Učne metode in orodja v procesu študija izbranih vsebin elektrotehnike na daljavo

Urban Burnik

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, LUCAMI
E-pošta: urban.burnik@fe.uni-lj.si

Remote teaching methods and tools in selected topics of electrical engineering

The paper presents an overview of selected teaching methods and tools utilized during the second pandemic wave of COVID 19 at University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering. The proposed methods are discussed and some findings based on student and lecturer experience are noticed. The results can be utilized in further remote lecturing practice.

1 Uvod

V obdobju pandemije in nujnih ukrepov, s pomočjo katerih smo skušali omejiti širjenje pandemične bolezni COVID 19 smo tudi na Fakulteti za elektrotehniko na hiter način prešli na celovito izvajanje študijskih obveznosti na daljavo. S tem izzivom so se soočali po vsem svetu [1]. Študij na daljavo povezujemo z izvajanjem študijskih obveznosti na način, pri katerem študentom na oddaljeni lokaciji omogočimo, da osvojijo študijske kompetence brez fizičnega stika s predavateljem ali laboratorijsko opremo.

Če smo se ob začetku pandemije znašli pred izzivom, kako ob pomanjkanju ustreznih virov, znanja in izkušenj preiti na izvajanje študija na daljavo, smo v drugem valu pandemije že razpolagali z določenimi izkušnjami, dodatno opremo in potrebnimi viri, na katerih smo nekoliko bolj sistematično zasnovali in izvajali študijski proces.

Prispevek obsega specifične izkušnje avtorja s celovito izvedbo študijskega procesa pri izbranih predmetih s področja študija elektrotehnike, kot je potekala v študijskem letu 2020/21. Lahko samo upamo, da se s tako strogo in dolgotrajno situacijo v bližnji prihodnosti ne bomo več srečali. Kljub temu so prikazane izkušnje lahko koristne v smislu razvoja učnih metod v prihodnosti. Kakovostna izvedba študijskih elementov na daljavo je lahko koristen komplement v razvoju študijskega procesa tudi v bodoče.

2 Elementi študijskega procesa in učna orodja za študij na daljavo

Študijski proces visokošolskega izobraževanja je tesno vezan na učne načrte pri predmetih akreditiranega študijskega programa. Zato smo skušali v čimvečji možni meri slediti predvidenim učnim načrtom tako v smislu učnega procesa in predvsem doseganja ciljev in kompetenc, ki jih ob zaključku izvajanja pridobijo študentje. V tem smislu smo morali poiskati ustrezne nadomestne rešitve za komunikacijo s slušatelji, izvedbo predavanj pred avditorijem, opravljanje samostojnega dela študentov v laboratoriju in za preverjanje znanja. V nadaljevanju so predstavljeni posamezni elementi študijskega procesa skupaj z uporabljenimi tehnološkimi rešitvami.

2.1 Repozitorij študijskega gradiva

Temelj organiziranega dela s skupino študentov je ustrezen komunikacijski kanal, ki služi za obveščanje študentov, deljenje gradiv in izmenjavo podatkov. Na Fakulteti za elektrotehniko že nekaj let v ta namen uporabljamo namenski študentski portal Spletna učilnica FE. Pod vplivom širine in obsega potreb predavateljem in študentov je nekoč lasten programski portal danes zasnovan na paketu Moodle [2]. Obstoj portala že pred pandemijo je zagotovo doprinesel k lažji organizaciji dela na daljavo. Osnovna entiteta predmeta je predmet, v okviru katerega nosilec svobodno organizira dostop do gradnikov za študente. Na voljo je obsežna zbirka gradnikov, organiziranih v kategorijah Datoteke (HTML vsebine, PDF, dokumenti Office,...) in Dejavnosti (anketa, kviz, delavnica, povezava na spletno predavanje,...).

Sodelujoče pri predmetu vsakoletno vnese Študentska pisarna UL FE, portal pa omogoča uporabo seznamov za obveščanje in načrtovanje aktivnosti ob pomoči vgrajenega koledarja. Portal omogoča tudi usklajeno oddajo študentskih obveznosti, ocenjevanje oddanih del in terminsko planiranje zadolžitev.

