

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

Zdroje energie: didaktické pomůcky a jejich
využití ve výuce fyziky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Marie Mrázová

Studijní program:

Učitelství pro základní školy

Obor:

Učitelství fyziky a chemie pro základní školy

Vedoucí práce:

PhDr. Zdeňka Kielbusová

Plzeň 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů.

V Plzni dne 30. dubna 2021

Bc. Marie Mrázová

Poděkování

Velice ráda bych poděkovala paní PhDr. Zdeňce Kielbusové za odborné vedení mé diplomové práce, ochotu, trpělivost a za cenné rady, které mi poskytla při konzultacích. Také bych ráda poděkovala i ostatním učitelům Západočeské univerzity za získání odborných znalostí a mé rodině a blízkým za podporu a pomoc během celého studia.

Obsah

1	Úvod	7
2	Zdroje energie	8
2.1	Obnovitelné zdroje	8
2.1.1	Energie Slunce	8
	Termoelektrické články	9
	Peltierův jev	9
	Fotoelektrické články	11
2.1.2	Energie větru	12
	Darrierova turbína	13
	Savoniova turbína	14
	Účinnost větrných turbín	16
2.1.3	Energie vody	17
	Hráz	17
	Přehradní nádrž	21
	Vodní turbína	22
	Kaplanova turbína	23
	Francisova turbína	24
	Peltonova turbína	24
	Vajontská tragédie	25
	Shrnutí	26
2.1.4	Energie mořské vody	26
2.1.5	Energie biomasy	26
	Zpracování biomasy fermentací	27
2.2	Neobnovitelné zdroje	28
2.2.1	Uhelná energie	28
2.2.2	Štěpná jaderná energie	29
	Výhody a nevýhody využití štěpné jaderné energie	32
2.2.3	Jaderná fúze	33

3	Výuka fyziky	35
3.1	Fyzika a její zařazení v rámci RVP	35
3.2	Klíčové kompetence	36
3.3	Základní koncepce/modely vyučování	36
3.3.1	Transmisivní vyučování	36
3.3.2	Konstruktivistické vyučování	37
3.4	Heuristická metoda výuky	38
4	Výroba učebních pomůcek	40
4.1	Domeček se solárními panely	41
4.1.1	Metodický list k domečku se solárními panely	41
	Výroba domečku se solárními panely	41
	Návody na experimentování s domečkem se solárními panely . .	44
	Pracovní list	46
4.2	Křečková bioelektrárna	47
4.2.1	Metodický list ke křečkově bioelektrárně	48
	Výroba křečkovy bioelektrárny	48
	Návod na práci s křečkovou bioelektrárnou	48
	Pracovní list	49
5	Otestování učební pomůcky ve výuce	50
5.1	Průběh hodin	50
5.2	Vyhodnocení pracovních listů	52
	1. Úkol	52
	2. Úkol	52
	3. Úkol	53
5.3	Vyhodnocení dotazníku	54
6	Závěr	57
	Resumé	59
	Literatura	60
	Seznam obrázků	64
	Přílohy	I
	Příloha A – Pracovní list pro práci se solárním domečkem	II
	Příloha B – Pracovní list pro práci s křečkovou bioelektrárnou	V
	Příloha C – Dotazník na experimentování s domečkem se solárními panely .	VIII

Seznam zkratek

HWAT	Horizontal axis wind turbine
VAWT	Vertical axis wind turbine
ČEZ	České energetické závody
PWR	Pressurized light-Water moderated and cooled Reactor
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor
JET	Joint European Torus
RVP	Rámcový vzdělávací program
LED	Light-Emitting Diode
PhET	Physics Education Technology

Seznam veličin

Symbol	Popis
U_f	fotoelektrické napětí
λ	koeficient rychloběžnosti
k	multiplikační faktor
i	průměrný počet neutronů
p	pravděpodobnost
f_{235}	počet štěpení jader uranu 235
z_{235}	počet záchytů na jádrech uranu 235

1. Úvod

V diplomové práci se zaměřuji na zdroje energie a využití didaktických pomůcek ve výuce fyziky. V první části mé diplomové práce se zabývám zdroji energie. Podrobně je pojednáno o obnovitelných a neobnovitelných zdrojích energie. Obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie jsou pro lidstvo klíčové ve výrobě elektrické energie. U obnovitelných zdrojů se zaměřuji na energii slunce, větru, vody, mořské vody a biomasy. Podrobně je pojednáno i o neobnovitelných zdrojích, konkrétně o energii uhelné, štěpné jaderné energii a také o současném zkoumání využití energie z jaderné fúze.

Ve druhé části mé diplomové práce se zabývám výukou fyziky a jejím zařazením v rámci Rámcového vzdělávacího programu. Dále se zabývám klíčovými kompetencemi a jejich současnou revizí i přidáním nové digitální klíčové kompetence. Podrobně rozebírám dva modely vyučování u nás v České republice – transmisivní a konstruktivistické vyučování. Zvláštní pozornost věnuji heuristické metodě výuky řadící se mezi konstruktivisticky orientované vyučování, která má v České republice mezi fyziky silné zázemí díky velmi úspěšnému projektu Heuréka.

Součástí mé diplomové práce je soubor vytvořených didaktických pomůcek. Jsou to učební pomůcky domeček se solárními panely a křečkova bioelektrárna. Pro každou tuto učební pomůcku jsem vytvořila pracovní list. Zaměřuji se na to, aby pracovní listy vytvořené pro tyto učební pomůcky spojovaly experiment s reálným životem, a to především u experimentování s domečkem se solárními panely. Součástí mé diplomové práce je i pojednání o otestování učební pomůcky domečku se solárními panely ve výuce fyziky v osmých ročnících základní školy.

2. Zdroje energie

Zdroje energie dělíme na obnovitelné (nevyčerpatelné) a neobnovitelné (vyčerpatelné). Mezi obnovitelné zdroje se řadí energie slunce, větru, vodních toků a moří. Mezi neobnovitelné se řadí tuhá, kapalná a plynná paliva. Zdroje jsou podle výskytu vázané na určité místo, takovým příkladem je uhlí, nebo nejsou místně vázané, např. vítr. Se zvyšující se spotřebou elektrické energie brzy dojde k tomu, že některé zdroje energie budou v budoucnu vyčerpané. [12]

2.1 Obnovitelné zdroje

2.1.1 Energie Slunce

Sluneční záření je základním a nezastupitelným činitelem podmiňující existenci lidstva. Původ sluneční energie se vysvětluje uvolňováním jaderné energie obsažené ve sluneční hmotě. Ve Slunci probíhají termonukleární reakce. Jedná se o syntézu, neboli fúzi atomových jader některých lehkých prvků za velmi vysokých teplot, při kterých se z lehkých atomových jader vytvoří jádra těžší. Při takovéto reakci se uvolní obrovské množství tepelné energie, kterou lze použít k výrobě energie elektrické. Opakem termonukleární reakce je reakce štěpná, kterou se budeme zabývat v další kapitole.

Jaderná fúze na Slunci probíhá již pět miliard let. Předpokládá se, že tato reakce bude pokračovat nejméně dalších pět až deset miliard let. Podle názoru astronomů dospělo Slunce asi do třetiny až poloviny svého života. Tím pádem by energie ze Slunce měla být pro lidstvo zajištěna po celou dobu jeho existence.

V podstatě jsou dva způsoby využití sluneční energie současnými technickými prostředky. Ve světě je široce používaná přeměna energie slunečního záření na teplo akumulované ve vodě nebo jiném teplotnosném médiu sloužící k ohřevu vody nebo vytápění budov. Jednou z nejjednodušších forem slunečních kolektorů jsou černě natřené nádrže. Na koupalištích se nacházejí tzv. bazénové kolektory, sestávající se z vedle sebe ležících černých plastových trubek nebo rohoží. Nejpoužívanějším typem je plochý kolektor. Jako absorbér slouží černá povrstvená kovová deska. V absorbéru nebo na něm jsou připevněné trubky, jimiž protéká teplotnosná kapalina. Jako teplotnosná kapalina se

nejčastěji používá voda nebo směs vody s přípravkem, který zajišťuje mrazuvzdornost. Absorbéry jsou vyráběny z materiálů, které disponují dobrou tepelnou vodivostí.

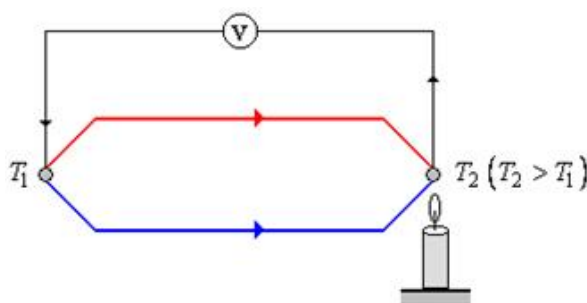
Druhým způsobem je přímá přeměna energie slunečního záření na elektrickou energii. Používají se sluneční baterie pracující na principu termoelektrického nebo fotoelektrického jevu. [6, 14]

Termoelektrické články

Termoelektrické články jsou založeny na jevu pozorovaném v roce 1821. Německý fyzik Seebeck zjistil, že zahříváním dvou různých kovů v místě jejich spojení vzniká na jejich volných koncích termoelektrické napětí. Spojením volných konců prochází obvodem termoelektrický proud. Tento princip se využívá i v napájení elektrických zařízení na umělých družicích Země. Ohřev termoelektrických článků se provádí spalováním konvenčních paliv, teplem vznikajícím rozpadem radioaktivního materiálu nebo v našem případě koncentrovanou sluneční energií. [14]

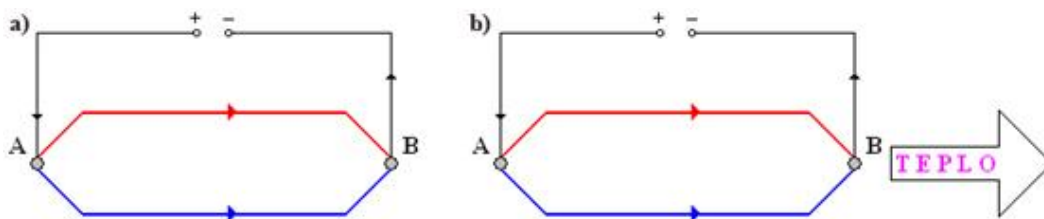
Peltierův jev

Peltierův jev je opačným jevem k Seebeckovu jevu. Kontaktní napětí spoju dvou kovů jsou kladná a s rostoucí teplotou rostou. „Kladnější“ napětí má spoj s vyšší teplotou. Na obrázku 2.1 jsou zakreslené i směry elektrického proudu (zakresluje se domluvený směr pohybu kladně nabitých částic od kladného pólu zdroje napětí k zápornému pólu).



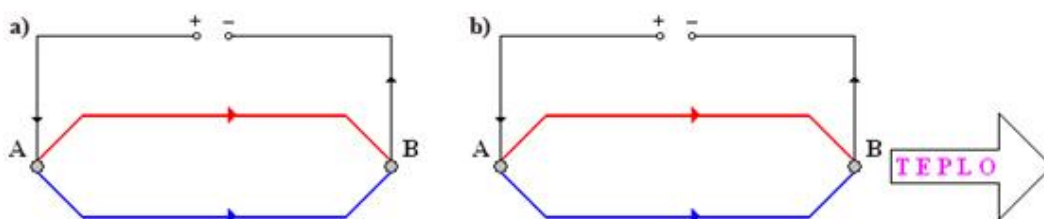
Obrázek 2.1: Peltierův článek - směry proudů [17]

Pokud bychom připojili takto vytvořený termočlánek k vnějšímu zdroji stejnosměrného napětí, aniž bychom vytvořili rozdíl teplot na obou rozhraní kovů, nastane Peltierův jev. Průchodem elektrického proudu oběma kovy se vytvoří teplotní rozdíl mezi spoji. Jeden spoj se bude ohřívat a druhý ochlazovat v závislosti na polaritě přiloženého napětí. Mohou nastat dvě situace. Pokud bude elektrický proud (z vnějšího zdroje napětí) procházet oběma kovy stejným směrem jako při Seebeckovo jevu, bude se spoj A ochlazovat a spoj B ohřívat, jak lze vidět na obrázku 2.2.



Obrázek 2.2: Peltierův článek - stejný směr proudu [17]

Pokud bude elektrický proud z vnějšího zdroje napětí procházet kovy opačným směrem, než je směr elektrického proudu při Seebeckovu jevu, bude se spoj A ohřívat a spoj B ochlazovat, viz obr. 2.3.



Obrázek 2.3: Peltierův článek - opačný směr proudu [17]

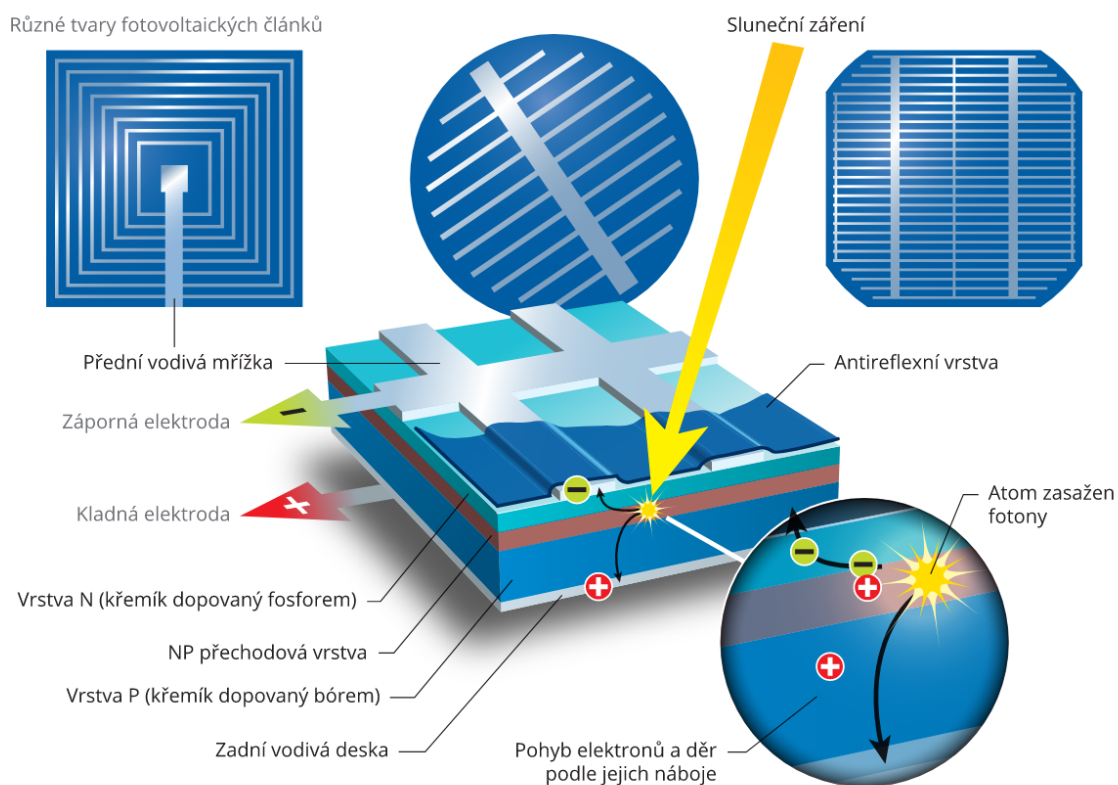
Na obrázcích 2.2 a 2.3 v části a) je zobrazen stav po připojení termočlánku do obvodu a v části b) je naznačeno, ze kterého spoje se bude šířit teplo. Průchodem elektrického proudu se v kovech přemísťují volné nabití částice, jsou to elektrony a díry. Tento přenos částic zvyšuje nerovnováhu elektronů mezi oběma uvažovanými spoji dvou polovodičů, čímž roste termoelektrické napětí termočlánku. Termoelektrické napětí je přímo úměrné rozdílu teplot uvažovaných spojů, a proto s rostoucím termoelektrickým napětím roste i rozdíl teplot obou spojů. Vyšší teplotu bude mít spoj, jehož kontaktní napětí bude vyšší v důsledku průchodu elektrického proudu z vnějšího zdroje. Z tohoto spoje se tedy bude šířit teplo.

Peltierův jev se v praxi využívá ke konstrukci Peltierových článků. Článek se skládá ze dvou tělísek, která jsou vyrobená z polovodičů (jeden typu N druhý typu P) a spojovacího můstku. Spojovacím můstkem se do článku přivádí elektrická energie a absorbuje se jím teplo z Peltierova článku.

Peltierovy články lze v praxi využít jako zařízení pro přenos tepelné energie, článek bude jednu část prostoru zahřívat a druhou ochlazovat. Toho se využívá v chladících boxech anebo také v počítačích pro chlazení elektronických součástí. Druhým způsobem využití Peltierova článku je, že slouží jako zdroj elektrického napětí. Peltierův článek bude takto fungovat, pokud bude jedna jeho část ochlazována a druhá ohřívána. Jde o přímou aplikaci Seebeckova jevu. [17]

Fotoelektrické články

Fotoelektrické články jsou založeny na vnitřním fotoelektrickém jevu, který lze pozorovat u polovodičů. Pokud jsou polovodičové diody vystavené záření s vhodnou vlnovou délkou, vzniká na styku polovodiče P a N potenciálová přehrada s napětím několika desetin voltu. V oblasti přechodu vzniká elektrostatické pole bránící pohybu většiny nositelů náboje přes přechod. Při vnějším spojení obou částí diod P a N ještě neprochází obvodem elektrický proud, jelikož zde není energie, která by přenášela náboj. Proud vznikne až poté, co světlo dopadne do oblasti přechodu. Při dopadu fotonu o vhodné energii vzniká dvojice nábojů – elektron v části P a díra v části N. Minoritní nositelé pronikají přes přechod, který je pro ně nyní otevřen. Část P tak ztrácí elektrony a začíná se nabíjet kladně, část N ztrácí díry a získává záporný potenciál. Vzniklé fotoelektrické napětí U_f , vyvolá proud ve vnějším elektrickém obvodu. Zdrojem energie je vhodné dopadající záření. Princip fotovoltaiického článku je na obrázku 2.4. [14]



Obrázek 2.4: Princip fotovoltaiického článku [21]

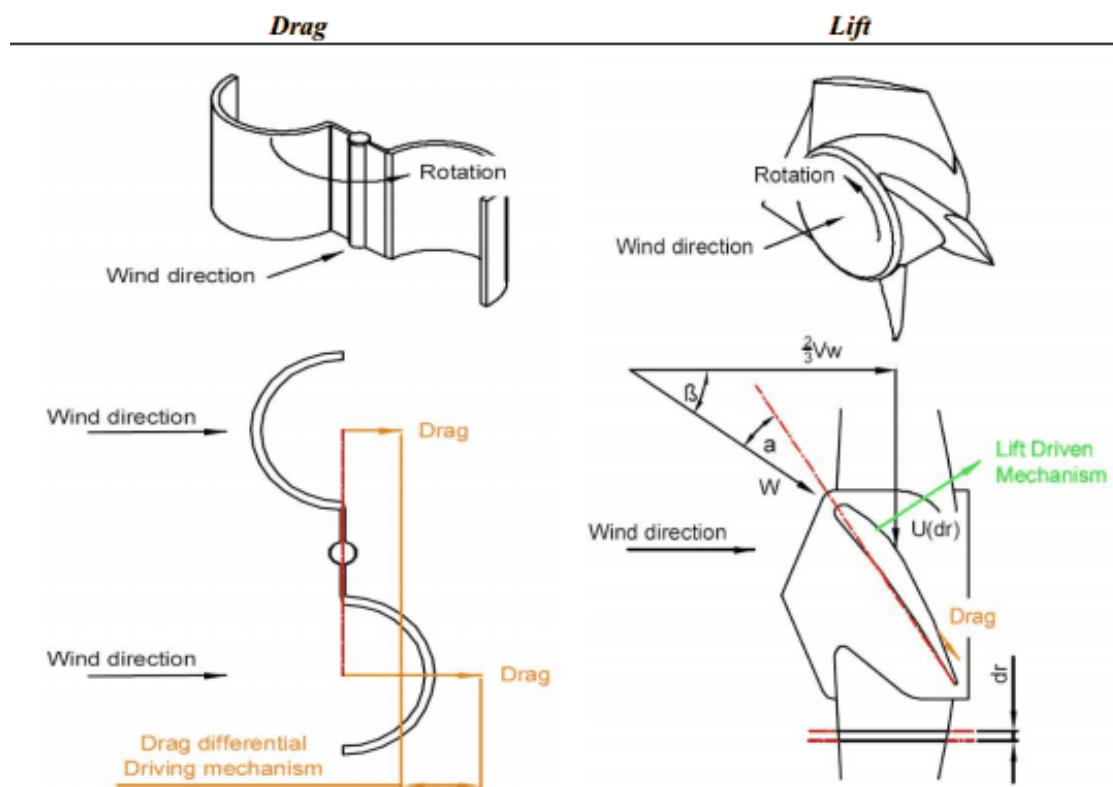
Nejúčinnějším obnovitelným zdrojem energie je přímé sluneční záření. Při současném technologickém pokroku je naděje, že by jednou solární energie mohla nahradit velkou část úbytku energie získanou z fosilních paliv. V současné době je zatím solární energetika nedostatečně účinná, nespolehlivá a drahá. Je nutné dořešit technolo-

gie a soustředit produkci do vhodných lokalit. Takovými lokalitami mohou být např. severní pouštní oblasti v Africe. [2]

2.1.2 Energie větru

Ve větrných elektrárnách se přeměňuje kinetická energie větru na energii elektrickou. Princip činnosti větrných elektráren spočívá v tom, že větrná turbína převádí sílu proudícího vzduchu působící na listy rotoru na mechanickou rotační energii. Listy rotoru mají speciálně tvarovaný profil a pracují na principu odporové nebo vztlakové síly. Rotační mechanická energie je prostřednictvím generátoru převedena na energii elektrickou.

