

Naslov članka/Article:

TABELE ZA SAMOEVALVACIJO – ORODJE ZA POMOČ PRI VODENJU IN OCENJEVANJU EKSPERIMENTALNEGA DELA

Self-assessment Rubrics – A Tool Facilitating the Management and Assessment of Experimental Work

Avtor/Author:

dr. Sergej Faletič

CC licenca



Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav



Fizika v šoli št. 1/2019, letnik 24

ISSN 1318-6388

Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2019

Spletna stran revije:

<https://www.zrss.si/strokovne-revije/fizika-v-soli/>

Tabele za samoevalvacijo – orodje za pomoč pri vodenju in ocenjevanju eksperimentalnega dela

dr. Sergej Faletič

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Izveček

Eksperimentalno delo je ključni element znanosti. V šoli pa je pogosto postavljeno v ozadje. Tipično šolsko laboratorijsko delo je namenjeno uporabi ali preverjanju že usvojenega znanja. Tako delo razvija spretnosti ravnanja z opremo in analize meritev, zanemarja pa kompetence, povezane s samostojnim raziskovalnim delom, kot so načrtovanje poskusov, postavljanje in preizkušanje hipotez. Da bi razvijalo tovrstne kompetence, bi moralo eksperimentalno delo nastopati v vlogi gonilnika novih odkritij, kot se to dogaja v znanosti. Tako delo pa je nujno bolj odprtega tipa, kar pomeni, da ga je težje voditi in tudi vrednotiti. V tem članku predstavljamo tabele za samoevalvacijo, ki so se izkazale za učinkovito orodje pri obeh nalogah: vodenju in vrednotenju eksperimentalnega dela odprtega tipa.

Ključne besede: eksperimentalno delo, projektno delo, vodenje, vrednotenje, formativno preverjanje, povratna informacija.

Self-assessment Rubrics – A Tool Facilitating the Management and Assessment of Experimental Work

Abstract

While experimental work plays a key role in science, in school, it is often placed in the background. Typical laboratory work is used to verify or apply the previously acquired knowledge. Such work helps develop equipment handling and data analysis skills, but it neglects competences related to autonomous research work, such as planning experiments and generating and testing hypotheses. In order to develop these competences, experimental work would have to be used as the foundation of new discoveries, as it is in science. Such experimental work would have to be more open-ended, which means it would be more challenging to manage and assess. The article introduces self-assessment rubrics that proved to be an efficient tool for managing and assessing open-ended experimental work.

Keywords: experimental work, project work, management, assessment, formative assessment, feedback

Eksperimentalno delo, mogoče najpomembnejši del poučevanja fizike

Z uvedbo splošne šolske obveznosti je znanje celotnega sveta in vseh preteklih časov postalo dostopno široki javnosti, načelno vsem. Za večino je bil najpomembnejši in pogosto edini vir tega znanja učitelj. V 21. stoletju ni več tako. Poplava informacij in dezinformacij s svetovnega spleta je omogočila, da za dostop do informacij učitelj ni več nujno potreben. Njegova vloga je potemtakem naučiti učence (v smislu tistega, ki se uči, pa naj je to osnovnošolec, dijak, študent ali kdorkoli), kako priti od informacij do »znanja«. Še posebej pomemben korak pri tem

je, kako vrednotiti informacije. V luči prebujanja gibanj, ki ne zaupajo znanosti, je bolj kot znanstvena dejstva pomembna zmožnost razumnega kritičnega mišljenja. Če nekdo trdi, da znanost samo sledi nekim avtoritetam, velikim znanstvenikom, kaj bo odgovoril povprečni učenec? Če pomisli, od kod mu znanstveno znanje, in se spomni v glavnem učiteljev in knjig, potem se res zdi, da znanstveno znanje temelji na avtoriteti. Če pa se spomni poskusov, preizkušanja hipotez, njihovega zavračanja in nazadnje sklepanja na podlagi podatkov, potem tako trditev zlahka zavrne. Zato menim, da je dandanašnji epistemologija znanosti izrednega pomena pri poučevanju znanstvenih vsebin. Epistemologija pa se ukvarja z vpra-

šanjem, kako vemo, kar vemo, oz. s kakšnim postopkom, koraki, načinom razmišljanja smo prišli do našega znanja? V današnjem času srečujemo veliko ljudi, ki ne zaupajo avtoritetam. Težko pa je človeka prepričati, naj ne zaupa lastnim izkušnjam, kar fiziki zelo dobro vemo, ko se lotimo drugega Newtonovega zakona (kjer ima veliko učencev aristotelsko predstavo) ali kvantne mehanike. In prav v takih primerih lahko učencem pomaga dobro razvita epistemologija znanosti. Kajti če so nas ustrezni postopki, koraki, razmisleki, ki smo jih sprejeli kot epistemologijo znanosti, tj. način, kako v znanosti prihajamo do ugotovitev, pripeljali do nekega zaključka, moramo ta zaključek sprejeti, tudi če se nam ne zdi intuitiven.