2.2 Predavanja

Za izvedbo predavanj je bilo potrebno poiskati primerno nadomestilo za predavanja v predavalnici pred avditorijem. Navedeni cilj je tesno povezan tudi s tematiko in z načinom podajanja posameznih vsebin predmeta. Specifično za predmete avtorja je, da je njihova vsebina vezana na matematično razumevanje fundamentalnih gradnikov s področja obdelave signalov in prenosa podatkov. Avtor je nekatere od svojih predmetov v prvem letu izvajanja na daljavo opremil z obsežno zbirko pripadajočih dokazov in izpeljav v obliki prosojnic. Na podlagi odziva študentov in študijskih rezultatov pa se je izkazalo, da v takšnem primeru študentje razlagi sledijo lažje in učinkoviteje, če predavanje poteka na klasičen način, s tablo in pisalom.

V ta namen je avtor predavalnico opremil na tak način, da bi spremljanje izvajanja predavatelja bilo čimbližje izkušnji študentov v predavalnici.

2.2.1 Zajem zvoka in slike

Čutila slušatelja so se v veliki meri zmožna prilagoditi razmeram v predavalnici, pogledu in zornemu kotu proti predavatelju in zapisom na tabli kot tudi glasu predavatelja, celo v prisotnosti določene mere hrupa. Prav tako predavanje v živo dopušča sproten odziv slušateljev na izvajanje predavatelja.

Moteči dejavniki v okolju za prenos zvoka in slike na oddaljeno lokacijo slušatelja so neprimerno bolj vplivni. Oprema je bila zato izbrana in nastavljena tako, da je omogočala čimbolj nepopačen pogled na celotno izvajanje na tabli, zadostno kvaliteto slike in fokusiran zvok predavatelja.

Za izvedbo predavanj je bila pripravljena fiksna postavitev opreme v predavalnici. Uporabili smo kamero **Logitech Brio 4K** [3] z nosilcem za stropno montažo. kamera je na ta način bila fiksirana na lokaciji, kjer ni motila pogleda morebitnih slušateljev na fizični lokaciji v predavalnici. Kamera omogoča zajem slike v visoki razločljivosti 4K Ultra HD 2160p s 30 sličicami v sekundi. Za zajem zvoka smo sprva načrtovali uporabo brezžičnega kravatnega mikrofona ali alternativno brezžičnih telefonskih slušalk Bluetooth. V praksi se je izkazalo, da vgrajeni usmerjeni mikrofonski sistem v kameri Logitech Brio govor predavatelja v vidnem področju kamere zajema tako dobro, da uporaba dodatnih mikrofonov ni bila potrebna.

Zaradi montaže kamere na stropni nosilec na razmeroma majhni oddaljenosti je bila slika table izrazito trapezno deformirana. Ocenili smo, da bo spremljanje aktivnosti na tabli za študente bolj neposredno, če bo oblika table na zaslonu čimbolj regularna. Cilj bi seveda zlahka izpolnili z montažo kamere v osi table, vendar bi s tem otežili morebitno hibridno izvajanje ob prisotnosti slušateljev v predavalnici. Zato smo se raje zatekli k uporabi programske kalibracije zunanjih parametrov kamere glede na njeno neznačilno postavitev. V ta namen smo uporabili odprtokodno programsko opremo OBS Studio [4] in dodatni filter za korekcijo trapezne oblike iz programskega vsadka StreamFX [5]. Navedena programska oprema omogoča še več funkcionalnosti, med katerimi velja izpostaviti prelive med več viri, vključno z navideznimi (kot na primer zajem drugega ali celo oddaljenega zaslona).

2.2.2 Videokonferenčni sistemi

Prenos predavanj v živo lahko zagotovimo z uporabo številnih orodij za pretakanje (streaming) avdiovizualnih (AV) vsebin. Imamo dve možnosti, oddajanje AV vsebin (broadcast) kot tudi uporabo interaktivnih videokonferenčnih orodij namenjenih predvsem za organizacijo spletnih sestankov.

