

Telepredavanja prek javnega komunikacijskega omrežja - izvedba in pridobljene izkušnje

Tomaž Finkšt, Marjan Jenko

*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana, Slovenija
E-pošta: marjan.jenko@fs.uni-lj.si*

Povzetek. Predavanja pedagoškega procesa po navadi izvajamo s študenti in predavateljem v istem prostoru. Tako dosežemo neposrednost prenašanja informacij. Interaktivnost oziroma spraševanje, odgovarjanje in diskusija so naraven način razmišljanja in prenosa profesionalne intuicije. Decentralizacija poučevanja je najprej povzročila nastajanje lokalnih šolskih centrov. S tem je izobraževanje geografsko približano lokalnim središčem. Z decentralizacijo povezano distribuirano poučevanje s končno množino ustreznih kadrov pripelje do izvedbe s potujočimi učitelji in ponavljanja predavanj, kar raziskovalnemu delu jemlje čas in energijo. Ustrezna tehnološka podprtost pa omogoča sočasno poučevanje na več geografskih lokacijah. Prispevek podaja tehnične in družboslovne izvedbene izkušnje telepredavanj izrednim študentom strojništva na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani.

Ključne besede: telepredavanja, informacijsko-komunikacijska tehnologija, videokonferenčni sistem, distribuirano učenje

Methods for performance in tele-lecturing via a public communication network

Abstract: Lecturing is usually performed with all the contributors in the same physical space. All communication channels can be used because of proximity and consequentially is the information given to the audience most comprehensively. The process of lecturing can be most interactive, which gives means for building up the professional intuition. One trend in modern teaching methods is searching for higher productivity by decreasing the amount of commuting and dislocations of people – local education centres are built and lecturers are commuting instead of the students. This puts more burdens on the lecturers who repeat courses for smaller groups. Less time is consequentially available for research. Modern information and communication technologies give means for distributed lecturing without need for course repetitions on different locations. Development of methods for achieving performance in tele-lecturing of the working students at the Fakulteta za strojništvo in Ljubljana is the contribution of this work.

1 UVOD

O tehnikah vsebinsko polnega in izvedbeno kakovostnega pedagoškega procesa obstaja veliko napotkov. Diplomanti pedagoške fakultete so ciljno usmerjeni za poučevanje posameznih predmetov s poudarkom na izvajanju pedagoškega procesa [1] in na vsebini posameznih predmetov. Ti kadri izvajajo pedagoški proces od vrtca do višjih šol. Visokošolski učitelji potrebujejo za prvo habilitacijo tudi končano didaktično usposabljanje za pripustitev k samostojnemu

pedagoškemu delu.

Usposabljanje za pedagoško delo kandidate usposobi predvsem za delo s širokim intelektualnim in značajskim spektrom študentov in dijakov v večjih ali manjših skupinah. Poudarek usposabljanja je na motiviranju in kontroliranju skupine, na razumevanju posameznikovih značilnosti in vzpostavljanju produktivnosti v okolju, ki lahko hitro namesto dela vzpostavi svoj način sobivanja. To se zgodi hitro, če pedagog ni dovolj zanimiv ali avtoritativen.

Po dolgih letih inkrementalnih izboljšav je navaden pedagoški proces, ki poteka s predavatelji in študenti ali dijaki v istem prostoru, utečen. Merimo znanje študentov in dijakov, izvajamo ankete njihovega zadovoljstva s procesom, postopki so utečeni in rezultati so v okviru pričakovanj. Vsak izredni dogodek je analiziran in v nadaljevanju so ukrepi vključeni v sistem preprečitve neželene situacije.

Distribuiran pedagoški proces je manj uveljavljen kot klasični, kjer so predavatelji in študenti fizično v istem prostoru.

V nadaljevanju posredujemo izkušnje postavitve in izvedbe distribuiranega pedagoškega procesa pri poučevanju elektrotehniške izrednim študentom Fakultete za strojništvo v Ljubljani.