Druhy větrných turbín lze rozdělit podle principu fungování na odporové a vztlakové. Odporové turbíny (angl. drag turbine) jsou služebně starší. Využívá se rozdílu sil působících na lopatky, který je způsoben různými odpory lopatek vůči proudícímu vzduchu. Toho je docíleno dvěma způsoby, a to různým tvarem lopatek a natočením lopatek. Princip odporových turbín je jednodušší, jejich účinnost je ale oproti vztlakovým nižší, což je důvodem toho, že jsou v dnešní době málo používané. Vztlakové turbíny (angl. lift turbine) jsou v současnosti nejpoužívanějším typem. Využívají síly, která vzniká na rotorovém listu při obtékání vzduchem – aerodynamická vztlaková síla. Ta vzniká díky speciálně tvarovanému profilu lopatek, podobně je tomu tak i na křídlech letadel. Na obrázku 2.5 lze vidět schémata obou druhů turbín. [32]



Obrázek 2.5: Princip funkce odporové a vztlakové turbíny [32]

Z obrázku lze vidět, že listy odporové turbíny vlevo mají tvar misek, do kterých se opírá vítr a tím se roztáčí turbína. Oproti tomu napravo u vztlakových turbín listy nemají tvar misek, ale jsou podobné tvaru křídel u letadel, díky tomu je tento typ turbín efektivnější oproti turbínám odporovým. Turbíny se podle osy otáčení rotoru dělí na horizontální (HAWT – horizontal axis wind turbine) a vertikální (VAWT – vertical axis wind turbine). Horizontální turbíny musejí směřovat vždy proti směru větru. Skládají se z dvoulisté, nejčastěji ale trojlisté vrtule, hřídele, převodovky a elektrického generátoru. Tyto elektrárny většinou obsahují převodové ústrojí, zvyšující rotační rychlost pomaluběžného rotoru na požadovanou rychlost, která je vhodná pro pohon generátoru. V dnešní době jsou horizontální turbíny nejvyužívanější, a to z důvodu jejich vyšší účinnosti oproti turbínám vertikálním, která se pohybuje okolo 48 %. Horizontální turbínu lze vidět na obrázku 2.6. [32]



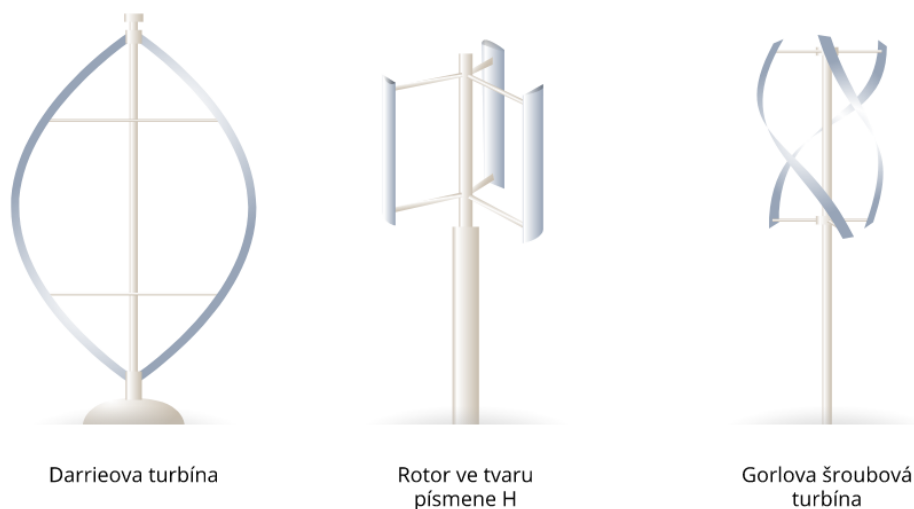
Obrázek 2.6: Vertikální větrná turbína [3]

Tyto turbíny se používají tam, kde se směr větru velmi často mění. Generátor a převodové ústrojí je možné umístit na zemský povrch, což značně zjednodušuje údržbu. Oproti horizontálním turbínám, vertikální turbíny zabírají méně prostoru, a tak je možné je ve větrné farmě umístit blíže k sobě, aniž by se aerodynamicky ovlivňovaly. Další výhodou, kterou vertikální turbíny oproti horizontálním mají, je jejich menší hlučnost. Naopak nevýhodou je nižší účinnost, která se pohybuje jen okolo 38 %. Z hlediska ceny jsou vertikální turbíny oproti horizontálním dražší. [32]

Darrierova turbína

Darrierova turbína je jeden z druhů vertikálních turbín. Pracuje na vztlakovém principu a skládá se obvykle ze dvou, nebo tří aerodynamicky profilovaných listů rotujících kolem vertikální osy a vytvářejících kulovou, válcovou nebo parabolickou plochu. Obvodová

rychlost listů rotoru je několikanásobně vyšší než rychlost větru. Protože na ně působí velká odstředivá síla, jsou zde vysoké nároky na materiál listů rotoru a jejich uchycení. Typy Darrierových turbín lze vidět na obrázku 2.7.



Obrázek 2.7: Typy Darrierovy turbíny [20]

Výhodou Darrierových vertikálních turbín je jejich snadná údržba, všechny mechanismy se totiž nacházejí nízko nad zemí. Není zde potřeba mechanismus natáčení do směru větru, turbíny jsou na směru větru nezávislé. Je zapotřebí vnější zdroj na primární roztočení rotoru. K nevýhodám patří i jejich horší ovladatelnost, velké odstředivé síly působící na rotor a pulzující výkonový cyklus vedoucí k rezonancím. Kvůli tomu jsou tyto turbíny dynamicky namáhány více, než turbíny s horizontální osou, což snižuje jejich životnost. [20]

Savoniova turbína

Zajímavým typem vertikálních turbín je Savoniova turbína. Jedná se o jednu z nejjednodušších větrných turbín, kterou vynalezl Sigurd J. Savonius v roce 1922. Pracuje na odporovém principu využití větrné energie. Tuto turbínu tvoří nejčastěji dva vzájemně otočené půlválce, které jsou podélně uchycené k vertikální ose tvořící v řezu písmeno S. Vítr působí větším tlakem na vypuklou lopatku (půlválec) a tím se roztáčí rotor turbíny. Rotor této turbíny se otáčí poměrně pomalu, rychlost jejích lopatek totiž z principu nemůže překročit rychlost větru. Na směr proudění vzduchu je osa otáčení kolmá. Používají se v lokalitách se silným turbulentním prouděním. Jednoduchou Savoniovu turbínu využívají větrné generátory sloužící pro domácí využití. Účinnost se pohybuje okolo 20 %. Nevýhodou těchto turbín je existence mrtvého úhlu, při kterém se turbína sama neroztočí. Na obrázku 2.8 můžeme vidět střešní Savoniovu turbínu. [28]



Obrázek 2.8: Střešní Savionova turbína [28]

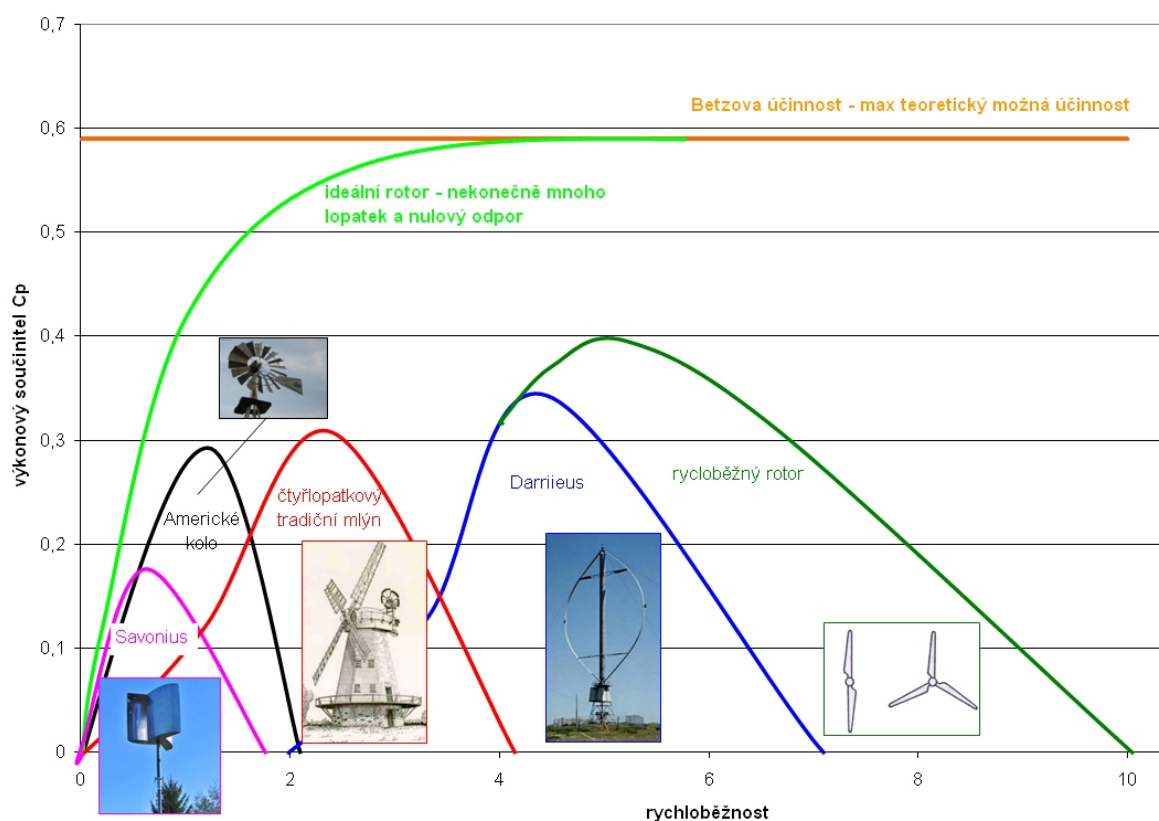
Na principu Savoniovy turbíny jsou postaveny anemometry měřící rychlost větru. Takový anemometr je na obrázku 2.9. [28]



Obrázek 2.9: Střešní Savionova turbína [28]

Účinnost větrných turbín

Na obrázku 2.10 můžeme vidět graf účinnosti větrných turbín. Z grafu vyplývá, že čím je koeficient rychloběžnosti λ menší, tím procentuálně větší plocha musí být pokryta rotorovými listy. Dvoulistá vrtule dosahuje větší rychloběžnosti, třílistá vrtule je naopak výhodnější vzhledem k menšímu namáhání od gyroskopických momentů. Teoreticky maximálně dosažitelnou účinnost větrné turbíny definoval ve své teorii Albert Betz v roce 1920 na 59,6 %. Reálné účinnosti větrných elektráren jsou samozřejmě nižší, což je ovlivněno konstrukčním řešením stroje, ztrátami na tření, nastavením úhlů lopatek, atd. [30, 35]



Obrázek 2.10: Účinnost větrných elektráren [35]

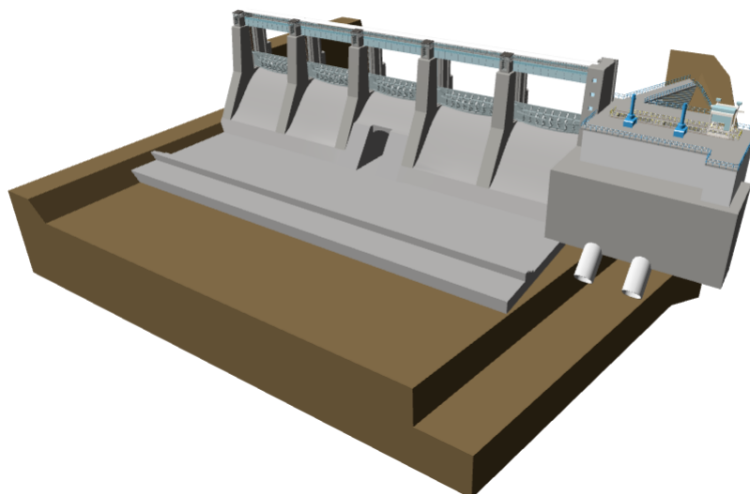
V globálním měřítku není potenciál větrné energie velký. Problémem je nespolehlivost produkce závislé na měnících se větrných podmínkách a enviromentální aspekty. Do budoucna nebude možné energii z fosilních paliv nahradit větrem. Bude zapotřebí mít spolehlivé záložní systémy produkce energie, které bude možné rychle zapojovat a odpojovat. [2]

2.1.3 Energie vody

Vodní elektrárny využívají akumulovanou energii vody k výrobě elektrické energie. Přitékající voda přívodním kanálem roztáčí turbínu, která je na společné hřídeli s generátorem elektrické energie. Na základě elektromagnetické indukce se mechanická energie proudící vody mění pomocí generátoru na energii elektrickou. [31]

Hráz

U vodní elektrárny je akumulace vody založena na přehrazení původního toku jezem nebo hrází. Jezem nebo hrází se omezí volný průtok korytem a zadržovaná voda způsobí vzduť hladiny. Hráz lze postavit pouze v místech s vhodným podložím a dostatečně profilovanými břehy původního toku koryta. Ideální jsou horské kaňony, kde relativně krátká, ale vysoká hráz zvedne hladinu o desítky až stovky metrů. Na obrázku 2.11 je zobrazen model hráze. [23]



Obrázek 2.11: Hráz [23]

Aby se zamezilo průsakům vody nebo případným erozím, které by mohly způsobit poškození, musí být hráz nepropustně spojena s podložím. V případě povodní by hráz každé vodní elektrárny měla mít pod úrovní své koruny bezpečnostní přelivy, které chrání konstrukci hráze. Nepostradatelná je i spodní výpust v tělese hráze, která umožňuje regulaci zvýšené vodní hladiny, případně částečné nebo úplné vypuštění přehrady při její rekonstrukci nebo revizi. První hráze byly pravděpodobně stavěné ze dřeva, později se jako hlavní stavební materiál osvědčil kámen ve zděné formě. V posledních desetiletích se ukázal nejperspektivnějším materiálem na stavbu hráze beton.

Je pevný, dobře tvarovatelný a odolný vůči vodě a má dostatečně dlouhou životnost. Největší hráze se staví pro vodní akumulaci elektrárny. Hráze vytvořené člověkem se dělí podle struktury na gravitační, klenuté betonové hráze a hráze s opěrnými pilíři. Typ hráze záleží na charakteru údolí a podloží, dostupnosti stavebního materiálu a rozsahu vodního díla. [23]

Sypané gravitační hráze vzdorují tlaku vody svou hmotností. Lze je plnit kameny nebo zemí. Návodní strana kamenné sypané hráze bývá pokryta vodotěsnou vrstvou, která může být z kamenných desek, betonu, ocelových plátů nebo jiného materiálu, který je voděodolný. Hráze vyplněné ztuhlou zemí mají vodní stranu postavenou z pevného materiálu, aby se zabránilo možné erozi výplňového materiálu. Centrální jádro (vrstva nepropustného jílu) zajišťuje vodotěsnost hráze a zabraňuje prosakování vody. Ukázka thajské sypané hráze přehrady Ratchaprapha je na obrázku 2.12. [23]



Obrázek 2.12: Sypaná hráz přehrady Ratchaprapha v Thajsku [23]

Dalším typem jsou betonové klenuté hráze. Jsou to tenké skořepiny ukotvené pevně v podloží ve strmých svazích hlubokých kaňonů. Stabilitu je dosaženo rozložením hydrostatických sil vody do oblouku (klenby) a působením gravitačních sil hráze na podloží. Vypuklé těleso hráze proti proudu přenáší obrovský tlak vody na kamenné stěny kaňonu. Na pohled jsou tyto hráze impozantní. Výhoda těchto hrází je, že vyžadují nejméně materiálu na svou stavbu. Podtypů klenutých hrází existuje několik. Na obrázku 2.13 je impozantní betonová klenbová Hooverova přehrada ležící na řece Colorado v USA. Tato přehrada je vysoká 220 m a dlouhá 379 m. Ve své době představovala vrchol stavitelského umění. [23]



Obrázek 2.13: Hooverova přehrada v USA [23]

Předposledním typem jsou gravitační betonové hráze, které se budují z těžké směsi betonu a kameniva. Tyto hráze zadržují vodu na základě své hmotnosti. Nejvíce zatíženým bodem hráze je konec základny na vzdušné straně. Betonové gravitační hráze mají trojúhelníkový průřez se silnější základnou a horní částí tenčí. Vodní strana je kolmá k vodní hladině. Hráze jsou zkonstruované tak, že každá její část je samostatně stabilní nezávisle od jiných částí. Typickým zástupcem rovných gravitačních betonových hrází je přehrada Grand Coulee na řece Colorado, jež je zobrazena na obrázku 2.14. [23]



Obrázek 2.14: Gravitační hráz přehrady Grand Coulee v USA [23]

Posledním typ hráze je hráz s opěrnými pilíři. Tyto hráže jsou železobetonové a na vzdušné straně jsou vyztuženy několika pilíři. V závislosti na konstrukci a velikosti hráže jsou pilíře rozmístěny každých 5 až 30 metrů. Na tělo hráže může být použito méně stavebního materiálu. Opěrné pilíře nižší hráže nacházející se poblíž italských Dolomit lze vidět na obrázku 2.15. [23]



Obrázek 2.15: Hráz s opěrnými pilíři poblíž italských Dolomit [23]

Královnou všech vodních elektráren je vodní elektrárna Tři soutěsky na řece Jang-c'-ťiang (obr. 2.16). Typ hráže přehrady je gravitační betonová. V současné době je to největší a nejvýkonnější vodní elektrárnou na světě. [8]



Obrázek 2.16: Vodní elektrárna Tři soutěsky v Číně [8]

Přehradní nádrž

Nádrž vodního díla je uměle vytvořený prostor pro akumulaci vody vzniklý činností člověka nejčastěji přehrazením řeky nebo potoka hrází ve vyhovujícím místě. Největší nádrže se staví pro energetické účely, nezanedbatelná je ale i jejich funkce závlahová, hospodářská nebo rekreační. Přehradní nádrže mohou být i zdrojem pitné vody pro vodárny či technologické vody pro průmysl. Vodní nádrže jsou mimo jiné účinnou ochranou před povodněmi díky své retenční schopnosti. U nádrží jde často o kombinace dvou i více uvedených funkcí. Vodní energetické dílo vzniklé přehrazením vodního toku se nazývá přehrada. Přehrada je tvořena přehradní hrází a přehradní nádrží.

