

Назив предмета: **ОПТИЧКЕ ПРИСТУПНЕ МРЕЖЕ И ТЕХНОЛОГИЈЕ**

**1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ**

| Разред | Теоријска настава | Вежбе | Практична настава | Настава у блоку | Укупно |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
| IV     | 31                | 62    | -                 | 12              | 105    |

**2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:**

- Упознавање ученика са:
  - концептом оптичких приступних мрежа;
  - технологијама приступа;
  - трендовима у приступним мрежама;
  - начином реализације сервиса;
  - стручном терминологијом у овој области;
- Оспособљавање ученика за инсталирање различитих типова претплатничких уређаја.

**3. ТЕМЕ, ИСХОДИ, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА**

| ТЕМА                           | ИСХОДИ<br>По завршетку теме ученик ће бити у стању да:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ<br>САДРЖАЈА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Основе оптичког преноса</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>опише концепт оптичког ТК система (ОТКС);</li> <li>објасни принцип преноса сигнала у ОТКС;</li> <li>наведе улогу компоненти компоненти ОТКС-а;</li> <li>објасни принцип вишеструког искоришћења оптичких водова;</li> <li>придржава се правила рада у кабинету;</li> <li>конфигурише оптичку линију према захтеву ситуације;</li> <li>успоставља директну оптичку везу између две локације;</li> <li>мери и регулише ниво оптичког сигнала на пријему;</li> </ul> | <p>Историјат оптичких телекомуникација;<br/>Понашање светлосног сигнала на граничним површинама оптичког влакна;<br/>Оптички ТК систем (ОТКС);<br/>Компоненте оптичке телекомуникационе линије (ОТКЛ-е);<br/>Компоненте ОТКС-а;<br/>Вишеструко искоришћење оптичких водова;</p> <p><b>ВЕЖБЕ:</b> Преконфигурација оптичке телекомуникационе линије (ОТКЛ) преспајањем оптичких портова у разделнику и/или додавањем неопходних елемената ОТКС. Успостављање директне оптичке везе (point-to-point) између две локације помоћу Media Converter-а. Проналажење и отклањање сметњи.</p> <p><b>Кључни појмови:</b> оптички конектори, patch-cord и pig-tail каблови, оптички разделник, оптички сплитери и ослабљивачи (attenuators), optical media converter; WDM</p> |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>опише концепт оптичке приступне мреже;</li> <li>наведе разлике у моделима приступних мрежа;</li> <li>опише концепт PON;</li> <li>наведе технологије мултиплексирања у пасивној оптичкој мрежи;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Оптичка приступна мрежа;<br/>Архитектура пасивне оптичке мреже (Passive Optical Network/PON).<br/>Протоколи у PON;<br/>Технологије мултиплексирања;<br/>Технологије приступа;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Оптичке приступне мреже</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• објасни улогу протокола у PON;</li> <li>• наведе карактеристике технологија заступљених у PON;</li> <li>• опише модел GPON приступне мреже;</li> <li>• опише концепт FTTx;</li> <li>• опише концепт AON;</li> <li>• објасни принцип реализације сервиса у оптичкој мрежи;</li> <li>• опише принципе рутирања саобраћаја у оптичкој мрежи;</li> <li>• опише поступак отклањања насталих сметњи;</li> <li>• инсталира различите типове претплатничких уређаја;</li> <li>• повезује и конфигурише ONT;</li> <li>• реализује фиксни телефонски прикључак преко ONT-а;</li> <li>• реализује фиксни телефонски прикључак преко VoIP gateway-a;</li> <li>• повезује рачунар на LAN порт и конфигурише параметре за приступ;</li> <li>• конфигурише ONT за WiFi приступ;</li> <li>• администрира/конфигурише ONT са удаљене локације (из CO);</li> <li>• превезује мрежу на портове OLT-а у CO ради остваривања услуге приступа;</li> <li>• конфигурише параметре OLT-а за приступ сервисима;</li> <li>• повезује и конфигурише Set-Top-Box на страни корисника;</li> <li>• проналази и отклања сметње оптичкој приступној мрежи;</li> <li>• уради пројектни задатак;</li> <li>• објасни значај стандарда и прописа за изградњу приступних мрежа;</li> <li>• користи стручну терминологију у овој области;</li> <li>• примени мере заштите на раду;</li> <li>• примени препоруке за инсталацију опреме и заштиту опреме од квара проузрокованог неправилним руковањем;</li> <li>• правилно користи потребан алат.</li> </ul> | <p>Концепт приступа оптичким влакном до корисника (Fiber to the premises - Fiber to the x - FTTx);</p> <p>Концепт активне оптичке мреже (Active Optical Networks/AON);</p> <p>Принцип реализације Triple-play, Business Trunking/BT, IP centrex сервиса преко оптичке приступне мреже. Рутирање саобраћаја у PON мрежи;</p> <p>Врсте и узроци сметњи оптичкој приступној мрежи.</p> <p><b>ВЕЖБЕ:</b> Инсталирање и конфигурисање различитих типова ONT-а (и других уређаја) за приступ различитим сервисима. Даљинско администрирање ONT-а. Повезивање и конфигурисање уређаја приступне мреже у CO. Проналажење и отклањање сметњи.</p> <p><b>Кључни појмови:</b> Optical Line Terminal/OLT, Optical Network Unit/ONU - Optical Network Terminal/ONT, Fiber Optic Splitters, Fiber Optic AWG Splitters, Optical Power Budget, WDM-PON/TWDM-PON, Protocols, APON/BPON, EPON, GPON, XG-PON, NG-PON, Fiber to the x - FTTx, IPAN и mIPAN; AON, Triple-play, Business Trunking/BT, IP centrex</p> |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Први час у новој школској години посветити упознавању ученика са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања, као и начином рада у учионици и распоредом реализације наставе. Дискутујете са ученицима о њиховим искуствима на ову тему. Питајте их како замишљају оптичку приступну мрежу, да ли могу да опишу чему она служи и шта се у њој налази; ...

