

Avtorici prispevka:

Vanja Gačnik, Šolski center Škofja Loka, Slovenija, [vanja.gacnik@scsl.si](mailto:vanja.gacnik@scsl.si)

Vesna Potočnik, Šolski center Škofja Loka, Slovenija, [vesna.potocnik@scsl.si](mailto:vesna.potocnik@scsl.si)

## **MEDPREDMETNO POVEZOVANJE V OKOLJEVARSTVU S POMOČJO EKSPERIMENTA**

Ekspirement je pri mnogih predmetih pomembno učno sredstvo, laboratorijsko delo pa je kot učna metoda tudi sredstvo povezovanja tako dijakov med sabo kot tudi dijakov z učiteljem. Na področju okoljevarstva se s pazljivo izbranim in ustrezno vodenim eksperimentom lahko prikaže tesna prepletenost modulov programa Okoljevarstveni tehnik, kot so Materiali in okolje, Varstvo okolja, Gospodarjenje z odpadki, Okoljevarstvene tehnologije in Analizne tehnike in monitoring. Da bi te module čim bolj povezali, sva v pouk uvedli eksperimente, ki so približek postopkov v gospodarstvu. Dijakom prikažejo, da je znanje, ki ga pridobijo, ni medsebojno tesno povezano le v šoli, pač pa tudi v gospodarstvu. Predstaviti želiva primer, ki se začne z eksperimentom bakrenja (je le grob posnetek bakrenja v gospodarstvu, dijaki ga spoznajo pri modulu Materiali in okolje) in ima poleg pobakrenih izdelkov kot rezultat tudi odpadno raztopino za bakrenje. Po določanju količine bakrovih ionov v raztopini (Analizne tehnike in monitoring) dijaki ugotovijo, da je treba te ione iz raztopine odstraniti, ter na podlagi znanja, ki so si ga pridobili pri modulu Okoljevarstvene tehnologije, predvidijo ustrezen postopek za to ter ga izvedejo. Nato ponovno določijo količino bakrovih ionov v obdelani raztopini. Po izvedenem postopku ostane mulj, ki vsebuje veliko bakra in se ga ne sme odlagati na odlagališča (Gospodarjenje z odpadki), saj se snovi lahko izlužujejo v zemljo, kar se prikaže tudi eksperimentalno (Varstvo okolja ter Analizne tehnike in monitoring).

Ključne besede: eksperiment, medpredmetno povezovanje, moduli programa Okoljevarstveni tehnik, Materiali in okolje, Varstvo okolja, Gospodarjenje z odpadki, Okoljevarstvene tehnologije ter Analizne tehnike in monitoring

# INTERMODULAR LINKAGE IN ECOLOGICAL STUDIES THROUGH EXPERIMENT

## Summary

In many subjects experiment is an important learning tool, as well as laboratory work as a teaching method is an asset of connection, both among students and students with a teacher.

In the field of environmental studies carefully selected and properly controlled experiments can show a close intertwining of modules such as Materials and Environment, Environmental protection, Waste management, Environmental technologies and Analytical techniques and monitoring of the program environmental technician. With the intention of connecting these modules we introduced in class experiments, which are an approximation of procedures in a factory and show students that not only in school but also in the practise, the knowledge that they acquire, are closely linked. We want to present a case that starts with experiment of copper coating (its only an approximation of industrial copper coating that students hear of in module Materials and Environment), which has as a result copper coated products as well as waste solution for copper coating. After determining the quantity of copper ions in solution (Analytical Techniques and Monitoring) students find that these ions must be removed from the solution and on the basis of skills they have acquired in the module, Environmental Technologies provide an appropriate procedure for this and perform it. Then they determine the amount of copper ions in the treated solution. After completion of the procedure the residue is sludge, which contains a lot of copper and can not be dumped on landfills (Waste Management), as the matter may leach and pollute the soil, which is also shown with an experiment. (Environmental protection and Analytical techniques and monitoring).