Pro vodní elektrárny průtočné (říční) se staví menší přehrady, kde průtok nad hrází je stejný jako odtok vody z vodní elektrárny a maximální hltnost turbín je stejná jako původní průměrný průtok v korytu řeky. Zde hráz tvoří minimální spád pro práci turbín a zabezpečuje malé vyrovnaní kolísání průtoku. Takovou vodní elektrárnu lze vidět na obrázku 2.17. Jedná se o průtočnou vodní elektrárnu na řece Rýn. Má jen malou vodní nádrž, protože zde není potřeba akumulovat velké objemy vody. [27]



Obrázek 2.17: Průtočná vodní elektrárna na řece Rýn v Německu [27]

Větší hráže se staví u akumulčních elektráren zadržujících větší objem vody v přehradních nádržích. Z hlediska výkonu patří akumulční elektrárny k největším energetickým zdrojům. Hltnost turbín zde převyšuje průměrný průtok. Poněvadž akumulční elektrárny pracují v cyklech, dochází k tomu, že se pravidelně střídá fáze výroby špičkové elektrické energie a fáze akumulace vody. Pravidelné střídání fází má za následek značné kolísání hladiny v přehradní nádrži. Specifickým příkladem jsou přečerpávací vodní elektrárny, ty mají dvě nádrže – horní a dolní. Ve fázi výroby elektrické energie voda proudí z horní nádrže přes turbínu do dolní nádrže. Horní nádrž je většinou uměle vybudovaná, bez přítoku a na vyvýšeném blízkém místě. Akumulaci vody za-

jišťuje elektrárna pracující v čerpadlovém režimu – voda se čerpá z dolní nádrže do horní. Výhodou přečerpávání je využití levné elektřiny v době jejího přebytku a v čase nedostatku slouží k výrobě elektřiny dorovnávací špičky. Na obrázku 2.18 je vidět uměle vybudovaná horní nádrž přečerpávací elektrárny Dlouhé stráně. [27]



Obrázek 2.18: Přečerpávací elektrárna Dlouhé stráně [27]

Vodní turbína

Vodní turbína je základní zařízení, které se používá k přeměně tlakové kinetické energie vody na mechanický rotační pohyb hřídele. Tento rotační pohyb se v dnešní době nejčastěji používá k pohonu elektrického generátoru, jenž vyrábí elektrickou energii. Princip práce vodní turbíny není příliš složitý. Voda slouží jako nositel využitelné energie a je přiváděna z výše položené nádrže přivaděčem k turbíně. Nastavitelné rozváděcí trysky nebo lopatky nasměrují proud vody na lopatky běžného kola, které převezme velkou část její kinetické energie a následně se roztočí. Vzniklý rotační pohyb oběžného kola turbíny se přenesou přes hřídel na rotor generátoru, který na základě elektromagnetické indukce vyrobí elektřinu. Voda, jež vystupuje z turbíny potrubím, je odvedena zpět do svého původního řečiště nebo do dolní vyrovnávací nádrže.

Vodní turbíny se dělí na základě několika kritérií. Nejzákladnějším dělením turbín je dělení podle způsobu předání energie a tlakových poměrů v oběžném kole na turbíny rovnotlaké a přetlakové. U turbín rovnotlakých (akčních) se celý spád prostřednictvím působícího hydrostatického tlaku transformuje v kanálech s rozváděcími lopatkami na kinetickou energii, která je předána lopatkám oběžného kola. Při průchodu oběžným kolem se tlak nemění. Voda po odevzdání energie lopatkám oběžného kola jednoduše padá pod turbínu a odpadním kanálem je odvedena mimo elektrárnu. Zástupcem rovnotla-

kých turbín je Peltonova turbína. Druhým typem jsou turbíny přetlakové (reakční), kde se část tlakové energie mění v energii kinetickou v rozváděcích kanálech a část při průchodu oběžným kolem. Při vstupu má voda do oběžného kola určitý statický přetlak oproti tlaku na výstupu z oběžného kola. Napojením výstupu turbíny na sací odpadní potrubí, nebo-li savku, lze v přetlakové turbíně využít celou spádovou výšku (celý výškový rozdíl hladin horní a dolní nádrže). Zástupcem přetlakových turbín jsou Francisova a Kaplanova turbína. U přetlakových turbín je důležité, aby spád byl do cca 400 metrů. [25]

Kaplanova turbína

Tato turbína je určena pro menší spády a relativně větší průtoky. Díky natáčivým lopatkám rozváděcího i oběžného kola dokáže turbína pracovat se stejnou účinností i při sníženém nebo proměnlivém průtoku. Možnost kombinace natočení rozváděcích a oběžných lopatek poskytuje této turbíně širokou variabilitu použití a maximalizaci možného výkonu. Z hlediska konstrukce je turbína složitější, centrální částí rotoru prochází mechanismus natáčení lopatek. Právě toto zvyšuje její pořizovací cenu a následné náklady na údržbu. Výhodou této turbíny je dobrá výkonová charakteristika při malém spádu a kolísavém průtoku. Turbína dokáže pracovat se skoro stejnou účinností v širokém rozsahu zatížení. Lopatky oběžného kola se vyrábí z nerezavějící oceli nebo ocelolitiny. Před použitím se lopatky musejí důkladně vyhladit, aby se minimalizovaly ztráty třením a aby byla lopatka dostatečně odolná vůči kavitaci. Účinnost Kaplanových turbín dosahuje přes 90 %. V Čechách se lze s tímto typem turbín setkat pouze v některých elektrárnách, a to konkrétně na Vltavských kaskádách – Orlická a Slapy nebo v průtočné elektrárně Lipno II. Rotor přetlakové Kaplanovy turbíny lze vidět na obrázku 2.19. [25]



Obrázek 2.19: Kaplanova turbína [25]

Francisova turbína

Tento typ turbíny je v energetice nejpoužívanější. Voda zde vstupuje do oběžného kola radiálně a vystupuje axiálně. Kapalina mění svůj tlak během celého průchodu vodním strojem. S poklesem tlaku je spojena i transformace tlakové energie v kinetickou, část se mění v rozváděcích kanálech a část při průchodu oběžným kolem. Francisova turbína s pevnými lopatkami oběžného kola může být použita pro poměrně široký rozsah spádů i průtoků. Turbína se reguluje natáčením lopatek rozváděcího kola, které jsou umístěné po celém obvodu turbíny. Regulace umožňuje zajistit stálé otáčky turbosoustrojí i při měnícím se průtoku. Natáčecí lopatky rozváděcího kola umístěné kolem pevného oběžného kola upravují směr a rychlost protékající vody. Účinnost Francisových turbín dosahuje až přes 90 %. Dokáže zpracovat spády i několik stovek metrů až do cca 500 metrů. Turbína pohání generátory s výkonem do 1000 MW. U Francisových turbín největší oběžná kola dosahují průměrů přes 10 metrů. Výhodou této turbíny je snadná použitelnost v přečerpávacích elektrárnách. V České republice se s tímto typem turbín můžeme setkat v přečerpávací elektrárně Štěchovice nebo ve vodní elektrárně Lipno I. Rotor malé Francisovy turbíny s pevnými lopatkami lze vidět na obrázku 2.20. [22]



Obrázek 2.20: Francisova turbína [22]

Peltonova turbína

Tato vodní turbína je určena především pro velké spády a relativně malé průtoky vody. Většinou se instaluje v horizontálním provedení, pokud je zapotřebí větších výkonů, možná je ale i instalace vertikální. Do turbíny je voda přiváděna tlakovými přiváděči na jejichž konci je osazena jedna nebo několik ostříkových dýz. V dýzách se tlaková energie vody mění na kinetickou energii vodního paprsku a ten je nasměrován na oběžné kolo s dvojitými lžícovitými lopatkami. Při průchodu oběžným kolem se tlak nemění. Po opuštění lopatky voda padá s minimální zbytkovou rychlostí volně do odpadu pod turbínu a odpadním kanálem je odvedena bez užitku mimo elektrárnu.

U Peltonovy turbíny dosahuje účinnost až 95 %. Regulace turbíny spočívá ve škrcení dýz (neboli uzavíráním výtokových otvorů dýz) centrální regulační jehlou. Dýza je úzká trubice sloužící k zvyšování výtokové rychlosti tekutin. Pokud je nutné odstavení turbíny, nejdříve je vodní paprsek odkloněn od oběžného kola a následně je zmenšován průřez dýzy zasouváním jehly. Takovýmto postupem se zamezí vzniku nebezpečných tlakových rázů v přívodním potrubí. Tento typ turbín se používá velmi často v horských oblastech, kde mají říčky velký spád, ale malý průtok. Pro použití tohoto typu turbín v energetice se výkon pohybuje až do 200 MW. U nás v České republice se s tímto typem příliš nesetkáváme, neboť zde nejsou optimální podmínky pro použití tohoto typu turbín. Přesto se lze s tímto typem elektrárny setkat, a to v přečerpávací elektrárně Třebušice. Oběžné kolo Peltonovy turbíny s dvojitými lžícovitými lopatkami lze vidět na obrázku 2.21. [22]



Obrázek 2.21: Peltonova turbína [22]

Vajontská tragédie

Za zmínku stojí Vajontská tragédie. Vajont je přehrada, která je vybudovaná na italské řece Vajont. Šlo o stavbu prohnuté hráze, jež měla vyplnit soutěsku a vytvořit jezero o objemu 180 000 000 m³. Již při výstavbě a napouštění této přehrady docházelo k sesuvům půdy, práce na výstavbě ale pokračovaly dál. Po větším sesuvu půdy bylo rozhodnuto, že přehrada Vajont nebude z hlediska bezpečnosti plně napuštěná, aby nedošlo ke krizovému scénáři. Netrvalo dlouho a voda byla napuštěna nad plánovanou hladinu. Večer 9. října v roce 1963 došlo k obrovské tragédii. Z úbočí hory se kvůli podmáčení odtrhla ohromná masa skály, lesa a zeminy, která se během 45 sekund

rychlostí okolo 100 km/hod sesunula do nádrže. Jednalo se zhruba o 260 000 000 m³ hmoty – šlo o větší objem než byl objem nádrže. Sesuv nádrž zcela zavalil a způsobil vznik dvou vln. Vlna, která mířila k hrázi, byla 250 m vysoká a měla podstatně větší dopad. Vlna se převalila přes hráz a dopadla velkou silou na obec situovanou pod Vajontskou soutěskou. Gigantická masa vody dopadla na vesnici a vytvořila 60 metrů hluboký kráter. Tato katastrofa si vyžádala přes 2 000 lidských obětí a vesnice byla zcela zničena. Samotná hráz zůstala bez úhony a stojí dodnes. [5]

Shrnutí

Dnes je globálně vodní síla nejdůležitějším obnovitelným zdrojem energie. V rozvinutých částech světa jsou však možnosti zvyšování využití vodní energie pro produkci elektřiny už velmi omezené. Odhaduje se, že po využití potenciálu v rozvojovém světě dosáhne produkce energie z vodních zdrojů asi 40 000 TWh ročně. [2]

2.1.4 Energie mořské vody

Energetický potenciál nemá jen tekoucí voda v krajině. V mořích a oceánech se také ukrývá obrovské množství energie. Lze využít energii mořského přílivu a odlivu, vln a proudů nebo tepelnou energii moří a oceánů a přeměnit ji na elektřinu.

Přílivové elektrárny pracují na principu zachytávání vody při vysokém přílivu. Voda se nahromadí v bazénu v době přílivu a při odlivu se vypouští přes bariéru, ve které jsou nainstalovány turbíny. Tyto turbíny lze využít v obou směrech, ekonomičtější je ale využití turbín pouze při odlivu. Takovýto typ elektráren je provozován například ve Francii, Rusku nebo v Číně. Největší přílivová elektrárna na světě Shiwa se nachází v Jižní Koreji. Tato elektrárna byla spuštěna v roce 2011, její výkon je 254 MW a překonala doposud největší přílivovou elektrárnu ve Francii na řece Rance, jejíž výkon je 240 MW. [26]

2.1.5 Energie biomasy

Organický nefosilní zdroj, který obsahuje vázanou chemickou energii, je právě biomasa. Kromě rostlinného materiálu do biomasy patří i odpady živočišné výroby a organické složky průmyslových a komunálních odpadů. Biomasa je považována za významný obnovitelný zdroj energie s minimálním vlivem na tvorbu skleníkových plynů. Může vyrábět elektrickou energii a teplo nejen přímým spalováním, ale lze ji i přeměnit na plyn nebo kapalné palivo. Nejpoužívanějším druhem tuhých paliv z biomasy je dřevo ve formě polen, lisovaných peletek, brikety, sláma nebo sekaná dřevní štěpka. Někdy je zapotřebí biomasu dosušovat. Biomasa se následně spaluje ve speciálně upravených kotlích tepelných elektráren. V tepelných elektrárnách vzniká tepelná energie, která se

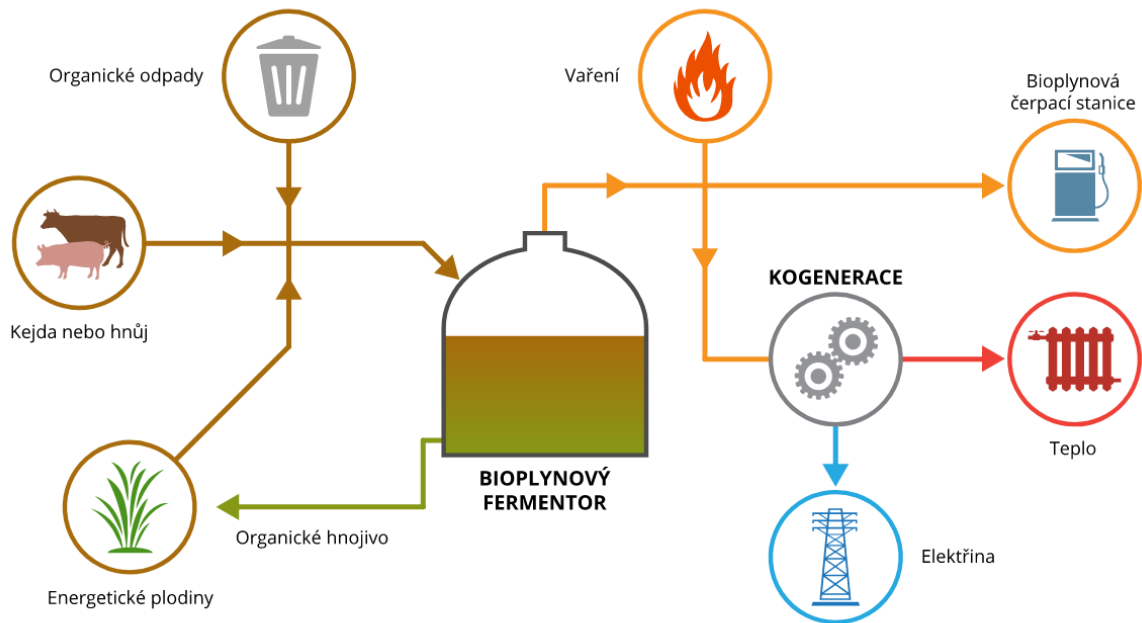
následně využívá na výrobu elektrické energie parním cyklem nebo je dodávána odběratelům ve formě tepla k vytápění. V poslední době dochází i ke značnému rozšíření klasických kotlů fosilních elektráren a je umožněno společné spalování uhlí i biomasy. Výsledkem tohoto společného spalování je menší spotřeba fosilních paliv a následně i méně znečišťujících látek v ovzduší při zachování stávajícího výkonu elektrárny. Například v Hodonínské elektrárně je již od roku 2009 jeden z bloků elektrárny určen výhradně ke spalování čisté biomasy. Toto zařízení disponuje elektrickým výkonem až 30 MW a denně si vyžádá až 1 200 tun biomasy. Biomasa se na rozdíl od fosilních paliv považuje za CO₂ neutrální, poněvadž se při jejím spalování uvolní do ovzduší pouze takové množství CO₂, které rostlina během svého růstu přijala. Pokud dojde k nahrazení fosilních paliv biomasou, dojde ke snížení produkce skleníkových plynů a omezení emisí síry.

Význam bioenergie poroste, bude ale potřeba postupovat uvážlivě zejména s ohledem na produkci potravy a na průmysl papíru a dřeva. Problém bude zachování biodiverzity a dostatku půdy pro produkci potravy pro rostoucí světovou populaci. Do budoucna bude důležité soustředit využití biomasy na lokální úroveň s důrazem na zbytky po dřevařském průmyslu a po zemědělské produkci. Potenciál biomasy pravděpodobně nepřesáhne 35 000 TWh ročně. [18]

Zpracování biomasy fermentací

Dalším ze způsobů využití biomasy je její transformace do podoby kapalných, tuhých nebo plyných biopaliv a jejich následné použití v klasických tepelných elektrárnách nebo kombinovaných výrobnách elektrické energie a tepla. Vstupy a výstupy fermentačního procesu lze vidět na obrázku 2.22. Jde především o tuhé komunální odpady uložené na řízených skládkách, odpadní vody, kalý z čistíren odpadních vod nebo odpady potravinářské a živočišné výroby. Následně lze tyto druhy biomasy přeměnit na bioplyn pomocí řízeného fermentačního procesu. Bioplyn může posloužit k vytápění nebo na výrobu elektrické energie a tepla v kogeneračních jednotkách.

Látky, které vznikají při živočišné výrobě, jako je například kejda z chovu vepřů, slamnatý kravský hnůj nebo odpady ze zpracování zvířat a potravinářské výroby, se zpracovávají ve vyhnívacích reaktorech bioplynových stanic. Děje se tak pomocí anaerobních fermentačních procesů bez přístupu vzduchu. Následně jsou tyto látky přetvářeny v organická hnojiva a bioplyn. Bioplyn je směs převážně methanu (40-75 %) a oxidu uhličitého (25-55 %), přítomný je ale i čistý vodík. Nežádoucími složkami bioplynu jsou naopak čpavek a sirovodík. Tyto složky by měly být z bioplynu odstraněny před jeho použitím, aby nepůsobily na zařízení agresivně. [19]



Obrázek 2.22: Proces fermentace biomasy v bioplynové stanici [19]

2.2 Neobnovitelné zdroje

2.2.1 Uhelná energie

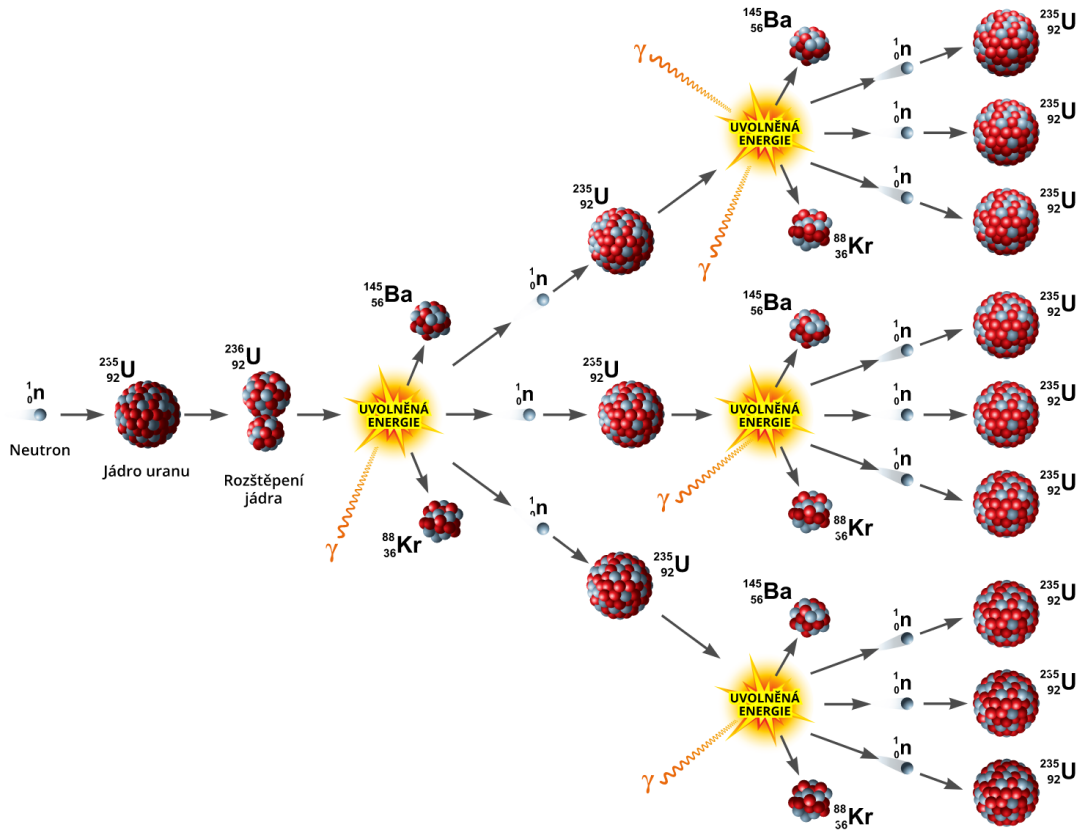
Základním principem uhelné elektrárny je přeměna tepelné energie na mechanickou a následná přeměna mechanické energie na energii elektrickou. Ze zásobníků paliva se pásovými dopravníky dopravuje uhlí do mlýnů, kde se suší a mele na jemný prášek. Uhlí se vhání vzduchem do hořáků kotle. Uvolněné teplo v kotli ohřívá vodu procházející trubkami uvnitř kotle a mění ji v páru o teplotě 530-550 °C. Proudící pára mří do turbíny a roztáčí její lopaty, čímž mění svou vnitřní energii na energii kinetickou. Turbína je spojena hřídelí s generátorem, ve kterém vzniká elektromagnetickou indukci elektrická energie. Toto soustrojí se otáčí rychlostí 3 000 otáček za minutu. Přes transformátory se elektrina z generátoru vyvádí do elektrické sítě. Pára odchází do kondenzátoru, kde se ochlazuje a po zkondenzování se voda čerpadly vhání zpět do trubek kotle, kde se celý cyklus znovu opakuje. Chladicí okruh kondenzátorů prochází většinou přes chladicí věže, kde se teplá voda rozstříkuje a chladí protitahem venkovního vzduchu. Chladná voda se z bazénů pod chladicími věžemi čerpá zpět do kondenzátorů. Vyrobená pára v kotlích nemusí být využita pouze k výrobě elektrické energie, ale může také sloužit k vytápění přilehlých měst nebo obcí. Ze spalin se odstraňují v odlučovačích tuhé znečišťující látky, jako je například prach, saze a popílek.

