

Kapitola 10 Fotovoltaické systémy

V nadcházejících letech nebude jediný, či přímo jedinečný zdroj elektrické energie, ale mnoho obnovitelných (a neobnovitelných) zdrojů elektrické energie, které budou kombinovány tak, aby pokryly spotřebu energie na planetě. Fotovoltaická energie je jedním z těchto zdrojů.

Pomocí větrných turbín lze sluneční energii převádět na elektrickou energii *nepřímo*, protože tento proces vyžaduje mezistupeň ve formě ohřívání vzduchu na různé teploty a převod této energie (vítr) na otáčivý pohyb hřídele, která pohání elektrický generátor.

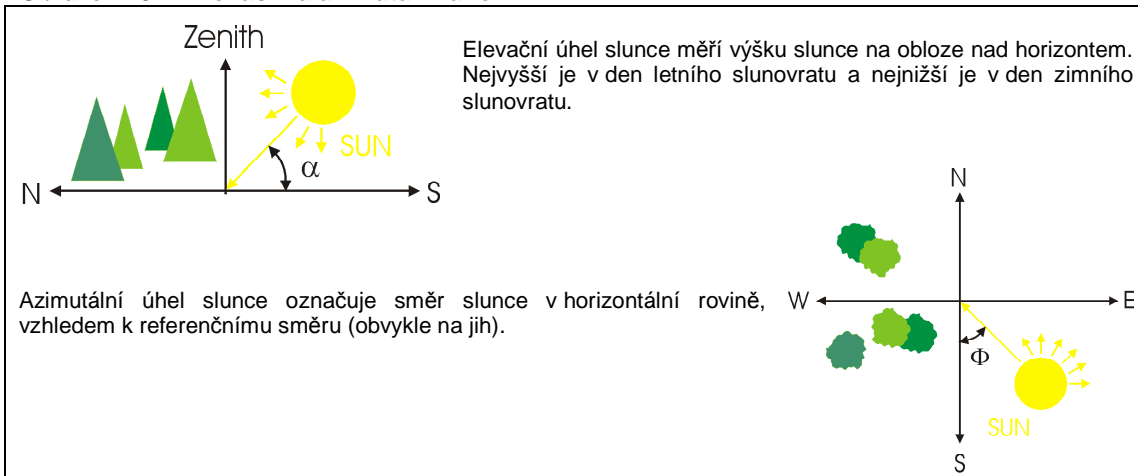
Díky solárním článkům je možné převádět sluneční světlo *přímo* na elektrickou energii pomocí tzv. fotovoltaického procesu. Sluneční světlo je rozloženo rovnoměrně, což umožňuje, aby každá budova měla potenciál pro výrobu sluneční energie *místně*. Podobně jako u solárního ohřívání vody (kapitola 6), je i v tomto případě nejvhodnějším místem pro upevnění solárních článků střecha, pokud je správně orientovaná tak, aby na ni dopadalo sluneční záření.

V tomto modulu jsou zvažovány dva druhy energie. První je zářivá energie slunce (světlo), která je nejrovnoměrněji rozložená. Druhou energií je vyrobená elektrická energie, který je studenty používána nejčastěji.

10.2 Pohyb slunce

Pohyb slunce na obloze a zářivá energie se mění v prostoru a čase (roční období). V daném místě a v daný čas závisí objem získané energie na *výškovém (elevačním) úhlu* (α) a na *azimutálním úhlu* (Φ) slunce, viz obrázek 10.1.

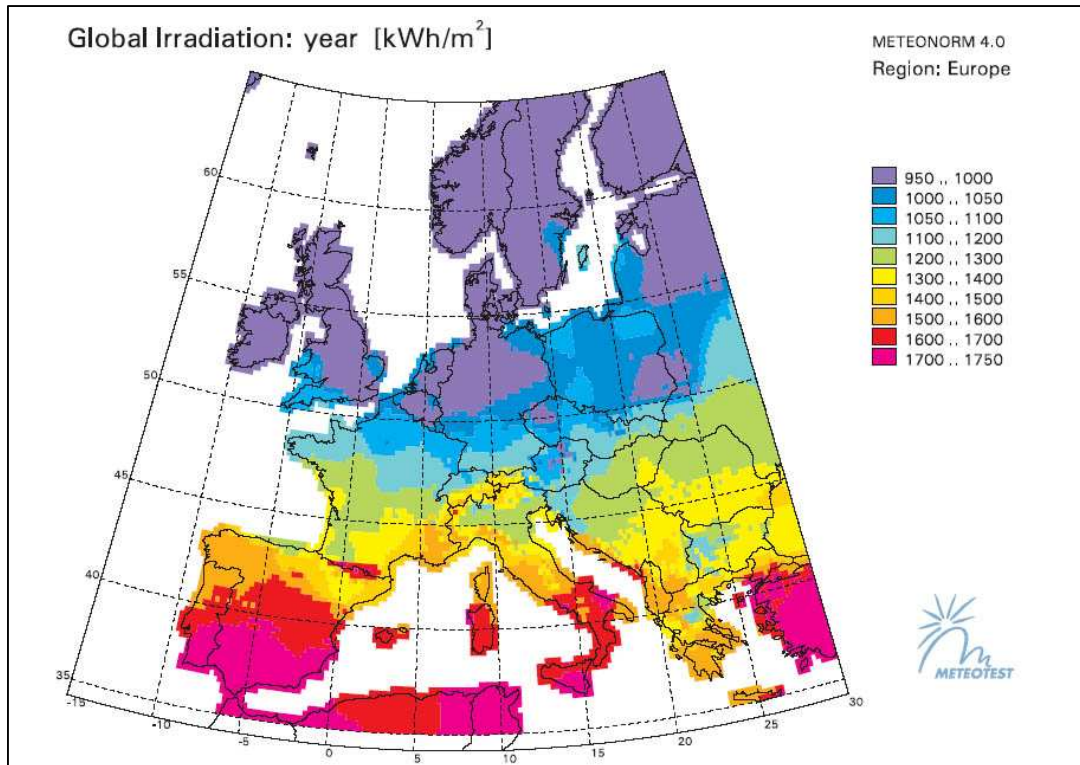
Obrázek 10.1: Elevační a azimutální úhel



Intenzita slunečního záření na zemském povrchu závisí na tom, jaká je vzdálenost, kterou musí paprsky urazit zemskou atmosférou. Pokud je slunce v nadhlavníku v poledne, je tato vzdálenost nejkratší, zatímco když je slunce skloněno pod úhlem (elevace) 30° , musí urazit dvojnásobnou vzdálenost. Čím dále na sever, tím nižší je elevační úhel a to obzvláště během zimních měsíců.

