

Vodenje in vrednotenje laboratorijskega dela

Sergej Faletič

Rubrike = tabele za samoevalvacijo

TABELA A: SPOSOBNOST ZASNOVATI IN IZVESTI OPAZOVALNI POSKUS					
SPOSOBNOST	0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO	
A1	So sposobni pravilno prepoznati in opisati pojav, ki ga je treba raziskati	Pojava sploh ne opišejo ali pa je opis le prepis besedila, ki so ga dobili.	Poskušajo predstaviti pojav, vendar je opis nerazumljiv ali pa je opisan pojav, ki ni relevanten.	Pravilno prepoznajo pojav, ki ga je treba raziskati, toda v opisu so manjše pomanjkljivosti ali površnosti.	Pravilno prepoznajo pojav, ki ga je treba raziskati. Opis je jasen in pravilen ter kaže na dobro razumevanje naloge.
A2	So sposobni zasnovati zanesljiv poskus/postopek, s katerim lahko raziskujejo ciljni pojav	Poskus/postopek sploh ne raziskuje pojava, ki ga je treba raziskati.	Poskus/postopek je zasnovan tako, da raziskuje ciljni pojav/problem, toda ne da uporabljenih rezultatov.	Poskus/postopek je zasnovan tako, da raziskuje ciljni pojav/problem, toda ne omogoča opazovanje nekaterih pomembnih značilnosti.	Poskus/postopek je zasnovan tako, da omogoča raziskovanje ciljnega pojava/problema.
A3	So sposobni presoditi, katere fizikalne količine je treba meriti in katere med njimi so odvisne oziroma neodvisne spremenljivke.	Izbrane fizikalne količine niso relevantne za nalogo.	Le nekatere izbrane fizikalne količine so relevantne za nalogo.	Izbrane fizikalne količine so relevantne za nalogo, toda ne določijo (ali določijo neustrezno) katere med njimi so odvisne in katere neodvisne spremenljivke.	Izbrane fizikalne količine so relevantne za nalogo, odvisne/neodvisne spremenljivke so smiselno izbrane.
A4	So sposobni izbrati primerno merilno opremo in opisati izvedbo meritev.	Vsaj eno od izbranih merjenih količin ni mogoče meriti z izbrano opremo.	Vse izbrane merjene količine lahko merijo z izbrano opremo, toda manjka opis kako so meritve izvedene.	Vse izbrane merjene količine lahko merijo z izbrano opremo, toda opis kako so meritve izvedene je površen ali pomanjkljiv.	Vse izbrane merjene količine lahko merijo z izbrano opremo in vse pomembne podrobnosti o tem, kako izvesti meritve so opisane.
A5	So sposobni opisati opažene pojave (ne da bi jih poskušali razlagati!). Pri tem uporabljajo besedni opis in slike/skice poskusov.	Ni opisa opaženega pojava.	Opis opaženega pojava je nepopoln. Manjkajo skice z oznakami/opisi ali pa so opisana opažanja prirejena tako, da se ujemajo s pričakovanimi izidi.	Opis opaženega pojava je popoln, toda v njem so še razlage in/ali opisi ali uganjanja o zakonitostih/značilnostih. Skica je dodana, toda težko razumljiva.	Jasno opišejo pojave, ki so jih opazili pri poskusu(ih) tako z besedami kot s skicami. Če je treba, dodajo še druge načine predstavitev (tabela, graf...).
A6	So sposobni prepoznati pomanjkljivosti poskusa, ki so ga izvedli in predlagati izboljšave.	Ne poskušajo prepoznati kakršnekoli pomanjkljivosti poskusa.	Prepoznajo le nekatere pomanjkljivosti in še te površno. Ni predlogov za izboljšave.	Prepoznajo večino pomanjkljivosti in podajo predloge za izboljšave, toda ne upoštevajo vseh pomembnih vidikov poskusa.	Prepoznajo vse glavne pomanjkljivosti poskusa in podajo smiselne predloge za izboljšave.
A7	So sposobni zaslediti pravilnosti/ovzorcev v izmerkih ali opaženih pojavih.	Ne poskušajo zaslediti kakršnekoli pravilnosti v pojavih.	Prepoznajo pravilnost, ki ni v skladu z opažanji oziroma ni relevantna.	Prepoznajo pravilnost, toda pri tem naredijo manjše napake ali spregledajo kakšno podrobnost. Uporaba izraza »sorazmerno« je nejasna (npr. ne navedejo ali je sorazmernost linearna, kvadratna itd – kjer je to smiselno).	Prepoznana pravilnost dobro opisuje trende v izmerkih oziroma opazovanjih. Kjer je mogoče, podajo ustrezen opis pravilnosti.
A8	So sposobni predstaviti	Ne poskušajo predstaviti pravilnosti z	Pravilnost je predstavljena z	Pravilnost je predstavljena z delno ustreznim matematičnim	Pravilnost je predstavljena z ustreznim matematičnim zapisom. Dodana je

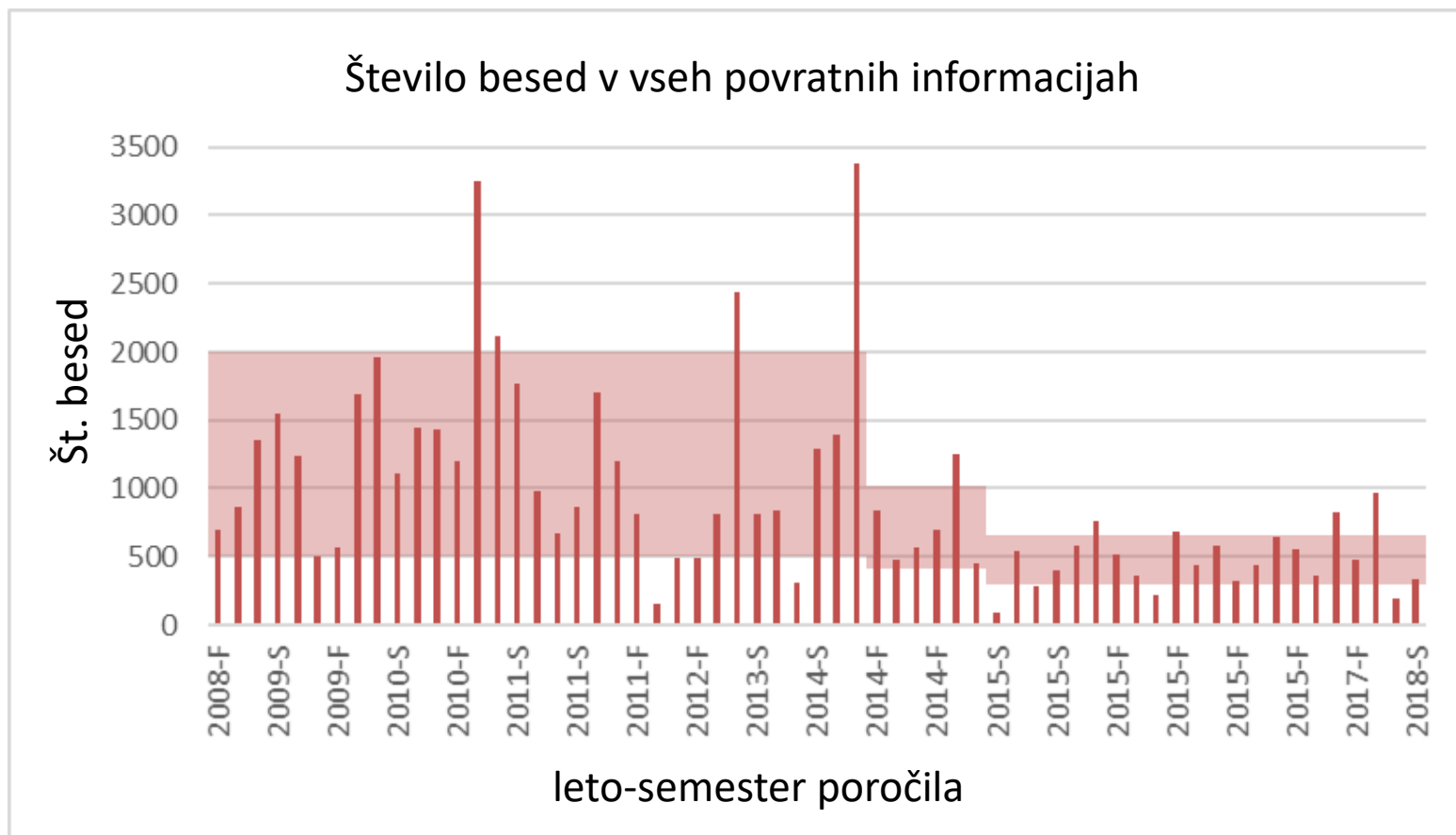
- Gre za orodje v obliki tabele, kjer so v vrsticah posamezne sposobnosti/zmožnosti, ki jih želimo razvijati, v stolpcih pa stopnje, do katerih je sposobnost/zmožnost razvita, vključno z opisom kriterija za to stopnjo. Podrobneje v nadaljevanju.