Děje se tak pomocí elektrostatického odlučovače, což je systém elektrod okolo kterých procházejí spaliny. Prachové částice se elektrostaticky nabíjí na nabíjecích elektrodách a přitáhnou se k opačně nabitým sběrným elektrodám, ze kterých se mechanicky oklepávají do výsypek. Účinnost elektroodlučovačů je více než 99 %.

Od konce roku 1998 jsou všechny elektrárenské kotle ČEZ odsiřované. V absorberu kouřové plyny procházejí několikastupňovou sprchou, která rozstříkuje vápencovou suspenzi – mletý přírodní vápenec smíchaný s vodou. Oxid siřičitý chemicky reaguje a na dně absorberu se hromadí vrstva sádrovce, který se následně využívá jako druhotná surovina. Tímto způsobem se odstraní až 95 % oxidu siřičitého z kouřových plynů. Vyčištěné a odsířené spaliny odcházejí do komína. [29]

2.2.2 Štěpná jaderná energie

Jaderná reakce je jaderná přeměna, jenž je vyvolaná interakcí s jiným jádrem, nukleonem nebo neutronem. Jaderná přeměna je proces, při kterém samovolně nebo vnějším zásahem dochází ke změně složení jádra atomu. Jaderné reakce se dělí podle různých kritérií. Jaderné přeměny tedy můžeme rozdělit na transmutace (přeměny prosté), jaderné fisí (jaderné štěpení) a jadernou fúzi (termonukleární syntézu), které se budeme podrobněji věnovat v následující kapitole. Princip štěpné jaderné reakce spočívá v tom, že původní jádro je zasaženo částicí a rozštěpeno na dvě další atomová jádra s výrazně odlišnými protonovými čísly od čísla původního. Z hlediska využití pro jadernou energetiku má význam pouze štěpení nuklidu uranu ^{235}U účinkem neutronů. Při štěpení jádra uranu vylétne vždy i několik neutronů, nejčastěji dva nebo tři. Ty mohou narazit do dalších jader uranu a vyvolat další štěpení, tak vzniká řetězová reakce. Pokud bychom takovéto reakci nechali volný průběh, stane se z ní neřízená reakce, což je v jaderných elektrárnách nežádoucí. Schéma řetězové štěpné reakce lze vidět na obrázku 2.23. Vhodně zvolenou látkou lze přebytečné neutrony lapat a tím reakci řídit.



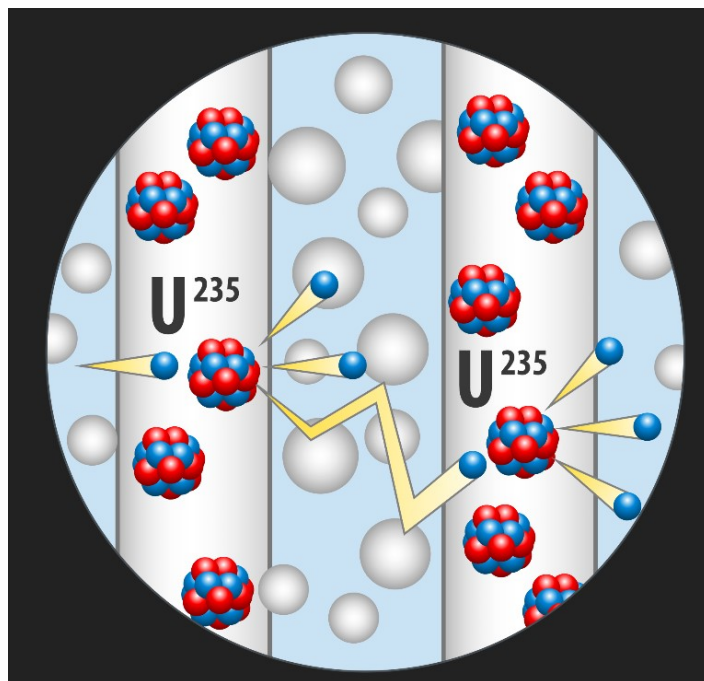
Obrázek 2.23: Schéma štěpné jaderné reakce [24]

Pro udržení řetězové reakce je důležitý multiplikační faktor k , který je definovaný jako průměrný počet neutronů existujících na konci každé generace připadající na jeden neutron generace předcházející. Pokud soustava soustava splňuje $k = 1$, nazývá se kritická. Je to charakteristický stav pro normální provozní chod reaktoru. Pokud je $k < 1$, znamená to, že v každé následující generaci bylo méně neutronů, než v generaci předcházející. Tato soustava se nazývá podkritická. V takové soustavě se počet štěpných reakcí za časovou jednotku postupně zmenšuje, řetězová reakce se nemůže udržet a nakonec dojde k jejímu zastavení. V reaktoru se tento stav využívá pouze v případě, kdy je potřeba zastavit chod reaktoru. Aby došlo k zmíněnému stavu, do reaktoru je potřeba zasunout tyče z materiálu absorbující neutrony. Pokud je $k > 1$, soustava se nazývá nadkritická. Za takových podmínek výkon reaktoru a počet štěpných reakcí za časovou jednotku roste velmi rychle. Je to stav, který je pro reaktor nebezpečný. Mohlo by to vést k poškození, popřípadě i k trvalému zničení aktivní zóny reaktoru přehřátím. Z následujícího vztahu 2.1 lze odhadnout hodnotu k pro kritický stav.

$$k = i p \frac{f_{235}}{f_{235} + z_{235} + \sum z_n} \quad (2.1)$$

V rovnici 2.1 označuje i průměrný počet neutronů uvolněných při štěpení, p označuje pravděpodobnost, že nenastane únik neutronů, f_{235} označuje počet štěpení jader ^{235}U , z_{235} označuje počet záchytnů na jádrech ^{235}U a $\sum z_n$ značí součet počtu záchytnů na ostatních nuklidech.

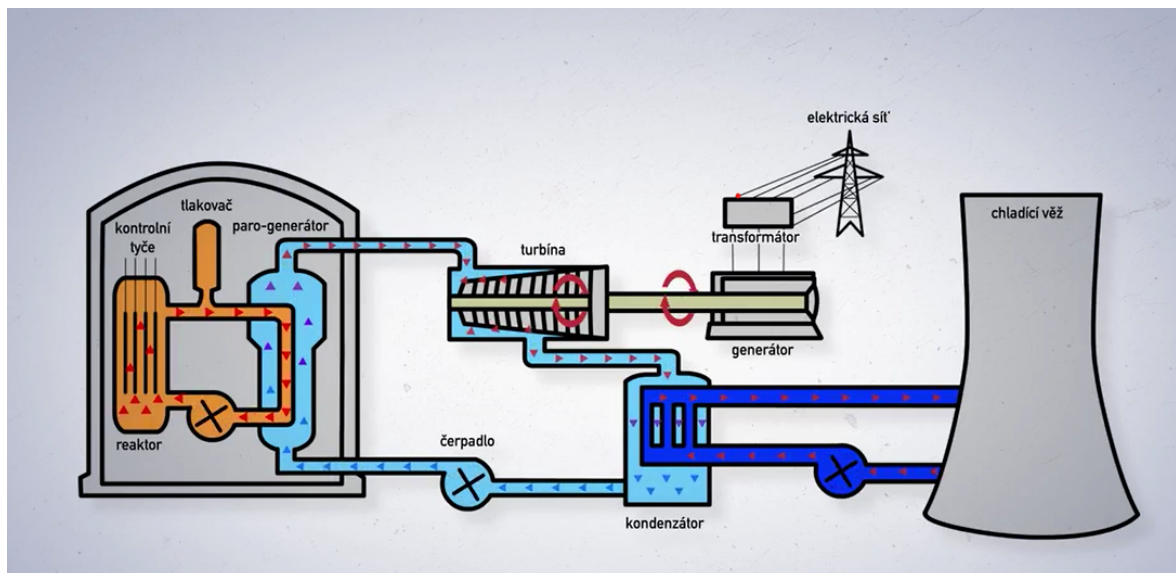
K nastartování reaktoru je zapotřebí vnější neutronový zdroj, protože neutrony ze samovolného štěpení by nestačily na spuštění řetězové reakce. Neutron, který vylétne ze štěpeného jádra, má velmi vysokou energii. Pravděpodobnost štěpení jádra uranu je větší, čím pomalejší jsou ostřelující neutrony. Aby se tedy pravděpodobnost zvýšila, je zapotřebí neutron zpomalit a snížit tak jeho energii. Látka zpomalující neutrony se nazývá moderátor. Neutron se nejlépe zpomalí srážkou s jádrem, které je přibližně stejně velké jako samotný neutron, což je například jádro atomu vodíku tvořené jediným protonem. U nás v České republice se jako moderátor používá voda. Aby se reakce nemohla rozvíjet nekontrolovatelně a živelně, je v reaktoru absorbátor, který pohlcuje přebytečné neutrony. Princip práce moderátorů neutronů lze vidět na obrázku 2.24.



Obrázek 2.24: Princip práce moderátoru neutronů [24]

Jaderný reaktor se skládá z paliva, regulačních tyčí a bezpečnostních tyčí. K odvodu vzniklého tepla slouží chladivo (v některých případech totožné s moderátor). Pomocí regulačních tyčí se reguluje množství volných neutronů v reaktoru a tím i průběh štěpení a výkon reaktoru. Okamžité zastavení reakce zajišťují bezpečnostní tyče, jež obsahují větší množství absorbátoru. Jako absorbátory slouží tyče z kadmia nebo bóru. V českých jaderných elektrárnách Temelín i Dukovany se používá lehkovodní tlakové reaktory PWR (z anglických slov Pressurized light-Water moderated and cooled Reactor). Primární okruh jaderné elektrárny se skládá z jaderného generátoru

a parogenerátoru. Parogenerátor využívá teplo uvolněné při štěpení uranu, které je dopraveno chladičem z jaderného reaktoru k vytvoření páry v sekundárním okruhu, která poté mří do turbíny. Jaderný reaktor a parogenerátor jsou v hermeticky uzavřené betonové budově v takzvaném kontejnmentu. Kontejnment je sestaven tak, aby odolal zemětřesení nebo dokonce pádu meteoritu. Sekundární okruh slouží k transportu páry a přeměně její vnitřní energie na točivý pohyb turbíny. Tvoří ho parogenerátor, turbína, generátor, kondenzátor a čerpadla. Je to uzavřený systém bránící případnému uniknutí radiace. Pára proudící zkrz lopatky turbíny ji roztáčí a tím pohání generátor elektrické energie. Vyrobena elektrická energie se po transformaci rozvádí do elektrické sítě. V kondenzátoru se pára mění zpět na vodu a vrací se zpět do parogenerátoru. V terciálním (chladičím) okruhu proudí chladící voda, která v kondenzátoru odebírá páře její teplo. Voda ohřátá v kondenzátoru se ochlazuje proudícím vzduchem v chladičí věži. Do ovzduší stoupá z věže jen čistá vodní pára. Schéma jaderné elektrárny je na obrázku 2.25.



Obrázek 2.25: Schéma jaderné elektrárny [9]

Výhody a nevýhody využití štěpné jaderné energie

Výroba elektrické energie ze štěpné jaderné energie je velmi efektivní a spolehlivá. Výkon se dá u moderních bloků velmi dobře regulovat a udržovat tak stabilitu elektrické sítě. Výhodou jaderných elektráren je minimální produkce emisí. Dále mají jaderné elektrárny nižší palivové náklady, nižší spotřebu paliva a možnost skladování paliva na velmi dlouhou dobu provozu, což je bezpochyby velkou výhodou. Problematické je však uložení vyhořelého paliva, které je značně radioaktivní. Oproti uhelným elektrárnám jsou zde také značně vyšší nároky na bezpečnost a technologické postupy jsou složitější a náročnější. To se projevuje na delší době a vyšších nákladech jejich výstavby a jejich

následný provoz. Značnou nevýhodou jsou i možné jaderné havárie, při kterých může dojít k velkým únikům radiace. Lidstvo se s velkými jadernými katastrofami setkalo například v roce 1986 v ukrajinském Černobylu a naposledy v roce 2011 v japonské jaderné elektrárně Fukušima. Následky těchto havárií přetrvávají dodnes. [10, 13, 24]

2.2.3 Jaderná fúze

Jaderná fúze (syntéza) je jeden z druhů jaderných reakcí. Fúze funguje na jednoduchém principu. Pokud se za vhodných podmínek srazí dva izotopy lehkých prvků, atomy překonají své přirozené odpudivé síly a spojí se. Výsledkem takovéto reakce je obrovské množství vyprodukované energie. Jaderná fúze je již dlouho považována za jakýsi „svatý grál“ energetického výzkumu. Lidstvo již celá desetiletí zápasí s problémem dodávání paliva pro fúzní reakci a také s udržením vhodných podmínek pro její průběh. Palivo musí dosahovat obrovských teplot až přes 80 miliónů stupňů Celsia. Nejúspěšnější experimenty dokázaly během fúze vytvořit rozpálené plazma s teplotou více než 200 miliónů stupňů Celsia. Nejdéle se podařilo udržet termojadernou fúzi po dobu 102 sekund v roce 2016 v čínském Tokamaku EAST. Největší pokroky v této oblasti přicházejí z Německa, kde je umístěný výzkumný reaktor Wendelstein 7-x. Ten při úspěšném testu dosáhl teploty téměř 100 miliónů stupňů Celsia. Přestože jsou tyto experimenty označovány jako průlomové, z pohledu celé problematiky energetického využití fúze jde pouze o malé krůčky. Abychom dosáhli uspokojivých výsledků, bude zapotřebí ještě desítky podobných objevů. Lepší pohled na současné problémy a celkové využití fúze bychom mohli dostat v následujícím desetiletí. Díky mezinárodní spolupráci by měl být postaven dosud největší fúzní reaktor na světě. Pod názvem ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) se skrývá projekt, který spojí do jednoho reaktoru vše, co o fúzi doposud víme. Zatím jde o největší naději pro spolehlivé dosažení rentabilního provozu fúzního reaktoru. Dosažení kritické teploty, hustoty stavů a hustoty plazmatu, kdy by fúzní reakce měla vytvářet více energie, než je potřeba pro její vytvoření a provoz. Podle projektu má fúzní reaktor produkovat výkon 500 MW při energetickém příkonu 50 MW. ITER by měl být navíc schopen udržet hořící plazma nejméně půl hodiny. Na výstavbě fúzního reaktoru ITER se podílí Evropská unie s dalšími šesti zeměmi – USA, Rusko, Čína, Japonsko, Jižní Korea a Indie. ITER by měl být nástupcem anglického JETu, bude ale využívat jeho technologie v mnohem větším rozměru. Divortory, v nichž probíhá termonukleární reakce, jsou zařízení na dně prstence sloužící k odčerpávání nabitých částic vznikajících při reakci. Divortory by měly být z wolframu a berylia a budou zachytávat odpadní materiál ze zapáleného plazmatu za provozu reaktoru. Umožňují tak plně ovládat reaktor. ITER by měl pro vytváření magnetického pole využívat supravodivých magnetů. Tyto magnety by měly významně snížit celkovou energetickou spotřebu zařízení a umožnit tak delší a stabilnější produkci

plazmatu. V roce 2006 ITER obdržel první oficiální schválení. Předpokládalo se, že dosažení první fúze bude v roce 2016, již nyní je ale tento cíl opožděn o minimálně 10 let. Hlavními viníky tohoto zpoždění jsou problémy se stavebními díly a nehody ohledně výstavby. Letecký pohled na ITER v roce 2020 lze vidět na obrázku 2.26.

Vědci tvrdí, že jsme stále 30 let od zvládnutí jaderné fúze. Je to cesta, na které narážejí na spoustu překážek nejen technických, ale i politického a ekonomického charakteru. „Otec tokamaku“ – sovětský fyzik Lev Artsimovich řekl, že: „Fúze bude připravena ve chvíli, kdy ji společnost bude potřebovat.“ [10, 15, 16]



Obrázek 2.26: Letecký pohled na ITER [7]

3. Výuka fyziky

3.1 Fyzika a její zařazení v rámci RVP

Podle Rámcového vzdělávacího programu (RVP) se Fyzika společně s Chemií, Přírodopisem a Zeměpisem řadí do celku Člověk a příroda. Tato vzdělávací oblast zahrnuje okruh problémů spojený se zkoumáním přírody. Žákům poskytuje prostředky a metody pro hlubší porozumění přírodním faktům a jejich zákonitostem. Vzdělávací obory oblasti Člověk a příroda svým činnostním a badatelským charakterem výuky umožňují žákům hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů a tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikací v praktickém životě. Při studiu přírody specifickými poznávacími metodami si žáci osvojují důležité dovednosti. Jedná se především o rozvíjení dovedností, spolehlivé pozorování, experimentování, měření, vytváření a ověřování hypotéz o podstatě pozorovaných přírodních jevů. Žáci analyzují výsledky ověřování a vyvozují z nich patřičné závěry. Žáci se učí zkoumat příčiny přírodních procesů, souvislostí a vztahy mezi nimi. Kladou si otázky a hledají na ně odpovědi. Vysvětlují pozorované jevy, řeší poznávací nebo praktické problémy. Využívají poznání zákonitostí přírodních procesů pro jejich předvídání či ovlivňování.

Žáci postupně poznávají složitost a mnohotvárnost skutečnosti, podstatné souvislosti mezi stavem přírody a lidskou činností, především závislost člověka na přírodních zdrojích a vlivy lidské činnosti na stav životního prostředí a na lidské zdraví. Učí se zkoumat změny probíhající v přírodě, odhalují příčiny a následky ovlivňování důležitých místních i globálních ekosystémů.