Zeměpisná šířka a klimatické podmínky stanoví počet dní v roce, kdy slunce svítí a roční dávku záření (měří se v kWh/m²). Roční dávka záření dopadající na vodorovný povrch se snižuje se zeměpisnou šířkou, jak je vidět na obrázku 10.2.

Obrázek 10.2: Globální dávka záření



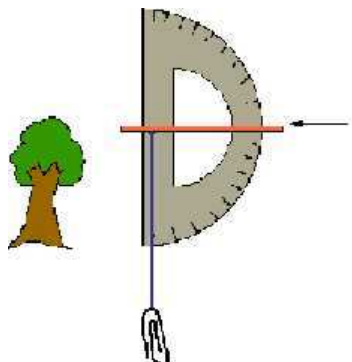
Měníci se poloha Slunce na obloze v různých denních hodinách i v různých dnech v roce se dá stanovit podle *schématu dráhy slunce* (obrázek 10.3). Poloha Slunce vzhledem k referenčnímu horizontu se vyjadřuje pomocí azimutálního úhlu (vodorovná osa) nebo elevačního úhlu (svislá osa).

Denní dráha Slunce na obloze nebo k 21. dni každého měsíce je znázorněna pomocí sedmi vodorovných křivek. Horní je pro červen (letní slunovrat) a dolní pro prosinec (zimní slunovrat). Každá z pěti platí pro dva měsíce, například dráha pro 20. března je shodná s dráhou pro 23. září. Každá dráha je každý den rozdělena svislými křivkami do hodinových intervalů.

Tvar krajiny a překážky také dokáží snížit zářivou energii v daný čas a v jistých ročních obdobích. Chcete-li znát místní energetický potenciál, měli byste vynést čáru horizontu do schématu dráhy pohybu Slunce pro danou lokalitu. Měřicí zařízení pro tento úkol vynášení čáry horizontu se nazývá sklonoměr. Měří úhel zorného paprsku nad nebo pod čárou horizontu (viz aktivity 10.1 a 10.2).

Aktivita 10.1: Výroba vlastního sklonoměru

Aktivita 10.1: Výroba vlastního sklonoměru



Úkoly:

1. Protáhněte provázek otvorem v úhломěru.
2. Zavěste kancelářskou sponku na konec provázku a uvažte uzel.
3. Pásku upevněte na trubičku z kuličkového pera podél osy symetrie úhломěru.

Poznámky pro učitele: Sklonoměr se bude používat v aktivitě 1.2.

Podklady: Sklonoměr je měřicí zařízení, které se používá k měření úhlu čáry pohledu nad nebo pod horizontem.

Cíl: Porozumět tomu, co je elevační úhel, pomocí sestavení (a pak použití) vlastního měřicího zařízení.

Materiál: Úhломěr, provázek, kancelářská sponka, trubička z kuličkového pera, samolepicí páska

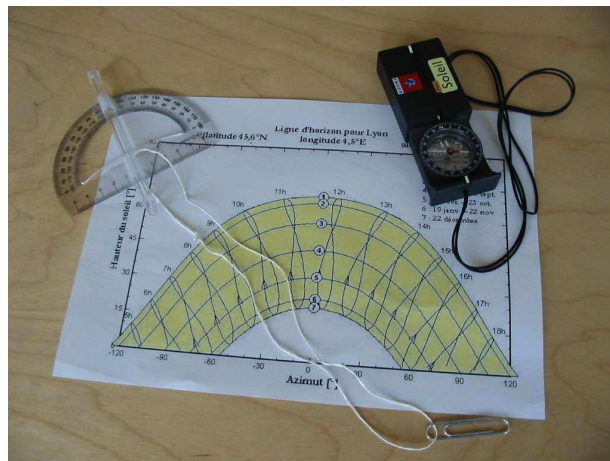
Klíčová slova: měření, úhel, výška

Znalosti: ruční, měření, interpretace

Předměty státní osnovy: Věda a technologie

Věkový rozsah: 11+

Minimální doba pro dokončení aktivity: 1 hodina

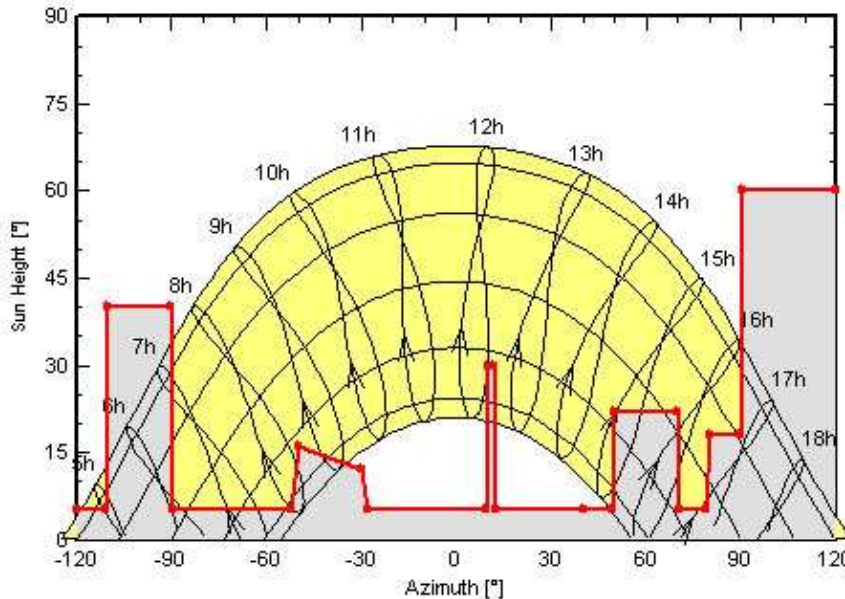


Aktivita 10.2: Nakreslení schématu čáry horizontu pro domácnost

Aktivita 10.2: Nakreslení schématu čáry horizontu pro domácnost



Horizon line drawing



Úkoly:

