

# Elektrické obvody – příklad zpracování tematického celku s prvky vícenásobné reprezentace jevů

---

**Irena Dvořáková**

## **Cíle tematického celku:**

- 1) Každý žák bude schopen zapojit jednodušší elektrický obvod dle schématu.
- 2) Každý žák bude schopen pro jednodušší elektrický obvod vyplnit tabulku „svítí-nesvítí“ jednak podle skutečného chování reálného elektrického obvodu, jednak na základě teoretické úvahy.
- 3) Většina žáků bude schopna navrhnout vlastní schéma elektrického obvodu a obvod podle něj zapojit.
- 4) Většina žáků zvládne sestavit schéma elektrického obvodu podle zadané tabulky.
- 5) Většina žáků bude schopna analyzovat zadaný reálný obvod a nakreslit jeho schéma zapojení.
- 6) Žáci budou používat všechny tři reprezentace elektrického obvodu (reálný obvod, schéma, tabulku).

Tematický celek *Jednoduché elektrické obvody* bývá ve školách zařazen ve druhém pololetí 6. třídy. Popsaná metodika vychází z dlouholetých zkušeností získaných v projektu Heuréka. Žáci při tomto způsobu výuky kromě standardního zapojování elektrických obvodů podle schématu také vyplňují tabulku, popisující chování žárovek v závislosti na poloze spínačů. Řeší tři typy úloh, které se daného tématu týkají – vždy je zadán jeden druh reprezentace obvodu (schéma, tabulka nebo reálný obvod) a žáci doplňují zbývající dva druhy.

Tento metodický materiál ukazuje postupný proces, který žákům umožňuje skutečně porozumět konceptu elektrických obvodů a rozvíjí jejich schopnost řešit různé problémy, které se elektrických obvodů týkají. Převažující metodou práce je práce ve skupinách. Žáci diskutují, navzájem si vysvětlují svá řešení, učí se navzájem.

## **Metodický postup je rozdělen do pěti kroků:**

1. Pozorování žárovky a baterie, pozorování rozsvícení žárovky přiložené k ploché baterii.
2. Zkoumání vlastností elektrického obvodu
3. Popis vlastností uzavřeného elektrického obvodu
4. Interpretace schématu el. obvodu
5. Řešení tří typů úloh s elektrickými obvody (1. typ úlohy – Od schématu k tabulce a reálnému obvodu, 2. typ: Od tabulky ke schématu a zapojení, 3. typ: Od zapojení ke schématu a tabulce)

Z časového hlediska je tématu věnováno nejméně 5 vyučovacích hodin. Zde uvedené rozdělení do jednotlivých vyučovacích hodin je pouze orientační, je možné, že budou žáci na řešení některých úloh potřebovat více času. V tom případě doporučuji, aby vyučující potřebný čas žákům poskytl, nespíchal na ně, neboť kvalitní znalosti a dovednosti získané v 6. třídě budou velmi dobře využitelné v 8. ročníku.

---

## 1. hodina

### Cíl 1. hodiny:

- 1) Žáci správně zapojí žárovku k baterii
- 2) Žáci rozliší elektrické vodiče a nevodiče
- 3) Žáci začnou používat schéma jednoduchého elektrického obvodu
- 4) Žáci uvedou další příklad nějakého jevu, který je zákonitostí přírody, a proti tomu něco, co je pouze domluvou mezi lidmi.

### Probírané fyzikální jevy:

základní elektrický obvod

### Použité pomůcky:

pro každého žáka: plochá baterie, žárovka, pracovní list (je uveden v příloze)

### **První krok – Pozorování žárovky a baterie, pozorování rozsvícení žárovky přiložené k ploché baterii, popis pozorování.**

#### *Pracovní list:*

1. *Nakresli, jak vypadá baterie a žárovka.*
2. *Zkus si se žárovkou chvíli hrát a rozsvítit ji. Až se ti to povede, nakresli, jak to musí být udělané, aby žárovka svítila.*
3. *Popiš slovy, co jsi v předchozím pokusu zjistil. Jak to musí být udělané, aby žárovka svítila?*

Nejdříve rozdejte všem žákům pracovní list a každému žákovi nebo alespoň do každé lavice plochou baterii a malou žárovku (bez objímky). Nechte je vyřešit první tři úlohy v pracovním listu. Nechte nějaké dítě přečíst řešení úlohy č. 3, společně pak udělejte závěr, že žárovka má dva konce a baterie také.



Obr. 1: Bude svítit?