Rubrike = tabele za samoevalvacijo

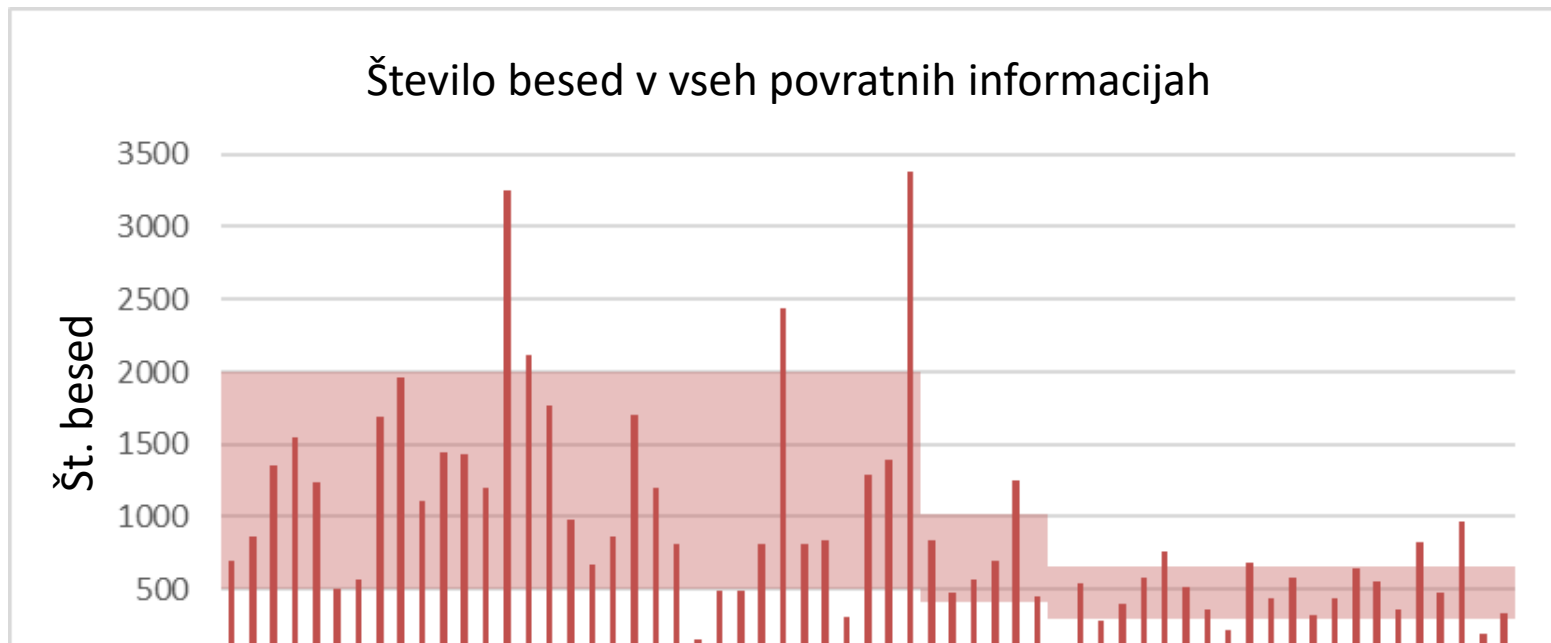
TABELA A: SPOSOBNOST ZASNOVATI IN IZVESTI OPAZOVALNI POSKUS					
SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A1	So sposobni pravilno prepoznati in opisati pojav, ki ga je treba raziskati	Pojava sploh ne opišejo ali pa je opis le prepis besedila, ki so ga dobili.	Poskušajo predstaviti pojav, vendar je opis nerazumljiv ali pa je opisan pojav, ki ni relevanten.	Pravilno prepoznajo pojav, ki ga je treba raziskati, toda v opisu so manjše pomanjkljivosti ali površnosti.	Pravilno prepoznajo pojav, ki ga je treba raziskati. Opis je jasen in pravilen ter kaže na dobro razumevanje naloge.
A2	So sposobni zasnovati zanesljiv poskus/postopek, s katerim lahko raziskujejo ciljni pojav	Poskus/postopek sploh ne raziskuje pojava, ki ga je treba raziskati.	Poskus/postopek je zasnovan tako, da raziskuje ciljni pojav/problem, toda ne da uporabljenih rezultatov.	Poskus/postopek je zasnovan tako, da raziskuje ciljni pojav/problem, toda ne omogoča opazovanje nekaterih pomembnih značilnosti.	Poskus/postopek je zasnovan tako, da omogoča raziskovanje ciljnega pojava/problema.
A3	So sposobni presoditi, katere fizikalne količine je treba meriti in katere med njimi so odvisne oziroma neodvisne spremenljivke.	Izbrane fizikalne količine niso relevantne za nalogo.	Le nekatere izbrane fizikalne količine so relevantne za nalogo.	Izbrane fizikalne količine so relevantne za nalogo, toda ne določijo (ali določijo neustrezno) katere med njimi so odvisne in katere neodvisne spremenljivke.	Izbrane fizikalne količine so relevantne za nalogo, odvisne/neodvisne spremenljivke so smiselno izbrane.
A4	So sposobni izbrati primerno merilno opremo in opisati izvedbo meritev.	Vsaj eno od izbranih merjenih količin ni mogoče meriti z izbrano opremo.	Vse izbrane merjene količine lahko merijo z izbrano opremo, toda manjka opis kako so meritve izvedene.	Vse izbrane merjene količine lahko merijo z izbrano opremo, toda opis kako so meritve izvedene je površen ali pomanjkljiv.	Vse izbrane merjene količine lahko merijo z izbrano opremo in vse pomembne podrobnosti o tem, kako izvesti meritve so opisane.
A5	So sposobni opisati opažene pojave (ne da bi jih poskušali razlagati!). Pri tem uporabljajo besedni opis in slike/skice poskusov.	Ni opisa opaženega pojava.	Opis opaženega pojava je nepopoln. Manjkajo skice z oznakami/opisi ali pa so opisana opažanja prirejena tako, da se ujemajo s pričakovanimi izidi.	Opis opaženega pojava je popoln, toda v njem so še razlage in/ali opisi ali ugibanja o zakonitostih/značilnostih. Skica je dodana, toda težko razumljiva.	Jasno opišejo pojave, ki so jih opazili pri poskusu(ih) tako z besedami kot s skicami. Če je treba, dodajo še druge načine predstavitev (tabela, graf...).
A6	So sposobni prepoznati pomanjkljivosti poskusa, ki so ga izvedli in predlagati izboljšave.	Ne poskušajo prepoznati kakršnekoli pomanjkljivosti poskusa.	Prepoznajo le nekatere pomanjkljivosti in še te površno. Ni predlogov za izboljšave.	Prepoznajo večino pomanjkljivosti in podajo predloge za izboljšave, toda ne upoštevajo vseh pomembnih vidikov poskusa.	Prepoznajo vse glavne pomanjkljivosti poskusa in podajo smiselne predloge za izboljšave.
A7	So sposobni zaslediti pravilnosti/ovzorcev v izmerkih ali opaženih pojavih.	Ne poskušajo zaslediti kakršnekoli pravilnosti v pojavih.	Prepoznajo pravilnost, ki ni v skladu z opažanji oziroma ni relevantna.	Prepoznajo pravilnost, toda pri tem naredijo manjše napake ali spregledajo kakšno podrobnost. Uporaba izraza "sorazmernost" je nejasna (npr. ne navedejo ali je sorazmernost linearna, kvadratna itd - kjer je to smiselno).	Prepoznana pravilnost dobro opisuje trende v izmerkih oziroma opazovanjih. Kjer je mogoče, podajo ustrezen opis pravilnosti.
A8	So sposobni predstaviti pravilnosti/ovzorcev v izmerkih ali opaženih pojavih z matematičnim zapisom.	Ne poskušajo predstaviti pravilnosti z matematičnim zapisom.	Pravilnost je predstavljena z besedami.	Pravilnost je predstavljena z delno ustreznim matematičnim zapisom.	Pravilnost je predstavljena z ustreznim matematičnim zapisom. Dodana je tudi ustrezna skica.
A9	So sposobni opisati opažene pojave z matematičnim zapisom.	Ne opisujejo opaženega pojava z matematičnim zapisom.	Opis opaženega pojava je nepopoln. Manjkajo skice z oznakami/opisi ali pa so opisana opažanja prirejena tako, da se ujemajo s pričakovanimi izidi.	Opis opaženega pojava je popoln, toda v njem so še razlage in/ali opisi ali ugibanja o zakonitostih/značilnostih. Skica je dodana, toda težko razumljiva.	Jasno opišejo pojave, ki so jih opazili pri poskusu(ih) tako z besedami kot s skicami. Če je treba, dodajo še druge načine predstavitev (tabela, graf...).

- Izrazi: mi uporabljamo "sposobnost", čeprav je sposobnost menda nekaj prirojenega in bi bil boljši izraz "zmožnost". Izogibamo se "spretnosti", ker ne gre za neko avtomatično veščino, kot npr. pletenje, pač pa za proces.

Rubrike = tabele za samoevalvacijo



Rubrike = tabele za samoevalvacijo



- O tem poročam zato, ker je meni uporaba tabel močno zmanjšala obremenitev pri pregledovanju in vrednotenju poročil.
- Poleg tega lahko olajša tudi samo vodenje laboratorijskega dela, še posebno pri bolj odprtih problemih.

Začnimo z nekaj vprašanji za vas. Tako bomo vsi skupaj razmislili o tej temi.

1.1) Kaj so cilji laboratorijskih aktivnosti?

1.2) Kako vrednotite laboratorijske aktivnosti? Naštejte kriterije.

1.3) Kaj naredite, da izboljšate spretnosti dijakov pri laboratorijskih aktivnostih? Jim posredujete povratno informacijo? V kakšni obliki?

Kako vodite dijake pri njihovem delu? Kako podrobna so navodila?

Tu imamo že primer preproste rubrike

Sposobnost	0	1	2	3
2.1) Postavitev poskusa	Dijaki imajo popolno svobodo.	Dijaki imajo omejene materiale, iz katerih naj sestavijo poskus.	Navodila so v obliki smernic, mogoče skice.	Navodila so zelo natančna, skoraj do vsakega vijaka.
2.2) Izvedba meritev	Dijaki imajo popolno svobodo	Sami izbirajo, katere merilne naprave bodo uporabljali ali vsaj, katere količine morajo meriti.	Dane so merilne naprave in navodila za postavitve. Sami izbirajo vrednosti.	Naprave so predpisane, njihova postavitve tudi. Včasih so v navodilih celo vrednosti spremenljivk, ki naj jih izberejo.

Kako vodite dijake pri njihovem delu? Kako podrobna so navodila?