Tak pristop je novost v izobraževalnem procesu. Razlogov je več. V pedagogiki je vedno poudarjen neposreden stik v prenašanju informacij in razmišljanja. Geografska razdalja neposrednost stika otežuje. Porazdeljenost potrebuje tudi ustrezno tehnološko podprtost in usposobljenost sodelujočih. Razlika med polpreteklim in današnjim časom pa je obstoj delujočega javnega nizkocenovnega komunikacijskega

omrežja, skozi katero lahko pretakamo poljubne podatke med poljubno oddaljenimi kraji.

Za prenos zvočno-slikovnega gradiva v realnem času prek javnega omrežja so pomembne vsaj naslednje zahteve:

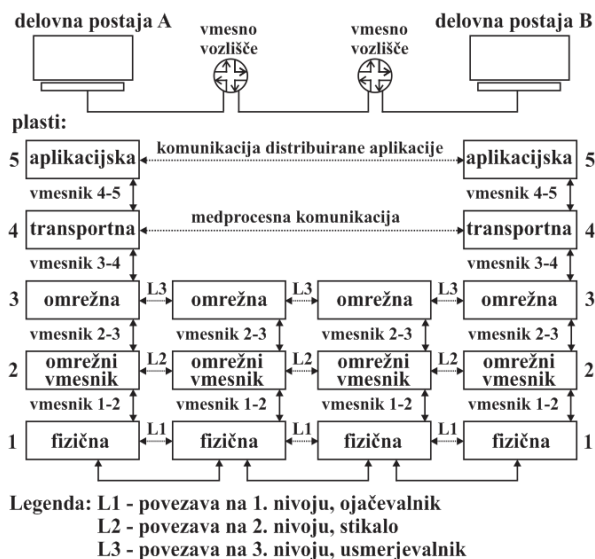
- Stalnost in stabilnost časovnih značilk pretoka podatkov v celotnem času rabe zvočno-slikovnega sistema.
- Zanesljiv prenos kontrolnih podatkov.
- Prioriteten prenos podatkov zvočno-slikovnih aplikacij zaradi njihovega delovanja v realnem času.

1.1 Potreba po stalnosti in stabilnosti časovnih značilk pretoka podatkov v celotnem času rabe zvočno-slikovnega sistema

Potreba po stalnosti in stabilnosti časovnih značilk pretoka podatkov sestoji iz potrebe po čim manjšem raztrosu zakasnitev posameznih prenosov podatkov in potrebe po čim manj izgubljenih podatkih na prenosni poti.

Internetno omrežje je bilo načrtovano predvsem za prenos podatkov in tehnologija za zvočno-slikovne prenose je dodana šele v zreli fazi razvoja internetnih tehnologij [2].

Slika 1 prikazuje sodelujoče podatkovne plasti distribuirane aplikacije. Informacijski paketi potujejo med delovnima postajama A in B prek usmerjevalnikov, ki dinamično določajo optimalne poti podatkovnim paketom. Na sliki 1 je prikazana le ena od vseh mogočih poti za prenos podatkovnih paketov med delovnima postajama A in B.



Slika 1: Sodelujoči podatkovni nivoji distribuirane aplikacije

Skrb sistemskega nivoja, pod aplikacijskima plastema na sliki 1 in med njima je čim bolj zmanjšati transportni čas, raztros transportnega časa in množino izgubljenih podatkov. Izbira v danem trenutku najhitrejša poti je pogojena s sprotno obremenjenostjo omrežja. Vmesna

vozišča na sliki 1 pri sprotni izbiri podatkovne poti uporabljajo kontrolne podatke v omrežnih paketih na 3. podatkovnem nivoju (Internet Protocol, IP).

Na transportnem nivoju, slika 1, preprosto in hitro komunikacijo za prenos slike in zvoka brez preverjanja dospetja podatkov ureja User Datagram Protocol (UDP).

Ciljna aplikacija mora najprej urediti vrstni red dospelih podatkovnih paketov, saj nekateri paketi potujejo skozi omrežje dalj časa kot drugi, nekateri paketi pa izrazito zamujajo ali pa celo ne dospejo. Zvočno-slikovni prenos mora delovati tudi brez tistih podatkovnih paketov, ki bistveno zamujajo ali ki ne dospejo, čeprav so bili poslani.

