

PODJETNOST V NARAVOSLOVJU

Entrepreneurship in Science

IZVLEČEK

V prispevku predstavimo možne pristope za razvoj kompetenc podjetnosti pri pouku naravoslovnih predmetov, pri čemer se osredotočimo na razvoj kompetenc skozi reševanje problemov. Problemski pouk omogoča, da učenec spozna, uri in razvija kompetence podjetnosti, kot so samoiniciativnost, vrednotenje idej, načrtovanje in vodenje, aktiviranje virov, delo z drugimi in učenje z izkušnjami, kar bomo pokazali na konkretnem primeru. Predstavimo tudi primer preverjanja učinkovitosti implementacije problemskega pouka za razvoj kompetenc podjetnosti ter primer dobre prakse prenosa kompetenc med univerzitetnim in gimnazijskim prostorom.

Ključne besede: podjetnost, naravoslovje, reševanje problemov, učinkovitost, prenos znanja

ABSTRACT

The paper presents possible approaches to developing entrepreneurship competences in Science class, focusing on the development of competences through problem solving. Problem-solving lessons help pupils to come to know, train and develop entrepreneurship competences, such as self-initiative, evaluating ideas, planning and leading, activating resources, working with others, and learning from experience, which will be demonstrated on a specific example. The paper also presents an example of testing the effectiveness of implementing problem-solving lessons to develop entrepreneurship competences, and a good practice example of transferring competences between the university and the grammar school setting.

Keywords: entrepreneurship, Science, problem solving, effectiveness, knowledge transfer

UVOD

Pri uvajanju kompetenc podjetnosti se želi učitelje v gimnazijah spodbuditi, da pri pouku ter pri interesnih dejavnostih spodbujajo razvoj podjetnostnih kompetenc pri mladih. Te kompetence ne zajemajo samo podjetnosti kot take, ampak so širše in spodbujajo razvoj posameznika kot uspešne osebnosti, ki se s sodobnimi izzivi družbe spopada na način, ki mu omogoča uspešno delo in življenje. Vendar pa proces pridobivanja podjetnostnih kompetenc ni omejen samo na posameznika, v našem primeru dijaka, ampak velja tudi za učitelje, ravnatelje in pravzaprav za vsakega posameznika, ki želi uspešno delovati v sodobni družbi. Kompetence podjetnosti pa lahko prenesemo tudi na ustanove in tudi sisteme. Podjetnost dojemamo predvsem kot značajsko lastnost, ki se lahko realizira z obvladovanjem prenosljivih znanj, ki so v načelu generična in omogočajo dvig samoučinkovitosti kot ključnega dejavnika, ki vpliva na sprejem odločitev (Bandura, 1977; Deci et al., 2010). V pričujočem prispevku želimo razvoj podjetnostnih kompetenc prikazati predvsem s stališča pouka pri naravoslovno-matematičnih predmetih, posebej pomembno je razvijanje strategij reševanja problemov, kjer še vedno obstajajo pomanjkljivosti v pedagoškem procesu. Splošna načela, ki jih bomo spoznali, pa se lahko prenesejo tudi na druge predmete ter razvoj lateralnega, kreativnega in kritičnega mišljenja.

REŠEVANJE PROBLEMOM ZA RAZVOJ KOMPETENC PODJETNOSTI

Z reševanjem problemov iščemo nove odgovore na zastavljeni problem, pri čemer so aktivnosti, ki nas vodijo k rešitvi, odvisne od zastavljenih ciljev. Filozof in pedagog Dewey je oblikoval splošen model za reševanje problemov, pri katerem je v ospredju reflektivno mišljenje. Model vsebuje pet korakov: 1. zavedanje težavnosti, 2. identifikacija problema, 3. zbiranje in kategoriziranje podatkov ter oblikovanje hipotez, 4. preverjanje hipotez, 5. oblikovanje in vrednotenje zaključkov. Takšen model danes uporabljajo predvsem na naravoslovno-matematičnih področjih. Na področju inženirstva se uporablja različica DMAIC, kjer skozi pet korakov (definicija, meritev, analiza, izboljšava in ocena) razvijamo produkt ali storitev (Soković in Pavletić, 2007). Bradford in Stein (Bransford in Stein, 1993) sta oblikovala metodo za reševanje problemov IDEAL (ang. *Identify, Define, Explore, Act, Look*), ki zajema identifikacijo problema, oblikovanje in definiranje problema in ciljev, ki se lahko razlikujejo med posamezniki, pregled možnih strategij za reševanje problema in uporabo izbranih strategij ter pregled učinka glede na vloženo delo. V zadnjih fazi je poudarek na analizi učinkovitosti uporabljenih strategij, učenje na podlagi izkušenj in uporaba novih spoznanj za reševanje drugih problemov. V vseh predlaganih modelih in pristopih za reševanje problemov pa so prisotne kompetence podjetnosti, ki se ob tem razvijajo in dopolnjujejo z ostalimi kompetencami 21. stoletja (Dahlgren in Dahlgren, 2002).

Proces reševanja problemov

Proces reševanja problemov v nadaljevanju razdelimo v šest korakov:

1. prepoznavna problema,
2. opredelitev problema,
3. priprava strategije reševanja,
4. reševanje problema,
5. analiza rezultata ali rešitve,
6. vrednotenje.