## Druhý krok – Zkoumání vlastností elektrického obvodu

*Pracovní list:*

4. *Soutěž pro dvojice: Zkuste zapojit žárovku tak, aby svítila přes co nejvíc předmětů současně. Zapiš váš rekord: Rozsvítili jsme žárovku přes.....předmětů současně. Zapiš také rekord třídy :.....*

Pak vyhlase soutěž (viz úkol č. 4). Žáci pracují ve dvojicích a cílem soutěže je, aby žárovka svítila přes co nejvíc předmětů. Žáci mohou vyndat věci z kapes, penálů a aktovek a zapojují je - mince, klíče, nůžky, atd. Pokud některá skupina hlásí úspěch, zkontrolujte, zda jim žárovka skutečně svítí a pište rekord na tabuli. Ostatní skupiny mají možnost rekord třídy zlepšovat. Na závěr si žáci do pracovního listu zapíší rekord třídy a rekord svůj. Aktivita je mezi žáky velmi oblíbená, běžně jsou schopny zapojit žárovku přes 20 – 30 kusů věcí. *Pozn.: Pokud žáci v zápalu soutěžení rozebírají klíče ze svazku, upozorněte je na nebezpečí, že si pak klíče nepoznají a vzájemně mezi sebou vymění.*

Po skončení soutěže a uklizení všech věcí zpět do penálů, peněženek a kapes nechte žáky vyřešit úkoly 5, 6 a 7 v pracovním listu.



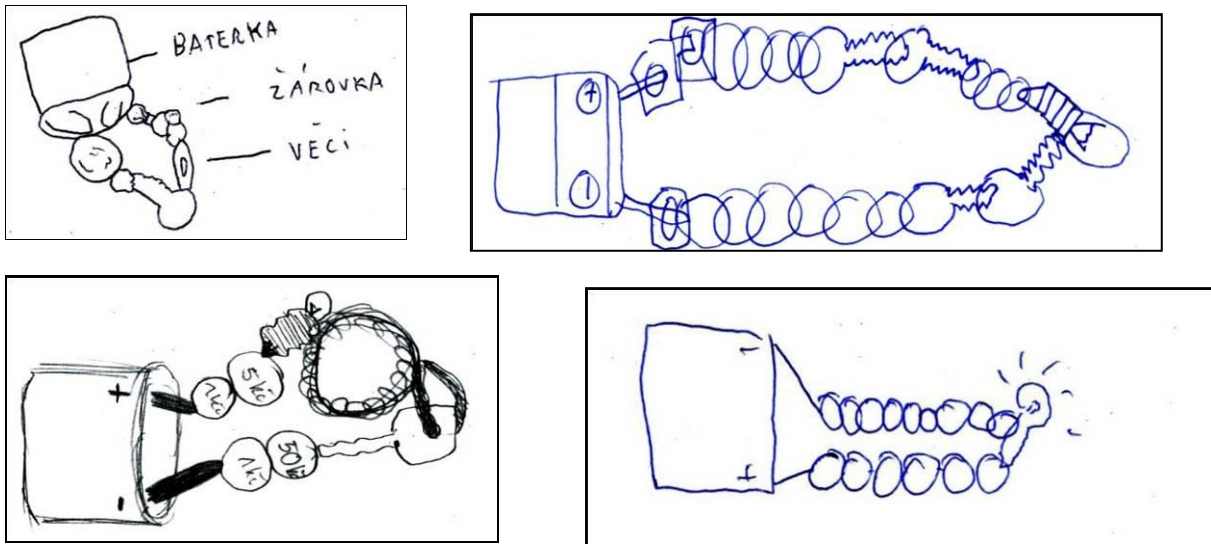
*Obr. 2 a 3: Soutěž*

## Třetí krok – Popis vlastností uzavřeného elektrického obvodu

*Pracovní list:*

5. *Nakresli, jak to vypadalo, když jste měli rozsvícenou žárovku přes několik věcí (aspoň 4-5 kusů).*
6. *Napiš alespoň čtyři podmínky, které musely být splněny, aby žárovka přes několik věcí svítila.*
7. *Nakresli alespoň tři různé situace, kdy se žárovka dotýká baterie, přesto ale nesvítí.*

S úkolem číslo 5 žáci nemívají velké problémy. Ukázka výsledků:



Obr. 4 až 7: Jednoduchý elektrický obvod vytvořený z běžných předmětů

Na základě námětů z 6. úkolu dojděte společně se žáky k těmto závěrům: musely tam být zapojené věci, které vedou proud, věci se musely dotýkat, musela tam být správně zapojená baterie i žárovka a baterie i žárovka musely fungovat. Tyto závěry pište na tabuli jako základní vlastnosti elektrického obvodu (zachovávejte přitom takové formulace, jaké vám říkají žáci, nepřevádějte jejich jazyk do „vědečtiny“!)