Vsa znanost izvira iz opazovanj, poskusov, hipotez in preverjanj. Če je naš cilj razviti epistemološka znanja, potem postane eksperimentalno delo najpomembnejši del pouka. Povprečni učenec bo pozabil specifične zakonitosti, če jih ne bo uporabljal, ampak védenja o tem, kako je do ugotovitev prišel, ne bo pozabil, če ga bo lahko vsak dan uporabil za vrednotenje nasprotujočih si informacij s spleta ali iz drugih virov.

Zahtevnost vodenja in vrednotenja eksperimentalnega dela

Eksperimentalno delo ne bo imelo zelenega učinka, če bodo učenci izvajali poskuse, ki jih bom za lažje izražanje imenoval *dokazovalni*. To so poskusi, ki so zasnovani, da prikažejo veljavnost neke zakonitosti. Preverjanje v znanosti ne poteka tako, pač pa ravno obratno. Trudimo se ovreči predlagano razlago. Če bi želel dokazati, da je smer hitrosti nekega gibajočega se telesa enaka smeri vsote sil na to telo, kar v splošnem ni res, je dovolj, da izvedem poskus, kjer na mirujoče telo začnem delovati z neko silo, in dokaz je tu. Nasprotno, da zares preverim to hipotezo, moram pomisliti na primere, ko ta predlagana zveza mogoče ne bo veljala. Npr. ko telo na začetku ne miruje in začnem nanj delovati z neko silo v nasprotni smeri hitrosti. V tem primeru, seveda, zveza ne velja, zato iščemo novo zvezo, ki bo veljala v obeh primerih. In tako dalje. Če nam pri vsem trudu ne uspe ovreči neke predlagane zveze, potem jo začasno sprejmemo, dokler je kateri kasnejši poskus morebiti ne ovrže. To je pomembno, ker če je učenec pravilno razumel epistemologijo znanosti,

torej kako v znanosti prihajamo do spoznanj in ugotovitev, potem mora takoj postati pozoren, ko kje prebere, da so s poskusom *dokazovali* veljavnost neke hipoteze.

V šoli srečujemo tudi poskuse, katerih navodila so tako natančna, da so podobna kuharskemu receptu. Tako delo od učenca redko zahteva kaj drugega kot sledenje navodilom. Učenec zato pri njem težko razvija kompetence, povezane z raziskovanjem. Take poskuse bom za lažje izražanje imenoval *poskusi po receptu*.

Da ga ločim od zgoraj navedenih dokazovalnih poskusov in poskusov po receptu, bom projektno delo in druge oblike eksperimentalnih nalog, ki omogočajo tvorbo hipotez, njihovo preverjanje in vrednotenje, imenoval z eno besedno zvezo *eksperimentalno delo*. Tako delo pa je nujno vsaj deloma odprtega tipa. Pojavi se torej vprašanje, kako učinkovito usmerjati delo, ki nima začrtane poti, in kako vrednotiti delo, ki nima predpisanega cilja? Učitelj ne more biti ves čas pri vseh skupinah, in dokler se ukvarja z eno, se mogoče drugi delo zatakne in mora počakati. S tem izgublja dragoceni čas. Na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani izvajamo predmet Projektno delo [1], pri katerem študenti v skupinah rešujejo probleme odprtega tipa, na koncu pa o svojem delu oddajo poročilo v obliki spletne strani. Pri tem predmetu že več let uporabljamo *tabele za samoevalvacijo* (angl. *rubrics*). Te so namenjene predvsem temu, da študentom omogočajo sprotno samoevalvacijo lastnega dela, in so se izkazale kot učinkovit pripomoček za usmerjanje/vodenje študentov pri delu. Drugod jih na različne načine uporabljajo tudi v srednjih šolah, kjer na podoben način s samoevalvacijo pomagajo usmerjati delo dijakov. Lahko pa se uporabljajo tudi za kakovostno vrednotenje dela študentov/dijakov in posredovanje uporabnih povratnih informacij, o čemer bomo spregovorili takoj, ko opišemo, kaj tabele so in kako jih uporabljamo.

Tabele za samoevalvacijo

V tabelah za samoevalvacijo [2, 3] so zapisane zmožnosti, ki jih želimo pri učencih razvijati, ter opisi, kaj pričakujemo, da je učenec sposoben narediti, če je posamezna zmožnost ustrezno razvita. Vsaka posamezna tabela za samoevalvacijo vsebuje več vrstic. Primer vrstice v tabeli je v tabeli 1.

Tabela 1: Primer vrstice v tabelah za samoevalvacijo.