Uporabniška odličnost arhitekture paketnega omrežja je v tem, da oddaljeni deli distribuirane aplikacije med sabo komunicirajo le na aplikacijski ravni, preostala komunikacija pa poteka na ravni komunikacijske infrastrukture.

1.2 Potreba po zanesljivem prenosu kontrolnih podatkov

IP je tako imenovani "best effort" protokol oziroma protokol, ki kar najbolj omogoča potreben prenos podatkov. Omrežje pa je javno in trenutne zahteve različnih uporabnikov po pretoku raznovrstnih podatkov pomenijo stohastične spremenljivke.

Uporaba protokola UDP na transportni ravni, slika 1, omogoča hiter prenos, saj ni preverjanja celovitosti sprejetih podatkov, ni potrebno sprotno potrjevanje dospetja podatkov in ni ponovnega pošiljanja ob izgubi podatkov [3]. Slikovno-zvočne aplikacije za delo v realnem času lažje prenesejo občasno izgubo kot povečano zakasnitev v prenosu podatkov.

Za kontrolne podatke aplikacije, ki se v podatkovnem prenosu ne smejo izgubiti, je uveden Real Time Control Protocol (RTCP) v aplikacijski plasti podatkovnega prenosa, slika 2. Enak pristop uporablja telefonija VoIP za kontrolne podatke.

zvok	slika	kontrola & upravljanje
zvočni kodeki	slikovni kodeki	RTCP
UDP		
IP		
podatkovni paketi		
baker, optično vlakno in brezžična povezava		

Legenda:
 RTCP: Real Time Control Protocol
 UDP: Univ. Datagramski Protokol
 IP: Internetni Protokol

Slika 2: Delitev prenosnih poti v zvočno-slikovnih aplikacijah na hitre (zvok, slika) in na zanesljive poti (kontrola, upravljanje)

1.3 Potreba po prioritetnem prenosu podatkov zvočno-slikovnih aplikacij zaradi njihovega delovanja v realnem času

Ker je omrežje IP zasnovano za kar največjo izrabo prenosnih poti s sprotnim dodeljevanjem trenutno najbolj prepustnih segmentov poti in ker po omrežju lahko pošiljamo vsakršne podatke v različnih količinah, je potreben tudi mehanizem za določanje prioritete prenosa. S tem omogočimo podatkovnim prenosom slike in zvoka v realnem času na prenosni poti prednostno obravnavo. Sistem za dodeljevanje prednosti posameznim podatkovnim pretokom imenujemo Kakovost storitve oziroma Quality of Service (QoS) [4].

2 PEDAGOŠKE ZAHTEVE ZA IZVEDBO GEOGRAFSKO DISTRIBUIRANEGA PEDAGOŠKEGA PROCESA

Geografsko distribuiran pedagoški proces mora zadostiti vsaj naslednjim pedagoškim zahtevam:

- V luči komunikacije je zahtevana virtualna eliminacija razdalje med udeleženci.
- Sociološka zahteva je primerljivo obvladovanje in motivacija skupine kot pri navadni izvedbi predavanj.

2.1 Virtualna eliminacija razdalje

Obstoječih orodij za eliminacijo fizičnih razdalj za osebno rabo je veliko in veliko jih je v različnih fazah razvoja. Komuniciranje v skupini kompetentnih posameznikov oziroma distribuirane konference omogočajo konferenčni sistemi, npr. Evo s Caltecha ali komercialni konferenčni sistemi Tandberg, Polycom in Aethra.

Za komuniciranje v realnem času na osebni ravni največ uporabljamo Skype in MS Messenger.

Virtualni eliminaciji razdalje v pedagoškem procesu se še najbolj približuje Moodle (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment) [5]. Ni naključje, da ta sistem razvijajo pretežno v Avstraliji, kjer so redko poseljena območja. Moodle uvajajo tudi v precej slovenskih srednjih šolah kot dopolnitev osnovnega izobraževalnega procesa v smislu transparentnosti in vsepovsodne dostopnosti informacij.