1. Postavte se do místa, vzhledem ke kterému budete chtít vynášet polohu slunce.
2. Pomocí kompasu se otočte směrem k východu.
3. Zaměřte sklonoměr směrem k hornímu konci nějaké překážky (pokud si nějakou vyberete) umístěné na východě.
4. Odečtěte elevační úhel ze sklonoměru.
5. Vyneste tento elevační úhel do schématu dráhy Slunce pro vaši lokalitu (viz následující strana).
6. Postupně se otáčejte s kompasem po 10° a pokračujte v zanášení poloh překážek do grafu, směrem k opačnému konci na západ.
7. Spojte tečky. Krajinné prvky a všechny překážky se zobrazí na grafu (viz příklad níže).

Poznámky pro učitele: Čára horizontu nakreslená v této aktivitě bude využita v aktivitě 4.4.

Podklady: Měníci se poloha Slunce na obloze v různých denních hodinách i v různých dnech v roce se dá stanovit podle *schématu dráhy Slunce*. Tvar krajiny a překážky rovněž dokáží snížit zářivou energii v daný čas a v jistých ročních obdobích. To znázorníte tak, že vynesete čáru horizontu do schématu dráhy pohybu Slunce.

Cíl: Porozumět a demystifikovat dráhu pohybu Slunce a schémata čáry horizontu.

Materiál: kompas, sklonoměr, listy pro schéma dráhy pohybu Slunce pro vaši zeměpisnou lokalitu

Klíčová slova: Azimutální úhel, elevační úhel, dráha Slunce

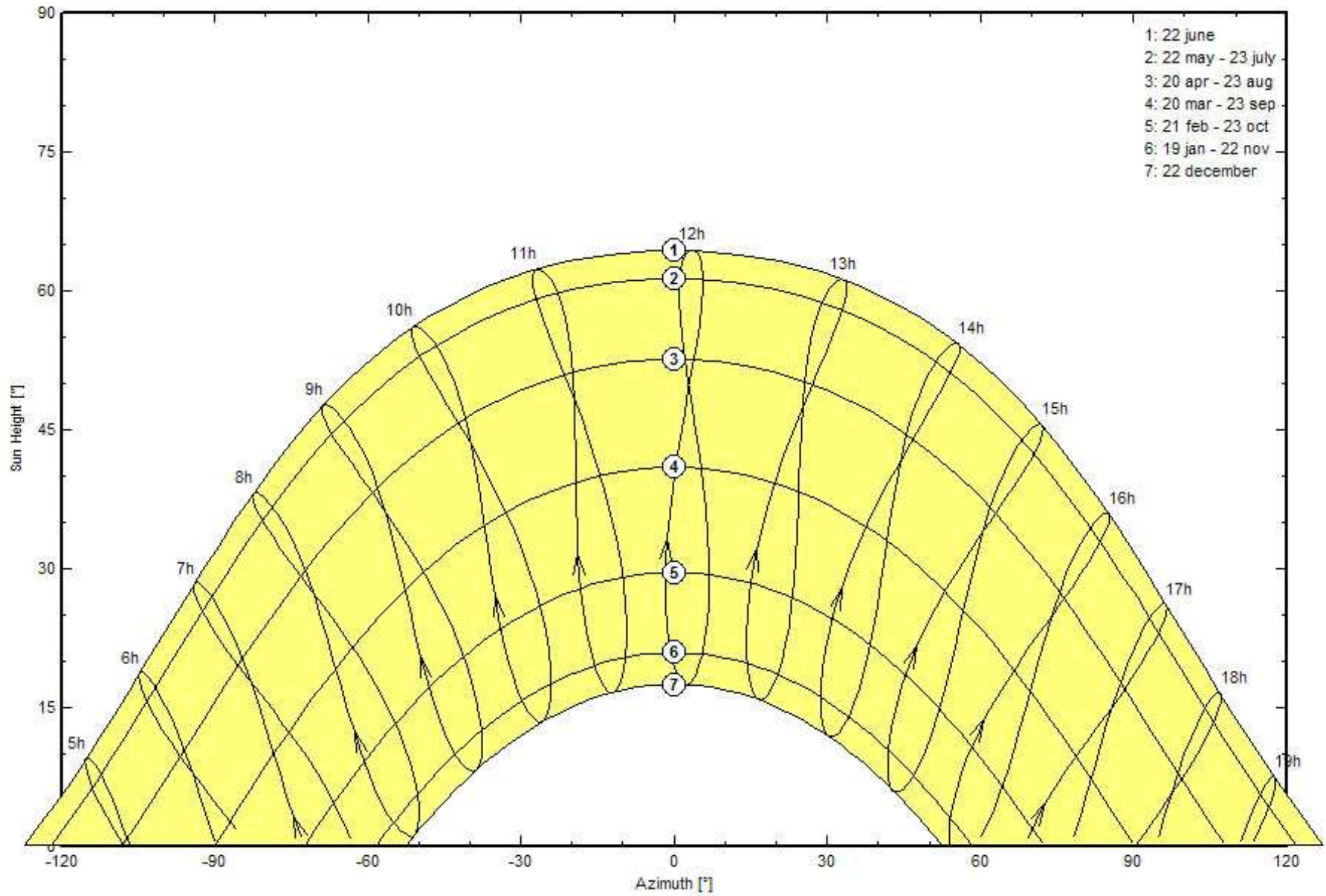
Znalosti: Měření, přesnost, vynášení do grafu

Předměty státní osnovy: Věda a technologie, matematika, zeměpis.