	Zmožnost	0 – manjka, ni	1 – ni ustrezno	2 – potrebno izboljšati	3 – ustrezno
D4	Sposobni so zbrati podatke/meritve in jih predstaviti na smiseln način.	Podatkov ni ali pa so nerazumljivi.	Nekateri pomembni podatki manjkajo. Podatki niso predstavljeni s tabelami in grafi ali pa so le-ti nepravilno/pomanjkljivo označeni.	Vsi pomembni podatki so zbrani, toda predstavljeni so tako, da jih je težko razumeti. Nekatero oznake na tabelah in grafih so nesmiselne ali nerazumljive. Glavne ugotovitve niso izpostavljene.	Vsi pomembni podatki so zbrani, urejeni in jasno predstavljeni. Tabele in grafi so pravilno označeni ter predstavljeni v logičnem zaporedju. Glavne ugotovitve so jasno izpostavljene.

Vrstica tabele je sestavljena tako: na levi, običajno v prvem stolpcu, je opis zmožnosti, na katero se vrstica nanaša. Naslednji štirje stolpci predstavljajo štiri stopnje doseganja te zmožnosti. V celici v ustreznih stolpcih so opisi tega, kar naj bi učenec prikazal, da lahko sklepamo, da dosega dotično stopnjo. Recimo temu kriterij. Večinoma so navedene aktivnosti, ki naj bi jih učenec izvedel med dejavnostjo ali naj bi bile razvidne iz izdelka (poročila).

Stopnja z oznako »manjka« predstavja stanje, ko zmožnost ni prikazana. To pomeni, da pri delu ali v izdelku ni zaslediti, da bi učenec to zmožnost kjerkoli uporabil. Aktivnosti, povezanih s to zmožnostjo, učenec ni izvedel, iz česar lahko sklepamo, da ne ve, da bi moral te aktivnosti izvesti.

Stopnja z oznako »ni ustrezno« predstavja stanje, ko iz aktivnosti/izdelka izhaja, da učenec nima ustrezno razvite opisane zmožnosti. Aktivnosti, povezane s to zmožnostjo, je učenec izvajal, a na nepravilen način. Iz tega lahko sklepamo, da učenec ve, da bi moral narediti nekaj, povezano z opisano zmožnostjo, ne pa tudi, kaj točno bi moral narediti. V primeru vrstice v tabeli 1 ve, da mora zbrati podatke in jih predstaviti, ne pa tudi, katere podatke bi moral zbrati in kateri bi bili ustrezni načini za predstavitev teh podatkov. Zbere npr. podatke, ki so zunaj področja, ki je zanimivo za poskus, zbere podatke, ki za poskus niso pomembni, podatke predstavi npr. s tabelo namesto z grafom ipd.

Stopnja z oznako »potrebno izboljšati« pomeni, da je pri delu/v izdelku prikazano, da učenec še razvija opisano zmožnost. Aktivnosti, povezane s to zmožnostjo, je učenec izvajal, a so v izvedbi pomanjkljivosti. Iz dela/izdelka lahko sklepamo, da učenec ve, kaj je treba storiti v zvezi z opisano zmožnostjo, ne pa tudi natančno, kako to pravilno narediti. V primeru vrstice v tabeli 1 ve, katere podatke zbrati in na kakšen način jih prikazati, ne zna pa tega ustrezno narediti: npr. zbere podatke premalo na gosto, jih prikaže brez eksperimentalnih nedoločenosti/negotovosti meritve, ne označi osi na grafih. (V tabelah je izraz »eksperimentalna nedoločenost« uporabljen kot sinonim za »negotovost meritve«, načrtno pa se tabele v angleščini in slovenščini izogibajo izrazu »napaka« z namenom poudariti, da nedoločenosti/negotovosti niso posledica *napak* izvajalca ali merilnika, pač pa inherentna lastnost vsake meritve s končno natančnostjo v realnem svetu.)

Stopnja z oznako »ustrezno« predstavja stanje, ko je iz aktivnosti/izdelka razvidno, da ima učenec opisano zmožnost ustrezno razvito. To pomeni, da ve, da je treba izvesti opisane aktivnosti, kaj točno je treba narediti in tudi kako to narediti. To ne pomeni, da ni prostora za izboljšave. Stopnja predstavlja le stanje, ko smo kot učitelji s prikazano zmožnostjo zadovoljni in se nam nadaljnje razvijanje te zmožnosti ne zdi nujno.

Najpomembnejši je zadnji stolpec, v katerem so zapisani kriteriji za oceno »ustrezno«. Ti vodijo učence pri delu.

