

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

---

**TECHNICKÁ FAKULTA**



**Bakalářská práce**

**Technologie a technika využití obnovitelných  
zdrojů energie - sluneční**

Vedoucí diplomové práce: doc. ing. Jan Malat'ák, Ph. D.

Vypracoval: Adam Pokorný

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pokorný Adam

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Technologie a technika využití obnovitelných zdrojů energie – sluneční energie**

Anglický název

**Technology and technique utilization of renewable energy resources – solar energy**

### Cíle práce

Cílem práce je popis využití obnovitelných zdrojů energie v současné praxi s důrazem na energii solární. Speciálně bude řešeno využití solárních systémů v automobilovém průmyslu.

### Metodika

Na základě dostupných zdrojů informací sestavit literární přehled zvolené problematiky s ohledem na využití solární energie v automobilovém průmyslu.

### Osnova práce

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Obnovitelné zdroje v automobilové dopravě
4. Sluneční energie
5. Bateria a akumulátory
6. Alternativní pohony
7. Závěr

**Rozsah textové části**

30 - 40 stran

**Klíčová slova**

solární panel, obnovitelné zdroje energie, fotovoltaika

**Doporučené zdroje informací**

Cenek, M. et al.: Obnovitelné zdroje energie, nakladatelství FCC Public Praha, 2. vydání, 2001, 202 str. ISBN 80-901985-8-9.  
Beranovský, J. et al.: Alternativní energie pro váš dům. ERA GROUP spol. s.r.o., 2003, 125 s., ISBN: 80-86517-89-6.  
Libra, M.; Poulek, V.: Zdroje a využití energie. Poulek Solar, r.r.o., 2007, s. 141, ISBN: 978-80-213-1647-8.  
Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P., 2004, Biomasa – obnovitelný zdroj energie, nakladatelství FCC Public, Praha, 284 str. ISBN 80-86534-06-5.

**Vedoucí práce**

Malaták Jan, doc. Ing., Ph.D.



**doc. Ing. Miroslav Píkrýl, CSc.**

Vedoucí katedry

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan fakulty

V Praze dne 7.4.2011

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma: Technika a technologie využití obnovitelných zdrojů energie – solární energie vypracoval samostatně a použil jen uvedenou literaturu, kterou cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne 20.4.2011

Adam Pokorný

## **Poděkování**

Děkuji všem, kteří mi pomáhali při tvorbě bakalářské práce, především poděkování patří vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Jan Malat'ák, Ph.D. za odborné a cenné rady, velmi vstřícný přístup, ochotu a čas, který mi věnoval při zpracovávání mé práce.

# **Technologie a technika využití obnovitelných zdrojů energie - sluneční**

## **Technology and technique utilization of renewable energy resources – solar energy**

### **Souhrn**

Bakalářská práce je zaměřena na současnou situaci v oblasti solárních systémů. Věnuje se všem důležitým aspektům, od teorie funkce fotovoltaiky, přes rozdělení a popis jednotlivých systémů, až po stručný popis nejdůležitějších součástí, které ukazují na moderní prvky solárních systémů. Práce obsahuje využití obnovitelných zdrojů energie používaných v různých odvětvích. V kapitole 3 jsou jednotlivé obnovitelné zdroje představeny a vysvětleny jak fungují. V kapitole 4 jsou alternativní paliva používaná u vozidel. Kapitola 5 je zaměřena na energii získanou ze slunce. Jsou zde popsány fotovoltaické články, z čeho jsou vyrobeny a jak fungují. Kapitole 6 popisuje automobily poháněné sluneční energií. V 7. kapitole se popisují baterie a akumulátory jako nezbytná součást alternativních pohonů vozidel. V 8. kapitole jsou popsány systémy, které napomáhají snížit spotřebu paliva. V kapitole 9 je uvedeno zhodnocení pohonů vozidel.

### **Klíčová slova**

Obnovitelné zdroje energie, biopaliva, solární pohony, hybridní pohony

### **Summary**

The thesis is focused on the current situation in the solar system. It deals with all important aspects, the theory of photovoltaic, through the division and description of the system up to a brief description of the principal components, to show that the modern elements of solar systems. The work includes the use of renewable energy used in various sectors. In chapter 3 of the different renewable presented and explained how they work. In chapter 4, alternative fuels used in vehicles. Chapter 5 focuses on the energy it receives from the sun. In the 7th chapter describes the batteries and accumulators as a necessary part of alternative propulsion vehicles. In the 8th chapter describes the systems that help reduce fuel consumption. In chapter 9 is out assessment drive vehicles.

### **Key words**

**Renewable energy, biofuels, solar powered, hybrid drives**

# Obsah

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2. CÍL PRÁCE A METODIKA .....</b>	<b>9</b>
CÍL PRÁCE.....	9
METODIKA.....	9
<b>3. CHARAKTERISTIKA OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE.....</b>	<b>10</b>
MEZI OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE PATŘÍ:.....	10
3.1 ENERGIE VODY .....	10
3.1.1 Princip vodní elektrárny.....	10
3.2 ENERGIE VĚTRU .....	11
3.3 ENERGIE GEOTERMÁLNÍ.....	12
3.4 ENERGIE BIOMASY .....	12
<b>4. OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE A AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA.....</b>	<b>13</b>
4.1 VYUŽITÍ ELEKTRINY.....	13
4.1.1 Principy elektromotorů.....	13
4.1.2 Palivové články .....	16
4.1.3 Alternativní paliva.....	18
<b>5. SLUNEČNÍ ENERGIE .....</b>	<b>21</b>
5.1 POUŽITÍ SLUNEČNÍ ENERGIE K VÝROBĚ ETANOLU .....	22
5.1 SOLÁRNÍ KOLEKTORY .....	22
5.2 FOTOVOLTAICKÉ PANELE .....	23
5.2.1 Fotovoltaické systémy.....	23
5.2.2 Základní fotovoltaické technologie.....	23
5.2.3 Typy článků .....	24
5.4 SOLÁRNÍ ČLÁNEK.....	26
5.4.1 Špičkový výkon .....	27
5.4.2 Proud a napětí na prázdko.....	27
5.4.3 Vliv teploty na výkonu .....	27
<b>6. SOLÁRNÍ ENERGIE V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU .....</b>	<b>28</b>
6.1 TECHNOLOGIE SOLÁRNÍHO AUTOMOBILU .....	28
6.2 PROBLÉMY SOLÁRNÍCH AUTOMOBILŮ.....	28
6.3 SOLÁRNÍ ENERGIE APLIKOVANÁ NA AUTOMOBILECH.....	28
<b>7. BATERIE A AKUMULÁTORY .....</b>	<b>31</b>
7.1 ROZDĚLENÍ BATERÍ.....	32
7.1.1 Základní baterie .....	32
7.1.2 Typy a charakteristiky sekundárních baterií.....	32
7.1.3 Velikost baterií a jejich kapacita používaných v hybridních a plug-in hybridních vozidlech.....	33
<b>8. AUTOMOBILKY A JEJICH ELEKTRICKÉ ALTERNATIVNÍ POHONY ..</b>	<b>34</b>
8.1 HYBRIDNÍ ELEKTRICKÁ VOZIDLA.....	34
8.2 MICRO HYBRID.....	34
8.2.1 BMW efficient dynamics.....	34
8.2.2 Volkswagen blue motion technologie .....	35
8.2.3 Fiat PUR-O2 .....	35

8.2.4 Volvo DRIVE.....	35
8.2.5 Toyota optimal drive .....	35
8.3 MILD HYBRID .....	35
8.3.1 Honda integrated motor assist .....	36
8.3.2 Mercedes Benz S-class (mild hybrid) .....	36
8.4 FULL HYBRID .....	37
8.4.1 Toyota hybrid synergy drive a Lexus hybrid synegy drive .....	37
8.4.2 BMW ActiveHybrid.....	38
8.4.3 Porsche 911 GT3 R Hybrid.....	39
8.4.4 PSA Peugeot Citroen diesel Hybrid .....	40
8.5 PLUG-IN HYBRID .....	40
8.5.1 General motors E-Flex systém chevrolet volt.....	41
8.6 BATERIOVĚ POHÁNĚNÉ AUTOMOBILY .....	42
8.6.1 Renault-Nissan aliance.....	42
8.6.2 Smart Fortwo Electric Drive .....	42
8.6.3 PSA Peugeot Citroen-Mitsubishi společenství .....	43
<b>9. ZHODNOCENÍ.....</b>	<b>44</b>
<b>10. ZÁVĚR .....</b>	<b>45</b>
<b>11. SEZNAM LITERATURY.....</b>	<b>46</b>
<b>12. PŘÍLOHY.....</b>	<b>II</b>



## 1. Úvod

Motorová vozidla jsou v dnešní době hlavním nástrojem osobní a obchodní mobility. Vyšší životní úroveň vede k nárůstu využívání automobilů, to můžeme pozorovat v rychle rozvíjejících se zemích jako je Čína, Indie apod. Navíc, více než devadesát procent dopravy, do které patří doprava silniční, letecká, námořní a železniční je závislá na ropě. To vede k rychlejšímu vyčerpání zásob ropy. Nově objevených ložisek je čím dále méně a mnoho nově nalezených je velmi nákladných na těžbu. To vše vede k tomu, že bude stále vyšší poptávka po fosilních palivech a s tím spojený nárůst cen těchto paliv.

Evropská Unie vypracovala novou legislativu, která by měla směřovat k využívání ekologičtějších vozů. Zájem o úspornější dopravní prostředky v posledních letech prudce stoupá a díky tomu můžeme pozorovat nárůst nových technologií, které se objevují v dopravních prostředcích. Jedna z možností jak snížit spotřebu vozidel je auto na solární pohon případně kombinace s hybridním systémem který má díky použití solární energie nižší spotřebu pohonných hmot.

Sluneční článek je jednoduchý uzel, který přeměňuje vstřebané světlo na elektrické částice a dále na stejnosměrný proud. K nízkým energetickým nárokům na získávání energie ze slunce přispívá i fakt, že materiál, který se používá k výrobě fotovoltaických článků, se vyskytuje skoro všude na zemské kůře. A proto se začínají fotovoltaické systémy rozvíjet do mnoha praktických odvětví.

## 2. Cíl práce a metodika

### ***Cíl práce***

Cílem této bakalářské práce je přiblížit funkci a využití sluneční energie. Práce se zaměřuje na alternativní paliva a na snižování spotřeby fosilních paliv. Přibližuje technologii a techniku fotovoltaických článků a využívání této techniky v automobilech.

### ***Metodika***

Na základě dostupných zdrojů informací sestavit literární přehled zvolené problematiky s ohledem na využití solární energie v automobilovém průmyslu. Je v kapitole 9 provedeno porovnání jednotlivých automobilů.

### **3. Charakteristika obnovitelných zdrojů energie**

#### ***Mezi obnovitelné zdroje energie patří:***

K obnovitelným zdrojům řadíme velkou škálu nejrůznějších zdrojů energie, které mají jednu společnou vlastnost a tou je, že jsou z pohledu člověka nevyčerpatelné. Důležité je si uvědomit, co znamená pojem nevyčerpatelnost z pohledu člověka, protože tyto zdroje energie z větší části přímo nebo nepřímo závisejí na zářivé energii Slunce. Mezi obnovitelnými zdroji nalezneme takové, které se lidstvo naučilo využívat už na počátku své historie. Ke klasickým zdrojům patří energie vody a větru. Jiné obnovitelné zdroje energie se objevily až v okamžiku, kdy technika dosáhla vyššího stupně vývoje. Takové jsou například zdroje geotermální energie nebo energie biomasy.