Vzdělávací oblast Člověk a příroda na druhém stupni základních škol navazuje na vzdělávací oblast Člověk a jeho svět, který na elementární úrovni přibližuje přírodovědné poznávání žákům prvního stupně základního vzdělávání. Vzdělávací oblast Člověk a příroda kooperuje především se vzdělávacími oblastmi Matematika a její aplikace, Člověk a společnost, Člověk a zdraví, Člověk a svět práce a přirozeně i s dalšími vzdělávacími oblastmi, které nalezneme v RVP. [11]

3.2 Klíčové kompetence

Klíčové kompetence představují souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti. Cílem a smyslem vzdělávání je všechny žáky vybavit souborem klíčových kompetencí na úrovni, jenž je pro ně dosažitelná a připravit je tak na další vzdělávání a uplatnění ve společnosti. Osvojování klíčových kompetencí je složitý a dlouhodobý proces s počátky už v předškolním vzdělávání, pokračuje v základním a středním vzdělávání a postupně se dotváří v dalším průběhu života. V RVP pro základní vzdělávání je ve vzdělávacím obsahu učivo chápáno jako prostředek k osvojení činnostně zaměřených očekávaných výstupů, které se postupně propojují a vytvářejí předpoklady k účinnému a komplexnímu využívání získaných schopností a dovedností na úrovni klíčových kompetencí. V základním vzdělávání jsou za klíčové považované následující kompetence: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanské, kompetence pracovní a nově od příštího školního roku 2021/2022 přibude kompetence digitální. Na konci základního vzdělávání by měl žák ovládat běžně používaná digitální zařízení, aplikace a služby a využívat je při učení i při zapojení do života školy a do společnosti. Žák se dokáže samostatně rozhodnout o tom, které technologie pro danou činnost či řešený problém použít. Získá, vyhledá, kriticky posoudí, sdílí a spravuje data, informace a digitální obsah a k tomu volí způsoby, prostředky a postupy. Žák využívá digitální technologie, aby si usnadnil práci, zautomatizoval rutinní činnosti, zefektivnil či zjednodušil své pracovní postupy a zkvalitnil výsledky své práce. [11]

3.3 Základní koncepce/modely vyučování

Vyučování je forma cílevědomého vzdělávání a výchovy dětí, mládeže a dospělých. Škola je spíše konzervativní institucí, jež má tendenci uchovávat dosavadní koncepci výuky, pojetí výuky a osvědčené, zaběhnuté způsoby práce. Změny ve školství jsou obvykle spojeny s velkými reformami. Koncepce výuky stejně jako její pojetí odrážejí změny ve společnosti, tak jak v historii probíhaly. U nás v České republice jsou nejvíce rozšířeny dvě koncepce (modely, pojetí) vyučování a to transmisivně – instruktivní model vyučování (takzvané tradiční vyučování) a konstruktivistický model. Tyto modely jsou podrobně rozebrané v následujících podkapitolách. [1, 34]

3.3.1 Transmisivní vyučování

Transmisivní vyučování je založeno na východisku, že svět existuje nezávisle na člověku. Člověk přichází do světa a má úlohu objevitele. To co se děje uvnitř člověka, je

jako černá skříňka (black box). Víme, jaké podněty do ní vnikají a i to, jaký obraz (odpověď) z ní vychází. To co neznáme, je myšlení černé skříňky. Transmisivní vyučování představuje behaviorální model učení. Žákům je nový poznatek předkládán učitelem, velmi často prostřednictvím výkladu, dokazováním, opakováním nebo procvičováním. Z těchto jmenovaných výukových metod má v transmisivní výuce hlavní postavení metoda výkladu. V pedagogické praxi se tato metoda nevyskytuje sama, ale ve spojení s jinými výukovými metodami. Nejčastěji ve spojení s popisem a metodami názorně demonstračními. Z hlediska organizačních forem se používá převážně výuka frontální. Veškeré zdroje poznání přicházejí ze strany učitele, na žákovi je, aby si učivo osvojil. Učitel u žáka hodnotí míru a úroveň osvojení požadovaného učiva (rozsah i obsah) a koriguje případné chyby. Ač je tradiční výuka často kritizována, je třeba si uvědomit, že i dnes má transmisivní výuka ve škole svůj význam. Pomocí tradiční výuky má žák látku utříděnou v uceleném systému. Tradiční výuka je doporučována zejména v následujících situacích. Ke zprostředkovávání těžce pochopitelné, složité látky, jež vyžaduje širší znalosti i z dalších oblastí a odborných předmětů. [1, 34]

3.3.2 Konstruktivistické vyučování

Tento model vyučování konstruuje poznání na základě identifikace, diagnostiky vstupní úrovně poznání (prekonceptu) účastníka/účastníků vzdělávání. Prekoncept je subjektivní moment uchopení konceptu. Zatímco koncept je objektivní a intersubjektivním předpokladem prekonceptu, jeho obsah a vědění o něm je mezi lidmi intersubjektivně sdíleno. Prekoncepty navazují na dosavadní historickou normu znalostí konceptu, lze ji za určitých okolností inovativně překonávat a obohacovat. Tento dynamický, tvůrčí a historicky orientovaný přístup ke vztahu mezi koncepty a prekoncepty odpovídá konstruktivistickému pojetí poznávání. Tento model výuky tedy vychází z poznatků, jež jsou získány prostřednictvím osobních zkušeností žáka. Žák na získané zkušenosti navazuje a dále je rozvíjí. Důležitá je součinnost obou aktérů vzdělávání. Učitel žákovi pomáhá učivo interpretovat, rozvíjet, zpřesňovat a doplňovat poznané. Koncepte využívá vstupních prekonceptů žáka. Pro tento proces učení je velmi důležitá role učitele, který musí navrhnout a realizovat takové učební prostředí, které je nezbytné, aby žák získal znalosti, dovednosti, postoje a aby je využíval. Učitel by žákům neměl sdělovat „hotové“ poznatky. Učitel vytváří takové situace, které podporují diskuzi, vedou žáky k získání odstupů od svých vlastních vstupních prekonceptů, někdy i k rozvinutí nebo reorganizaci. Tento vyučovací postup při vhodném využití dovoluje překonávat různé potíže žáků s učením a zejména s motivací k němu. Probouzí a stimuluje zvědavost, posiluje sebedůvěru, povzbuzuje žáka, rozvíjí schopnost komunikace, aby žák usiloval o dosažení cíle. Je velmi důležité, aby učitel usiloval o vyrovnávání prekonceptů, které mohou představovat, nebo představují překážky pro další učení. Není snadné přímým

vysvětlením vyvrátit stávající chybné prekoncepty (miskoncepty). Často totiž bývají zabudovány do mnohem širší struktury, jenž pracuje se svými logickými operacemi a vytvořily si své významové systémy. [1]

3.4 Heuristická metoda výuky

Heuristická metoda vyučování se řadí mezi konstruktivisticky orientované metody. Tato metoda výuky předpokládá větší aktivní učení žáka. Při použití této metody žák prochází, zčásti za vedení učitele a zčásti samostatně procesem objevování poznatků. Ve zjednodušené podobě tento proces odráží poznávací cyklus odpovídající možnostem žáka tak, jak probíhá ve vědě: od identifikace problému a formulace hypotéz, přes výzkumný projekt, jeho provedení a zpracování jeho výsledků, k interpretaci výsledků a vyslovení závěrů s ohledem na testovanou hypotézu. Žák se při výuce vedené heuristickou metodou aktivně spolupodílí na hledání, objevování poznatků, kterým se má učit. Společnou prací učitele a žáků vznikají poznatky, přičemž míra samostatného aktivního podílu žáků může být různá. Proces objevování poznatků řídí učitel prostřednictvím otázek a instrukcí. Učitel rozděluje proces do větších či menších kroků, ve kterých žák pracuje samostatně a aktivně. Obtížnost a délku kroků učitel volí v závislosti na věku žáků, úrovni žáků, předchozích zkušenostech se samostatnou prací, na druhu učiva apod.

Dlouholeté a četné zkušenosti učitelů ukazují, že heuristická metoda je velmi účinná, je-li ovšem dobře připravena a dobře provedena. Při použití heuristické metody je zapotřebí splnit určité předpoklady a podmínky. Mezi předpoklady učitele patří především odborné znalosti, pedagogické dovednosti, porozumění psychice žáků, učitelovy postoje, osobní vlastnosti, řídicí a organizační schopnosti, improvizace a pohotovost, tvořivost aj. Z hlediska předpokladů žáků, je-li heuristická metoda dobře vedená, účinně zapojuje naprostou většinu žáků, aniž by museli mít nějaké zvláštní předpoklady – motivuje je, vede k hlubšímu porozumění a snadnějšímu zapamatování učiva. Ze zkušeností učitelů, kteří heuristickou metodu ve svých hodinách používají, stranou zůstávají jen nečetní jedinci, kteří nejsou aktivní a nespolupracují ani při tradiční výuce. Ti žáci, kteří jsou zvyklí na tradiční způsob výuky si musí na heuristickou metodu postupně zvykat od malých kroků k postupně větším krokům. Většinu témat je možné heuristickou metodou realizovat. Zadané úkoly musí být žákům zcela jasné, srozumitelné a většina žáků musí být schopna je splnit. Žáci musí mít všechny dovednosti a vědomosti potřebné k zvládnutí úkolu. Učitel musí být schopen práci žáků sledovat, poznat kdy si neví rady nebo se nacházejí ve slepé uličce, ve které nedokážou rozpoznat svou chybu a vrátit se k správnému postupu. V takovém případě učitel řídí práci žáků dodatečnými otázkami nebo instrukcemi. Na opačné straně je zapotřebí žákům nechat dostatek času na zvládnutí otázky či úkolu, „nepostrkovat“ je dodatečnými otázkami tam, kde jsou schopni

práci samostatně zvládnout. Na konci vyučovací hodiny vedené heuristicky je nutné přehledně shrnout získané poznatky, které se mají žáci naučit.

Pokud je heuristická metoda správně připravena a vedena, má ve srovnání s tradiční výukou nesporné, zkušeností prověřené výhody. Žáky tato vyučovací metoda motivuje, je zábavná a žáci se aktivně účastní výuky. Mají radost z toho, že sami něco vyřeší a dokážou. Učení vnímají jako činnost, kterou sami konají. Metoda je vede k jasnějšímu a hlubšímu pochopení učiva, k odhalení širších souvislostí s dosavadními znalostmi i s každodenními zkušenostmi žáků. Osvojené znalosti jsou integrovanější a představují souvislejší obraz. U žáků cvičí myšlenkové operace vyššího řádu – analýzu, syntézu, hodnocení a rozvíjí tvořivost. Žáci se učí identifikovat problém, formulovat hypotézy a otázky, řešit problémy, hledat vhodné strategie řešení, navrhnout experimenty, srovnávat, třídít a shromažďovat data atd. Heuristická metoda vede k trvalejšímu a hlubšímu osvojení učiva. Učitel dostává od žáků průběžně zpětnou vazbu, je informován o postupu žáků a jejich porozumění učivu. Heuristická metoda brání tomu, aby učení sklouzlo do povrchního memorování.

Samozřejmě i heuristická metoda má argumenty proti použití této metody – je rozvláčná a pomalá – za stejnou dobu výuky vedené tradiční metodou se zpracuje větší objem učiva. Zkušení učitelé pracující heuristickou metodou, však tuto výtku odmítají a argumentují tak, že stihnou se žáky probrat potřebný objem učiva a žáci si učivo osvojí mnohem kvalitněji. Další nevýhodou je použití heuristické metody na témata založená na faktech, nebo u nichž je nepravděpodobné, že by žáci příslušný poznatek mohli objevit sami, případně je-li téma úplně nové a žáci se nemají při objevování poznatků o co opřít. Žáci se při této metodě nenaučí naslouchat souvislému výkladu (přednášce). Tato výtka má své oprávnění, zvláště ve vyšších ročnících středních škol, kde je zapotřebí žáky připravovat na vysokoškolský způsob studia. Učitel žákům může vnucovat myšlenky a otázky, které jsou žákům cizí, nepřirozené a umělé. Tato metoda má v České republice ve fyzice velmi silné zázemí. Projekt Heuréka vznikl v roce 1991 z iniciativy několika kantorů, které nebavilo učit fyziku jen s křídou a tabulí. V posledních několika letech k sobě přitáhl zájem řady dalších lidí a výrazně se rozrůstá. [4, 33]

4. Výroba učebních pomůcek

Za materiální didaktické prostředky se považuje vše, co kromě mluveného slova používá učitel nebo žák ve vzdělávacím procesu. Použití materiálních didaktických prostředků žáky aktivizuje a motivuje. Materiální didaktické prostředky zpřístupňují učivo různými cestami, racionalizují a zintenzivňují práci učitele. Použitím materiálních didaktických prostředků učitel může žákovi pomoci dosáhnout vyučovacího cíle. Materiální didaktické prostředky lze rozdělit na učební pomůcky a didaktickou techniku.

Učební pomůcka je řazena mezi materiální didaktické prostředky. Učební pomůcka je nosičem didaktické informace. Mezi nejčastější učební pomůcky lze zařadit originální předmět. Originální předmět poskytuje žákům nezkreslenou informaci o realitě. Umožňuje vytvoření správné představy o velikosti nebo tvaru. Pro žáky je vhodné, pokud s originálním předmětem mohou manipulovat. Mezi učební pomůcku se dále řadí modely, stavebnice, tištěné textové pomůcky, elektronické textové učební pomůcky, dynamické zobrazení a elektronický systém pro řízení či hodnocení výuky. Modely jsou upravené, zmenšené nebo zvětšené skutečné předměty a zařízení. Jsou trojrozměrné, lépe znázorňují důležité znaky. Stavebnice žákům umožňují rozvíjet kreativitu. Při sestavování je podporováno logické myšlení a prostorová představivost. Tištěné textové pomůcky jsou ve výuce hojně využívány. Většinou v podobě učebnic, pracovních listů či sešitů. Použití učební pomůcky je možné v kterékoli fázi vyučovacího procesu. Je důležité promyslet funkci, význam a vhodnost učební pomůcky.

Didaktická technika je soubor vizuálních, auditivních, audiovizuálních a jiných přístrojů a technických systémů využívaných k vyučovacím účelům. Jedná se o zařízení, které je potřebné pro prezentaci pomůcky. Nejčastěji užívanou didaktickou technikou jsou tabule, interaktivní tabule, datový projektor, lupa, dalekohled, webová kamera, videosystém, internet atd. [1]

V následující podkapitole lze nalézt vytvořené učební pomůcky, které mohou pomoci při výuce energetických zdrojů. Ke každé učební pomůcce je zde i návod na její sestavení.

4.1 Domeček se solárními panely

Tato učební pomůcka slouží k demonstraci obnovitelných zdrojů energie, konkrétně energie Slunce. Domeček má na střeše tři solární panely připojené na pět světelných diod (LED), které jsou umístěné v okénku domečku. Nad okénkem s LED je napojený voltmetr, který ukazuje aktuální napětí na solárních panelech na střeše. Voltmetr je napájen zvláště přes spínač 9V baterií. Domeček se solárními panely můžeme vidět na obrázku 4.1.



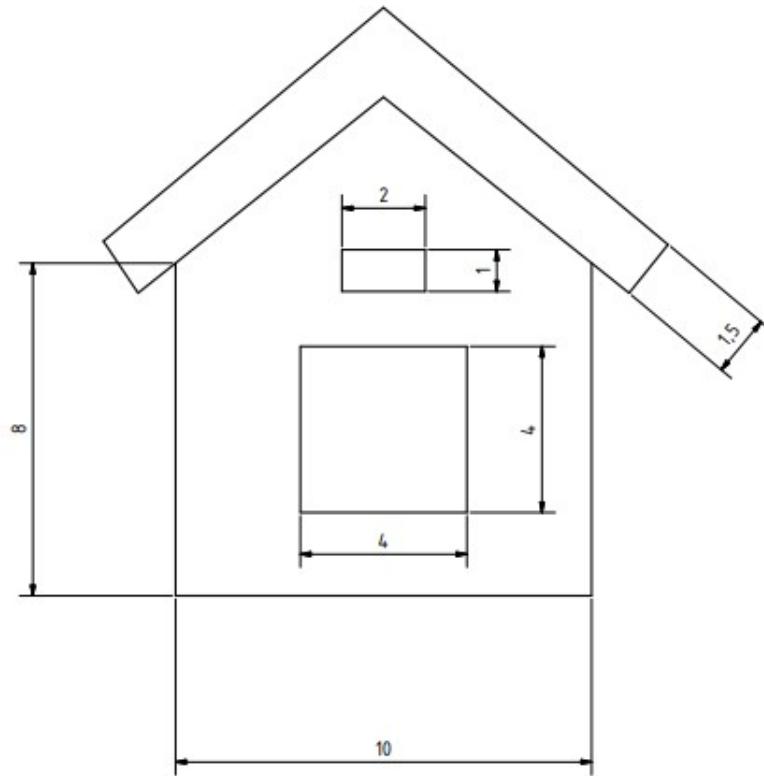
Obrázek 4.1: Domeček se solárními panely

4.1.1 Metodický list k domečku se solárními panely

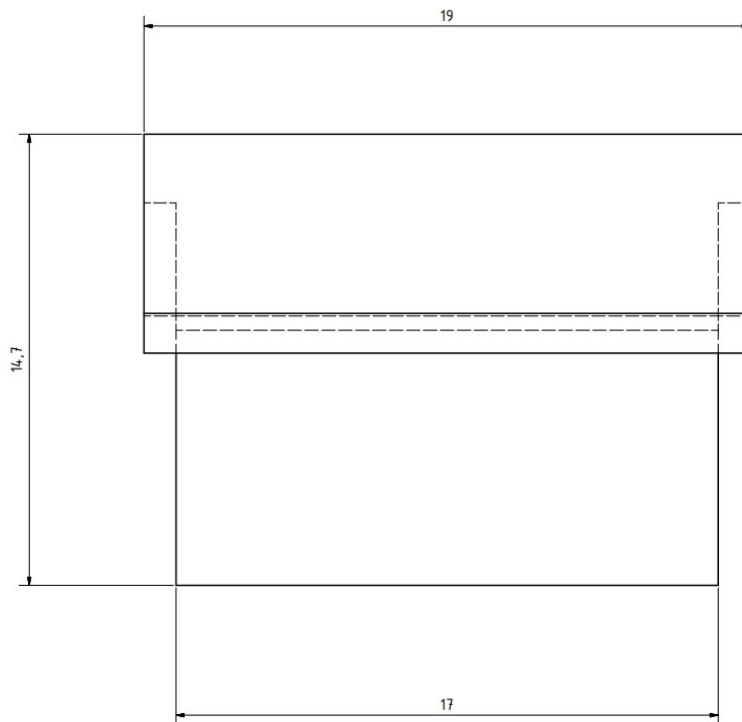
Učební pomůcka domeček se solárními panely je určena primárně pro žáky základních škol. Je koncipován tak, aby docházelo i k propojení mezipředmětových vazeb. Lze ho pojmout i jako dlouhodobější projekt v předmětu pracovní činnosti, žáci si ho mohou vyrobit sami. Při vypracovávání pracovního listu žáci využívají i nabytých znalostí z informatiky.

Výroba domečku se solárními panely

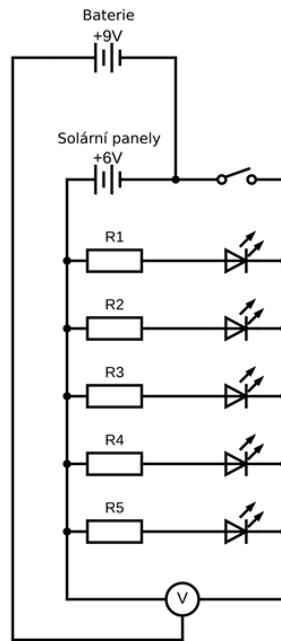
Domeček lze vyrobit ze dřeva nebo ekonomičtější možností je výroba z kartonu. Na následujících obrázcích 4.2 a 4.3 jsou v centimetrech uvedené rozměry domečku. Schéma elektrického zapojení je na obrázku 4.4.