V pedagoški praksi se pogosto osredotočamo na pripravo strategije reševanja in samo reševanje problema ter na analizo rezultatov, medtem ko so preostali koraki manj poudarjeni. V nadaljevanju predstavimo posamezne korake reševanja problemov in jih povežemo z razvojem kompetenc podjetnosti po kompetenčnem okviru podjetnosti (Bacigalupo, Kampylis, Punie in Van den Brande, 2016).

Prvi korak pri reševanju problemov je **prepoznavna samega problema**. O problemu govorimo v primeru, ko v danem trenutku nimamo znanja in spretnosti za oblikovanje rešitev (Eysenck, 2009). Po navadi problem zastavijo učitelji in ga predstavijo učencem, ki tako nimajo priložnosti, da bi realen problem v vsakdanjih situacijah prepoznali sami. Korak prepoznavne problema ima pomembno vlogo za razvoj kompetenc podjetnosti na področju *ideje in priložnosti*, natančneje za razvoj kompetence opaziti priložnosti.

Prepoznavi problema sledi **njegova opredelitev**, ki je ključnega pomena, da lahko določimo ustrezne strategije reševanja problema. Pri opredelitvi želimo problem definirati in spoznati pglavitne lastnosti problema. Vodi jo nas lahko vprašanja po t. i. metodi 5W2H, ki vključuje sedem vprašalnic: kaj, zakaj, kje, kdaj, kdo, kako in koliko (Oliveira, 2020). Z vprašanji opisujemo problem, ga po potrebi razčlenimo na posamezne dele, iščemo vzroke, opredelimo kraj, časovni okvir in aktiviramo druge, razmislimo o možnih strategijah, metodah in procesih ter ocenimo zahtevane vire (materialne, finančne in kadrovske). V tem koraku se v manjši meri urimo v razvoju več kompetenc podjetnosti, v ospredju pa je predvsem razvoj kompetence aktiviranja virov. Pri opredelitvi problema ločimo med dobro strukturiranimi problemi in slabo strukturiranimi problemi (Kovačik, 2009). Dobro strukturirani problemi imajo jasno definiran problemski prostor, kar pomeni, da poznamo njihovo začetno stanje, spremenljivke in parametre. Reševanje dobro strukturiranih problemov večkrat zahteva samo iskanje in implementacijo pravilnega zaporedja operacij, ki bodo začetno stanje transformirale v končno stanje. Slabo strukturirani problemi nimajo opredeljenih operacij za reševanje problema, zahtevajo sintezo znanja ali pridobitev novih podatkov, s katerimi problem dodatno definiramo. Razmisliti moramo o različnih elementih problema in različnih možnih rezultatih. Med slabo strukturirane probleme spadajo tudi problemi s slabo definiranim ciljem, kar večkrat zahteva tudi oblikovanje novih znanj. Taki problemi so tipični v znanosti.

Tretji korak zajema **pripravo strategije reševanja problemov**, ki se razlikujejo glede na njihovo strukturiranost. Za dobro strukturirane probleme je značilno reproduktivno reševanje, kjer uporabljamo znane operacije, enačbe in algoritme. Uporabljajo se metode poskusa in napak, metode postopnega napredovanja k cilju idr. Vsaka ima svoje prednosti, slabosti in omejitve, o katerih je treba razmisliti.

ti. Pri slabo strukturiranih problemih pa je treba strategije reševanja problemov razviti, kar imenujemo produktivno reševanje. Pogosto je možnih več poti reševanja. V procesu oblikovanja novih strategij je prisotno kreativno, divergentno mišljenje, razvijajo se kompetence podjetnosti: ustvarjalnost, vrednotenje idej, aktiviranje virov in prevzemanje iniciative. Med pogosto uporabljenimi tehnikami ustvarjalnega mišljenja je možganska nevihta, kjer v prvi fazi podajamo čim več idej, v drugi fazi pa jih ovrednotimo glede na zastavljene kriterije ali smernice.

Tretji in četrti korak, ki predstavlja reševanje problema, se lahko izmenjujeta. Reševanje se po navadi začne z organizacijo informacij, načrtovanjem posameznih operacij in razporejanjem virov (finančnih, materialnih, kadrovskih in časovnih). Preizkusiti želimo različne tradicionalne in inovativne pristope, ki lahko prispevajo k učinkovitem reševanju problemov. Večkrat je za uspešno reševanje treba problem sprva poenostaviti, ga razčleniti in ločeno obravnavati posamezne kose, dele. Pri reševanju se lahko ravnamo po PDCA ciklu (Sivakumar, Namasivayam, Al-Atabi in Ramesh, 2013), ki vključuje naslednje korake: **načrtuj, naredi, preveri, prilagodi** (ang. *Plan, Do, Check, Act/Adjust*). **Zaporedje korakov cikla PDCA ponavljamo, dokler ne rešimo problema ali dokler sta glede na razpoložljive vire še možna sprotno izboljševanje in nadgradnja rezultata.** Med reševanjem prepoznavamo vzorce, uporabljamo intuicijo, znanje in spretnosti, spremljamo napredek in preverjamo sprotne rezultate v širši sliki problemske situacije, po potrebi prilagajamo pristop reševanja ter se vračamo na predhodne korake. Pri tem se razvijajo številne kompetence podjetnosti, v ospredju pa so predvsem načrtovanje in vodenje, motivacija in vztrajnost ter učenje z izkušnjami.