Zapisani so konkretno v smislu tega, kaj je treba narediti, vendar splošno v smislu, da niso vezani na posamezno nalogo. Stolpca »ni ustrezno« in »potrebno izboljšave« vsebujeta pokazatelje na podlagi katerih lahko sklepamo, da je bila opisana stopnja dosežena. Vsebujeta tudi opise konkretnih pomanjkljivosti, ki jih opazimo pri učencih, ki dosežejo opisano stopnjo. Pokazatelji so spet zapisani kolikor je mogoče konkretno, a hkrati dovolj splošno, da niso vezani na posamezno nalogo. Ta stolpca sta namenjena temu, da učencem posredujeta informacije, kaj bi utegnili biti narobe in kaj morajo še popraviti. Zato je pomembno, da vsebujeta dovolj informacij za vodenje učencev. V primeru v tabeli 1 npr. tabela v stolpcu »potrebno izboljšati« učence opozori na pravilno in skladno označevanje tabel in grafov. V izrazu »nerazumljive« sta skriti tudi možnosti, da so oznake premajhne, grafi skopirani v ločljivosti, kjer so črke tako motne, da se jih ne da prebrati, ali zapisane v angleškem jeziku. Opisi v stolpcu »ni ustrezno« v tabeli 1 učence opozorijo na to, da mogoče podatkov niso predstavili z grafom ali s tabelo, da mogoče ti ne vsebujejo oznak količin, enot. Stolpec »ustrezno« v tabeli 1 opozori učence še na to, da je treba grafe in tabele predstaviti v logičnem zaporedju in izpostaviti ugotovitve, ki se nanašajo na grafe. Čeprav preostali stolpci ne vsebujejo opisa, da to ni narejeno, je očitno, da je pomanjkanje tega lahko razlog, da učenec ni dobil ocene »ustrezno«.

Vrste poskusov

Tabele za samoevalvacijo, ki jih uporabljamo, so bile razvite na Univerzi Rutgers v ZDA [3], tabelo za samoevalvacijo poročila v obliki spletne strani pa smo razvili dodatno. Originalne tabele so na Univerzi Rutgers najprej razvili za potrebe načina poučevanja, imenovanega ISLE [4] (angl. *Investigative Science Learning Environment* – »učno okolje, ki posnema znanstveno raziskovanje«), kasneje pa so posplošili idejo tudi na druge aktivnosti. Osnova učnega pristopa ISLE je posnemanje načina razmišljanja, kot ga pri svojem delu uporabljajo znanstveniki, sklada pa se tudi s tem, kar danes vemo o naravnem delovanju možganov pri učenju [5]. V okviru ISLE poskuse ločimo na tri vrste: opazovalne, testne in aplikativne. Opazovalni poskusi so namenjeni generiranju hipotez, razlag. Običajno se uporabijo pri uvajanju nove snovi, saj je njihov namen, da učenci prepoznajo značilne vzorce ali zveze med količinami in (kjer je mogoče) predlagajo razlage za opažene pojave. V naslednjem koraku predlagajo testne poskuse, katerih namen je ovreči predlagane razlage. Pri tem je pomembno, da napovejo izide poskusov na podlagi predlaganih razlag, še preden se poskusi izvedejo. Če katere od razlag ne uspemo zavreči, se stopnja zaupanja v to razlago utemeljeno poveča in jo sprejmemo kot trenutno najboljšo razlago. Pogosto je to tista, ki velja za »pravilno«. Pozorni pa bodimo, da v znanosti »pravilna razlaga« pomeni »tista, ki še ni bila ovržena, kljub večkratnemu testiranju«. Aplikativni poskusi so namenjeni uporabi že usvojenega

znanja za reševanje praktičnih problemov. Tipične naloge aplikativnega tipa so izmeriti neko količino na več načinov.

Poskus, na katerega je vezano eksperimentalno delo, je lahko kateregakoli od teh tipov. Tipični, dokazovalni poskusi, katerih namen je pokazati nekaj, kar smo že teoretično obravnavali, in poskusi po receptu ne spadajo v nobeno od teh skupin in niso primerni za eksperimentalno delo, ki naj razvija zmožnosti učencev za raziskovalno delo in njihov vtis o izvoru znanstvenega znanja (epistemologiji znanosti).

Dobro zasnovan opazovalni poskus naj bi obravnaval novo snov, saj naj bi učenci šele predlagali različne razlage za opaženi pojav. Ta ima pomembno vlogo pri pouku. Včasih pa ga je težko izvesti kot eksperimentalno delo, bodisi zaradi neuskkljenosti terminov laboratorijskih vaj s snovjo ali pa zaradi pomanjkanja opreme za več inačič istega poskusa.

Dobro zasnovan testni poskus ima namen ločiti med različnimi predlaganimi razlagami za nek pojav. Te razlage lahko ponudi tudi učitelj. Lahko so razlage, ki so jih znanstveniki predlagali v preteklosti, ali pa razlage, ki so jih predlagali drugi razredi za isti pojav. Paziti moramo tudi na to, kako zastavimo vprašanje. Poudarimo, da je namen testnega poskusa razlikovanje med hipotezami ali preverjanje hipoteze z namenom, da jo ovržemo. Izrednega pomena je tudi, da učenci najprej na podlagi hipotez in predlaganega poskusa podajo napovedi izida poskusa. To so izjave, kakšen izid pričakujemo, če drži prva hipoteza, kakšnega, če drži druga itd. Šele to omogoča učencem, da jasno primerjajo izid z napovedmi in na podlagi primerjave ovrednotijo posamezno hipotezo. Tako učenci ob uporabi že usvojenega znanja vadijo tudi hipotetično-deduktivno razmišljanje.

