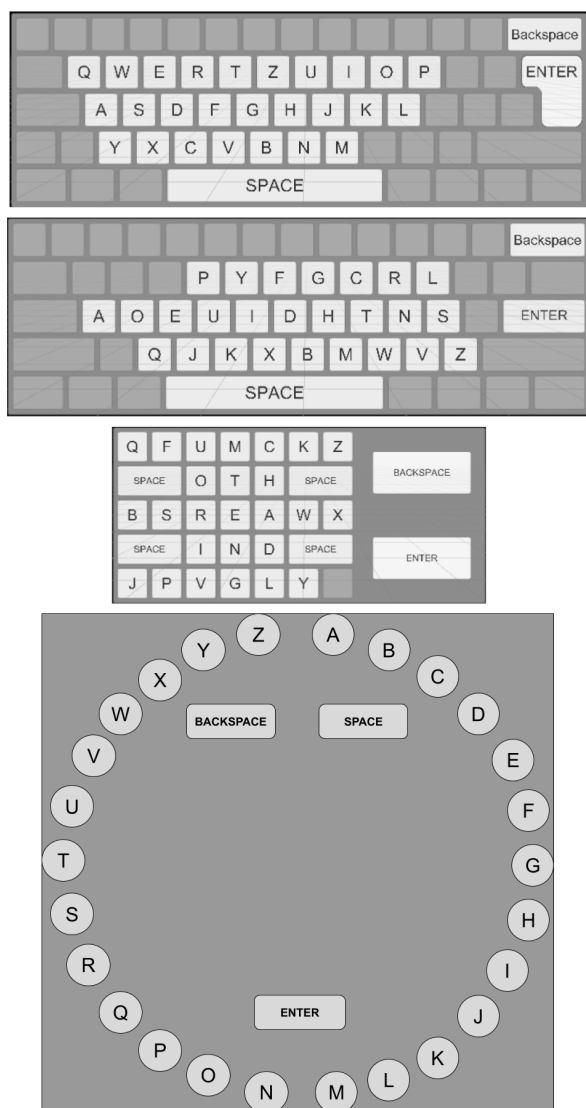
### 4.2 Tipkovnice

Za študijo smo pripravili 4 različne postavitve tipkovnice za vnos besedila, in sicer QWERTZ, DVO-RAK, OPTI in CIRCLE. V nadaljevanju so na kratko opisane izbrane različice tipkovnic.

#### 4.2.1 QWERTZ

Prva izmed tipkovnic je QWERTZ. Ta je izmed izbranih najbolj poznana predvsem v osrednji Evropi

in seveda tudi v Sloveniji. Je alternativa standardni postavitvi tipkovnice QWERTY. QWERTZ je nastala med letoma 1980 in 1900, s tem da bi se le ta prilagodila govorečemu jeziku in omogočila optimalno tipkanje v določenih državah. Primarni razlog za uporabo QWERTZ pred QWERTY v Evropi je predvsem frekvenca uporabe črk 'z' in 'y' v besedah. V Evropskih jezikih je frekvenca črke 'y' veliko manjša od frekvence črke 'z'. Dober primer kjer je frekvenca 'z' večja od 'y' je Nemčija, kjer ta postavitev omogoča bolj optimalno rešitev za tipkanje. Velikokrat v nemških besedah se 't' pojavi zraven 'z' in ta bližina na tipkovnici omogoča hitrejše tipkanje. V Sloveniji še v času Jugoslavije je prav tako prišlo do izbire QWERTZ tipkovnice, saj se v slovenskem jeziku 'y' ne uporablja [1, 2].