Úkol číslo 7 je zde zařazen proto, aby si žáci pomocí „crazy ideas“ hlouběji uvědomili podmínky pro správné zapojení žárovky k baterii. Nechte žáky kreslit jejich nápady na tabuli a zdůvodňovat, proč žárovka nesvítí.

### Čtvrtý krok – Interpretace schématu el. obvodu

V další části hodiny nakreslete na tabuli obrázek toho, co měli žáci před chvílí na lavici (můžete samozřejmě také nechat některého žáka nakreslit to, co měl v pracovním listu). Ptejte se žáků, jestli by bylo šikovné, kreslit pokaždé takto složitý obrázek, jestli by to nešlo nakreslit jednodušeji. Vzhledem k tomu, že se schematickými značkami se alespoň někteří žáci obvykle setkali, napovědí vám, jak to můžete jednoduše nakreslit. Pak pojmenujte to, s čím jste pracovali – elektrický obvod, popište jednotlivé jeho části a nakreslete schéma jednoduchého elektrického obvodu. Zápisy z tabule (základní vlastnosti elektrického obvodu, nakreslený obrázek, schéma) si žáci zapíší do sešitu.

Zeptejte se pak žáků, jestli jsou schopni popsat nějaký rozdíl (hluboký, filosofický rozdíl) mezi schématem elektrického obvodu a sepsanými vlastnostmi. Tato otázka je velmi těžká, žáci obvykle vůbec netuší, kam míříte. Navrhují například – jedno je nakreslené, to druhé napsané slovy, apod. Mají samozřejmě pravdu, avšak rozdíl je ještě jeden, a ten jim budete muset vysvětlit. To, jak nakreslíme schematický obrázek, je naše **domluva**, kdežto zápis vlastností el. obvodu (uzavřený obvod z vodičů, fungující baterie a žárovka,...) je **vlastnost přírody**. Můžeme se domluvit, že budeme žárovku kreslit jiným symbolem (ostatně v různých zemích se některé používané schematické značky liší). Ale nemůžeme se domluvit, že žárovka bude svítit, když místo vodiče do obvodu zapojíme plastové brčko (přesněji – domluvit se můžeme, ale žárovka nás poslouchat nebude). Ve fyzice je spousta věcí jen

domluvou, ale stejně tak spousta věcí, které jsou zákonitostí přírody. A je důležité se naučit je rozlišovat.

Nechte pak žáky ve dvojicích navrhnout nějaké další příklady jevů, které jsou zákonitostí přírody a něčeho, co je pouze naší domluvou (například – to, že puštěný kámen padá k zemi, je přírodní zákonitost, název gravitace je domluvou).

#### **Domácí úkol:**

Na příští hodinu si s sebou přineste kapesní baterku (fungující).

---

## **2. hodina**

### **Cíl 2. hodiny:**

- 1) Žáci správně vyplní tabulku „svítí – nesvítí“ k zadanému schématu el. obvodu
- 2) Žáci zapojí různé elektrické obvody podle schématu

### **Probírané fyzikální jevy:**

princip baterky, model jednoduchého elektrického obvodu, sériový a paralelní elektrický obvod, zkrat na žárovce

### **Použité pomůcky:**

do každé skupiny alespoň tři žárovky s objímkami, plochá baterie, 2 krokosvorky, dva spínače, 10 vodičů

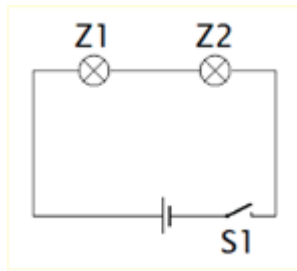
### **Pátý krok – Řešení tří typů úloh s elektrickými obvody**

Nejdříve nechte žáky prozkoumat jejich kapesní baterku, popsat a nakreslit, jak je propojená baterie se žárovkou a vypínačem. Je možné, že některé moderní baterky již vůbec rozebrat nepůjdou. V tom případě můžete tento úkol vynechat, aby žáci baterku nezničili.

