

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA MATEMATIKY, FYZIKY A TECHNICKÉ VÝCHOVY

ČLOVĚK A TECHNIKA - TVORBA VÝUKOVÉHO TEXTU
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Miroslava Dušková
Přírodovědná studia
Fyzika se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: ING. JINDŘICH KORYTÁŘ

Plzeň 2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 2. července 2018

.....
vlastnoruční podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Jindřichu Korytářovi za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

Zde se nachází zadání bakalářské
práce

OBSAH

1	STATICKÁ ELEKTRINA A MAGNETISMUS	10
1.1	ZAVEDENÍ NÁZVU „ELEKTRINA“	10
1.2	ZDROJ STATICKÉ ELEKTRINY	10
1.3	UCHOVÁNÍ ELEKTRICKÉHO NÁBOJE.....	11
1.4	ZKOUMÁNÍ ATMOSFÉRICKÉ ELEKTRINY	12
1.5	COULOMBŮV ZÁKON	15
1.6	GALVANICKÁ ELEKTRINA	15
2	ELEKTROMAGNETISMUS.....	17
2.1	INTENZITA MAGNETICKÉHO POLE	17
3	ELEKTRICKÝ PROUD	18
3.1	AMPÉRŮV A OHMŮV ZÁKON	18
3.2	KIRCHHOFFOVY ZÁKONY ELEKTRICKÝCH PROUDŮ	19
4	VYUŽITÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU	20
4.1	ELEKTROSTATICKÁ INDUKCE.....	20
4.2	ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE	21
4.3	OBLOUKOVÁ LAMPA.....	21
4.4	DYNAMO	23
5	ELEKTRINA A MAGNETISMUS.....	24
5.1	POPIS ELEKTROMAGNETICKÉHO POLE	24
5.2	TEORIE KMITAVÉHO A OSCILAČNÍHO OBVODU.....	24
5.3	BEZDRÁTOVÉ SPOJENÍ	25
6	„BOJ O PROUDY“	27
6.1	STŘÍDAVÝ ELEKTRICKÝ PROUD	27
6.2	STEJNOSMĚRNÝ PROUD.....	27
6.3	POKRAČOVATELÉ DVOJICE EDISON-TESLA.....	29
7	OSMISMĚRKA.....	31
7.1	PRACOVNÍ LIST – OSMISMĚRKA	32
7.2	OPAKOVÁNÍ: ŘEŠENÍ.....	33
7.3	PRACOVNÍ LIST – VYSVĚTLI VÝZNAM SLOV	34
7.3.1	DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ OSMISMĚRKY.....	40
8	PEXESO.....	43
8.1	PRACOVNÍ LIST	43
8.2	VYHODNOCENÍ PEXESA 7. ROČNÍK	47
8.3	VYHODNOCENÍ PEXESA 8. ROČNÍK	48
8.3.1	DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ PEXESA.....	49
9	MAGNETICKÁ STAVEBNICE	50
9.1	DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ.....	50
10	RISKUJ S FYZIKOU	51
10.1	DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ.....	51
11	DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	52
	ZÁVĚR	53
	RESUMÉ	54
	SEZNAM LITERATURY	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	56
	ODKAZY OBRÁZKŮ	58

SEZNAM TABULEK.....60
SEZNAM GRAFŮ I

Úvod

Tato práce se zabývá tvorbou učebního textu z oblasti elektřiny a magnetismu.

Použila jsem informace z knih – Dějiny fyziky, Fyzikové ve službách průmyslové revoluce a Kniha o fyzice. Některé poznatky jsem čerpala z internetových zdrojů. Snažila jsem se stručně představit počátky statické elektřiny a magnetismu, což prolíná učivem fyziky ve všech ročnících druhého stupně. Dále zmiňuji základní poznatky o stejnosměrném a střídavém proudu. Tato látka je vyučována v hodinách fyziky v osmém a v devátém ročníku.

V praktické části v kapitolách číslo šest až deset jsem se snažila vytvořit materiál pro zopakování probrané látky, který by byl pro děti nejen poučný, ale i zábavný. Jedenáctá kapitola shrnuje výsledky praktické části a měla by ukázat, zda byl mnou vytvořený výukový text pro základní školy na téma „Člověk a technika“ pro žáky přínosný.

Rešerše

Mým úkolem bylo vytvořit učební text pro druhý stupeň základní školy na základě prostudované literatury a pramenů.

Po prostudování knihy Dějiny fyziky především kapitoly Elektromagnetismus jsem se rozhodla využít informace o jednotlivých osobnostech, jejich objevech a vynálezech.

Své informace jsem si zároveň ověřovala také v knize Fyzikové ve službách průmyslové revoluce a v Kniha o fyzice.

TEORETICKÁ ČÁST

1 STATICKÁ ELEKTRINA A MAGNETISMUS

1.1 ZAVEDENÍ NÁZVU „ELEKTRINA“

Statickou elektřinu zkoumali již staří Řekové, kteří pozorovali, že jsou třením jantaru přitahovány drobné lehké částice. Řeckým překladem slova jantar je slovo „elektron“.

Angličan **William Gilbert** (1544-1603) poznal v elektřině přírodní sílu. Předpokládal magnetické účinky elektrického proudu, ale neuměl je dokázat a změřit jejich velikost. Rozlišil a oddělil jevy elektrické a magnetické, zavedl název „elektřina“ podle řeckého označení jantar.



Obrázek 1: William Gilbert

Významným Gilbertovým spisem o magnetismu z r. 1600 bylo dílo „Nová fyzika o magnetu, zmagnetovaných tělesech a o velkém magnetu Zemi ukázaná na mnoha argumentech a experimentech“ („De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure, physiologia nova, plurimis et argumentis et experimentis demonstrata“) (Štoll, 2009 str. 254).

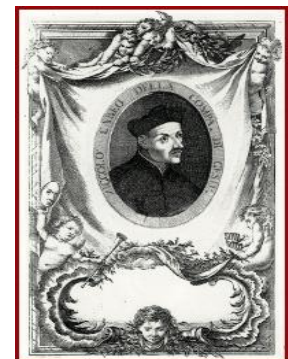
Sestrojil první primitivní elektroskop tzv. Gilbertovo versorium¹, kde pozoroval pouze přitažlivé elektrické síly, které působí na kovy, dřevo a jiné látky.

Jeho pokusy byly důležité pro pozdější rozvoj komunikačních technologií, např. telefonu, rádia, televize či mobilního telefonu.

Podle Gilberta byla pojmenovaná dnes již nepoužívaná jednotka magnetomotorického napětí $1 \text{ Gb} = 0,795775 \text{ A}$.

1.2 ZDROJ STATICKÉ ELEKTRINY

Ital **Nicolo Cabeo** (1585-1650) poprvé pozoroval v roce 1609 elektrické odpuzování.



Obrázek 2: Nicolo Cabeo

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015) (R.Paturi, 1993)

¹ Malá kovová střílečka nebo lehké stéblo slámy bylo umístěno na ostrém hrotu s možností volného otáčení kolem svislé osy.

Přístroj pro zkoumání třecí elektřiny sestrojil v roce 1650 **Otto von Guericke** (1602-1686) v Magneburku. Prováděl experimenty se sírnou koulí o velikosti dětské hlavy. Kouli při otáčení třel rukou a pozoroval, jak třením vzniká teplo a elektrické jiskry.

Třecí elektřiku využívali více než sto let a byla jediným zdrojem statické elektřiny.

Novým poznatkem bylo objevení elektrostatické indukce. Akumulovat určité množství elektrických nábojů pomocí elektroforu² se podařilo nejen vynálezci **Alessandru Voltovi** (1745-1827) v roce 1775, ale také již o rok dříve českému lékaři a fyzikovi **Josefu Tadeáši Klínkošovi** (1734-1778), který si s Voltou dopisoval.



Obrázek 3: Alessandro Voltova

1.3 UCHOVÁNÍ ELEKTRICKÉHO NÁBOJE

Uchovat a hromadit elektřinu vznikající třením se podařilo díky objevu kondenzátoru, který byl zásobníkem elektrické energie. Zasloužil se o to Němec **Ewald Jurgen von Kleist** (1700-1748) v listopadu 1745 a v lednu 1746 holandský profesor fyziky **Pieter van Musschenbroek** (1692-1761) z Leidenu.

Kleistovým skleněným lahvím se začalo říkat Leydenské³ láhve. Dokázaly uchovávat elektrický náboj (princip kondenzátoru) a patřily k vybavení každé fyzikální laboratoře zabývající se elektrickými pokusy.



Obrázek 4:
Ewald Jurgen von Kleist

Angličan **Stephen Gray** (1666-1736), který vyráběl elektřinu na „třecím elektrickém stroji“, navázal na výsledky práce

Otto von Guericke. Jeho pomocník **Granville Wheler** (1701–1770) s ním roku 1729 vytvořil první elektrické vedení pomocí vlhkých konopných vláken. Společně provedli experiment, kdy připevnili z okna přes tyče od fazolí konopnou šňůru ve vzdálenosti 200 metrů. Jako izolátory použili krátká hedvábná vlákna. Toto vedení elektrické energie vyrobené třením bylo použito pouze pro nízké napětí.

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015) (R.Paturi, 1993) (Kohutka, 2016)

² Nosič elektřiny

³ Pojmenovány podle Univerzity v Leidenu v holandsku.

Později se Stephen Gray stal asistentem experimentátora **Jean Desaguliere** (1683-1744), který poprvé použil termíny vodič a nevodič elektřiny.

Na Grayovy pokusy navázal Francouz **Charles François de Cisternay du Fay** (1698-1739), který svými pokusy zjistil, že všechna tělesa lze zelektrovat třením (s výjimkou kovů a kapalin), kovové vodiče lze elektricky nabít indukci, určil elektřinu skelnou⁴ a jantarovou⁵. Dále, že tělesa nabitá elektřinou stejného druhu se odpuzují a různého druhu se přitahují. Tyto dva druhy elektřiny lze od sebe oddělit a uchovat je zvlášť, na rozdíl od magnetických pólů.



Obrázek 5: Charles François de Cisternay du Fay

První pozorování jevu zvaného diamagnetismus provedl **Anton Brugmans** (1732-1789), který zjistil, že magnet odpuzuje prvek bismut.

Elektřina se stávala módním trendem a využívala se nejen na léčbu nemocí v elektrických přístrojích, ale i na večírcích v podobě živých elektrických obvodů, které tvořily např. dvorní dámy a gardisté.

1.4 ZKOUMÁNÍ ATMOSFÉRICKÉ ELEKTRINY

Anglický experimentátor, Boyleův žák a Newtonův spolupracovník **Francis Hauksbee** (1666-1713) roku 1710 vyslovil myšlenku, že blesk je elektrický výboj. Zkonstruoval třecí elektriku se skleněnou koulí, zdokonalil řadu fyzikálních přístrojů a stal se průkopníkem elektrických výbojek ve fyzice i technice.

Benjamin Franklin⁶ (1706-1790) byl prvním americkým vědcem a jedním ze zakladatelů Spojených států amerických.

Franklin získával elektřinu pomocí tření se skleněnou koulí. Jako kondenzátory mu sloužily leidenské láhve, později sestavil první deskový kondenzátor, tzv. Franklinovu desku. Deskový kondenzátor se skládal ze skleněných desek, které byly po stranách vyloženy staniolovými elektrodami.



Obrázek 6: Benjamin Franklin

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (R.Paturi, 1993)

⁴ Např. při tření skla, křišťálu, vlasů apod.

⁵ Vzniká v pryskyřicích, papíru aj.

⁶ Uplatnil se také jako vynálezce, např. vyrobil první bifokální brýle. Čočky z brýlí na dálku a na čtení rozřízl na polovinu a tyto poloviny spojil do nových obrub. Tím vznikly tzv. „společné brýle“.

U těchto desek zjistil, že tzv. „kondenzátorový jev“ (kapacita kondenzátoru) závisí na struktuře skla mezi elektrodami (dielektrika).

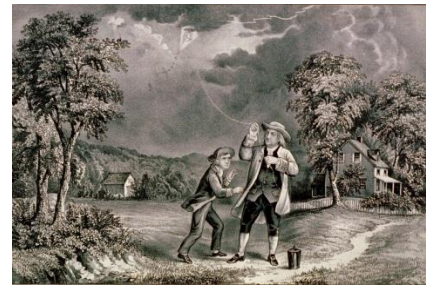
Během experimentů objevil, že elektrický výboj z leidské láhve nebo třecí elektriky má mnoho společných vlastností s bleskem jako např. vyzařování světla. Podnikl riskantní pokusy s elektrickými výboji v mracích, využíval tzv. „elektrického draka“. Vypouštěl draka do bouřkových mraků a snažil se zachytit elektrický výboj. Při experimentu použil navlhčený konopný provaz a svedenou atmosférickou elektřinou nabíjel baterie leidských láhví. Tyto experimenty Franklina přivedly v roce 1749 k vynálezu zvanému bleskosvod. V roce 1752 provedl pokus pomocí vysoké železné tyče se špičatým koncem, kterou umístil na střechu svého filadelfského domu. Pro zdárný odvod elektřiny pomocí bleskosvodu do země musel splnit následující podmínky: vhodné umístění na nejvyšším místě, např. budov, a vodivé spojení bleskosvodu se zemí nebo s vodou.

Bleskosvod se využíval k ochraně budov ve Spojených státech a v Evropě.

Benjamin Franklin jako první použil termíny „elektrický náboj“ u leidských láhví a „baterie“ aj. Dále pojmenoval „dva druhy“ elektřiny, jako kladnou a zápornou.