**Slika 1:** Postavitve tipkovnic (QWERTZ, DVORAK, OPTI in CIRCLE po vrsti od zgoraj navzdol).

#### 4.2.2 DVORAK

Naslednja postavitve tipkovnice, ki jo bomo uporabili je DVORAK postavitve tipkovnice. Razvila in

patentirala sta jo August Dvorak in njegov zet William Dealey, leta 1936. Njihov cilj je bil, razviti postavitve tipkovnice, ki bi zmanjšala napake pri pisanju, pohitrila pisanje in zmanjšala utrujenost uporabnika. Skozi desetletja je nastalo še nekaj različic DVORAK tipkovnice in na koncu je leta 1982 uveljavil standard za Dvorakovo postavitve tipkovnice. Tipkovnica naj bi predstavljala bolj optimalno alternativo QWERTY postavitve tipkovnice za angleški jezik. Dvorak tipkovnica je zelo podobna QWERTZ tipkovnici, le da so vse črke na njej pomešane razen 'a' in 'm' [3].

#### 4.2.3 OPTI

OPTI postavitve tipkovnice je nastala v sklopu raziskave, ki sta jo vodila Scott MacKenzie in Shawn X. Zhang, leta 1999. OPTI postavitve je prav tako kot DVORAK tipkovnica nastala kot optimizirana alternativa QWERTY postavitvi tipkovnice za angleški jezik. Ta postavitve je bolj skržena s prejšnjimi dvema, saj je sestavljena iz 5 vrstic in 7 stolpcev (v obliki pravokotnika). OPTI tipkovnica je optimizirana tako, da so črke na tipkovnici po bližini razporejene glede na pogostost sosednosti pojavitve v besedah angleškega jezika. Na primer za besedo "other" lahko opazimo na Sliki 1, da so vse črke na sredini in zaporedni črki sta si kar sosednji na tipkovnici. To je le primer in ne velja za vse besede angleškega jezika. Zanimivost te tipkovnice je, da ima kar 4 presledke, kar je lahko tudi prednost v hitrostnem tipkanju, saj lahko uporabnik izbere najbližji presledek med vpisovanjem. Ker ta tipkovnica nima tipk 'Backspace' in 'Enter' smo te za potrebe naše študije dodali zraven tipkovnice [6].

#### 4.2.4 CIRCLE

Zadnja tipkovnice je CIRCLE postavitve. Za razliko od ostalih je CIRCLE postavitve tipkovnice povsem neznana. CIRCLE postavitve ne predstavlja optimizacijo prejšnjih, ampak le alternativo. Dodali smo jo k projektu, zato da bi opazovali in tudi primerjali razliko v interakciji z ostalimi manj znanimi tipkovnicami. Zanimalo nas je tudi ali lahko nepoznana, a kljub temu že znana postavitve črk (angleški abecedni vrstni red črk) na tipkovnici lahko olajša uporabnika pri vpisovanju, saj so črke postavljene na krožnico v angleškem abecednem redu v smeri urinega kazalca. Na Sliki 1 je prikaza CIRCLE postavitve tipkovnice. Za lažjo uporabo tipkovnice smo se odločili, da so tipke "Backspace", "Enter" in "Space" premaknjene bolj proti sredini krožnice, kar bi lahko tudi omogočilo hitrejše vpisovanje, zaradi bolj enakomerne razdalje od vseh črk. Uporaba CIRCLE postavitve tipkovnice je lahko možna le v virtualnem svetu s kontrolerji, saj v realnem svetu oz. pri fizičnem pisanju CIRCLE tipkovnica nebi prišla v poštev pod nobenim pogojem, saj bližina črk je pomembna za hitro tipkanje.

### 4.3 Potek Študije

Vsak udeleženec se je najprej usedel za mizo in izpolnil izjavo za pristop k študiji in prvo stran vprašalnika. Po tem smo posameznemu udeležencu razložila tako rečeno "pravila igre" oz. kaj bo moral delati v sklopu študije. Za naslednji korak smo se preselili v virtualno

	DVORAK	OPTI	CIRCLE
QWERTZ	$h = 1,$ $p = 6.34e^{-73},$ $ci[-16.57, -13.90]$	$h = 1,$ $p = 3.57e^{-53},$ $ci[-14.28, -11.32]$	$h = 1,$ $p = 8.52e^{-82},$ $ci[-19.23, -16.44]$
DVORAK		$h = 1,$ $p = 0.0010,$ $ci[-4.20, -0.68]$	$h = 1,$ $p = 0.0014,$ $ci[-4.29, -0.91]$
OPTI			$h = 1,$ $p = 9.53e^{-10},$ $ci[-6.84, -3.23]$