V petem koraku dobljeni rezultat ali rešitev problema **podrobneje analiziramo**, pri tem izluščimo ključne značilnosti, preučimo prednosti in slabosti rešitve, odnose in vzročno-posledične povezave ter ovrednotimo, v kolikšni meri rezultat ustreza zastavljenemu cilju. Rezultate ali rešitev problema interpretiramo glede na začetno problemsko situacijo in jih povežemo v celoto.

V zadnjem, šestem koraku sledi **vrednotenje** v širšem kontekstu. Poleg rešitve ali rezultata ovrednotimo tudi metode, strategije in pristope, ki smo jih uporabili pri reševanju problema, z vidika ustreznosti, zanesljivosti, natančnosti, učinkovitosti in prenosljivosti za reševanje drugih problemskih situacij. Presodimo lahko tudi uporabno vrednost, trajnost in tržnost tako rezultata kot tudi strategije reševanja problema za določeno ciljno skupnost. S tem se razvijajo tudi kompetence podjetnosti, vrednotenje idej, trajnostno mišljenje, finančna in ekonomska pismenost.

Poudarjamo, da reševanje problemov ni linearno, zato so zgoraj opisani koraki samo smernice, ki nam lahko služijo tudi pri organizaciji problemskega pouka.

Primer reševanja problemov pri pouku fizike

Pri organizaciji pouka s poudarkom na reševanju problemov so predlagane naslednje smernice (Hemker, Prescher in Narciss, 2017; Dahlgren in Dahlgren, 2002; Azer, S. A., 2011):

1. **problemsko vprašanje navežemo na vsebino učnega načrta,**
2. **problem naj je izviren, relevanten, avtentičen,**

3. problem naj je dovolj kompleksen, da vzbudi rado-vednost, a ne prezahteven, da ga v danem časovnem okvirju učenci uspejo ustrezno obravnavati,
4. pri reševanju spodbujamo kreativno in kritično mišljenje, komunikacijske spretnosti in s tem tudi kompetence podjetnosti,
5. med reševanjem učenc usmerjamo, podajamo povratne informacije, po potrebi vključujemo IKT,
6. rezultate predstavimo, pri tem spodbujamo diskusijo in podajanje konstruktivnih kritik.

Prvi primer:

V nadaljevanju predstavimo primer reševanja problema pri pouku fizike, in sicer gibanje telesa pri prostem padu (Repnik in Murko, 2019). Pri računskih nalogah zaradi enostavnejšega analitičnega reševanja po navadi zanemarimo zračni upor, vendar pri opazovanju ugotovimo, da ima zračni upor pomembno vlogo pri prostem padu. Kot motivacijski problem lahko dijakom predstavimo skok iz helijevega balona na višini okrog 39 km nad Zemljinim površjem, ki ga je leta 2012 izvedel Felix Baumgartner. Z možganskim viharjenjem dijaki identificirajo ključne spremenljivke in parametre (hitrost, pospešek, masa, koeficient upora, geometrijske značilnosti telesa, gostota zraka, višina, temperatura) ter iščejo pomembne relacije med njimi (na primer spreminjanje gostote zraka in težnega pospeška z višino, odvisnost sile zračnega upora od hitrosti ter obratno odvisnost hitrosti od sile zračnega upora). Z vprašanji dijake usmerjamo pri določanju ciljev, ki so lahko različni, na primer spreminjanje hitrosti s časom, odvisnost sile zračnega upora od hitrosti, vpliv koeficienta upora na končno hitrost idr. Glede na različne predloge ciljev lahko dijake razvrstimo v več skupin, pri čemer se vsaka skupina osredotoči na reševanje problema z vidika zastavljenega cilja. Sledi aktivacija virov, kjer dijaki iščejo strategije za reševanje problema, jih med sabo primerjajo ter se odločijo za eno od njih. Za analitično obravnavo dijaki uporabljajo matematične metode, povezujejo znanje matematike in fizike ter oblikujejo matematični model.

Večkrat pa se pri analitični obravnavi kompleksnih avtentičnih problemov s področja fizike soočimo z nezadostnim znanjem in matematike. Takrat dijake usmerimo v uporabo IKT, kjer se osredotočijo na razumevanje fizikalnega pojava, pri razvoju fizikalnega modela pa se urijo v algoritmičnem mišljenju. Učitelji fizike so dobro usposobljeni za vključevanje IKT v pouk fizike (Sveteč s sod., 2019), priporočamo pa predvsem uporabo simulacijskih okolij za vizualno programiranje z blokovnimi diagrami (na primer Dynasys in Berkeley Madonna), ki spodbujajo razumevanje vzročno-posledičnih povezav in omogočajo enostavno reševanje diferencialnih enačb.

Numerične simulacije predstavljajo eno od možnih poti reševanja, ki podpira in nadgrajuje analitično reševanje in eksperiment, hkrati pa dijake skozi gradnjo simulacij uči algoritmičnega razmišljanja.