#### **1. typ úlohy – Od schématu k tabulce a reálnému obvodu**

Nakreslete na tabuli schéma obvodu s jednou žárovkou a jedním spínačem, a příslušnou (nevyplněnou) tabulku svítí – nesvítí. Zopakujte s žáky význam značek a nechte je vymyslet, jak lze pomocí nul a jedniček do tabulky znázorňovat stav spínače a žárovky. *Pozn. schémata všech elektrických obvodů a tabulek k nim jsou uvedena v Příloze 2.*

Nakreslete schéma sériového zapojení dvou žárovek s jedním spínačem, nechte žáky, aby si ho nakreslili do sešitu a samostatně vyplnili tabulku. Pojmenujte a napište název tohoto zapojení (českým i cizím názvem). Nechte žáky vytvořit skupiny (podle počtu dostupných pomůcek, ve skupině by pokud možno měli být maximálně 4 žáci). Žáci si vezmou pomůcky, obvod zapojí a ověří správnost vyplnění tabulky.



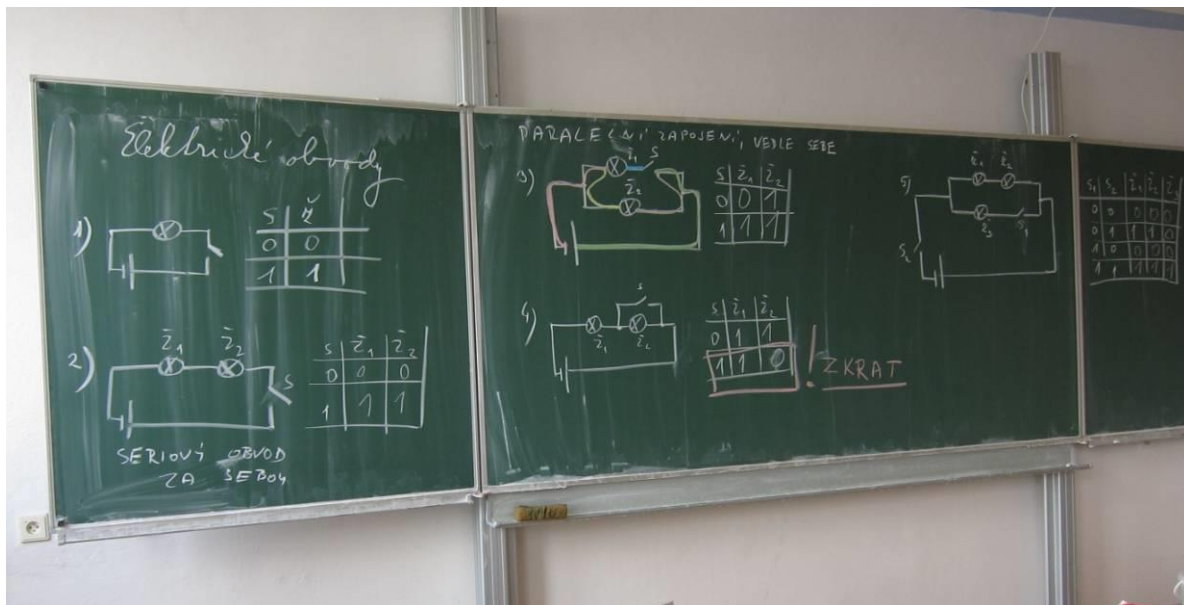
S1	Z1	Z2
0	0	0
1	1	1

Obr. 8: Sériový elektrický obvod a jeho tabulka „svítí – nesvítí“

*Metodická poznámka – je důležité, aby všechny žárovky v sériovém zapojení měly stejné parametry. Jinak se snadno může stát, že v sérii jedna žárovka svítí a druhá ne, což budete žákům na této úrovni znalostí obtížně vysvětlovat.*

Pokračujte podobně s paralelním zapojením dvou žárovek, spínač je v jedné větvi. Žáci opět nejdříve nakreslí schéma a vyplní tabulku, pak ověřují pomocí zapojení.

Poznámka: Paralelní zapojení je někdy náročnější na sestavení, žáci vytvářejí „volné uzle“ – podobně jako je to jako nakreslené ve schématu. Tento způsob zapojení není fakticky špatně, ale je lépe se mu vyhnout, aby se například takovéto „volné uzly“ nedotkly a nenastal zkrat. Žákům lze pomoci tak, že učitel kreslí barevnými křídami do schématu, odkud kam zapojit vodič, aby nevznikl volný uzel. Na fotografii (Obr. 9) je vidět, jak jsem to dělala – červený vodič jde z baterie do horní žárovky, modrý z druhého konce této žárovky do spínače, zelený ze spínače do baterie. Druhá žárovka se pak „pověsí“ na ten konec první žárovky, kam přišel červený vodič a na „konec“ spínače.