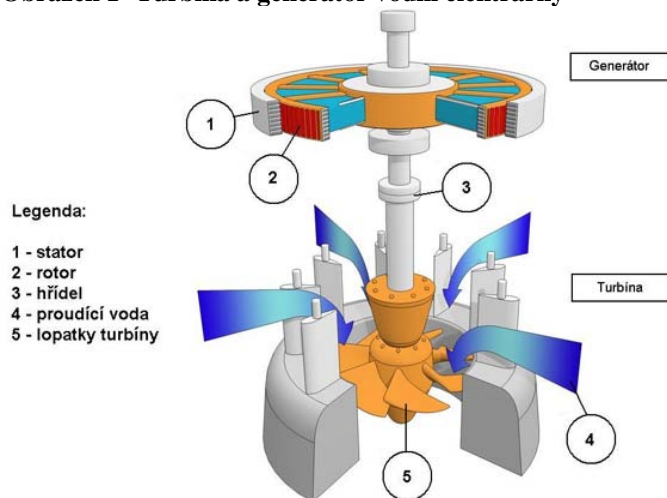
#### **3.1 Energie vody**

Vodní energii lze využít v podobě kinetické a potenciální energie. Kinetická energie závisí na rychlosti proudění vody v korytě, jež je závislá na spádu toku. Energií potenciální lze získat prouděním vody z výše položené vodní hladiny do míst s nižší hladinou vody. Kromě povrchových tekoucích vod lze vodní energii získat i z moří a oceánů. [1,2]

##### **3.1.1 Princip vodní elektrárny**

Ve vodní elektrárně voda roztáčí turbínu, která je na společné hřídeli s elektrickým generátorem. Mechanická energie proudící vody se tak mění na energii elektrickou, která se transformuje a odvádí do míst spotřeby. Výběr turbíny závisí na účelu a podmínkách celého vodního díla (elektrárny včetně vodní nádrže, řečiště či jiného zařízení usměrňujícího proud vody). Nejčastěji se osazují turbíny reakčního typu, například Kaplanova turbína, a to v řadě různých modifikací. Kaplanova turbína je v podstatě reakční přetlakový stroj, který dosahuje několikanásobně vyšší rychlosti než je rychlost proudění vody. Je vhodná pro velká množství vody a pro menší spády. Pro vyšší spády, které dosahují větších výšek, se používá akční Peltonova turbína. Je to rovnotlaký stroj, jehož obvodová rychlost otáčení je nižší než rychlost proudění. Další typy turbin jsou Francisova a Bánkiho. [1,2]

**Obrázek 1- Turbína a generátor vodní elektrárny**



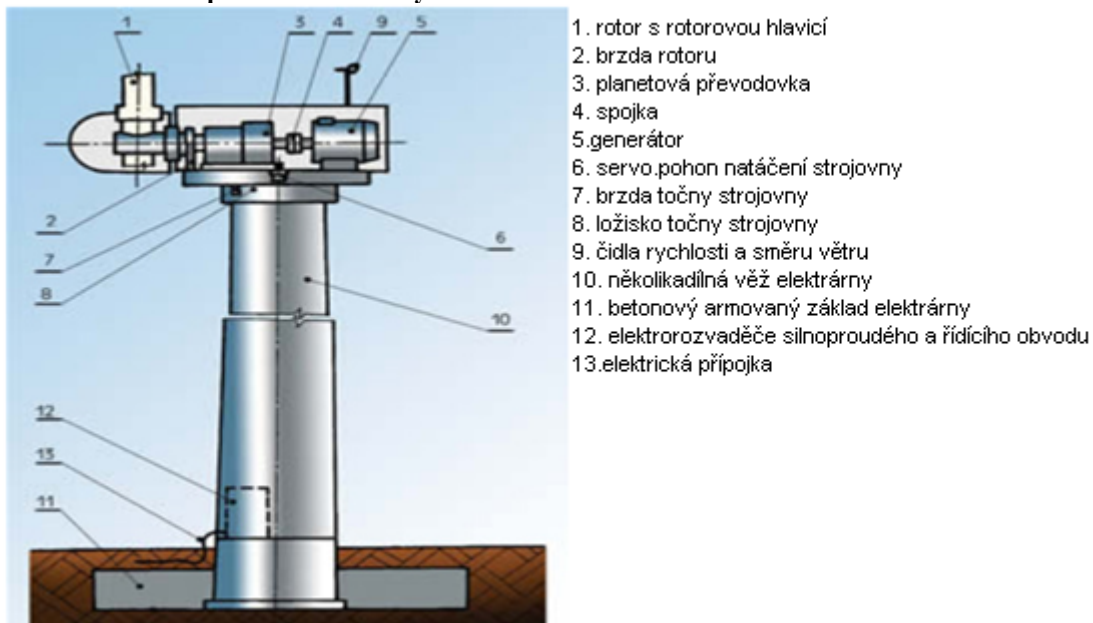
Zdroj: <http://www.energeticky poradce.cz/data/sharedfiles/Illustracni-obrazky/princip.jpg>

## **3.2 Energie větru**

### **3.2.1 Princip větrné elektrárny**

Vítr vzniká v atmosféře na základě rozdílu atmosférických tlaků jako důsledku nerovnoměrného ohřívání zemského povrchu. Teplý vzduch stoupá vzhůru, na jeho místo se tlačí vzduch studený. Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína umístěná na stožáru energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je poté prostřednictvím generátoru zdrojem elektrické energie. Podél rotorových listů vznikají aerodynamické síly. Listy proto musejí mít speciálně tvarovaný profil, velmi podobný profilu křídla letadla. [1,3]

**Obrázek 2- Princip větrné elektrárny**



Zdroj: [http://pandatron.cz/&mala\\_vetrna\\_elektrarna\\_-\\_zdroj\\_nevycerpatelne\\_energie](http://pandatron.cz/&mala_vetrna_elektrarna_-_zdroj_nevycerpatelne_energie)

### **3.3 Energie geotermální**

Geotermální energie je projevem tepelné energie zemského jádra, která vzniká rozpadem radioaktivních látek a působením slapových sil. Jejimi projevy jsou erupce sopek a gejzírů, horké prameny či parní výrony. Tuto energii lze v příznivých podmínkách využívat k vytápění nebo výrobě elektřiny v geotermálních elektrárnách.[4]

### **3.4 Energie biomasy**

Pojem biomasa označuje veškerou organickou hmotu vzniklou prostřednictvím fotosyntézy. Do biomasy patří přírodní a zemědělské produkty, jako je například dřevo a rychle rostoucí energetické plodiny nebo organické zemědělské a průmyslové odpady. Ze kterých se dále vyrábějí např.: MEŘO (methyl ester řepkového oleje), který se přidává do naftových paliv pro motorová vozidla nebo Bioethanol který se přidává do motorového benzínu. [11]

## **4. Obnovitelné zdroje energie a automobilová doprava**

Pokrývání energetických potřeb patří v současnosti mezi nejnaléhavější problémy, které ovlivňují další vývoj lidské společnosti. Využití energie se nejvíce projevuje ve vyspělých průmyslových zemích s rozvinutým průmyslem a nedostatkem vlastních zásob fosilních paliv. Postupné vyčerpávání zásob fosilních paliv, především jejich druhů jako jsou ropa nebo zemní plyn, má za následek celkové zvyšování cen surovin. [6]

### **4.1 Využití elektřiny**

Elektrický pohon automobilů je jednou z možností alternativního řešení. Mezi jejich hlavní přednosti patří prakticky žádné škodlivé emise, mají nízkou hladinu hluku, příznivou výkonovou charakteristiku. Mezi nevýhody patří menší jízdní výkon, omezený dojezd, vyšší cena a případné větší nebezpečí při havárii. Zavádějí se především tam, kde jsou nežádoucí výfukové emise a hluk, například na nádražích, pěších zónách, klinikách nebo letištích. V některých velkých městech jsou zavedeny trolejbusy, tedy elektromotory s trolejovým přívodem proudu. [6]

Podle podmínek provozu je možno elektrická vozidla rozdělit na dvě skupiny. Jedná se o skupinu pro silniční provoz a skupinu pro dopravu v podniku. Rychlost elektrických vozidel pro přepravu v podniku je pod hranicí  $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Jejich první zavedení bylo již před druhou světovou válkou. Lze se domnívat, že tento druh pohonu je ve firmách zaveden ve více než padesáti procentech. Oproti tomu je podíl elektrického pohonu silničních vozidel malý. [6]

Na základě statistických rozborů městského provozu má čistě elektrický pohon své opodstatnění. V evropském měřítku jsou rozměry městských aglomerací málokdy větší než šedesát kilometrů. Na vnitřní městské oblasti připadá většinou méně než 20 kilometrů. [6]

#### **4.1.1 Principy elektromotorů**

Ve stavbě elektromotorů je možno použít celé řady tradičních principů činnosti, využitelných pro trakční pohony. Trakční elektromotor určuje zejména hodnota momentu, menší význam má hodnota výkonu. Konstrukce musí být spolehlivá a ve velkém rozsahu otáček musí být k dispozici dostatečný výkon. Důležitá je také

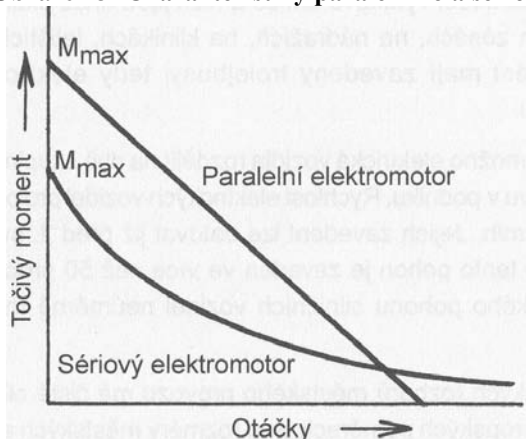
kompaktní stavba, krátkodobá přetížitelnost, vysoká účinnost při malé hmotnosti motoru, nízká hladina hluku, co nejnižší udržovací náklady a přiměřená celková cena. [6]

#### 4.1.1.1 Stejnosměrný motor s cizím buzením

Tento motor vykazuje výhodné tahové charakteristiky, jednoduchou regulaci otáček v širokém rozsahu a kontinuální přechod z jízdy na brždění. Díky těmto příznivým vlastnostem jsou již dlouhou dobu používány u elektrických vozidel, kde mohou být napájeny přímo z baterie. Magnetický tok je vybuzen budícím vinutím ve statoru. Proud do vinutí otáčejícího se rotoru je přiveden přes kartáče a komutátor, který zajišťuje periodickou změnu proudu do cívky kotvy, takže kotva rotuje ve vnějším magnetickém poli. Točivý moment působí přitom stále ve směru rotace. Podle toho, zda je kotva a budící vinutí zapojeno sériově nebo paralelně, rozdělujeme motory na sériový elektromotor a paralelní elektromotor. [6]

Sériový motor má dobrý počáteční točivý moment, ale točivý moment rychle klesá se vzrůstajícími otáčkami. Proto se mnohem častěji u elektrických vozidel používá paralelní elektromotor. Jeho točivý moment klesá pomaleji a to lineárně s otáčkami. Dále se používá dvojitý paralelní elektromotor, který mimo paralelního vinutí má přídavné sériové budící vinutí. Můžeme pak využívat výhody vysokého počátečního točivého momentu a pomalého poklesu momentu. K regulaci je použito elektronické regulace napájení vinutí motoru pomocí křemíkových tyristorů s pravoúhlým průběhem napětí. Zvolená střední hodnota proudu se nastavuje změnou frekvence a amplitudy. [6]