**Облици наставе:** Теоријска настава, Вежбе, Настава у блоку

**Место реализације наставе:** Теоријска настава се реализује у учионици, Вежбе се реализује у кабинету (или код послодавца у случају дуалног модела наставе) Настава у блоку се реализује код послодавца/социјалног партнера школе и у договору са њим.

**Подела на групе:** Одељење се дели на групе

### Препоручени број часова по темама:

- Основе оптичког преноса: **10 часова** теоријске наставе, **8 часова** вежби
- Оптичке приступне мреже **21 час** теоријске наставе, **54 часова** вежби и **12 часова** наставе у блоку

Уколико се вежбе остварују у школи, препорука је да то буде у блок часовима (у трајању 2 школска часа) сваке недеље. У случају примене дуалног модела, реализацију вежби планирати у сарадњи са послодавцем. Препорука је да се вежбе реализују кроз учење кроз рад сваке ТРЕЋЕ недеље у трајању од 6 часова (друге и треће недеље ће бити организоване вежбе из других предмета такође по моделу учења кроз рад).

Препорука је да се настава у блоку реализује на крају школске године (код послодавца/социјалног пратнера школе и у договору са њим).

При изради оперативних планова потребно је дефинисати динамику рада имајући у виду да је учење, као и формирање ставова и вредности, континуирани процес и да је резултат свих активности на часовима реализованих различитим методским приступом, коришћењем информација из различитих извора, презентовањем већег броја реалних примера и уз активно учешће ученика.

Наставне садржаје је неопходно реализовати користећи савремене наставне методе и средства. Треба настојати да ученици буду оспособљени за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (нпр. стручне литературе, интернета, часописа, уџбеника, каталога...); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену сопственог знања и напредовања; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију уз, када је то потребно и одговарајућу аргументацију.

Приликом реализације наставе истаћи важност поштовања прописа и стандарда у овој области и указати на могуће проблеме услед непридржавања истих. Настојати да се настава реализује кроз истраживачке или пројектне задатке који су повезани са реалним контекстом.