Na Benjamina Franklina navázal roku 1778 fyzik **Georg Christoph Lichtenberg** (1742-1799) a zavedl pro kladnou elektřinu symbol „+“ a pro zápornou elektřinu symbol „-“.

Dalším experimentátorem s atmosférickou elektřinou byl profesor **Georg Wilhelm Richmann** (1711-1753) v Petrohradu. Vyrobil elektrometr a snažil se změřit atmosférický náboj při bouři na střeše svého domu, kde naistaloval zašpičatělou tyč. Když se schylovalo k bouři, přiblížil se ke svému přístroji a zásahem kulového blesku byl zabit.



Obrázek 7:
Experiment s elektrickým drakem



Obrázek 8:
Franklinův bleskosvod

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (R.Paturi, 1993) (Pickover, 2015) (2018)

V českých zemích usměrňování výboje blesku prováděl **Václav Prokop Diviš** (1698-1765), který roku 1754 postavil povětrnostní stroj, tzv. „stroj na pěkné povětrí“.



Obrázek 8 :
Václav Prokop Diviš

Základní částí stroje byla železná patnáctimetrová tyč v horní části zakončená vodorovnou sítí rovněž železných tyčí, na kterých bylo připevněno dvanáct plechových krabiček se silnou vrstvou železných pilin a z nichž vycházelo celkem 400 k obloze čnicích ostrých kovových hrotů. Tento stroj byl ukotven třemi řetězy na zahradě přímětické fary. Obyvatelé Přímětic Diviše vinili z přírodní katastrofy, jako bylo sucho v roce 1760 a povětrnostní stroj 10. 3. 1760 zničili. Následující rok byly Přímětice postiženy četnými bouřkami, které přinesly ohromné škody na úrodě. Lidé přišli za farářem s prosbou, aby znovu postavil Divišův stroj. Farář žádosti vyhověl a o rok později instaloval nový bleskosvod na střechu přímětického kostela. S tím nesouhlasil nadřízený Prokopa Diviše, premonstrátský opat. Diviš ani ve Vídni se svým vynálezem neuspěl a jeho bleskosvod byl nakonec prohlášen za bezcenný.



Obrázek 7: Divišův stroj

Elektřinu se snažil Diviš využít i jako léčebný prostředek při problémech s revmatismem a při ochrnutí, do roku 1758 uzdravil více než 50 nemocných.

Instalaci prvního tyčového hromosvodu v Čechách provedl fyzik **Josef Tadeáš Klinkoš** (1734-1778), (o něm bylo psáno už dříve ve spojitosti s Voltou) na zámku hraběte Nostice v Mešicích r. 1775.

Výzkumy elektrických jevů na základě Franklinových prací provedl matematickou teorii elektřiny **Franz Ulrich Theodor Aepinus** (1724-1802), který vycházel z Franklinovy jednotné teorie, snažil se vysvětlit přitažlivé a odpudivé elektrické síly, formuloval zákon elektrostatické indukce, zákon zachování elektrického náboje a dále se také zabýval magnetickými jevy.



Obrázek 9: Franz
Ulrich Theodor
Aepinus

Další spis o elektrostatice a atmosférické elektřině vydal roku 1753 **Gianbatista Beccaria** (1716-1781). Beccaria zavádí pojem „odporu vodiče“.

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015) (R.Paturi, 1993)

1.5 COULOMBŮV ZÁKON

V 60. letech 18. století anglický přírodovědec a filozof **Joseph Priestley** (1733-1804) sepsal historii výzkumů elektřiny. Jeho dílo „*Historie a současný stav nauky o elektřině s originálními pokusy*“ („*The history and present state of electricity with original experiments*“), které vyšlo v Londýně 1767 (Štoll, 2009 str. 268). Tento spis je důležitým historickým pramenem a přispěl i k objevu Coulombova zákona.

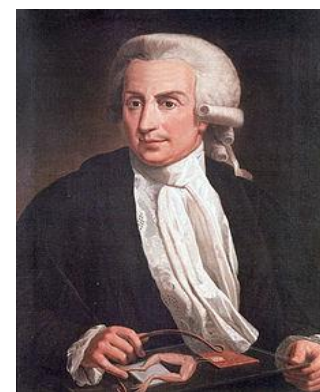
Fyzik **Charles Augustin Coulomb** (1736-1806) v roce 1785 poslal francouzské Akademii spis o elektřině a magnetismu, popisoval vynalezený přístroj, torzní váhy, pomocí nichž se Coulombovi podařilo změřit sílu odpuzování dvou malých kuliček zelektrovaných nábojů téhož znamení a zjistil, že tato síla je nepřímo úměrná druhé mocnině vzdálenosti mezi středy kuliček (Coulombův zákon). Dále Coulomb zkoumal, jak závisí tření na rychlosti pohybu a zjišťoval vlastnosti tření kapalin. V tomto navázal na Newtonovy práce. Odvodil tak zákon smykového tření. Také odvodil vzorec pro intenzitu elektrického pole těsně u povrchu vodičů v závislosti na jeho křivosti. Zjistil, že náboje se rozloží pouze na vnějším povrchu dutých vodičů, u kulového tvaru se navíc rozmístí i rovnoměrně.



Obrázek 10: Charles Augustin Coulomb

1.6 GALVANICKÁ ELEKTŘINA

Účinky elektrických nábojů přenášených dotykem zkoumal lékař Ital **Luigi Galvani** (1737-1798). Ten byl mimo jiné zakladatelem elektrofyzologie. Při svých pokusech s žabími stehýnky objevil, že svaly mrtvých žab položené na kovových destičkách vyrobených z různých materiálů se po zásahu statické elektřiny stahují. Díky těmto pokusům se podařilo Galvanimu 30. 10. 1786 objevit podstatu elektřiny (dnes po něm nazvané galvanické), která byla významná pro další vývoj nauky o elektrických člancích a galvanické elektřině. Galvani se mylně domníval, že se jedná o tzv. animální (živočišnou) elektřinu.



Obrázek 11: Luigi Galvani

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015) (R.Paturi, 1993) (Zeithammer, 1997) (Bajerová, 2018)

Pokusy s elektrickými články provedl **Alessandro Giuseppe Volta** (1745-1827), který objevil, že elektřina nevzniká v nervech a ve svalech, jak se domníval Galvani. Zkoumal podstatu vzniku napětí (potenciálového rozdílu) při styku dvou rozdílných kovů. Na základě svých pokusů seřadil kovy podle rostoucího napětí. Tato řada byla nazvána jako „Voltova řada“. Protože Volta neměl měřicí přístroj, použil pro zjišťování elektrického napětí svůj jazyk.



Obrázek 12: Alessandro Giuseppe Volta

Destičky z různých materiálů přikládal na svůj jazyk a porovnával své pocity. Seřadil devět kovů a později tuto řadu rozšířil v roce 1794 na 28 látek. Jeho velkým vynálezem z roku 1800 byl tzv. „Voltův sloup“, první elektrický článek, jenž produkoval dlouhotrvající elektrický proud.

Podobné řazení látek jako Alessandro Volta provedl i **Christoph Heinrich Pfaff** (1773-1852), který navíc zjistil, že zvětšováním plochy desek roste jejich elektrický účinek.



Obrázek 13: Christoph Heinrich Pfaff

Po smrti Alessandra Volty v roce 1897 byla pojmenována na jeho počest jednotka elektrického napětí „volt“. Po tomto fyzikovi je také pojmenován kráter Volta na přivrácené straně Měsíce.

Angličan **William Hyde Wollaston** (1766-1828) navázal na práci Rittera. Prokázal, že galvanické a elektrické jevy mají stejnou podstatu a liší se jen tím, že elektrostatické výboje mají vysoké napětí a dávají proud, zatímco galvanické články dávají malé napětí a velký proud. Wollaston tak provedl srovnání a propojení elektrického a galvanického teorie.

2 ELEKTROMAGNETISMUS

2.1 INTENZITA MAGNETICKÉHO POLE

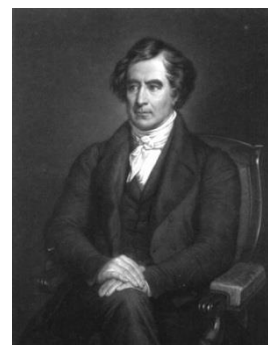
Podstatu magnetismu objasnil **Hans Christian Oersted** (1777-1851) v roce 1820. Zjistil, že magnet uvádí do pohybu vodič s proudem, pokud je vodič s proudem uzavřený v kruhu v blízkosti jiného přímého vodiče s proudem, chová se stejně jako magnetka. Své experimenty vykonal s různými druhy kovů. Mezi magnetku a vodič kladl různé materiály. Magnetku vyrobil z různých látek, které neovlivnily elektrické pole. Přiblížil se tak objevu paramagnetismu a diamagnetismu.



Obrázek 14: Hans Christian Oersted

Zprávu o objevu elektromagnetismu uveřejnil 21. července 1820 v latinsky psaném čtyřstránkovém spise „Pokusy s působením elektrického konfliktu na magnetku“ („Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticum“) (Štoll, 2009 str. 279). Jeho objev se tak rychle stal všeobecně známým. To odstartovalo vznik nového oboru fyziky elektromagnetismus.

Mezi lety 1820-1822 **Francois-Dominique Arago** (1786-1853) prováděl pokusy a zpozoroval, že železné piliny jsou přitahovány vodičem s proudem. Objevil tak magnetické účinky elektrického proudu. V roce 1824 sestrojil citlivou buzolu, určenou pro měření vzdálenosti mezi geografickým a magnetickým pólem Země. Společně s **Felixem Savartem** (1791-1841) zformuloval zákon pro intenzitu magnetického pole uprostřed kruhové cívky.



Obrázek 15:
Francois-Dominique
Arago

Zpracováno podle (Kraus, 2012) (Štoll, 2009) (Pickover, 2015)

3 ELEKTRICKÝ PROUD

3.1 AMPÉRŮV A OHMŮV ZÁKON

Elektrickým proudem a jeho silovými účinky se zabýval profesor **André Marie Ampère** (1775-1836).

Oerstedův objev magnetických účinků proudu podnítil Ampéra k řadě pokusů s elektrickým proudem. Ampère jako první rozlišil pojmy elektrické napětí a elektrický proud. Určil podstatu elektrického proudu jako pohybu nábojů, definoval směr elektrického proudu jako směr pohybu kladného náboje. Určil pravidlo pro směr elektrického proudu uvnitř galvanického článku, sestrojil přístroj k měření jeho velikosti a nazval ho galvanometr. Zavedl pojem severní a jižní pól magnetu a definoval Ampérovo pravidlo pravé ruky⁷. Nejen, že zkoumal podstatu magnetismu permanentních magnetů, ale i zemského magnetismu. Stal se tak tvůrcem elektrodynamiky.

Na jeho počest byla v roce 1881 zavedena jednotka elektrického proudu „ampér“.

K měření elektrického proudu přispěl na základě svých dílčích poznatků i Němec **Johann Schweigger** (1779-1857). V roce 1820 sestavil první galvanometr, který pojmenoval po Luigi Galvanim. Tento multiplikátor (tak se původně tento přístroj jmenoval) měřil malé množství elektrického proudu.

Základem elektrotechniky se stal Ohmův zákon, který roku 1826 sestavil gymnazijní profesor **Georg Simon Ohm** (1787-1854). Zabýval se elektřinou, zejména elektrickou vodivostí kovů. Po četných pokusech s elektrickou vodivostí drátů definoval zákon, který byl později po něm pojmenován.

V roce 1881 bylo v Paříži ustanoveno, že jednotkou elektrického odporu bude „ohm“ a značkou velké řecké písmeno omega (Ω).



Obrázek 16:
André Marie Ampère



Obrázek 17:
Georg Simon Ohm

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015)

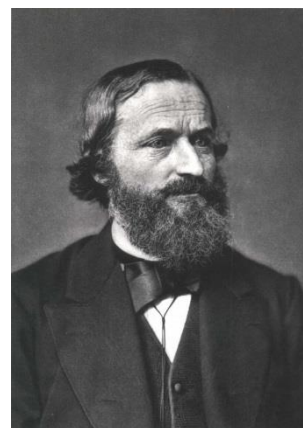
⁷ „Naznačíme-li uchopení vodiče do pravé ruky tak, aby palec ukazoval dohodnutý směr elektrického proudu ve vodiči, zbývající prsty ukazují orientaci magnetických indukčních čar.“

3.2 KIRCHHOFFOVY ZÁKONY ELEKTRICKÝCH PROUDŮ

Roku 1847 stanovil **Gustav Robert Kirchhoff** (1824-1887) zákony elektrických obvodů. Zákony udávají vztahy mezi proudy v uzlech elektrické sítě a napětím podél proudových smyček.

První Kirchhoffův zákon, zákon proudů je vyjádřením zákona zachování elektrického náboje v soustavě. Uvádí, že v každém bodě (uzlu) elektrické sítě je součet proudů vstupujících do uzlu roven součtu proudů z něj vystupujících.

Druhý Kirchhoffův zákon, zákon napětí, napětí je vyjádřením zákona zachování energie. Definuje, že součet úbytků napětí podél uzavřené proudové smyčky musí být roven nule.



Obrázek 18: Gustav Robert Kirchhoff

4 VYUŽITÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU

4.1 ELEKTROSTATICKÁ INDUKCE

V roce 1753 Angličan **John Canton** (1718-1772) objevil elektrostatickou indukci, kterou popsal jako elektrický jev, při kterém se při přiblížení jiného elektricky nabitého tělesa na povrchu tělesa indukuje elektrický náboj. Náboj se označuje jako indukovaný, má opačnou polaritu než náboj, který tuto indukci vyvolal.