Sposobnost	0	1	2	3
2.3) Analiza podatkov	Dijaki imajo popolno svobodo.	Dijaki imajo jasen namen naloge, sami izberejo, kaj predstavijo kot rezultate.	Dijaki imajo navodila, kaj morajo biti rezultati, ne pa tudi, kako do njih priti.	Dijaki imajo navodila, kaj morajo biti rezultati in kako do njih priti.

Opazite, da imamo v vsakem stolpcu opis tega, kaj je kriterij za posamezno stopnjo.

POMEMBNO: Ta rubrika ne preverja sposobnosti.

Samo razporeja stanje v kategorije.

2.4) Katere spretnosti iz ciljev urijo?

To je seveda pomembno, saj je cilj celotnega procesa doseganje ciljev laboratorijskega dela, ki ste jih navedli pod točko 1.1).

Preden nadaljujemo: pri ISLE pristopu ločimo tri vrste poskusov: opazovalni, testni in aplikativni. O "demonstracijskem" ne govorimo več, saj ne pove ničesar o vlogi tega poskusa pri tvorbi novega znanja (pomislite na ISLE cikel). Vsak od teh poskusov je lahko izveden frontalno (demonstracijsko), pomembna je njegova vloga:

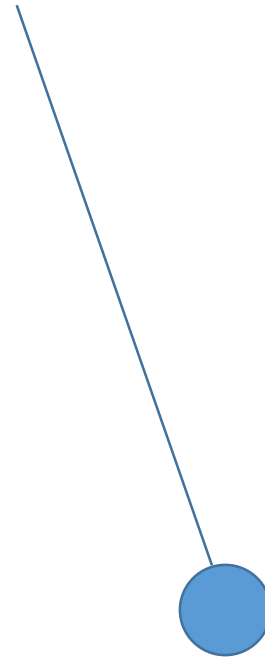
- Opazovalni: opazujemo nov pojav, iščemo vzorce, tvorimo fenomenološki/empiričen model (enačbe, ki opisujejo meritve). Konča se s predlogom za razlago.
- Testni: ko imamo eno ali več razlag, z njim testiramo njihovo veljavnost. Na podlagi vsake razlage napovemo izid izbranega testnega poskusa. Če se dejanski izid ne ujema z napovedjo, je razlaga ovržena. Razlage nikoli ne *dokažemo*, kvečjemu podpremo/potrdimo, če ni ovržena.
- Aplikativni: ta nastopi, ko že imamo znanje in ga želimo uporabiti za praktičen namen (izdelati napravo, izmeriti količino). Tu je "teorija" znana vnaprej in poskus zgrajen na njeni osnovi. Konča se s primerjavo izmerkov z neko referenčno vrednostjo, ki je lahko iz literature ali rezultat drugega poskusa.

Večina poskusov pri laboratorijskih vajah v šoli je, po mojih izkušnjah, aplikativnih. A kljub temu si bomo mi ogledali opazovalnega.

Predstavljajte si laboratorijsko vajo Nitno nihalo v prvem letniku.

Bolje kot izbrati prvi letnik bi bilo navesti predpostavke o tem, kaj dijaki že znajo:

- Imajo že nekaj izkušenj s tem, kako se meri in zbira podatke.
- Imajo izkušnje, kako se računa povprečja in predstavlja podatke z grafi in tabelami.
- Znajo osnovna pravila računanja z napakami.
- V srednji šoli še niso delali laboratorijskih vaj, da bi imeli izoblikovana pričakovanja o tem, kako naj bi to izgledalo.



Predstavljajte si laboratorijsko vajo Nitno nihalo v prvem letniku.

Predstavljajte si, da dijaki dobijo samo rubrike.

- S tem je mišljeno, da dijaki dobijo celoten seznam sledečih rubrik in nobenih dodatnih navodil razen cilja naloge: ugotovite, kako je nihajni čas nitnega nihala odvisen od relevantnih parametrov.



Pojdimo skupaj skozi rubrike. V spodnji razpredelnici vas prosim, da s svojimi izkušnjami ocenite, kako pomembna je sposobnost in v kolikšni meri bi jo dijaki lahko opravili samo na podlagi tega, kar piše v rubrikah.

Kriterij	0	1	2	3
Kako pomembna je sposobnost?	Lahko jo izpustimo.	Malo pomembna.	Sekundarna.	Ključna.
Kako dobro menite, da bi jo dijaki lahko dosegli?	Ne bi je mogli brez specifičnih dodatnih navodil.	Lahko bi jo, a bi bil rezultat zelo pomanjkljiv (neustrezen).	Lahko bi jo, a bi bil rezultat nekoliko pomanjkljiv, potreben manjših popravkov.	Lahko bi jo dosegli samo na osnovi rubrik do stopnje ustrezno.

<u>Sposobnost</u>	<u>Pomembnost</u>	<u>Doseganje</u>
A1		
A2		
A3		
A4		
D1		
D3		

<u>Sposobnost</u>	<u>Pomembnost</u>	<u>Doseganje</u>
D4		
A7		
A8		
A9		
D5		
D2		

<u>Sposobnost</u>	<u>Pomembnost</u>	<u>Doseganje</u>
A5		
A6		
E1		
E3		
E4		

Pojdimo skupaj skozi rubrike. V spodnji razpredelnici vas prosim, da s svojimi izkušnjami ocenite, kako pomembna je sposobnost in v kolikšni meri bi jo dijaki lahko opravili samo na podlagi tega, kar piše v rubrikah.

Kriterij	0	1	2	3
Kako pomembna je sposobnost?	Lahko jo izpustimo.	Malo pomembna.	Sekundarna.	Ključna.
Kako dobro menite, da bi jo dijaki lahko dosegli?	Ne bi je mogli	Lahko bi jo, a bi	Lahko bi jo, a bi bil	Lahko bi jo egli samo na ovi rubrik do onje ustrezno.

Upoštevajte, da dijaki v tem zamišljenem primeru dobijo kot vodilo samo rubrike. V celoti, z vsemi opisi, a ničesar drugega, razen cilja naloge.

Sposobnost	Pomembnost							Doseganje
A1				D4				A5
A2				A7				A6
A3				A8				E1
A4				A9				E3
D1				D5				E4
D3				D2				

Izvedba poskusa

Začnemo z vrsticami, ki opisujejo sposobnosti, povezane z izvedbo poskusa.

Slovenska različica tabel je na strani:

[http://projlab.fmf.uni-lj.si/Navodila/data/VSE RUBRIKE FINAL AVG2017.doc](http://projlab.fmf.uni-lj.si/Navodila/data/VSE_RUBRIKE_FINAL_AVG2017.doc)

Originalne rubrike z Rutgers University, New Jersey, ZDA so na strani:

<https://sites.google.com/site/scientificabilities/rubrics>

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A	So sposobni 1 pravilno prepoznati in opisati pojav, ki ga je treba raziskati	Pojava sploh ne opišejo ali pa je opis le prepis besedila, ki so ga dobili.	Poskušajo predstaviti pojav, vendar je opis nerazumljiv ali pa je opisan pojav, ki ni relevanten.	Pravilno prepoznajo pojav, ki ga je treba raziskati, toda v opisu so manjše pomanjkljivosti ali površnosti.	Pravilno prepoznajo pojav, ki ga je treba raziskati. Opis je jasen in pravilen ter kaže na dobro razumevanje naloge.

V stolpcih so kot opis kriterijev pri 1 in 2 navedene predvsem pogosto opažene pomanjkljivosti, ki privedejo do te ocene. Ideja je, da uporabniki zgolj iz teh opisov ugotovijo, kaj je v njihovih poročilih/izvedbah lahko narobe in kako to popraviti (to piše običajno pod 3). Uporabniki ne dobijo druge povratne informacije kot ocene v vsaki vrstici. Zato je pomembno, da jih opisi vodijo.

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A	So sposobni zasnovati zanesljiv poskus/postopek, s katerim lahko raziskujejo ciljni pojav	Poskus/postopek sploh ne raziskuje pojava, ki ga je treba raziskati.	Poskus/postopek je zasnovan tako, da raziskuje ciljni pojav/problem, toda ne da uporabnih rezultatov.	Poskus/postopek je zasnovan tako, da raziskuje ciljni pojav/problem, toda ne omogoča opazovanje nekaterih pomembnih značilnosti.	Poskus/postopek je zasnovan tako, da omogoča raziskovanje ciljnega pojava/problema .

Tvorba rubrik je iterativen proces. Splača se začeti z različico, ki je dobro raziskana ([http://projlab.fmf.uni-lj.si/Navodila/data/VSE RUBRIKE FINAL AVG2017.doc](http://projlab.fmf.uni-lj.si/Navodila/data/VSE_RUBRIKE_FINAL_AVG2017.doc) ali angleška različica, ki je bila podlaga za naše: [https://sites.google.com/site/scientificabilities/rubrics.](https://sites.google.com/site/scientificabilities/rubrics))

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A	So spodobni presoditi, katere fizikalne količine je treba meriti in katere med njimi so odvisne oziroma neodvisne spremenljivke.	Izbrane fizikalne količine niso relevantne za nalogo.	Le nekatere izbrane fizikalne količine so relevantne za nalogo.	Izbrane fizikalne količine so relevantne za nalogo, toda ne določijo (ali določijo neustrezno) katere med njimi so odvisne in katere neodvisne spremenljivke.	Izbrane fizikalne količine so relevantne za nalogo, odvisne/neodvisne spremenljivke so smiselno izbrane.

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A	So sposobni 4 izbrati primerno merilno opremo in opisati izvedbo meritev.	Vsaj eno od izbranih merjenih količin ni mogoče meriti z izbrano opremo.	Vse izbrane merjene količine lahko merijo z izbrano opremo, toda manjka opis kako so meritve izvedene.	Vse izbrane merjene količine lahko merijo z izbrano opremo, toda opis kako so meritve izvedene je površen ali pomanjkljiv.	Vse izbrane merjene količine lahko merijo z izbrano opremo in vse pomembne podrobnosti o tem, kako izvesti meritve so opisane.

