



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Didaktická kazuistika

Spojování rezistorů

VYUČOVACÍ PŘEDMĚT: FYZIKA (tercie víceletého gymnázia)

AUTOR: Čeněk Kodejška

Katedra experimentální fyziky, Přírodovědecká fakulta
Univerzita Palackého v Olomouci

Anotace

Pro potřeby této kazuistiky byl využit záznam výuky pořízený 9. 5. 2017 v rámci projektu CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000660 *Podpora společenství praxe jako nástroj rozvoje klíčových kompetencí*.

Hodina fyziky, která je předmětem studia, proběhla v tercii osmiletého gymnázia, což odpovídá osmému ročníku základní školy. Přítomno bylo 20 žáků.

Této hodině předcházela výkladová hodina na téma Sériové zapojení rezistorů. Studovaná hodina má dvě části. V první učitelka opakuje se žáky sériové zapojení dvou, tří, a více rezistorů, probíhá kontrola domácího úkolu – řešení početní úlohy. Ve druhé části probíhá experimentální činnost žáků. Jejich úkolem je sestavit paralelní zapojení dvou rezistorů a určit, jaké má vlastnosti. Matematizace vztahu pro paralelní zapojení rezistorů již není předmětem této hodiny, učitelka avizuje odvození na následující hodinu.

Výuková situace, kterou se zabývá tato kazuistika, nastala v první části 6:52–23:05 a ve druhé části 30:00–45:15.

Činnosti učitele a žáků

V obecném pohledu z celé hodiny vyznívá přátelská atmosféra mezi žáky a vyučujícím. Učitelka možná až příliš často žáky chválí i za zcela běžné znalosti (např. pojmu uzel), za celou hodinu použila slovo „supr, super“, které lze vnímat jako parazitické, celkem 32krát, tedy téměř jedenkrát za minutu. V některých částech hodiny dokonce tuto „pochvalu“ použila až tři krát bezprostředně za sebou.

Ve třídě byl víceméně po celou část hodiny značný ruch a šum, který často narušoval vnímání žáků při sdělování zásadních informací od vyučujícího směrem k žákům. Žáci nicméně i přes tento nedostatek dokázali zadaný úkol většinou zvládnout.

Za nevhodné lze také považovat umístění demonstračního panelu s paralelním zapojením dvou rezistorů, které často clonilo zápis informací na tabuli. Panel při tom nebyl vyučujícím použit k přímé demonstraci velikostí proudu v rozvětvené a nerozvětvené části obvodu a dalších vlastností tohoto zapojení.

V první části sledované hodiny učitelka se žáky rozebírá způsob řešení domácí úlohy a velice vhodně upozorňuje i na možnost „matematického způsobu řešení“ přes poměr hodnot rezistorů, čímž posiluje vzájemnou vazbu matematiky a fyziky a souvislosti uvádí v konkrétní situaci.

Ve druhé části učitelka se žáky rozebírá paralelní zapojení dvou rezistorů, přičemž pouze zde využívá demonstrační panel na katedře k tomu, aby žáci podle panelu zapojili své součástky ze stavebnice Boffin. K odvození matematického vztahu pro výsledný odpor paralelního zapojení už nedorazí.

Analýza

Tematická vrstva obsahuje objekty, se kterými žáci provádí měření: rezistor, ampérmetr, voltmetr, zdroj napětí, měření proudu a napětí na jednotlivých rezistorech

Do **konceptové vrstvy** můžeme zařadit abstraktní pojmy jako schéma zapojení, uzel, větev obvodu, které žáci používají při realizaci konkrétního zapojení rezistorů. Konceptem zastřešujícím poznatky žáků získaných pozorováním je pak odhalení, že velikost proudu v nerozvětvené části obvodu je stejná jako součet proudů v jednotlivých větvích.

Kompetenční vrstvu tvoří zejména komunikační kompetence a kompetence k řešení problému. Tato vrstva je v tomto případě úzce provázána s konceptovou vrstvou, žáci spolupracují ve dvojicích, ale při zapojení se radí i vzájemně mezi sebou. Až na několik málo dvojic všechny ostatní úspěšně v zadaném čase problém vyřešili.