Obrázek 4.2: Nárýs domečku se solárními panely

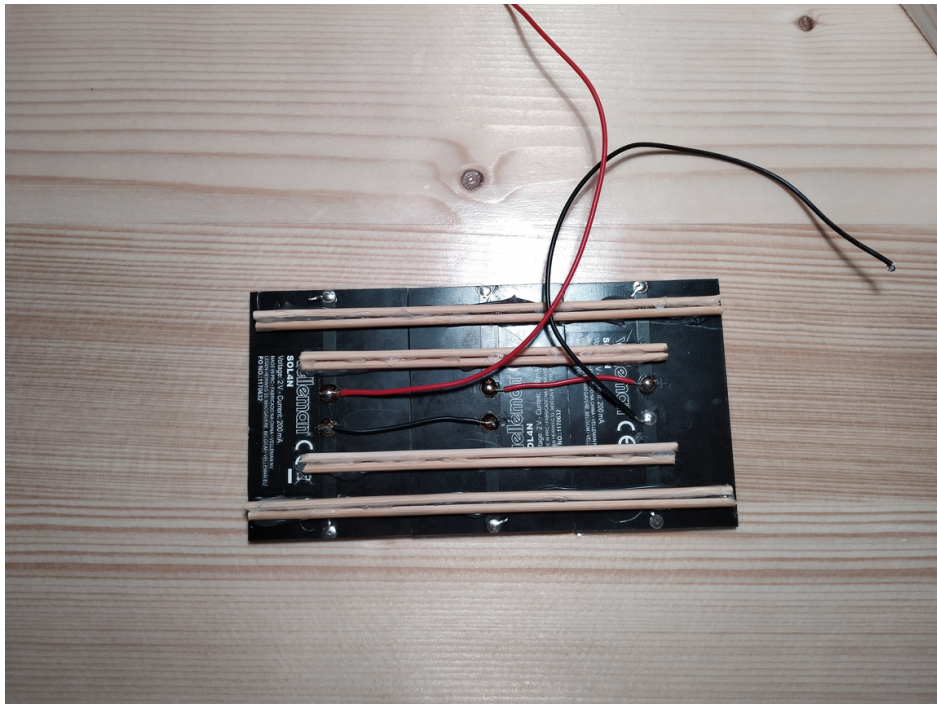


Obrázek 4.3: Bokorys domečku se solárními panely



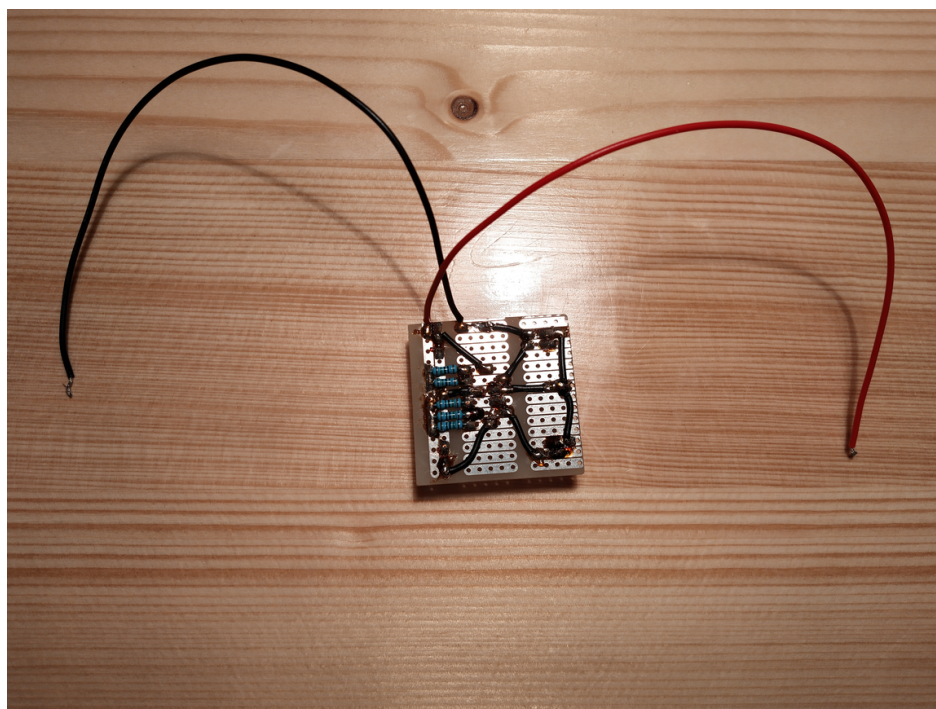
Obrázek 4.4: Schéma elektrického zapojení domečku se solárními panely

Na sestavení jsem použila tři solární panely, jejichž uváděný maximální generovaný proud je 200 mA při napětí 2 V. Solární panely jsou zapojené do série, tvoří tedy zdroj o celkovém maximálním napětí 6 V a proudu 200 mA. Experimenty jsem zjistila, že při vyjimečných případech lze maximálním osvětlení přímým sluncem dosáhnout napětí až 7,05 V. Propojené solární panely lze vidět na obrázku 4.5.



Obrázek 4.5: Solární panely propojené do série

LED jsou navzájem zapojeny paralelně a každá má svůj předřadný rezistor o odporu $150\ \Omega$. Tato soustava je společně se spínačem připojena na solární panely. Plošný spoj s LED a předřadnými rezistory je na obrázku 4.6.

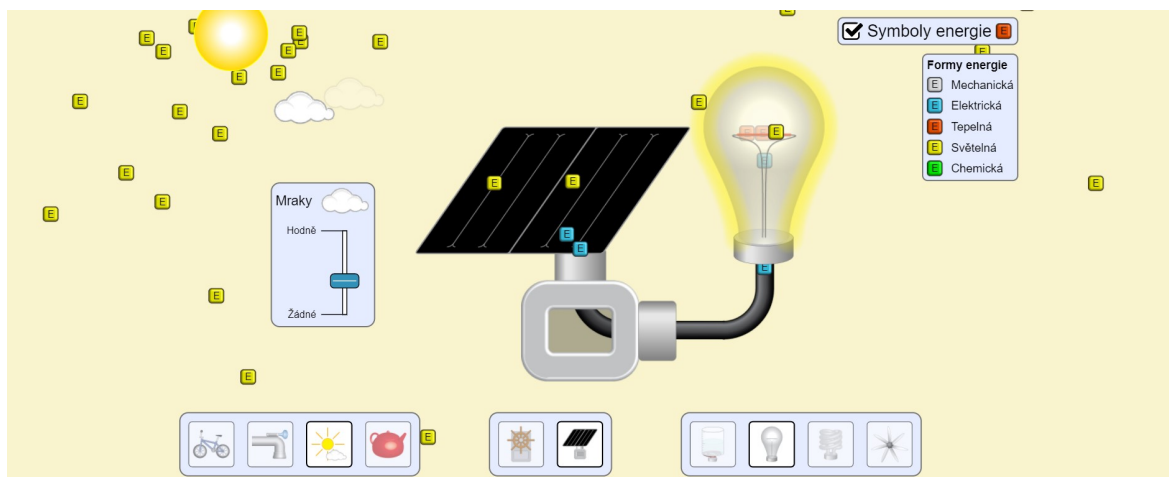


Obrázek 4.6: Solární panely propojené do série

Voltmetr musel být připojen na 9V baterii, která má svůj držák uvnitř domečku, aby byl napájen nezávisle i za nulového osvětlení solárních panelů. Voltmetr se společně se soustavou LED zapíná spínačem a měří aktuální napětí na solárních panelech domečku.

Návody na experimentování s domečkem se solárními panely

Tuto pomůcku lze použít hned v několika vyučovacích hodinách fyziky. Pokud bychom vycházeli z učebnic Fyziky pro základní školy a víceletá gymnázia nové generace od nakladatelství Fraus, mohli bychom tuto pomůcku použít při tématickém celku Práce a energie u tématu druhy a přeměny energie v osmých ročnících. Navíc můžeme použít i didaktickou aplikaci PhET – Interactive simulations dostupnou na webových stránkách phet.colorado.edu (ukázka je na obrázku 4.7), kde ve složce fyzika nalezneme simulaci na Formy energie a její přeměny. Žáci zde mohou sestavit obvod přeměny světelné energie na elektrickou pomocí solárního panelu.



Obrázek 4.7: Ukázka aplikace PhET – simulace přeměny energie

Žáci v aplikaci mohou nastavit množství mraků, čímž simulují množství dopadajících slunečních paprsků na solární panel. Poté si vytvořenou simulaci z aplikace mohou sami ověřit experimentem ve třídě. Domeček se solárními panely použijí jako učební pomůcku na provedení experimentu. Ověří si závislost intenzity osvětlení na generovaném napětí ukazující se na voltmetru solárního domečku. Při provádění experimentu mají výhodu třídy, které jsou vybavené zatemňovacími roletami. V těchto třídách se lépe simuluje intenzita osvětlení. Při této aktivitě se žáci seznamují s přeměnou sluneční energie na energii elektrickou. Žáci poznávají jednotlivé druhy energie, které se mohou navzájem přeměňovat. Žáci si vytvoří své hypotézy a dokáží porovnat simulaci s reálným experimentem.

Další možné využití domečku se solárními panely je v tématickém celku Elektrický proud – téma výroba elektrické energie. Na domečku se solárními panely se dá perfektně demonstrovat princip sluneční elektrárny a princip solárních panelů montujících se na rodinné domy. Žáci si sami mohou vyzkoušet, jaké hodnoty jim ukáže voltmetr v závislosti na intenzitě osvětlení. K určení intenzity světla lze využít některé aplikace na měření osvětlení, kterých je pro zařízení Android i Apple volně dostupných hned několik. Například aplikace Lux Light Meter Pro v zařízeních Apple nebo Lux Light Meter&Tools – Photometer Pro pro zařízení Android. Žáci mohou vypočítat pomocí vzorečků výkon solárních panelů domečku. Dále pak mohou přepočítat, kolik takových panelů by bylo potřeba, aby se jim nabil jejich mobilní telefon podle údajů na nabíjecím zařízení.

Domeček se solárními panely je možné použít i při výuce v devátých ročnících. Vyučující žákům může demonstrovat, že na osvětleném PN přechodu vzniká elektrické napětí. Dále také že fotodiody jsou součástky využívající PN přechod k přeměně světelné energie na elektrickou energii.

Pracovní list

V přílohách je na straně II pracovní list, který jsem vytvořila pro experimentování s domečkem se solárními panely. Pracovní list je primárně určen pro žáky osmých tříd a počítá se s prací ve skupině po třech. Při vypracovávání pracovního listu je potřeba žákům zdůraznit, že pro plnění úkolů je zapotřebí mít po ruce počítač, tablet nebo telefon.

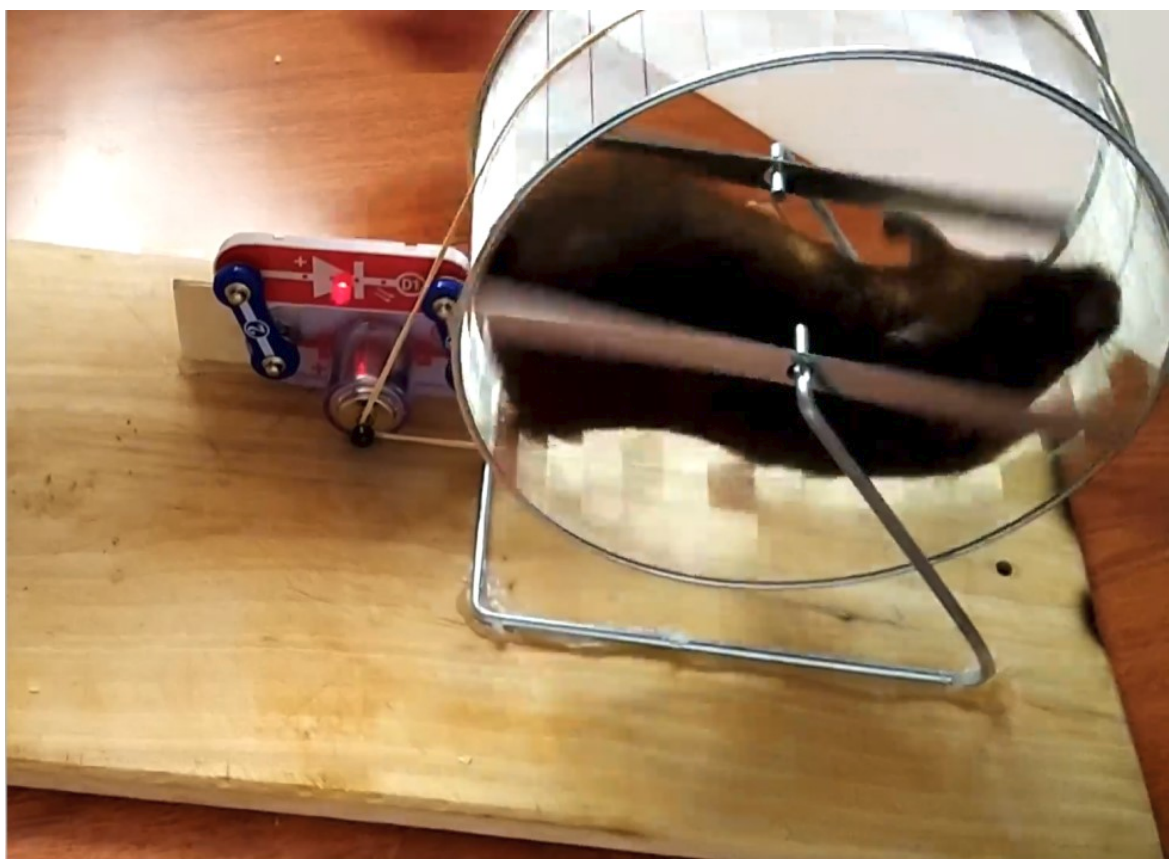
Pracovní list obsahuje tři úkoly. První úkol je pro žáky osmých tříd spíše opakovací. Jde o přeměny energie – jejich úkolem je sestavit schéma přeměny sluneční energie na energii elektrickou. Pracovní list obsahuje QR kód, pomocí kterého se žáci dostanou na didaktickou aplikaci PhET – Interactive simulations. Tuto aplikaci jsem popisovala v předchozí kapitole. Po splnění prvního úkolu následují čtyři otázky, u nichž si žáci mají vytvořit vlastní hypotézy.

Ve druhém úkolu jsem žákům pomocí online aplikace Google tabulky předem vytvořila soubor s předpřipravenou tabulkou včetně vzorců. Výhodou online Google tabulek je, že současně na jednom dokumentu mohou pracovat všichni členové skupiny. Žáci se na soubor své skupiny dostanou pomocí QR kódu na pracovním listu. Žáci pouze zapisují naměřené hodnoty intenzity osvětlení a napětí. Tabulka si ze zadaných hodnot podle vzorců automaticky dopočítá výkon pro konkrétní napětí, které je závislé na intenzitě osvětlení. Cílem úkolu je, aby si žáci uvědomili, že i při malé intenzitě osvětlení jim voltmetr stále ukazuje nějaké napětí. Součástí Google tabulek jsou i dva grafy – graf závislosti napětí na intenzitě osvětlení a graf závislosti výkonu na intenzitě osvětlení. Po provedení měření a zapsání všech hodnot, mají žáci za úkol porovnat naměřené hodnoty s jejich hypotézami.

Třetí úkol je zaměřen na propojení experimentu domečku se solárními panely s praxí (reálným životem). Skupina je „vlastníkem“ nově postaveného rodinného domu, jehož roční spotřeba elektřiny je 3645 kWh. Žáci mají za úkol vypočítat, kolik takových solárních panelů by bylo potřeba umístit na střechem nového rodinného domu. Zadané jsou skutečné rozměry solárních panelů, které se montují na rodinné domy, a také hodnota, kolik je 1 m² solárních panelů schopný vyrobit ročně energie. Závěrem tohoto úkolu a celkově pracovního listu je, aby žáci zhodnotili, k jakým problémům by mohlo docházet, pokud by jejich dům napájeli pouze ze solárních panelů. Žáci navíc ještě navrhnou způsob, jakým by vzniklé problémy mohli řešit.

4.2 Křečkova bioelektrárna

Křečkova bioelektrárna je učební pomůcka sloužící k demonstraci přeměny energie křečka na energii elektrickou. Tuto učební pomůcku je potřeba pojmout jako alternativní zdroj energie. Kovový kolotoč o průměru 15 cm, který je napevno přilepen na dřevěné prkénko pomocí tavné pistole, je základem křečkovy bioelektrárny. Na levo od kolotoče je umístěn elektromotor z elektronické stavebnice BOFFIN 750. Na elektromotor je pomocí kontaktních vodičů připojena červená LED dioda. Kontaktní vodiče a červená LED dioda jsou také z elektronické stavebnice BOFFIN 750. Výrobce stavebnic BOFFIN 750 uvádí, že elektřina proudí diodou, jestliže napětí překročí práh 1,5 V. Elektromotor je roztáčen pomocí potravinářské gumičky. Ta je vedena po obvodu kovového kolotoče a napojena na hřídel elektromotoru. Při roztočení elektromotoru jedním směrem LED dioda svítí ale opačným směrem ne. Pro provoz křečkovy bioelektrárny je zapotřebí křeček nebo jiné zvíře, které bude v kovovém kolotoči ochotné běhat. Křečkovu bioelektrárnu i s křečkem jménem Bubák můžeme vidět na obrázku 4.8.



Obrázek 4.8: Křečkova bioelektrárna

4.2.1 Metodický list ke křečkově bioelektrárně

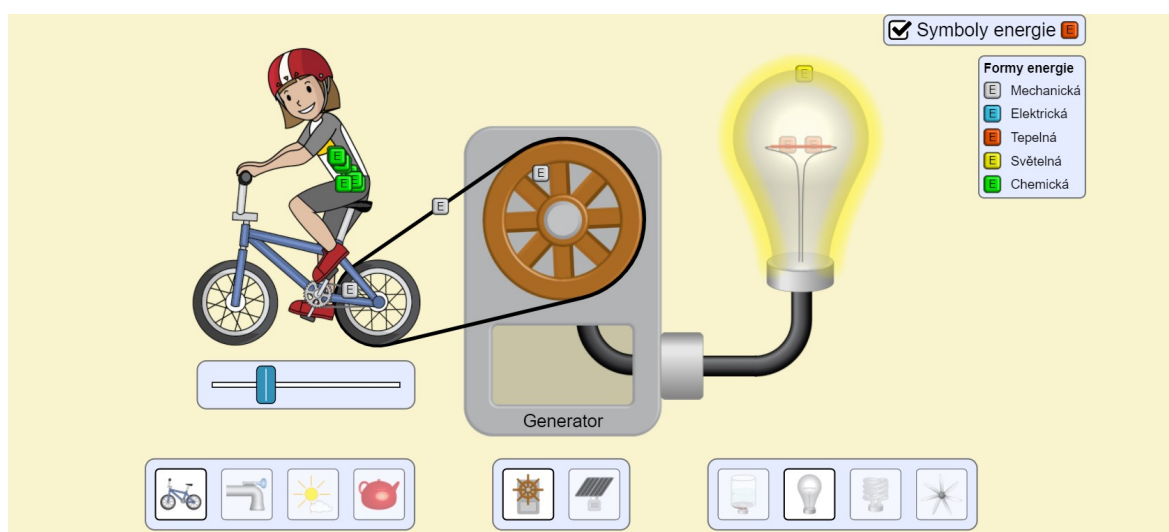
Učební pomůcka křečkova bioelektrárna je určená pro žáky základních škol. Tato pomůcka je navržena tak, aby si ji žáci byli schopni ve skupinkách sami sestavit. Proto jsem na tuto křečkovu bioelektrárnu použila komponenty ze stavebnice BOFFIN 750. Tyto elektronické stavebnice bývají v některých školách pro žáky nakoupené ve velkém množství.

Výroba křečkovy bioelektrárny

Křečkova bioelektrárna byla sestavena tak, aby pro žáky nebyl problém ji vyrobit. Nutný je kovový kolotoč, který lze zakoupit v jakémkoli zverimexu v ceně okolo 100 Kč. Elektromotor, červenou LED diodu a kontaktní vodiče nalezneme ve stavebnici BOFFIN 750. Tyto komponenty jsou pomocí oboustranné lepenky přilepené k dřívku, které je napevno přilepené k dřevěnému prkénku. Poté už je jen potřeba sehnat křečka, který bude ochotný v kovovém kolotoči běhat.

Návod na práci s křečkovou bioelektrárnou

Tato učební pomůcka se dá použít v několika vyučovacích hodinách fyziky. Při tématickém celku Práce a energie u tématu druhy a přeměny energie v osmých ročnících. Zde bychom znovu mohli použít didaktickou aplikaci PhET – Interactive simulations dostupnou na phet.colorado.edu. Žáci v tomto případě sestaví přeměnu chemické energie na mechanickou a následnou přeměnu mechanické energie na energii elektrickou. Ukázka je na obrázku 4.9. Tuto simulaci z aplikace mohou žáci sami experimentem ověřit. Mohou buďto použít křečka nebo mohou točit kovovým kolotočem sami a poté se jim rozsvítí červená LED dioda.



Obrázek 4.9: Přeměna chemické energie na elektrickou

Křečkovu bioelektrárnu je možné použít i při výuce v devátých ročnících. Vyučující na této učební pomůcce může demonstrovat, že LED dioda propouští proud pouze v jednom směru. Pokud se bude totiž s kovovým kolotočem naopak, červená LED dioda svítit nebude.

Pracovní list

Pro učební pomůcku křečkova bioelektrárna jsem vytvořila pracovní list, který je v přílohách na straně V. Tento pracovní list je primárně určen pro žáky osmých tříd. Pracovní list je určený pro skupiny po třech členech. Při vypracovávání pracovního listu žáci budou potřebovat počítač, tablet nebo mobilní telefon.