Obrázek 19: John Canton

O využití elektrického proudu z baterie se také snažili vídeňští vynálezci Hellwig, Tihavsky a Leyteny. V galvanické zinko-uhlíkové baterii z roku 1802 byly umístěny dvě elektrody z různých kovů obklopené pevným nebo tekutým elektrolytem. Tím, že nahradili stříbro uhlíkem a prodloužili životnost galvanického⁸ článku.

Mnoho fyziků a chemiků se snažilo Voltovu baterii zdokonalit. Povedlo se to roku 1840 německému chemikovi **Robertu Wilhelmu Bunsenovi** (1811-1899). Použil drť z koksů, černého uhlí a sirup. Z těchto surovin lisoval desky a válcové nádoby, elektrolytem byla kyselina chromová. Válcovou zinkovou elektrodu umístil v hliněném válečku dovnitř nádoby z uhlí.

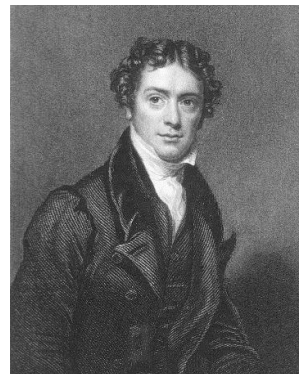
Leclanchéův článek, patentovaný v roce 1866, byl pojmenován podle svého vynálezce Francouze Georga Leclancha. Použil slisovaný uhelný prach s oxidem manganičitým a tuto směs tvořila jednu elektrodu, druhou elektrodou byl zinek. Jako elektrolyt posloužila měkká pasta ze salmiaku. Tento typ baterie se na trhu ujal díky své dlouhé životnosti, nízkému vnitřnímu odporu a možnosti většího odběru proudu.

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015)

⁸ Galvanické články se snažili využít nejen k produkci elektřiny, ale také například ke galvanickému pozlacení kovů. Tato technologie pozlacení byla daleko jednodušší, než tehdejší složitý postup zlacení v ohni.

4.2 ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE

Na základě výzkumů francouzského fyzika Andrého Marie Ampéra objevil **Michael Faraday** (1791–1867) v roce 1821 základní princip elektrického motoru.



Obrázek 20: Michael Faraday

Využil poznatků Araga, který zjistil, že se železo zmagnetizuje v blízkosti vodiče, kterým prochází proud.

Po sedmi letech, v roce 1831 a mnoha nezdařených pokusech, se Faradayovi podařilo objevit elektromagnetickou indukci, tedy jev, při kterém ve vodiči dochází ke vzniku indukovaného elektromotorického napětí U_i a indukovaného proudu v důsledku časové změny magnetického indukčního toku, tj. důsledkem umístění vodiče v nestacionárním magnetickém poli.

Dnes na principu Faradayova zákona elektromagnetické indukce pracují generátory elektrické energie v elektrárnách po celém světě.

Po mnoha pokusech objevil zákon elektrolýzy a zavedl její pojmenování, též pojmy „elektroda“, „anoda“, „ion“, „anion“, „kation“. Dokázal jeden z nejdůležitějších zákonů, zákon zachování elektrického náboje. Objevil diamagnetismus, paramagnetismus a zkoumal magnetooptický jev. Zavedl do fyziky střídavé elektrické proudy a točivá magnetická pole, což umožnilo rozvoj telegrafie, konstrukcí dynam a alternátorů.

4.3 OBLOUKOVÁ LAMPA

Angličan **William Sturgeon** (1783–1850) vyrobil roku 1825 první elektromagnet. Ovinul masivní železnou podkovu izolovaným drátem. Využil poznatků Ampéra a Araga.



Obrázek 21: Humphry Davy

Anglický chemik **Humphry Davy** (1778-1829) byl průkopníkem elektrochemie. V roce 1809 objevil princip elektrické obloukové lampy. Chtěl využít elektřinu jako zdroj světla. K pólům galvanické baterie připojil dvě uhlíkové tyčinky. Po přiblížení uhlíků přeskočila jiskra a začal protékat elektrický proud.

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Pickover, 2015) (Kraus, 2012) (2017)

Teplota mezi uhlíky se začala zvyšovat a vytvořil se jasný světelný oblouk. Během tohoto pokusu se vyskytly problémy s uhlíky, které rychle uhořivaly, a při zvětšení vzdálenosti uhlíků oblouk zhasl.

Zdokonalením Davyho obloukové lampy se zabývali v roce 1848 francouzští fyzikové **Bernard Léon Foucault** (1819-1868) a **Jules Duboscq** (1817–1886). Jednu uhlíkovou tyčinku upevnili a druhá tyčinka se k ní přibližovala pomocí mechanického hodinového strojeku, tím zmenšili vzdálenost uhlíků.

Obloukové lampy vydávaly intenzivní bílé světlo. Začaly se využívat v promítacích přístrojích a ve světlometech majáků.

V roce 1877 byly zdokonaleny elektrické obloukové lampy firmou Bratrů Siemensů & Co. v Chalottenburgu⁹ u Berlína.

Technické využití vysoké teploty elektrického oblouku aplikoval roku 1849 Francouz **César Mansuète Despretz** (1791-1863). Vyrobil z retortového uhlí¹⁰ válcovou nádobu, kterou použil ji jako anodu. Jako katodu využil uhlíkovou tyč, tu umístil doprostřed nádoby. Mezi elektrodami se vytvořil elektrický oblouk o teplotě cca 7000 °C i více. Tím byla vytvořena první elektrická pec s kadlubovou¹¹ elektrodou, která se využívala v ocelářském průmyslu.

Později se tímto objevem zabýval i český vynálezce **František Křížík** (1847-1941), vynalezl dálkově ovládané elektrické návěstidlo, roku 1880 zdokonalil obloukovou lampu k osvětlení ulic. Křížík se zasloužil se o elektrifikaci tramvají a vyrobil jeden z prvních elektromobilů na světě.



Obrázek 22:
František Křížík

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Pickover, 2015) (Kraus, 2012) (2017)

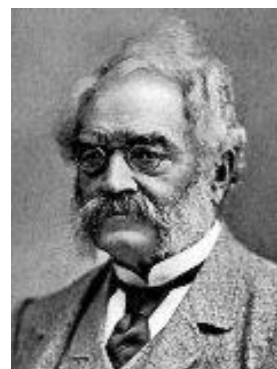
⁹ Čtvrť Berlína.

¹⁰ Retortové (kovářské) uhlí – menší obsah síry s vysokou výhřevností.

¹¹ Dřevěná vydlabaná nádoba.

4.4 DYNAMO

Problém nedostupnosti stejnosměrného napětí vyřešil německý vynálezce elektroinženýr **Ernst Werner von Siemens** (1816-1892) v roce 1866. Sestrojil dynamo, které bylo schopno samobuzení remanentním¹² magnetizmem magnetického obvodu. V roce 1868 zkonstruoval galvanometr pro měření elektrického napětí, proudů a odporů.



Obrázek 23:
Ernst Werner von
Siemens

Siemens postavil v roce 1847 stroj, který potahoval vodiče izolantem, jako izolaci použil gutaperču (látka podobná kaučuku). Gutaperča nebyla odolná vůči vodě, a proto brzy docházelo k jejímu poškození.

První kabel byl položen mezi Berlínem a Grossbeeren, na tomto úseku prováděl Siemens svá pozorování a měření pro praktický provoz kabelu. Při těchto měřeních se zjistilo, že gutaperča není odolná proti vodě a brzy se poškodí. V následujícím roce jeho stroj potahoval měděné dráty gumou.

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (R.Paturi, 1993)

¹² Zbytkový.

5 ELEKTRINA A MAGNETISMUS

5.1 POPIS ELEKTROMAGNETICKÉHO POLE

James Clerk Maxwell (1831–1879) po celý svůj život se zabýval otázkami elektřiny a magnetismu.

Maxwelův odkaz je rozepsán na tisíci stránkách tzv. „Pojednání o elektřině a magnetismu“ („Treatise on Electricity and Magnetism“). Zobecnil Faradayovy ideje, dal jim přesný matematický tvar, exaktně vyjádřil neoddělitelnost a vzájemnou podmíněnost jevů magnetických a elektrických, ukázal, že elektromagnetické vlny mohou existovat i ve vzduchoprázdnu a rychlost jejich šíření je stejná jako rychlost světla.



Obrázek 24:
James Clerk Maxwell

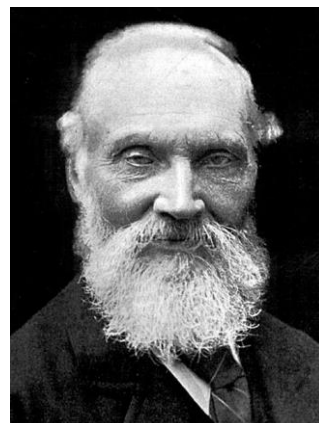
Na jeho počest byla v soustavě CGS zavedena jednotka magnetického toku maxwell (M nebo Mx). (Kraus, 2012 str. 59)

5.2 TEORIE KMITAVÉHO A OSCILAČNÍHO OBVODU

William Thomson (1824-1907) byl světový fyzik anglického původu. Zkonstruoval řadu vynálezů, např. zrcátkový galvanometr, který měřil proudy v řádu pikoampéru, nový typ buzoly, přístroje pro měření elektřiny v atmosféře, můstkové zapojení aj.

Společně s **Jamesem Prescottem Joulem** (1818–1889) objevil Joulův-Thomsonův efekt. Thomson v letech 1856-1866 pracoval jako významný odborný poradce na projektu spojení Evropy s Amerikou podmořským telegrafním kabelem. Byl to první z mnoha Thomsonových patentů.

Thomson roku 1853 položil základy teorie kmitavého obvodu a vysvětlil teorii oscilačního obvodu, který se později stal pilířem vysokofrekvenční techniky a bezdrátové telegrafie. Tato teorie byla základem pro výpočet všech elektrických obvodů s ohmickými odpory, kapacitami a indukčnostmi.



Obrázek 25: William Thomson lord Kelvin

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015) (R.Paturi, 1993)

V roce 1866 ho královna Viktorie za zásluhy o podmořské telegrafní spojení Evropy s Amerikou povýšila do šlechtického stavu a později (1892) jmenovala peerem (Kraus, 2012 str. 52).

Thomson si zvolil jméno Kelvin podle říčky protékající kolem glasgowské univerzity.

Jeho vědecké dílo, které jako autor po sobě zanechal, čítalo osmnáct knih, 661 původních prací a 70 patentů.

5.3 BEZDRÁTOVÉ SPOJENÍ

Německý fyzik **Heinrich Rudolf Hertz** (1857–1894), který experimentálně ověřil Maxwellovy a Faradayovy teorie o šíření elektromagnetických vln, zahájil vývoj bezdrátového spojení.

Jeho jménem byla pojmenována fyzikální jednotka kmitočtu „hertz“.

Rozvoj radiotechniky nastal po Hertzově smrti, v podobě bezdrátového přenosu telegrafních signálů. Radiotechnika se zdokonalovala po celé dvacáté století. Využíváme ji v mobilních zařízeních, televizorech apod.



Obrázek 26:
Heinrich Rudolf Hertz

John Henry Poynting (1852-1914) byl britským fyzikem, který určil Poynting vektor¹³.

Autor bezdrátového telegrafu **Guglielmo Marconi** (1874-1937) provedl první radiové spojení. Stejný vynález patentoval o několik let dříve Nikola Tesla.

V roce 1909 obdržel Guglielmo Marconi spolu s fyzikem **Karlem Ferdinandem Braunem**¹⁴ (1850-1918) Nobelovu cenu za fyziku.

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015) (R.Paturi, 1993) (Kohutka, 2016)

¹³ Udává hustotu toku elektromagnetické energie.

¹⁴ Vynalezl krystalový detektor, kmitavý obvod s malým útlumem, našel způsob, jak účinně přenést energii z kmitavého obvodu do antény.

Postupem času se ukázalo, že řada Marconiho objevů a patentů bylo převzato od jiných vynálezců, jako byl např. **Aleksandr Stěpanovič Popov** (1852-1905), který uskutečnil v březnu roku 1896 první veřejný přenos rádiové zprávy. Marconi zřejmě převzal principy některých součástí jeho přístroje.

Výkonné vysokofrekvenční generátory s velkými anténními systémy vybudoval v Americe v letech 1893-1895 Nikola Tesla.

Tesla využíval přenos elektromagnetických vln nejen k radiotelegrafii, k dálkovému ovládání lodí, uvažoval i o bezdrátovém přenosu energie.

V roce 1943 Nejvyšší soud USA zrušil některé starší Marconiho patenty, jenž obsahovaly nápady, které uvedl již dříve Nikola Tesla.

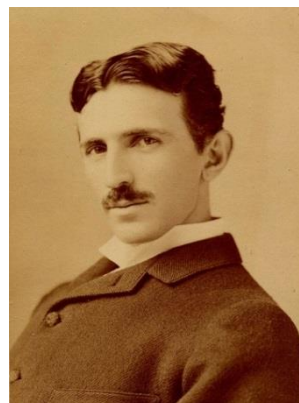
Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015) (R.Paturi, 1993)
(Kohutka, 2016)

6 „BOJ O PROUDY“

6.1 STŘÍDAVÝ ELEKTRICKÝ PROUD

Tesla byl původem chorvatské národnosti, po studiích odjel do Spojených států, kde zpočátku spolupracoval s Edisonem.