Ta produkt pa še ne omogoča komunikacije v realnem času.

Telepredavanja zahtevajo preprosto in zanesljivo slikovno in zvočno komunikacijo v realnem času. Na prvi pogled je ta zahteva identična izvedbenim zahtevam distribuiranih konferenc. Izvajanje telepredavanj v realnem okolju pokaže, da zahteve predavanj in konference niso enake. Motiviranost udeležencev videokonference in telepredavanja je lahko zelo različna. Odzivnost predavatelja mora ostati na enaki ravni kot ob klasični izvedbi predavanj, da pozornost in posledično uspešnost ne upadeta.

Zaradi začetnega nepoznavanja specifične virtualne eliminacije razdalje v pedagoškem procesu smo začeli uporabljati samo profesionalni videokonferenčni sistem. V nadaljevanju smo sistem dograjevali z orodji za komunikacijo na osebni ravni. Anketa na koncu semestra je pokazala, da so nam študenti priznali uspešnost izvedbe šele v drugi polovici semestra.

2.2 Obvladovanje in motivacija geografsko distribuirane skupine

Motiviranje motiviranih niti ni potrebno. Zato in zaradi zmanjševanja stroškov v distribuiranih podjetjih nadomeščajo fizična potovanja vodilnih delavcev z zvočno-slikovnimi konferencami v realnem času.

Teoretično je pedagoški proces glede komunikacijskih zahtev zelo podoben delovnim sestankom v podjetjih. Praktično dnevno pedagoško delo pa pokaže, da je motivirati skupino za koncentracijo in sodelovanje veliko težje, če niso dejavni vsi informacijski kanali. Na daljavo se prenašajo le slike omejenih izrezov prostora in selekcioniran zvok, kontrola celostne situacije pa je težja kot pri navadnem načinu izvedbe pedagoškega procesa.

3 IZVEDBA TELEPREDAVANJ

Osnova za izvedbo telepredavanj je zmogljiv videokonferenčni sistem. Organizacijo telepredavanj smo med semestrom modificirali v skladu s sprotnimi izkušnjami.

3.1 Videokonferenčna oprema

Videokonferenčna oprema z uporabniškega stališča zajema sliko in zvok na lokaciji ter oddaja sliko in zvok z drugih lokacij. Tehnološka osnova so algoritmi za komprimiranje in dekomprimiranje podatkov, širokopasovne internetne povezave in strojna oprema za posredovanje slike in zvoka. Povezljivost opreme določa ITU (International Telecommunication Union) priporočilo H.323 o video in zvočnem komuniciranju prek paketnega omrežja [6].

Manj ambiciozne konferenčne naprave so implementirane z osebni računalniki in s perifernimi dodatki, profesionalne naprave pa so grajene z vgradnimi sistemi na namenski strojni opremi. To omogoča optimizacijo hitrosti procesiranja podatkov in še preprostejšo uporabo. Za telepredavanja smo uporabili profesionalen videokonferenčni sistem Tandberg.

Videokonferenčna oprema mora biti skoraj trivialna za upravljanje in delovati mora brez premorov in popačenj. Pomembna je tudi ureditev prostorov. V zvočnih napravah je vgrajenih veliko algoritmov za izboljševanje razumljivosti govora, odstranjevanje odmeva, programske simulacije prostorskega zvoka tudi za majhne prostore in za preprečevanje pozitivne povratne vezave prek mikrofona in zvočnikov, ki pri nasičenju sproži zoprn pisk po navadi z visoko

frekvenco. Kljub vsem razpoložljivim programskim popravkom zvoka je še vedno pomembno, da mikrofoni zajemajo čim manj zvoka iz zvočnikov. Pri snemanju filmov kamero upravlja operater. Pri videokonferencah kamero bolj ali manj posrečeno upravljajo udeleženci ali pa je vnaprej nastavljena na določen izrez prostora.