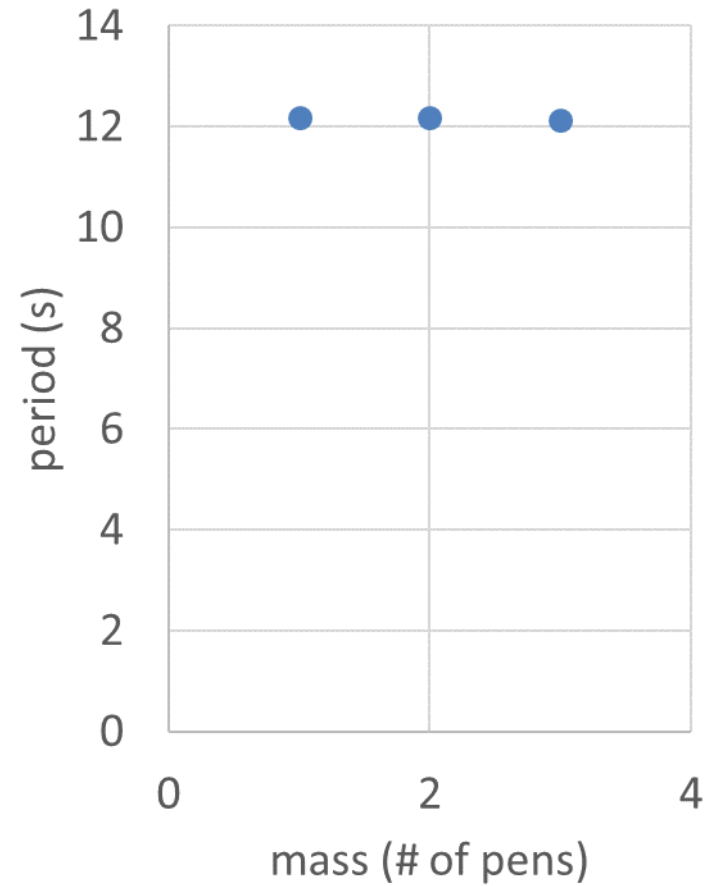
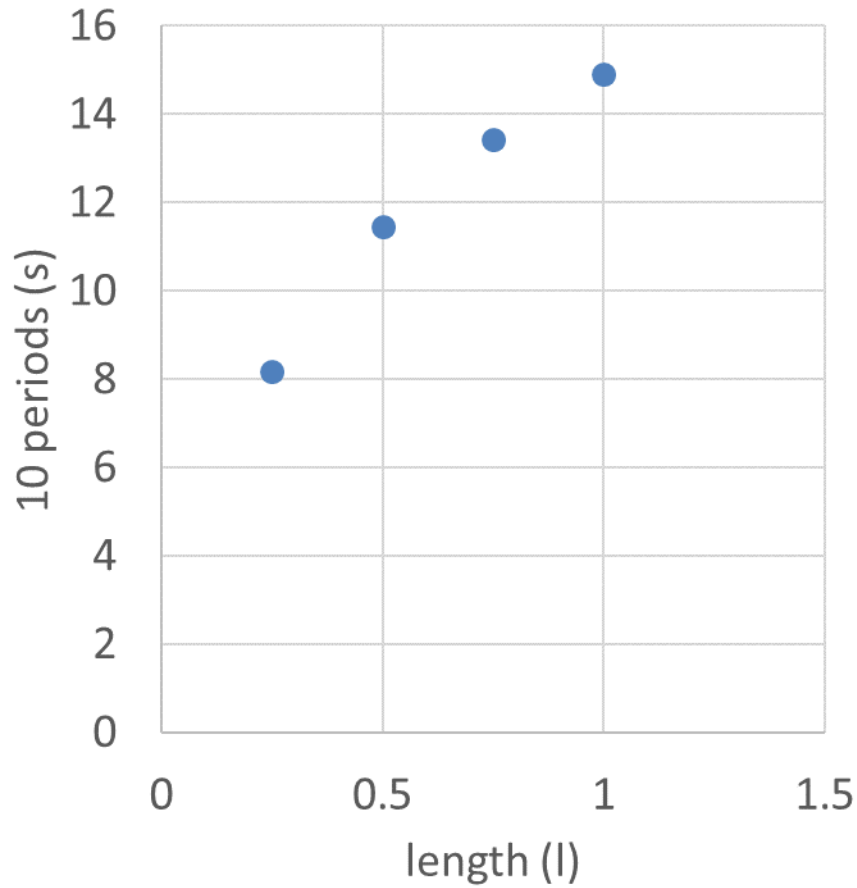
SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
D 1	So sposobni prepoznati vire eksperimentalnih nedoločenosti.	Ne razmišljajo o eksperimentalnih nedoločenostih.	Prepoznajo le nekatere eksperimentalne nedoločenosti, toda večina pomembnih manjka ali pa so opisi površni oziroma napačni.	Prepoznajo večino pomembnih eksperimentalnih nedoločenosti, toda ne razlikujejo med naključnimi in instrumentalnimi nedoločenostmi.	Prepoznajo vse pomembne eksperimentalne nedoločenosti. Jasno razlikujejo med naključnimi in instrumentalnimi nedoločenostmi.

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
D 3	So sposobni opisati, kako čim bolj zmanjšati eksperimentalne nedoločenosti in to tudi izvedejo.	Ne opišejo in/ali ne uporabijo niti enega načina kako zmanjšati eksperimentalne nedoločenosti	Opišejo, kako zmanjšati eksperimentalne nedoločenosti, vendar tega ne izvedejo.	Opišejo, kako zmanjšati eksperimentalne nedoločenosti in to tudi izvedejo, če je mogoče, toda predlagana metoda ni najbolj učinkovita (lahko tudi zato, ker ni pravilno izvedena).	Opišejo, kako zmanjšati eksperimentalne nedoločenosti in to tudi izvedejo, če je mogoče. Predlagana metoda je dobro izvedena in učinkovita.

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
D	So sposobni 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. Nekatere 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.

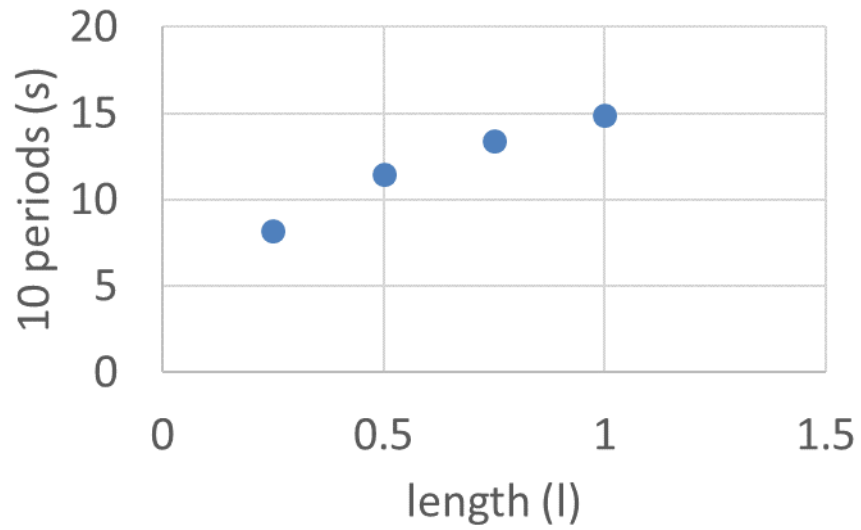
Z uporabo rubrik mogoče opazimo težave, nejasnosti, ki jih potem popravimo tako, da dodamo dodatne opise, npr. pogostih napak pri stopnji 1 in 2 ali podrobnejši opis pričakovanega izida pod stopnjo 3. Vendar opisi ne smejo biti preveč podrobni, saj želimo v enem opisu zajeti čim več primerov opisane pomanjkljivosti. Npr. "pomanjkljivo označeni" zajema manjkajoče oznake, neskladne oznake, neberljive oznake, premajhne fonte, meglene črke, manjkajoče enote ob oznakah količin ..."

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A	So sposobni zaslediti pravilnosti/»v zorce« v izmerkih ali opaženih pojavih.	Ne poskušajo zaslediti kakršnekoli pravilnosti v pojavih.	Prepoznajo pravilnost, ki ni v skladu z opažanji oziroma ni relevantna.	Prepoznajo pravilnost, toda pri tem naredijo manjše napake ali spregledajo kakšno podrobnost. Uporaba izraza »sorazmerno« je nejasna (npr. ne navedejo ali je sorazmernost linearna, kvadratna ipd – kjer je to smiselno).	Prepoznana pravilnost dobro opisuje trende v izmerkih oziroma opazovanjih. Kjer je mogoče, podajo ustrezen opis pravilnosti.

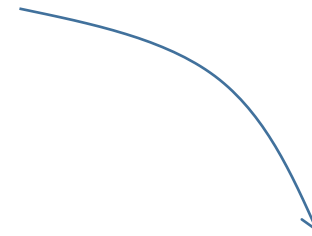
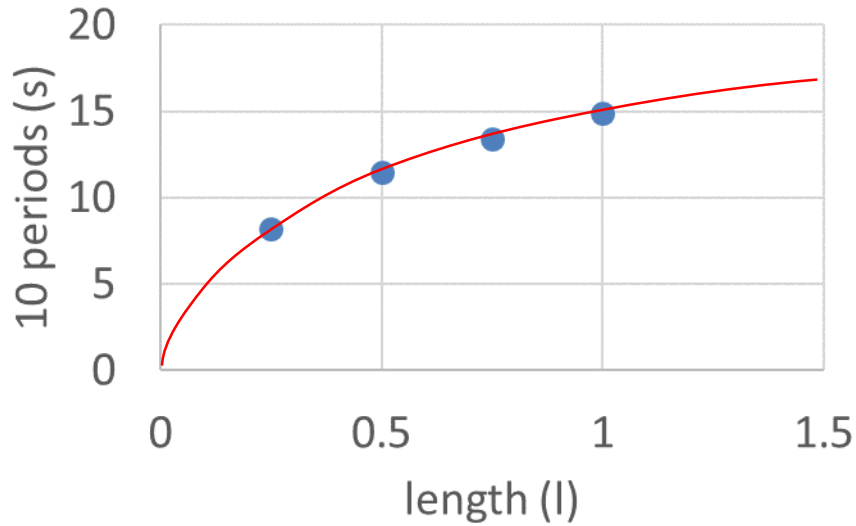


Primer prepoznavne dveh vzorcev: naraščanje z dolžino in neodvisnost od mase.