**Obrázek 3- Charakteristiky paralelního a sériového stejnosměrného elektromotoru**



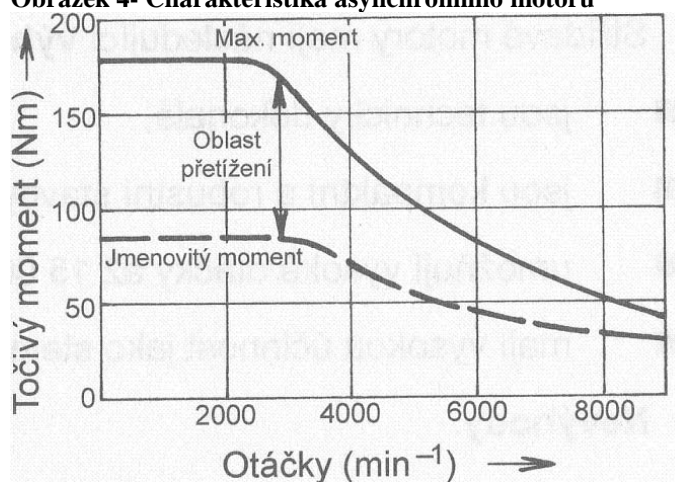
Zdroj: [http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/char\\_04.gif](http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/char_04.gif)

Mezi výhody těchto elektromotorů patří celková technická vyzrállost, jednoduchost řízení a celková cena. Nevýhody jsou menší účinnost a hustota výkonu než u střídavých motorů, případně komutátor a kartáče jsou náchylné k poruchám a musí být udržovány. [6]

#### 4.1.1.2 Asynchronní motor

Střídavé motory vytlačují u elektrických vozidel stále více předcházející stejnosměrné motory. Jejich výhoda spočívá v třífázovém asynchronním motoru, kdy odpadá vinutí kotvy a kolektoru. Také u nich je magnetický tok do statoru přiváděn budícím vinutím, avšak rotačním napětím proměnné amplitudy a frekvence, která musí být odvozena ze stejnosměrného napětí trakční baterie. Stejnosemřný proud akumulátoru je nutno přeměnit na střídavý. Obvykle se toho docílí cyklickým zapínáním tyristoru, přitom se pravoúhlý průběh mění přibližně na sinusový. K regulaci tahové síly a otáček motoru musí být proměnná frekvence i napětí. Splnění těchto regulačních požadavků vyžaduje vysoké náklady na výkonový obvod. Statorové vinutí je složeno nejméně ze tří svazků, pootočených vzájemně o sto dvacet stupňů, napájeno je třífázovým střídavým proudem. Toto vinutí vyvozuje točivé magnetické pole s kruhovou frekvencí střídavého proudu. Oproti stejnosměrnému motoru je asynchronní motor při stejném výkonu podstatně menší a lehčí. Motor je dále jednodušší konstrukce, bezúdržbový a silně přetížitelný. [6]

Obrázek 4- Charakteristika asynchronního motoru



Zdroj: <http://elektrika.cz/data/clanky/provozni-charakteristiky-elektromotoru/ch.jpg>

Velká výhoda střídavých motorů oproti stejnosměrným je, že obíhajícímu rotoru většinou nemusí být přiveden žádný proud, neboť ten je vybuzován rotujícím magnetickým

polem. Vlivem působení indukovaného proudu, působí síly magnetického pole na kotvu, která se otáčí. Podle toho, jestli se rotor otáčí asynchronně nebo synchronně s točivým polem, rozdělujeme motory na asynchronní a synchronní motory. [6]

#### **4.1.1.3 Reluktanční motor**

Reluktanční motory jsou založeny na dlouho známé technice reluktančních krokových motorů. I když lze reluktanční krokový motor jednoduše a levně vyrobit, byl mnoho desetiletí málo využíván z důvodu jeho nerovnoměrnosti. Točivý moment je závislý na poloze rotoru. Tato nevýhoda může být nyní zmírněna odpovídajícím řízením. Řízený reluktanční motor je zvláštní tvar střídavého motoru. V jeho rotoru není budící vinutí. Rotor z měkkého železa má pólové nástavce ve tvaru ozubeného kola. Zatímco, tento proud a tím magnetické pole docílené výkonovou elektronikou se opět změní, je uveden rotor do rotace. Výkonovou elektronikou je možno otáčky a točivý moment reluktančního motoru velmi dobře ovlivňovat. Reluktanční motor se rozbíhá asynchronně a pak běží synchronně. Na základě bezhmotných mezer zubů v rotoru, tvoří rotor reluktančního motoru velmi malý točivý moment a také velmi vysoké možnosti zrychlení. Mezi výhody těchto motorů patří vysoký točivý moment při nízkých otáčkách, malé náklady na údržbu, stabilní běh motoru při vypnutí jedné nebo více fází a vysoká přetížitelnost. Největší nevýhody motoru jsou, že točivý moment není rovnoměrný a mohou nastat zvýšené emise hluku. [6]

#### **4.1.2 Palivové články**

Jako alternativa zásobníku energie u elektrického bateriového automobilu je palivový článek. Oproti klasickému bateriovému zásobníku energie je lehčí s vyšší životností. Dále automobil na palivový článek má poměrně vysokou účinnost. Palivovému článku je na rozdíl od baterií stále přiváděn redukční prostředek, tedy palivo a oxidační prostředek kontinuálně zvenčí. Článek sám zůstává nezměněn. To je v celokovovém měřítku pro automobil velká výhoda. Palivový článek dodává v principu neomezeně energii, dokud je chemická substance přiváděna z vnějšku. Jeho výkon se může v širokých mezích libovolně měnit. Automobil vybavený palivovými články může v krátké době natankovat palivo jako je například vodík, které mu postačí na mnoho hodin jízdy, jako by jelo se spalovacím motorem. Účinnost zařízení s palivovým článkem je téměř dvojnásobná oproti účinnosti spalovacího motoru. Zplodiny jako oxid



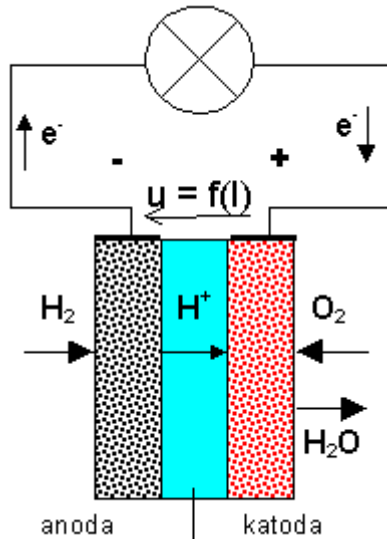
dusíku nebo oxid uhelnatý nejsou produkovány a oxid uhličitý vzniká pouze, jedná-li se o uhlíkovodíkové palivo. V současnosti jsou palivové články zaváděny pro získávání energie blokových elektráren s tepelnými výměníky v rozsahu 200 až 300 kW elektrického výkonu. Také malé systémy o výkonu 1 až 5 kW jsou nabízeny pro jednotlivé domácnosti. Téměř všechny firmy pracují a vyvíjejí automobily s palivovými články. [6]

Palivové články patří mezi zařízení, ve kterých na základě elektrochemických procesů dochází k přímé přeměně vnitřní energie paliva na energii elektrickou. Tím jsou tedy podobné bateriím nebo akumulátorům. Jsou zde ovšem velké rozdíly. Hlavní rozdíl je ten, že aktivní chemické látky nejsou v případě palivových článků součástí anody a katody, ale jsou k nim průběžně přiváděny z vnějšku. Obě elektrody působí výlučně jako katalyzátor chemických přeměn, během činnosti článku se téměř neopotřebovávají a jejich chemické složení se nemění. Pokud jsou do něho aktivní látky přiváděny trvale, mohou pracovat prakticky bez časového omezení. Proto u těchto článků není zapotřebí definovat pojem kapacita článku. Kromě napětí se mezi charakteristické parametry řadí velikost proudu nebo výkonu odebíraného z jednoho  $\text{dm}^2$  elektrod. Důležitý parametr je měrný výkon hmotnostní ve  $\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$  nebo měrný výkon objemový ve  $\text{W}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Další rozdíl oproti bateriím a akumulátorům spočívá v tom, že pracovní teplota většiny palivových článků je vyšší. [6]

Princip činnosti palivového článku spočívá v tom, že na zápornou elektrodu, které říkáme palivová, se přivádí aktivní látka (palivo). Ta zde oxiduje, její atomy se zbavují jednoho nebo několika elektronů z valenční sféry. Uvolněné elektrony představující elektrický proud se vnějším obvodem pohybují ke kladné elektrodě. Na kladné elektrodě, kam se přivádí okysličovadlo, naopak probíhá redukce, atomy okysličovadla volné elektrony přijímají, za současné reakce s kladnými ionty, které k ní pronikají elektrolytem. Pokud se vnější obvod se zátěží přeruší, probíhající chemické reakce se z důvodů deficitu elektronů okamžitě zastaví. V palivovém článku je chemická energie měněna, bez termického expanzního procesu, v elektrickou energii. Plynné palivo, jako je například vodík nebo plynný oxidační prostředek jako kyslík jsou přiváděny elektrodám opatřeným katalyzátorem. Mezi oběma elektrodami se nachází elektrolyt například ze speciální polymerové fólie v kyselém nebo alkalickém roztoku. Jeho úkolem je zabránit přímému kontaktu obou plynů. Elektrolyt je elektrický izolátor dohlížející na to, aby byly vyměňovány elektrony jen přes vnější proudový okruh.

Tak vzniká rozdíl elektrického napětí mezi oběma elektrodami, které v případě palivového článku vodík, kyslík je asi 1,23 voltů. [6]

**Obrázek 5- Funkční princip palivového článku s palivem vodíku**



Zdroj: <http://www.volny.cz/ales.havranek/pem.gif>

#### 4.1.3 Alternativní paliva

Zvyšováním používání biopaliv je pro dopravu jedním z nástrojů, kterým může společnost snížit závislost na dovážené energii a ovlivnit palivový trh pro dopravu a to znamená zabezpečit dodávku energie ve střednědobém a dlouhodobém období. Ale tato úvaha nesnižuje žádným způsobem důležitost souladu s legislativou Společenství, které se týká kvality paliv, ovzduší a emisních dopravních prostředků. [11]

Toto umožňuje volbu zahrnující zvýšení účinnosti paliva pro motory dopravních motorových prostředků, jako jsou: zemní plyn, biopaliva, vodík, hybridní vozidla, elektrická vozidla, metanol a dimethyleter, naftu ze zemního plynu, zkapalněné ropné plyny (LPG), stlačené zemní plyny (CNG), solární automobily, a ty posouzeny podle náročnosti doplňování (tankování) paliva, ceny paliva, vlivu na životní prostředí a potřebné infrastruktury. S ohledem na možnosti volby na dalších dvacet let dopředu vyjadřuje následující podíl biopaliv a dalších alternativních paliv v procentech na celkové spotřebě vozidel. [11] (viz tab. 1).