Slednje dijakom pomaga pri reševanju problemov in podpira razvoj kompetenc podjetnosti na drugih področjih. Ko dijaki dosežejo zastavljeni cilj, analizirajo in ovrednotijo tako rezultat kot tudi strategijo reševanja problema. Pri tem si lahko pomagajo z vnaprej določeno ocenjevalno lestvico, na primer v kolikšni meri se rezultat ujema s pričakovanim stanjem ter v kolikšni meri je zastavljeni cilj dosežen. Dijaki predstavijo

proces reševanja problema in rezultat ter pri tem urijo svoje retorične spretnosti (Zupančič, 2020), ki so pomembne tudi za razvoj kompetenc podjetnosti (kot je npr. aktiviranje drugih). Predstavitvi sledi diskusija, s katero dijake spodbujamo, da razmislijo o možni izboljšavi in nadgradnji, tudi v smislu povečanja učinkovitosti ter o morebitnem prenosu ugotovitev in oblikovanih strategij v nove problemske situacije.

Drugi primer:

Kot drug primer si pogledimo, kako prilagoditi proces reševanja problemov eksperimentalne narave, ki so na področju fizike zelo pogosti, za učinkovitejši razvoj kompetenc podjetnosti. Po navadi so problemi, ki jih dijaki rešujejo v okviru laboratorijskih vaj, dobro strukturirani. Učitelj poda tako problem kot tudi strategijo reševanja, kar vključuje navodila za izvedbo meritev, potrebne pripomočke in napotke za delo. Eksperimentalno delo lahko razdelimo v pet faz, o čemer so veliko govorili v času obiska enega izmed avtorjev prispevka na Tehnološki univerzi v Sydneyju, na Fakulteti za filozofijo in socialne vede, v Šoli za mednarodne študije in izobraževanje (UTS, 2020).

- Prva faza poteka pred samo učno uro ter zajema izbiro in oblikovanje problema glede na učno snov, interese in predznanje dijakov.
- V drugi fazi se problem predstavi dijakom. Dijaki sodelujejo pri definiciji konstant, odvisnih in neodvisnih spremenljivk ter oblikovanju hipotez.
- Tretja faza obsega izvedbo eksperimenta, pri čemer je učitelj v vlogi koordinatorja, pomočnika. Pri tem je nujno spremljanje in usmerjanje dela dijakov, skrb za varnost in kakovost meritev.
- V četrti fazi dijaki preverijo, katere hipoteze lahko glede na eksperiment potrdimo in v kolikšni meri rezultat ali rešitev ustreza zastavljenemu cilju. Na podlagi tega lahko ocenijo učinkovitost postopka reševanja problemov. Sledi diskusija, skozi katero dijaki osmislijo novopridobljeno znanje, povzamejo glavne ugotovitve in sklepe ter razmislijo, kako lahko novo znanje in izkušnje uporabijo v podobnih situacijah.
- Peta faza je namenjena pospravljanju delovnih površin in potrošnega materiala ter pregledu in shrambi pripomočkov. Pomembna naloga v zadnji fazi pa je tudi učiteljeva analiza reševanja eksperimentalnega problema s poudarkom na vsebinskem vidiku (doseženi cilji, povezanost z učno vsebino), eksperimentalnem vidiku (varnost izvedbe, možnost izboljšave, nadgradnje) ter didaktičnem vidiku (postopnost, nazornost, možnost izboljšave).

Pri opisanih petih fazah eksperimentalnega dela za učinkovitejši razvoj kompetenc podjetnosti predlagamo, da se v drugo, tretjo in četrto fazo vključijo elementi razvoja strategij reševanja problemov. Tako na primer v drugi fazi učitelj dijake seznani s problemom, vendar jim ne poda strategij za reševanje (navodil, podanih pripomočkov, napotkov). Slednje skozi diskusijo izoblikujejo dijaki. Učitelj jih pri tem usmerja, vendar ne komentira, spreminja ali popravlja njihovih razmišljanj. V tretji fazi dijaki s poskušanjem ugotavljajo, kateri korak se pri reševanju izkaže kot (ne)pravilen, ter ga po potrebi prilagodijo. V četrti fazi dijaki poleg preverjanja hipotez ovrednotijo tudi ustreznost strategije reševanja problema, ki so jo oblikovali sami, ter razmislijo, kaj bi lahko drugič še izboljšali.

Vključevanje reševanja problemov v pedagoški proces od dijakov zahteva samoiniciativnost, motiviranost, vztrajnost in sposobnost vodenja ter organizacije dela. Dijaki se urijo v opazovanju, kritičnem in kreativnem mišljenju ter samorefleksiji. Avtentični problemi so kompleksni in omogočajo različne poti reševanja ter izpostavljajo dijake lateralnemu mišljenju. Posledično spodbujajo tudi razvoj kompetenc podjetnosti v smislu iskanja najbolj učinkovite poti reševanja problema glede na izbran kriterij (čas, kvaliteta, materialni viri itd.). Pred drugimi pedagoškimi praksami, ki razvijajo podobna znanja in spretnosti, na primer projektno delo, ima pomembno prednost predvsem z vidika časovne učinkovitosti. Slednje potrjujejo tudi primeri dobrih praks problemskega pouka na vsebinah iz STEM-področja (ang. *Science, Technology, Engineering, Mathematics*), pri čemer problem po navadi poda učitelj (Mills in Treagust, 2003).

UČINKOVITOST

Po definiciji je učinkovitost (ang. *efficiency*) definirana kot delati/početi stvari na pravi način. Z **učinkovitostjo** opredeljujemo, do katere mere so čas, trud in stroški dobro porabljeni za načrtovano nalogo ali namen. V posameznih znanstvenih disciplinah je lahko pomen ože definiran, v primeru razvoja kompetenc podjetnosti pa lahko pridemo do vprašanja, kako naj bomo učitelji pri razvoju kompetenc podjetnosti učinkoviti in kako naj učinkovitost pri učencih kakor tudi pri sebi izmerimo.