Thomas Alva Edison byl zastáncem stejnosměrného proudu, naopak **Nikola Tesla** (1856-1943) preferoval využití střídavých elektrických proudů vysokého napětí.



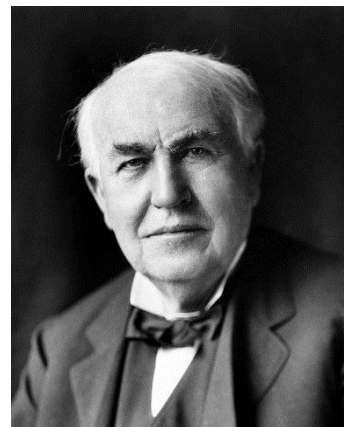
Obrázek 27: Nikola Tesla

Tesla navázal na Faradayovy práce, které uvedl do praxe, a tím se zasloužil o rozvoj radiotechniky. Vynalezl generátory, transformátory, rozvodná zařízení vícefázových elektrických soustav, indukční elektromotory s točivým magnetickým polem, vysokofrekvenční a vysokonapěťové transformátory, soustavy veřejného osvětlení. Jeho jménem je pojmenována fyzikální jednotka pro měření magnetické indukce „tesla“.

6.2 STEJNOSMĚRNÝ PROUD

O rozvoj elektráren a elektrických sítí na stejnosměrný proud se zasloužil **Thomas Alva Edison** (1847-1931), který mimo jiné začal s hromadnou produkcí žárovek a roku 1881 vynalezl elektroměr¹⁵.

Vlastnil dvě elektrárny, které v roce 1882 začaly dodávat stejnosměrný proud. Jedna elektrárna byla uvedena do provozu v Londýně, zde bylo dynamo poháněno parním strojem a vyrábělo stejnosměrné napětí o velikosti 110 V. To stačilo pro 1000 Edisonových žárovek. Druhá elektrárna zásobovala New York a mohla tak být napojeno až 6000 Edisonových žárovek.



Obrázek 28:
Thomas Alva Edison

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015) (R.Paturi, 1993) (Kohutka, 2016)

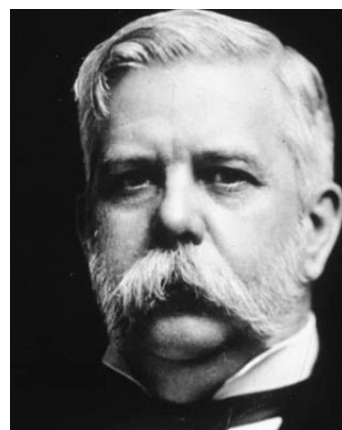
¹⁵ Využíval elektrochemické účinky proudu.

V této elektrárně bylo zabudováno šest dynamoelektrických strojů. Po ukončení spolupráce Edisona s Teslou začala „válka o proudy“.

Tesla se rozhodl dokázat svou pravdu o využití střídavých elektrických proudů vysokého napětí a společně s několika investory založil malý podnik na výrobu obloukových lamp. Podnikatel A. K. Brown ze společnosti Western Union věřil v Teslovu variantu a platil jeho výzkumy včetně stavby jeho laboratoře.

Teslovu práci se snaží finančně podpořit průmyslník **George Westinghouse** (1846–1914), který přichází s nabídkou 60 000 dolarů v akciích a 2,50 za každou koňskou sílu výkonu elektrárny postavené podle Teslových patentů.

Edison se snažil střídavý proud zdiskreditovat před veřejností pomocí ukázek jeho nebezpečnosti. Jeho pomocník Harold Brown usmrcoval střídavým proudem nejen zvířata, ale dokonce i člověka, to vše probíhalo před zraky diváků. Lidé se tak začali využití střídavého proudu obávat.



Obrázek 29: George Westinghouse

Válku proudů zřejmě ukončila Světová Kolumbova výstava v Chicagu v roce 1893.

Zakázku na elektrifikaci celého veletrhu získal Westinghouse z důvodu polovičních finančních nákladů.

Prvního května 1893 se výstavní prostory rozsvítily výkonem 8 948 kilowattů a sto tisíc žárovek osvětlilo Světovou výstavu. To byl pro návštěvníky nezapomenutelný zážitek, který zajistil Teslovi prvenství ve sporu o střídavý proud.



Obrázek 30: Světová Kolumbovská výstava

Edison se ještě jednou pokusil o odpor v roce 1903 a natočil film o usmrcení slonice Topsy střídavým proudem pod názvem *Electrocuting an Elephant*.

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (Pickover, 2015) (R.Paturi, 1993) (Kohutka, 2016)

Definitivní porážku Edison utrpěl, když prohrál tendr na komerční využití Niagarských vodopádů. Tesla měl finanční zajištění od nejbohatších lidí své doby.

Elektrárna využívala sílu padající vody a dne 16. 11. 1896 mohla začít proudit elektřina do blízkého Buffala a později díky Teslovým transformátorům do New Yorku.

Thomas Alva Edison je podle amerického patentového úřadu autorem celkem 1093 patentů, které ovšem nebyly pouze jeho objevy. Techniky, které zaměstnával, přenechávali Edisonovi práva na patenty za určitá procenta. Tento případ se zřejmě vztahuje i na žárovku, která byla vynalezena již dříve.

Nikola Tesla má zapsáno kolem sedmi set patentů a pravděpodobně se jedná pouze o jeho vynálezy.

6.3 POKRAČOVATELÉ DVOJICE EDISON-TESLA

Stejnoseměrný proud měl velké ztráty při přenosu na velké vzdálenosti. Zřejmě i touto otázkou se zabýval ruský fyzik **Michail Osipovič Dolivo-Dobrovolskij** (1862-1990), který roku 1891 zřídil první přenosnou trasu pro třífázový proud vysokého napětí a napájel třífázové motory do vzdálenosti 200 km. Motory měly větší točivý moment, pokud se při rozběhu zapojily v obvodu kotvy proměnné regulační obvody.



Obrázek 31:
Michail Osipovič
Dolivo-Dobrovolskij

Přeměnit střídavý proud na pulzující stejnosměrný se podařilo Němci Pollakovi roku 1892. Vynalezl mechanický usměrňovač, který měnil střídavý proud na pulzující stejnosměrný, a tím bylo možno pak nabíjet akumulátory.

Na základě rozvoje třífázového systému začal být stejnosměrný proud nahrazován hospodárným rozvodem střídavého proudu.

Zpracováno podle (Štoll, 2009) (Kraus, 2012) (R.Paturi, 1993) (Kohutka, 2016) (Bajerová, 2018)

PRAKTICKÁ ČÁST

7 OSMISMĚRKA

Opakování: (Tento úkol mohou žáci plnit i v Excelu)

Vybarvi kostičky osmisměrky a popiš obrázek, který vznikl z nevybarvených kostiček:....., jedná se ozákon.

I	N	A	V	L	A	G	K	Z	V	O	K
W	A	T	S	O	N	I	Í	D	A	L	P
O	A	K	V	Í	C	A	L	R	P	E	O
L	O	D	P	O	R	D	H	O	K	N	L
F	A	T	O	N	K	H	U	J	D	Z	E
R	E	J	O	R	T	S	K	E	V	E	J
A	K	I	L	O	L	A	M	P	A	H	S
M	C	S	Í	L	A	R	V	I	T	E	T
Č	A	K	A	K	N	Á	B	O	J	L	A
I	D	R	Y	B	T	E	N	G	A	M	T
D	M	A	A	A	Í	D	U	D	P	H	O
O	I	P	D	T	T	F	M	É	M	O	R
V	A	R	A	E	Ě	Q	R	H	S	L	Š
O	P	O	R	R	P	R	A	I	O	T	I
L	Ó	U	A	I	A	A	Ď	C	A	Z	V
O	L	D	F	E	N	C	E	Ě	Í	T	I
P	A	T	I	R	A	L	O	P	M	N	D

Obrázek 32: OSMISMĚRKA

Tabulka 1: OSMISMĚRKA (zadání)

AMPÉR	KOV	POLARITA
BATERIE	LAMPA	POLE
CÍN	LENZ	POLOVODIČ
CÍVKA	MAGNET	PROUD
DIVIŠ	MĚĎ	SÍLA
FARADAY	NÁBOJ	STATOR
GALVANI	NAPĚTÍ	STROJ
HELMHOLTZ	OCEL	UHLÍK
JEV	ODPOR	WATSON
JISKRA	OHM	WOLFRAM
KNOT	PÓL	ZDROJ

7.1 PRACOVNÍ LIST – OSMISMĚRKA

Tištěná forma

- a) Zapiš čas, kdy jsi začal řešit osmisměrku:
- b) Zapiš čas, kdy jsi vyřešil osmisměrku:
- c) Která slova sis zapamatoval/a?.....

- Co se ti líbilo?.....
- Co se ti nelíbilo?.....

Elektronická forma

- a) Zapiš čas, kdy jsi začal řešit osmisměrku:
- b) Zapiš čas, kdy jsi vyřešil osmisměrku:
- c) Která slova sis zapamatoval/a?.....

- Co se ti líbilo?.....
- Co se ti nelíbilo?.....

Které zadání se ti více vyhovovalo? Elektronická nebo tištěná forma. **(PODTRHNI)**

Zdůvodni:.....

7.2 OPAKOVÁNÍ: ŘEŠENÍ

Opakování: (Tento úkol mohou žáci plnit i v Excelu)

Vybarvi kostičky osmisměrky a popiš obrázek, který vznikl z nevybarvených

kostiček: $I = \frac{U}{R}$, jedná se o **Ohmův** zákon.

I	N	A	V	L	A	G	K	Z	V	O	K
W	A	T	S	O	N	I	Í	D	A	L	P
O	A	K	V	Í	C	A	L	R	P	E	O
L	O	D	P	O	R	D	H	O	K	N	L
F	A	T	O	N	K	H	U	J	D	Z	E
R	E	J	O	R	T	S	K	E	V	E	J
A	K	I	L	O	L	A	M	P	A	H	S
M	C	S	Í	L	A	R	V	I	T	E	T
Č	A	K	A	K	N	Á	B	O	J	L	A
I	D	R	Y	B	T	E	N	G	A	M	T
D	M	A	A	A	Í	D	U	D	P	H	O
O	I	P	D	T	T	F	M	É	M	O	R
V	A	R	A	E	Ě	Q	R	H	S	L	Š
O	P	O	R	R	P	R	A	I	O	T	I
L	Ó	U	A	I	A	A	Ď	C	A	Z	V
O	L	D	F	E	N	C	E	Ě	Í	T	I
P	A	T	I	R	A	L	O	P	M	N	D

Obrázek 33: OSMISMĚRKA (řešení)

Tabulka 2: OSMISMĚRKA (řešení)

AMPÉR	KOV	POLARITA
BATERIE	LAMPA	POLE
CÍN	LENZ	POLOVODIČ
CÍVKA	MAGNET	PROUD
DIVIŠ	MĚĎ	SÍLA
FARADAY	NÁBOJ	STATOR
GALVANI	NAPĚTÍ	STROJ
HELMHOLTZ	OCEL	UHLÍK
JEV	ODPOR	WATSON
JISKRA	OHM	WOLFRAM
KNOT	PÓL	ZDROJ

7.3 PRACOVNÍ LIST – VYSVĚTLI VÝZNAM SLOV

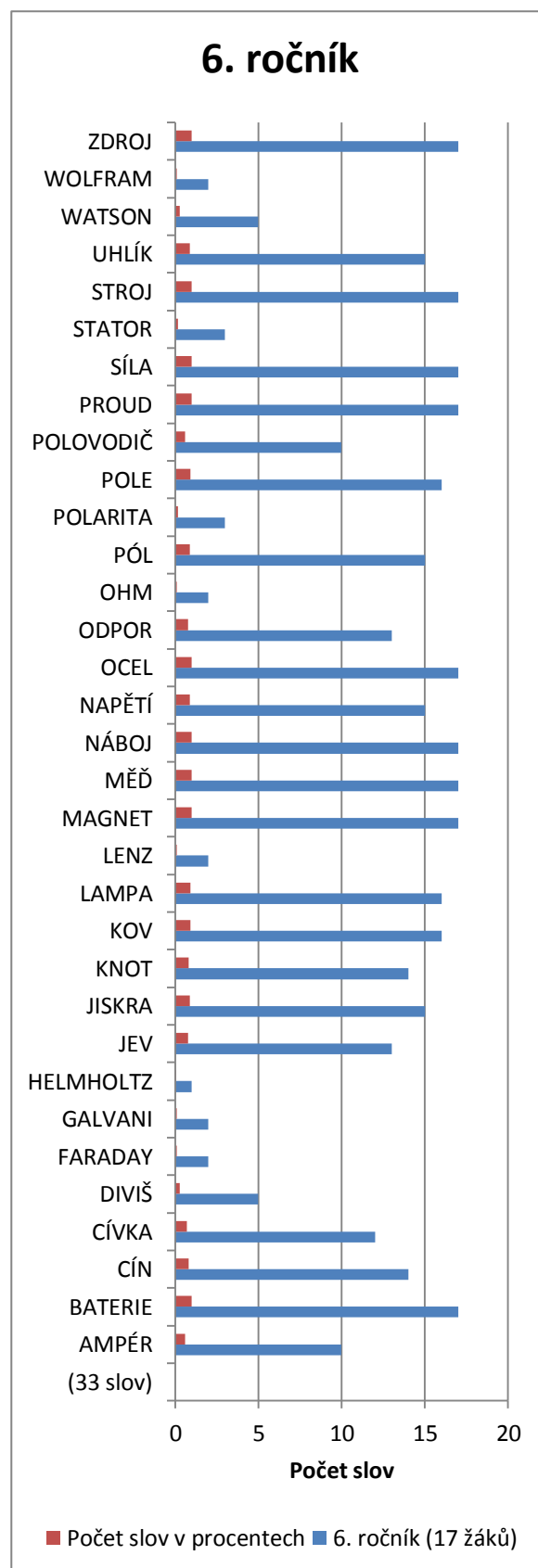
- a) Pokud znáš význam slova v tabulce, zakresli kolečko a popiš význam zadaného slova
- b) Pokud neznáš význam slova v tabulce, nakresli křížek