**Tabela 1:** Tabela statističnih rezultatov o času z Mann-Whitney U testom med pari tipkovnic

okolje, tako da smo udeleženca opremili s pripomočki virtualne resničnosti (naglavni prikazovalnik in kontrolerji) in zagnali aplikacijo. Pred začetkom smo udeležencu še podali zadnja napotke znotraj virtualnega okolja. Ko je bil ta pripravljen je začel s študijo. Študija posamezne tipkovnice je bila sestavljena najprej iz treninga, kjer je vsak od udeležencev imel čas spoznati tipkovnico pri vpisovanju petih fraz in iz glavnega dela študije z zbiranjem podatkov pri vpisovanju desetih fraz. Vse fraze so iz I. Scott MacKenzie in R. William Soukoreff zbirke fraz. Pri treningu je udeleženec vpisal posamezno frazo in ko je bil zadovoljen z vpisanim je kliknil na tipko 'Enter'. Po kliku na tipko 'Enter' je udeleženec imel še zmeraj možnost vračanja na vpisovanje iste fraze, če je med vpisovanjem po nesreči kliknil na 'Enter' ali pa nadaljevanja na naslednjo frazo. Konec treninga sta označevali besedi "THANK YOU". Po končanem treningu je lahko udeleženec začel z glavnim delom študije za trenutno postavitev tipkovnice. Študija je poteka prav tako kot trening, le da je pri tej moral prepisati, ne le 5 fraz, ampak kar 10 fraz. Med vsako frazo, tj. po kliku na tipko 'Enter' ali pred začetkom vpisovanja fraze je udeleženec imel možnost počitka, saj je merjenje časa potekalo od začetka pa do klika na tipko 'Enter'. Prav tako kot pri treningu sta konec študije označevali besedi "THANK YOU". Ko je končal s prepisovanjem je moral udeleženec izpolniti ustrezen del vprašalnika, ki ga je sestavljal le NASA TLX vprašalnik. Po izpolnitvi NASA TLX vprašalnika se je postopek ponovil še ostale 3 postavitve tipkovnice. Ko so udeleženci zaključili z vsemi postavitvami tipkovnice in ustreznimi vprašalniki so morali izpolniti se splošni del vprašalnika, ki je bil sestavljen iz krajše verzije vprašalnika uporabniške izkušnje (UEQ), vprašalnik o oceni slabosti (MSAQ) in še na nekaj primerjalnih ter demografskih vprašanj.

Vsak udeleženec je skupaj s treningom v teku celotne študije moral prepisati:

$$4 \text{ postavitve} * (5 \text{ trening} + 10 \text{ študija}) = 60 \text{ fraz. (1)}$$

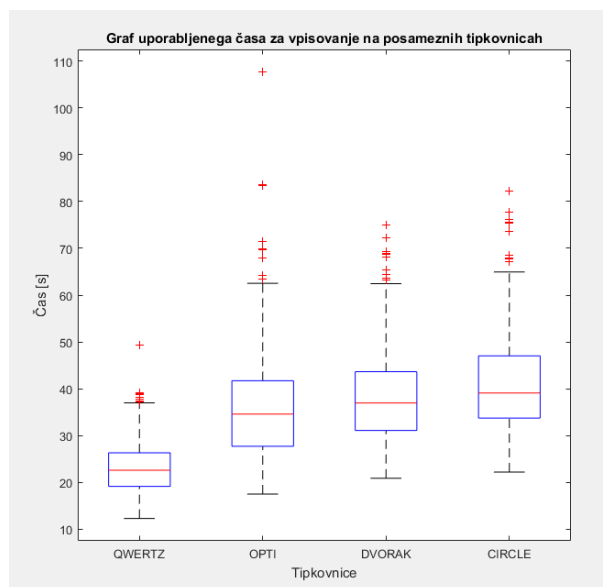
## 5 Rezultati študije

V tem poglavju bomo predstavili rezultate študije.