3.2 Modifikacija konferenčnega sistema za izvedbo telepredavanj

Osnovni videokonferenčni sistem omogoča prenos slike prostora in zvoka iz nekaj mikrofонов. Kamere lahko daljinsko upravljamo, sliko približujemo in oddaljujemo. Zvok zajemamo z enim ali več mikrofoni, ki imajo različne zvočne karakteristike.

Praksa pokaže, da uspešna izvedba telepredavanj zahteva več, kot je bilo naštet. Predavatelj mora držati publiko v pozornosti. Zato mora biti osredinjen na predavano snov. Upravljanje zvočno-slikovnega sistema oziroma usmerjenosti kamer in njihove goriščnice je lahko le predavateljeva postranska aktivnost, ki jo zato izvaja bistveno slabše, kot bi bilo optimalno. Pri pisanju po navadni tabli je omejen z velikostjo in ločljivostjo prenašane slike.

Konferenčnemu sistemu smo med semestrom dodali slikovna prenosa sprotne pisanja snovi in obraza predavatelja, slike 4, 5 in 6. Kot pripravno se izkaže pisanje izpeljav na papirne liste A4, postavljene neposredno pod namensko kamero. Te liste vzorčimo po vsakem predavanju in jih arhiviramo na mrežni strežnik v prenosni podatkovni obliki za individualne prenose in samostojen študij.

Vsaj slika obraza je na prvi pogled nepotrebna. Vendar praksa pokaže, da obrazna mimika sogovorcev bistveno vpliva na kakovost prenašanja informacij.

Slika 6 prikazuje podajanje informacij na drugi strani podatkovne zveze. Na enem platnu je stalna osnovna videokonferenčna slika, na drugem platnu izmenjujemo sliko pisanja predavane snovi, zaslona predavateljevega računalnika in govorečega obraza.

Hkratna predavanja smo ves semester izvajali v Ljubljani in Tolminu. Pol predavanj je bilo fizično izvedenih na eni, pol na drugi lokaciji.

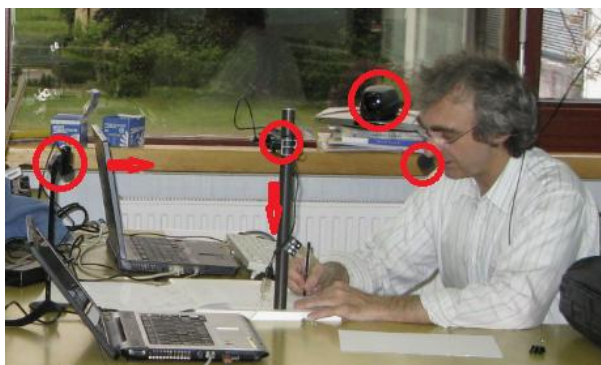
Predavanje je za študente v prostoru predavatelja intenzivnejše kot brez opreme za prenašanje slike in zvoka. Izpeljave so pisane na sneman papir, povečava projekcije rokopisa na platno je poljubno velika, ni vmesnega brisanja table, ves zapis je ves čas predavanja na voljo.

4 EVALVACIJA KAKOVOSTI S TELEPREDAVANJI IZVEDENEGA PEDAGOŠKEGA PROCESA

Kakovost izvedenega pedagoškega procesa ocenjujemo z doseženim študijskim uspehom in z anketo uporabniškega sprejemanja telepredavanj.



Slika 4: Shema sistema telepredavanj v drugi polovici semestra



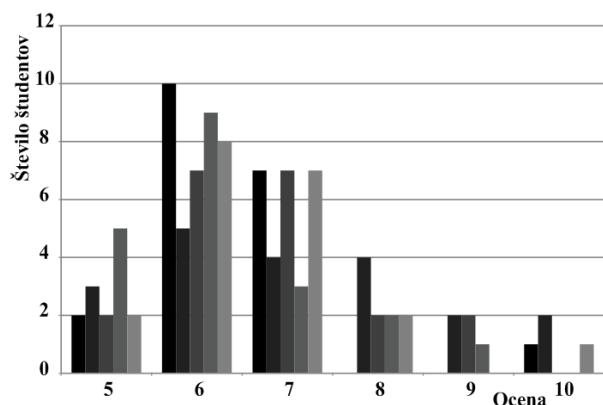
Slika 5: Telepredavanje s sočasnim oddajanjem treh slik in selekcioniranega zvoka