Za negativní jev lze považovat již výše zmíněný šum a neklid v hodině, který učitelka nijak neřeší. Důsledkem toho, je např. situace, kdy vyučující chce ještě zakreslit schéma zapojení na tabuli, ale většina žáků už nevnímá další její pokyny a věnuje se zapojování rezistorů. Zápis tématu na tabuli, zakreslování umístění voltmetrů a ampérmetrů probíhá v zásadě souběžně s činností žáků, kteří zápisu na tabuli nevěnují až na výjimky větší pozornost. Tato situace se pak opakuje i v druhé části hodiny při měření napětí na jednotlivých rezistorech (vyučující to komentuje slovy: „Tak, někteří zběsile už otáčí.“).

Transkript výukové situace je na konci textu.

Vědecká složka experimentu je ve školním prostředí téměř vždy omezena zejména matematickými znalostmi žáků a učitel tak musí hledat rovnováhu mezi srozumitelností a odbornými pojmy, které používá. V běžné školní praxi se v této situaci obvykle nerozlišují termíny odpor a rezistor, které se používají oba pro reálnou elektronickou součástku, i když odpor je fyzikální veličina a vlastnost rezistoru. V této hodině učitelka v první části tyto pojmy zaměňuje, např. když rozebírá se žáky „poměry rezistorů“, i když sami žáci překvapivě správně sami mluví o poměrech odporů. V další části již správně označuje „... paralelní zapojení dvou rezistorů, proud prvním rezistorem“, atd.

Výuková situace však ukazuje, že žáci vnímají pojem odpor jako fyzikální veličinu a rezistor jako elektronickou součástku, tedy zcela správným způsobem.

Technická složka byla zvládnuta bez problémů, žáci měli svoje stavebnice a k dispozici byly i náhradní díly, kdyby někomu něco chybělo.

Metodická složka nabízí největší potenciál pro změny. Například opakování mohl být věnován menší prostor a mohlo ještě v této hodině dojít k odvození výsledného vztahu pro výsledný odpor paralelně zapojených rezistorů, což by bylo žádoucí. Heuristické otázky učitelky

v závěru hodiny, kdy žáci správně odvozují a zapisují vztah mezi celkovým proudem v obvodu a proudy jednotlivými větvemi, jsou po didaktické stránce výborné. Stejně kladně lze hodnotit otázky, které se týkají postupu při zapojení ampérmetru a voltmetru, který žákům často dělá velký problém. Správná je také pochvala žákyni Báře za počáteční volbu největšího rozsahu, pokud si žák není jistý, jak velký proud obvodem poteče.

Alterace

Navzdory výše uvedeným nedostatkům je předvedená hodina v zásadě příkladem fungující výuky, která navíc využívám hodně heuristických a konstruktivistických prvků. Žáci podle pokynů učitele vyvozují správné závěry, většina používá správnou terminologii a dokáže využít matematický aparát k odvození příslušných vztahů.

Učitelka zde nehraje centrální roli, je žákům spíše mentorem a průvodcem, případně poradcem při řešení jejich problémů.

Návrhy na alteraci

1. lépe rozvrhnout časovou osu dané hodiny, nespolehat na to „jak to vyjde, tak to vyjde, a zbytek probereme příště.“
2. zkrátit opakování na začátku hodiny o cca 5 minut,
3. více dbát na klid při práci v hodině, příliš velký ruch a šum narušuje soustředění slabších žáků,
4. se žáky nejprve probrat schéma, zakreslit zapojení ampérmetru a voltmetru a teprve pak dát pokyn k práci se stavebnicí, důrazně vyzvat žáky, kteří již sami začali pracovat, aby počkali na dokončení výkladu,
5. připravit pro žáky pracovní list s předkresleným schématem, hodnotami proudů a napětí na jednotlivých rezistorech, doplnění znaménka (+) ve vztahu pro celkový proud, doplnění některých částí odvození vztahu pro výsledný odpor (vzhledem k nedostatku času),
6. ponechat si více času pro objevení vztahu mezi proudy a zejména pro odvození vztahu pro výsledný odpor paralelně zapojených rezistorů v téže hodině, v jaké probíhá žakovské experimentování,
7. důsledně dbát na terminologii – rozlišovat odpor a rezistor,
8. přestat používat slovo „supr, super“; máme tolik krásných českých slov, kterými můžeme žáka pochválit.