Obr. 9: Schémata prvních pěti elektrických obvodů

Jako třetí obvod doporučuji zařadit sériový obvod se dvěma žárovkami a spínačem paralelně k jedné žárovce. Žáci při zapojování zjistí, že spínač tuto žárovku zhasíná. Učitel pak žákům vysvětlí princip zkratu na žárovce (na této úrovni klidně pomocí formulace, že je proud líný a když má cestičku, kde nemusí pracovat, tak žárovku oběhne a nepracuje. Když ale musí

pracovat na obou cestičkách, tak se rozdělí a rozsvítí obě žárovky, jako v obvodu č. 3.). Můžete žáky upozornit na nebezpečí požáru při zkratu v elektrickém vedení, a třeba i pustit Elektrický valčík – viz např. <http://www.youtube.com/watch?v=2WIL2hclsUM>.

Skupiny, které pracují rychleji, pak mohou dostat již poměrně složitě zadání – viz například obvod č. 4 v příloze 2.

### 3. hodina

#### Cíl 3. hodiny:

- 1) Žáci správně zapojí složitější elektrické obvody podle schématu

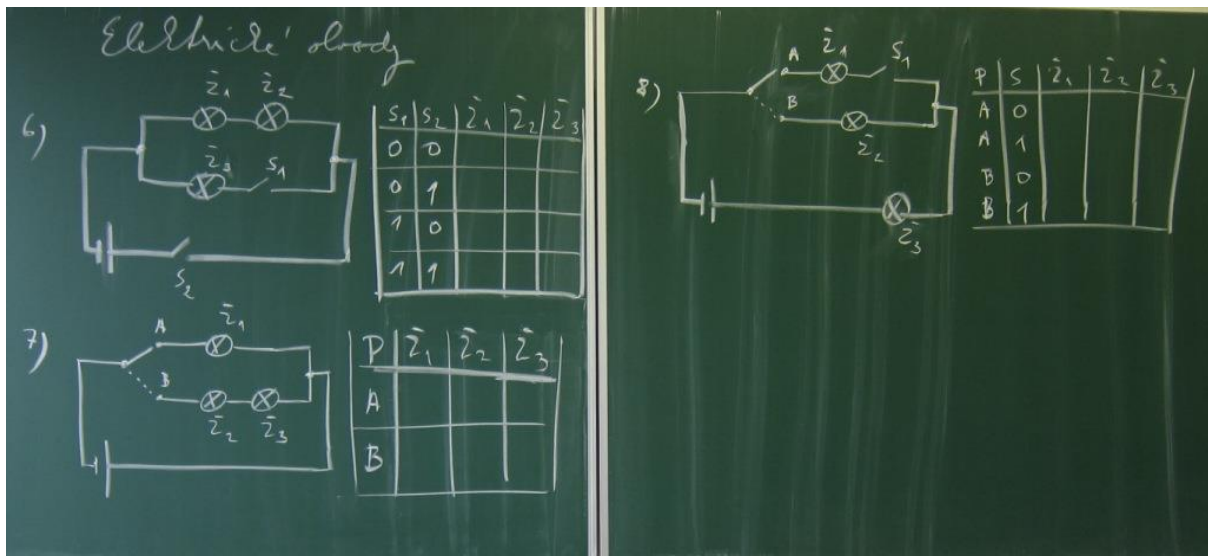
#### Probírané fyzikální jevy:

zapojování složitějších elektrických obvodů, princip přepínače

#### Použité pomůcky:

do každé skupiny alespoň čtyři žárovky s objímkami, plochá baterie, 2 krokosvorky, dva spínače, dva přepínače, 10 vodičů

V této hodině žáci zapojují již poměrně složitá zapojení (některé skupiny obvykle ještě dokončují úkol z předchozí hodiny), zkoumají princip přepínače – viz obvod č. 5 v Příloze 2, případně fotografie tabule (Obr. 10). Učitel prochází po třídě, pomáhá jednotlivým skupinám, kontroluje správnost zapojení. Často jsou ale žáci schopni si pomoci i navzájem.



Obr. 10: Náročnější úlohy typu „Od schématu k tabulce a zapojení“, princip přepínače



Obr. 11 a 12: Zapojování obvodů ve třídě

Máte-li ve škole osvětlení na chodbách ovládané pomocí schodišťového zapojení, ukažte žákům, že je možné z libovolného konce chodby světla rozsvítit nebo zhasnout. Pokud toto zapojení ve škole nemáte, tak jim ho pouze popište, mnozí žáci mají podobně řešené osvětlení někde doma. Pak zadejte domácí úkol. Při zadávání úkolu však **nepoužijte** pojem *schodišťové zapojení*.