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A 8	So sposobni predstaviti pravilnosti/» vzorce« v izmerkih z matematičnim opisom (kjer je to smiselno).	Ne poskušajo predstaviti pravilnosti z matematičnim zapisom.	Pravilnost je predstavljen a z neustreznim matematičnim zapisom.	Pravilnost je predstavljena z delno ustreznim matematičnim zapisom. Le ta ne opisuje vseh pomembnih lastnosti pravilnosti ali pa manjka analiza o tem, kako dobro se opis ujema z izmerki.	Pravilnost je predstavljena z ustreznim matematičnim zapisom. Dodana je analiza, ki pove, kako dobro se opis ujema z izmerki.



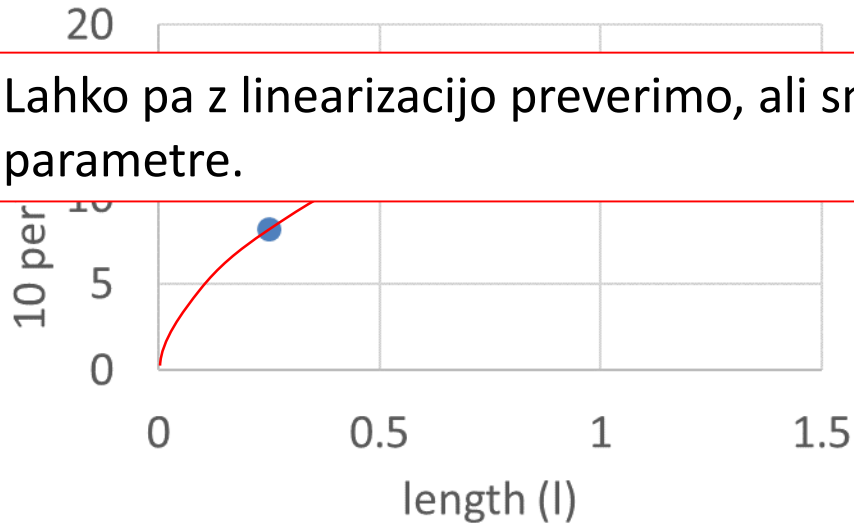
Primer opažene nelinearne odvisnosti.



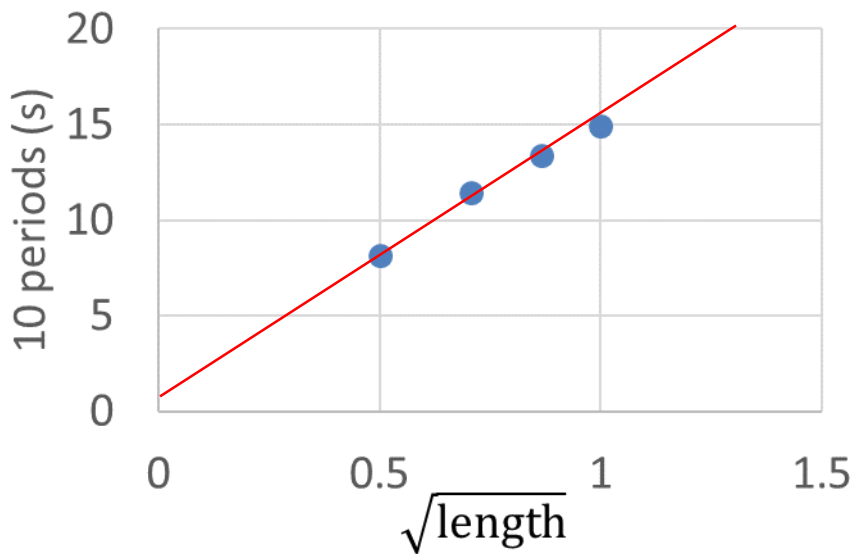
$$t \propto \sqrt{l} ?$$

Ugibanje o obliki krivulje. Pri opazovalnem poskusu še ne poznamo teorije. Iščemo opisni model. Predlog razlage šele pride.

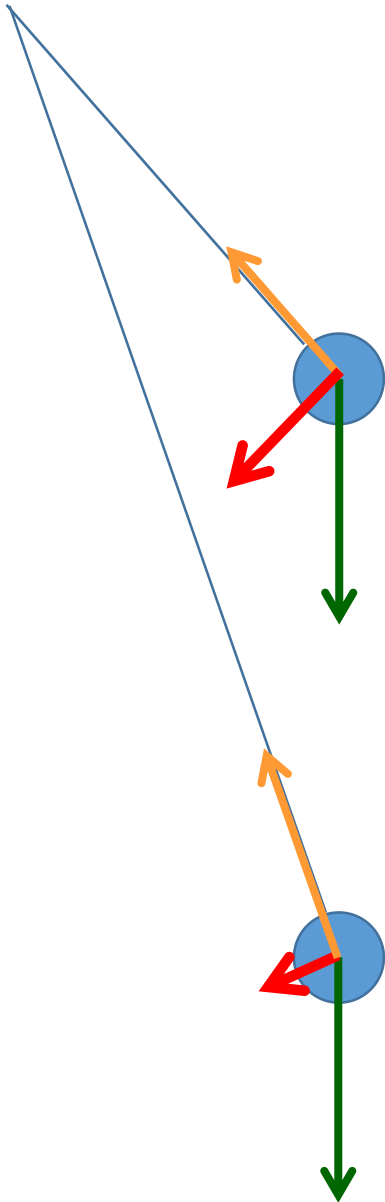
Lahko pa z linearizacijo preverimo, ali smo uganili pravi model in določimo parametre.



$$t \propto \sqrt{l} ?$$



SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A 9	So sposobni oblikovati razlago za pravilnosti/»v zorce« v izmerkih ali opaženih pojavih.	Ne poskušajo razložiti pravilnosti v izmerkih ali opaženih pojavih.	Razlaga je nerazumljiva, ne da se je preveriti niti načeloma (npr »vpliv višjih sil«) ali pa je v očitnem protislovju z opaženimi pravilnostmi.	Razlaga je pomanjkljiva ali pa je v nasprotju z znanjem, ki ga študenti že imajo.	Oblikujejo smiselno razlago, ki lahko pojasni opažene pravilnosti. Razlaga je takšna, da se jo da načeloma preveriti.

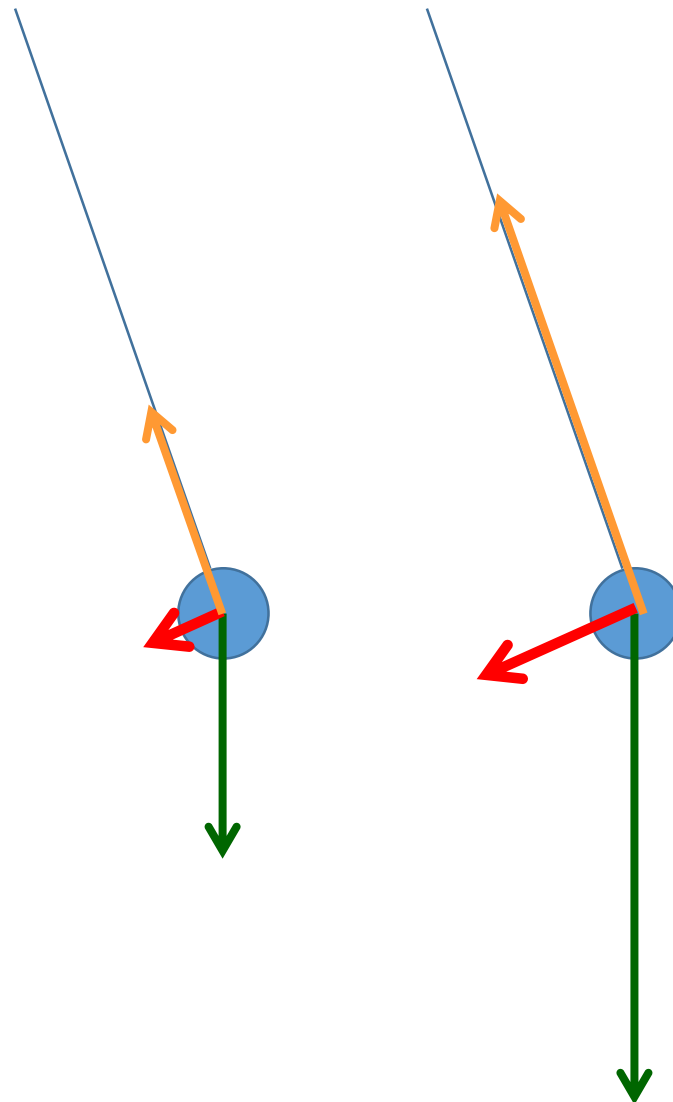


Samo na podlagi sil lahko sklepamo tako:

- Na zgornji sliki je x komponenta pospeška večja kot na spodnji sliki.
- Odmik v smeri x je na obeh enak.
- Pričakujemo, da bo v zgornjem primeru kroglica prej dosegla ravnovesno lego.
- Torej bo nihajni čas krajši.

Samo na podlagi sil lahko sklepamo tako:

- Na desni sliki je zaradi večje mase teža večja.
- To pomeni, da je rezultanta večja za faktor razmerja mas.
- A pospešek je obratno sorazmeren z maso, torej sta pospeška enaka.
- Odmika sta enaka.
- Torej sta nihajna časa enaka.



$$a = \frac{F}{m}$$

Analiza podatkov

Sledijo vrstice s sposobnostmi, povezanimi z analizo podatkov večinoma po izvedbi poskusa.