Pracovní list je rozdělený na dvě části. V první části pracovní listu mají žáci za úkol sestavit schéma přeměny chemické energie na energii elektrickou v didaktické aplikaci. V pracovním listu je obsažen QR kód, který odkazuje na tuto na didaktickou aplikaci PhET. Žáci mají za úkol vyjmenovat všechny druhy energie, které v jejich schématu vznikají a napsat název zařízení přeměňující mechanickou energii na energii elektrickou. Poté už jen doplňují informace o probíhajícím experimentu. Křečkova bioelektrárna je postavena tak, aby došlo k demonstraci toho, že LED dioda propouští proud pouze v jednom směru. Žáci v rámci pracovního listu navrhnou hypotézy, proč tomu tak je. Druhá část pracovního listu jsou výpočty. Žáci mají zadanou velikost výkonu, který je zapotřebí, aby se rozsvítila červená LED dioda. Na základně této zadané hodnoty mají žáci za úkol vypočítat pomocí trojčlenky, kolik by potřebovali takových křečků, aby si mohli vyžehlit tričko nebo ohřát vodu v rychlovarné konvici. Hodnota příkonu žehličky a varné konvice je v pracovním listu zadaná.

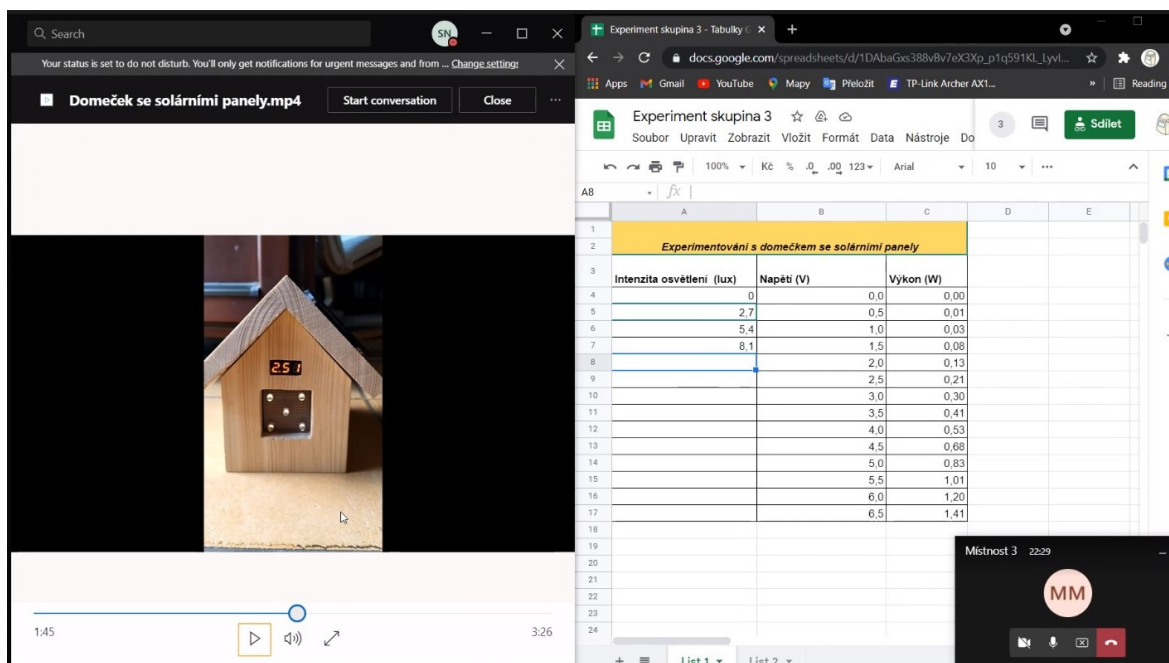
5. Otestování učební pomůcky ve výuce

Učební pomůcka domeček se solárními panely je primárně určená pro prezenční výuku. Otestování této učební pomůcky však v prezenční výuce nebylo možné kvůli probíhající pandemii. Pokusila jsem se tedy vymyslet hodinu na otestování této pomůcky tak, aby ji bylo možné uskutečnit v online prostoru. Učební pomůcku jsem otestovala v osmých ročnících na 7. základní škole v Plzni. Experimentování s domečkem se solárními panely zabralo celkem tři online vyučovací hodiny. Online hodiny na téma experimentování s domečkem se solárními panely se účastnily třídy VIII. A a VIII. B. Hodiny probíhaly prostřednictvím aplikace Microsoft Teams. Žáci v aplikaci Microsoft Teams pracovali formou skupinových místností o čtyřech členech. Pro lepší efektivitu práce jsem žáky do místností rozdělila sama. Počet žáků v online místnostech se neshoduje s počtem žáků v pracovním listu. Tato úprava vznikla kvůli tomu, že hodina probíhala distančním způsobem. Počítala jsem s tím, že některému žákovi nepůjde mikrofon nebo že se na online hodinu nedostaví. V takovémto případě byla pak komunikace pouze na zbývajících třech členech skupiny. Další výhodou čtyř žáků v jedné místnosti bylo i to, že jsem měla více času navštěvovat postupně jednotlivé skupiny a řešit případné technické problémy. Pro otestování této učební pomůcky formou distanční výuky jsem vytvořila video, které je uloženo na příloženém CD. Video obsahuje fotografie domečku s napětím na solárních panelech podle aktuální intenzity osvětlení společně s mými psanými komentáři. Žákům jsem před online hodinou do výukových materiálů toto video uložila společně s pracovním listem.

5.1 Průběh hodin

Část první online hodiny jsem věnovala seznámení s učební pomůckou. Pomocí sdílené obrazovky jsem žákům ukazovala fotografie zapojení a sestavení domečku. Snažila jsem se i o rozměrové přiblížení této pomůcky žákům, když není ta možnost, aby se s ní seznámili sami při prezenční výuce. Po seznámení s učební pomůckou následovalo představení pracovního listu. Velkou pozornost bylo potřeba věnovat online Google

tabulkám. Velká část žáků se s online Google tabulkami setkala poprvé. Každá skupina dostala odkaz na online Google tabulky své skupinové místnosti. Po seznámení s jednotlivými úkoly v pracovním listu jsem spustila skupinové místnosti a žáci začali pracovat. Na obrázku 5.1 můžeme vidět screenshot místnosti číslo 3. Můžeme vidět, jak žákyně v místnosti 3 sdílí obrazovku ostatním členům. Na půlce obrazovky sledují video a zároveň doplňují hodnoty do online Google tabulek.



Obrázek 5.1: Screenshot průběžné práce členů skupiny při online výuce

Ve třídě VIII. A se experimentování s domečkem se solárními panely účastnilo celkem 16 žáků z 20. Skupiny byly tedy čtyři po čtyřech členech. Ve třídě VIII. B byla účast žáků lepší, účastnilo se 20 žáků z 22. Skupin zde bylo pět po čtyřech členech. Skupiny jsem v průběhu hodin navštěvovala, ptala se, zdali všemu rozumí, řešila případné technické problémy. Na závěr hodiny jsme se všichni společně ještě sešli a skupiny zhodnotily svou práci. Každá skupina sdělila, kam až se dostala a co je potřeba příští hodinu ještě dodělat. V těchto uskupení žáci pracovali i následující hodinu.

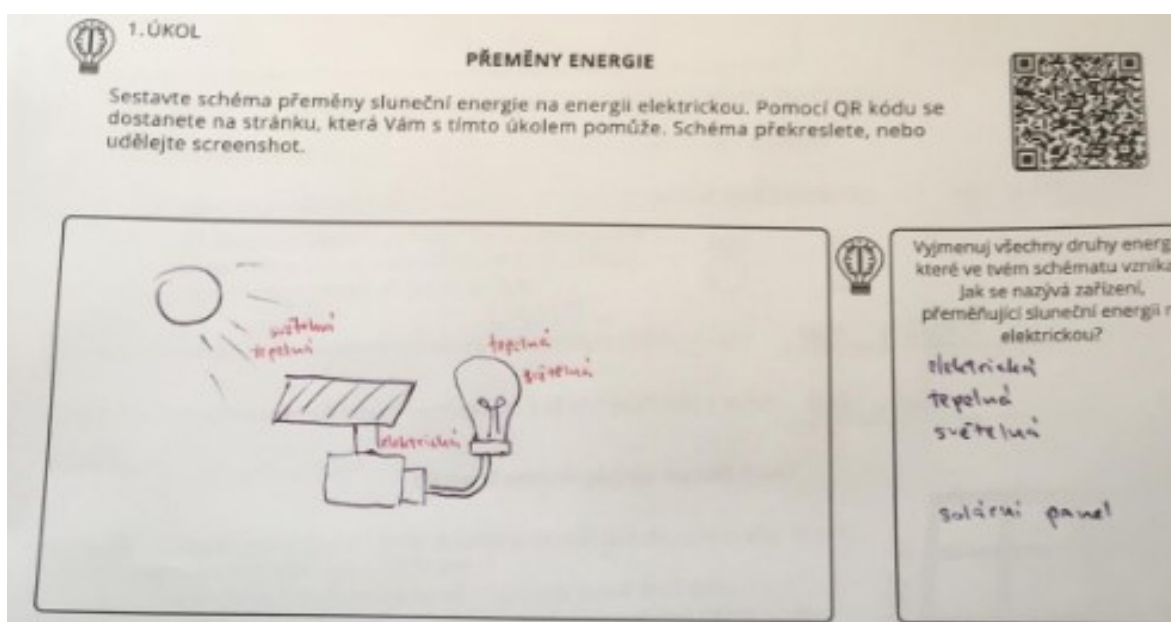
Druhou online vyučovací hodinu zůstalo složení skupin stejné, jako v předchozí hodině. Žáci pokračovali v plnění úkolů z pracovního listu. V průběhu vyučovacích hodin jsem znovu všechny skupiny postupně navštěvovala. Na závěr druhé online hodiny každá skupina vybrala jednoho člena, který pak zhodnotil práci skupiny, tzn. ukázal výpočty své skupiny a zhodnotil hypotézy s naměřenými hodnotami. Žákům jsem ještě vytvořila dotazník, který po online hodině vyplnili.

Třetí hodina už neprobíhala formou skupinových místností, ale pouze společnou kontrolou jednotlivých úkolů z pracovního listu.

5.2 Vyhodnocení pracovních listů

1. Úkol

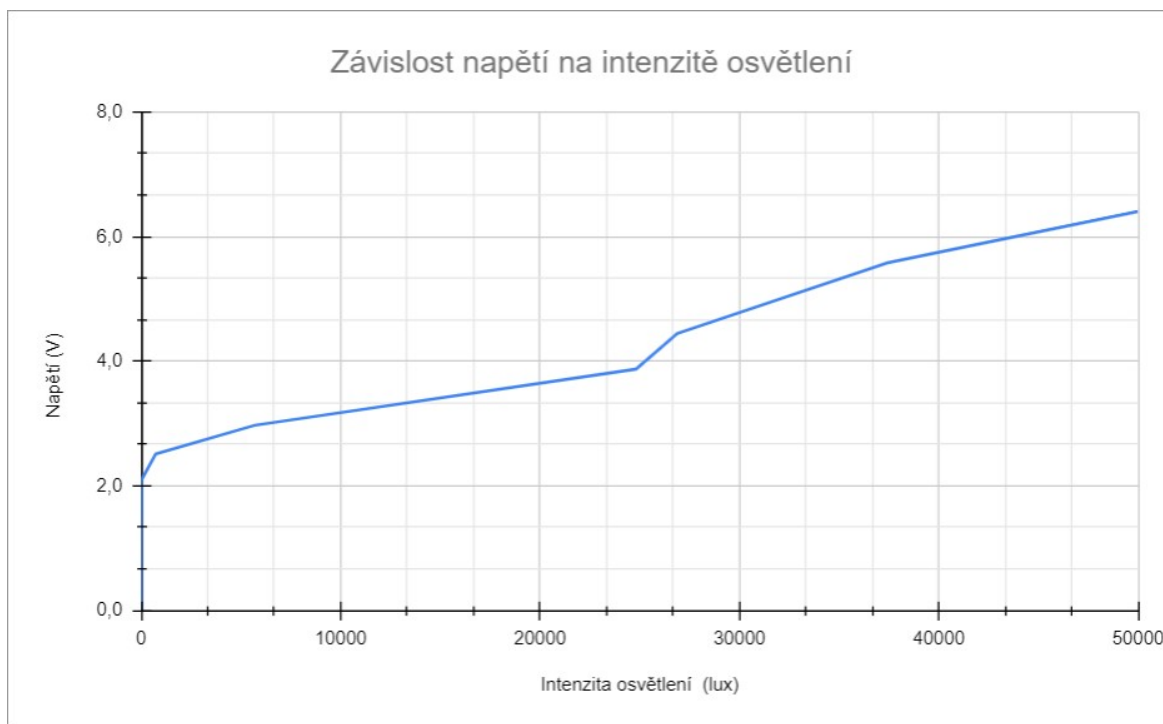
S tímto úkolem žádná skupina neměla problém, všechny skupiny tento úkol vyplnily téměř správně. U některých skupin, chyběla odpověď na otázku: Jak se nazývá zařízení, přeměňující sluneční energii na elektrickou? Přisuzovala bych to nepozornému čtení zadání v pracovním listu. Ukázkou správně vyplněného pracovního listu můžeme vidět na obrázku 5.2.



Obrázek 5.2: Ukázkou vyplněného pracovního listu úkol 1

2. Úkol

V tomto úkolu se objevily drobné technické problémy při doplňování hodnot do Google tabulek. Většina žáků nevěděla, jak Google tabulky fungují. Tyto technické problémy jsme pomocí sdílené obrazovky a mého dovýkladu napravili. Obrázek grafu závislosti napětí na intenzitě osvětlení vytvořeného skupinou ze třídy VIII. B můžeme vidět na obrázku 5.3.



Obrázek 5.3: Graf závislosti napětí na intenzitě osvětlení

Na otázku: „Co nejvíce ovlivňuje velikost napětí?“ odpověděly skupiny ve většině případů správně. U druhé otázky: „Napiš hodnotu největšího naměřeného napětí“ sice žáci hodnotu zapsali správně, většina skupin však popletla jednotky a místo voltů napsala wattů.

3. Úkol

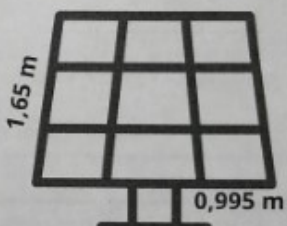
Tento úkol považuji za nejkrizovější. Správně úkol číslo tři vypočítala celkově pouze jedna skupina ze třídy VIII. A. Přestože trojčlenku už by v osmé třídě žáci měli zvládat, v pracovním listu se tak neukázalo. U některých skupin byl správně vypočítaný pouze obsah solárního panelu, ale dál už se žáci ve skupinách nedostali. Špatné odpovědi bych přisuzovala možná i současné distanční výuce. I když je práce pedagogů při distanční výuce i nadále kvalitní, žáci nabývají pocitu, že když neví, tak dále počítat či zjišťovat informace už nemusejí. Někteří žáci to komentovali i tak, že trojčlenku už zapoměli. Výpočet skupiny ze třídy VIII. A můžeme vidět na obrázku 5.4.

3. ÚKOL

Dáme si solární panely na náš dům?

Právě jste si postavili rodinný dům. Kolik umístíte solárních panelů, pokud víte, že 1m^2 fotovoltaického panelu ročně vyrobí 162 kWh .
Spotřeba vašeho nově postaveného rodinného domu je ročně 3645 kWh .

Rozměry solárního panelu montovaného na rodinné domy →



Prostor pro vaše výpočty

$a \cdot b = 1,65 \cdot 0,995 = 1,64175\text{ m}^2$ kWh - kiloWATT hodina

$1\text{ m}^2 \dots\dots\dots 162\text{ kWh}$ $1,64\text{ m}^2 \dots\dots\dots X$	$3645 : 162,7 = 22,4 \approx 22$
$\frac{X}{1} = \frac{3645}{1,64}$	$X = \frac{1,64 \cdot 3645}{1} = 205,7\text{ kWh}$

K jakým problémům by mohlo docházet, pokud byste váš dům napájeli pouze solárními panely?

zdroj energie, počasí, kvalita materiálů, potřeba údržby

A jak se tyto problémy řeší?

instalace solárních panelů, využití jiných zdrojů energie, kvalitní materiál, údržba

Obrázek 5.4: Výpočet počtu solárních panelů jedné ze skupin

5.3 Vyhodnocení dotazníku

Dotazník jsem pro žáky vytvořila v aplikaci Microsoft Forms. Ukázka dotazníku je v příloze na straně VIII. Dotazník vyplnilo 13 respondentů ze třídy VIII. A a 20 respondentů ze třídy VIII. B. Dotazník obsahoval celkem sedm otázek.

Z grafu 5.5 vyplývá, že ve třídě VIII. A se 12 žákům pracovalo ve skupině dobře. Pouze jednomu žákovi se moc dobře npracovalo. Oproti tomu ve třídě VIII. B se ve skupině pracovalo dobře celkem 17 žákům a pouze 3 se moc dobře npracovalo. Myslím si, že nebyl špatný nápad žáky rozdělit do předem připravených skupin. Žáky jsem do skupin umísťovala podle prospěchu a i podle toho, jaké vztahy mezi sebou ve třídě mají.

Ve skupině se mi pracovalo



Obrázek 5.5: Graf odpovědí z dotazníku - 1. otázka

Podle grafu 5.6 vyplývá, že s online Google tabulkami ze třídy VIII. A pracovalo poprvé 12 žáků z 13. Ve třídě VIII. B pracovalo s tabulkami poprvé 15 žáků. Přestože většina žáků s online Google tabulkami pracovala poprvé, všechny skupiny do nich hodnoty zvládly zapsat.

S online Google - tabulkami jsem pracoval/a poprvé



Obrázek 5.6: Graf odpovědí z dotazníku - 2. otázka

U otázky číslo tři vyplynulo, že se hypotézy žáků od naměřených hodnot příliš nelišily. Z grafu 5.7 lze vidět, že se lišily naměřené hodnoty u 4 respondentů z VIII. A a u 7 respondentů z VIII. B. Pro některé žáky bylo velmi těžké vymyslet hypotézy i na otázky typu „Jaká nejvyšší hodnota napětí se může na domečku se solárními panely ukázat“. Někteří sami přiznali, že vůbec nevěděli, v jakých řádech by se mohly jejich hypotézy pohybovat.

Lišily se hypotézy od reálných naměřených hodnoty vaší skupiny?



Obrázek 5.7: Graf odpovědí z dotazníku - 3. otázka

V pracovním listu všem otázkám rozumělo 12 žáků ze třídy VIII. A. Oproti tomu ve třídě VIII. B rozumělo otázkám celkem 16 žáků, lze to vidět z grafu 5.8. Žáci uvedli, že ze začátku jim dělalo problém zapisování do online Google tabulek. Dvě žákyně zde ještě uvedly, že po dodatečném vysvětlení pak už bylo vše jasné. Jeden žák uvedl, že nevěděl co dělat a kvůli nefungujícímu mikrofonu se nemohl s ostatními členy domlouvat. Při současné probíhající distanční výuce se problémy s mikrofony objevují velmi často, bohužel tento technický problém jsem na dálku nebyla schopná vyřešit.



Obrázek 5.8: Graf odpovědí z dotazníku - 4. otázka

Z grafu 5.9 lze vidět, že při prezenční výuce by si s domečkem se solárními panely ještě ráda zaexperimentovala celá třída VIII. A. Ze třídy VIII. B by si s domečkem ještě rádo zaexperimentovalo celkem 15 žáků. Pokud to bude možné, ráda žákům tuto možnost při obnovení prezenční výuky umožním.



Obrázek 5.9: Graf odpovědí z dotazníku - 6. otázka

Z dotazníku také vyplynulo, že na experimentování s domečkem se solárními panely žáky nejvíce zaujalo ve většině případů všechno. Některé žáky zaujalo speciálně i sestavení domečku, jiné zase kolik voltů bylo zapotřebí, aby se rozsvítily LED diody v okénku. Další také zaujala práce ve skupinách nebo vytvořené video. Dále také žáky zaujalo i srovnání hypotéz.

6. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo utřídit informac o zdrojích energie, vytvořit didaktické pomůcky a otestovat je ve výuce fyziky.