Kompetence podjetnosti so opredeljene kot "mehka znanja" (ang. *soft skills*), zato težko izmerimo in opredelimo, kaj je dovolj dobro. Mehke veščine se nanašajo na širok nabor spretnosti, kompetenc, vedenj, stališč in osebnih lastnosti, socialne inteligence ter čustvene inteligence, ki ljudem omogočajo učinkovito krmarjenje v okolju, sodelovanje z drugimi, dobro delovanje in doseganje zastavljenih ciljev. Te spretnosti so široko uporabne in dopolnjujejo druge spretnosti, kot so tehnične, poklicne in akademske spretnosti (Lippman, Ryberg, Carney in Moore, 2015). Razvijanje mehkih veščin je posebej spodbudno za okolja, kjer ni dovolj enakovrednih možnosti za izobraževanje. Takšne skupine mladih, ki imajo manjše možnosti za izobraževanje, lahko razvijejo mehke veščine, s katerimi povečajo svojo zaposljivost, saj je vedno več delodajalcev, ki dajejo vedno večji poudarek kompetencam mehkih veščin kandidatov (Balcar, 2014; Carnevale, 2013; Eger in Grossmann, 2004), kot so delo v skupini, sodelovanje, mobilizacija virov, odkrivanje priložnosti, ustvarjalnost, vizije ipd., zato ni več najpomembnejše le znanje in vedenje o nečem, ampak tudi kompetence podjetnosti.

Razvijanje kompetenc podjetnosti nima končnega stanja, tako kot je npr. usvojeno znanje o Newtonovih zakonih. Slednje lahko preverimo glede na kognitivni nivo (vedenje, razumevanje, uporaba itd.), učinkovitost razvoja kompetenc podjetnosti pa ne morem izmeriti na ocenjevalni lestvici, saj ko pridemo do določene stopnje, razvoj kompetence ni zaključen, ampak jo lahko še naprej razvijamo. Kompetence podjetnosti tako lahko opredelimo tudi kot kompetence vseživljenjskega učenja, ki jih marsikateri učitelj pri mladih zagotovo razvija, a se velikokrat tega ne zaveda, zato predstavljamo primer učinkovitega razvoja kompetenc podjetnosti v naravoslovju, ki ga lahko projiciramo na katero koli področje. Če želimo, da se mladi zavedajo napredka kompetenc podjetnosti, potem je pri-

merno, da pripravimo vprašalnik in zabeležimo začetno stanje kompetentnosti, ki ga lahko primerjamo s stanjem po opravljeni nalogi.

V nadaljevanju je na primeru opisan učinkovit razvoj kompetenc podjetnosti, in sicer za razvoj merilnika srčnega utripa za šolsko uporabo, čeprav jih je na tržišču že nekaj. Pa vendar so študenti skladno s kompetenčnim okvirom podjetnosti (EU, 2018) med delom:

- **prepoznali priložnost** za razvoj merilnika srčnega utripa, pri čemer so razvijali tudi specifična znanja, čeprav jih glede na področje študija niso posedovali (znanje fiziologije srca (medicina), znanje elektrotehnike – delovanje naprave, računalniško znanje – pisanje računalniških programov za beleženje meritev, izobraževalne vede – kakšno napravo za merjene srčnega utripa v izobraževanju potrebujemo. Sodelovalo je 8 študentov štirih različnih študijskih programov: medicina, računalništvo, elektrotehnika, poučevanje biologije, ki se po vrhu vsega medsebojno niso poznali). Prepoznali so priložnost sodelovanja z univerzitetnimi profesorji, ustvariti nova poznanstva, spoznati delo in vodenje projekta in ne nazadnje zaslužiti nekaj denarja.
- **Samozavedanje in samoučinkovitost:** študenti so morali biti dovolj samozavestni za sodelovanje na projektu z neznanimi ljudmi in izpolniti obveznosti projekta ter rednega študijskega dela.
- **Motivacija in vztrajnost:** skozi ves projekt so za uspešen zaključek morali obdržati visoko stopnjo motivacije in vztrajnosti, drugače ga ne bi zaključili pravočasno.
- **Ustvarjalnost/kreativnost:** študenti so bili kreativni v različnih pogledih, saj je bil cilj izdelati cenejši, a dovolj učinkovit merilnik srčnega utripa za rabo v izobraževalne namene na vseh nivojih.
- **Aktiviranje virov:** osnovni vir je bilo znanje posameznih študentov z njihovega področja študija, ki so ga morali prenesti v skupni delovni načrt. Naslednja aktivacija virov je bilo vedenje o potrebnih materialih za izdelek, kje in kako jih bodo lahko nabavili.
- **Finančna in ekonomska pismenost:** ker imamo za vsako izvedbo omejena sredstva, predvsem finančna, so glede na finančne omejitve morali izračunati vrednosti potrebne opreme, njihove urne postavke in kako bodo izdelek časovno pravočasno izdelali.
- **Načrtovanje in upravljanje:** študenti so morali v 3 mesecih razviti in izdelati nov merilnik srčnega utripa za izobraževalne namene vseh stopenj, zato so morali imeti časovni načrt. Poleg načrtovanja časa so morali načrtovati porabo omejenega proračuna, delitev in upravljanje dela.
- **Prevzemanje pobud:** v vsakem koraku je treba prevzeti pobude, npr.: kdo bo začel prvi, kdo bo nadaljeval in kako.
- **Pritegnitev drugih:** v procesu večkrat pridemo do točke obupa, a v skupini je (bil) vedno nekdo, ki jih je vzpodbujal za nadaljevanje in zaključek projekta.
- **Sodelovanje:** za izdelavo merilnika srčnega utripa je bilo sodelovanje med študenti ključno, saj ga brez povezanja znanja ne bi izdelali.
- **Obvladovanje negotovosti, dvoumnosti in tveganj:** pri vsakem projektu se pojavijo težave ali pa se zadeve ne iztečejo po načrtih. Študenti so se tako soočili z negotovostjo rezultata, zato so se morali zateči k načrtu

