

## 1.3 Ocenjevanje veščin eksperimentalnega dela

Ivanka Toman, Šolski center Kranj

### Vloga eksperimentalnega dela v sodobnem pouku fizike

Opazovanje in izvajanje eksperimentov sta klasični in še danes najpomembnejši dejavnosti pri **proučevanju naravnih pojavov**. Opazovanje demonstracijskih poskusov in še posebej samostojno izvajanje eksperimentov v okviru laboratorijskih vaj imata zato ključno vlogo pri sodobnem pouku fizike na vseh stopnjah izobraževanja. Pomembnost eksperimentalnega dela pri pouku fizike potrjujejo tudi posodobljeni **učni načrti fizike**. V programih splošne gimnazije je tako v vsakem letniku približno 15 odstotkov (10 od 70 ur) ur namenjenih laboratorijskim vajam, dijaki, ki se pripravljajo na maturo iz fizike, pa v zaključnem letniku opravijo 20 ur eksperimentalnega dela. Laboratorijske vaje predstavljajo tudi 20 odstotkov ocene pri **splošni maturi iz fizike**.

Pri izvajanju eksperimentalnega dela pri pouku fizike dijaki:

- načrtujejo in usklajujejo dejavnosti v manjši skupini (skladno z navodili),
- razvijajo ročne spretnosti in natančnost pri delu,
- dobivajo občutek za velikostni red količin in potek pojava,
- spoznavajo metode merjenja in delovanje merskih instrumentov,
- povezujejo fizikalne količine in pojme s pojavom in z instrumentarijem,
- pripravijo in vodijo dokumentacijo opravljenega dela,
- pisno in ustno poročajo o opažanjih, zapisujejo rezultate,
- skrbijo za svojo varnost in varnost ostalih oseb v prostoru.

Na gimnaziji dijaki pri eksperimentalnem delu še:

- statistično analizirajo zbrane podatke,
- kvantitativno obravnavajo merske napake,
- meritve matematično povežejo z enačbami fizikalnih zakonov,
- kritično ovrednotijo uporabljene metode ter predlagajo izboljšave.

Učitelj fizike z **ocenjevanjem** ugotavlja doseganje učnih ciljev in kompetenc. Ocenjevanje eksperimentalnega dela je pri pouku fizike, kot ga izvajam, enakovredna ocenjevanju pisnih (teoretičnih in računskih) nalog in drugih klasičnih oblik ocenjevanja. Kompleksnost izvajanja eksperimentalnega dela od učiteljev zahteva natančno določitev **ciljev, standardov in kriterijev**, po katerih vrednotimo razvitost veščin eksperimentalnega dela. Z jasno opredelitvijo naštetega učitelji hkrati dosežemo tudi večjo **objektivnost** ocenjevanja, učencem in dijakom lahko dajemo podrobne **povratne informacije** o njihovi uspešnosti in napredku. Svoja objektivna opažanja uporabimo tudi pri **načrtovanju** novega eksperimentalnega dela.

## Ocenjevanje eksperimentalnega dela

Pridobivanje znanja in veščin pri eksperimentalnem delu je skupni cilj vseh, ki sodelujemo pri tem procesu. Dijaki lahko fizikalne eksperimente izvajajo v učilnici fizike, specializiranem laboratoriju (npr. kemija, elektrika ipd.), v naravi (v okviru naravoslovnih ali projektnih dni) ali doma. Normativi o številu dijakov pri takem delu zahtevajo **manj številčne skupine**, kar omogoča individualno spremljanje dela posameznega dijaka. **Točkovanje dejavnosti** je pomemben element ocenjevanja, s katerim dijake opozarjam na obsežnost eksperimentalnega dela in jih usmerjam k pravilnemu delu.

Ob tem vedno pazim, da v okvir ocenjevanja vključim le tiste spretnosti, znanja in veščine, ki so jih dijaki pred tem že imeli možnost usvojiti in razviti. Vzorec točkovalne preglednice in **ocenjevalno lestvico** najdete v sklepnem delu članka. Ocenjevalna lestvica je pri vseh laboratorijskih vajah enaka in je objavljena v spletni učilnici poleg navodil za delo. Z dijaki jo skupaj pregledamo pri prvi uri laboratorijskih vaj.