### 5.1 Čas

Čas vpisovanja smo definirali kot čas od trenutka, ko je uporabnik začel s prepisovanjem fraz do trenutka ko je

uporabnik kliknil na tipko 'Enter'. S tem smo uporabniku omogočili nekaj časa za prebrati posamezno frazo pred začetkom vpisovanja oz. pred vpisom prvega znaka. Povprečni časi izvajanja so: QWERTZ 23.36s, DVORAK 38.60s, OPTI 36.16s in CIRCLE 41.20s.



**Slika 2:** Boxplot graf časa po tipkovnicah.

Na Sliki 2 je predstavljen boxplot graf časa vpisovanja na posameznih tipkovnicah. Iz grafa lahko sklepamo, da postavitev tipkovnice lahko vpliva na zmanjšanje časa vpisovanja, saj je čas vpisovanja pri bolj znani tipkovnici QWERTZ krajši od časov vpisovanja pri ostalih manj znanih in neznanih tipkovnicah.

Nadaljnja analiza z uporabo Mann-Whitney U test je pokazala signifikantno statistično razliko v času vpisovanja med vsakim parom postavitev tipkovnic. Rezultati statistične analize so prikazani v tabeli 1

Dodatna statistična analiza z ANOVA testom varianc prav tako označuje signifikantni vpliv postavitve tipkovnice na čas vpisovanja ( $\chi^2_{7.81} = 492.76, p = 1.77e^{-106}$ )

	DVORAK	OPTI	CIRCLE
QWERTZ	$h = 1,$ $p = 2.56e^{-93},$ $ci[5.48, 6.41]$	$h = 1,$ $p = 2.35e^{-66},$ $ci[4.55, 5.57]$	$h = 1,$ $p = 3.10e^{-107},$ $ci[6.08, 6.98]$
DVORAK		$h = 1,$ $p = 3.83e^{-5},$ $ci[0.47, 1.30]$	$h = 1,$ $p = 9.54e^{-4},$ $ci[0.24, 0.93]$
OPTI			$h = 1,$ $p = 3.57e^{-1},$ $ci[1.06, 1.87]$

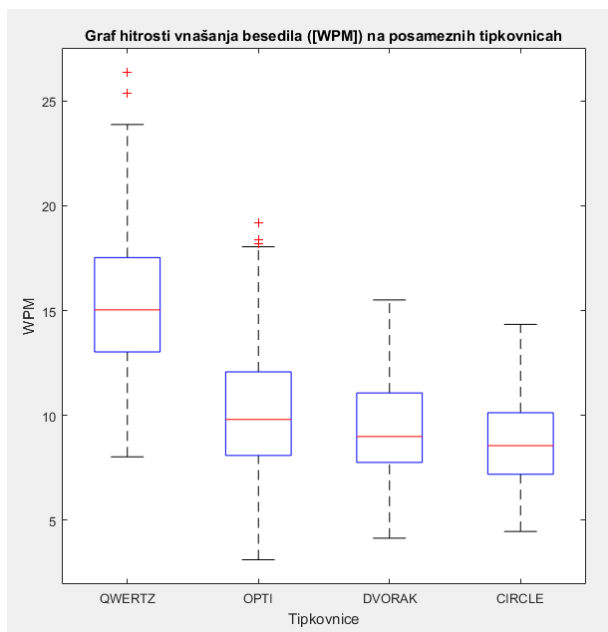
**Tabela 2:** Tabela statističnih rezultatov o hitrosti (WPM) z t-testom med pari tipkovnic

## 5.2 Hitrost vpisovanja: besede na minuto (WPM)

Za izračun WPM smo uporabili naslednjo formulo:

$$\frac{|\text{text}|}{\text{čas (min)}} * \frac{1}{5} \quad (2)$$

Pri izračunu smo uporabili le končno prepisano frazo. Dolžino prepisane fraze smo delili s časom za prepisovanje v minutah in dobljeni rezultat deliti s 5 kar predstavlja povprečno dolžino besede v angleškem jeziku. Povprečne hitrosti pri izvajanju na tipkovnicah so: QWERTZ 15.24WPM, DVORAK 9.30WPM, OPTI 10.18WPM in CIRCLE 8.72WPM.