Приликом реализације теме **Основе оптичког преноса** инсистирати на усвајању концепта, терминологије и улоге елемената оптичке мреже, терминалних уређаја у мрежи, а НЕ на детаљном познавању начина рада уређаја, система уопште и/или његових делова. Са ученицима дискутујте о развоју телекомуникационе оптичке мреже, као и разлозима за њено увођење. На моделу point-to-point оптичког линка објасните принцип функционисања оптичког преноса, улогу елемената и евентуалне сметње које се могу појавити при преносу сигнала.

Препоручени садржаји за тему **Основе оптичког преноса**: Историјат оптичких телекомуникација. Понашање светлосног сигнала на граничним површинама оптичког влакна; Оптички ТК систем (ОТКС). Извори и детектори светлости. Карактеристике оптичког влакна (нумеричка апертура, слабење, оптички прозори, апсорпција и дисперзија); Компоненте оптичке телекомуникационе линије (ОТКЛ-е): оптички конектори и адаптери, оптички преспојни и завршни каблови, оптичке дистрибутивне и завршне кутије и оптички разделници; Компоненте ОТКС-а: оптички сплитери/каплери, ТАП-ри, циркулатори, филтри, појачавачи, изолатори, ослабљивачи, мултиплексер/FMUX и оптички МОДЕМ-и - Optical modem/Media converter; Вишеструко искоришћење оптичких водова - оптички пренос на различитим таласним дужинама светлости (увод у WDM);

Приликом реализације теме **Оптичка приступна мрежа** инсистирати на усвајању кључних појмова за даље разумевања концепта и технологија приступа. Детаљно размотрити моделе оптичких приступних мрежа и улогу елемената у њима, као и разлог такве реализације. Детаљно објаснити архитектуру PON мрежа и улогу њених елемената. Детаљно објаснити технике мултиплексирања и разлог њиховог коришћења у PON мрежама. Технологије приступа до GPON-а обрадити на информативном нивоу, без много детаљисања, а све у циљу стицања увида у развој технологија у оптичкој приступној мрежи. С друге стране, GPON обрадити детаљно са свим карактеристикама и начином рада уз осврт на трендове у овој области. Концепт оптиком до корисника обрадити детаљно са свим карактеристикама и начином рада уз осврт на реализацију xDSL мреже преко PON-а. Активне приступне мреже обрадити информативно уз истицање сличности и разлика, тј. предности и мана у односу на PON, уз навођење разлога за њихово увођење. Упознати ученике и са појмом пословних сервиса (Business Trunking/BT, IP centrex), као модела приватних комуникационих мрежа. Упознати ученике са начином и поступцима рутирања саобраћаја у PON мрежи. Упознати ученике и са врстама сметњи које се могу јавити на оптичкој приступној мрежи, узроцима њиховог настајања и начинима њиховог отклањања.

Препоручени садржаји за тему **Оптичке приступне мреже**: Оптичка приступна мрежа (улога, архитектура, модели приступних мрежа - point-to-multipoint / point-to-point); Архитектура пасивне оптичке мреже (Passive Optical Network/PON architecture, Optical Access Network/OAN, Full Service Access Network/FSAN, Optical Distribution Network/ODN, Optical Distribution Segment/ODS, Optical Trunk Line/OTL, Optical Line Terminal/OLT, Optical Network Unit/ONU - Optical Network Terminal/ONT, Fiber Optic Splitters, Fiber Optic AWG Splitters, Optical Power Budget); Технологије мултиплексирања: Optical Carrier/OC, Time division multiplexed passive optical network/TDM-PON, Wavelength-Division Multiplexing/WDM, Wavelength Division Multiplexing PON/WDM-PON, Time and wavelength division