Pri ocenjevanju spremljam in vrednotim naslednje **faze eksperimentalnega dela**:

- pripravljenost na vajo,
- izvedba meritev: rokovanje z opremo in merilnimi instrumenti,
- delo s podatki: natančnost in sistematičnost pri urejanju in obdelavi meritev,
- interpretacija rezultatov.

Eksperimentalno delo se začne veliko pred vstopom v učilnico, laboratorij ali na izbrano lokacijo v naravi. Predhodna priprava na delo delno poteka pri urah fizike, večji del pa dijaki opravijo doma z natančnim študijem **vnaprej pripravljenih navodil**.

Ob začetku eksperimentalnega dela ovrednotim dijakovo **pripravljenost na vajo** tako, da s pregledom zvezkov in z vprašanji preverim:

- ali je dijak zapisal povzetek vaje in izdelal načrt dela v zvezek,
- ali dijak pozna teoretične osnove učne teme, s katero je vaja povezana,
- ali dijak razume navodilo za izvedbo poskusa in meritve.

Pri ocenjevanju veščin eksperimentalnega dela je najzahtevnejša faza **izvedba meritev**. Ker točkujem kratkotrajno dejavnost, ni mogoče hkrati za vse dijake oceniti vseh veščin. Pri posamezni vaji pozorno spremljam le nekaj dijakov. V tej fazi veliko pozornosti namenim tudi splošnemu opazovanju dijakov pri delu, saj skrbim, da s svojim ravnanjem ne ogrožajo sebe in drugih, hkrati pa še pazim, da z neustreznim ravnanjem ne bi pokvarili eksperimentalne opreme.

Pri dijakih, ki jih podrobneje spremljam, točkujem:

- ustreznost postavitve pribora za eksperiment,
- izbiro ustreznega merilnega instrumenta in merilnega območja,
- pravilnost odčitavanja meritev in ustreznost enot pri zapisu v zvezku,
- upoštevanje varnostnih in tehničnih pravil pri uporabi virov napetosti, svetlobe in toplote.

V fazi **dela s podatki** dijaki potrebujejo kalkulator in geometrijsko orodje. Brez tega kakovostna obdelava podatkov ni mogoča. Pri točkovanju upoštevam:

- sistematičnost in preglednost zbiranja podatkov in rezultatov meritev,
- risanje grafov in grafične postopke,
- natančnost izmerkov in računanje z napakami,
- obliko in urejenost poročila laboratorijske vaje,
- pravilnost rezultatov in odgovorov na preprostejša vprašanja.

V sklepni fazi **interpretacije rezultatov** od dijakov pričakujem, da:

- ugotovijo zvezo med količinami, ki jih izmerijo pri poskusu,
- opazovane količine povežejo z ustreznimi fizikalnimi zakoni,
- pravilno komentirajo rezultate poskusa,
- opozorijo na napake pri meritvah.

Dijak lahko svoja opažanja zapiše v zvezek ali predstavi ustno v obliki predstavitve. Pri tem spodbujam argumentirano poročanje.

### **Poročilo o eksperimentalnem delu**

Eksperimentalno delo vedno napovem teden dni vnaprej in ob napovedi dijakom prek e-učilnice posredujem tudi pisna navodila za vajo. Dijaki se na vajo pripravijo tako, da doma preučijo navodilo za vajo in v zvezek pripravijo načrt za delo in predlogo za zapisovanje rezultatov. Vedeti morajo, kaj bodo delali in kako bodo uporabili pripomočke.

**Načrt za delo** mora vsebovati:

- naslov vaje in datum izvedbe,
- naloge,
- skico poskusa z oznako potrebščin,
- kratek opis dela,
- preglednice za zapisovanje meritev,
- vprašanja v zvezi z izvedbo vaje.

Laboratorijska vaja traja **eno šolsko uro**. V tem času dijaki postavijo poskus, opravijo meritve, obdelajo merske rezultate in narišejo grafe. Poročilo o vaji lahko dokončajo doma. Ob naslednjem srečanju preverim, ali so usvojili predvidena znanja.

Znanje, pridobljeno z laboratorijskim delom, preverjam pri ustnem in pisnem ocenjevanju.