Tabulka 3: Význam slov

Název	Popiš slovo
AMPÉR	
BATERIE	
CÍN	
CÍVKA	
DIVIŠ	
FARADAY	
GALVANI	
HELMHOLTZ	
JEV	
JISKRA	
KNOT	
KOV	
LAMPA	
LENZ	
MAGNET	
MĚĎ	
NÁBOJ	
NAPĚTÍ	
OCEL	
ODPOR	
OHM	
PÓL	
POLARITA	
POLE	
POLOVODIČ	
PROUD	
SÍLA	
STATOR	
STROJ	
UHLÍK	
WATSON	
WOLFRAM	
ZDROJ	

Tabulka 4: Význam slov 6. ročník

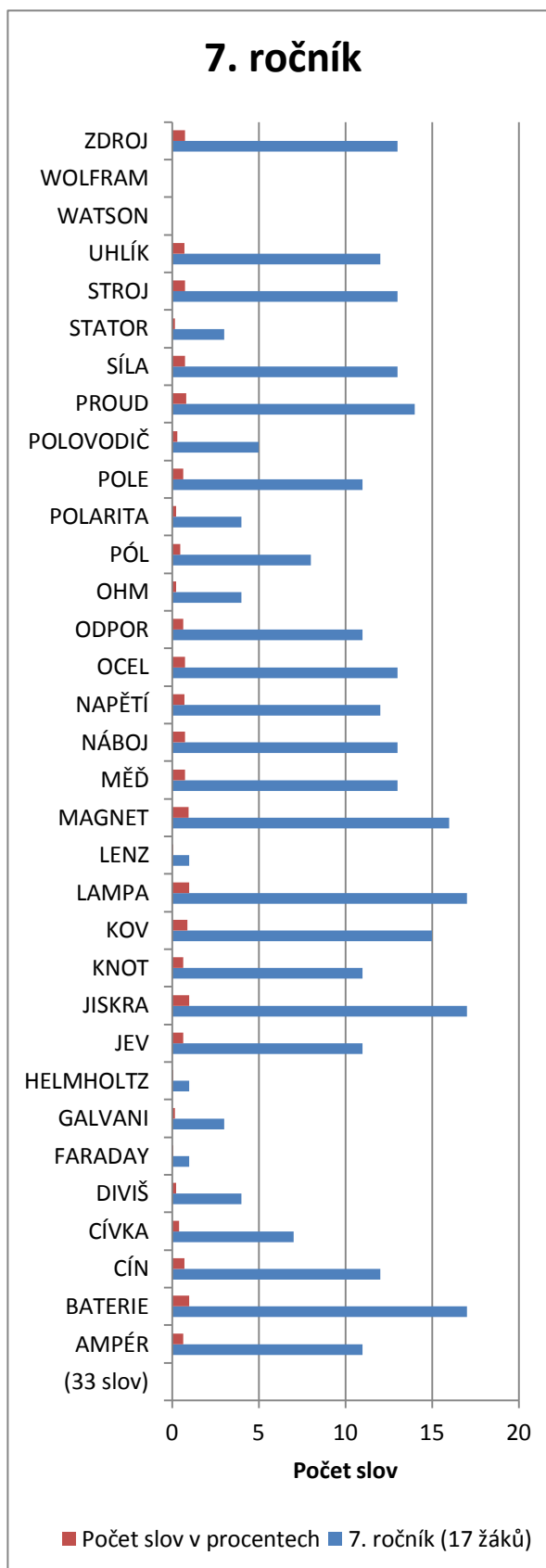
Název (33 slov)	6. ročník (17 žáků)	Počet slov v procentech
AMPÉR	10	59%
BATERIE	17	100%
CÍN	14	82%
CÍVKA	12	71%
DIVIŠ	5	29%
FARADAY	2	12%
GALVANI	2	12%
HELMHOLTZ	1	6%
JEV	13	76%
JISKRA	15	88%
KNOT	14	82%
KOV	16	94%
LAMPA	16	94%
LENZ	2	12%
MAGNET	17	100%
MĚĎ	17	100%
NÁBOJ	17	100%
NAPĚTÍ	15	88%
OCEL	17	100%
ODPOR	13	76%
OHM	2	12%
PÓL	15	88%
POLARITA	3	18%
POLE	16	94%
POLOVODIČ	10	59%
PROUD	17	100%
SÍLA	17	100%
STATOR	3	18%
STROJ	17	100%
UHLÍK	15	88%
WATSON	5	29%
WOLFRAM	2	12%
ZDROJ	17	100%



Graf 1: Význam slov 6. ročník

Tabulka 5: Význam slov 7. ročník

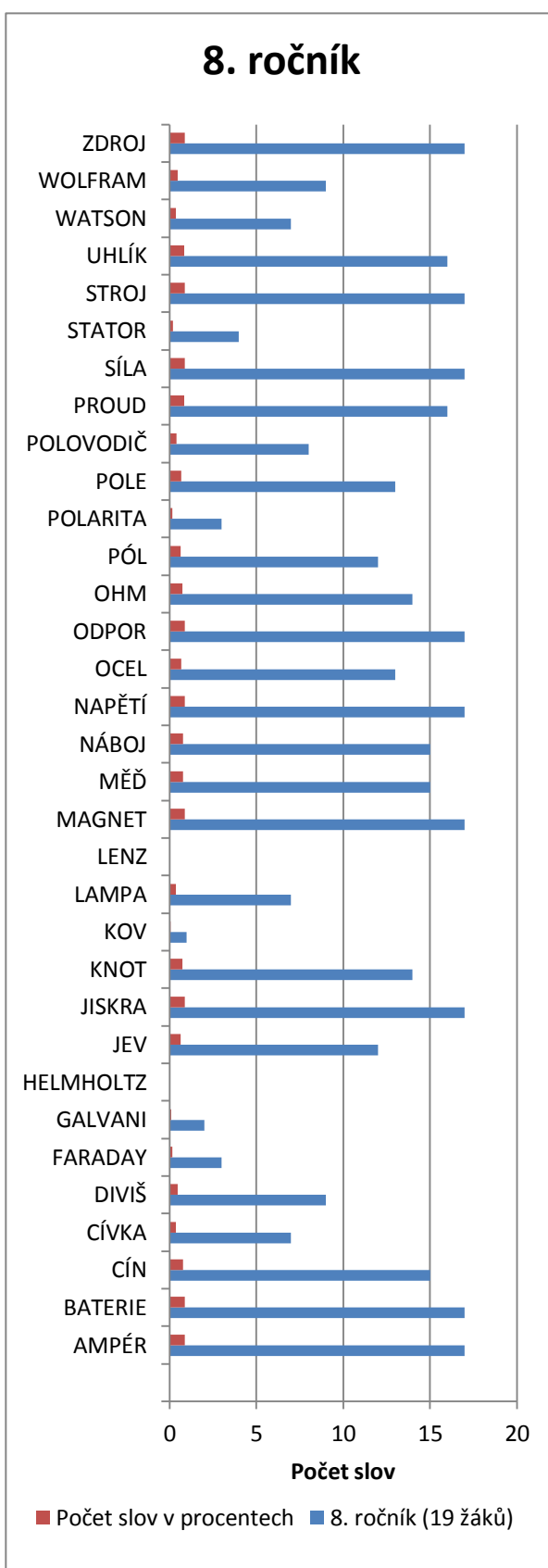
Název (33 slov)	7. ročník (17 žáků)	Počet slov v procentech
AMPÉR	11	65%
BATERIE	17	100%
CÍN	12	71%
CÍVKA	7	41%
DIVIŠ	4	24%
FARADAY	1	6%
GALVANI	3	18%
HELMHOLTZ	1	6%
JEV	11	65%
JISKRA	17	100%
KNOT	11	65%
KOV	15	88%
LAMPA	17	100%
LENZ	1	6%
MAGNET	16	94%
MĚĎ	13	76%
NÁBOJ	13	76%
NAPĚTÍ	12	71%
OCEL	13	76%
ODPOR	11	65%
OHM	4	24%
PÓL	8	47%
POLARITA	4	24%
POLE	11	65%
POLOVODIČ	5	29%
PROUD	14	82%
SÍLA	13	76%
STATOR	3	18%
STROJ	13	76%
UHLÍK	12	71%
WATSON	0	0%
WOLFRAM	0	0%
ZDROJ	13	76%



Graf 2: Význam slov 7. ročník

Tabulka 6: Význam slov 8. ročník

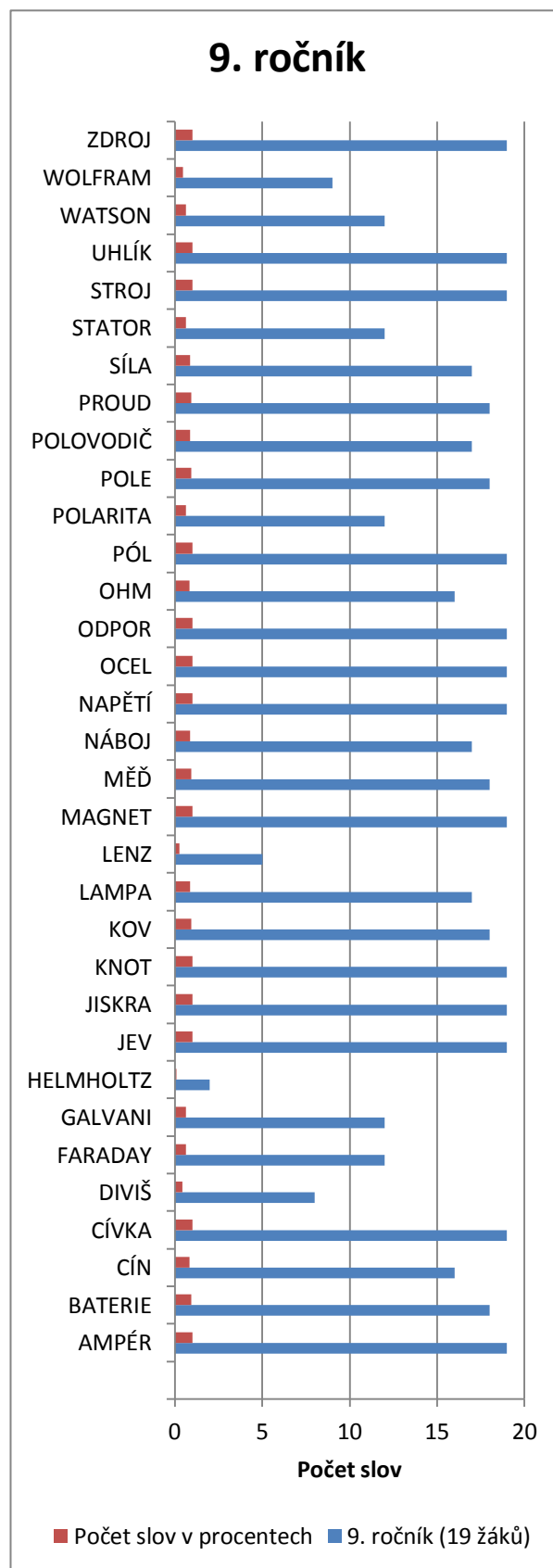
Název (33 slov)	8. ročník (19 žáků)	Počet slov v procentech
AMPÉR	17	89%
BATERIE	17	89%
CÍN	15	79%
CÍVKA	7	37%
DIVIŠ	9	47%
FARADAY	3	16%
GALVANI	2	11%
HELMHOLTZ	0	0%
JEV	12	63%
JISKRA	17	89%
KNOT	14	74%
KOV	1	5%
LAMPA	7	37%
LENZ	0	0%
MAGNET	17	89%
MĚĎ	15	79%
NÁBOJ	15	79%
NAPĚTÍ	17	89%
OCEL	13	68%
ODPOR	17	89%
OHM	14	74%
PÓL	12	63%
POLARITA	3	16%
POLE	13	68%
POLOVODIČ	8	42%
PROUD	16	84%
SÍLA	17	89%
STATOR	4	21%
STROJ	17	89%
UHLÍK	16	84%
WATSON	7	37%
WOLFRAM	9	47%
ZDROJ	17	89%