multiplexed passive optical network/TWDM-PON, Upstream/Downstream, Multiple Access Protocol - Time-Division Multiple Access/TDMA, Physical Layer OAM/PLOAM, ONU management and control interface/OMCI; Технологије приступа: APON/BPON - ref. ITU-T G.983: Asynchronous Transfer Mode/ATM - APON/ATM PON и Broadband PON / BPON; Ethernet passive optical network/EPON - ref. IEEE 802.3-2004/2008, 10 Gbit/s Ethernet Passive Optical Network standard/10G-EPON - ref. IEEE 802.3av-2009; Gigabit-capable Passive Optical Networks - GPON/G-PON - ref. ITU-T G.984, XG-PON 10G-PON - ref. ITU-T G.987 и Next generation PON/NG-PON - NG-PON 40G-PON - ref. ITU-T G.989, GPON Encapsulation Method (GEM); Концепт приступа оптичким влакном до корисника (Fiber to the premises - Fiber to the x - FTTx / FTTN, FTTC, FTTB, FTTH, FTTD, ... architecture, Ethernet in the first mile/EFM и Ethernet to the home/ETTH, Optical Distribution Frame/ODF, Hybrid Fiber-Copper/Coaxial networks/HFC, IP Access Node/IPAN и mini IPAN/mIPAN); Концепт активне оптичке мреже (Active Optical Networks/AON, улога, архитектура, карактеристике); Принцип реализације Triple-play, Business Trunking/BT, IP centrex сервиса преко оптичке приступне мреже. Рутирање саобраћаја у PON мрежи; Врсте и узроци сметњи оптичкој приступној мрежи. Поступци откривања и отклањања насталих сметњи.

Приликом реализације вежби настојати да се што више садржаја реализује кроз рад на расположивој опреми, уз осмишљавање различитих ситуација (сценарија) из реалног окружења, како би ученици стекли што је могуће више знања и вештина у решавању проблема. У случају да школа не поседује одговарајућу опрему вежбе симулирати компјутерским симулацијама процеса или приказивањем tutorијала и техничке документације уз обавезну дискусију са ученицима.

За реализацију садржаја, потребно је обезбедити техничку литературу за теме које су предмет учења. Такође, треба настојати да се теоријска настава реализује употребом што је могуће више визуелних садржаја (цртежа, слика, блок шема, видео материјала ...), са показивањем (цртежа/слике) елемената ТК система који су предмет обраде и описом њихове улоге и позиције у ТК систему. Треба инсистирати на познавању концепта/структуре, позиције и улоге елемената ТК система, принципу рада одређеног система и/или његових делова (без непотребног залажења у детаље), као и на употреби стручне терминологије у разговору. Са ученицима треба дискутовати о сличностима и разликама између различитих типова ТК система и начину њиховог рада. Дискутовати и о трендовима у овој области.

Исходи који се односе на коришћење стручне терминологије и техничке документације реализовати, на примену мера заштите на раду, заштите здравља и животне средине као и на препоруке за инсталацију опреме и заштитну опрему од неправилног руковања реализовати кроз све наставне теме. При остваривању ових исхода користити пратећу техничку документацију (енгл. Installer/User manual), упутства за инсталирање и коришћење опреме и пуштање система у рад, важеће законе, прописи, стандарде и правилнике у области изградње телекомуникационих мрежа. Упознати ученике са правилником заштите на раду, мерама заштите на раду (заштитна опрема, заштита од струјног удара, механичких повреда, ...). Указати на могуће проблеме који се могу појавити услед непоштовања и/или непридржавања истог. Ученике упознати са стручном терминологијом у овој области (нпр. РАТЕЛ - дефиниција појмова).

Часове наставе у блоку реализовати у договору са социјалним партнером - телекомуникационом компанијом. Приликом извођења часова наставе у блоку ученици треба да посете секторе телекомуникационе компаније које се баве темама у овом предмету уз могућност практичне демонстрације поступака у конфигурисању опреме.

Наставне садржаје је пожељно изводити као истраживачу или пројектну наставу у којој би ученици самостално, у пару или групи радили на проналажењу, систематизацији и презентацији информација о темама у овој области.

Стечена знања су ученицима важна како би стекли комплетну слику о начину рада телекомуникационе мреже.