**Slika 3:** BoxPlot graf hitrosti po tipkovnicah.

Na Sliki 3 je prikazan boxplot graf hitrosti vpisovanja za vsako tipkovnico. Iz grafa lahko opazimo, da postavitev tipkovnice lahko vpliva na hitrost vpisovanja. Rezultati kažejo, da je povprečna hitrost uporabnika višja na QWERTZ postavitvi tipkovnice, kot na ostalih izbranih tipkovnicah. Iz grafa lahko sklepamo da hitrosti na tipkovnicah OPTI, DVORAK in CIRCLE niso statistično različne, medtem ko hitrost na tipkovnici QWERTZ se statistično razlikuje od ostalih.

Nadaljnja statistična analiza z uporabo t-testa neodvisnih vzorcev (tabela 2) je pokazala signifikantno razliko v hitrosti vpisovanja med paroma postavitev tipkovnic.

Dotatna analiza z ANOVA testom varianc prav tako označuje signifikantni vpliv postavitve tipkovnice na hitrost vpisovanja ( $F_{2,6121} = 364.09, p = 2.12e^{-169}$ ).

## 5.3 Napake

Napake smo definirali, kot vse tiste, ki jih uporabnik ni popravil pri vpisovanju in so ostale v prepisanih frazah. Med te štejemo vse razlike, bodisi manjkajoči znaki bodisi višek znakov, med originalno frazo, ki jo je moral uporabnik prepisati in frazo, ki jo je le-ta prepisal. V spodnji tabeli (Tabela 3) je predstavljena povprečna stopnja napak za vsako tipkovnico. V tabeli je predstavljena tudi povprečna vrednost klika tipk na znak (ang. Keystrokes per Character), tj. število pritiskov tipk potrebno za ustvarjanje znakov besedila za vnosa besedila. To pomeni, da bližje kot je KSPC vrednost vrednosti 1, bolj natančno je vpisovanje besedila. Popravljanje fraze lahko drastično poveča vrednost KSPC, medtem ko pravilno prepisana fraza brez vmesnega popravljanja ohrani vrednost KSPC na 1.

	Stopnja napak	KSPC
QWERTZ	$0.88 \pm 2.42$	$1.16 \pm 0.20$
DVORAK	$0.99 \pm 2.25$	$1.11 \pm 0.17$
OPTI	$1.22 \pm 2.92$	$1.08 \pm 0.21$
CIRCLE	$1.33 \pm 2.83$	$1.08 \pm 0.13$

**Tabela 3:** Tabela povprečnih napak prepisanih fraz

## 6 Razprava

Predstavljeni rezultati jasno nakazujejo na prednost QWERTZ postavitve tipkovnice nad ostalimi postavitvami tipkovnic.

Ena od možnih razlag za takšne rezultate je poznavanje tipkovnice. To je dobro opazno iz Slike 2, ki prikazuje povprečen čas vpisovanja. Čas vpisovanja je precej odvisen od popravljanja napak, ki jih je uporabnik storil med vpisovanjem. Popravljanje napak je lahko drastično podaljšalo čas vpisovanja, saj pri nepoznani tipkovnici lahko uporabnik uporabi več

časa za ponovno iskanje črk. Primer tega je najvišji osamelec pri OPTI tipkovnici na grafu, kjer je uporabnik porabil približno 70sekund več od povprečnega časa vpisovanja. Uporabnik se je med izvajanjem študije odločil za večkratno popravljanje napak in tako je moral dvakrat prepisati večji del fraze, kar je tudi privedlo do tega rezultata.

Naslednji razlog lahko stoji v hitrosti vpisovanje, ki močno vpliva na čas vpisovanja. Hitrost vpisovanja je poleg poznavanja tipkovnice precej odvisna od izkušenj v VR in tudi ročnimi spretnostmi posameznika. Že pri izvajanju študije je bilo opazno da je veliko uporabnikov z VR izkušnjami izvajalo nalogo hitrejšo od tistih z manj ali brez izkušenj. Manjši in bolj natančni premiki rok pri vpisovanju so prav tako vplivali na hitrost vnašanja besedila.