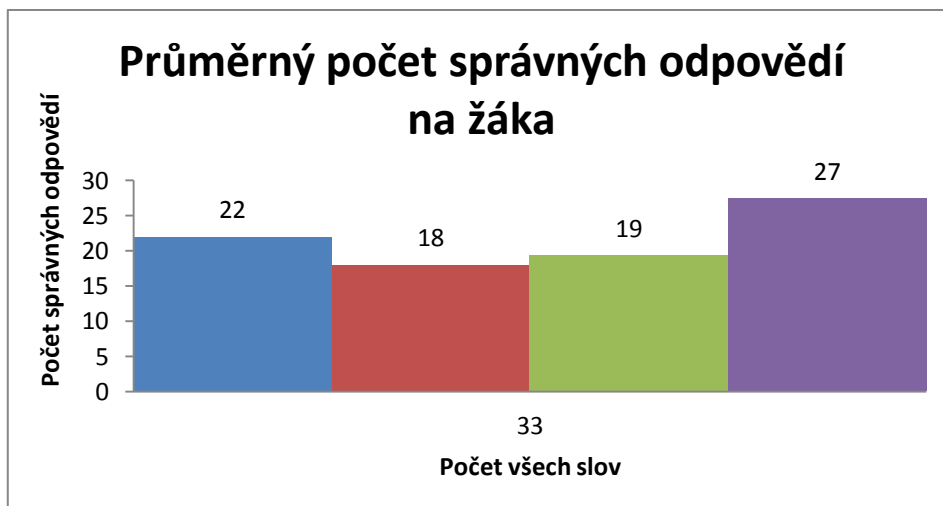
Graf 3: Význam slov 8. ročník

Tabulka 7: Význam slov 9. ročník

Název (33 slov)	9. ročník (19 žáků)	Počet slov v procentech
AMPÉR	19	100%
BATERIE	18	95%
CÍN	16	84%
CÍVKA	19	100%
DIVIŠ	8	42%
FARADAY	12	63%
GALVANI	12	63%
HELMHOLTZ	2	11%
JEV	19	100%
JISKRA	19	100%
KNOT	19	100%
KOV	18	95%
LAMPA	17	89%
LENZ	5	26%
MAGNET	19	100%
MĚĎ	18	95%
NÁBOJ	17	89%
NAPĚTÍ	19	100%
OCEL	19	100%
ODPOR	19	100%
OHM	16	84%
PÓL	19	100%
POLARITA	12	63%
POLE	18	95%
POLOVODIČ	17	89%
PROUD	18	95%
SÍLA	17	89%
STATOR	12	63%
STROJ	19	100%
UHLÍK	19	100%
WATSON	12	63%
WOLFRAM	9	47%
ZDROJ	19	100%



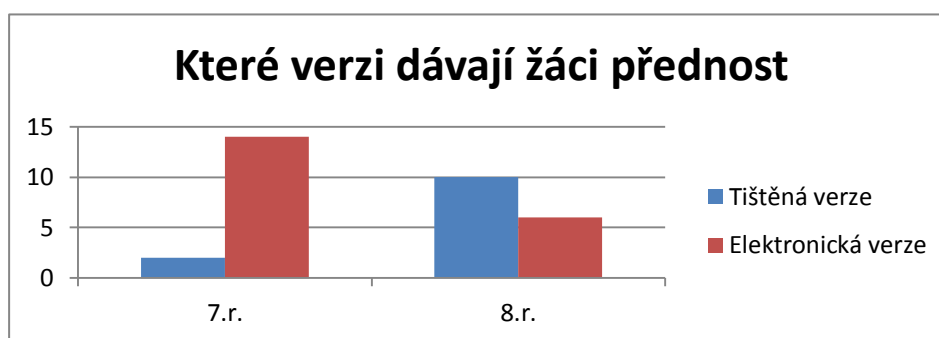
Graf 4: Význam slov 9. ročník



Graf 5: Průměrný počet správných odpovědí na žáka

Tabulka 8: Průměrný počet správných odpovědí na žáka

Celkový počet slov (33)	6. ročník	7. ročník	8. ročník	9. ročník
Průměrný počet správných odpovědí na žáka	22	18	19	27



Graf 1: Které verzi dávají žáci přednost

Tabulka 9: Které verzi dávají žáci přednost

Které verzi dávají žáci přednost	7. r.	8. r.
Tištěná verze	2	10
Elektronická verze	15	7

7.3.1 DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ OSMISMĚRKY

Tyto úkoly měly ukázat činnosti, ve kterých jsou žáci více či méně úspěšní a které je nejvíce zaujaly.

Test z osmisměrky byl rozčleněn do několika částí. Daný úkol řešili žáci od 6. do 9. ročníku.

Jako první úkol měli žáci vybarvit políčka osmisměrky podle zadaných slov. Po vybarvení okének se nevybarvená část zobrazila jako vzorec $I = \frac{U}{R}$. Jestliže žáci znali význam tohoto vzorce, doplnili „Ohmův zákon“.

Pokud tento vzorec děti neznaly, mohly ho vyhledat na nástěnných obrazech ve třídě. Druhá strana papíru byla rozdělena do tří částí, na tištěnou, elektronickou formu a otázku, která forma žákům více vyhovuje a proč. V prvních dvou částech měli žáci doplnit slova, která si zapamatovali. Dále také měli zapsat čas, kdy začali řešit, a čas, kdy skončili řešit osmisměrku (a to v každé části). Posledním úkolem bylo podtrhnout, zda jim vyhovuje elektronická, nebo tištěná verze.

Dalším úkolem bylo zaznamenat, zda žáci chápou význam daného slova v tabulce.

Tištěná verze byla použita pouze v šestém ročníku, kde byl zjištěn počet slov, který si žáci zapamatovali. Nebylo použito elektronické formy z důvodu zkreslení počtu testovaných slov. Čas k vyřešení úkolu v tomto ročníku byl přibližně 45 minut.

Nejčastější slovo, které se vyskytlo, bylo slovo cín, nejméně použité slovo Watson. Osmisměrku úspěšně vyluštilo celkem devět žáků a neúspěšně ji řešilo sedm žáků.

Sedmý ročník byl v obou formách otestován s 17 žáky. Nejprve v tištěné formě a po 65 minutách v elektronické formě. Důvodem bylo zjistit, kolik daných slov si žáci zapamatují. V elektronické formě si žáci zopakovali více a byl zaznamenán nepatrný



Obrázek 34: 7. ročník



Obrázek 35: 8. ročník

nárůst zapamatovaných slov. Čas potřebný k vyluštění tištěné osmisměrky byl cca 33 minut, v elektronické podobě se čas snížil na 12 minut. (Žáci si pamatovali umístění slov).

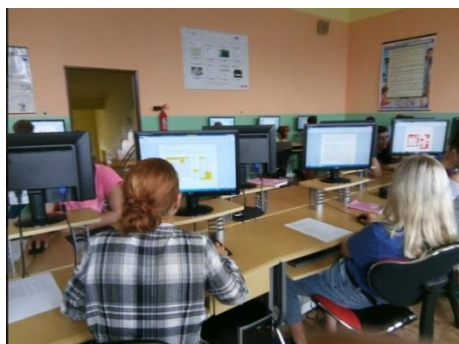
Patnáct žáků bylo spokojeno s elektronickou formou a jako důvod uvedli, že si nemuseli ořezávat tužku, četli na počítači a vyluštění bylo rychlejší. Třem žákyním se slabším prospěchem vyhovovala tištěná forma, důvod nevedly.



Obrázek 36: 8. ročník

V osmém ročníku byly opět použity s odstupem 24 hodin obě metody. Kromě jednoho žáka všichni splnili zadaný úkol v tištěné podobě do 33 minut. Po vyluštění zapsali výsledný vzorec s vysvětlením - Ohmův zákon. Více než polovina žáků rozepsala uvedený vzorec, např. I =proud, U =napětí, R = odpor včetně jednotek.

Elektronickou verzi splnili do 15 minut a velkým překvapením bylo, že si žáci vybrali raději tištěnou podobu oproti elektronické. Mezi klady v tištěné podobě uváděli žáci například problémy s počítačem při označování a větší klid.



Obrázek 37: 9. ročník

Devátý ročník byl testován pouze v elektronické podobě, opět proto, aby nedošlo ke zkreslení počtu slov. Čas potřebný k vyluštění byl do 20 minut. Tajenku vyluštilo celkem patnáct žáků a správně odpověděli, že se jedná o Ohmův zákon. Mezi klady této formy řadili lepší orientaci.

Čas, který žáci potřebovali k vyplnění, byl v elektronické formě přibližně o polovinu kratší, proto si žáci slova nezapamatovali stejně jako u tištěné formy.

Z tohoto testování vzorku 51 žáků druhého stupně vyplývá, že tištěná verze osmisměrky je k zapamatování dat vhodnější.

Čas, který žáci potřebovali k vyplnění, byl v elektronické formě přibližně o polovinu kratší, proto si žáci slova nezapamatovali stejně jako u tištěné formy.

Z průměrného počtu zapamatovaných slov u 7., 8. a 9. ročníku na žáka v elektronické formě se ukázalo, že slovo Ampér má nejvyšší četnost na rozdíl od slova Helmholtz.

V tištěné formě bylo uvedeno jako nejčastější slovo „cín“ a nejméně exponované slovo „Galvani“.



Obrázek 38: 6. ročník

Žáci osmého a devátého ročníku si nedokázali spojit pojmy slov ani se vzorcem, který vyšel v tajence, zaměřovali se pouze na počet slov.

Složitější slova jako např. Helmholtz, Galvani, Watson zřejmě neuváděli z důvodu špatného zápisu slova, nebo si je nezapamatovali. Je zajímavé, že kovové prvky mají vyšší četnost než ostatní slova, zřejmě z důvodu častého výskytu v předmětech jako je např. chemie.



Obrázek 39: 7. ročník

Dalším úkolem bylo zapsat, zda žáci znají význam uvedených slov. Celkem bylo u osmisměrky zadáno 33 slov. Děti v šestém ročníku označily jako známé výrazy 22 slov. To odpovídá

učivu, které se nachází ve školních výstupech. Dovedou rozpoznat elektrické a magnetické pole. Tomuto učivu odpovídá i rozsah látky.



Obrázek 40: 8. ročník

Nejméně výrazů poznaly děti v sedmém ročníku. Důvodem je zřejmě fakt, že v sedmém ročníku se probírá téma mechanika a optika. Osmý ročník označil 19 odpovědí. Tématem učiva v osmém ročníku je elektrické pole a Ohmův zákon. Látka se probírá jedno čtvrtletí, a tudíž znalost problematiky není vysoká.



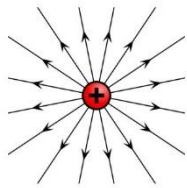
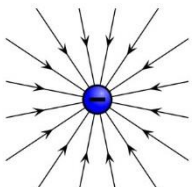
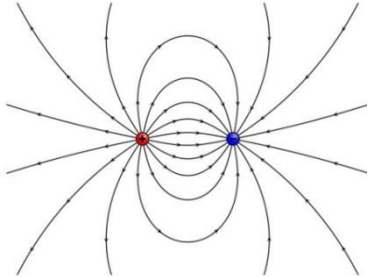
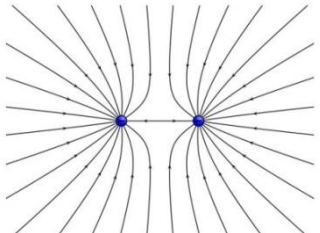
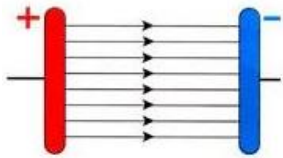
Obrázek 41: 9. ročník

Nejvyšší počet zaznamenaných odpovědí se vyskytlo v devátém ročníku. Jednalo se o celkem 27 odpovědí. Učivo elektromagnetický jevů, střídavého proudu, nevodiče, vedení elektrického proudu a druhů elektromagnetického záření se žáci učí od začátku školního roku do dubna. Z toho zřejmě vyplývá, že žáci dosáhli nejvyššího počtu označených slov. Tento výsledek byl očekáván vzhledem k tomu, že učivo je již opakováno.

8 PEXESO

8.1 PRACOVNÍ LIST

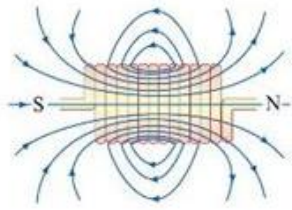
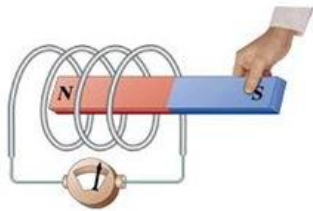
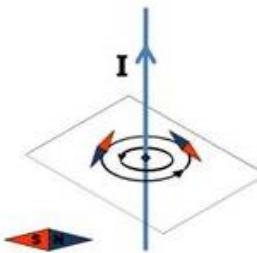
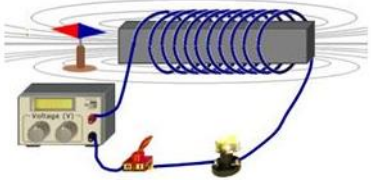

Tabulka 10: Pexeso - pracovní list č. 1

Pracovní list - pexeso		
a) Popiš obrázek: b) Zahraj si pexeso, pozorně si čti kartičky c) Popiš obrázek:		
1.		a) c)
2.		a) c)
3.		a) c)
4.		a) c)
5.		a) c)

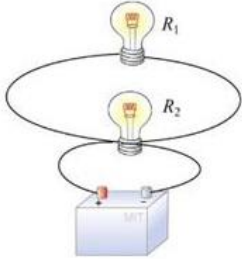
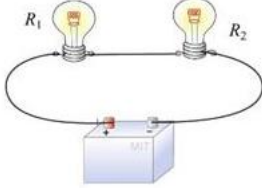

Tabulka 11: Pexeso - pracovní list č. 2

6.		<p>a)</p> <p>c)</p>
7.		<p>a)</p> <p>c)</p>
8.		<p>a)</p> <p>c)</p>
9.		<p>a)</p> <p>c)</p>
10.		<p>a)</p> <p>c)</p>