Čeprav so sledeče sposobnosti bolj vezane na analizo že zbranih podatkov, to ne pomeni, da so vezane izključno na to. Dijaki imajo, ves čas na voljo vse vrstice in lahko ves čas razmišljajo tudi o vrsticah, ki "še pridejo na vrsto". V osnovi rubrike niso mišljene, da bi namigovala ali določale vrstni red. Strukturirane so po sposobnostih, ki se lahko kažejo v različnih fazah poskusa. Tako ste videli v prejšnji fazi vrstice iz tabele D (analiza podatkov) in iz A (opazovalni poskusa). Tudi v kasnejših bodo vrstice iz različnih tabel.

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
D 5	So sposobni ustrezno analizirati zbrane podatke.	Ne poskušajo analizirati zbranih podatkov.	Poskušajo analizirati zbrane podatke, toda v analizi so resne napake ali pomanjkljivo sti.	Analiza zbranih podatkov je ustrezna, toda vsebuje manjše napake ali pomanjkljivosti.	Analiza zbranih podatkov je ustrezna, popolna in pravilna. Smiselno primerjajo rezultate računov z meritvami oziroma rezultate meritev med seboj (odvisno od tipa projekta).

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
D	So sposobni oceniti kako konkretne eksperimentalne nedoločenosti vplivajo na končni rezultat.	Ne poskušajo oceniti vpliva eksperimentalnih nedoločenosti na končni rezultat.	Poskušajo oceniti vpliv le nekaterih eksperimentalnih nedoločenosti. Ocene vplivov so napačne ali pa v končnem rezultatu ne upoštevajo eksperimentalnih nedoločenosti. Nedoločenosti rezultatov ne sledijo iz nedoločenosti meritev.	V končnem rezultatu upoštevajo glavne eksperimentalne nedoločenosti, toda na napačen način. Ne upoštevajo Pravila najšibkejšega člena* ali pa ga uporabijo napačno.	V končnem rezultatu pravilno upoštevajo vse glavne eksperimentalne nedoločenosti. Ustrezno uporabijo Pravilo najšibkejšega člena* in podajo smiselne argumente o tem, kateri vir največ prispeva k eksperimentalni nedoločenosti.

Priprava poročila

Sposobnosti, ki sledijo so v večji meri vezane na pripravo poročila kot na izvedbo meritev ali analizo podatkov, a nikakor niso nujno omejene na to fazo poskusa.

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A	So sposobni opisati opažene pojave (ne da bi jih poskušali razlagati!). Pri tem uporabljajo besedni opis in slike/skice poskusov.	Ni opisa opaženega pojava.	Opis opaženega pojava je nepopoln. Manjkajo skice z oznakami/opisi ali pa so opisana opažanja prirejena tako, da se ujemajo s pričakovanimi izidi.	Opis opaženega pojava je popoln , toda v njem so še razlage in/ali opisi ali ugibanja o zakonitostih /značilnostih. Skica je dodana, toda težko razumljiva.	Jasno opišejo pojave, ki so jih opazili pri poskusu(ih) tako z besedami kot s skicami. Če je treba, dodajo še druge načine predstavitev (tabela, graf...).

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
A 6	So sposobni prepoznati pomanjkljivosti poskusa, ki so ga izvedli in predlagati izboljšave.	Ne poskušajo prepoznati kakršnekoli pomanjkljivosti poskusa.	Prepoznajo le nekatere pomanjkljivosti in še te površno. Ni predlogov za izboljšave.	Prepoznajo večino pomanjkljivosti in podajo predloge za izboljšave, toda ne upoštevajo vseh pomembnih vidikov poskusa.	Prepoznajo vse glavne pomanjkljivosti poskusa in podajo smiselne predloge za izboljšave.

SPOSOBNOST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
E 1	So sposobni oblikovati spletno stran tako, da le ta prikaže pomembne korake projekta	Spletna stran se ne odpre, je ni ali je izredno nejasna.	Poročilo je napisano kot monolitna zgodba. Težko je priti do informacij, ki se nanašajo na posamezne korake projekta.	Zgradba spletne strani omogoča dostop do različnih korakov projekta. Nekateri glavni koraki manjkajo ali so težko dostopni.	Zgradba spletne strani je takšna, da jasno prikaže vse korake projekta in omogoča preprost dostop do njih.

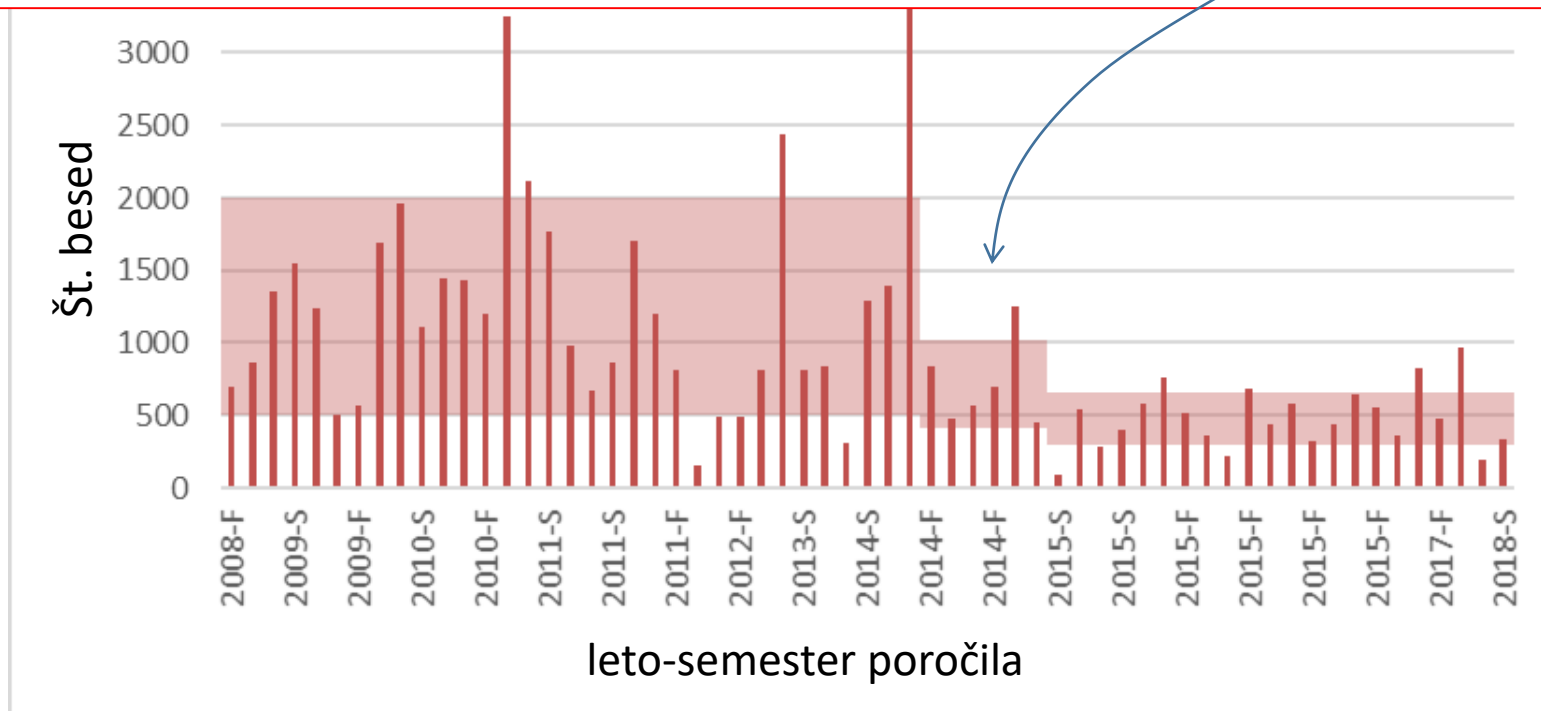
SPOSOBNO ST		0-MANJKA, NI	1-NI USTREZNO	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
E	So sposobni jasno in popolno posredovati opise	Manjkajo opisi in/ali skice/fotografije poskusov ali pa so le ti nerazumljivi .	Opisi poskusov in postopkov so pomanjkljivi in površni do stopnje, ko je o nekaterih delih potrebno ugibati, lahko tudi zato, ker manjkajo skice/fotografije ali ker je besedilo razporejeno tako, da je težko slediti toku misli. Skice/fotografije so nerazločne ali neprimerno izbrane (mogoče kaka ključna manjka). Fizikalni razmisleki imajo večje napake. Razumevanje opisa zahteva veliko napora.	Opisi poskusov, razmislekov, postopkov in ugotovitev imajo manjše pomanjkljivosti. Skice/fotografije so vključene, in primerno izbrane, toda imajo manjše pomanjkljivosti. Razumevanje opisa zahteva nekaj napora.	Opisi poskusov, razmislekov, postopkov in ugotovitev so jasni, popolni in pravilni, skice/fotografije so primerno izbrane in pravilno označene. Opis je razumljiv. Izjave so skladne z računi oziroma z rezultati meritev.

Še posebno pri tej sposobnosti je bilo potrebnih precej iteracij, da smo pod 1 in 2 zapisali vse ključne namige, kaj naj študentje preverijo in po potrebi popravijo.

SPOSOBNOST		0- MANJKA, NI	1-NI USTREZN	2-POTREBNO IZBOLJŠATI	3-USTREZNO
E 4	So sposobni razmisliti o namenu poskusa in pomenu ugotovitev	Ne razmišljajo o namenu poskusa.	Razmišljajo o namenu poskusa, a površno. Ne razmišljajo o kakovosti in pomenu ugotovitev.	Namen poskusa je jasno predstavljen Razmisleki o kakovosti in pomenu ugotovitev so površinski.	Namen poskusa je jasno predstavljen. Razmisleki o kakovosti in pomenu ugotovitev so poglobljeni.