**Dobrovolný domácí úkol:** Navrhněte, jak musí být zapojené osvětlení, když kterýmkoliv ze dvou vypínačů můžete kdykoliv změnit stav žárovky. *Pozn.: Pokud chcete žákům úkol usnadnit, řekněte jim, že jim k tomu nebudou stačit obyčejné spínače.*

## 4. hodina

### Cíl 4. hodiny:

- 1) Žáci trénují dovednost navrhnout schéma elektrického obvodu podle zadané tabulky

### Probírané fyzikální jevy:

schodišťové zapojení, řešení úloh **2. typu: Od tabulky ke schématu a zapojení**

### Použité pomůcky:

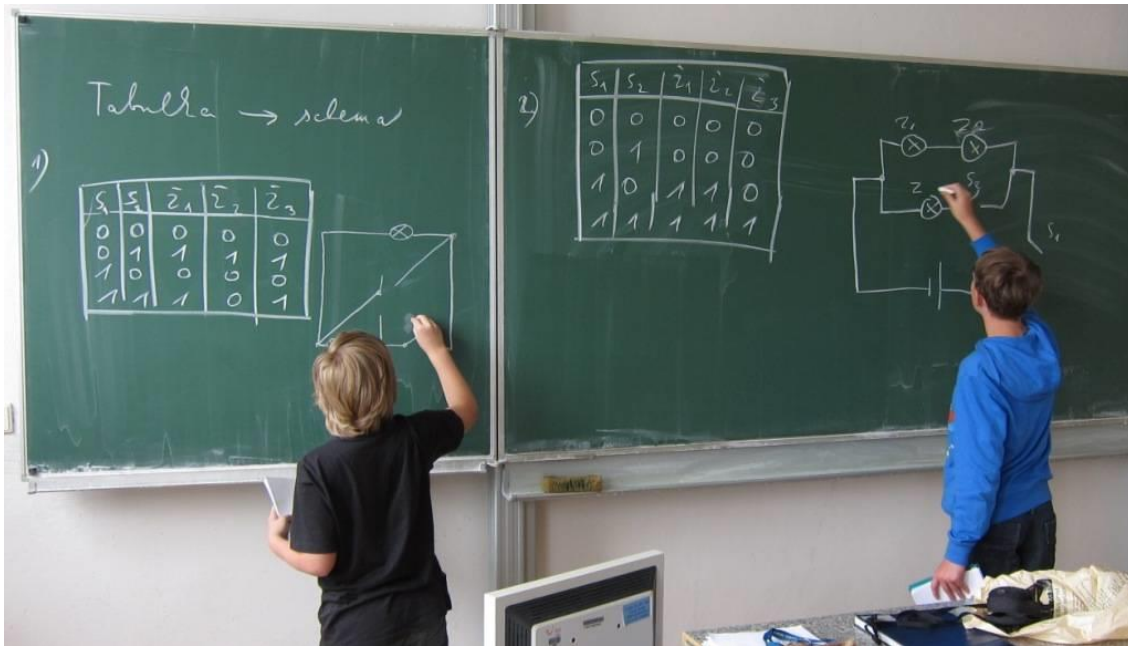
do každé skupiny pomůcky dle zadání úloh

V této hodině nejdříve zkontrolujte žákovská řešení domácího úkolu, pochvalte žáky, kteří úkol správně vyřešili, nechte správné řešení nakreslit na tabuli a zapojení třídě ukažte.

Pak zadejte žákům 2 – 3 vyplněné tabulky „svítí – nesvítí“. Úkolem je nejdříve nakreslit schéma příslušného elektrického obvodu a pak obvod zapojit.

*Pozn.: Žákovská řešení nemůžete kontrolovat jen podle svého „vzorového“ řešení. Řešení této úlohy nemusí být jednoznačné! Upozorňuji, že tento typ úloh je pro některé žáky poměrně náročný. Je potřeba jim nechat dostatek času na přemýšlení, nekomentovat, že jim to dlouho trvá, apod., ale naopak ocenit, že to zvládli.*





Obr. 13: Od tabulky ke schématu

## 5. hodina

### Cíl 5. hodiny:

- 1) Žáci analyzují zadaný reálný elektrický obvod a nakreslí jeho schéma
- 2) Žáci si zvolí obtížnost úloh dle odhadu vlastních schopností, reflektují svoji volbu
- 3) Závěrečná reflexe, diskuze o vícenásobné reprezentaci jevu