Uporaba spletnega oddajanja je idealna v primerih, ko želimo dostop do vsebin omogočiti velikemu številu uporabnikov. Seznam nekaterih svetovno znanih ponudnikov spletnega oddajanja AV vsebin obsega Twitch, Youtube Live, Facebook, Ustream in Livestream, če naštejemo le nekatere. Navedena kategorija storitev ne omogoča interaktivnosti gledalcev, zato v ta namen lahko uporabimo vzporedne kanale ali klepetalnice (kot na primer Skype).

Za manjše skupine je primernejša uporaba kolaborativnih in videokonferenčnih sistemov, ki so v zadnjem obdobju pridobili bogate funkcionalnosti za izvedbo predavanj na daljavo. Njihova prednost je interaktivnost, saj v tem primeru slušatelji lahko enakovredno sodelujejo v razpravi med predavanji, tako z glasom kot tudi s sliko. Danes najbolj znana orodja vključujejo Cisco Webex [6], MS Teams [7] in Zoom [8]. V obdobju prvega vala pandemije smo v večini primerov uporabljali lastno fakultetno orodje EFEPLUSMM, ki pa je zaradi stroškov upravljanja s sistemskimi viri za potrebe izvedbe predavanj v živo bilo kasneje opuščeno. V obdobju, ki je predmet predstavitve, smo aktivno uporabljali komercialni orodji Zoom in MS Teams.

Zoom je videokonferenčno programsko okolje, ki je razcvet doživelo ravno v razmerah pandemije. Uporabljamo ga lahko v brskalniku ter z namenskimi aplikacijami za osebni računalnik in mobilne naprave. Aplikacija je na voljo za brezplačen prenos, uporabniki pa se lahko odločijo za prijavo na brezplačno storitev ali za več plačljivih paketov. Zoom uporabnikom omogoča, da ustvarijo in vstopajo v navidezne sejne sobe, kjer lahko med seboj komunicirajo z uporabo videa in zvoka. Dodatne funkcije obsegajo deljenje zaslona, pošiljanje datotek in besedilno klepetalnico. Za vstop v srečanje poleg aplikacije Zoom uporabnik potrebuje povezavo do sestanka ali identifikacijsko oznako sestanka z geslom. Gostitelj se mora za organizacijo srečanja registrirati. Sestanek v pripravi je lahko časovno načrtovan ali pa takojšen, dopustna je tudi trajna raba iste povezave. Po uspešni pripravi sestanka organizator prejme oznako in geslo, ki ju neposredno ali v obliki URL povezave deli s povabljenci. Na voljo so številne opcije za nastavitev posamezne navidezne sejne sobe. Povabljenim se za vstop v srečanje ni potrebno registrirati.

Poleg izvedbe sestanka Zoom omogoča snemanje zvoka in slike, deljenja zaslona in klepetalnice. Administratorjem je na voljo vpogled v arhiv statističnih parametrov kvalitete povezave za vsakega posameznega udeleženca. Zbirka API klicev za dostop do funkcij uporabe in upravljanja Zoom-a je javno dostopna in napredni uporabniki lahko na platformi gradijo lastne aplikacije.

Razcvetu Zoom-a v obdobju pandemije je verjetno botrovalo dejstvo, da orodje omogoča promocijsko izvedbo videokonferenčnih srečanj v obdobju do 40 minut in je tako po sili razmer postalo predmet izbire številnih uporabnikov, ki so bili v delo na domu prisiljeni takorekoč čez noč, na voljo pa niso imeli ustreznih komercialnih orodij.

MS Teams je komercialno kolaborativno programsko orodje podjetja Microsoft. Aplikacija omogoča hibridno delo partnerjev v skupini. Člani skupine med seboj izmenjujejo sporočila, delijo datoteke, načrtujejo dejavnosti

ob podpori vgrajenega koledarja, dodeljevanje nalog in organizacijo avdiovizualnih srečanj. Omogočeno je snemanje in arhiviranje posnetkov v okolju MS Stream. Tudi MS Teams dopolnjujejo številne namenske aplikacije.