Včasih si želimo zmanjšati število vrstic.

- Naše izkušnje kažejo, da skrajšane rubrike niso bile enako učinkovite.
- Glavni razlog je v tem, da včasih sposobnosti niso dobro ločene in potem ni jasno, kaj je bilo narobe. Poskusimo združiti dve sposobnosti, ampak če iz ocene ni jasno, pri kateri so pomanjkljivosti, uporabniki težko najdejo napako in jo popravijo. Zato je potem treba dodati dodatna pojasnila, kar zmanjša učinkovitost.
- Včasih tudi opisi niso dovolj jasni, da bi uporabniki lahko odkrili napako. To lahko popravimo s popravljanjem opisov.



Načini uporabe.



Na koncu.

(Pregled poročila)

Tako uporabljamo mi.

- Študenti dobijo rubrike.
- Študent izvedejo eksperimentalno delo.
- Študenti oddajo poročilo.
- Točkujemo poročilo po rubrikah.
- Vrnemo jim samo ocene na rubrikah, da popravijo poročilo.

Sproti.

(Rubrika po rubriki)

Nekateri uporabljajo tako:

- Dijaki izvajajo laboratorijsko delo.
- Učitelj izbere nekaj vrstic, ki jih bo pri tej konkretni vaji ocenjeval. Pri neki drugi ocenjuje druge.
- Učitelj jih opazuje in sproti ocenjuje po izbranih rubrikah.
- Po več laboratorijskih vajah in večkratnem ocenjevanju istih sposobnosti se ustvarijo ocene o vseh sposobnostih.

Na tak način lahko spremljamo dejanske laboratorijske sposobnosti dijakov med tem, ko izvajajo laboratorijsko delo. Ni treba sklepati nanje iz poročila.

SPOSOBNOST		3-USTREZNO
B 1	So sposobni pravilno razumeti in opisati	3-USTREZNO
B 2		
B 4		
B 5		
B 6	predpostavka vpliva na oblikovanje konkretne napovedi.	preverijo veljavnost predpostavk.
B 7	So sposobni presoditi ali se napoved in izid poskusa ujemata/ne ujemata.	Podajo smiselno sodbo o ujemanju/ne ujemanju napovedi in poskusa ter pri tem korektno upoštevajo eksperimentalne nenatančnosti.
B 8	So sposobni podati smiselno sodbo o razlagi, ki jo testirajo.	Podajo sodbo, ki je skladna z izidom poskusa, pri čemer upoštevajo tudi predpostavke.

- Rubrika v ozadju je za testni poskus.
- Testni poskusi postajajo vse pomembnejši, trenutno pa so po večini povsem zapostavljeni.
- Pomembni so za učenje o epistemologiji znanosti. Epistemologija: "Kako to vem?".
- Pomembni so še posebno zaradi porajajočega se nezaupanja v znanost. Testni poskusi so poskusi, ki jih lahko opravi vsak sam, da loči med različnimi hipotezami. Ni treba, da verjame knjigi.
- Če so kateri poskusi prezahtevni (posebna oprema), lahko o njih prebere in preko izkušenj (s testnimi poskusi v šoli) ovrednoti pomen njihovih ugotovitev.

Kako dijaki pridobivajo sposobnosti?

E. Etkina s kolegi je objavila raziskavo o tem, kako študenti pridobivajo sposobnosti.

- Študenti dobijo rubrike vnaprej.
- Samostojno izvajajo laboratorijsko vajo.
- Vaja je ocenjena po rubrikah.
- Študenti ne popravljajo poročil, pač pa grejo na novo vajo, za katero je postopek enak. Skupaj naredijo 11 vaj.
- Torej: razvoj sposobnosti je skozi različne vaje.
- V to je torej zajet tudi prenos sposobnosti na druge kontekste.

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, doi: <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.020108>.

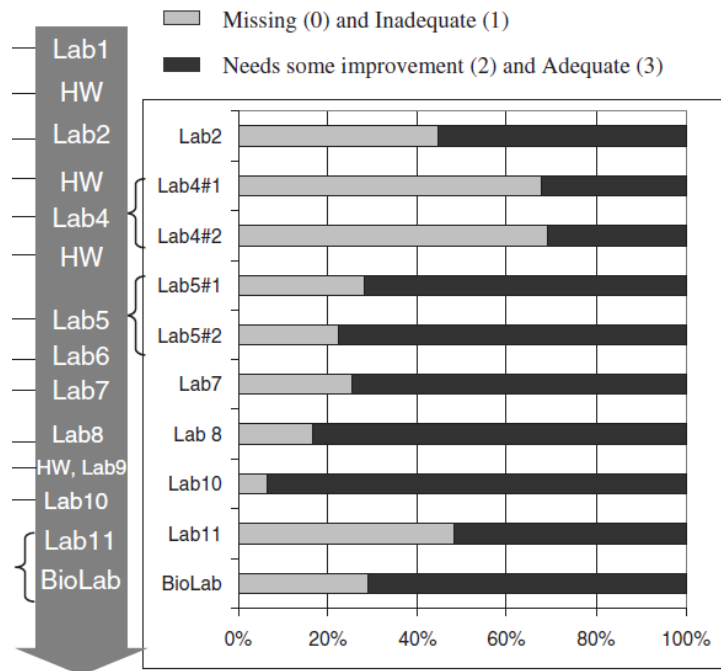
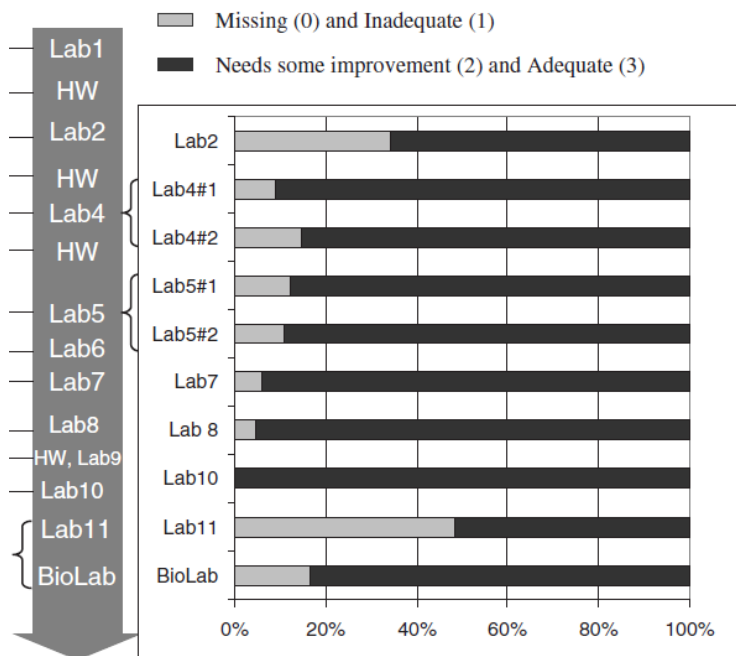
Kako dijaki pridobivajo sposobnosti?

D1: So sposobni prepoznati vire eksperimentalnih nedoločenosti.

V desnem kotu so z zeleno označene sposobnosti, ki se razvijejo prej, z rdečo pa tiste, ki potrebujejo več časa.

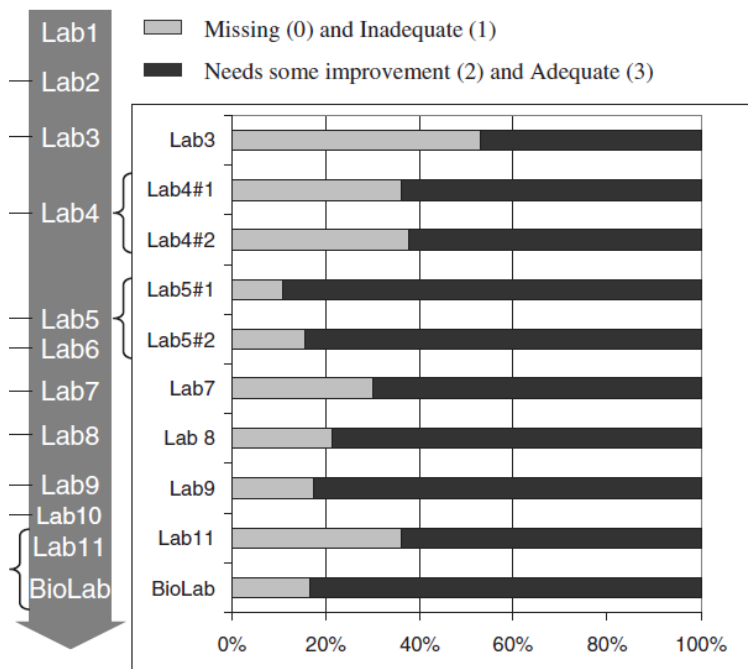
D1
D2

D2: So sposobni oceniti kako konkretne eksperimentalne nedoločenosti vplivajo na končni rezultat.

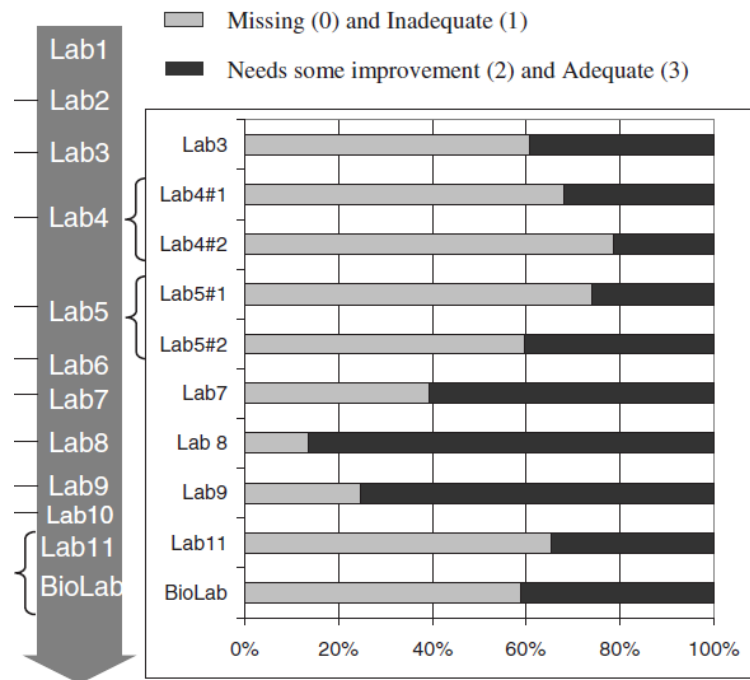


Kako dijaki pridobivajo sposobnosti?