Věkový rozsah: 11+

Minimální doba pro dokončení aktivity: 3 hodiny

Solar paths at Paris, (Lat. 49.1°N, long. 2.1°E, alt. 26 m)

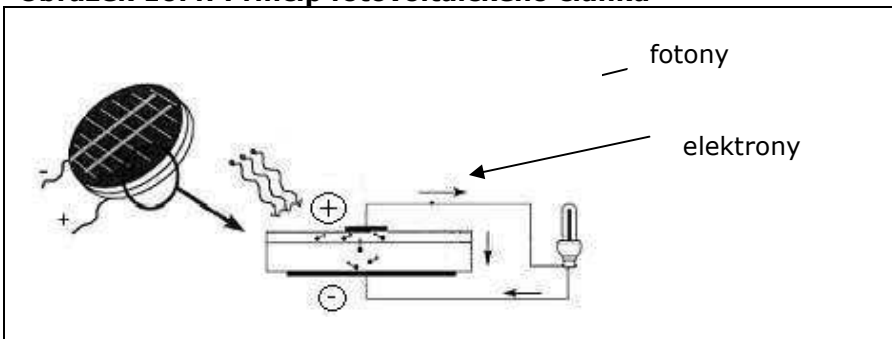


10.3 Fotovoltaický proces

Elektrony jsou částice atomu, které obíhají okolo jádra, které obsahuje další dvě částice, *proton* a *neutron*, které jsou velmi blízko u sebe. Elektron má negativní náboj, zatímco proton má náboj pozitivní a neutron nemá žádný náboj. Protože částice s protikladným nábojem se navzájem přitahují, je elektron přitahován k jádru, okolo kterého obíhá. U *vodivých* materiálů se mohou elektrony snadno uvolnit ze svých orbit (oběžných drah) v okamžiku, když na ně začne působit elektrické pole – tak vzniká elektrický proud.

Fotovoltaický efekt představuje fyzikální jev, ke kterému dochází pouze v materiálech nazývaných *polovodiče*. Když částice nazývané *fotony* dopadnou na povrch takového materiálu, přenesou svou energii na elektrony materiálu a odsunou je z jejich orbit. Pokud je polovodič dopován (přidána přísada) vhodnými nečistotami, takže elektrony jsou přitahovány k jednomu povrchu, vytvoří se elektrický náboj, který tvoří základ elektrického proudu.

Obrázek 10.4: Princip fotovoltaického článku



Zářivá energie Slunce je tak transformována na *elektrickou energii*. Fotovoltaický efekt vyrábějící přímo elektrický proud bez pohyblivých mechanických součástí nebo hluku vynalezl Edmond Becquerel v roce 1839.

10.4 Fotovoltaické články a moduly

Surovinou pro fotovoltaický článek je křemík, který se vyrábí z oxidu křemičitého, což je hlavní složka písku. Křemíkový odpad z elektronického průmyslu je shromažďován, přetaven vysokoteplotním čisticím procesem a použit k výrobě fotovoltaických článků.

Velmi čisté krystaly křemíku (nebo amorfni křemík) jsou rozřezány na plátky asi 300 μm tenké. Jeden povrch je pak dopován prvkem, který má o jeden elektron více než křemík, a vytváří kladný náboj, a druhý povrch je prvkem, který má o jeden elektron méně, takže vytváří záporný náboj. Tyto povrchy pak přitahují nebo odpuzují elektrony uvolňované dopadajícími fotony, takže vytvářejí elektrický proud.

Každý článek vyrábí velmi nízkou elektrickou energii. K dosažení vyššího elektrického proudu a ke zvýšení výkonu jsou články spojeny do série a vytvářejí velké fotovoltaické panely neboli „moduly“. Protože články jsou velmi křehké a tenké, jsou chráněny vodotěsným pouzdem a vrstvou průhledného skla. Moduly mají obvykle obdélníkový tvar a jsou několik centimetrů široké. Mohou být integrovány do stavebních materiálů (dlaždice, břidlice nebo průhledné rámy).

Aktivita 10.4: Výroba fotovoltaického článku a modulu

Aktivita 10.4: Výroba fotovoltaického článku a modulu

Úkoly: Sestavte obrázek ve správném pořadí a ilustруйте, jak se vyrábí fotovoltaický článek a modul.

Poznámky pro učitele: Vystřihněte a zamíchejte jednotlivé kroky.

Podklady: Kroky výroby článku a modulu jsou uvedeny výše.

Cíl: Porozumění výrobě fotovoltaických článků a modulů.

Materiál: Kopie dvou následujících pracovních listů.

Klíčová slova: fotovoltaický článek, modul, křemík, vodič.