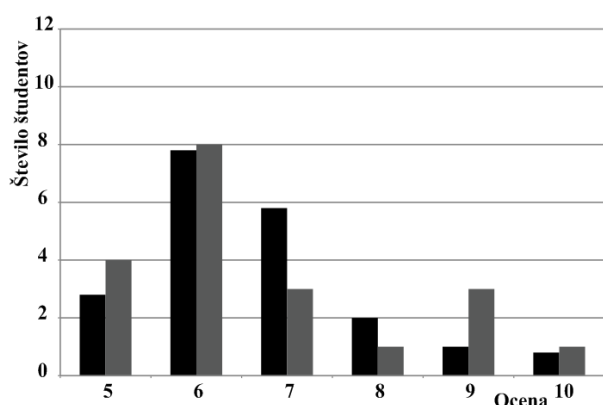
Slika 6: Hkraten sprejem dveh slik in zvoka

Slika 8 kaže izpitne ocene zaporednih petih let predavanj istega predmeta, izvedenih na navaden način s študenti in predavateljem v istem prostoru. Distribucija ocen je primerljiva, kar kaže na doseženo ponovljivost pedagoškega procesa za predavano snov.

Na sliki 9 sta povprečje ocen s slike 8 in ocene, dosežene v semestru s telepredavanji. Tudi ti rezultati so primerljivi. Po pričakovanju rezultati po telepredavanjih v manjši meri odstopajo navzdol. Rezultati na slikah 8 in 9 so normirani na 20 študentov v letniku.



Slika 8: Izpitne ocene zaporednih petih let običajno izvedenih predavanj



Slika 9: Srednja vrednost ocen s slike 8 in ocene po semestru telepredavanj

Numerične rezultate ankete uporabniškega sprejemanja tele-predavanj prikazuje tabela 1.

Tabela 1: Numerični rezultati ankete o ustreznosti telepredavanj

	1	2	3	4	5
Ocenite izvajanje predavanj, kadar v istem prostoru [1..5]	0	1	2	1	3
Ocenite izvajanje predavanj s telepredavateljem [1..5]	0	3	10	4	1
Vaše zadovoljstvo s telepredavanjem [1..5]	1	2	12	2	1
Ocena tehničnega napredka med začetkom in koncem semestra	0	1	2	8	5

Pripombe študentov se nanašajo na tehnične pomanjkljivosti, ki smo jih med semestrom odpravljali in vzpostavili shemo telepredavanj na sliki 4.

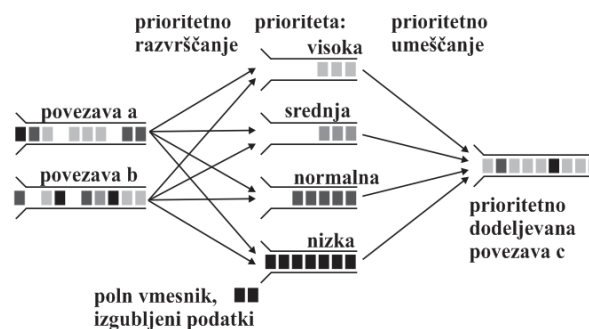
5 OPIS IZKUŠENJ

Praksa pokaže, da videokonferenca potrebuje zanesljiv in stalen pretok 10 Mb/s do vsakega konferenčnega prostora. Omogočanje tolikšne stalne podatkovne prepustnosti še ni samoumevna danost. Različne vrste DSL-povezav do končnega uporabnika prek bakrene

parice z rastočo razdaljo do uporabnika hitro izgubljajo podatkovno prepustnost. V našem primeru je po posredovanju tehnikov na tolminski lokaciji povezava DSL zadostila potrebam.