**Tabulka 1- Plán podílu (%) alternativních paliv na spotřebě motorových paliv v EU**

Rok	Biopaliva	Zemní plyn	Vodík	Celkem
2005	2	-	-	2
2010	6	2	-	8
2015	7	5	2	14
2020	8	10	5	23

[11]

Biopaliva mohou být použita jako smíchané s deriváty minerálních olejů, kapalin z nich odvozené jako je např. ETBE (ethyl-tertio-butyl-ether jako etherovaný bioethanol), nebo jako úplně čistá. [11]

#### **4.1.4.1 Zdroje obnovitelných motorových paliv a způsoby jejich výroby**

Bionafta je považována za jeden z nejdůležitějších alternativ petrolejově založených naftových paliv. Bionafta, která vzhledem připomíná žlutý olejový koktejl, je vyráběn z rostlinných olejnin nebo tuku zvířat. Je to chemická složka skládající se z dlouhého řetězu mastných kyselin nazývaných monoalkyl ester. Proces vytvářející bionaftu se nazývá transesterifikace a zahrnuje přeměnu esterů nebo mastných kyselin olejů. Po dokončení tohoto procesu, bionafta se stává vznětlivou s podobnými vlastnostmi jako dnešní petrolejová nafta a může ji nahradit v mnoha odvětvích. Jako nejdůležitější se dá považovat přimíchávání bio složek do motorové nafty. S nevyhnutelnou cenou vystupňovaný surový olej, použití bionafty má dokázaný rentabilní kandidát částečně zmírňovaný uložení fosilních paliv, která je známá jako světová jednička v dopravní energii. Bionafta je obnovitelný zdroj, může nahradit naftu v dnešních naftových motorech, produkován v mnoha množstvích, a může být transportována a prodávána v dnešních infrastrukturách. Produkce bionafty a využívání se rapidně zvýšila v posledních letech a bionafta je běžně používána v Evropě. V některých kantonech Francie, zemědělci extrahují bionaftu ze slunečnicových semínek a dále ji používají na pohon svých traktorů a zemědělských strojů. V USA a Asii je prodej bionafty na vzestupu i díky zvyšujícímu se počtu benzínových stanic nabízející tento produkt. Nedávno vzrůstající počet objemných lodí nastartovalo přidávání bionafty do klasické nafty jako aditivum. [13]

Bionafta má teplotu vznícení na hodnotě 150°C a není zapalitelná jako klasická nafta, která má teplotu vznícení na 64°C. Bionafta je také mnohem méně hořlavá než benzin, který má teplotu vznícení při teplotě mínus 45°C. Proto je bionafta brána jako nevybušná kapalina podle (Occupational Safety and Health Administration OSHA). Nicméně hoří

jen tehdy když se teplota dostane hodně vysoko a to dělá z tohoto paliva velmi bezpečnou kapalinu při nehodách, kdy se poškodí palivová nádrž. [13]

Jeden ze základních vlastností bionafty je, že tuhne při daleko vyšší teplotě než běžná nafta. Tato rosolová charakteristika záleží na vlastnostech základní suroviny, ze které je bionafta vyrobena. K předejití tohoto problému slouží vyhřívané palivové nádrže, které kontrolují teplotu paliva na optimální hodnotě. [13]

Další z předností bionafty je to že je ohleduplná k životnímu prostředí. Není toxická a neprodukuje škodlivé emise při spalování. [13]

Když se zaměříme na ekonomiku tak můžeme říct, že produkce bionafty je mnohem dražší než nafta z fosilních složek a to je jeden z hlavních důvodů, proč nenašlo uplatnění v širokém spektru použití. [13]

## 5. Sluneční energie

Slunce je zdrojem solární energie. Je také hvězda, která se nachází ve stabilní etapě svého vývoje. V této etapě setrvává dále přibližně 5 miliard let, proto z hlediska délky lidské civilizace se jedná o skoro nevyčerpatelný obnovitelný zdroj energie. Po této stabilní fázi se Slunce zvětší a jeho výkon se zdvojnásobí. Zdrojem energie je jaderná fúze, jedná se o spojování dvou jader vodíku na jádro deuteria a vzniku pozitronu. [7]

V další fázi dochází ke sloučení jádra deuteria s jádrem vodíku a tím vzniká tritium, což je jádro vodíku obsahující proton a dva neutrony. V závěrečném kroku vzniká jádro hélia a dvě jádra vodíku za sloučení dvou jader tritia. Během přeměny vodíku na helium dochází zároveň k zmenšení klidové hmotnosti a k uvolňování energie. Sluneční záření nad zemskou atmosférou je konstantní a je dáno vzdáleností Slunce a Země, která je 1,496 1011 m. Je vyjádřeno solární konstantou:  $K=1,37 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Ovšem v naší atmosféře působí jako filtrační papír mraky, vodní a prachové částice a jiné částice, které tak snižují množství slunečního záření dopadající na povrch Země. Proto se v závislosti na denní době a na počasí a částečně i na zeměpisné šířce pohybuje v různých hodnotách. Největší hodnotu má za slunečného počasí kolem poledne zhruba  $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ , na rovníku je tato hodnota jen o málo vyšší. Sluneční záření se dělí na přímé a nepřímé. Přímé je takové záření, které není ovlivňováno mraky a dopadá na zemský povrch za slunného počasí, nepřímé je ovlivňováno mraky a má tím pádem nižší hodnotu. Součet obou těchto záření je globální. [7]

Využití energie slunečního záření se dělí na přímé a nepřímé – viz. Příloha č. 1. Přímým využitím je energie slunečního záření převáděna tepelným kolektorem přímo na energii tepelnou, kterou lze použít například k vytápění, nebo za pomoci fotovoltaických článků je solární energie přeměňována na energii elektrickou. Při nepřímém využití sluneční energie se využívají sekundární formy slunečního záření, jako jsou voda, vítr, biomasa.[7]

Solární zařízení se dělí na aktivní a pasivní. Pasivní solární zařízení přeměňují sluneční záření na teplo. Příkladem pasivního zařízení je architektonicky vhodné řešení návrhu budovy, například zvýšení počtu oken v budově, prosklení střechy, zasklený balkon, zimní zahrady. Těmito stavebními úpravami lze dosáhnout snížení spotřeby elektrické energie

a maximálního využití denního světla, které daný prostor prosvětlí. Sklo funguje jako tepelný izolant, díky tomu může dojít i k poklesu spotřeby tepelné energie v prostoru, který je vybavený takovými stavebními úpravami. Aktivní solární zařízení se dělí ještě na dvě další podskupiny. Na zařízení, která přeměňují sluneční energii na teplo za pomoci kolektorů a na zařízení, která přeměňují sluneční energii na elektrickou energii. Ty se pak dále dělí podle použité technologie. Viz. Příloha č. 2. [7]

### **5.1 Použití sluneční energie k výrobě etanolu**

Firma Joule zabývající se biotechnologií vyrábí etanol a naftu z CO<sub>2</sub> a vody s využitím slunečního záření. K tomuto vynálezu používá jen firmou patentované geneticky modifikované sinice. Palivo podobající se naftě nebo lihu je vyráběno pomocí panelů podobných těm slunečním využívající geneticky modifikované sinice. Palivo vzniká na základě fotosyntézy, funguje to tak že voda s vysokým obsahem rozpuštěného CO<sub>2</sub> reaguje se slunečním zářením a sinice vylučují uhlovodíky. Firma vyvíjí tuto technologii již od roku 2007 a tvrdí, že má tuto technologii již odzkoušenou a otestovanou. S touto technologií chce komerčně firma začít do dvou let s využitím velkoplošné továrny. Tato technologie je založena na odstranění biomasy jako dosavadně nutného prostředníka pro výrobu biopaliv. Protože pro současná biopaliva je zdrojem uhlovodíků biomasa, výroba je proto mnohem dražší. Vysoká cena je také docílena tím, že biomasu je potřeba někam převést, kde se dále zpracovává. Proto chce firma přímo zpracovávat například odpadní CO<sub>2</sub> z velkých továren a elektráren, čímž by mohla pomoc snížit jejich dopad na životní prostředí. Tato technologie je velmi efektivní, protože přímo vyrábí palivo ze sinic, tvrdí, že z jednoho hektaru je možno ročně získat kolem 170 000 l nafty. To znamená, že je to přibližně čtyřikrát vyšší výnos než při výrobě biopaliv z mořských řas. Výrazně nižší cenu dokládá i tím, že je schopna vyrobit jeden barel nafty za třicet dolarů. To je v porovnání s dnešní cenou barelu ropy, která se pohybuje za zhruba 110 dolarů velmi výhodné. Viz. Příloha č. 3 [9]

### **5.1 Solární kolektory**

Je to zařízení, které přeměňuje sluneční energii na energii tepelnou. Základní princip spočívá v tom, že sluneční záření dopadá dovnitř kolektoru kaleným, na železo chudým bezpečnostním sklem. V kolektoru záření dopadá na absorbér. Ten je zpravidla měděný a má na povrchu selektivní absorpční vrstvu. Selektivní povrstvení pohlcuje

energeticky bohaté záření. Bývá získáno až 90 procent tepla z dopadajícího záření. Takové účinnosti lze dosáhnout pouze touto přeměnou slunečního záření, a také tím, že kolektory mají malou vyzařovací schopnost v tepelném spektru. Kolektory se dále dělí podle použité technologie na kapalinové, ploché, koncentrační. Kapalinové kolektory ohřívají teplonosnou kapalinu, která je odváděna k použití nebo je shromažďována v solárním zásobníku. Ploché kolektory se používají většinou pro nízkoteplotní systémy, využívají se na výrobu tepla do 100 °C. Tyto kolektory jsou nejrozšířenějším typem a dosahují účinnosti kolem 70 procent. Vakuové ploché kolektory jsou vybaveny speciální vrstvou tzv. selektivní absorpční vrstvou, která výrazně zlepšuje pohltivost slunečního záření, mohou se používat i nad 100 °C. Vakuové kolektory mají jako absorbér potrubí, které je umístěné ve vakuové trubici. Vakuum má izolační vlastnosti, které značně brání úniku tepla a díky nim lze dosáhnout účinnosti až na 90 procent. [7]

## **5.2 Fotovoltaické panely**

### **5.2.1 Fotovoltaické systémy**

Známe dva způsoby fotovoltaických systémů: jeden je založen na tom, že je přímo zapojen do elektrické sítě a druhý je samostatně stojící systém, který je používám jen pro osobní potřebu. [8]

### **5.2.2 Základní fotovoltaické technologie**

Základním elementem fotovoltaického systému je solární článek nebo fotovoltaický článek. Vystavením světlu, vytváří DC (stejnoseměrný) proud. To je smontované a zahrnuto do fotovoltaických PV modulů, které jsou také obvykle nazývané solární moduly nebo solární panely – ale poslední ze jmenovaných může být zavádějící, označují se také jako sluneční termální kolektory používané pro ohřev vody pro vytápění budov. Fotovoltaika používá světlo ze slunce a ne teplo. Všechny fotovoltaické moduly propojené do jednoho systému jsou označovány jako fotovoltaické řady, nebo solární řady a někdy také jako solární generátory.

Nejběžnější typ solárních článků je monokrystalický křemíkový článek. První fáze v produkci je výroba extrémně tenkých křemíkových plátek s tloušťkou mezi 0,2

a 0,3 mm z vysoce čistého křemíku. Tyto plátky jsou dále vkládány do solárních článků s dvěma polovodičovými vrstvami. Jestliže sluneční paprsek dopadne na článek, elektrický náboj v polovodičových vrstvách je rozdělen a vzniká stejnosměrné napětí. Velikost napětí je specifické pro různé materiály článků, např. pro křemíkové je přibližně 0,5-0,6 VDC. Toto je normálně moc nízké k využití. Proto jsou články připojeny do série, aby vytvořili vyšší napětí. [8]

### 5.2.3 Typy článků

Články mohou být vyrobeny z mnoha různých materiálů. Zdaleka nejvíce používaný je krystalický křemík. Nejméně 800 různých fotovoltaických článků je vyprodukováno 99 výrobci po celém světě. Nejdostupnější typy článků jsou:

- a) Tenký plát – amorfni křemík a materiály jako je měď indium (CIS), kadmium-telur (CdTe). [8]
- b) Mono - a polykrystalické křemíkové moduly jsou nejrozšířenější. Tvoří asi 93% ze všech celosvětově prodaných a používaných malých i velkých systémů. Zbylé technologie jsou tvořeny amorfni křemíkem, měď-indium-diselenium a kadmium-telurové. [8]
- c) Monokrystalické moduly jsou o jeden a půl až dvě procenta účinnější než polykrystalické. Vzhledem k účinnosti jednotlivých systémů je můžeme rozdělit od nejučinnějšího po typ s nejnižší účinností. [8]

**Tabulka 2- Účinnosti a velikosti solárních panelů**

Materiál článku	účinnost	plocha potřebná k výrobě 1 kWh
Monokrystalový křemík	11-16%	7-9m <sup>2</sup>
Polykrystalický křemík	10-14%	9-11m <sup>2</sup>
Tenkvrstvý film měď-indium-diselenium	6-8%	11-13m <sup>2</sup>
Amorfni křemík	4-7%	16-20m <sup>2</sup>

Zdroj: vlastní zpracování

Z této tabulky vyplývá, že články vyrobené z různých materiálů mají rozdílné účinnosti. [8]