Komentáře psychologů

PhDr. Leona Jochmannová, obor psychologie: Psychologické aspekty ve výuce, interakce a komunikace mezi vyučujícím a žáky.

Mgr. Bc. Veronika Růžicková, Ph.D., speciální pedagog

1) Šárka Richterková, fyzika (psychologický pohled)

Silné stránky, pozitivní momenty:

Minuty: **14.00, 17.00** – způsob kladení otázek, aktivace žáků, příjem sděleného. Nejdříve praktické ukázky, pak teoretické schéma.

18.00 minuta: první kontakt se žáky v první lavici, příklady z praxe, kladení otázek „proč je střídavý nebo jednosměrný proud“?

26.00-28.00 minuta: individuální kontakt, kontrola porozumění žáků, dostatečně dlouhá doba, samostatný úkol pro žáka.

43.00 min: rozdělení pozornosti mezi žáky

Upozornění, doporučení: vyučující má problematický kontakt s první řadou (3 děti napravo), v kontaktu je téměř zcela opomíjí.

V případě žáků s SPU jsou technická schémata nepřehledná a složitá, musel by být individuální přístup – vysvětlení, jiné úkoly – obrázky

2) Šárka Richterková, fyzika (speciálněpedagogický pohled)

Vzhledem k faktu, že speciálněpedagogické působení nebylo v rámci celé videohospitace vidět, se zaměříme na oblasti, které by se daly v rámci dobré praxe doporučit, či vyzvednout.

Téma je pro žáky s SPU, sluchovým postižením, zrakovým postižením těžce uchopitelné, a proto by byla potřeba co nejvíce propojení teorie s praxí a stejně jako u psychologických postřehů je zřejmé, že by žákům bylo potřeba poskytnout mnohem více názorného materiálu.

Zároveň je na paní učitelce zřejmé, že ví, co si může dovolit ke svým žákům ve 14' diktuje zápisky bez toho, že by krátce napsala zápis na tabuli – v případě, že by zde byli žáci se specifickými potřebami, bych poté doporučila buď krátké poznámky na tabuli, či tyto v elektronické podobě žákům zaslat na jejich e-mail, případně přímo vytisknout a donést tak, aby si do nich mohli dělat přímo zápisky.

U paní učitelky se mi líbí její příprava i zapojení žáků – např. nákres na tabuli, který je žáky postupně doplňován (u žáků se zrakovým postižením by toto muselo být individuálně kontrolováno a případně dovysvětlováno). Během probírání tématu klade paní učitelka otázky, správnost pochopení, porozumění a odpovědi však nekontroluje u všech žáků – u žáků se specifickými potřebami by byla potřeba individuálního přístupu a konzultace, neboť až od času 42'40 došlo k vysvětlení před celou třídou.

Transkript výukové situace

čas 30:00 – 45:15

Navazuje na měření.

U: Tak, pro tento okamžik končíme s měřením proudu... (*směřem k jedné dvojici*) Výborně! Konečně, tady, že. Zadařilo se. Paráda... Takže někteří naměřili dobře napoprvé, holky dostávají pochvalu, dvojička – holky byly mezi prvníma, někteří trochu hůře. Buď jste tam zase špatně zapojili obvod, který máte, popřípadě jsem viděla – někteří přepolovali měřák, každopádně – buď jsme naměřili, nebo ne. Podívejte se, co naměřil Jirka na tabuli... Tak, holky v poslední lavici naměřili taktéž, Vítek mají taky něco naměřené. Moje otázka zní: když se podíváte na proud, který teče prvním rezistorem, proud, který teče druhým rezistorem a proud, který teče nerozvětvenou částí. Šlo by tam najít něco zajímavého? Šlo by najít něco zajímavého? Štěpán už všechno naměřil, že? Supr. Tak, co jsi naměřil teda?