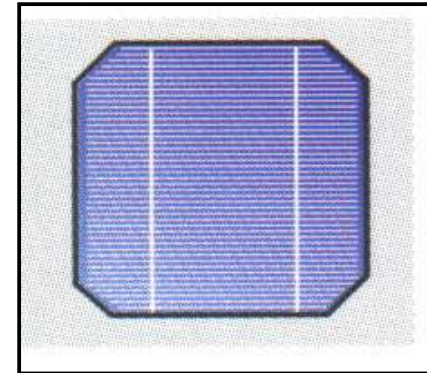
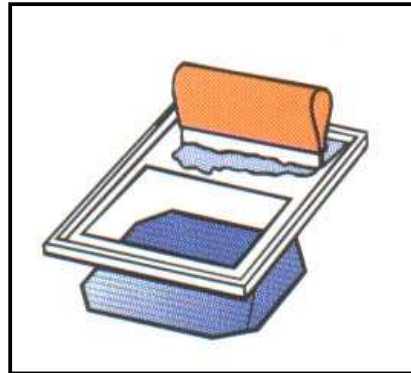
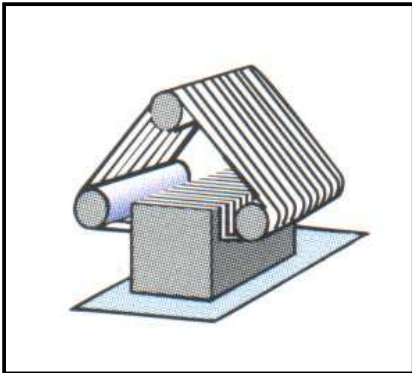
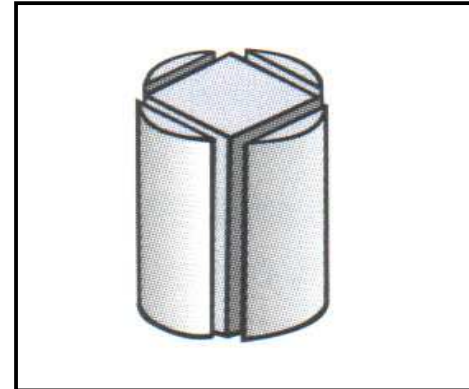
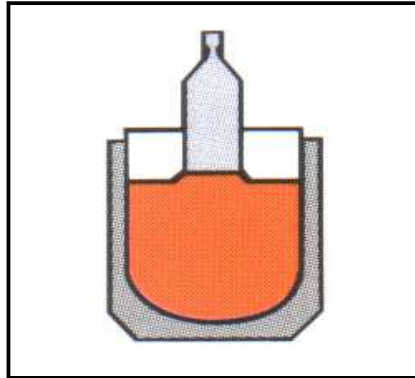
Znalosti: logika, analýza, paměť

Předměty státní osnovy: Věda a technologie, jazyk.

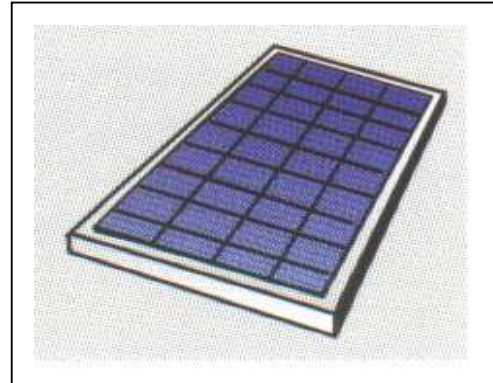
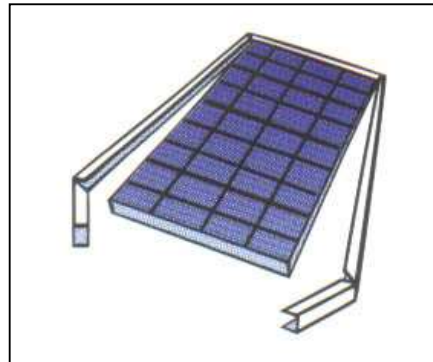
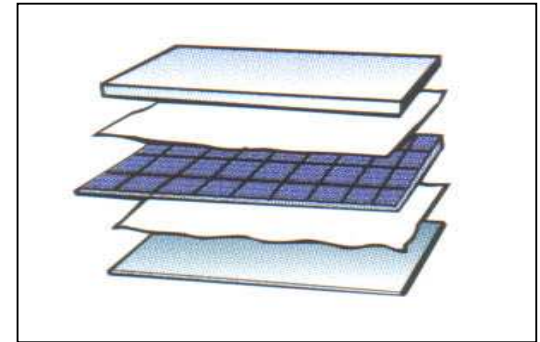
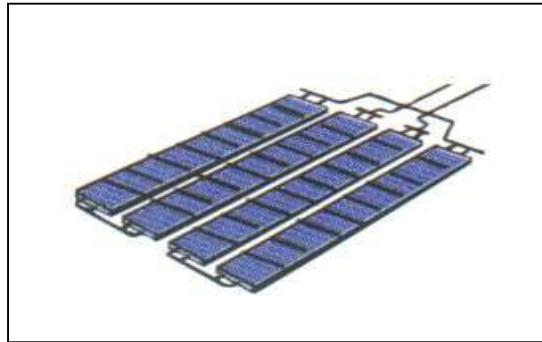
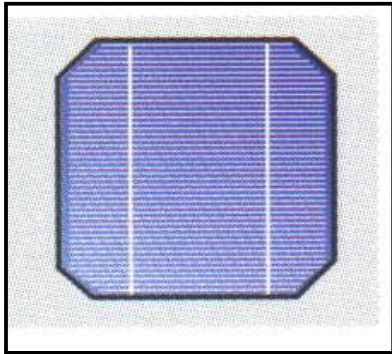
Věkový rozsah: 11+

Minimální doba pro dokončení aktivity: 1 hodina

**Pracovní list 1: AKTIVITA 10.4:
VÝROBA FOTOVOLTAICKÉHO ČLÁNKU**



**Pracovní list 2: AKTIVITA 10.4:
VÝROBA FOTOVOLTAICKÉHO MODULU**



10.5 Samostatné systémy

Pokud není obydlí napojeno na národní rozvodnou síť, pak je nutné elektrickou energii ukládat v době, kdy výroba přesahuje spotřebu. Akumulátory jsou nejběžnější formou takového zařízení, protože umí ukládat energii dlouhodobě (obrázek 10.5).

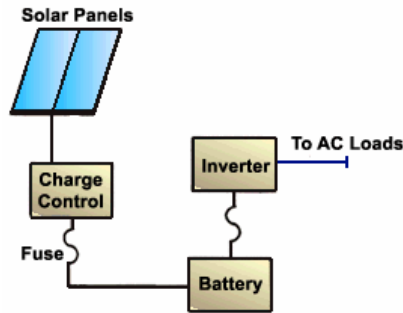
Obrázek 10.5: Samostatné systémy

Fotovoltaické panely vyrábějí elektrickou energii.