B, C ali celo k načrtu D. Spoznali so, da stvari v življenju ne gredo vedno tako, kot bi si želeli, a je treba obvladati negotovosti in sprejeti stopnje tveganj.

- **Izkustveno učenje:** ves projekt in sodelovanje študentov sta zasnovana na učenju prek izkušenj. Izdelani merilnik srčnega utripa z vsemi vmesnimi stopnjami je izkustveno učenje.
- **Etično in trajnostno razmišljanje:** študenti so želeli ustvariti cenejši, a vsaj enako učinkovit izdelek z manj porabljenega materiala, tako da bo manjša obremenitev na okolje in nižji strošek za uporabnika. V projektu ni bil nihče poškodovan ali kako drugače oškodovan. Vse naučeno je trajnostno razmišljanje, saj bodo lahko pridobljeno znanje, izkušnje in veščine uporabili v drugih življenjskih situacijah.
- **Predvidevanje:** študenti so morali predvideti uporabnost in donosnost izdelka, porabo denarja, časovne omejitve, urnike dela in sodelovanje.
- **Vrednotenje zamisli** je kompetenca, ki je vključena v različnih korakih projekta. Že na začetku so morali študenti ovrednotiti svoje ideje, katera je boljša, katera je izvedljiva, kako narediti boljše in učinkoviteje, vrednotenje časovnega okvira, evalvacija izvedbe in sodelovanja tekom projekta (Špernjak, Kos in Dolenšek, 2019).

Kako lahko iz zgornjega zapisa sklepamo, da so udeleženci razvijali kompetence podjetnosti in da so po procesu bolj kompetentni kot na začetku? Ker so prišli do uporabnega končnega rezultata. Koliko boljši so na določenem področju, pa ne moremo neposredno ovrednotiti. Tudi če izvedemo anketo pred procesom in po njem, je to udeleženčevo subjektivno mnenje, če ga ocenjuje učitelj, ocena najbrž ne bo realna, saj ni bil prisoten v vsakem trenutku procesa. Možno pa je tudi, da učinek razvoja podjetnostnih kompetenc ovrednotijo soudeleženci procesa (sošolci). Kompetence podjetnosti težko razvijamo posamično in vsako posebej, ampak je razvoj medsebojno prepleten. Prav tako nikoli nimamo univerzalnega in enakega vrstnega reda razvoja kompetenc podjetnosti.

PRENOS ZNANJA MED UNIVERZITETNIM IN GIMNAZIJSKIM OKOLJEM

Kot primer dobre prakse iz tujine lahko predstavimo intenzivne matematično-fizikalne oddelke na nekaterih gimnazijah v Srbiji, denimo na Gimnaziji v Aleksincu (Alexgim, 2020). Ker je za neki predmet, v tem primeru fiziko, na voljo več ur pouka letno od običajnega obsega, se lahko učitelj intenzivneje posveča še drugim konceptom pouka fizike in ni toliko osredotočen le na vsebinske cilje. Določene poudarke lahko namenimo ravno strategiji reševanja problemov pri fiziki, zlasti eksperimentalnih problemov. Uspehi teh dijakov so vidni na nacionalni in mednarodni ravni, zelo uspešni so tudi v nadaljevanju izobraževanja in kasneje v poklicni karieri. Dijaki sodelujejo tudi na mednarodnem tekmovanju, na katerem načrtujejo, izdelajo in predstavijo fizikalni projekt, pri tem pa ni poudarek le na končnem rezultatu, ampak tudi na postopku izvedbe, soočanju s problemi in njihovem reševanju ter učinkovitosti uporabljenih postopkov. Seveda se posebej oceni tudi kakovost same predstavitve ter odgovarjanje na vprašanja mednarodne komisije. Ob načrtovanju, izvedbi in predstavitvi fizikalnega projekta se razvijajo številne kompetence podjetnosti

na vseh treh področjih: ideje in priložnosti, viri in ukrepanje. Velja pa posebej poudariti potrebo po tem, da vodstvo gimnazije te napore intenzivno podpira in da do uspehov ne more priti le na podlagi entuziazma učitelja fizike oz. matematike. Podobno uvajajo tudi posebne oddelke, kjer je povečan obseg učnih ur za jezikovne predmete, vendar smo imeli nekateri avtorji tega članka poglobljen vpogled omogočen le v oddelke z intenzivnejšim poučevanjem fizike in matematike.