Keywords: experiment, intermodular linkage, professional module, environmental technician, materials and environment, environmental protection, waste management, environmental technology, analytical techniques and monitoring

## Uvod

V enem od novih, v šolskem letu 2008/09 uvedenih programov, Okoljevarstveni tehnik, ki ga poučujemo na Srednji šoli za lesarstvo Šolskega centra Škofja Loka, srečamo poleg splošno-izobraževalnih predmetov še celo vrsto strokovnih modulov: Varstvo okolja, Tehnično risanje in uporaba računalnika, Materiali in okolje, Okoljevarstvene tehnologije, Organizacija dela in poslovanja, Okoljevarstvena zakonodaja, Gospodarjenje z odpadki. Gospodarjenje s pitno in tehnološko vodo, Gospodarjenje z odpadnimi vodami, Gospodarjenje s prostorom in kakovost tal, Varstvo okolja v gospodarstvu, Varstvo zraka in dimnikarstvo, Industrijske tehnologije, Analizne tehnike in monitoring, Strokovna nemščina. Nekateri od teh modulov so tesno povezani, in pomen enega se razjasni šele ob razkrivanju znanj drugega modula. S tesnim medsebojnim sodelovanjem skušava tako dijakom prikazati to povezanost in osmisliti module, ki se dijakom morda zdijo obrobni. Prikazali bova primer povezovanja strokovnih modulov s pomočjo obsežnejšega eksperimenta.

## Predstavitev strokovnih modulov v programu Okoljevarstveni tehnik

Pri modulu Varstvo okolja dijak analizira delovanje narave in okolja, spoznava pomen odgovornega ravnanja z okoljem in ukrepanja po načelu varstva okolja, prepoznava vplive človekovega delovanja na okolje in predlaga načine reševanja okoljskih problemov.

Pri modulu Tehnično risanje in uporaba računalnika izdeluje prostoročne in tehniške risbe, izvaja nastavitve operacijskega sistema, uporablja aplikacije za urejanje dokumentov, besedil, preglednic in predstavitev, zna iskati ustrezne podatke v medmrežju in komunicira preko elektronske pošte z namenom učinkovite uporabe računalnika pri svojem delu.

Modul Materiali in okolje dijaku predstavi vplive materialov med pridobivanjem, predelavo, uporabo in v obliki odpadka na okolje, izvajanje preprostih analiz materialov in uporabo navodil za ravnanje z nevarnimi snovmi.

Okoljevarstvene tehnologije so modul, pri katerem se dijak uči upravljanja z okoljevarstvenimi tehnologijami, predlaga ukrepe za gospodarno rabo snovi in energije, izvaja preproste analize in spoznava prednosti in pomanjkljivosti avtomatizacije procesov.

Organizacija dela in poslovanja vključuje razporejanje in organizacijo dela, izvajanje ukrepov za varno delo in varstvo pred požarom. Pri tem se dijak uči uporabe prvin poslovnega komuniciranja ob upoštevanju osnov psihologije dela.

Pri modulu Okoljevarstvena zakonodaja dijak spoznava predpise s področja okoljevarstva ter načine in pomen zagotavljanja standardov varstva okolja.

Pri modulu Gospodarjenje z odpadki dijak razvršča odpadke glede na vire in lastnosti, načrtuje in organizira sisteme gospodarjenja/ravnanja z odpadki ter ob tem pravilno ravna z nevarnimi snovmi, kemikalijami in nevarnimi odpadki, upravlja s sestavnimi deli odlagališča in izbira postopke sanacije starih bremen, spoznava načine vodenja evidence in dokumentacijo o odpadkih ter pomen zmanjševanja vpliva odpadkov in ravnanja z odpadki na okolje.

Gospodarjenje s pitno in tehnološko vodo je eden od izbirnih modulov, ki dijaku približa spremljanje in vzdrževanje vodovodnih sistemov, izvajanje osnovnih meritev na področju gospodarjenja s pitno in tehnološko vodo, nadzor nad protipožarnim in hidrantnim sistemom, in načine zagotavljanja zahtev zakonodaje na področju gospodarjenja s pitno in tehnološko vodo.

Pri modulu Varstvo okolja v gospodarstvu se dijak uči spremljati procese v proizvodni in odkrivati vire onesnaževanja znotraj teh procesov, izvajati ukrepe za zmanjšanje onesnaževanja, vodi evidence o onesnaževalih in rabi energije v podjetju in ob vsem tem uporabljati merodajne zakonske zahteve.

Modul Industrijske tehnologije vključuje pregled različnih načinov transporta ter njihove vplive na okolje, spoznavanje primarnih in obnovljivih virov vključno z njihovim vplivom na okolje, pomen klimatizacije in njen učinek na okolje ter vpliv različnih tehnologij na okolje.