Akumulátory elektrickou energii ukládají.

Regulátor nabíjení ovládá přívod proudu do akumulátoru a zabraňuje jeho přebíjení nebo rychlému stárnutí.

Měnič transformuje stejnosměrný proud (DC) akumulátoru na střídavý proud (AC), pokud zařízení a spotřebiče v obydlí používají střídavý proud (měnič nebude potřeba, pokud spotřebiče pracují se stejnosměrným proudem).



Dimenzování solárního systému musí předcházet následující úvahy:

a) Vypočtení denní spotřeby elektrické energie sečtením spotřeby jednotlivých spotřebičů, které rodina používá. Počet akumulátorů se volí tak, aby byla splněna spotřeba elektrické energie s malou bezpečnostní rezervou.

b) Vypočtení plochy fotovoltaických panelů tak, aby byl splněn požadavek na spotřebu; je nutné uvážit roční dávku slunečního záření, která je v místě instalace k dispozici, a která se liší podle zeměpisné šířky, podnebí, tvaru krajiny a překážek.

Je důležité vybrat si *energeticky účinná* zařízení a spotřebiče, protože uložení elektrické energie do akumulátorů je drahé a zabírá mnoho místa. Samostatnost těchto fotovoltaických systémů umožňuje vyhnout se práci, vyžadované protažením vedení rozvodné sítě. Horské chaty, samostatné budovy, farmy, telekomunikační sloupky, vodní čerpadla a útulky jsou příklady míst vybavených fotovoltaickými systémy (solární generátory).



Aktivita 10.5: Výroba kolotoče poháněného solární energií

Aktivita 10.5: Výroba kolotoče poháněného solární energií

Úkoly:



Postavte si dům a kolotoč

1. Propíchněte v základně dva otvory pod místem, kde bude stát dům a kde kolotoč.
2. Ve středu krabice propíchněte otvor o průměru pastorku.
3. Vystřihněte následující tvary z kartonu:
4. *Stěny (2) bez štítu: 7 cm x 6 cm*



5. *Stěny (2) se štítem: 7 cm x 9 cm. Odstřihněte štít 6 cm od země.*
6. *Střecha (2): 6 cm x 9 cm*
7. Přilepte stěny domu k sobě a (pouze) jednu stranu střechy.
8. Odstřihněte obdélník 2 cm x 3,5 cm uprostřed nepřilepené strany střechy.
9. Vystřihněte v kartónu dva čtverce 3 cm x 3 cm, slepte je dohromady a pak je nalepte pod základnu, čímž se vytvoří podstavec pro upevnění motoru.

Zhotovte elektrická spojení

- Připojte dvojitý elektrický vodič k pólům fotovoltaického článku, pak dotáhněte šroub.
- Přilepte článek na střechu a střechu na dům. Protáhněte vodiče otvorem v základně a dům přilepte na základnu. Ujistěte se, že článek je na straně střechy, která směřuje od kolotoče, jinak na článek bude dopadat stín.
- Protáhněte vodiče motoru druhým otvorem v základně.
- Připojte všechny vodiče článku k vodičům motoru a upevněte je páskou pod základnu. Pozor, abyste vodiče nezkratovali.
- Páskou upevněte (nelepte) motor na podstavec a kruhovou krabičku umístěte na osu motoru. Na krabičku přilepte kartónovou roli od toaletního papíru.

Zkontrolujte, zda se kolotoč otáčí (na slunci a se žárovkou 100 W).

Poznámky pro učitele: Tuto aktivitu lze dokončit během jedné tříhodinové nebo dvou jeden a půl hodinových lekcí. Viz část 6c, kde jsou uvedeni dodavatelé elektrického materiálu.

Podklady: Dům je vybaven samostatným fotovoltaickým systémem. Žádné akumulátory neukládají elektrickou energii. Kolotoč se bude otáčet pouze v případě, že svítí slunce.

Cíl: Ukázat, že samostatný systém vyrábí vlastní elektrickou energii a že pokud chcete mít energii i když slunce nesvítí, je nutné mít akumulátory, které se nabíjejí v době slunečního svitu.

Materiál:

Dům a kolotoč: Silný karton rozřezaný na obdélníky 25 cm x 15 cm pro základnu, karton na dům, kartónová role od toaletního papíru, kartónové nebo tenké dřevěné kruhové krabičky.

Elektrický materiál: Fotovoltaické články, malé motory, hnací pastorky pro osy motorů, dvojitě elektrické vodiče o délce po 20 cm a s obnaženými konci (1 cm každý), elektrická páska nebo silná samolepicí páska, žárovka 100 W.

Nástroje: Kleště na stahování izolace, lepidlo, nůžky, řezačka.