Iz rezultatov analize smo ugotovili, da je tipkovnice CIRCLE še kar primerljiva z ostalima dvema manj poznanimi tipkovnicama OPTI in DVORAK. Povprečne vrednosti časa in hitrosti pri teh treh tipkovnicah se ne preveč razlikujejo. Kljub temu pa lahko opazimo zelo zanimive rezultate v stopnji napake in KSPC. Pri CIRCLE je stopnja napak najvišja medtem ko pa KSPC najnižji, to lahko pomeni malomarnost ali pa so udeleženci samo spregledali narejena napake in s tem znižali vrednost KSPC, saj niso popravili fraze. Medtem ko pa pri QWERTZ so rezultati ravno obratni, to lahko pomeni, da so udeleženci sproti popravili napake. Menimo pa, da bi se pri nadaljnji uporabi le-teh povprečne vrednosti časa, hitrosti in stopnja napak ter KSPC lahko močno spremenile. Možno je tudi, da bi ena izmed teh lahko bila boljša od QWERTZ pri dolgoročni uporabi.

## 7 Zaključek

V predstavljenem članku smo opisali in predstavili rezultate izvedene študije na štirih različnih postavitvah tipkovnice v VR. Iz rezultatov smo ugotovili, da je QWERTZ tipkovnica najprimernejša za uporabo v VR. V tem članku smo opisali le del zajetih podatkov, saj se je študija izvajala v okviru magistrske naloge in ostali podatki in povezani rezultati bodo predstavljeni v sklopu magistrske naloge oz. v nadaljnjih delih. Možnih izboljšav v izvajanju študije je veliko, saj iz naše študije nismo pridobili vseh odgovorov. V naši študiji so pretežno sodelovali uporabniki QWERTZ oz. QWERTY postavitve tipkovnice. Tako so ostale tipkovnice bile skoraj povsem neznane za vse uporabnike. Menimo, da bi lahko dodatna študija, kjer bi sodelovali uporabniki z dolgoročnimi izkušnjami z tipkovnicami QWERTZ ali QWERTY, OPTI in DVORAK, itd., pokazala različne rezultate kot smo jih predstavili v tem članku. S tem bi lahko pridobili bolj primerljive rezultate, saj bi poznavanje tipkovnice bilo bolj uravnoteženo. Kljub temu se zavedamo, da bi bilo to težje izvedljivo, saj je dolgoročnih uporabnikov DVORAK veliko manj kot QWERTZ in dolgoročnih uporabnikov OPTI postavitve tipkovnice lahko sploh ni.

## Viri

- [1] Wikipedia., *QWERTY Keayboard*. <https://en.wikipedia.org/wiki/QWERTY>
- [2] Wikipedia., *QWERTZ Keayboard*. <https://en.wikipedia.org/wiki/QWERTZ>
- [3] Cassingham, R. , *The Dvorak Keyboard*. <https://www.dvorak-keyboard.com/>
- [4] Speicher, Marco and Feit, Anna Maria and Ziegler, Pascal and Krüger, Antonio, *Selection-based text entry in virtual reality*, Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–13, 2018
- [5] Buzing, Pieter, *Comparing different keyboard layouts: aspects of qwerty, dvorak and alphabetical keyboards*, Delft University of Technology Articles, 2003
- [6] MacKenzie, I Scott and Zhang, Shawn X, *The design and evaluation of a high-performance soft keyboard*, Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems, 25–31, 1999
- [7] Unity Technologies, *Unity*. <https://unity.com/>
- [8] Wikipedia, *Unity (game engine)*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(game\\_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine))
- [9] Valve Corporation, *Steam*. <https://store.steampowered.com/>
- [10] Wikipedia, *Steam*. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Steam>
- [11] Valve Corporation, *SteamVR*. <https://store.steampowered.com/app/250820/SteamVR/>