Ž: Tak, já jsem naměřil v nerozvětvené části 28,15...

U: hmm... A v těch větvích máš?

Ž: Dvacet pět celé tři a (*potichu dodává další číslo*).

U: Mmm, a co si z toho tedy vyvodil?

Ž: Že za ideálních podmínek by mělo I jedna plus I dva se rovná I .

U: Super! Výborně! Takže to, co bychom mohli říci, že přibližně platí v rozvětveném neboli paralelním obvodu je, že součet proudů v jednotlivých větvích dává proud v nerozvětvené části. Pro ty co naměřili – Vítku, vyšlo vám to tak? Přibližně?

Ž: Přibližně jo, no.

U: Fajn. Prosím vás, když se podíváte a porovnáte proud, který teče prvním rezistorem a druhým rezistorem – šlo by najít něco zajímavého vzhledem k tomu, jaké rezistory jsou tam zapojené? ... Podívejte se... Druhým rezistorem teče proud tři celé jedna desetina miliampéru. Prvním rezistorem třicet dva šest desetin miliampéru. Podívejte se, v jakém poměru jsou tyto proudy u vás a u nás na tabuli a v jakém poměru jsou rezistory. Co z toho můžeme vyvodit? Co z toho můžeme vyvodit? Šlo by něco? Jirko?

Ž: Poměry jsou obrácené.

U: Takže zatímco poměry rezistorů jsou jedna ku deseti, proudy jsou...

Ž: (více najednou)... deset ku jedné.

U: Co to znamená? Ve větvi, kde je rezistor s větším odporem teče jaký proud?

Ž: (více najednou) Menší.

U: Menší. Kolikrát menší?

Ž: (více najednou) Desetkrát.

U: Desetkrát. Tolikrát, kolikrát je...

Ž: ... větší odpor...

U: ... větší odpor. Super. Zapisovatel, někdo, kdo je vysoký... Zdenek. Zdenku, zapiš, co jsme napsali nebo teď řekli o proudech. Jak to zapíšeme obecně? Proud v první větvi když sečtu s proudem v druhé větvi (*několik žáků doplňuje společně s učitelkou*) dostanu celkový proud. Jak to zapíšu?

Ž: I se rovná I jedna plus I dva.

U: Supr. (k žákovi u tabule) Vytáhni nahoru. Máme všichni zapsáno? Celkový proud je součet I jedna plus I dva. Potom zapíšeme slovně ještě. Jak to napíšeme s tím poměrem, co jste mi

ted' řekli? jak to s tím poměrem zapíšeme? Kdo je schopný matematik? ... Dobrá, Dane. Běž to zapsat, jak to bude s proudem... v první a v druhé větvi v porovnání s poměrem prvního a druhého rezistoru... Vy dávejte pozor, jestli to správně zapíše. (*sleduje žáka píšícího na tabuli*) Supr, Dane, vytáhni. Je to zaspáno správně, co jsme před chvílí řekli?

Ž: Mmm...

U: Ano? Proud v jednotlivých větvích jsou v opačném poměru než jsou odpory daných rezistorů. Super. Co nám teď ještě zbývá, je naměřit napětí na prvním rezistoru, na druhém rezistoru a celkové napětí v obvodu. Půjde to? Kam zapojíme voltmetr a jak? Kam zapojíme voltmetr a jak? Napětí na prvním rezistoru, napětí na druhém rezistoru... kam to zapojím? Tak, někteří zběsile už otáčejí. Já bych to potřebovala nakreslit na tabuli. Kdo nám půjde nakreslit měřicí přístroj, kam ho upevníme? Moni, šlo by to? Dívej, jestli Ti v tom schématu vadí ampérmetry, tak si je klidně umaž, jo?

Ž: Takže napětí na tom...

U: ... na prvním rezistoru, napětí na druhém a celkové napětí... jak zapojujeme voltmetr? Matěji?

Ž: Noo, musí být vlastně z toho obvodu...

U: No, musí být mimo ten obvod. To je pro mateřskou školku. Pro nás v tercii řekneme, že je zapojený...