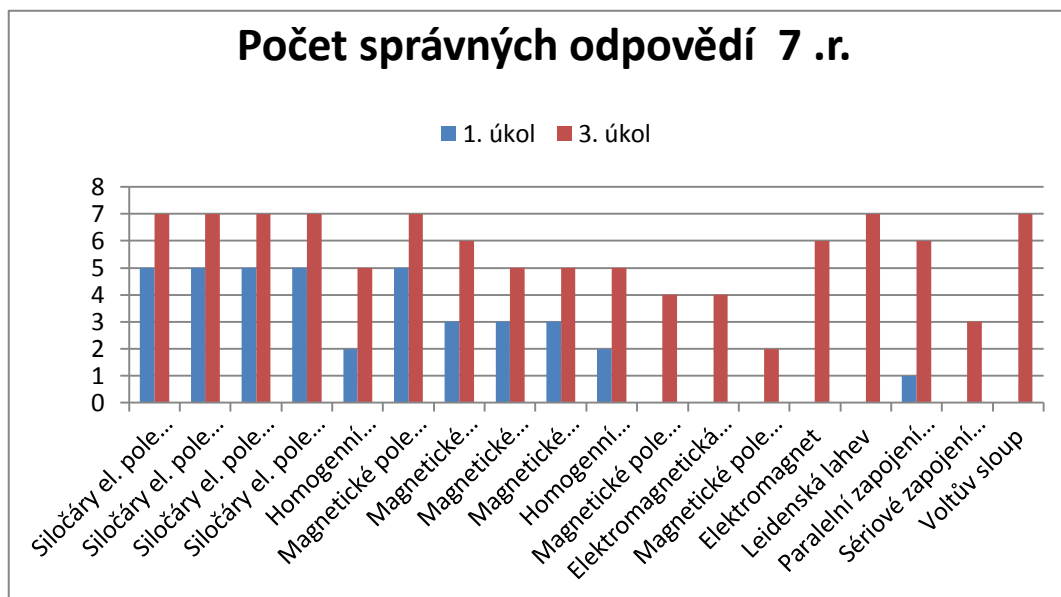
Tabulka 12: Pexeso - pracovní list č. 3

11.		<p>a)</p> <p>c)</p>
12.		<p>a)</p> <p>c)</p>
13.		<p>a)</p> <p>c)</p>
14.		<p>a)</p> <p>c)</p>
15.		<p>a)</p> <p>c)</p>

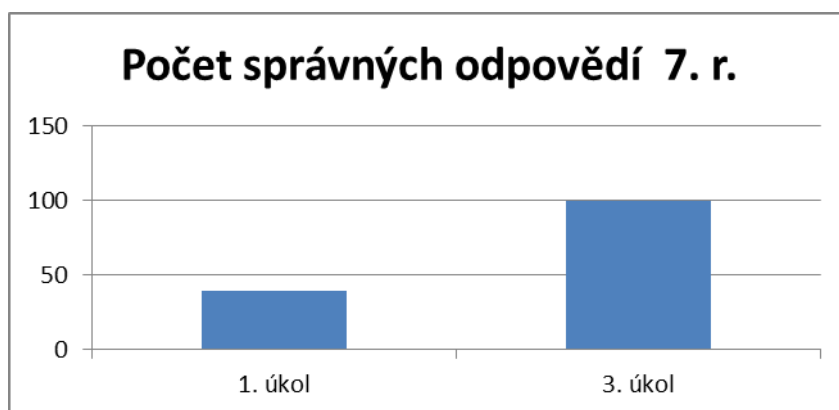
Tabulka 13: Pexeso - pracovní list č. 4

16.	 A circuit diagram showing a battery at the bottom connected to two light bulbs, R_1 and R_2 . The wires connect the battery to the bottom terminals of both bulbs, and the top terminals of both bulbs are connected to each other, forming a parallel circuit.	a) c)
17.	 A circuit diagram showing a battery at the bottom connected to two light bulbs, R_1 and R_2 . The wires connect the battery to the left terminal of R_1 , the right terminal of R_1 to the left terminal of R_2 , and the right terminal of R_2 back to the battery, forming a series circuit.	a) c)
18.	 A diagram of a transformer with a vertical iron core. The primary winding is on the left leg, and the secondary winding is on the right leg. A switch is connected to the secondary winding.	a) c)

8.2 VYHODNOCENÍ PEXESA 7. ROČNÍK



Graf 2: Porovnání prvního a třetího úkolu 7. r.

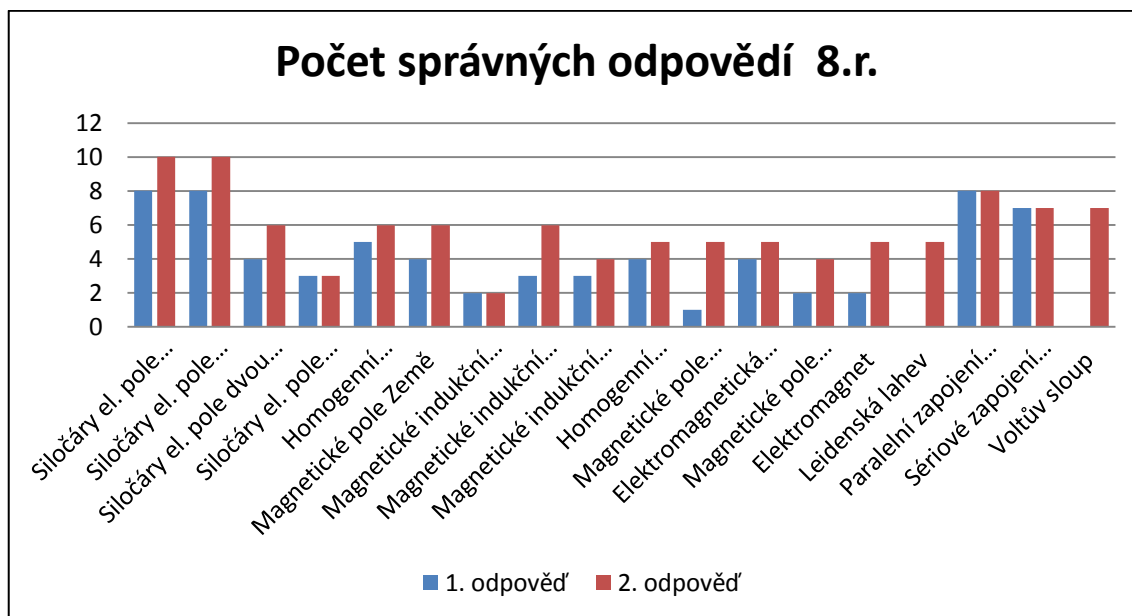


Graf 6: Počet správných odpovědí 7. r.

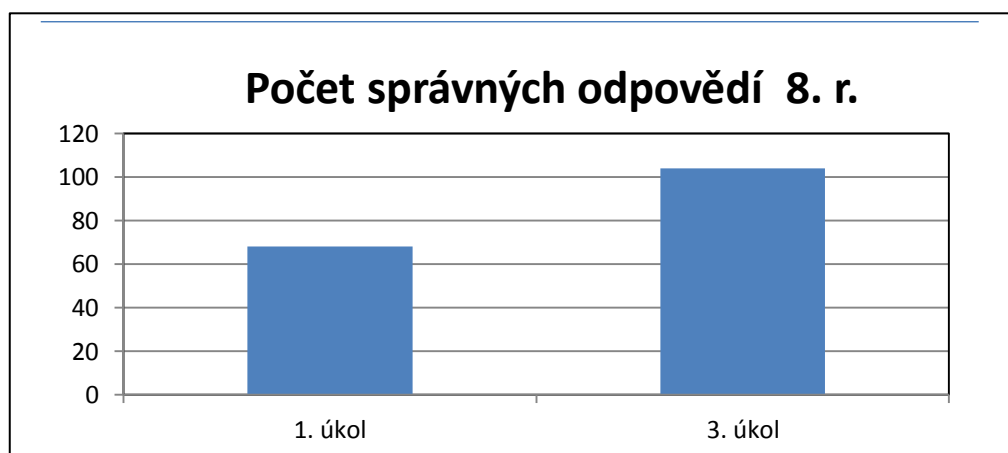
Tabulka 14: Počet správných odpovědí 7. r.

7. ročník	Počet správných odpovědí
1. úkol	39
3. úkol	100

8.3 VYHODNOCENÍ PEXESA 8. ROČNÍK



Graf 7: Pexeso - počet správných odpovědí 8. r.



Graf 8: Porovnání prvního a třetího úkolu 8. r.

Tabulka 15: Počet správných odpovědí 8. r.

8. r.	Počet správných odpovědí
1. úkol	68
3. úkol	104

8.3.1 DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ PEXESA

Pracovní list a hra pexeso byla zadána do dvojic. Tématem bylo opakování učiva 6. a 7. ročníku - elektřina a magnetismus. Byly vloženy inovativní obrázky, u kterých se předpokládalo, že žáci nebudou znát správnou odpověď hned v prvním úkolu. Předpokladem bylo, že žáci i tyto nové obrázky zapamatují.



Obrázek 42: 7. ročník

Úkol byl rozdělen do tří částí. Prvním úkolem bylo v pracovním listu popsat zadané obrázky v časovém limitu 15 minut. Druhá část byla ve formě hry, dvojice hrály pexeso a navzájem si četly popsané obrázky. Třetí část úkolu byla opět v pracovním listu, kdy dvojice popisovaly stejné obrázky, opět v časovém limitu 15 minut.

Žáci v sedmém ročníku byli rozděleni do osmi dvojic. Při práci s prvním úkolem bylo správně popsáno celkem 39 kartiček. Po dohrání pexesa si na závěr žáci vypracovali třetí úkol v pracovních listech a jejich úspěšnost se zvýšila o 61 správných odpovědí.



Obrázek 43: 8. ročník

V osmém ročníku bylo celkem deset dvojic. V první části bylo 68 správných odpovědí. Po dohrání pexesa se jejich počet zvýšil o 34.

Ke kladům této hry žáci řadili to, že učivo bylo opakováno zábavnou formou. Jeden ze žáků uvedl, že něco podobného ještě nehrál.

Objevil se i názor, že látka je složitá k zapamatování, proto by bylo dobré hru si ještě vícekrát zopakovat.

Jak je patrné z grafů v sedmém i osmém ročníku, došlo k lepšímu osvojení si učiva. Pexeso bude tedy častěji vkládáno do výuky. Pracovní listy budou žáky vyplněny na začátku a na konci školního roku, kdy bude ověřena znalost tohoto učiva.

9 MAGNETICKÁ STAVEBNICE

9.1 DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ

Tato práce byla zadána žákům osmého ročníku, kteří pracovali ve dvojicích.

Nejdříve měli možnost se seznámit s prvky magnetické stavebnice, a tím si zopakovat schematické značky elektrického obvodu.

Po seznámení se stavebnicí si žáci sestavili za pomoci školních kufříků dva



Obrázek 44: 8. ročník

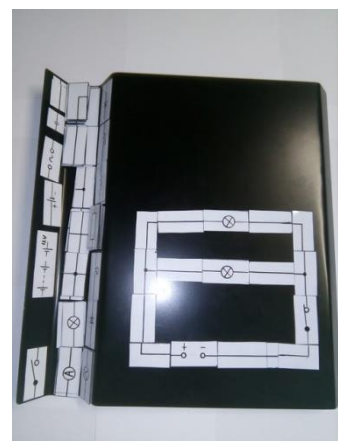
typy elektrických obvodů.

Jako první úkol měli sestavit jednoduchý obvod z elektrické baterie, spínače a dvou žárovek zapojených za sebou.

Druhým úkolem bylo sestavit elektrický obvod se žárovkami zapojenými vedle sebe.

Žáci tuto magnetickou stavebnici hodnotili pozitivně, a to hlavně z důvodu, že rádi skládají např., puzzle.

Toto zobrazení schématického elektrického obvodu bude pro některé žáky vhodným prostředkem pro orientaci v učivu, vzhledem k tomu, že někteří žáci mají dysgrafii nebo dysortografii a neumí se zorientovat ve schématických značkách, které si samy nakreslí. Mezi další klady této stavebnice patří měřítko, které je větší než schéma nákresu učebnici nebo v sešitě.



Obrázek 45:
Magnetická stavebnice

10 RISKUJ S FYZIKOU

10.1 DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ

Tato hra byla vytvořena na papírové tabuli s dvanácti obálkami s popisem 20 až 1000 bodů. V každé obálce jsou minimálně tři otázky. Tuto hru moderují dva žáci, kteří mají možnost dobrovolné volby, nebo je možno vylosovat tyto moderátory pomocí nadepsaných lístečků se jmény žáků.



Obrázek 46: 7. ročník

Za každou správně zodpovězenou otázku moderátor přidělí body pomocí žlutých kartiček.

Žákům se body postupně sčítají body během celého roku a po dovršení tisíce bodů mají nárok na jedničku z opakování učiva, což je pro žáky motivující.

Náročnost otázek se zvyšuje s počtem bodů. Příkladem otázky za dvacet bodů je např.: „Jak se můžeš přesvědčit, že kolem magnetu je magnetické pole?“. Mohou být použity i doplňující otázky, jako záchytné body, které se vyskytují na daném papírku. V otázce za tisíc bodů jsou zákony, např., „Který minerál je přírodním magnetem a jaké má vlastnosti?“ aj.

Každá otázka má i svou odpověď, kterou pokud není dobře zodpovězena žákem, přečte moderátor nahlas a odloží otázku na stůl. Po vyčerpání všech otázek z obálek mají možnost žáci opět odpovídat na otázky, které již dříve nebyly zodpovězeny, ale byly zopakovány. Moderátoři mají možnost se během hry vystřídat.