V první části mé diplomové práce jsem pojednala o zdrojích energie. Zdroje energie jsem rozdělila do dvou kapitol na obnovitelné a neobnovitelné zdroje. V kapitole o obnovitelných zdrojích jsem zmínila energii slunce, větru, vody, mořské vody a biomasy. Podrobně jsem popsala princip větrných a vodních elektráren. Zmínila jsem se i o výhodách a nevýhodách využití konkrétních obnovitelných zdrojů energie. Kapitola o neobnovitelných zdrojích energie obsahuje podkapitulu o uhelné energii, ve které je popsán princip fungování uhelných elektráren. Dále obsahuje podkapitulu o jaderné štěpné energii, kde jsem se detailně zabývala principem fungování jaderné elektrárny. Také jsem v ní popsala výhody a nevýhody využití štěpné jaderné energie. Poslední podkapitola neobnovitelných zdrojů energie je věnovaná současnému zkoumání využití energie z jaderná fúze.

V druhé části mé diplomové práce jsem utřídila informace o výuce fyziky a jejímu zařazení v rámci Rámcového vzdělávacího programu. Podrobně jsem popsala klíčové kompetence a shrnula informace o základních modelech vyučování v České republice. Detailně jsem v podkapitole o základních koncepcích/modelech vyučování popsala transmisivní a konstruktivistický model vyučování. Jednu podkapitulu jsem věnovala také heuristické metodě výuky, která se řadí mezi konstruktivisticky orientovanou metodu vyučování.

V rámci této diplomové práce jsem vyrobila funkční učební pomůcky a ke každé jsem vytvořila pracovní list. Jedná se o pomůcky domeček se solárními panely a křčková bioelektrárna. Výrobě a metodickému popisu práce s oběma pomůckami jsem věnovala celou kapitolu.

Součástí diplomové práce je i kapitola o otestování učební pomůcky ve výuce fyziky. Bohužel jsem diplomovou práci vypracovala v době probíhající pandemie, kvůli které byly školy zavřené. Podařilo se mi ve výuce fyziky otestovat alespoň učební pomůcku domeček se solárními panely. Tuto pomůcku společně s pracovním listem jsem otestovala v osmých ročnících 7. základní školy v Plzni. Otestování bylo třeba provést online formou pomocí aplikace Microsoft Teams. Pro tyto potřeby jsem vytvořila video zachycující experimentální měření s použitím domečku a také mými komentáři. Pro

získání zpětné vazby od žáků jsem vytvořila dotazník, ve kterém jsem zjišťovala, jak se žákům pracovalo. Přestože tato učební pomůcka byla primárně určena pro prezenční výuku a ne pro distanční způsob výuky, myslím si, že hodiny na téma experimentování s domečkem se solárními panely se celkem povedly. Z dotazníku vyplynulo, že i pro žáky byly tyto hodiny přínosné a že se ve většině skupinách žákům pracovalo dobře. Žáci se ve většině vyjádřili, že by experimentování s domečkem rádi vyzkoušeli i při prezenční výuce.

Resume

This thesis deals with energy sources and the use of teaching aids in physics teaching. In this thesis, the principles of wind, water, coal and nuclear power plants operation are described in detail. Subchapters are devoted also to the energy of the sun, sea water and biomass. One of the subchapters is devoted to the current state of research into the use of energy from nuclear fusion. Furthermore, this thesis deals with the teaching of physics and its inclusion in the framework educational programme. There is also a subchapter devoted to the key competencies and the fundamental teaching models. A set of teaching aids was created within this thesis. The whole chapter is devoted to their production and use in teaching. The teaching aids are the house with solar panels and the hamster's biopower plant. The last chapter of this thesis is devoted to testing of the house with solar panels teaching aid in teaching of physics.

Resumé

Tato diplomová práce se zabývá zdroji energie a využitím didaktických pomůcek ve výuce fyziky. V této práci je detailně popsán princip fungování větrných, vodních, uhlených a jaderných elektráren. Podkapitoly jsou věnované i energii slunce, mořské vody a biomasy. Jedna z podkapitol je věnovaná současnému zkoumání využití energie z jaderné fúze. Dále tato diplomová práce pojednává o výuce fyziky a jejím zařazení v rámci rámcového vzdělávacího programu. Je zde i podkapitola věnovaná klíčovým kompetencím a základním modelů vyučování. V rámci této práce byl vytvořen soubor učebních pomůcek, jejichž výrobě a použití ve výuce je věnovaná celá kapitola. Jedná se o učební pomůcku domeček se solárními panely a křečkova bioelektrárna. Poslední kapitola této diplomové práce je věnována otestování učební pomůcky domeček se solárními panely ve výuce fyziky.

Literatura

- [1] CHOCHOLOUŠKOVÁ, Z. – HAJEROVÁ MÜLLEROVA, L. *Didaktika biologie ve vztahu mezi obecnou a oborovou didaktikou*. Polypress s.r.o., 2019. ISBN 978-80-261-0846-7.
- [2] DRÁBOVÁ, D. – PAČES, V. *Perspektivy české energetiky: Současnost a budoucnost*. Novela bohémica, 2014. ISBN 978-80-87683-26-2.
- [3] FRIECO. *Větrná elektrárna – účinnost, jak funguje* [online]. Green Season s.r.o., 2020. [cit. 2021/04/07]. Dostupné z: <https://www.frieco.org/vetrna-elektrarna-ucinnost-jak-funguje/>.
- [4] GOTTWALD, S. – DVOŘÁK, L. *O projektu* [online]. Projekt Heuréka, 2021. [cit. 2021/04/07]. Dostupné z: <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/o-projektu>.
- [5] HRABOVÁ, K. *Riziko vodohospodářských staveb z pohledu tzv. černých labutí*. Vysoké učení technické v Brně, 2016. Diplomová práce.
- [6] LADENER, H. *Solární zařízení*. Grada, 2003. ISBN 80-247-0362-9.
- [7] MACZKELEK. *Aerial view of the ITER site in 2020* [online]. Wikimedia, 2020. [cit. 2021/04/07]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/42/Iter_2.png.
- [8] MAJLING, E. *Tři soutěsky – královna všech elektráren* [online]. oEnergetice.cz, 2015. [cit. 2021/04/07]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/tri-soutesky-kralovna-vsech-elektraren>.
- [9] MORBACHEROVÁ, J. *Atomová, jaderná a kvantová fyzika* [online]. Publi, 2021. [cit. 2021/04/07]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/270/10.html>.
- [10] MRÁZOVÁ, M. *Jaderné reakce a využití jaderné energie*. Západočeská univerzita v Plzni, 2019. Bakalářská práce.
- [11] MŠMT ČESKÉ REPUBLIKY. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. MŠMT České republiky, 2021/01.
- [12] ONDŘÍČEK, M. *Zdroje a využití energie*. SNTL, 1963. ISBN 04-966-63.

- [13] OTEVŘENÁ VĚDA. *Jak funguje jaderná elektrárna* [online]. Otevřená věda, 2014. [cit. 2021/04/07]. Video vzdělávacího cyklu NEZkreslená věda. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=2FGIeUDeZmk>.
- [14] PROKEŠ, K. *Nové zdroje energie*. SNTL, 1984. ISBN 04-326-84.
- [15] PUCHNAR, J. *Proč jsme stále 30 let od zvládnutí jaderné fúze? - 1. díl* [online]. oEnergetice.cz, 2016. [cit. 2021/04/07]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/proc-jsme-stale-30-let-od-zvladnuti-jaderne-fuze-1-dil>.
- [16] PUCHNAR, J. *Proč jsme stále 30 let od zvládnutí jaderné fúze? - 2. díl* [online]. oEnergetice.cz, 2016. [cit. 2021/04/07]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/proc-jsme-stale-30-let-od-zvladnuti-jaderne-fuze-2-dil>.
- [17] REICHL, J. *Peltierův jev* [online]. Jaroslav Reichl, 2021. [cit. 2021/04/07]. Multimedialní Encyklopedie Fyziky. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/911-peltieruv-jev>.
- [18] SKUPINA ČEZ. *Spalování biomasy* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/spalovani-biomasy>.
- [19] SKUPINA ČEZ. *Bioplynová stanice* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/bioplynova-stanice>.
- [20] SKUPINA ČEZ. *Vertikální Darrieova turbína* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/vetrne-elektrarny-podrobne/vertikalni-darrieova-turbina>.
- [21] SKUPINA ČEZ. *Fotovoltaické články a panely* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/slunecni-elektrarny-podrobne/fotovoltaicke-clanky-a-panely>.
- [22] SKUPINA ČEZ. *Francisova turbína* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/vodni-elektrarny/vodni-elektrarna-podrobne/francisova-turbina>.
- [23] SKUPINA ČEZ. *Hráz* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/vodni-elektrarny/vodni-elektrarna-podrobne/hraz>.

- [24] SKUPINA ČEZ. *Jaderné elektrárny – Charakteristika zdroje* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/jaderne-elektrarny/jaderna-elektrarna-podrobne/charakteristika-zdroje/fyzikalni-zaklady>.
- [25] SKUPINA ČEZ. *Kaplanova turbína* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/vodni-elektrarny/vodni-elektrarna-podrobne/kaplanova-turbina>.
- [26] SKUPINA ČEZ. *Energie mořské vody* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/energie-morske-vody>.
- [27] SKUPINA ČEZ. *Přehradní nádrž* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/vodni-elektrarny/vodni-elektrarna-podrobne/prehradni-nadrz>.
- [28] SKUPINA ČEZ. *Vertikální Savoniova turbína* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/vetrne-elektrarny-podrobne/vertikalni-savoniova-turbina>.
- [29] SKUPINA ČEZ. *Jak funguje uhelná elektrárna* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Skupina ČEZ – O společnosti. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/uhelne-elektrarny-a-teplarny/flash-model-jak-funguje-uhelna-elektrarna>.
- [30] SKUPINA ČEZ. *Vítr a jeho využití* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/vetrne-elektrarny-podrobne/vitr-a-jeho-vyuziti/fyzikalni-principy>.
- [31] SKUPINA ČEZ. *Vodní elektrárna podrobně* [online]. Skupina ČEZ, 2021. [cit. 2021/04/07]. Svět Energie – vzdělávací portál ČEZ. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/vodni-elektrarny/vodni-elektrarna-podrobne>.
- [32] VOBOŘIL, D. *Větrné elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR* [online]. oEnergetice.cz, 2015. [cit. 2021/04/07]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/typy-elektraren/vetrne-elektrarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni>.
- [33] ZIELENIECOVÁ, P. *Objevování ve škole – heuristická metoda výuky* [online]. Matematicko-fyzikální fakulta UK, 2012. [cit. 2021/04/07]. Dostupné z:

https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/pedagogika/dopl_texty/Heuristicka%20metoda%20vyuky.pdf.

[34] ZORMANOVÁ, L. *Výukové metody v pedagogice*. Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4100-0.

[35] ČSVE. *Počet listů rotoru větrné elektrárny* [online]. ČSVE, 2021. [cit. 2021/04/07].

Dostupné z:

<https://csve.cz/cz/clanky/pocet-listu-rotoru-vetrne-elektrarny/310>.

Seznam obrázků

2.1	Peltierův článek - směry proudů [17]	9
2.2	Peltierův článek - stejný směr proudu [17]	10
2.3	Peltierův článek - opačný směr proudu [17]	10
2.4	Princip fotovoltaického článku [21]	11
2.5	Princip funkce odporové a vztlakové turbíny [32]	12
2.6	Vertikální větrná turbína [3]	13
2.7	Typy Darrierovy turbíny [20]	14
2.8	Střešní Savionova turbína [28]	15
2.9	Střešní Savionova turbína [28]	15
2.10	Účinnost větrných elektráren [35]	16
2.11	Hráz [23]	17
2.12	Sypaná hráz přehrady Ratchaphapha v Thajsku [23]	18
2.13	Hooverova přehrada v USA [23]	19
2.14	Gravitační hráz přehrady Grand Coulee v USA [23]	19
2.15	Hráz s opěrnými pilíři poblíž italských Dolomit [23]	20
2.16	Vodní elektrárna Tři soutěsky v Číně [8]	20
2.17	Průtočná vodní elektrárna na řece Rýn v Německu [27]	21
2.18	Přečerpávací elektrárna Dlouhé stráně [27]	22
2.19	Kaplanova turbína [25]	23
2.20	Francisova turbína [22]	24
2.21	Peltonova turbína [22]	25
2.22	Proces fermentace biomasy v bioplynové stanici [19]	28
2.23	Schéma štěpné jaderné reakce [24]	30
2.24	Princip práce moderátoru neutronů [24]	31
2.25	Schéma jaderné elektrárny [9]	32
2.26	Letecký pohled na ITER [7]	34
4.1	Domeček se solárními panely	41
4.2	Nárys domečku se solárními panely	42
4.3	Bokorys domečku se solárními panely	42
4.4	Schéma elektrického zapojení domečku se solárními panely	43

4.5	Solární panely propojené do série	43
4.6	Solární panely propojené do série	44
4.7	Ukázka aplikace PhET – simulace přeměny energie	45
4.8	Křečkova bioelektrárna	47
4.9	Přeměna chemické energie na elektrickou	48
5.1	Screenshot průběžné práce členů skupiny při online výuce	51
5.2	Ukázka vyplněného pracovního listu úkol 1	52
5.3	Graf závislosti napětí na intenzitě osvětlení	53
5.4	Výpočet počtu solárních panelů jedné ze skupin	54
5.5	Graf odpovědí z dotazníku - 1. otázka	55
5.6	Graf odpovědí z dotazníku - 2. otázka	55
5.7	Graf odpovědí z dotazníku - 3. otázka	55
5.8	Graf odpovědí z dotazníku - 4. otázka	56
5.9	Graf odpovědí z dotazníku - 6. otázka	56

Přílohy

Příloha A – Pracovní list pro práci se solárním domečkem

Na následujících dvou stranách se nachází příloha Pracovní list pro práci se solárním domečkem.

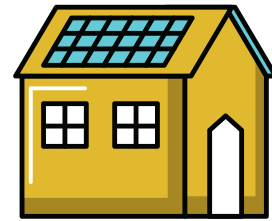
EXPERIMENTOVÁNÍ S DOMEČKEM SE SOLÁRNÍMI PANELE

Název skupiny:

Datum:

Třída:

Členové skupiny



1. ÚKOL

PŘEMĚNY ENERGIE

Sestavte schéma přeměny sluneční energie na energii elektrickou. Pomocí QR kódu se dostanete na stránku, která Vám s tímto úkolem pomůže. Schéma překreslete, nebo udělejte screenshot.



Vyjmenuj všechny druhy energie, které ve tvém schématu vznikají. Jak se nazývá zařízení, přeměňující sluneční energii na elektrickou?

Předtím, než si pustíte video - experimentování s domečkem se solárními panely, vytvořte si ve vaší skupině společně pár hypotéz, které pak porovnáte s konečnými výsledky.



Co myslíte, že bude v experimentu ovlivňovat výkon domečku se solárními panely?



Myslíte si, že by výkon solárního domečku stačil na rychlé nabití vašeho mobilního telefonu?



Jak velké, podle vaší skupiny, bude nejvyšší naměřené napětí na solárních panelech?



Jak velké bude muset být na solárním panelu napětí, aby se nám rozsvítilo 5 ledek v okénku?



2. ÚKOL

ZJIŠŤOVÁNÍ ZÁVISLOSTI NAPĚTÍ NA INTENZITĚ OSVĚTLENÍ DOMEČKU SE SOLÁRNÍMI PANELE

Pomocí QR kódu se dostanete na online Google-tabulky. Vaším úkolem bude doplnit do tabulky pro konkrétní intenzitu osvětlení příslušné napětí z videa. Screenshot grafu závislosti napětí na intenzitě osvětlení, který vám vyšel, umístěte do rámečku na druhé straně.



VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Co nejvíce ovlivňuje velikost napětí? Napište hodnotu největšího naměřeného napětí.

-
-

Porovnávání hypotéz s naměřenými hodnotami



Bude nám stačit výkon solárního domečku na rychlé nabití vašeho mobilního telefonu?

1. Podívej se na nabíječku svého mobilního telefonu a zapiš výkon vaší nabíječky.

Při porovnání výkonů tvé nabíječky a maximálního naměřeného výkonu solárního domečku, postačí nám 3 solární panely na nabití telefonu?

ANO

NE

• Lišil se váš odhad maximálního naměřeného napětí?? Pokud ano, o kolik? _____

• Lišil se váš odhad napětí, při kterém se rozsvítilo 5 LED? Pokud ano, o kolik? _____

3. ÚKOL

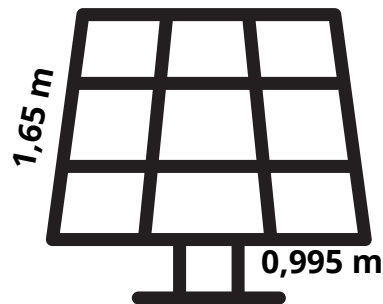


Dáme si solární panely na náš dům?

Právě jste si postavili rodinný dům. Kolik umístíte solárních panelů, pokud víte, že 1 m² fotovoltaického panelu ročně vyrobí 162 kWh.

Spotřeba vašeho nově postaveného rodinného domu je ročně 3645 kWh.

Rozměry solárního panelu montovaného na rodinné domy →



Prostor pro vaše výpočty

K jakým problémům by mohlo docházet, pokud byste váš dům napájeli pouze solárními panely?

A jak se tyto problémy řeší?

Příloha B – Pracovní list pro práci s křečkovou bioelektrárnou

Na následujících dvou stranách se nachází příloha Pracovní list pro práci s křečkovou bioelektrárnou.

KŘEČKOVA BIOELEKTRÁRNA

Název skupiny:

Datum:

Třída:

Členové skupiny



PŘEMĚNY ENERGIE



Sestavte schéma přeměny chemické energie na energii elektrickou. Pomocí QR kódu a kliknutím na systems se dostanete na stránku, která Vám s tímto úkolem pomůže. Schéma překreslete, nebo udělejte screenshot.

Vyjmenuj všechny druhy energie, které ve tvém schématu vznikají.
Jak se nazývá zařízení přeměňující mechanickou energii na elektrickou?

Doplň

- Na dnešní experiment nám posloužil křeček jménem
- Křeček rozsvítil červenou LED diodu **ANO** **NE**
- Pokud vám křeček červenou LED diodu nerozsvítil, křečka otočte tak, aby se kovový kolotoč točil opačným směrem. Povedlo se a křeček LED diodu rozsvítil? **ANO** **NE**
- Nějaké nápady, proč při otáčení kovového kolotoče na jednu stranu červená LED dioda svítí a na druhou ne?

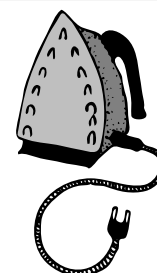
Výpočty



Náš křeček jménem neměl problém rozsvítit červenou LED diodu, na jejíž rozsvícení je zapotřebí výkon **0,04 W**.

1. Kolik bychom tedy potřebovali křečků, abychom si mohli vyžehlit tričko?
Příkon naší žehličky je **2 800 W**.

Prostor pro vaše výpočty



2. Kolik bychom potřebovali křečků, abychom si ohřáli vodu na čaj v rychlovarné konvici?
Příkon rychlovarné konvice je **2 200 W**.

Prostor pro vaše výpočty



Příloha C – Dotazník na experimentování s domečkem se solárními panely

Na následujících dvou stranách se nachází příloha Dotazník na experimentování s domečkem se solárními panely.



Dotazník na experimentování s domečkem se solárními panely

* Tento formulář zaznamená vaše jméno, vyplňte prosím své jméno.

1. Ve skupině se mi pracovalo

- dobře, byl/a jsem s prací ostatních členů skupiny spokojený/á
- moc dobře ne, nebyl/a jsem s prací ostatních členů skupiny spokojený/á

2. S online Google - tabulkami jsem pracoval/a poprvé.

- Ano
- Ne

3. Lišily se hypotézy od reálných naměřených hodnoty vaší skupiny?

- Ano
- Moc ne
- Ne

4. V pracovním listu jsem všemu rozuměl/a.

- Souhlasím
- Nesouhlasím

5. Pokud jsi v předchozí otázce zaškrtl, nesouhlasím.
Napiš, jaké úkoly ti dělaly problém.

6. Rád bych si experimentování s domečkem se solárními panely vyzkoušel i při prezenční výuce ve škole.

Souhlasím

Nesouhlasím

7. Na experimentování s domečkem se solárními panely mne nejvíce zaujalo.

Microsoft tento obsah nevytvořil ani neschválil. Data, která odešlete, se pošlou vlastníkovvi formuláře.

 Microsoft Forms