Zanimiv je nekoliko drugačen primer dobre prakse, in sicer sodelovanje Univerze v Novem Sadu, natančneje Fakultete za naravoslovje in matematiko (PMF, 2020), v učnem procesu ene najbolj uspešnih gimnazij v Srbiji, to je Gimnazija Jovan Jovanović Zmaj v Novem Sadu (JJZMAJ, 2020). Visokošolski učitelji in sodelavci tesno sodelujejo z gimnazijskimi učitelji pri pripravi dejavnosti za izvedbo dodatnega pouka ter pripravi tekmovanj za dijake. Pripravljene dejavnosti vsebujejo kompleksne avtentične probleme na različnih področjih fizike, ki omogočajo lateralni pristop reševanja problemov, spodbujajo kreativno in kritično mišljenje ter opolnomočijo razvijanje kompetenc podjetnosti. V učni proces na omenjeni gimnaziji se neposredno vključujejo visokošolski učitelji in sodelavci ter s svojim nekoliko drugačnim didaktičnim pristopom obogatijo pouk fizike tudi z vidika razvoja naravoslovno-matematične pismenosti ter zlasti razvoja različnih kompetenc, med katerimi je še posebej izpostavljena kompetenca podjetnosti. Eden izmed avtorjev je imel v okviru projekta PODVIG možnost spremljati dve generaciji dijakov pri tovrstnem poučevanju, ob zaključku šolskega leta 2018/2019 ter ob začetku šolskega leta 2019/2020. V poletnih mesecih pa so potekali intenzivni pogovori o vsebinah, kompetencah ter pristopih in didaktičnih konceptih, ki jih želijo akterji s fakultete in z gimnazije doseči s tem načinom poučevanja. Izkušnje s tega obiska smo avtorji, ki prihajamo s Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru, intenzivno vpletli v naše siceršnje delo na projektu PODVIG. Izkušnje iz Aleksinca in zlasti iz Novega Sada, kjer se z navedenimi aktivnostmi ukvarjajo znotraj raziskovalne skupine za metodiko pouka naravoslovnih znanosti – kemije, fizike in biologije, se res nekoliko bolj osredotočajo na področje poučevanja fizike in sorodnih področij, vendar so spoznanja predvsem na področju razvoja kompetenc podjetnosti splošnejše narave in jih lahko koristno uporabljamo tudi na drugih vsebinskih področjih. Za učinkovit razvoj kompetenc podjetnosti pri dijakih je dobro upoštevati oba pristopa projektne dela, in sicer od zgoraj navzdol (ang. *top-down approach*) ter od spodaj navzgor (ang. *Bottom-up approach*). V okviru projekta PODVIG se pristopa prepletata, saj se didaktične dejavnosti v podporo razvoja kompetenc podjetnosti oblikujejo v sodelovanju univerzitetnega in gimnazijskega okolja.

SKLEP

V prispevku smo predstavili, kje se kompetence podjetnosti izražajo v naravoslovju, kako jih razvijamo pri pouku naravoslovnih vsebin in kakšni so primeri dobrih praks.

Kot prvo smo se osredotočili na reševanje problemov kot možen pristop za razvoj kompetenc podjetnosti pri dijakih. Reševanje avtentičnih problemov zahteva kreativno in kritično mišljenje, ob ustrezni izvedbi pa lahko opolnomoči tudi razvoj kompetenc podjetnosti. Ker pouk naravoslovnih vsebin že zdaj velikokrat sloni na reševanju problemov,

smo na dveh primerih pokazali, kako prilagoditi izvedbo za razvoj kompetenc podjetnosti na vseh treh področjih *ideje in priložnosti*, *vir* in *ukrepanje*. Pri tem opozarjamo, da se je pri posamezni dejavnosti bolje posvetiti le nekaj izbranim kompetencam podjetnosti, ki jih želimo prednostno razvijati, ne pa neosredotočeno številnim. V zadnji fazi reševanja problemov dijaki ovrednotijo rezultat in strategije reševanja, preverijo, ali so možne izboljšave rezultata ali procesa, ter razmislijo o možnem prenosu in uporabi ugotovitev za reševanje problemov v drugih situacijah. S tem ocenjujejo učinkovitost uporabljenih strategij ter same dejavnosti z vidika časa, materialnih sredstev, kadrovskega sredstva in uporabnosti rezultata. V prispevku pa smo predstavili tudi primere dobre prakse, ki smo jih lahko opazovali v tujini. Kot zelo koristno se izkazuje intenzivno sodelovanje med univerzo in gimnazijo. Na primeru, kjer so univerzitetni profesorji in sodelavci celo poučevali v gimnaziji, je bilo ugotovljeno, da podobno kot sodelavci projekta PODVIG s Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v

Mariboru v poučevanje fizike vključujejo tudi kompetence podjetnosti, zlasti v smislu učinkovitega izvajanja vseh dejavnosti, še posebej pa reševanje problemov in izvajanje eksperimentov. Slednje je v tesni povezavi tudi z izkušnja-mi iz Avstralije, kjer velik poudarek namenjajo vsebinam v vsaki izmed petih eksperimentalnih faz, predvsem pa veliki meri samostojnosti dijakov pri določanju procesnih korakov pri učinkoviti izvedbi eksperimenta. Končno spoznanje je, da so naravoslovne znanosti zelo primerne za razvoj kompetenc podjetnosti zaradi svoje eksperimentalne zasnove in poudarjene problemske orientiranosti. To dokazujejo tudi izkušnje in dobre prakse iz tujine, ki jih avtorji s pridom vključujemo v naše delo na projektu PODVIG in so kot temelj našega razvojnega dela vključene tudi v ta prispevek. Menimo, da so ne le naravoslovne znanosti, ampak tudi naravoslovni predmeti v gimnaziji primerni poleg razvoja naravoslovnih kompetenc in naravoslovne pismenosti tudi za razvoj kompetenc podjetnosti.