## Poročilo o eksperimentalnem delu za maturo

Laboratorijske vaje prispevajo 20 odstotkov končne ocene iz fizike pri splošni maturi. Poročila vaj dijakov, ki bodo opravljali maturo iz fizike, zato **hranimo v šoli** kot izpitno gradivo. Maturanti doma pripravijo načrt za delo in predlogo za zapisovanje rezultatov na list formata A3 nizki karo.

**Poročilo** maturitetne laboratorijske vaje mora vsebovati:

- naslov vaje in datum izvedbe,
- namen vaje in zastavljene naloge,
- skico poskusa z oznako potrebščin in kratek opis dela,
- preglednice z meritvami,
- izpeljavo enačb za izračun iskanih fizikalnih količin,
- grafični prikaz meritev in njihovo obdelavo,
- interpretacijo rezultatov in odgovore na vprašanja.

Pri računanju iskanih fizikalnih količin dijaki vstavijo izmerjene vrednosti z enotami v enačbo in zapišejo rezultat. Za večjo preglednost poročila vmesnih računov vanj ne zapisujejo. **Grafi** morajo biti popolno opremljeni (naslovi grafa in osi, jasno določene količine, enote in merilo). Izmerjene vrednosti ponazorijo s krogci in skicirajo interpolacijsko krivuljo.

Pri izpolnjevanju poročila veliko pozornosti namenimo **natančnosti meritev in rezultatov**. Natančnost meritve je določena z merilnim instrumentom, natančnost izračunane količine, pri kateri dijaki upoštevajo matematično povezanost več izmerjenih količin, pa je določena z natančnostjo izmerjenih količin in z uporabljene matematičnimi operacijami.

Odgovori na vprašanja morajo biti argumentirani z eksperimentalnimi rezultati in morajo imeti jasno povezavo s fizikalnimi zakoni.

Dijaki vajo ob koncu ure **oddajo** za ocenjevanje.

Preglednica 1: Ocenjevalna preglednica

<b>PRIPRAVA NA VAJO</b>	Dijak	Dijak	Dijak	Dijak
Načrt za delo				
Teoretične osnove				
Razumevanje navodil				
<b>IZVEDBA MERITEV</b>				
Sestavljanje stativnega pribora				
Izbira merilnika in merilnega območja				
Odčitavanje meritev				
Uporaba izvirov napetosti, toplote ...				
<b>DELO S PODATKI</b>				
Sistematičnost in preglednost zbiranja izmerkov				
Grafični postopki, delo z grafi				
Upoštevanje natančnosti meritev				
Oblika in urejenost poročila				
Pravilnost rezultatov in odgovorov				
<b>INTERPRETACIJA REZULTATOV</b>				
Ovrednotenje rezultatov in merilnih postopkov				
Povezovanje s teorijo				
<b>CELOTEN VTIS (OCENA)</b>				

Preglednica 2: Ocenjevalna lestvica - izvajanje meritev

Ocenjevalna kategorija	Vrednotenje		
	0 točk	3 točke	5 točk
<b>Načrt za delo</b>	Na vajo se ni pripravil.	Na vajo se je ustrezno pripravil.	Na vajo se je odlično pripravil.
<b>Teoretične osnove</b>	Ne pozna teoretičnih osnov učne teme, s katero je vaja povezana.	Teoretične osnove pozna, vendar kakšnega dela ne razume.	Pozna in dobro razume vso teorijo, s katero je vaja povezana.
<b>Razumevanje navodil</b>	Navodil za delo ne razume. Vajo opravi le, če mu navodila v celoti dodatno razložimo.	Za posamezne dele vaje potrebuje dodatna navodila.	Dobro razume celotna navodila.

<b>Sestavljanje stativnega pribora</b>	Pripomočkov ne zna sestaviti brez pomoči. Ne pozna izrazov za posamezne dele pribora.	Pomoč potrebuje le pri nekaterih opravilih, večino dela opravi sam.	Pri sestavljanju pripomočkov ne potrebuje pomoči.
<b>Izbira merilnika in merilnega območja</b>	Ne zna izbrati ustreznega merilnika in ustreznega območja.	Izbere ustrezen merilnik, ima pa težave z izbiro ustreznega območja.	Izbere ustrezen merilnik in ustrezno merilno območje.
<b>Odčitavanje meritev</b>	Na merilniku z več skalami ne zna izbrati prave, s skale ne zna odčitati decimalnih mest.	Izbere ustrezno skalo, vendar pomanjkljivo odčitava decimalna mesta.	Izbere ustrezno skalo in iz nje pravilno odčitava.
<b>Uporaba izvorov napetosti, toplote ...</b>	Pri uporabi izvorov ne upošteva varnostnih in tehničnih navodil za delo z izvorom. Z izvorom ne zna samostojno rokovati, potreben je celovit in trajen nadzor.	Pri uporabi izvorov upošteva večino varnostnih in tehničnih navodil. Z izborom zna rokovati, vendar potrebuje nasvet ali nadzor.	V celoti upošteva varnostna in tehnična navodila za delo z izvori. Z njimi rokuje povsem samostojno in ne potrebuje nadzora.