Приликом обраде тема посебну пажњу посветити тренутно актуелним технологијама (и/или технологијама које ће се користити у блиској будућности), док теме које су технолошки превазиђене обрадити на информативном нивоу без залажења у детаље, како би ученици стекли слику о развоју постојеће технологије.

#### **ПРЕПОРУКЕ ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ НАСТАВЕ ПРЕМА ДУАЛНОМ МОДЕЛУ:**

Школа и послодавац детаљно планирају и утврђују место и начин реализације исхода, и уносе их у план реализације учења кроз рад.

Наставник проверава да ли је послодавац извршио процену ризика на радном месту на коме раде ученици и да ли је извео уводну обуку ученика о безбедности и здрављу на раду.

Блок настава се реализује као учење кроз рад, у току школске године или пред крај другог полугодишта.

План реализације блок наставе заједно, израђују послодавац и школа, према сопственим потребама и могућностима.

### **5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА**

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора

у складу са контекстом који се објашњава; израду задатака и истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја; помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл.

**Препоручене пројектне активности\*:** У току школске године организовати два пројектна задатка, по један у првом и другом полугодишту. Приликом планирања пројектних задатака водити рачуна о следећем:

- ученике поделити у мање тимове;
- у једном тиму је до 4 ученика;
- формирати одговарајући број тема пројектних задатака наспрам броја тимова;
- организовати истраживачки рад ученика на тему пројектног задатка, а према препорукама за реализацију напредних техника учења и пројектне наставе;
- ученицима дати довољно времена да обраде тему пројектног задатка;
- у оперативном плану рада предвидети одговарајући број часова за презентовање пројектних задатака, применом савремених метода напредног учења и мултимедијалне опреме;

\*Програмом предмета препоручено је да пројектни задаци буду у вези са темама, али наставник може у сарадњи са ученицима изабрати и неке друге теме које су у вези са циљевима предмета.

На крају сваког часа или активности обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и дати му препоруке шта још треба да уради.

Потребно је осмислити више типова различитих активности са продуктима различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Потребно је на почетку школске године утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике. Сумативно оцењивање се може извршити на основу формативног оцењивања, резултата/решења проблемског или пројектног задатка, праћењем рада ученика – остваривања исхода и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.

Када се настава реализује код послодавца (као учење кроз рад или настава у блоку), формативно оцењивање је основни метод процене достигнутих и остварених исхода за ученика. С тога је важно да предметни наставник има јасну, отворену и благовремену комуникацију са менторима одређеним од стране социјалних партнера код којих се настава реализује, у погледу планирања наставе, активности и исхода, као и праћења истих. Само на основу прецизних података се може стећи јасна слика о постигнутим исходима, а на основу тога дати препоруке за напредовање и коначно извести оцена.

Приликом извођења наставе посебно обратити пажњу на развијање ставова који се односе на: самосталност, одговорност, педантност и прецизност у раду; планирање и организацију времена; прилагођавању ситуацијама; уочавању проблема и учествовању у њиховом решавању; управљању процесом учења и планирању развоја компетенција; сарадњу са колегама; праћењу иновација у области телекомуникација; развој позитивног односа према уређајима/опреми коју користи; испољавању иницијативности и предузимљивости у раду; испољавању љубазности, комуникативности, сарадљивости, ненаметљивости и флексибилности у односу према сарадницима; културу уважавања и сарадње; развој позитивног односа према рационалном и ефикасном коришћењу енергије и одрживом развоју, као и према здрављу и заштити околине, а посебно приликом реализације практичних садржаја обратити пажњу на: начин рада; примену прописа и стандарда, мера заштита на раду (заштити од струјног удара, механичких повреда и сл.), заштите животне средине (значај правилног одлагања отпада и значај рециклаже) и препорука за заштиту опреме од неправилног руковања; планирање времена кроз смислено и рутинско обављање радова; рационалну употребу ресурса; руковање алатом и односу према њему (значај употребе алата према његовој намени/сврси и правилног одлагања алата након употребе).