Ž: Eehm, to... (*jini žáci napovídají*) paralelně.

U: Paralelně, super. Ano, v tomto případě obvod nemusím rozpojovat, z vnějšku se připojují na svorky těch rezistorů. (*dívá se na tabuli, kde žákyně dokresluje voltmetry*) Paráda, ano, tam napíšeme V jedna, jako voltmetr V jedna. Super, voltmetr V dva... Jiříku, Tebe poprosím, abys to proměřil na tabuli, jo?

Ž: Jo.

U: (*jde k tabuli*) Tak, Monika trošku váhá... Moni, na dvou bude stačit, když to zapojíme... (*žákyně dokresluje na vyznačené místo*) tak, supr... Tak, těm co blikají voltmetr, voltmetry, co si zmáčknu za pomůcku?

Ž: (několik najednou) Volt.

U: Výborně, přidržet, volt. Tak, Jirka teď měří. Jiří, to, co ukazuje teď ten voltmetr, je jaké napětí?

Ž: Prosím?

U: To, co teď ukazuje voltmetr?

Ž: Aha, tak to by mohlo být asi celkové...

U: Celkové napětí. Takže píšeme U se rovná... (*zastavuje se u jedné lavice*) Vy také měříte? Jaký rozsah voltmetru teď zvolíme? To je v pohodě...

Ž: Dvacet...

U: Dvacet voltů, super. Otočíme kolečko kam?

Ž: (několik najednou odpovídá) Na V...

U: Na V s rovnou čárkou a dvacet V. Které zdířky zapojujeme?

Ž: Tu poslední vpravo a COM.

U: Výborně, COM bude zdířka, která k jakému pólu?

Ž: K mínus.

U: K mínus a druhá zdířka jde k plus. Takže, napětí U máme tři celé patnáct a teď Jirka změní napětí na prvním rezistoru, super..., supr, Jiří, až na ty vodiče, co nám v tom brání... bliká to tam mezi..., už nám bliká něco úplně jiného... Už jsem posunula vodiče, pořád bliká, že je něco špatně... (*nad demonstračním měřicím přístrojem*) On se možná uklidní... Tak, super. (*jde k tabuli*) Jiří, já Ti tam doplním index, U jedna., můžu?

Ž: Ano.

U: Tak, a ještě tu dvojku. Tak teď už se tady... (*upravuje vodiče u demonstračního přístroje*) teď tady něco... možná se to spraví... (*jde do třídy, sklání se nad jednou lavicí*) Tak, mám volty, volty, takže měříme... plus sem, mínus sem...

Ž: Dvě celé sedmdesát pět...

U: Když tak si tam dejte... (*hluk tabule*) kontakty jsou někdy... (*jde dále*) Co Venda? Výborně! Venda perfektní, na to, že je sama. (*jde k jiné lavici*) Co tady? Dobrý? Paráda! (*jde k další lavici*) Co tady? Tady měřím (*ukazuje*) – napětí na prvním, napětí na druhém a pak tady... No, supr. (*u další lavice*) Vy máte taky? Paráda! (*jde dopředu a komentuje žáka u tabule*) Tak, je vidět, že Jirka je zkušený, Jirka upravil své měření... To nebylo Jiří zapotřebí až tak upravovat... Tys to znovu pře...píchal? No dobrá. Tak Jirka to znova přepíchal. Tak co jste zjistili prosím vás – vy kteří jste měřili a naměřili?

Ž: Všude je stejné napětí.

U: Všude znamená kde?

Ž: Na tom jednom, těch dvou rezistorech i v tom celkovém obvodu.

U: Matýsku, trošku lépe.

Ž: Eem...

U: Napětí na...

Ž: Na jednom rezistoru, na druhém rezistoru a... v tom obvodu...

U: ... je stále stejné napětí. Souhlasí? Všichni máme? Supr, takže v tomto případě paralelního zapojení můžeme říci, že napětí v celém obvodu je stejné, jedním slovem říkáme, že je konstantní. Co nám zbývá?

Ž: (několik najednou) Odpor.