MS Teams je dobro integriran v okolje Office 365 in omogoča neposredno vključevanje uporabnikov organizacije 365 v skupine. Že pred pandemijo je Microsoft aktivno promoviral programske opcije MS Teams za delo z učenci, dijaki in študenti, pri čemer je osnovna entiteta (skupina) povezana s slušatelji predmeta v izbranem letniku.

2.3 Samostojno delo

Večina strokovnih predmetov v svojem učnem načrtu vključuje tudi praktično delo v laboratoriju. Razvoj sodobnih komunikacijskih sistemov je že dolgo povezan z uporabo profesionalnih orodij za simulacijo sistemov in digitalni razvoj. Pretežno gre za programska razvojna okolja, ki omogočajo celovit razvoj in simulacijo delovanja elektronskih sistemov tudi brez dostopa do strojne platforme, ki je predmet razvojnega procesa. tako dostop do fizične opreme potrebujemo šele pri končnem testiranju produkta.

Eno od najbolj razširjenih tovrstnih programskih okolij na področju digitalne obdelave signalov in razvoja komunikacijskih naprav je Matlab. To orodje je že dolga leta vključeno v redni pedagoški proces v laboratoriju. V zadnjih letih je Univerza v Ljubljani v okviru nove licenčne pogodbe pridobila pravice za delo s paketom tudi za študente na njihovi lastni opremi. Navedeno je bilo za izvedbo dela na daljavo ključno, saj so študentje za potrebe opravljanja laboratorijskih nalog programsko opremo lahko namestili na lastni strojni opremi in tako v celoti lahko opravili predvideni delovni načrt.

Poleg okolja Matlab smo za samostojno delo študentov uporabljali tudi nekatera spletna orodja za načrtovanje in simulacijo posameznih opravil na področju komunikacijskih tehnologij.

2.4 Preverjanje znanja

Enega večjih izzivov pri oddaljeni izvedbi študijskega programa predstavlja korektno preverjanje znanja. Pri tem je potrebno zagotoviti korekten odnos do vseh udeležencev preverjanja znanja in preprečiti potencialne zlorabe. Nujno je, da uporabimo sistem ki je dovolj dodelan, da deluje zanesljivo in stabilno, ob tem pa mora biti uporaba za sodelujoče študente čimbolj intuitivna.

Exam.net [9] je komercialna platforma v oblaku, ki izpolnjuje večino zahtev spletnega preverjanja znanja. Okolje omogoča nadzor nad osebnim računalnikov uporabnika, s čimer preprečuje uporabo nedovoljenih programskih pripomočkov med izvedbo izpita. Na voljo je dostop do izpitnih nalog in portal za oddajo rešitev, pri čemer so slednje lahko v obliki elektronskega obrazca ali oddanih fotografij ročno napisanih rešitev. Oddaja je preprosta, s pomočjo telefona in QR oznake na izpitu. Sistem žal ne nudi integriranega video nadzora početja uporabnikov med izpitom, je pa v ta namen mogoče uporabiti katerokoli od videokonferenčnih aplikacij, vzporedno na osebnem računalniku ali mobilni napravi.

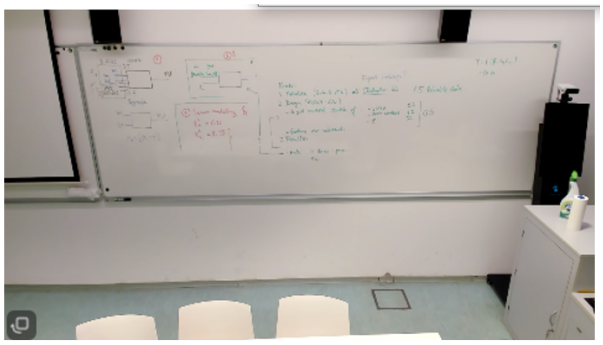
3 Rezultati in komentarji

Po prvem valu pandemije smo pred novim študijskim letom načrtovali običajen potek študijskega programa s prisotnostjo študentov. Izvedba programa na daljavo je bila opcija, ki pa se je v poslabšanih epidemioloških razmerah izkazala za nujno.