Naloge aplikativnega tipa je najenostavneje pripraviti, saj se izvajajo, ko učenci že imajo ustrezno znanje. Pri teh nalogah je ključno, da se primerjajo rezultati dveh neodvisnih postopkov. Če je le mogoče, želimo, da sta oba postopka eksperimentalna. Izogniti se želimo primerjavi z vrednostjo iz literature, saj lahko da napačen vtis o tem, kako v znanosti pridemo do znanja. Učenec lahko dobi vtis, da je merjenje nepotrebno, ker je količina že izmerjena, in/ali da obstaja vedno nekje avtoriteta, ki ima pravi odgovor.

Na Univerzi Rutgers so za vsak tip poskusa razvili svojo tabelo, posebej pa še splošnejše tabele za analizo podatkov in predstavitev rezultatov. Mi smo prevedli štiri od teh tabel: po eno za vsako od vrst poskusov ter tabelo za analizo podatkov. Za podajanje rezultatov smo razvili novo tabelo na podlagi tiste z Univerze Rutgers, saj imajo naša poročila nekaj posebnosti, ki smo jih želeli vključiti. Naše tabele so prosto dostopne na povezavi [2].

Uporaba tabel na primeru

Izmed treh vrst poskusov sem izbral aplikativnega, ki je v šoli, po mojih izkušnjah, najpogostejši. Učitelji v Sloveniji, ZDA in Belgiji, ki uporabljajo tabele neposredno pri laboratorijskem delu v šoli, so ugotovili, da se je pri posamezni vaji najbolje osredotočiti le na nekaj vrstic. To ne pomeni, da učenci ostalih vrstic ne vidijo, le da jih pri konkretni nalogi ne vrednotimo. V primeru obsežnejšega odprtega projekta pa se hkrati uporabljajo in vrednotijo vse tabele.

V našem primeru se bomo torej osredotočili le na nekaj vrstic, da prikazemo način uporabe tabel tako za vodenje kot tudi za vrednotenje eksperimentalnega dela.

Tabela 2: Dve izmed vrstic v tabeli za zmožnost zasnovati in izvesti aplikativni poskus.

	Zmožnost	0 – manjka, ni	1 – ni ustrezno	2 – potrebno izboljšati	3 – ustrezno
C6	Sposobni so izbrati primeren matematični model za reševanje naloge.	Matematični model manjka ali pa zapisane enačbe nimajo zveze z nalogo.	Izbrani matematični model je napačen ali pomanjkljiv (npr. neujemanje enot) do te mere, da so rešitve neuporabne/napačne.	Izbrani matematični model je pravilen in popoln. Celoten matematični postopek je opisan, vendar je v računu napaka. Enote se ujemajo. Ne razmišljajo o smiselnosti končnega rezultata.	Izbrani matematični model je pravilen in popoln. Vse količine so izračunane pravilno s pravilnimi enotami. Celoten matematični postopek je brez napak in jasno predstavljen. Razmišljajo o smiselnosti končnega rezultata.
C2	Sposobni so zasnovati primeren poskus (meritev) in načrtovati izvedbo, s katero bo mogoče rešiti zastavljeno nalogo.	Poskus ni primeren za reševanje zastavljene naloge.	Poskus je primeren za rešitev naloge, toda narava izvedbe poskusa je takšna, da bodo izidi/podatki najverjetneje neuporabni za reševanje naloge.	Poskus je primeren za rešitev naloge, toda narava izvedbe poskusa je takšna, da izidi/podatki morda ne bodo vodili do uporabne rešitve naloge.	Poskus je primeren za rešitev naloge. Načrtovana izvedba bo z veliko gotovostjo dala izide/podatke, na podlagi katerih bo mogoče uspešno rešiti nalogo.

Predstavljajmo si, da smo učencem dali nalogo določiti hitrost valovanja na vrvi. Poleg besedila naloge imajo na voljo vse tabele, ki so na povezavi [2]. V njih so vrstice, ki se nanašajo na vsako fazo poskusa. Od zasnove prek meritev in analize do predstavitve rezultatov. Ustavimo se pri dveh pomembnih vrsticah, ki sta prikazani v tabeli 2.