### Probírané fyzikální jevy:

řešení úloh **3. typu: Od zapojení ke schématu a tabulce**

### Použité pomůcky:

pomůcky dle zadání úloh

Při řešení úloh typu **Od zapojení ke schématu a tabulce** lze zvolit dva různé způsoby:

Předem připravte cca 7 – 8 elektrických obvodů a rozmístěte je po třídě (počet pracovišť volte dle počtu žáků ve třídě, já jsem měla 30 žáků). Obvody připravte různě obtížné. Žákům řekněte, že dnes budou kreslit schémata zadaných obvodů, že obvody označené (např.) A, B jsou velmi lehké, obvody C, D, E středně těžké a obvody F, G, H obtížné. Žáci pracují individuálně, každý si může zvolit obtížnost, na jakou si troufá. Správnost svého řešení si každý může zkontrolovat podle schématu, které je k dispozici na katedře. Pokud nějaký žák není schopen rozpoznat, zda jeho schéma je stejné jako vzorové, doporučte mu, aby se poradil s nějakým spolužákem. Teprve když ani spolužák neporadí, pomozte sami.

Upozorňuji, že uvedený typ úloh je pro některé žáky velmi obtížný, občas někdo potřebuje vést krok za krokem i při analýze velmi jednoduchého obvodu. V tom případě můžete zkusit požádat někoho, kdo zvládá velmi dobře, aby tomuto žákovi pomohl. Vzhledem k tomu, že

organizace této hodiny je pro učitele dost náročná, je nutné hodně využívat vzájemnou pomoc mezi žáky.

V závěru hodiny nechte žáky, aby se zamysleli nad tím,

- jakou obtížnost si volili na začátku,
- zda v průběhu hodiny nějak měnili zvolenou obtížnost (a případně jak)
- zda to pro ně byla správná volba z pohledu toho, aby se co nejlépe naučili řešit tento typ úloh
- zda by příště v podobné situaci volili jinak

Alternativně můžete zvolit jiný způsob vedení hodiny: Žáci pracují ve skupinách. Určete jednoho žáka v každé skupině, o kterém předpokládáte, že by mohl úkol zvládnout, a nechte ho navrhnout jeho vlastní elektrický obvod (doporučuji povolit použití maximálně 3 žárovek a dvou spínačů nebo 1 spínače a jednoho přepínače). Daný žák si nakreslí schéma a obvod zapojí. Ostatní žáci ve skupině zatím řeší (jen teoreticky) úlohy 1. nebo 2. typu. Poté, co je reálný obvod sestaven, ho autor dá spolužákům, aby nakreslili schéma tohoto obvodu (svoje schéma jim pochopitelně neukazuje) a vyplnili tabulku „svítí – nesvítí“. Jejich řešení pak zkontroluje. Máte-li dost času, je možné nechat žáky ve skupinách rotovat – řešit během hodiny víc úloh. Tento typ úloh je také náročný – jak pro autora, tak pro ty, kteří provádějí analýzu reálného elektrického obvodu. Diskuze, které probíhají ve skupinách, bývají často dost bouřlivé.

### **Závěrečná reflexe výuky celého tematického celku:**

Cílem této reflexe je dovést žáky k zvědomění toho, že se naučili další „jazyky“, kterými fyzika popisuje elektrické obvody (schéma, tabulka). V další diskuzi pak žáci uvádějí další příklady „jiných jazyků“, které se v praxi používají (grafy, piktogramy, dopravní značky, atd.) a zdůvodňují, proč se vůbec tyto „jiné jazyky“ zavádějí, a proč má smysl se je učit.

### **Co dál?**

V šesté třídě již obvykle na této úrovni končíme, se složitějšími elektrickými obvody, měřeními elektrických veličin a výpočetními úlohami se žáci znovu setkávají až v 8. ročníku.

### **Co se žáci naučili (kromě samotného učiva):**

Budeme-li uvažovat, jaké dovednosti žáci během uvedených pěti vyučovacích hodin získali (či přesněji získávali), jaké kompetence rozvíjeli, dojdeme k seznamu, který může vypadat zhruba takto:

- zapojovat součástky – zde jde o manuální dovednosti
- popsat reálnou situaci obrázkem
- vymyslet hypotézu, formulovat ji a vyjádřit (slovy, obrázkem, schématem)
- vymyslet řešení úlohy a ověřit svoji myšlenku, svůj nápad experimentem
- „digitálně“ zaznamenat chování el. obvodu
- popsat a vysvětlit použití „různých jazyků“ v praxi

- domluvit se ve skupině
- nenechat se odradit prvním neúspěchem
- uvědomit si, že chyba je normální, že se nikdo za chybu neposmívá, neironizuje
- volit si vlastní postup, obtížnost úloh

Domníváme se, že uvedený postup výuky přispívá k rozvoji vědeckého myšlení žáků, které by podle našeho názoru mělo být cílem veškeré výuky fyziky, a věříme, že i Vaše žáky bude takto vedená výuka bavit stejně, jako baví žáky v Heuréce (<http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>).