Žákům se tato forma hry velmi líbila. Popisovali tuto hru jako téma k zamyšlení, zábavě a líbilo se jim, že mohou zábavnou formou získat jedničku.

Tento způsob opakování je vhodné použít v každém ročníku fyziky a přizpůsobit otázky ŠVP.

11 DIDAKTICKÉ ZHODNOCENÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

Žáci sedmého ročníku nejlépe hodnotili hru RISKUJ S FYZIKOU z důvodů zábavy s celou třídou.

Popisují, že je legrace, pokud moderátor zná správnou odpověď a ostatní musejí přemýšlet.

Moderátoři se vyjádřili, že by jimi chtěli být častěji. V poslední řadě se často vyskytl požadavek, aby si tuto hru zahráli častěji.

Tato hra měla pozitivní dopad i v hodinách matematiky. Při opakování konstrukce sítě hranolu měli žáci vyrobit „zásuvku“ z papíru. Děti začaly diskutovat o využití této zásuvky ve hře RISKUJ S FYZIKOU.

V sedmém ročníku vyhodnotili hru pexeso jako dobrou pomůcku na zapamatování. Žákům se líbila práce ve dvojicích, ale také uváděli, že pexeso bylo těžké na zapamatování. Projevili zájem, že by si tuto hru rádi zopakovali.

Žáci v osmém ročníku si tuto hru opětovně vyžádali.

Děti v sedmém ročníku byly seznámeny s magnetickou stavebnicí na sestavení schematického elektrického obvodu a byly spokojeny s tím, že tuto stavebnici budou využívat jako nový prvek ve výuce.

Další hra, která byla použita, se jmenuje osmisměrka. Tu děti hodnotily v elektronické podobě jako rychlejší a přehlednější.

Bylo by vhodné zavádět tyto prvky do výuky zábavnou formou.



Obrázek 47: 7. ročník



Obrázek 48: 7. ročník



Obrázek 49: 8. ročník

ZÁVĚR

Ve své práci jsem čerpala především z uvedené literatury a několika internetových zdrojů.

V první kapitole Statická elektřina a magnetismus jsem se zabývala osobnostmi jednotlivých fyziků, kteří se zabývali výzkumem statické elektřiny a různými experimenty. V druhé kapitole se věnuji elektromagnetismu a práci těchto fyziků Hans Christian Oersted, Francois-Dominique Arago a Felix Savart. Třetí kapitola je věnována pokusům s elektrickým proudem. Na toto téma navazuje čtvrtá kapitola Využití elektrického proudu. Tato část zmiňuje např. elektromagnetickou indukci, obloukovou lampu aj. Pátá kapitola popisuje tzv. „Boj o proudy“, který se týkal uplatnění stejnosměrného a střídavého proudu.

Od šesté kapitoly je práce zaměřena na praktickou část, kterou jsem vytvořila k procvičení učiva pro žáky naší školy.

Osmisměrka je prvním úkolem, který má ukázat, zda žáci vysvětlí pojmy z učiva o elektřině a magnetismu. Tato osmisměrka byla použita ve všech ročnících. Rozdíl byl pouze v její formě, u některých ročníků dokonce s časovým odstupem. Pexeso, uvedené v sedmé kapitole, jsem vytvořila sama podle potřeb mých žáků. Při výuce jsem zjistila malé nedostatky, které jsem se snažila odstranit tím, že jsem problematické pojmy využila znovu ve hře. V osmé kapitole představuji magnetickou stavebnici. Na tento nápad mne přivedlo použití magnetek, které se často lepí na zadní část obrazových materiálů. Použila jsem je pro schematické zobrazení elektrických obvodů. Znamou hru Riskuj jsem využila v deváté kapitole. Obálky obsahují otázky a odpovědi pro učivo daného ročníku. Vytvořila jsem sady pro 6., 7., 8. i 9. ročník. Desátá kapitola se týká shrnutí praktické části.

Pro tvorbu praktické části mne vedla snaha zpestřit žákům opakování probrané látky.

Při použití těchto aktivit v jednotlivých ročnících jsem zjistila, že hry děti zaujaly, dokonce žádaly o další podobné procvičování. Ráda bych tedy v této činnosti pokračovala.

Text je interdisciplinární a plní funkci průřezového materiálu oborů matematika, fyzika, technika.

RESUMÉ

This help text was created as a teaching aid for the second grade of elementary school for physics classes. The text is interdisciplinary and fulfills the function of cross-sectional material in the fields of mathematics, physics, technology.

SEZNAM LITERATURY

- Bajerová, Jarmila. 2018.** Elektřina.cz. *Alessandro Volta*. [Online] 16. 2 2018. [Citace: 18. 6 2018.] <https://www.elektrina.cz/alessandro-volta-zivotopis>.
- 2017.** Elektromagnetická indukce. *Wikipedie*. [Online] Creative Commons Uvedte původ-Zachovejte licenci 3.0 Unported, 4. 10 2017. [Citace: 18. 6 2018.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A1_indukce. GND: 4129426-9.
- Kohutka, Jiří. 2016.** Historie dálkového přenosu elektrické energie. *ENERGY-HUB*. [Online] 21. 07 2016. [Citace: 18. 6 2018.] <https://cz.energyhub.eu/clanek/pro-energy/13258-historie-dalkoveho-prenosu-elektricke-energie>.
- Kraus, Ivo. 2012.** *Fyzikové ve službách průmyslové revoluce*. 1. PRAHA : Nakladatelství Academia, AV ČR, v.v.i., 2012. stránky 52-57. Sv. 52. ISBN978-80-200-2087-1.
- Pickover, Clifford A. 2015.** *Kniha o fyzice*. Praha 5 : Dokořán, Argo, 2015. ISBN 978-80-736-609-8,ISBN 978-80-257-1658-8.
- R.Paturi, Felix. 1993.** *Kronika techniky*. 3. Praha : Fortuna Print, 1993.
- R.Plocek, FJFI ČVUT.** Prokop Diviš - vynálezce bleskosvodu. <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz>. [Online] [Citace: 2. 6 2018.] <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2005-2006/Zima05/proc/divis.pdf>.
- Štoll, Ivan. 2009.** *Dějiny fyziky*. [editor] Mgr. Milena Osobová. 1. Praha 4 : prometheus, spol. s r. o., 2009. stránky 254-309. W.G., str.254. 978-80-7196-375-2.
- Teresi, Dick. 2004.** *Ztracené objevy*. [editor] Milada Hrachová. [překl.] Zdeněk Drozd a Kovanda Radek. Praha : Abatros nakladatelství, a. s., 2004. str. 74. 402 s.. 13-883-004 02.
- 2018.** *Wikipedie. Prokop Diviš*. [Online] Creative Commons Attribution-ShareAlike License, 7. 2 2018. [Citace: 22. 6 2018.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Prokop_Divi%C5%A1. lccn-n85049231.
- ZEITHAMMER, Karel a Zdeněk BAUER. 1998.** *Vývoj techniky*. Praha 6 : Ediční středisko ČVUT, Zikova 4, Praha 6, 1998. stránky 236, . 316 s.. ISBN 80-01-01725-7.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: William Gilbert	10
Obrázek 2: Nicolo Cabeo	10
Obrázek 3: Alessandro Volta	11
Obrázek 4: Ewald Jurgen von Kleist	11
Obrázek 5: Charles François de Cisternay	12
Obrázek 6: Benjamin Franklin	12
Obrázek 8: Divišův stroj	14
Obrázek 7 : Václav Prokop Diviš	14
Obrázek 9: Franz Ulrich Theodor Aepinus	14
Obrázek 10: Charles Augustin Coulomb	15
Obrázek 11: Luigi Galvani	15
Obrázek 12: Alessandro Giuseppe Volta	16
Obrázek 13: Christoph Heinrich Pfaff	16
Obrázek 14: Hans Christian Oersted	17
Obrázek 15: Francois-Dominique Arago	17
Obrázek 16: André Marie Ampère	18
Obrázek 17: Georg Simon Ohm	18
Obrázek 18: Gustav Robert Kirchhoff	19
Obrázek 19: John Canton	20
Obrázek 20: Michael Faraday	21
Obrázek 21: Humphry Davy	21
Obrázek 22: František Křižík	22
Obrázek 23: Ernst Werner von Siemens	23
Obrázek 24: James Clerk Maxwell	24
Obrázek 25: William Thomson lord Kelvin	24
Obrázek 26: Heinrich Rudolf Hertz	25
Obrázek 27: Nikola Tesla	27
Obrázek 28: Thomas Alva Edison	27
Obrázek 29: George Westinghouse	28
Obrázek 30: Světová Kolumbovská výstava	28
Obrázek 31: Michail Osipovič Dolivo-Dobrovolskij	29
Obrázek 32: OSMISMĚRKA	31
Obrázek 33: OSMISMĚRKA (řešení)	33
Obrázek 34: 7. ročník	40
Obrázek 35: 8. ročník	40
Obrázek 36: 8. ročník	41
Obrázek 37: 9. ročník	41
Obrázek 38: 6. ročník	42
Obrázek 39: 7. ročník	42
Obrázek 40: 8. ročník	42
Obrázek 41: 9. ročník	42
Obrázek 42: 7. ročník	49
Obrázek 43: 8. ročník	49
Obrázek 44: 8. ročník	50
Obrázek 45: Magnetická stavebnice	50

Obrázek 46: 7. ročník.....	51
Obrázek 47: 7. ročník.....	52
Obrázek 48: 7. ročník.....	52
Obrázek 49: 8. ročník.....	52

ODKAZY OBRÁZKŮ

http://physics.ship.edu/~mrc/pfs/110/inside_out/vu1/Galileo/Images/Port/gilbert.gif

Autor: Anselm van Hulle, 1601-1674 –

<http://www.sil.si.edu/digitalcollections/hst/scientific-identity/fullsize/SIL14-G004-07a.jpg>,

Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3126225>

By Robert Hare - Downloaded 2007-12-27 from Robert Hare (1840) A Compendium of the Course of Chemical Instruction in the Medical Department of the University of Pennsylvania, 4th Ed., Part 1, J.G. Auner, Philadelphia, p.49 on Google Books, Domena publiczna, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3282526>

By Morten Bisgaard - From the book "Opfindelsernes Bog" 1878 by André Lütken, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1685716>

<https://cz.energy-hub.cz/clanek/pro-energy/13258-historie-dalkoveho-prenosu-elektricke-energie>

By Unknown - [1], Public Domain,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2523669>

By Morten Bisgaard - From the book "Opfindelsernes Bog" 1878 by André Lütken, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1691653>

<http://footballscoop.com/news/mondays-one-minute-warm-up-29/>

Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=565134>

Von Joachim Johann Friedrich Bünsow - Jürgen Voigt, Brigitte Lohff: Ein Haus für die Chirurgie. 1803-1986. Zur Geschichte der einzelnen Kliniken und ihrer Professoren an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Karl Wachholtz Verlag, Neumünster 1986. ISBN3-529-7208-7,S.11.,Gemeinfrei,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=28257303>

Autor: John Jackson (1778–1831) - the artist – Scan from Platinum Metals Review, 2003, page 176, Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3508688>

By William Sturgeon - Downloaded August 9, 2008 from Joseph Henry's contributions to the Electromagnet, Smithsonian Institution Archives, neg. no. 46,761-D, where it is credited to Sturgeon, W. (1824) 'Improved Electro Magnetic Apparatus', Trans. Royal Society of Arts, Manufactures, and Commerce, Vol.43, Plate 3, fig.13., Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4530107>

Autor: Frontpiece in James Maxwell, The Scientific Papers of James Clerk Maxwell. Ed: W. D. Niven. New York: Dover, 1890., Volné dílo,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2311942>

Volné dílo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1774907>

Autor: one or more third parties have made copyright claims against Wikimedia Commons in relation to the work from which this is sourced or a purely mechanical reproduction thereof. This may be due to recognition of the "sweat of the brow" doctrine, allowing works to be eligible for protection through skill and labour, and not purely by originality as is the case in the United States (where this website is hosted). These claims may or may not be valid in all jurisdictions. As such, use of this image in the jurisdiction of the claimant or other countries may be regarded as copyright infringement. Please see

Commons:When to use the PD-Art tag for more information., Volné dílo,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6363311>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: OSMISMĚRKA (zadání).....	31
Tabulka 2: OSMISMĚRKA (řešení)	33
Tabulka 3: Význam slov	34
Tabulka 4: Význam slov 6. ročník.....	35
Tabulka 5: Význam slov 7. ročník.....	36
Tabulka 6: Význam slov 8. ročník.....	36
Tabulka 7: Význam slov 9. ročník.....	38
Tabulka 8: Průměrný počet správných odpovědí na žáka.....	39
Tabulka 9: Které verzi dávají žáci přednost.....	39
Tabulka 10: Pexeso - pracovní list č. 1	43
Tabulka 11: Pexeso - pracovní list č. 2	44
Tabulka 12: Pexeso - pracovní list č. 3	45
Tabulka 13: Pexeso - pracovní list č. 4.....	46
Tabulka 14: Počet správných odpovědí 7. r.	47
Tabulka 15: Počet správných odpovědí 8. r.	48

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Význam slov 6. ročník	35
Graf 2: Význam slov 7. ročník	36
Graf 3: Význam slov 8. ročník	37
Graf 4: Význam slov 9. ročník	38
Graf 5: Průměrný počet správných odpovědí na žáka	39
Graf 6: Počet správných odpovědí 7. r.....	47
Graf 7: Pexeso - počet správných odpovědí 8. r.....	48
Graf 8: Porovnání prvního a třetího úkolu 8. r.	48