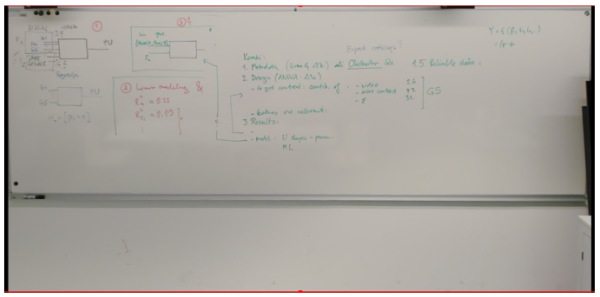
Vso potrebno komunikacijo s študenti smo izvedli preko portala e.fe, na katerem so študentje prejeli potrebna navodila za delo, dostop do elektronskih gradiv, kjer so bila na voljo, ter povezave za oddaljeni dostop do predavanj. Med pripravami na semester so bili vzpostavljeni:

- Repozitorij gradiv in navodila
- A/V oprema predavalnice za prenos in snemanje predavanj
- Oddaljeni dostop do laboratorijske opreme

Namestili smo potrebno kamero Logitech Brio 4K in programsko opremo OBS z vsadkom StreamFX za trapezno korekcijo slike table. Delovanje vsadka prikazuje Slika 1.



a)



b)

Slika 1: Trapezna korekcija slike v okolju OBS Studio. a) brez korekcije, b) korekcija z vsadkom StreamFX.

Po urniku smo pričeli z izvedbo programov, na osnovi licence in analize funkcionalnosti smo se odločili za uporabo okolja Zoom. Izbrano okolje je omogočalo preprosto integracijo povezave na predavanja preko repozitorija, izdelavo posnetkov predavanj v oblaku z dostopom za študente, preprosto upravljanje in deljenje ekrana. Dodatna prednost okolja Zoom je možnost shranjevanja in analize parametrov kvalitete AV storitve za vsakega posameznega udeleženca, kar vzorčno prikazuje Slika 2. Po lokalnih preizkusih smo pričeli z izvedbo predavanj v živo.

Med izvedbo se je izkazalo, da je zaradi velikih prometnih obremenitev okolje Zoom v AV prenosu predavanj omejeno na standardno razločljivost, torej največ 640 x 480 slikovnih točk. V takšni obliki zapisi na tabli niso bili primerno čitljivi, spremljanje predavanj pa praktično nemogoče. Omejitev velja le za uporabo kamere in ne za deljenje aplikacij, zato smo na naslednjih predavanjih skušali sliko s kamere prenašati v obliki deljenja zaslona. Žal je v tem primeru obremenitev strojne opreme presegla vsa pričakovanja, aplikacija pa je postala neuporabna. V nadaljevanju smo prešli na uporabo aplikacije MS Teams, ki teh omejitev nima. Zadovoljstvo študentov se je normaliziralo, tako da je to postala končna izbira za izvedbo predavanj.

Slika 2: Spremljanje QoS v okolju Zoom.

Za potrebe oddaljenega laboratorijskega dostopa smo namestili zmogljivejše terminale, novo programsko opremo ter omogočili grafični oddaljeni dostop preko zasebnega omrežja VPN. Izkazalo se je, da vsi študentje razpolagajo z ustrezno lastno strojno opremo in na imajo dostop do ustreznih programskih licenc. Zato prehod na oddaljeno delo preko grafičnega terminalskega dostopa ni bil potreben. Opremljenost z opcijo oddaljenega dostopa ostaja odprta možnost za v prihodnje, posebej če bomo v program dodali delo z namensko strojno opremo nameščeno v laboratoriju. Laboratorijske vaje so študentje tako izvedli na domači opremi z uporabo licenčne programske opreme Matlab oziroma spletnih simulatorjev, kjer je to bilo primerneje. V terminu namenjenemu laboratorijski vaji je bil asistent na voljo za morebitne konzultacije. Rezultate vaje so študentje oddali v spletno učilnico. Izkazalo se je, da ob spletni oddaji študentje svoji nalogi posvetijo več pozornosti kot v laboratoriju. Izdelki so bili samostojni, edinstveni in celoviti. Ob tem se zavedamo, da je marsikateri študent med seznanjenjem s programsko opremo potrošil bistveno več časa, kot bi ga sicer v laboratoriju v živo. Sklepam pa tudi, da se je s tem povečala zmožnost samostojnega dela.