**Příloha 1:**

**Pracovní list – elektřina**

**Jméno žáka**.....

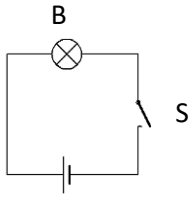
1. Nakresli, jak vypadá baterie a žárovka.
2. Zkus si se žárovkou chvíli hrát a rozsvítit ji. Až se ti to povede, nakresli, jak to musí být udělané, aby žárovka svítila.
3. Popiš slovy, co jsi v předchozím pokusu zjistil. Jak to musí být udělané, aby žárovka svítila?
4. Soutěž pro dvojice: Zkuste zapojit žárovku tak, aby svítila přes co nejvíc předmětů současně. Zapiš váš rekord: Rozsvítili jsme žárovku přes.....předmětů současně. Rekord třídy byl.....kusů.
5. Nakresli, jak to vypadalo, když jste měli rozsvícenou žárovku přes několik předmětů (nakresli aspoň 4-5 kusů).
6. Napiš alespoň čtyři podmínky, které musely být splněny, aby žárovka přes několik věcí svítila.
7. Nakresli alespoň tři různé situace, kdy se žárovka dotýká baterie, přesto ale nesvítí.
8. Tak, jak jsme měli nakreslený obrázek v bodě 5, by se to asi do knížek špatně kreslilo. Máš nějaký nápad, jak by se dal obrázek zjednodušit, upravit, aby byl přehlednější?

**Příloha 2:**

**Schémata používaných elektrických obvodů a příslušné tabulky „svítí-nesvítí“.**

*Pozn. Je používáno anglické značení žárovek (bulb).*

*Příklad:*

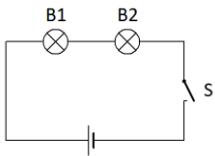


S	B
0	0
1	1

**První typ úloh:**

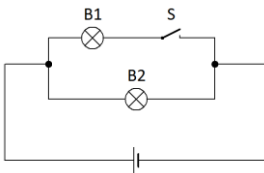
K zadanému schématu vyplň tabulku, zapoj obvod.

Úkol 1.



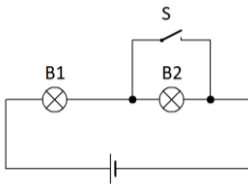
S	B1	B2
0		
1		

Úkol 2.



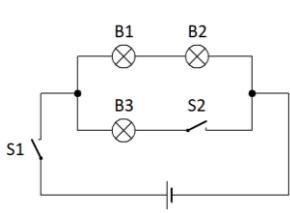
S	B1	B2
0		
1		

Úkol 3.



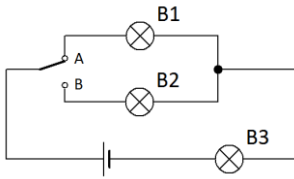
S	B1	B2
0		
1		

Úkol 4.



S1	S2	B1	B2	B3
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

Úkol 5.



TS	B1	B2	B3
A			
B			

**Druhý typ úloh:**

Je zadaná tabulka (případně slovní popis funkce obvodu). Nakresli schéma obvodu, který odpovídá dané tabulce. (Úloha může mít víc řešení).

Úkol 1.

S1	S2	B1	B2	B3
0	0	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	1	1	0	1

Úkol 2.

S1	S2	B1	B2	B3
0	0	1	0	0
0	1	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	1	1	1

Úkol 3.

Na dlouhé chodbě jsou dvě vypínače a lampa. Navrhni, jak je zapojený obvod, když libovolným vypínačem můžeš kdykoliv změnit stav žárovky (zhasnout nebo rozsvítit). *Nápověda – k tomuto zapojení nestačí spínače, jsou nutné přepínače.*

**Třetí typ úloh:**

Nakresli schéma a vyplň příslušnou tabulku „svítí – nesvítí“ k reálnému obvodu, který máš k dispozici pro zkoumání.