U: Vypočítat celkový odpor v obvodu. Jak ho spočítám?

Ž: Pomocí vzorce...

Ž: (jiný)... který nemám

U: Pomocí vzorce... který nemám!

Ž: Aha...

(*diskuse žáků*)

U: Ahá, někteří chtěou přepínat měřák a měřit elektrický odpor na celém obvodu. To teď... Ale my máme, vy jste se s něčím naměřili. Tak nemohli bychom z těch naměřených hodnot spočítat celkový odpor obvodu?

Ž: Mohli...

Ž: (jiná potichu něco říká)

U: Výborně, supr! Baruško, řekni to ještě jednou nahlas.

Ž: No, odpor vypočítáme tak, že vydělíme celkové napětí proudem...

U: ... celkovým proudem, který teče v nerozvětvené části. Tedy celkové R_C se rovná U – mohu si vybrat, které chci, že, protože je všude stejné – a dělím celkovým proudem, tedy I . Schopný... Ondřeji, prosím Tě, běž nám to napsat na tabuli, jak to spočítáme. (*sleduje žáka u tabule a vypíná demonstrační přístroje*)... Tak, počtáři asi budou potřebovat nějakou kalkulačku, to nepůjde úplně z hlavy... Ondřeji, tady si půjčíš... Tak, super, když počítáme a dosazujeme, proud musíme převést z miliampérů na...

Ž: ... na ampéry.

U: Na ampéry. Jak převádíme z miliampérů na ampéry?

Ž: Tisíc...

U: Matěji, tisíc mi nestačí, nevím, jestli mám násobit nebo dělit.

Ž: Jeden miliampér je tisícina ampéru.

U: Super, jeden miliampér je tisícina ampéru. Super, hmm... (*sleduje opět žáka u tabule*) Ondřeji, už tam napiš jednomu výsledek jo, krácení nebo takové, to nepotřebujeme, to můžeš hned podělit a napsat výsledek... (*jde za ním*) Aha, protože se nevyznáš v mé kalkulačce? (*ke třídě*) Tak, kolik vyšlo vám?

Ž: Devadesát osm...

U: Máme tři minuty nebo kolik do konce, tak trošku to potřebujeme urychlit. Očekávám výsledky... Kolik máme, než Ondřej vytáhne, on to má hezky schované za tou tabulí ted'ka... to je takové překvápko... Co nám vyšlo? Ondřeji, prosím zaokrouhlit, jo, nepřidávám tolik desetinných míst. Judit, co vyšlo Tobě?

Ž: Nám vyšlo devadesát celé osmdesát ohmů.

U: Hmm, dobré, mohlo by být... (*poslouchá dalšího žáka*) Tak to určitě nebude dobře, to určitě nebude dobře, tam je někde chyba... Co Monice?

Ž: Sto sedmnáct ohmů.

U: Hmm. (*poslouchá další výsledek*) Devadesát osm celých sto, to je dobré, to by šlo.

Ž: Devadesát sedm celých devět.

U: Může být. Tak, co nám vyšlo ale na tabuli?

Ž: Devadesát jedna.

U: Tak všem, kterým vyšlo něco kolem devadesáti na tom budou určitě dobře..., devadesát osm a tak, to všechno může vyjít... Co z tohoto můžeme vyvodit? Platí v paralelním zapojení, že součet rezistorů dává... součet odporů jednotlivých rezistorů dává celkový odpor obvodu?

Ž: Ne.

U: Ne, něco takového tady neplatí. Když to porovnáme, dostali jsme velikost odporu, který je dokonce menší, než každý z těchto dvou. Souhlasí?

Ž: Ano.

U: Ano, super. Takže zatím už s jistotou můžeme říci, že to, co platí v sériovém obvodu, tady v paralelním pro rezistory platit nebude. Jak to ověříme a najdeme matematický vztah pro

výpočet celkového odporu (*zvoni*), to už bude záležitost naší příští hodiny. Ano? Viděli jsme, že tady je to složitější, máme složitější zapojení, takže zbytek budeme mít na konci příští hodiny, ano?