Ob začetku projekta telepredavanj prihaja do občasnih izpadov slike in zvoka. Tu gre za problem s sistemskega stališča stohastično razporejenih obremenitev paketnega podatkovnega omrežja. Zmogljivejša omrežja imajo večjo prepustnost; ker pa dodajanje prepustnosti stane, operaterji optimizirajo omrežja glede na razmerje med prepustnostjo in ceno. Končni uporabnik nima neposrednega vpliva na zmogljivost prenosnega sistema. Lahko pa ponudniku prenosa reklamira delovanje storitve in sam optimizira parametre prenosnega sistema na svojih lokacijah.

Največji vpliv na doseganje neprekinjenih zvočno-slikovnih prenosov ima dodeljevanje večjih prioritet tem prenosom kot drugim prenosom. Razmere v prenosnem vozlišču ilustrira slika 10.



Slika 10: Selektivno razvrščanje podatkovnih paketov v vozlišču paketnega podatkovnega omrežja

Na sliki 10 podatki pritekajo po povezavah A in B. Prednostna obravnava poteka na ravni Podatkovnih paketov, slika 1. Podatki so razvrščeni v čakalne vrste z različnimi prioritetami pošiljanja podatkov naprej. V izhodno povezavo je dodeljenih največ paketov iz čakalne vrste podatkov z visoko prioriteto prenosa. Algoritem razvrščanja streže prioritetenim potrebam podatkov in če je podatkov preveč, lovi ravnotežje med prioritetenim dodeljevanjem izhodne povezave in izgubljanjem podatkov v čakalnih vrstah podatkov z nižjimi prioritetami [7].

Zmogljivejša vozlišča imajo dejansko različne čakalne vrste za podatke različnih prioritet. Cenejši usmerjevalniki imajo eno samo čakalno vrsto in je selektivno razvrščanje naloga programske opreme.

Reklamiranje storitve operaterju in nastavitve najvišje prioritete zvočno-slikovnega prenosa na uporabniških lokacijah (usmerjevalnik z alternativno vgradno programsko opremo [8]) omogoči kontinuiran podatkovni pretok slike in zvoka.

Sociološke izkušnje telepredavanj so večplastne. Del populacije, ki živi z informatiko in modernimi napravami za komuniciranje, delo in e-zabavo [9], in ki je visoko motiviran za pridobivanje novega znanja, telepredavanja sprejema kot še eno od sprememb, ki jih

prinaša moderni čas. Večina študentov pa je kritična do izvedbenih pomanjkljivosti, ki jih sproti odpravljamo.

Končna ugotovitev je, da motivirani študenti dosežejo pričakovane rezultate s fizično prisotnostjo predavatelja ali brez nje, manj motiviranim pa h koncentraciji pomaga tudi navidezna prisila oziroma navadna izvedba predavanj v istem prostoru.

Pri telepredavanjih govorica telesa ne pride skozi sistem, spodbujanje zanimanja in interaktivnosti je bistveno težje kot pri navadnih predavanjih.

Posledično telepredavanja razumemo kot neuporabno tehnologijo na nižjih stopnjah šolanja, kjer je težišče vzgojno-izobraževalnega procesa na vzgoji, in kot povsem enakovredno alternativo navadnim predavanjem na višjih stopnjah šolanja, kjer gre za izobraževanje oziroma samo za osvajanje novih znanj.

6 RAZPRAVA

Telepredavanja omogočajo manjšanje stroškov in vsepovsodno prisotnost pedagoškega procesa, tudi za majhne skupine. Infrastruktura za prenos informacij je postala krajevna danost in dodaten prenos podatkov telepredavanj ne stane nič. Oprema IKT se ceni in je v primerjavi s polno ceno predavatelja majhen strošek.

V prihodnjih letih bo število študentov ob nespremenjenih trendih upadlo do 15 odstotkov, na kar kažejo za ustrezno število let zamaknjeni podatki rodnosti. V tej luči so telepredavanja nepotrebna, če število predavateljev ostaja nespremenjeno, kar zahtevajo sindikati.