Kot pove že samo ime izbirnega modula Analizne tehnike in monitoring, se dijak pri tem modulu uči izvajati različne analizne postopke ter hkrati spoznava pomen stalnega nadzora nad onesnaževanjem.

Strokovna nemščina dijaku predstavi osnovno strokovno terminologijo.

## Pomen eksperimentalnega dela

Pri mnogih od predstavljenih strokovnih modulov, pa tudi pri nekaterih splošno-izobraževalnih predmetih<sup>1</sup> je med najpomembnejšimi načini pridobivanja spoznanj eksperimentalno delo. Nujno je, da je tako delo ciljno naravnano in predvsem vodeno tako, da dijake pripelje do določenega spoznanja. Zelo pomembno pa je tudi osmisлити posamezen eksperiment tako, da dijak v svojem delu in tudi učenju vidi uporabnost pridobljenih znanj v praksi.

Dijaki tako po navodilu, vendar hkrati čim bolj samostojno, izvajajo določen eksperiment ter o njem napišejo poročilo, v katerem navedejo pridobljene rezultate in spoznanja. Pri tem je bistveno, da je eksperimentalno delo nadzorovano in po potrebi posameznika tudi vodeno s strani profesorja.

V okoljevarstvu, ki je tesno povezano z vsakodnevnim življenjem, industrijo, kmetijstvom in drugimi dejavnostmi in ga srečamo praktično na vsakem koraku, pa se mnogo eksperimentov lahko izvede tako, da se dijaki te prepletenosti tudi zavejo.

## Primer medpredmetnega povezovanja s pomočjo eksperimenta

Predstavili bomo enega od eksperimentov, ki ga izvajava pri pouku in vključuje znanja iz več strokovnih modulov, pa tudi splošno-izobraževalnih predmetov. Eksperiment so izvajali dijaki drugega letnika, v skupinah po trije dijaki, pri modilih Materiali in okolje, Okoljevarstvene tehnologije, Gospodarjenje z odpadki in Analizne tehnike in monitoring. Gre za bakrenje z oskrbo odpadne raztopine, ki ostane po bakrenju.

Eksperiment se najprej dotakne predmeta Kemija, saj morajo dijaki na ustrezen način pripraviti raztopino, ki jo bodo uporabili za bakrenje (pripravijo raztopino modre galice z ustrežno masno koncentracijo bakrovih ionov, ki jo nato nakisajo).

---

<sup>1</sup> MŠŠ v srednješolskih izobraževalnih programih razlikuje splošno-izobraževalne predmete in strokovne module (primer podan na naslovu [http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/programi/Ssi/okoljevarst\\_tehnik/kazalo.htm](http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/programi/Ssi/okoljevarst_tehnik/kazalo.htm))



Slika 1: Raztopina za bakrenje

Nato se lotijo bakrenja, elektrolitskega nanosa tanke plasti bakra na jeklo. Ta del eksperimenta je povezan z modulom Materiali in okolje, v katerem dijaki med ostalimi gradivi spoznavajo tudi kovine ter med temi jeklo in korozijo, ki pravzaprav pomeni izgubljanje materiala. Pri tem modulu se jim pri tem predstavi tudi površinsko zaščito kovin kot način preprečevanja njihovega propadanja – med postopke površinske zaščite spada tudi bakrenje. Znanja o elektrolizi, ki je temelj mnogih postopkov površinske zaščite, dijaki dobijo tudi pri predmetu Kemija.



Slika 2: Pobakren žebelj med postopkom

Rezultat pravilno izvedenega bakrenja so pobakreni izdelki, poleg tega pa dijakom ostane še izrabljena raztopina bakrovih ionov. To shranijo za nadaljnje delo pri modulu Okoljevarstvene tehnologije.