Preglednica 3: Ocenjevalna lestvica – obdelava meritev

Ocenjevalna kategorija	Vrednotenje		
	0 točk	3 točke	5 točk
<b>Sistematičnost in preglednost zbiranja izmerkov</b>	Izmerkov ne zna urejeno zapisovati. Iz zapiskov se ne znajde, potrebuje dodatne informacije sošolcev ali učitelja. Manjkajo mu podatki za nadaljnje delo.	Izmerki so urejeni, vendar pri tem ni vidnega sistema. Pomanjkljivo so zbrani manj pomembni podatki o poskusu, pri podatkih manjkajo predpone ali enote.	Izmerki so sistematično urejeni, npr. v padajočem ali naraščajočem zaporedju, zapisane so predpone in enote.
<b>Grafični postopki, delo z grafi</b>	Pri risanju grafov ne upošteva pravil o razmerjih in označevanju osi, skala grafov je neurejena, izmerkov ne označi z vidnimi oznakami, grafov ne zna komentirati ali brati.	Graf je narisano skladno s pravili, upošteva razmerja pri risanju grafov, označuje skale na osi ter pravilno vriše vrednosti posameznih izmerkov. Ima težave pri odčitavanju vmesnih vrednosti iz grafov.	Pri risanju in analiziranju grafov nima težav. Upošteva vsa navodila za pregledno risanje grafov in za njihovo analizo.

<b>Upoštevanje natančnosti meritev</b>	Izmerkov ne zna zapisati z oceno natančnosti. Moti se pri določanju značilnih mest in pri računanju absolutne in relativne napake. Ne pozna pravil za računanje z nenatančnimi količinami.	Izmerke zapiše z oceno natančnosti. Potrebuje nasvete pri zapisu značilnih mest, zna oceniti absolutno in relativno napako, vendar ima težave z nenatančnimi količinami.	Izmerke zapiše z oceno natančnosti, povsod upošteva pravila za določanje značilnih mest, pisanje z eksponenti in določi absolutno in relativno napako meritev. Upošteva pravila za računanje z nenatančnimi količinami.
<b>Oblika in urejenost poročila</b>	Vaja je obdelana površno, je nepregledna in nečitljiva. Grafi so neustreznih dimenzij.	Vaja ima zahtevano sistematiko in vsebino. Na nekaterih mestih je popravljena, brisana. Tabele niso opremljene z enotami, grafi nimajo označene osi ...	Vaja je brežhibno obdelana. Tabele in grafi se dopolnjujejo in so pravilno označeni in izpolnjeni.
<b>Pravilnost rezultatov in odgovorov</b>	Večina rezultatov ni pravih, odgovori na vprašanja so nepravilni ali pomanjkljivi.	Večina rezultatov in odgovorov je pravih.	Odgovori in rezultati so pravilni.
<b>Ovrednotenje rezultatov in merilnih postopkov</b>	Vaja ne vsebuje komentarjev rezultatov in merilnih postopkov oziroma so komentarji nepopolni ali brez vsebine.	Komentar je vsebinsko siromašen in le površno obravnava glavne poudarke vaje.	Komentar je vsebinsko bogat, obravnava cilje in postopke vaje, primerja posamezne rezultate z napovedmi.
<b>Povezovanje s teorijo</b>	Iz vaje in komentarjev ni čutiti znanja in povezave s teorijo.	V komentarju le površno primerja rezultate in postopke s teorijo. Zadovolji se s komentarjem posameznih grafov in enačb.	V komentarju celovito analitično zajame teoretično ozadje in napovedi. Išče vzroke za nenavadne rezultate, primerja jih z napovedmi.