Ker pa izobraževalne organizacije same razporejajo sredstva, imajo telepredavanja potencial za manjšanje stroškov pedagoškega procesa. Telepredavanja lahko pomenijo racionalizacijo oziroma izpolnjujejo ekonomski kriterij racionalne rabe sredstev. Več časa je lahko namenjenega raziskovanju in iskanju virov dohodka iz naslova raziskovanja.

Telepredavanja so nekoliko manj učinkovita kot navadna. Avtorji menijo, da bi glede kakovosti znanja lahko več pridobili npr. z drugačno izvedbo ocenjevanja, kot bi sočasno izgubili s telepredavanji. Če ista oseba predava in ocenjuje, so rezultati lahko drugačni kot tedaj, ko predava eden, ocenjuje pa drug.

Konkurenca tehnologiji telepredavanj in videokonferenc je kombinacija tehnologij spletnih klepetalnic in video ter zvočnega prenosa [10], poznana kot webinar. To različna podjetja uporabljajo za distribuirano izobraževanje svojih inženirjev in sodelavcev. Webinar zahteva intenzivnejšo rabo osebnih računalnikov in več dela s pripravo informacijsko-komunikacijske infrastrukture. Zna biti, da bo prihodnost distribuiranega učenja realizirana v nečem, kar bo kombinacija telepredavanj in nadgradnja današnjih webinarjev.

7 SKLEP

Podane so izkušnje izvedbe telepredavanj. Začetna postavitev sistema za prenos slike in zvoka zahteva odpravo ozkih grl na prenosni poti. Tu gre predvsem za nastavitve QoS na usmerjevalnikih spletnega prometa. Osnovna oprema za izvedbo videokonference ne zadošča za izvedbo telepredavanj. Potrebna je vsepovsodna slika pisanja izpeljav v realnem času. Smiselno je imeti možnost preklapljanja med več ciljno usmerjenimi slikami. Telepredavanja zahtevajo več samodiscipline študentov kot navadna predavanja. Predavatelj mora fizično odsotnost kompenzirati z večjo zanimivostjo predavanj, da pridobi potrebno pozornost. Tako sta produktivnosti telepredavanja in navadnega predavanja izenačeni.

LITERATURA

- [1] Psihologija za učitelje, D. Žagar, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, 2009, str. 47–102
- [2] The Illustrated Network – How TCP/IP works in a modern network, W. Goralski, Morgan Kaufmann – Elsevier, 2009, s. 36
- [3] Networking Self Teaching Guide: OSI, TCP/IP, LANs, MANs, WANs, Implementation, Management and Maintenance, J. Edwards, R. Bramante, Wiley 2009, str. 397–398
- [4] Network Warrior, G. A. Donahue, 2nd edition, O'Reilly 2011, str. 573–588
- [5] http://docs.moodle.org/20/en/Main_Page, junij 2012.
- [6] Draft revised H.323 Implementors' Guide, International telecommunication union, Telecommunication standardization sector, Geneva, februar 2009.
- [7] Computer Networks, L. L. Peterson, B. S. Davie, 5th edition, Morgan Kaufmann – Elsevier 2012, str. 492–499
- [8] <http://www.polarcloud.com/tomato>, junij 2012
- [9] M. Atanasijević-Kunc, V. Logar, R. Karba, M. Papić, A. Kos. Remote multivariable control design using a competition game. IEEE Transactions on Education, Vol. 54, No. 1 str. 97–103, 2011.
- [10] Humar, I.; Sinigoj, A. R.; Bester, J.; Hagler, M. O. Integrated component web-based interactive learning systems for engineering," IEEE Transactions on Education, vol.48, no.4, str. 664– 675, Nov. 2005

Tomaž Finkšt je diplomiral leta 2002 in magistriral leta 2008 na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani. Zaposlen je kot asistent na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani za področje elektrotehnike. Njegova raziskovalna zanimanja vključujejo obdelavo slik, distribuiranih aplikacij in kontrolnih sistemov.

Marjan Jenko je docent za področje elektrotehnike na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani. V svojem raziskovalnem delu je osredinjen na programske in strojno opremo vgradnih sistemov za krmiljenje, kontrolo in avtomatizacijo in na distribuirane informacijske sisteme.