Vrstici v tabeli 2 spomnita učenca na dvoje: treba je zasnovati poskus, ki bo zanesljivo dal rezultat, in treba je poiskati matematični model, ki opisuje dogajanje pri tem poskusu. Matematični model bo omogočil izračun pričakovane vrednosti in opozoril učence na to, katere količine je treba meriti, da se lahko naredi izračun. Tako, na primer, morajo učenci pomisliti, kako bodo merili silo in dolžinsko gostoto vrvi, če želijo izračunati hitrost valovanja na vrvi. Denimo, da učenci zasnujejo poskus, kjer merijo čas preleta motnje. Stolpec »potrebno izboljšati« v vrstici C2 v tabeli 2 opozori na to, da je treba poskrbeti, da bodo rezultati uporabni. Če je vrv tako napeta, da je dolžina motnje primerljiva z dolžino vrvi, bo težko natančno določiti čas preleta. Mogoče v takem primeru, če sile ne moremo spreminjati, merjenje časa preleta pač ni dober način za rešitev naloge. Spomni jih še na zanesljivost merjenja: kako bodo prožili in ustavili štoparico? Bodo mogoče raje posneli filmček? S koliko slikami na sekundo?

Denimo, da je po vseh teh razmislekih učencem uspelo narediti poskus s preletom motnje. Ustrezen matematičen model je $c = (F/(m/l))^{1/2}$, kjer je F napenjalna sila, (m/l) dolžinska gostota vrvi in c hitrost valovanja.

Ko učenec odda poročilo, dobi povratno informacijo v obliki ocen v vrsticah. Iz njih lahko sklepa, kaj je treba izboljšati. Če učenec dobi v vrstici C6 (tabela 2) oceno »ni ustrezno«, si pomaga tako, da najprej pogleda v ustrezen stolpec. V njem so zapisane pogoste pomanjkljivosti. Mogoče je izbral napačen model. Mogoče pa je tudi, da ni dosegel kriterija za oceno »potrebno izboljšati« ali »ustrezno«. Zato mora pogledati tudi ta dva stolpca. V »potrebno izboljšati« npr. piše, da je celoten matematični postopek opisan. Če ni, očitno ne dosega tega kriterija. Torej je to tudi možni razlog, zakaj je dobil oceno »ni ustrezno«.

Kako si lahko s tem pomaga? Možnosti je več. Lahko je pozornejši pri naslednji nalogi. Tako delajo npr. na Univerzi Rutgers. Vsako nalogo izvedejo študentje enkrat, ampak pri vsaki naslednji nalogi se njihove ocene v tabelah v splošnem izboljšujejo [6]. Lahko pa učitelj da učencu možnost, da poročilo popravi enkrat ali večkrat in ga ponovno odda [1, 7]. Tako se nekaj nauči že pri isti nalogi. To je priporočljivo, če je nalog v letu malo.

Naslednja pomembna vrstica je prikazana v tabeli 3.

Vrstica C5 (tabela 3) opozori učenca na to, da je treba rezultat preveriti z neodvisno metodo. Stolpec »ustrezno« da še dodatna navodila, da je treba upoštevati merske nedoločenosti, ki jih je potemtakem treba tudi oceniti na smiseln način. Tudi za to obstaja vrstica v tabelah, za katero pa ni nujno, da jo uporabimo pri tem poskusu. Neodvisni način je pogosto nov, drugačen poskus. V našem primeru bi lahko uporabili stoječe valovanje. Ker je to drugi aplikativni poskus, si lahko tudi pri njem pomagamo s tabelami. Torej učenca vrstica C6 (tabela 2) spomni, da je treba tudi pri tem poskusu najti ustrezen matematični model, ki je v tem primeru $c = 2v_n L/n$, kjer je L dolžina vrvi, v_n frekvenca vzbujanja v n -tem nihajnem načinu in c hitrost valovanja. Neodvisni način je lahko tudi izračun iz modela, kjer merske nedoločenosti izvirajo iz merskih nedoločenosti nastopajočih količin: sile in dolžinske gostote. V tem primeru je treba biti pozoren tudi na to, da je model zelo verjetno narejen ob nekih predpostavkah, npr. približek majhnih odmikov, približek idealno elastične vrvi itd. Te predpostavke lahko vplivajo na veljavnost modela in jih je treba preveriti in upoštevati pri primerjavi rezultata z rezultatom meritve. Tudi za to obstaja vrstica v tabelah, ki se ji tokrat ne bomo posvetili. Vrstica C5 (tabela 3) učenca opozori še, da je treba razpravljati o ujemanju/neujemanju obeh rezultatov in o morebitnih razlogih za razlike.

Denimo, da se zgodi, da je učenec spremenil napenjalno silo vrvi med prvim in drugim poskusom. To bi se pri ocenjevanju poznalo v vrstici C2 za drugi poskus. Ta poskus je imel namen izmeriti hitrost valovanja, ki naj bi se predvidoma ujemala s tisto pri prvem poskusu. Če pri poskusu ni poskrbljeno, da so relevantni parametri

Tabela 3: Vrstica iz tabele za aplikativni poskus.