C7: So sposobni prepoznati predpostavke, ki so jih uporabili pri oblikovanju matematičnega modela.



C8: So sposobni določiti, kako lahko določene predpostavke vplivajo na rezultate, izračunane na podlagi matematičnega modela.



D1

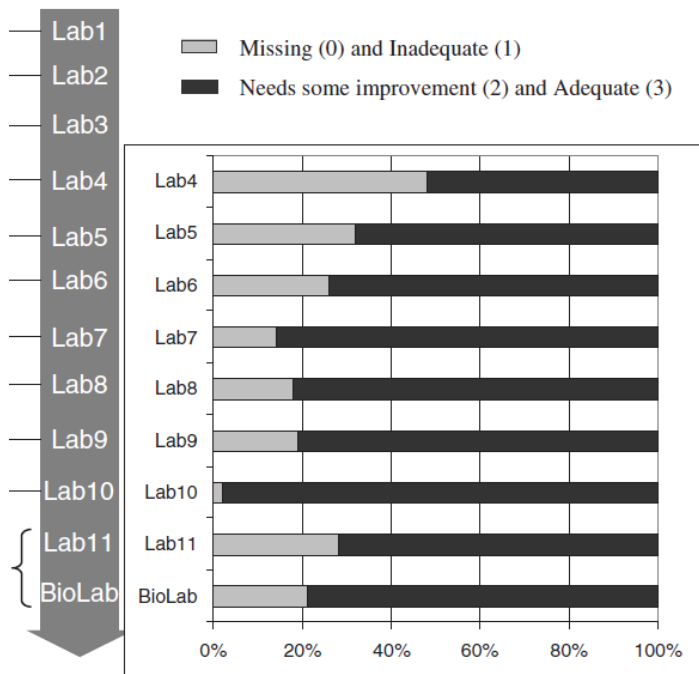
D2

C7

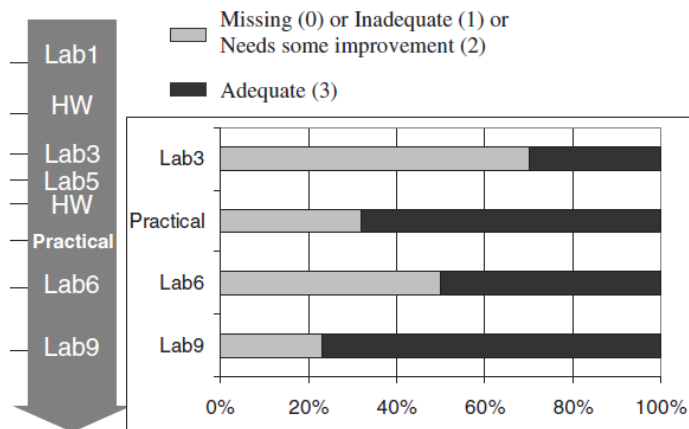
C8

Kako dijaki pridobivajo sposobnosti?

C5: So sposobni podati smiselno sodbo o izidu poskusa oziroma o meritvah .

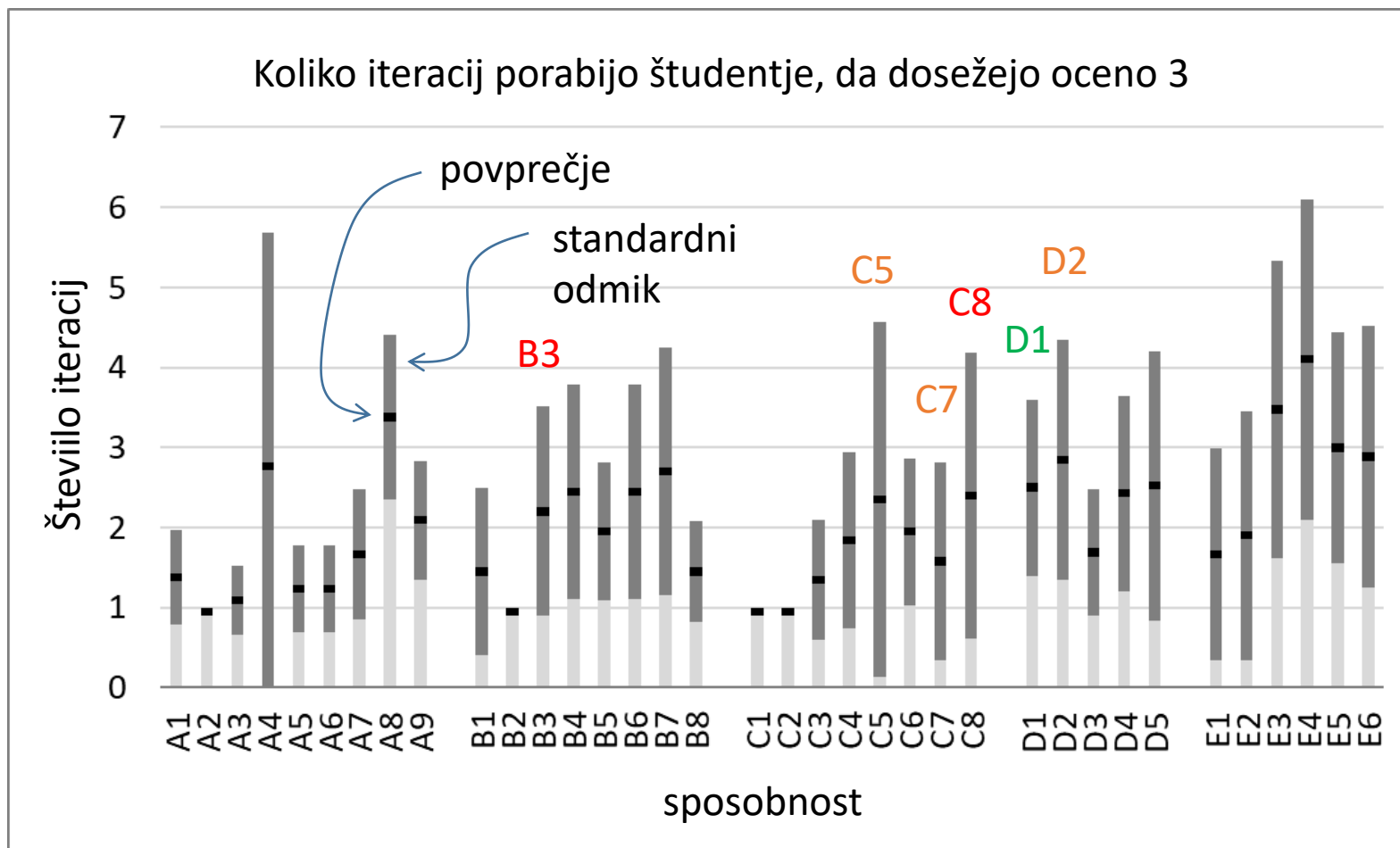


B3: So sposobni razlikovati med razlago in napovedjo .



Ta spretnost je zdaj združena z B4.

D1
D2
C7
C8
C5
B3



D1

D2

C7

C8

C5

B3

To so pa rezultati naše raziskave. Razlikuje se v sledečem:

- Študentje naredijo samo eno vajo.
- Študentje popravljajo isto poročilo, dokler ne doseže 3 pri vseh sposobnostih.

Vidimo nekaj razlik. Študija Etkine je bolj podobna situaciji v srednji šoli, kjer bi se vaje predvidoma menjavale.

Na temo popravljanja poročila (in drugih izdelkov): mi zdaj prakticiramo, da dovolimo študentom pedagoške fizike enkrat popravljati svoj test in se šteje samo boljša ocena. Ampak to ima pravila:

- Na testu dobijo samo seštevek vseh točk. Nobene oznaka, kaj je narobe, niti pri kateri nalogi.
- Čas imajo največ dva dni, še raje enega.
- Ob vsakem popravku morajo napisati:
 - kaj so naredili narobe in **zakaj** je do napake prišlo. S tem delajo samorefleksijo o tem, kje je njihovo znanje pomanjkljivo in na kakšen način.
 - Kako so odkrili napako.
 - Kako so se naučili, kaj je pravilno.
- Za kakovost njihove refleksije o napakah pripravljamo rubriko. Še ni dokončana.
- Če je refleksija dovolj kakovostna in jasno opisuje vse napačne sklepe, ki jih je študent naredil, zakaj jih je naredil in kaj je popravil v svojem procesu razmišljanja, da jih ne bo več naredil, sprejmemo popravek.
- Na tak način tudi mi izvemo, kje imajo študenti težave in lahko prilagodimo pouk.

3.1) Kateri vidiki uporabe rubrik se vam zdijo dobri in vredni uporabe v šoli?

3.2) Kje vidite probleme pri morebitni uporabi rubrik. Imate predlog za rešitve?

Najlepša hvala za sodelovanje.

Upam, da vam bodo rubrike
kdaj kje v pomoč,
kot so meni.

Moja želja je preizkusiti uporabo rubrik v srednji šoli. Dokler pa ne dobim te priložnosti, se vam zahvaljujem za informacije, ki ste mi jih posredovali na podlagi vaših izkušenj. Zelo so dobrodošle.