### **5.2.3.1 Monokrystalové**

Výroba monokrystalického křemíku: jeden krystal křemíku se vyrábí z vysoce čistého roztaveného křemíku. Tento samostatný krystalový válcový ingot je rozřezán na plátky o velikosti 0,2 až 0,3mm tloušťky. Tyto lesklé stříbrné plátky jsou základem monokrystalového slunečního článku. Použití této řady kruhových článků v jednom modulu nám vytváří neproduktivní mezery mezi články, proto jsou ořezány do hexagonálních tvarů tak, že se jich vejde více na jeden panel. Sériově vyráběné monokrystalové články mají účinnost mezi 13% až 17%, a řadí se mezi nejučinnější typy článků. Nejrozšířenější velikost plátku je v dnešní době 152mm. [8]

### **5.2.3.2 Polykrystalické**

Polykrystalické jsou také vyráběny z roztaveného a vysoce čistého křemíku, které se odlévají. Křemík je rozehrán na vysokou teplotu a ochlazen na kontrolovanou teplotu do formy. Když se tavenina ustálí na nepravidelné poly- nebo multikrystalové částice podobající se třpytivé rybí šupině. Výsledkem je čtvercový křemíkový blok nařezán na 0,3 milimetrové plátky. Typický modrý vzhled je v důsledku použití jako antireflexní vrstva. Tloušťka této vrstvy určuje barva. Modrá má nejlepší optickou kvalitu. Odrazí velmi malé množství oproti tomu, kolik pohltí světla. Převážná většina polykrystalických článků má účinnost mezi jedenácti až patnácti procenty. Čtvercové plátky měří 152mm napříč. [8]

### **5.2.3.3 Tenkovrstvé články**

Tenkovrstvá technologie, jako je měď-indium-diselenium (CIS), a kadmium-telur (CdTe) navzdory jejich nízké účinnosti jsou nadějnou alternativou za křemík. Jsou daleko odolnější vysokým teplotám a sklonu k šednutí a nabízí naději na nižší výrobní náklady. [8]

### **5.2.3.4 Amorfní křemík**

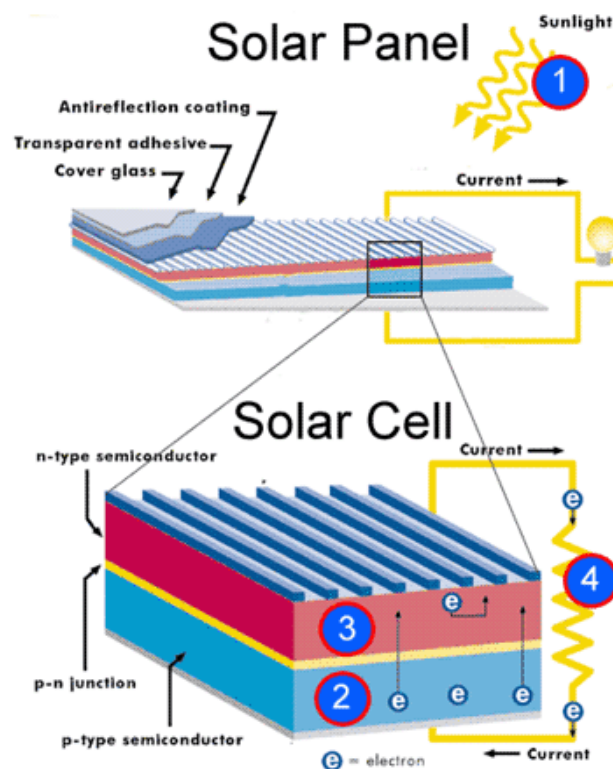
Amorfní křemík je nekrystalový křemík. Článek vyroben z tohoto materiálu můžeme najít na kalkulačkách a na hodinkách. Účinnost je mezi 6% a 8%. Vrstva polovodičového materiálu je jenom 0,5 až 2 $\mu$ m silná. To znamená, že je použito značně méně materiálu než u křemíkového článku. Vrstva amorfního křemíku je uložena jako plyn na povrchu jako sklo, plast nebo hliník. Další chemický proces, který se sestává

z elektrického vedení je následován. Amorfnní tenká vrstva článku s jednotlivými vrstvami je citlivá na rozdílné vlnové délky světelného spektra. [8]

## 5.4 Solární článek

Křemíkové sluneční články – z čeho jsou vyrobeny a jak fungují  
Převážná většina je vyrobena z krystalického křemíku o vysoké čistotě, používá se ve výrobě polovodičů v elektrotechnické výrobě. Originální surový materiál je křemičitý písek ( $\text{SiO}_2$ ) a materiál který je snadno dostupný. Takto surový křemík musí být před použitím chemicky čistý, než může být dále použit. [8]

Obrázek 6 - Princip funkce fotovoltaického článku



Zdroj: <http://2.bp.blogspot.com/>

Během výroby je článek dopován malým množstvím jiných atomů, obvykle bórem a fosforem, k výrobě dvou vrstev křemíku s různými elektrickými charakteristikami: vrstva pozitivně nabitým typem křemíku a negativně nabitým křemíkovým typem. Elektrické vedení je upevněno pod a nad těmito vrstvami, aby bylo umožněno proudění elektronů, tyto vrstvy jsou potažené antireflexní vrstvou. Na přechodu mezi těmito vrstvami

se vytváří elektrické pole. Strana vystavená světlu je nabitě elektrické pole. Toto řešení vytváří napětí kolem 5V mezi elektrickým kontaktem a článkem. Hodnota tohoto napětí je převážně nezávislá na intenzitě dopadajícího světla na článek. [8]

#### **5.4.1 Špičkový výkon**

Elektrický výkon je úměrný množství solárnímu záření dopadajícího na článek. Nejvyšší výkon dosahuje v oblastech s přímým dopadem paprsků na článek. V podmínkách s rozptýleným slunečním zářením je výkon slabší. Maximální výkon článku je udáván ve wattech (W). A je definován jako elektrický výkon ve wattech změřen za standardních testovacích podmínek-  $1000\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  oslunění článku při teplotě  $25^{\circ}\text{C}$  a 1.5 hmotnosti vzduchu. Hmotnost vzduchu je měřítko tloušťky atmosféry ovlivňující spektrální složení slunečního záření, které dopadá na povrch Země. Článek s plochou o velikosti plochy  $100\text{ cm}^2$  ( $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ ) s 15% účinností vyprodukuje 1,5 wattů za těchto podmínek. Výstup je přímo úměrný velikosti plochy článku. Článek o dvakrát větší velikosti vyprodukuje dvakrát více energie. [8]

#### **5.4.2 Proud a napětí na prázdko**

Základní vlastností fotovoltaických článků je stejnosměrné napětí. Stejnosměrné napětí je produkováno článkem závislým na množství dopadajícího světla na článek, velikosti plochy článku a na napětí, které produkuje. Výkon článku je poměrně málo závislý na velikosti slunečního záření, kterému je článek vystaven. Je to závislé na materiálu, ze kterého je vyroben, pro křemíkový je přibližně 0,5 až 0,6V. Vyšší napětí je dosaženo propojováním článků do série. [8]

#### **5.4.3 Vliv teploty na výkonu**

Účinnost se snižuje se zvyšující se teplotou. Krystalový článek je citlivější na teplotu než tenkovrstvé články. Výkon krystalových článků se snižuje přibližně o 0,5% s každým zvýšením teploty o jeden stupeň celsia. Při teplotě  $30^{\circ}\text{C}$  se výkon článku sníží přibližně o 10%. Výkon křemíkových článků se sníží o 0,2% se zvýšením teploty o  $1^{\circ}\text{C}$ . V létě se může teplota změřená na ploše článku vyšplhat na hodnotu mezi čtyřiceti až sedmdesáti stupni celsia. Proto by se moduly měly udržovat studené jak jen to je možné. Ve velmi teplých podmínkách může být výhodnější amorfni křemík. [8]

## **6. Solární energie v automobilovém průmyslu**

Solární automobily jsou definovány jako automobily poháněné energií ze slunečních paprsků. Jejich první uznání jako možný dopravní prostředek je propagován skrz sérii závodů přes Austrálii. Tato definice se však mění, v posledních letech solární energie přesvědčuje lidi dobíjet elektrické a hybridní automobily přes fotovoltaické panely umístěné na střechách domů. [10]

### **6.1 Technologie solárního automobilu**

Technologie používající solární auta je už dávno používaná v mnoha jiných odvětvích jako například ve vesmíru nebo u motorek. Skoro všechna dnes vyrobená vozidla jsou určena pro světové závody, nemají design jako klasická auta. Závodní automobily mají zajímavý design na to, že mají místo pro pouze jednoho řidiče. Inženýři jsou schopni udělat místo i pro spolujezdce, ale to nepožadují normy. To dává smysl tomu, že čím lehčí vozidlo je, tím rychlejší bude a tím méně spotřebuje energie.

Je zde použito mnoho tradičních komponentů jako například brzdy, plynový pedál, směrová světla, zrcátka a je zde použit i tachometr. [10]

### **6.2 Problémy solárních automobilů**

Velikost automobilu limituje velikost použitých fotovoltaických panelů. To znamená, že jen málo energie zachycené články může pohánět vozidlo. Další problém o kterém je třeba uvažovat je potencionální nedostatek slunečního světla, pozici světla a intenzitu slunečního záření. Za hezky slunného dne je panel schopen vyrobit skoro 2kW elektrické energie. [10]

### **6.3 Solární energie aplikovaná na automobilech**

Venturi Astrolab uvedla na trh v roce 2006 sériově vyráběný elektricky-solárně hybridní automobil. Specifikace automobilu: nevyužívá fosilních paliv, neprodukuje emise, dokáže se dobíjet při jízdě, nevyžaduje permanentní svit Slunce, dokáže jet rychlostí až  $50 \text{ km.h}^{-1}$ , rádius dojezdu je až 80 km a má čtyři pasažéry. Na tomto vozidle je upevněn fotovoltaický článek o velikosti necelých  $2,8 \text{ m}^2$  a používá kapalinou chlazené NiMH Venturi NIV-7 baterie umožňující zapojit automobil do elektrické sítě.[16]

Obrázek 7 - Venturi electric 2006



Zdroj: <http://www.motorauthority.com>

Tabulka 3- Venturi electric 2006 technické parametry

cena užitná hodnota (kč)	spotřeba palivam (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
600000	0	elektrina	50	350	16	0	50

Další firma zabývající se touto problematikou je Kanadská společnost, která přepracovala Toyota Prius na slunečně poháněné auto. Touto cestou jsou schopni vyrobit až 240W elektrické energie při bezmračné obloze. A tato energie je převedena na 15km čistě ujetých na sluneční energii. [16]

Švýcarská firma se dala jinou cestou. Vyrobili solární automobil s vlekem, na kterém jsou upevněny fotovoltaické články o celkové velikosti 6m<sup>2</sup>. Toto vozidlo využívá Zebra baterie. Toto řešení umožňuje dojezd až 400km, aniž by bylo potřeba automobil dobíjet z elektrické sítě. Rychlost dosahuje 90 km.h<sup>-1</sup>.