	Zmožnost	0 – manjka, ni	1 – ni ustrezno	2 – potrebno izboljšati	3 – ustrezno
C5	Sposobni so zasnovati nov, neodvisen poskus, s katerim ovrednotijo rezultate prvega poskusa.	Ne zasnujejo neodvisnega poskusa, s katerim bi lahko ovrednotili rezultate, ali pa je »novi« poskus le ponovitev/izvedba prvega.	Zasnujejo nov neodvisni poskus, s katerim poskušajo ovrednotiti rezultate, vendar ni razprave o razlikah med rezultati ali pa je ta zelo skopa.	Zasnujejo nov neodvisni poskus, s katerim ovrednotijo rezultate. Smiselno primerjajo rezultate dveh poskusov, tako da upoštevajo merske nedoločenosti. Razprava o možnih vzrokih za razlike med dobljenima rezultatoma manjka ali pa je pomanjkljiva.	Zasnujejo nov neodvisni poskus, s katerim ovrednotijo rezultate. Smiselno primerjajo rezultate dveh poskusov, tako da upoštevajo merske nedoločenosti. Razpravljajo o možnih vzrokih za razlike med dobljenima rezultatoma.

enaki, poskus ni ustrezen in bi v vrstici C2 dobil oceno »ni ustrežno«.

Pri različnih aplikativnih poskusih pridejo do izraza različne zmožnosti. Zato učitelji, ki uporabljajo tabele, običajno izberejo le nekatere vrstice pri posameznem poskusu. Tiste, ki opisujejo zmožnosti, ki so za tisti poskus najpomembnejše ali pridejo najbolj do izraza.

Ocenjevanje s tabelami

Tabele za samoevalvacijo so, kot ime pove, prvenstveno namenjene samoevalvaciji. Lahko tudi evalvaciji s strani učitelja, niso pa namenjene ocenjevanju. Kljub temu se mi zdi pošteno omeniti, da se lahko uporabljajo tudi za ocenjevanje, če bi tako želeli. V tem primeru so običajno potrebne prilagoditve, ki so predvsem posledica tega, da vse zmožnosti običajno niso enako pomembne, zato jih želimo različno obtežiti. To lahko naredimo preprosto tako, da končne vrednosti množimo z izbranimi utežmi. Nazadnje je treba to narediti tako, da končna ocena ustreza dejanskim prikazanim zmožnostim učenca. To je iterativen proces, ki bo sčasoma konvergiralo k ustreznemu pretvarjanju nivojev v oceno. Poudarjam pa, da so tabele namenjene predvsem kakovostni povratni informaciji učencu s čim manjšo časovno zahtevnostjo za učitelja, ne ocenjevanju.

Izkušnje s tabelami

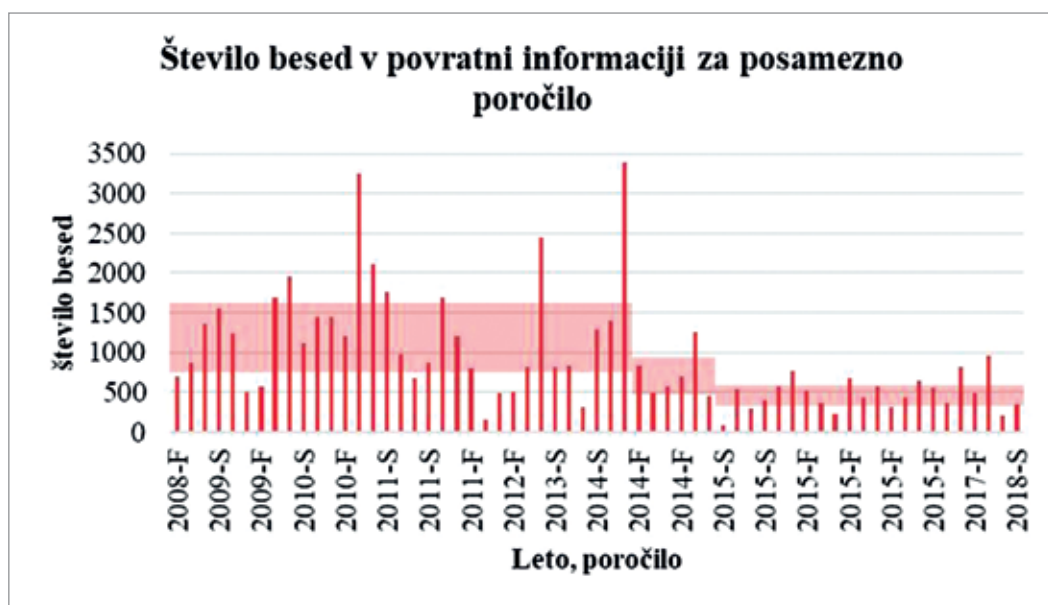
Na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani pri predmetu Projektno delo [1] uporabljamo tabe-

le za samoevalvacijo od leta 2015. Takrat smo obsežno povratno informacijo na poročilo študentov, ki je bila v obliki komentarjev, zamenjali skoraj samo z ocenami v tabelah. Od takrat se je število besed v naši povratni informaciji zmanjšalo približno na tretjino (slika 1); na šestino, če bi gledali samo komentarje na prvo oddajo poročila. Toliko manj časa tudi vzame pisanje te povratne informacije. V ta čas, seveda, ni všteti čas za branje poročila, ki je določen s hitrostjo branja učitelja. Kljub krajšemu času za zapis povratne informacije se je kakovost sprejetih poročil povečala. To smo ugotovili tako, da smo po tabelah ocenili poročila, ki so bila sprejeta pred uvedbo tabel, in ugotovili, da večini ne dosegajo trenutnega standarda za sprejetje.