Klíčová slova: elektrická energie, obvod, fotovoltaický článek, motor, Slunce

Znalosti: ruční, přesný

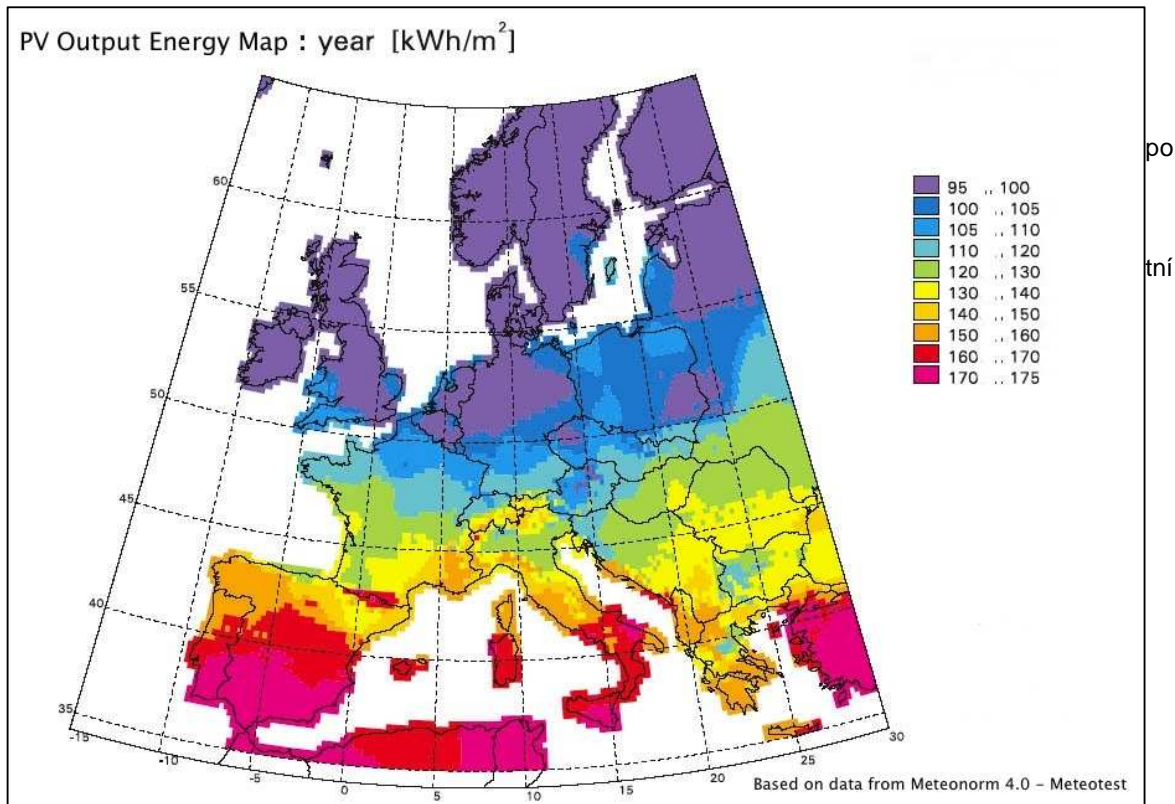
Předměty státní osnovy: Věda a technologie

Věkový rozsah: 11+

Minimální doba pro dokončení aktivity: 3 hodiny

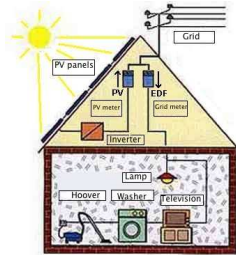
Pro výrobu následující mapy se předpokládalo, že se používají nejběžněji dostupné fotovoltaické moduly a že fotovoltaické panely jsou nasměrovány na jih a skloněny pod úhlem 30° vzhledem k zemi (optimální podmínky instalace).

Obrázek 10.7: Mapa energetického výkonu



Aktivita 10.7: Jaké procento elektrické energie lze vyrobit s 10 m² fotovoltaických panelů (PV) v domácnosti?

Aktivita 10.7: Jaké procento elektrické energie lze vyrobit s 10 m² fotovoltaických panelů (PV) v domácnosti?



Úkoly:

Nejprve získajte přehled o tom, kolik slunečního svitu se dostane do vaší domácnosti:

1. Stanovte, kterým směrem leží vaše střecha.
2. Sledujte čáru horizontu pro váš dům (Aktivita 1.3).

Dále se podíváme blíže na spotřebu energie domácnosti a jakou plochu by fotovoltaické panely musely mít, aby spotřebu pokryly.

3. Podívejte se na účet za elektrickou energii pro vaši domácnost a na to, kolik energie rodina spotřebuje za rok. Hodnota (A) bude uvedena v kWh.
4. Vyhledejte své město, vesnici nebo oblast na mapě elektrického výkonu (následující stránka) a stanovte roční výkon elektrické energie, který je dostupný na m² klasického systému fotovoltaických panelů. Hodnota (B) bude uvedena v kWh/m²/rok. m² a týká se povrchové plochy modulu PV (nikoliv plochy země).
5. Vypočítejte počet čtverečních metrů panelů PV (C), které potřebujete pro výrobu elektrické energie, kterou vaše domácnost spotřebovává ($C=A/B$).
6. Nyní vypočítejte, kolik energie může vyrobit (D) 10 m² fotovoltaických panelů na střechě za jeden rok ($D=B*10$) a vypočítejte, jakou procentuální hodnotu (%) to představuje ve vaší roční spotřebě energie ($100*D/A$).

Poznámky pro učitele: Kroky 3, 4, 5 a 6 lze dokončit nezávisle na 1 a 2.

Podklady:

1. Fotovoltaické moduly se normálně umísťují na střechu nebo na zem. Nejlepší je, pokud mohou směřovat k jihu, protože odtud může dopadat nejvíce sluneční energie, ale také je přijatelné, pokud směřují na východ nebo západ.
2. Fotovoltaické moduly musí mít ničím nestíněný „výhled“. To znamená, že pokud by byly mírně ve stínu, mohlo by docházet k výraznému snížení objemu vyrobené elektrické energie.
3. Je možné odhadnout roční energetický výkon na m² fotovoltaického systému (jednotka kWh/m²/rok). To bylo provedeno na mapě energetického výkonu fotovoltaického článku za předpokladu, že se používají nejběžněji dostupné fotovoltaické moduly a že fotovoltaické panely směřují na jih a jsou vzhledem k zemi skloněny pod úhlem 30° (optimální podmínky instalace).
4. Fyzická velikost fotovoltaického systému je založena na vyžadované elektrické energii.
5. Když se rodina rozhodne používat fotovoltaické panely, nejprve musí pracovat na snížení spotřeby energie, aby jejich spotřebu dokázalo pokrýt 10 m² až 20 m² panelů.

Cíl: Demystifikace fotovoltaických systémů. Projděte rovnou cvičení a získajte nějaké informace o praktické hodnotě pro rodiny.

Materiál: Rodinný účet za elektrickou energii, pracovní list s mapou energetického výkonu fotovoltaického systému.