V USA ve státě Michigan vynálezce vynalezl motocykl poháněný slunečním zářením, který splňuje silniční předpisy a je pojistitelný. energii si vyrábí, když stojí zaparkovaný. Využívá k tomu složené fotovoltaické články, které si sebou vozí. [16]

Solární automobily používají fotovoltaické články, které jsou v solárních panelech. Fotovoltaické články umožňují panelu převést sluneční energii na elektrickou, kterou můžeme dále použít. Jakkoli je solární technologie drahá a některé panely mohou stát i desetitisíce. Důvod proč jsou panely o stejné velikosti dražší nebo levnější je proto, že cena záleží na tom kolik, pohltí sluneční energie a s jakou účinností nám ji převede

na elektrickou energii. Auta poháněná sluneční energií, které jsou používána pro závody, ve kterých jsou schopné dosáhnout rychlosti vyšší než 100km/h ale pokrývají celou karosérii. Tak ceny těchto panelů se pohybují v miliónových částkách.[15]

Zvyšující se ceny ropy v posledních desetiletích mělo za následek narušení ekonomiky celého světa. Nízká cena energie vyrobené ze Slunce představuje možnost snížení ropné spotřeby a možnost vytvoření úplně nového uplatnění na trhu, zejména v regionech s rychle rostoucí ekonomikou. Bateriově poháněné automobily nabízejí hlavně snižování paliva v dopravě a uhlíkové stopy, když taková auta jsou dobíjena elektřinou ze sluneční energie během dnů, kdy služební parkoviště jsou plná aut zaměstnanců. Toto je znázorněno na obr. 8 příloha č. 4 kde je bateriově poháněný automobil zaparkován před firmou. Americká firma na výrobu elektromobilů Tesla uvádí, že plně nabitý automobil Tesla roadster s kapacitou baterií 23kWh ujede vzdálenost až 350km ekvivalentním osmdesáti kilometrovým rádiusem, který stačí pro dojíždění do práce a zpět. Za cenu přibližně 2 Kč za 1 kWh nabije fotovoltaická elektrárna baterie tohoto automobilu za 46 Kč. Každý z takto velkých křemíkových článků na parkovišti stanoví elektrický výkon o velikosti zhruba 50 kW to znamená, že za celý pracovní den vyrobí  $450\text{kWh}\cdot\text{den}^{-1}$  v průměru za rok. Takto velká fotovoltaická plocha poskytne elektrickou energii pro necelých dvacet zaměstnanců vlastních bateriově poháněné vozidlo Tesla, kteří dojíždějí každý den do práce, aniž by spotřebovávali litr fosilního paliva. [10]

## 7. Baterie a akumulátory

Jedena z nejdůležitějších součástí fotovoltaického systému je bateriový zálohovací systém k zálohování elektrické energie získané ze solárního systému k využití této energie, když jsou horší klimatické podmínky (mračno) nebo během noci.

Baterie a akumulátory umožňují chemickou energii měnit přímo na elektrickou energii. Funkce této přeměny vychází z principu dvou elektrod z různých materiálů, které jsou ponořené do kapaliny nebo pevné látky, obsahující pohyblivé elektricky nabitě částičky. To umožňuje uvnitř článku vodivé spojení mezi oběma elektrodami. Kapalina nebo pevná látka, kterou nazýváme elektrolyt je obvykle zředěná kyselina nebo zásada, případně rozpuštěná sůl. Elektrody mají rozdílný potenciál oproti elektrolytu odpovídající jejich rozdílné pozici v elektrochemické napěťové řadě a to způsobuje mezi nimi napětí. Jestliže jsou spojeny vnějším vodičem, protéká proud. Uvnitř baterie nebo akumulátoru je proudový okruh uzavřen pohybem iontů, které protékají elektrolytem z jedné elektrody na druhou. Například u baterie měď zinek proudí ionty z elektrody mědi na elektrodu s malým potenciálem tedy zinkovou elektrodu. Na měděnou elektrodu jsou ionty mědi z roztoku pomocí volných elektronů redukovány na měď. Proud protéká tak dlouho, dokud se všechny ionty mědi z roztoku nespotřebují. To znamená, dokud se celková chemická energie nezmění na energii elektrickou. Napětí mezi elektrodami nezávisí na velikosti nebo tvaru elektrod, ale jen na jejich materiálech. Typické hodnoty se pohybují mezi 1 až 4 voltů. V případě, že bychom chtěli dosáhnout vyššího napětí, pak se musí spojit více baterií nebo akumulátorů do řady. Na rozdíl od baterií, které můžeme označovat za primární články, jsou chemické průběhy v akumulátorech (sekundární články) principiálně obrácené. Počet cyklů nabití a vybití je omezen, protože obrácené chemické procesy neprobíhají dokonale. [6]

Trakční baterie se staly po proniknutí na trh elektrických bateriových vozidel, centrálním komponentem elektropohonu. Jejich výkonová hustota, což je elektrický výkon na jednotku hmotnosti, určuje konečnou rychlost a zrychlení vozidla. Jejich energetická hustota, což je obsah energie na jednotku hmotnosti, určuje dojezd vozidla. Trakční baterie musí umožňovat rychlé nabíjení, být bezúdržbová a její životnost by měla být mezi pěti

až deseti roky. Dále musí umožňovat jízdní výkon více než padesát tisíc kilometrů, dosahovat energetické hustoty alespoň  $200 \text{ Wh.kg}^{-1}$  a hustoty výkonu kolem  $100 \text{ W.kg}^{-1}$ . [6]

## **7.1 Rozdělení baterií**

### **7.1.1 Základní baterie**

Ačkoliv mnoho anodo-katodových kombinací může být použito jako primární bateriový systém, jen relativně málo typů může být prakticky použitelných. Zinkové byly zdaleka nejvíce oblíbenými anodovými materiály pro primární baterie díky jejich dobrým elektrochemickým vlastnostem, vysokým elektrochemickým rovnocennostem, slučitelných s vodním elektrolytem, rozumně dobrou životností, nízkou cenou a dostupností. Hliníkové jsou lákavé pro jejich vysoký elektrochemický potenciál, elektrochemické ekvivalence a dostupnosti, a díky jejich výkonovým vlastnostem a praktickým využitím nebyly nikdy zařazeny mezi primární baterie. Magnesiové mají také atraktivní elektrické vlastnosti, nízkou pořizovací cenu a byli používány jako primární baterie hlavně v armádních přístrojích pro jejich dlouhou životnost a vysokou výdrž. Obchodní zájem byl ale ovlivněn používáním americkou armádou. Magnesium je také použito jako anoda v rezervních bateriích. Je zde vzrůstající zájem o lithium, díky vysoké gravimetrické hustotě energie. Lithiové anodové baterie, používající mnoho rozdílných nevodivých elektrolytů, ve kterých je lithium stabilní a rozdílné katodové materiály, umožňující vyšší energetické odolnosti a výkonnosti ve výkonové charakteristice primárních systémů. [12]

### **7.1.2 Typy a charakteristiky sekundárních baterií**

Hlavní charakteristika sekundárních nebo-li dobíjecích baterií je, že nabíjení a vybíjení (transformace elektrické energie na chemickou energii a na zpět na elektrickou energii) může pokračovat skoro vratně, může být energeticky efektivní a může mít minimální fyzikální změny, které mohou limitovat životní cyklus. Chemická reakce, kromě které může způsobit úpadek součástí článku jako ztráty životnosti, nebo ztrátu energie. Tak článek může mít klasické požadavky jako je například vysoká specifická energie, nízký odpor a dobrý výkon v různých teplotních podmínkách. Tato kritéria nám limitují množství materiálů, které se hodí pro použití v dobíjecích bateriích. Viz. Tabulka příloha č. 5 [12]



### **7.1.3 Velikost baterií a jejich kapacita používaných v hybridních a plug-in hybridních vozidlech**

Dvě z hlavních vlastností, které brání v rozšiřování hybridních elektrických automobilů je cena a zastavěná plocha v automobilu, kterou baterie v automobilu zabírají. Cena a velikost jsou spojeny; obecně větší baterie jsou dražší. Tudíž je zde významný nátlak, s ohledem na výkonové požadavky, používat baterie co nejmenší. Jedna z cest jak dosáhnout menších baterií je najít cestu jak zvýšit jejich kapacitu. Toho bychom mohli dosáhnout lepším využitím řídicích algoritmů nebo lepším chemickým procesem, který stanoví relativně paušálně schopný pulzní výkon. Mnoho baterií chemického složení jsou buď již používány v elektrických automobilech nebo plug-in hybridech, využívající nikel-metal hydrid (Ni/MH), které v poslední době nahrazuje lithio-iontové chemické složení. Mnoho typů pozitivních i negativních elektrod materiálů může být použito na lithium-jontové baterie. A proto se snažíme najít optimální materiál na baterie, který nám zaručí dostatečnou kapacitu a malou velikost. V roce 2009 Mercedes Benz S400 BlueHybrid byl prvním automobilem využívající energii na pohon z lithium jontových baterií. BlueHybrid technologie v tomto autě používá klimatizaci k chlazení lithium jontových baterií. General Motors přichází s Chevroletem Volt, který bude využívat lithium jontové baterie v plug-in hybridu. Baterie vyrobené z manganových pozitivních elektrod které jsou vyráběné Korejskou firmou LG Chem. Baterie vážící přibližně 180Kg je jedna z hlavních součástí tohoto vozu a odhaduje se, že to bude nejdražší součástka. [14]

## **8. Automobilky a jejich elektrické alternativní pohony**

### **8.1 Hybridní elektrická vozidla**

Hybridní řešení napomáhá získat markantní snížení spotřeby paliva a produkci emisí. V balíku hybridních elektrických systémech současné elektrické motory pomáhají využívat konvenční spalovací motory více efektivně. Také přítomnost elektrických akumulátorů a elektrických motorů umožňuje využívat zpět elektrickou energii během brzdění a zpět ji použít k rozjíždění. Tradiční význam hybridu je navrhován na základě systémové architektury: 1. Seriový hybrid – pouze elektrický motor předává energii na kola. 2. Paralelní hybrid – oba motory jak spalovací tak elektrický pohání kola vozidla společně. 3. Sériově paralelní hybrid – buď kola pohání spalovací motor, nebo je odpojený a kola pohání jen elektrický motor.

Nicméně i na základě těchto vysvětlení si jednotlivé automobilky zařazují mezi hybridy i další výrazy jako např.

- a) Micro hybrid
- b) Mild (or medium) hybrid
- c) Full hybrid

### **8.2 Micro hybrid**

Funkce prováděné elektrickou součástkou v micro hybridním voze jsou následující:

- a) Napájení elektricky poháněných součástí jako je např. klimatizace
- b) Stop&start – vypne motor a uvede ho do pohotovostního režimu na dobu, kdy automobil stojí a zpět ho automaticky nastartuje
- c) Využívání brzdové energie

Mnoho automobilových výrobců využívá tohoto označení (micro hybrid) na svých modelech, aby poukázali na to, že se snaží snížit spotřebu paliva a s tím související produkci emisí. Příklady těchto technologií jsou ukázány na následujících exemplářích.

#### **8.2.1 BMW efficient dynamics**

U BMW je mikro hybridní technologie použita pro snížení produkce emisí. Oba systémy jako jsou Stop&start a brzdový systém je dostupný. Brzdový systém funguje, když auto zpomaluje a kinetická energie získaná z tohoto procesu je převedena na elektrickou a využita k dobíjení baterie aniž by se využil alternátor. To napomáhá

ke snížení spotřeby o 3%. Alternátor není v chodu ani když automobil zrychluje, aby neodebíral spalovacímu motoru energii a zapíná se až v nejvyšší nouzi, kdy čidla zjistí, že je v baterii minimum energie.

### 8.2.2 Volkswagen blue motion technologie

Volkswagen shromažďuje tyto systémy jako např: Stop&start a využívání kinetické energie z brzdění pod označením blue motion technologie.

**Tabulka 4- Volkswagen Passat BlueMotion technické parametry**

cena užitná hodnota (kč)	spotřeba palivam (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
646100	5,2	-	1340	1560	103	135	211

### 8.2.3 Fiat PUR-O2

Fiat také používá výše zmíněné technologie u všech typů svých aut a tím docílí u Fiatu 500 PUR-O2 produkci CO<sub>2</sub> jen 115g.km<sup>-1</sup> jedna z nejnižších hodnot mezi benzínovými auty se srovnatelným obsahem motoru.

### 8.2.4 Volvo DRIVE

Pod označením DRIVE se vyskytují automobily využívající např.: pneumatiky s nízkým valivým odporem, vylepšenou aerodynamikou a dalšími systémy jako Stop&start. Tyto systémy napomáhají ke snížení spotřeby paliva o 5 až 8%. Volvo využívá také energii z brzdění a ukládá jí do přídatné baterie, ze které se bere elektrický proud pro napájení systému, když auto stojí v režimu standby.