Slika 3: Pobakreni žebli po izvedeni vaji

Poleg ostalega pri Okoljevarstvenih tehnologijah dijaki spoznavaajo tudi načine odstranjevanja onesnažil iz vode na različne načine, med drugim tudi kemijsko (z redukcijo, oksidacijo, obarjanjem ipd.). Raztopina, ki ostane po bakrenju, vsebuje ione težkih kovin in je močno kisl. Dijaki zato izvedejo nevtralizacijo z obarjanjem ionov težkih kovin. Pri tem z izračunom najprej predvidijo reakcije, ki bodo potekle in potrebne količine kemikalij za ta postopek (povezava s predmetom Kemija), šele nato pa ga tudi izvedejo. Pri pravilno izvedenem postopku se bakrovi ioni izločijo v obliki težko topnega hidroksida, ki je zaradi značilne barve lepo viden v raztopini. Dijaki tako lahko predvidijo tudi način odstranjevanja te snovi iz vode in ga izvedejo (filtracija).



Slika 4: Nastanek oborine bakrovega hidroksida v raztopini

Po filtraciji shranijo tako filtrat kot tudi na filtru zadržano oborino oziroma mulj za kasnejšo uporabo pri modulih Gospodarjenje z odpadki in Analizne tehnike in monitoring.

Pri modulu Analizne tehnike in monitoring dijaki analizirajo vsebnost bakra v filtratu – ta predstavlja odpadno vodo, zato dobljeni rezultat primerjajo z maksimalnimi dovoljenimi koncentracijami onesnažil v odpadnih vodah, ki se jih lahko izpušča v kanalizacijo oziroma vodotok. Te količine spoznajo pri modulu Okoljevarstvene tehnologije.

Izvedejo spektrometrično določitev, katere osnove spoznajo pri modulu Analizne tehnike in monitoring, po izvedeni meritvi pa presodijo, ali bi glede na vsebovano količino bakrovih ionov filtrat lahko izpustili v kanalizacijo/vodotok.



Slika 5: Spektrometrična določitev bakrovih ionov v filtratu

Prav tako določijo tudi količino raztopljenih soli v filtratu – le-to določijo gravimetrično tako, da določeno količino filtrata izparijo do suhega in primerjajo težo prazne in sušene izparilnice s težo iste izparilnice po izparevanju in sušenju filtrata. Tudi tu dobljeno vrednost primerjajo z maksimalnimi dovoljenimi količinami teh snovi v odpadnih vodah, primernih za izpust v vodotok oziroma kanalizacijo.

Pri modulu Gospodarjenje z odpadki, pri katerem spoznavajo različne vrste odpadkov ter načine njihove oskrbe, izvedejo analizo mulja, pri čemer določajo vsebnost bakra v njem. Na podlagi rezultatov analize presodijo, ali je tak mulj okolju (in ljudem) nevaren ali ne, in opredelijo način oskrbe.

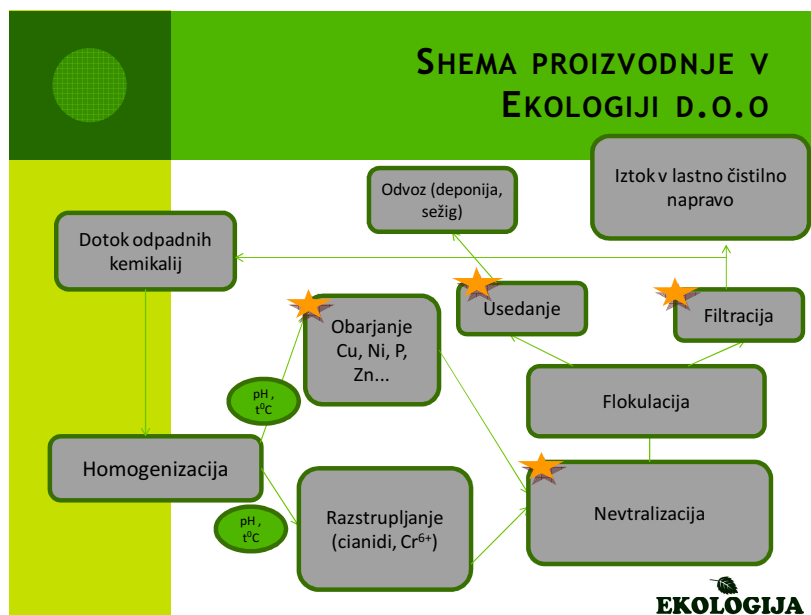


Slika 6: Posušena oborina pred analizo

Za vsakega od delov obširnega eksperimenta dijaki izdelajo poročilo, v katerem poleg ostalega navedejo rezultate meritev, če so bile te izvedene, predvsem pa ugotovitve, do katerih so prišli ali so bili pripeljani.