Klíčová slova:

Znalosti: logika, analýza, výpočet

Předměty státní osnovy: Věda a technologie, matematika, zeměpis, občanská nauka

Věkový rozsah: 11+
Minimální doba pro dokončení aktivity: 2 hodiny

Aktivita 10.8: Získání rad

Aktivita 10.8: Získání rad

Je obtížné získat rady o použití fotovoltaické technologie v domácnosti a o dalších záležitostech, týkajících se využití energií. Nicméně existuje několik zdrojů informací, které by vás nemusely napadnout.

Úkoly

- 1) Zvažte, kam byste šli pro radu ohledně fotovoltaických systémů ve vaší domácnosti.
- 2) Vyplňte pracovní list 10.8, kde uvedete zdroje informací a rady, které byste využili (ano/ne) a které upřednostňujete (Pr.).

Poznámky pro učitele:

Podklady: Správné rady pro využití technologie na výrobu energie pomocí fotovoltaických článků v domácnosti mohou dávat značný ekonomický smysl, pokud jsou využity. Tato aktivita nabízí příležitost pro identifikaci preferencí studentů při získávání informací a rad.

Cíl: Tato jednoduchá aktivita má dva účely:

- 1) ilustrovat několik potenciálních zdrojů rad a
- 2) informovat učitele ohledně upřednostňovaných zdrojů informací ze strany studentů

Materiál: Internet, telefonní seznam.

Klíčová slova: Rady o energiích, poskytovatelé informací.

Znalosti: Vyhledávání informací, kladení správných otázek.

Předměty státní osnovy:

Věkový rozsah: Klíčové stupně:

Pracovní list 10.8

	Pr	A	N		Pr	A	N
Asociace spotřebitelů				Rodiče			
Poradenská střediska využití energie				Telefonní poradenská střediska			
Den/týden energie				Instalatéři			
Místní výstava/veletrh energií				Veřejná knihovna			
Seminář/kurz energií				Příbuzní			
Přátelé				Školní knihovna			
Montážní technici				Skupina ve škole			
Internet				Učitelé			
Časopisy				Vědecké/technické museum			
Výrobci				Prodejny			
Sousedé				TV programy			
NGO				Rozvodné společnosti			

Další zdroje rad, které byste rádi využili:

10.7 Ekologické dopady

Hlavní dopad souvisí s výrobou samotných solárních článků a lze ho minimalizovat recyklací odpadu.

Další dopad se týká vzhledu, protože fotovoltaické moduly, jako např. solární moduly na ohřívání vody, budou na střechách budov viditelné.

10.8 Výhody a nevýhody

Fotovoltaická elektrická energie má mnoho výhod:

- Technologii lze použít téměř kdekoli, protože sluneční světlo je k dispozici také všude.
- Výrobní zařízení lze téměř vždy instalovat v blízkosti místa spotřeby, čímž se zabraňuje elektrickým ztrátám během rozvodu a přenosu.
- Velikost instalace může být snadno uzpůsobena podle potřeby a dostupných zdrojů.
- Žádné znečištění provozem. Žádné plynné zplodiny, odpad, žádné riziko fyzických nehod.
- Velmi nízké nároky na údržbu nebo opravy, protože systém nemá pohyblivé součásti.

Elektrickou energii lze také produkovat místně, což podporuje samostatnost, solidaritu ve společnosti a decentralizaci.

Mezi nevýhody patří:

- Střecha budovy nemusí být správně orientována, tj. na jih.
- Technologie je v současné době drahá, ale náklady se trvale snižují.
- Cena za odkupovanou energii může být mnohem nižší, než kupní cena, takže nadbytečná vyrobená energie není odpovídajícím způsobem zaplácena.

10.9 Budoucí potenciál

Ve všech evropských zemích je dostatek slunečního záření přijímaného fotovoltaickými systémy, aby bylo možné vyrábět většinu, nebo dokonce téměř veškerou energii spotřebovanou rodinami v domácnostech. A to i ve skandinávských zemích, kam slunečního světla dopadá mnohem méně! Ve skutečnosti je v mnoha skandinávských zemích používání fotovoltaické energie mnohem rozvinutější než v zemích jižní Evropy.

V Holandsku, Německu a v dalších sousedních zemích je využití fotovoltaické energie rozšířené a díky politické vůli stále roste. Hnutí proti využívání atomové energie, problémy způsobené industrializací a vyšší hustota zalidnění jsou v těchto zemích příčinami velmi silného povědomí o životním prostředí. Lidé v těchto státech již dlouho požadují obnovitelné zdroje energie. Tlak od občanů má silný politický dopad a v jistých společnostech je nyní politická poptávka vyšší než poptávka od občanů.

Francie má k dispozici mnoho slunečního záření, rozhodně dostatek pro výrobu energie pomocí fotovoltaických systémů, a to jak v malém měřítku (domácnosti), tak i ve velkém (elektrárny).

Až do dnešní doby bylo nákladné, aby si jednotlivec nainstaloval fotovoltaické systémy a v důsledku toho nebylo používání tohoto druhu energie ve Francii příliš rozvinuté. Ale v roce 2006 byly navrženy nové sazby za odkup elektrické energie vyráběné jednotlivci a její export do rozvodné sítě, a to 0,30 c€/kW pro klasické fotovoltaické systémy a 0,55 c€/kW v případě panelů integrovaných do budov. Návrhnost investice nyní bude mnohem vyšší, což bude důvodem pro další rozvoj instalací fotovoltaických systémů ve Francii.

10.10 Závěry

Potenciál pro výrobu elektrické energie přímo ze slunečního světla je velmi vysoký a stává se nákladově efektivním, protože technologie se zlepšují a cena za elektrickou energii vyrobenou konvenčními zdroji (fosilními palivy) se zvyšuje.

Společně s větrnou energií jsou tyto dva druhy obnovitelné energie těmi, které se stanou dominantní formou výroby elektrické energie v budoucnosti, kdy bude docházet k postupnému vyčerpávání fosilních paliv.