### 8.2.5 Toyota optimal drive

Toyota využívá taktéž jako ostatní automobilky Stop&start systém a navíc snižuje spotřebu využíváním snížení hmotnosti jednotlivých dílů v motoru a převodovce.

## 8.3 Mild hybrid

Toto odvětví využívá technologie micro hybrid a přidává k nim další jako např.:

- a) Neaktivní časovací systém (když motor nevyužívá maximálního výkonu, tak se spalovací motor vypne, aniž by jsme k tomu použili klíč).

b) Elektrický motor začne pohánět kola, když je potřeba maximálního výkonu. Toto řešení se využívá hlavně při rozjíždění.

c) Brzdová regenerace

Rozdíl mezi tímto systémem a micro hybridní technologií je především v tom, že mild hybrid přispívá k hnací síle (k rozjíždění).

### 8.3.1 Honda integrated motor assist

Honda využívá všech výše uvedených technologií u zážehového motoru. Honda byla prvním výrobcem mild hybridu, který vyvážel své produkty do Evropy. Tuto technologii používá na modelech Civic a Insight. Nikl kadmiové baterie jsou nabíjeny jak od spalovacího motoru, tak z energie kinetické při brzdění.

Civic hybrid používá čtyřválcový zážehový motor i-VTEC o objemu 1.3l a výkonu 70kW. Při 6000ot.min<sup>-1</sup> a elektromotoru o výkonu 15kW při 2000ot.min<sup>-1</sup> to celé spotřebuje 4,6l na 100km a emise jsou na hodnotě 109g dle evropské homologace.

Insight využívá extrémně malého elektrického motoru, který je vřazen mezi spalovací motor a převodovku. Spalovací motor má otáčky 5800ot.min<sup>-1</sup> a elektromotor 1500ot.min<sup>-1</sup> o výkonu 10kW. Automobil je připojen na 100V Ni-MH baterii a spotřebuje 4,4l paliva a vyprodukuje 101g CO<sub>2</sub>. V Insightu je také zabudován systém, který ukazuje řidiči jeho styl řízení a radí mu, jak by měl jet a kdy správně zařadit a další vymoženosti, které napomůžou ke snížení spotřeby.

Honda CR-Z 1,5l i-VTEC 10kW elektromotor. A motor o výkonu 81kW o točivém momentu 174Nm při 1500ot.min<sup>-1</sup> toto jsou podobné výkonnostní parametry jako u Hondy Civic s 1,8l motorem, emisemi na hodnotě 117g a spotřebou jednoho l paliva na 20km

### 8.3.2 Mercedes Benz S-class (mild hybrid)

MB využívá 10kW elektrického motoru a V6 zážehového motoru o objemu 3,5 l s maximálním točivým momentem 385N.m

Tabulka 5- Mercedes-Benz S 400 hybrid technické parametry

cena užitná hodnota (kč)	spotřeba palivam (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
2370000	8,1	Elektřina	1100	1970	235	191	250

## 8.4 Full hybrid

Dalším pohonným systémem přispívajícím ke snížení spotřeby paliva je tzv. full hybrid technologie. Tato technologie umožňuje rozjždění a ujetí určité vzdálenosti čistě na elektrický pohon. Samozřejmě s ohledem na velikost elektromotoru a baterií, které všechny elektricky poháněné automobily limitují.

Technologie, které zahrnují full hybridy

- Stejně technologie jako v mikro, mild hybridech – rekuperace brzdové energie, stop&start systém apod.
- Možnost rozjezdu a popojždění čistě na elektrickou energii.

### 8.4.1 Toyota hybrid synergy drive a Lexus hybrid synergy drive

Toyota byla první automobilka, která uvedla na trh hybridní pohon. Toyota prius a Lexus používá sériově paralelní hybridní systém, který umožňuje jízdu se spalovacím motorem nebo elektrickým anebo kombinací obojího. Především při potřebě maximálního výkonu se oba motory doplňují.

Tabulka 6- Lexus LS 600h technické parametry

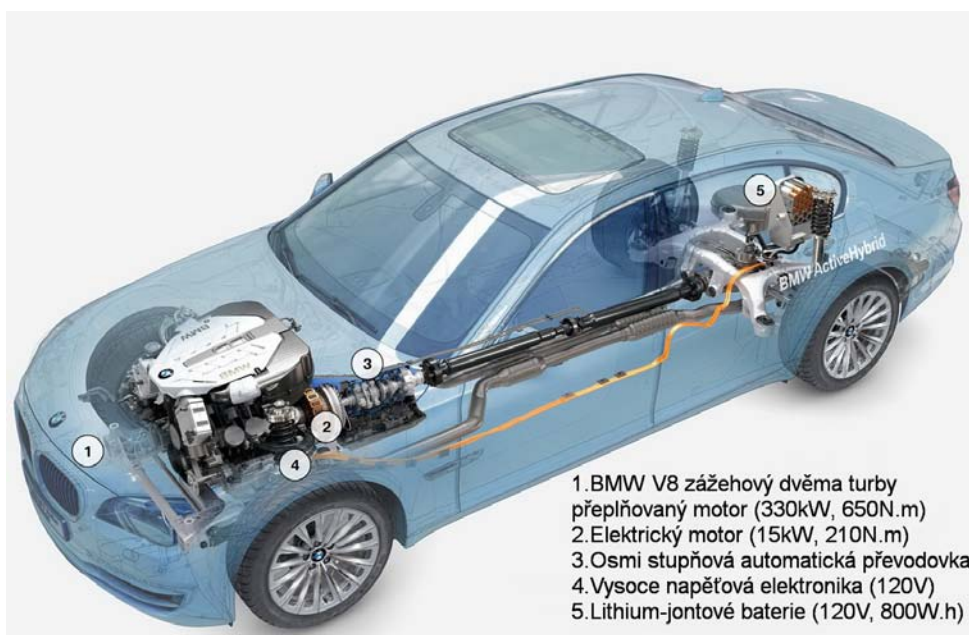
cena užitná hodnota (kč)	spotřeba palivem (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
2896000	9,3	elektřina	900	2660	455	218	250

Tabulka 7- Toyota Prius 2011 technické parametry

cena užitná hodnota (kč)	spotřeba palivem (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
639900	3,9	elektřina	1125	1805	73	89	180

## 8.4.2 BMW ActiveHybrid

Obrázek 8- BMW 7 ActiveHybrid



Zdroj: [http://www.carphotomobil.com/gambar\\_mobil\\_BMW\\_7\\_ActiveHybrid.htm](http://www.carphotomobil.com/gambar_mobil_BMW_7_ActiveHybrid.htm)

Na obrázku č. 8 je vyobrazen princip pohonu vozidla BMW ActiveHybrid, který spočívá především na využití spalovacího motoru doplněný elektromotorem.

Tabulka 8- BMW 7 ActiveHybrid technické parametry

cena užitná hodnota (kč)	spotřeba palivam (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
2600000	9,4	Elektřina	850	2045	356	219	250

### 8.4.3 Porsche 911 GT3 R Hybrid

Obrázek 9- Porsche 911 GT3 R Hybrid



1. Motorová elektronika
2. Přední náprava se dvěma elektrickými motory
3. Elektrické kabely
4. Setrvačnick (KERS)
5. Elektrický zásobník

Zdroj: <http://www.gizmag.com/porsche-hybrid-wins-first-race-and-three-major-professional-motorsport-awards/16967/>

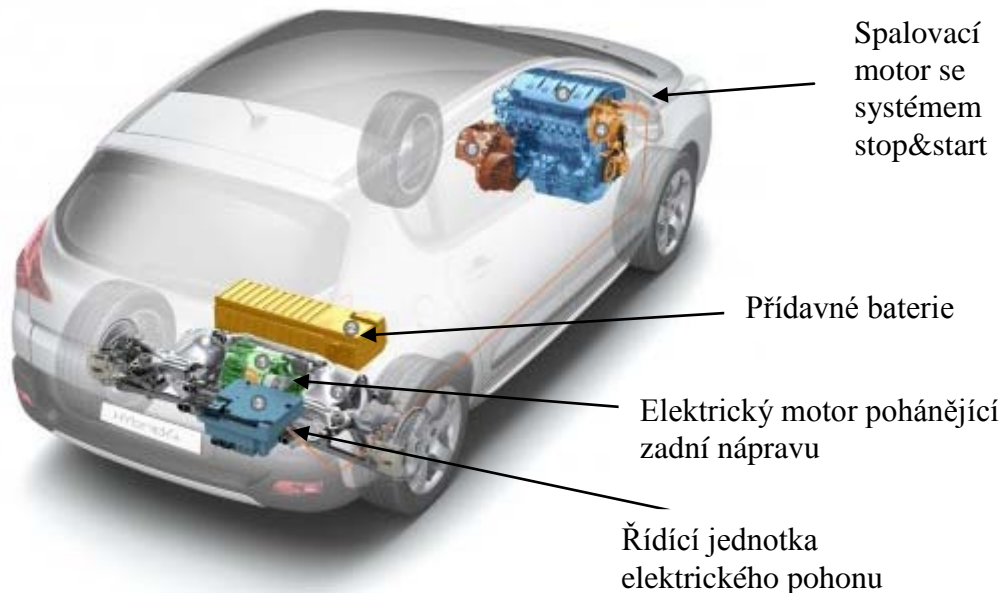
KERS- (Kinetic Energy Recovery Systém) systém který uchovává kinetickou energii vytvořenou při brzdění automobilu ve formě mechanické energie v setrvačnicku nebo ji převádí jako elektrickou energii do akumulátorů. Tato energie se využívá ke zrychlení vozidla. [14]

Tabulka 9- Porsche 911 GT3 R Hybrid technické parametry

cena užitná hodnota (kč)	spotřeba palivam (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
-	-	elektrina	-	1300	421	-	200

### 8.4.4 PSA Peugeot Citroen diesel Hybrid

Obrázek 10-Peugeot 3008 diesel Hybrid4



Zdroj: <http://www.hybrid.cz/obrazky/peugeot-3008-hybrid4-1>

Na obrázku č. 10 je schéma automobilu Peugeot 3008 Hybrid4 který je poháněn vznětovým motorem doplnění elektromotorem.

Tabulka 10- Peugeot 3008 Hybrid4 technické parametry

cena užitná hodnota (kč)	spotřeba palivam (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
1048750	3,8	Elektřina	1250	1734	147	99	209

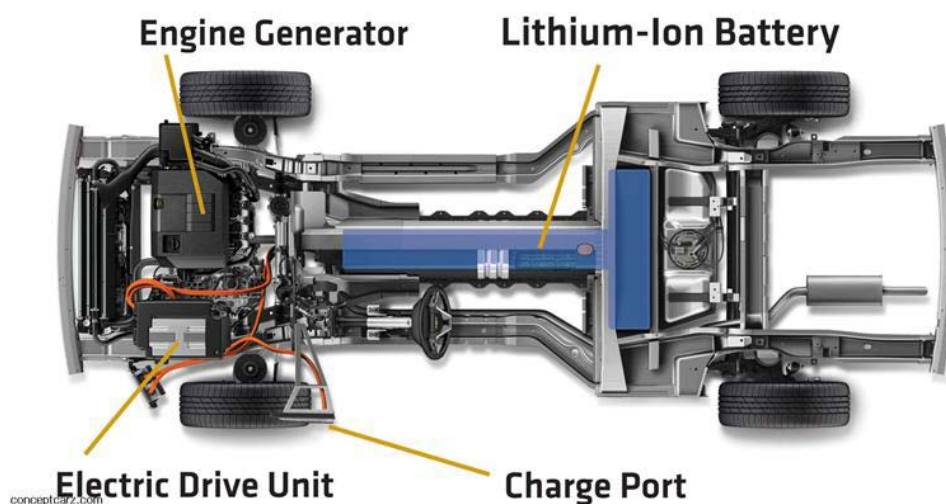
### 8.5 Plug-in hybrid

Technologie Plug-in hybridu spočívá v tom, že baterie jsou dobíjeny z elektrické sítě a energie se využívá k pohonu vozidla do vzdálenosti až 100km. To plně dostačuje k jízdě po městě a tím i nevypouštění škodlivých emisí. Když rychlost přesáhne 50km.h<sup>-1</sup>, tak se spustí spalovací motor. Ten je také využívám při vybití baterií.