Vsa izvedena predavanja kot tudi navodila za samostojno delo so bila posneta. Za snemanje smo uporabili programsko opremo OBS in s tem zagotovili optimalno kvaliteto posnetkov. Posnetke table smo opravili s pomočjo skenirne aplikacije za mobilni telefon in jih pretvorili v PDF format optimalne bitne globine. Posnetki preko portala EFEPLUSMM ostajajo dostopni tudi naslednjim generacijam. Aktivne povezave na posneto gradivo so na voljo v spletni učilnici.

Ob zaključku poletnega semestra je kazalo, da se bodo razmere končno normalizirale. Zadnja predavanja in srečanja so lahko že potekala v živo. Žal so se razmere konec maja ponovno poslabšale in smo na željo študentov in za zmanjšanje tveganja obolevnosti med izpiti tudi poletno preverjanje znanja organizirali v okolju exam.net. Video nadzor je zaradi praktičnosti spremljanja posameznih udeležencev potekal v okolju Zoom. Rezultati pisnega izpira, sodelovanje študentov in stalna video povezava so pokazali solidno pripravljenost študentov. Na osnovi povprečno doseženih rezultatov lahko sklepamo, da je bil izpit opravljen korektno in da so študentje izkazali samostojno znanje.

4 Sklep

Ne glede na to, da smo skoraj celotno študijsko leto v drugem valu pandemije izvajalo na daljavo, ocenjujemo, da se znanje in osvojene kompetence študentov pri izbranih predmetih ne razlikujejo bistveno od običajnih študijskih let. V določenih primerih je bilo opaziti povečano motivacijo za samostojno delo, kar pa je lahko posledica splošnega zapiranja in pomanjkanja družabnih študentskih aktivnosti. Interakcija študentov tekom semestra je bila primerna, saj so predvsem določeni študentje zelo aktivno sodelovali s komentarji in pozitivnimi pobudami. Kaže, da študentje ob uporabi elektronskih pripomočkov manj oklevajo in bolj odkrito sodelujejo.

Dela s študenti v živo kljub pozitivni izkušnji spletna predavanja ne morejo nadomestiti, predvsem zaradi socialnih stikov. Verjamemo pa, da posneta predavanja, alternativne metode poučevanja in samostojno domače delo lahko primerno dopolnjujejo učni proces tudi v razmerah, ko zadržkov za osebne stike nimamo. Pridobljene izkušnje bodo zato ostale nadvse koristne.

Literatura

[1] Ahmed Dallal, Mohamed Zaghloul, and Amr Hassan. A study of students perspectives on different pedagogical practices for remote digital signal processing courses. In *2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–5, 2021.

[2] Moodle - open-source learning platform |moodle.org. https://www.moodle.org/. Accessed: 2022-07-20.

[3] Logitech BRIO Webcam with 4K ultra HD video & HDR. https://www.logitech.com/en-roeu/products/webcams/brio-4k-hdr-webcam.960-001106.html. Accessed: 2022-07-20.

[4] Open Broadcaster Software |OBS. https://obsproject.com/. Accessed: 2022-07-20.

[5] StreamFX (for OBS® Studio) |OBS. https://obsproject.com/forum/resources/streamfx-for-obs-studio.578/. Accessed: 2022-07-20.

[6] Video Conferencing, Cloud Calling & Screen Sharing |Webex by Cisco. https://www.webex.com/. Accessed: 2022-07-20.

[7] Microsoft Teams - Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Teams. Accessed: 2022-07-20.

[8] Video Conferencing, Cloud Phone, Webinars, Chat, Virtual Events |Zoom. https://zoom.us/. Accessed: 2022-07-20.

[9] Exam.net - secure platform for online exams and assessments. https://www.exam.net/. Accessed: 2022-07-20.