Tabele sta preizkusila kolega Jože Pernar na Gimnaziji Krško [8] in Peter Šlajpah na Gimnaziji Želimlje [9]. Dijakom so dali tabele in se o njih pogovorili. Odziv dijakov je bil večinoma pozitiven, predvsem so kot pozitivne izpostavili jasne in znane kriterije za doseganje zelenega rezultata. Tudi učitelji, ki svoje izkušnje delijo na medmrežju, svetujejo, da se o tabelah z učenci pogovorimo, jih pojasnimo in včasih celo skupaj z njimi kaj spremenimo, kajti zgodi se, da kriteriji niso jasno zapisani.

Zaključek

Tabele za samoevalvacijo so učinkovito orodje za vodenje in vrednotenje nalog odprtega tipa, kot so projektne naloge, laboratorijske vaje, eseji, odprta vprašanja, nastopi. Tu smo se posvetili le nekaj vrsticam na primeru



Slika 1: Slika prikazuje število besed v vseh povratnih informacijah za vsako poročilo. Zasenčeni del predstavlja področje, za katero velja, da je 50 % vseh povratnih informacij imelo število besed znotraj tega področja. Šest poročil med 2014-F in 2015-S spada v prehodno obdobje, ko smo študentom dali le nekatere od vrstic. Kljub temu da je bilo vrstic manj, je bilo besed v povratni informaciji več, saj tabele niso zajele vseh vidikov poročila in so zato bili potrebni dodatni komentarji.

eksperimentalnega dela, ki je v šoli pogosto. Če se odločimo za bolj odprto in obsežnejše projektno delo, lahko uporabimo vse tabele, saj tako delo običajno zajema vsaj opazovalni in testni poskus, poleg stroge analize podatkov in jasnega in popolnega poročila.

Na medmrežju je veliko različnih tabel za samoevalvacijo za veliko različnih namenov [10]. Nekatere so oseb-

ne tabele, ki so jih ustvarili učitelji, nekatere, npr. tiste z Univerze Rutgers, pa so raziskovalno podprte, validirane. Zato smo se tudi odločili zanje, saj smo tako dobili izhodišče, za katero vemo, da je empirično temeljito preverjeno. Vsak učitelj pa lahko tabele prilagodi svojim potrebam: kaj doda in kaj odvzame. Tabele so iterativno orodje, ki se z vsako uporabo izboljšuje.

Literatura

- [1] Planinšič, G. (2007). Project laboratory for first-year students, *European Journal of Physics*, 28 (3)
- [2] UL FMF, Projektno delo, začetna stran, <http://projlab.fmf.uni-lj.si/> [dostop 17. 3. 2018]
- [3] Univerza Rutgers, tabele za samoocenjevanje, <https://sites.google.com/site/scientificabilities/rubrics> [dostop 1. 12. 2017]
- [4] Etkina, E., Van Heuvelen, A., White-Brahmia, S., Brookes, D. T., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D. in Warren, A. (2006). Scientific abilities and their assessment, *Physical Review Special Topics, Physics Education Research*, 2, 020103-1 – 020103-15.
- [5] Zull, J. E. (2002). *The art of changing the brain*, Stylus Pub., LLC.
- [6] Etkina, E., Karelina, A., Ruibal-Villasenor, M. (2008). How long does it take? A study of student acquisition of scientific abilities, *Physical Review Special Topics, Physics Education Research*, 4, 020108.
- [7] Faletič, S., Etkina, E., Planinšič, G. (2016). Self-assessment rubrics as a tool to help students and teaching assistants = Tabele za samoocenjevanje kot orodje v pomoč študentom in asistentom. V: Aškerc Veniger, K. (ur.), idr. *Izboljševanje kakovosti poučevanja in učenja v visokošolskem izobraževanju: od teorije k praksi, od prakse k teoriji* = Improving the quality of teaching and learning in higher education: from theory to practice, from practice to theory. Ljubljana: Center RS za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposabljanja. Str. 224–231.
- [8] <http://sss.fmf.uni-lj.si/index.php?mode=4&id=287> [dostop 11. 4. 2019]
- [9] <http://sss.fmf.uni-lj.si/index.php?mode=4&id=299> [dostop 11. 4. 2019]
- [10] Množica tabel je npr. na povezavi <https://www.uwstout.edu/academics/online-distance-education/online-professional-development/educational-resources-rubrics/creating-and-using-rubrics-assessment> [dostop 3. 4. 2019]