VIRI IN LITERATURA

- Alexgim (2020). Gimnazija Aleksinac. <http://alexgim.rs/>.
- Azer, S. A. (2011). Introducing a problem-based learning program: 12 tips for success. *Medical Teacher*, 33 (10), 808–13.
- Bacigalupo, M., Kampylis, P., Punie, Y., Van den Brande, G. (2016). *EntreComp: The Entrepreneurship Competence Framework*. Luxembourg: Publication Office of the European Union. doi:10.2791/593884.
- Balcar, J. (2014). Soft skills and their wage returns: Overview of empirical literature. *Review of Economic Perspectives*, 14(1), 3–15.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191.
- Bransford, J., Stein, B. (1993). *The Ideal Problem Solver: A Guide for Improving Thinking, Learning, and Creativity*, 2nd Edition. New York: W.H. Freeman and Company.
- Carnevale, A. P. (2013). 21st century competencies for college and career readiness (str. 1–9). Broken Arrow, OK: National Career Development Association.
- Dahlgren, M. A., Dahlgren L. O. (2002). Portraits of PBL: students' experiences of the characteristics of problem-based learning in physiotherapy, computer engineering and psychology. *Instructional Science*, 30, 111–127.
- Deci, E. L., Ryan, R. M. (2010). *Self-determination*. John Wiley & Sons, Inc.
- Eger, H., Grossmann, V. (2004). Noncognitive abilities and within-group wage inequality. Bonn: Institute for the Study of Labour.
- EU (2018). European Commission. Council Recommendation on key competences for lifelong learning. Official Journal of the European Union: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&rid=7](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&rid=7).
- Eysenck, M. (2009). *Fundamentals of Psychology*. New York: Psychology Press.
- Hemker, L., Prescher, C., Narciss, S. (2017). Design and Evaluation of a Problem-Based Learning Environment for Teacher Training. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2). doi:<https://doi.org/10.7771/1541-5015.1676>.
- JJZMAJ (2020). Gimnazija Jovan Jovanović Zmaj. <https://jjzmaj.edu.rs/>.
- Kovačik, A. (2009). Človek v socialnem okolju. Ljubljana: Zavod IRC. Pridobljeno s http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Clovek_v_socialnem_okolju-Kovacik.pdf.
- Krajnc, B. (2012). Reševanje problemov. *Modra stran*, 98, 2–5.
- Lippman, L. H., Ryberg, R., Carney, R., Moore, K. A. (2015). Workforce connections: Key soft skills that foster youth workforce success. Pridobljeno 4. 12. 2020 s: <https://www.childtrends.org/wp-content/uploads/2015/06/2015-24WFCSoftSkills1.pdf>.
- Mills, J., Treagust, D. (2003). Engineering education – is problem based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*, 4. http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf.
- Oliveira, W. (26. januar 2020). Heflo. Pridobljeno iz The 5W2H Method: learn how to create a simple action plan: <https://www.heflo.com/blog/process-mapping/5w2h-method-examples/>.
- PMF (2020). Prirodno-matematički fakultet <https://www.pmf.uns.ac.rs/>.
- Repnik, R., Murko, J. (2019). Using numerical methods and tools for teaching physics in grammar school. Zbornik radova 7. Medunarodne konferencije o nastavi fizike u srednjim školama, Aleksinac, 15-17. mart 2019.
- Sivakumar, S., Namasivayam, S., Al-Atabi, M., Ramesh, S. (2013). Pre-Implementation Study of Blended Learning in an Engineering Undergraduate Programme: Taylor's University Lakeside Campus. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 735–743.
- Soković, M., Pavletić, D. (2007). Izboljšanje kakovosti – krog PDCA v primerjavi z DMAIC in DFSS. *Journal of Mechanical Engineering*, 53, 369–378.
- Sveteć, M., Repnik, R., Arcet, R., Klemenčič, E. (2019). Education Technology at the Study Program of Educational Physics at the University of Maribor in Slovenia. The Role of Technology in Education. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.85081>.
- Špernjak, A., Kos, T., Dolenšek, J. (2019). Entrepreneurship in higher education. V: Rusek, M. (ur.). PBE 2019 : Projektové vyučování a další aktivizační strategie ve výuce přírodovědných oborů XVII.: Praktické náměty = Project-based education and other activating strategies in Science education XVII.: Practical topics: 7-8. 11. 2019, Praha, Prague. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta = Prague: Charles University, Faculty of Education. 2020, str. 63–68.
- UTS (2020). University of Technology Sydney. International Studies and Education. <https://www.uts.edu.au/about/faculty-arts-and-social-sciences/international-studies-education>.
- Vernon, D.T., Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, 68 (7): 550–563.
- Zupančič, Z. (2020). Mali vedež spletne retorike (Bližnja srečanja na daljavo). Šola retorike Zupančič in Zupančič.