Nenazadnje se pomen eksperimentov, ki so jih dijaki izvedli, lahko postavi tudi v prakso – predstavi se jim proizvodnja podjetja Ekologija d.o.o. iz Škofje Loke, ki kar nekaj od teh

postopkov izvaja kot del svoje dejavnosti. Na sliki 7, kjer je prikazana shema proizvodnje tega podjetja, so z oranžno zvezdico označeni postopki, ki jih dijaki spoznajo pri tem eksperimentu.



Slika 7: Shema proizvodnje v podjetju Ekologija d.o.o.

## Zaključki

Kakšni so bili zaključki in rezultati dijakov, so nama jasno pokazala njihova poročila o posameznem izvedenem eksperimentu. Večina med njimi je poskus izvajala natančno in zato tudi prišla do ustreznih rezultatov.

Naju pa je zanimalo, v kolikšni meri so se dijaki zavedli, da so se skozi eksperiment povezali številni moduli, v katerih si nabirajo za kasnejše delo potrebna znanja. Tako sva izvedli anketo, v kateri so dijaki odgovarjali na naslednja vprašanja:

1. Na kateri modul se navezuje vaja »Bakrenje«? (Pravilni odgovor: Materiali in okolje)
2. Na kateri modul se navezuje vaja »Obarjanje bakrovih ionov«? (Pravilni odgovor: Okoljevarstvene tehnologije)
3. Na kateri modul se navezuje vaja »Analiza mulja«? Pravilni odgovor: Analizne tehnike in monitoring
4. So te tri vaje povezane? Razložite, kako.
5. Ali se vam zdi, da bi glede na to, kar ste se pri teh moduli učili, spoznanja iz teh vaj lahko uporabili v praksi? Kje vidite uporabnost?

Po izvedeni anketi sva rezultate analizirali. Pri prvih treh vprašanjih naju je zanimala pravilnost odgovorov, medtem ko naju je pri zadnjih dveh vprašanjih zanimalo, ali dijaki vidijo povezanost in uporabnost izvedenih vaj in seveda, kje.

Pri prvem vprašanju so vsi dijaki (100 %) poskus umestili pravilno.

Tudi poskus »Obarjanje bakrovih ionov« je 89 % dijakov umestilo pravilno.

Enak je bil rezultat pri tretjem vprašanju – 89 % anketiranih dijakov je poskus pripisalo modulu Analizne tehnike in monitorig.

Četrto vprašanje je dijake spodbudilo k razmišljanju o povezanosti vaj – večina dijakov je odgovorila, da so vaje povezane, le eden povezanosti ni videl. Kot odgovor na vprašanje, kako, pa je večina med njimi navedla povezavo med bakrenjem, postopkom čiščenja odpadne vode in nato potrebnimi analizami.

Na najino veselje vsi dijaki tudi vidijo uporabnost vaje v praksi, kar 33 % v laboratoriju pri analizi odpadkov in odpadnih vod, 33 % pri delu na čistilnih napravah, nekaj pa tudi v proizvodnji. Eden od dijakov je uporabnost videl celo širše: pri zaščiti kovin, čiščenju vode, ravnanju z odpadki, meritvah in analizah in pri ravnanju z nevarnimi odpadki.

Glede na rezultate ankete sva prišli do zaključka, da na tak način voden pouk dijake pripelje do spoznanja, da so znanja, ki jih pridobivajo pri posameznih strokovnih, pa tudi splošno-izobraževalnih modulih, med seboj povezana in pomembna. Zavejo se tudi pomena pridobivanja teoretičnih znanj v namen kasnejše praktične uporabe, kar je bil tudi najin namen, ko sva izbirali tak način izvedbe pouka.

## Literatura in viri

Katalogi znanja za splošno-izobraževalne predmete za srednješolski izobraževalni program Okoljevarstveni tehnik. Dostopni na naslovu:

<http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/programi/Ssi/KZ-IK/katalog.htm>

Katalogi znanja za strokovne module za srednješolski izobraževalni program Okoljevarstveni tehnik. Dostopni na naslovu: <http://www.cpi.si/srednje-strokovno-izobrazevanje.aspx>

American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF): *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21st Edition, 2005