### 8.5.1 General motors E-Flex systém chevrolet volt

Obrázek 11- Chevrolet volt



Zdroj: <http://www.conceptcarz.com/>

Spalovací motor u tohoto vozidla pracuje pouze pro dobíjení baterií auto na spalovací motor nejzdí. Automobil je poháněn elektromotorem.

Tabulka 11- Chevrolet Volt technické parametry

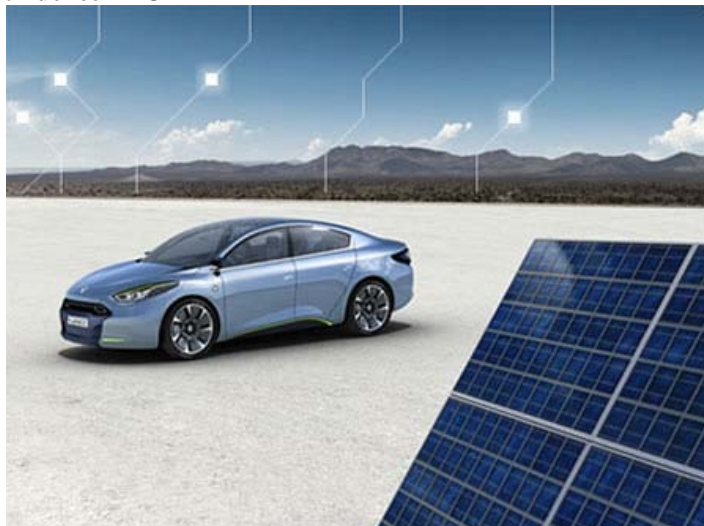
cena užitná hodnota (kč)	spotřeba palivam (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
1050000	3,9	elektřina	610	1588	166	109	160

## 8.6 Bateriově poháněné automobily

Technologie spočívá v dobíjení baterií z elektrické sítě. Bateriové automobily nemají spalovací motor, jsou závislé čistě na elektrické energii. Jejich dojezd je do 400km.

### 8.6.1 Renault-Nissan aliance

Obrázek 12- Renault fluence ZEO

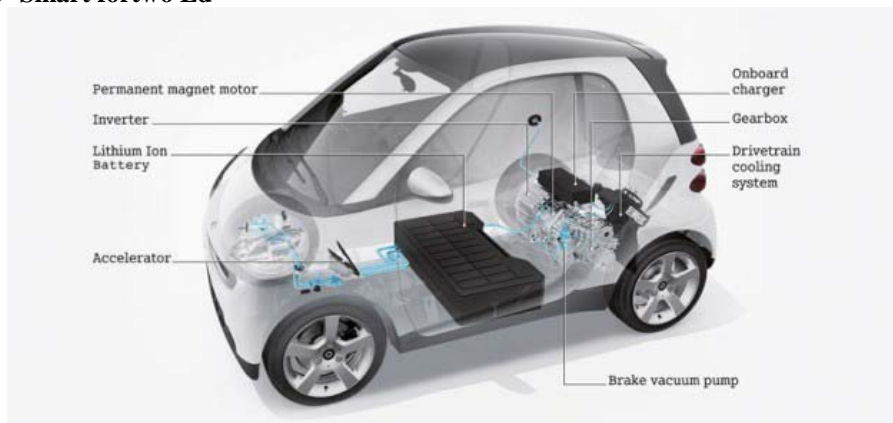


Zdroj: <http://www.greenlaunches.com/transport/renault-unveils-design-for-new-electric-car.php>

Tento automobil má elektromotor, který pohání automobil a elektrickou energii bere z fotovoltaických článků a z elektrické sítě.

### 8.6.2 Smart Fortwo Electric Drive

Obrázek 13- Smart fortwo Ed



Zdroj: <http://boilr.net/2011/02/12/smart-fortwo-electric-drive-the-ultimate-urban-ride/>

Technické parametry jsou znázorněny v tabulce č. 12 na další stránce.

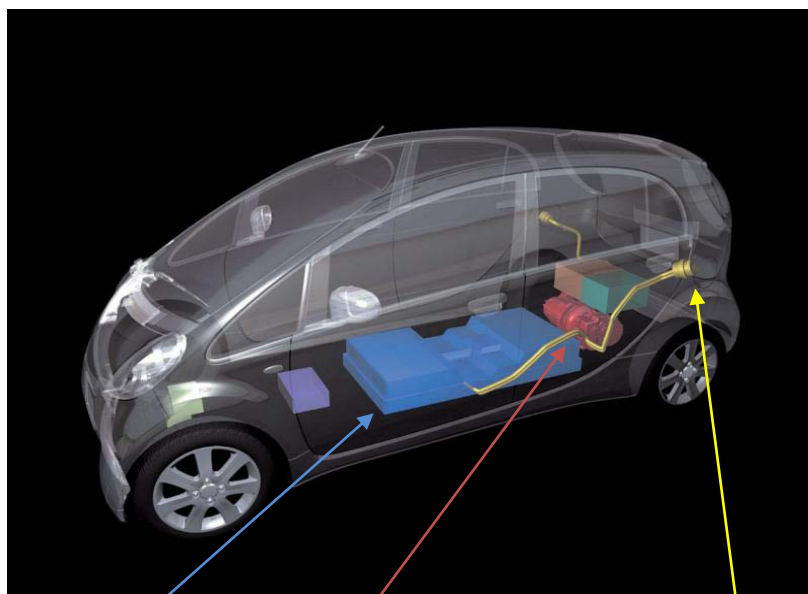
**Tabulka 12- Smart Fortwo Ed technické parametry**

cena užitná hodnota (kč)	spotřeba paliv (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
765000	0	Elektrina	110	890	30	0	100

Z obrázku č. 13 je patrné na jakém principu pracuje pohon vozidla. Využívá elektromotor, který je napájen elektrickou energií uloženou v bateriích.

### 8.6.3 PSA Peugeot Citroen-Mitsubishi společenství

**Obrázek 14- Mitsubishi i MiEV**



Baterie Lithium-iontové

Elektrický motor pohánějící zadní nápravu

Rychlo dobíjecí zásuvka

Zdroj: [http://www.japanesesportcars.com/photos/desktop-wallpapers/mitsubishi/2009-mitsubishi-i-miev/2009-mitsubishi-i-miev+\\_8\\_.jpg.html](http://www.japanesesportcars.com/photos/desktop-wallpapers/mitsubishi/2009-mitsubishi-i-miev/2009-mitsubishi-i-miev+_8_.jpg.html)

Pohon tohoto vozidla obstarává elektromotor. Toto vozidlo je dobíjeno pouze z elektrické sítě. A elektrická energie je uložena do Lithium-iontových baterií.

**Tabulka 13- Mitsubishi i MiEV technické parametry**

cena užitná hodnota (kč)	spotřeba paliv (l)	jízda na alternativní palivo	dojezd na natankování (km)	hmotnost (kg)	výkon motoru (kW)	produkce CO <sub>2</sub> (g.km <sup>-1</sup> )	maximální rychlost (km.h <sup>-1</sup> )
840000	0	elektrina	130	1120	47	0	130

## 9. Zhodnocení

V závěru bakalářské práce jsou hodnoceny vybrané typy automobilů podle jejich provozních parametrů. V tabulce 14 je uvedeno bodové hodnocení jednotlivých vybraných značek automobilů podle technických a ekonomických parametrů.

**Tabulka 14- Zhodnocení jednotlivých automobilů a jejich ekonomičnost**

Značka automobilu	cena užitná hodnota	spotřeba paliva	jízda na alternativní palivo	dojezd na doplnění paliva	hmotnost	výkon motoru	Suma
BMW Active hybrid	*	*	**	**	*	***	10
Peugeot 3008 Hybrid4	***	***	**	***	**	**	15
Mitsubishi i MiEV	**	****	****	*	***	*	15
Smart fortwo Ed	**	****	***	*	***	*	14
Lexus LS 600h	*	*	**	**	**	****	12
Mercedes-Benz S 400 Hybrid	*	*	**	***	**	***	12
Porsche 911 GT3 R Hybrid	-	*	*	-	***	****	9
Volkswagen Passat BlueMotion	***	**	*	****	***	**	15
Toyota Prius	****	***	***	***	***	*	17
Chevrolet Volt	****	***	***	**	**	**	16
Venturi electric 2006	*	****	****	*	****	*	15
Hodnocení podle dané specifikace	Toyota prius	Mitsubishi i MiEV	Venturi electric 2006	Volkswagen Passat BlueMotion	Venturi electric 2006	Lexus LS 600h	Toyota prius

Čím více \* tím lepší jsou hodnoty (min. \* a max. \*\*\*\*)

Podle tabulky 14 automobil značky Toyota prius má celkově nejlepší technicko ekonomické parametry. Co se týká jízdy na alternativní palivo a hmotnost vozidla má nejlepší hodnoty Venturi electric 2006. Mitsubishi I MiEV má nejnižší spotřebu z vybraných vozů. Volkswagen Passat BlueMotion má největší dojezd na plnou nádrž a nevyšších výkonů dosahuje Lexus LS 600h.

## 10. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo přiblížit funkci a využití obnovitelných zdrojů energie a aplikací těchto technologií v oblastech související s dopravou zejména té automobilové. A seznámit čtenáře s technologiemi, které napomáhají snížit spotřebu fosilních paliv

Byly vybrány automobilky zabývající se těmito technologiemi, protože skoro většina dnešních výrobců automobilů má ve své nabídce nějaký automobil využívající systém vedoucí ke snížení spotřeby.

V tabulce č. 14 kapitola 9. Zhodnocení jsou porovnány vybrané automobily z hlediska pořizovací ceny, spotřeby paliva vyrobeného z fosilních a použitého systému - především elektromotoru, který napomáhá ke snížení spotřeby paliva.

Podle tabulky lze zjistit, že vyšší pořizovací cena neznamená nižší náklady na provoz. Dále je patrné že automobily využívající jen elektrickou energii k pohonu nemohou v dnešní době plně nahradit automobily spalující naftu nebo benzín, protože jejich dojezdová vzdálenost a hlavně doba k doplnění energie potřebná k pohonu je značně delší, než je tomu u dnešních klasických aut.

## 11. Seznam literatury

- [1] AUGUSTA, P. a kol. *Velká kniha o energii*. Praha: L.A. Consulting Agency, 2001. ISBN 80-238-6578-1
- [2] DUŠIČKA, P. a kol. *Malé vodní elektrárny*. Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN 80-88905-45-1
- [3] SEQUENS, E., HOLUB P. *Větrné elektrárny: mýty a fakta*. Brno: Calla, 2004. ISBN 80-86834-09-3
- [4] KLOZ, M. *Využívání obnovitelných zdrojů energie*. Praha: Linde, 2007. ISBN 978-80-7201-670-9
- [5] HAVLÍČKOVÁ, K. *Biomasa jako obnovitelný zdroj energie*. Pelhřimov: Výzkumný ústav Silva Taroucy, 2005. ISBN 80-85116-38-3
- [6] KAMEŠ, J. *Alternativní pohon automobilů*. Praha: BEN - technická literatura, 2004. ISBN 80-7300-127-6
- [7] KLECZEK, J. *Energie: ve vesmíru a ve službách lidí*. Praha: Albatros, 2002. ISBN 80-00-01060-7
- [8] ANTONY, Falk ; DURSCHNER, Christian; REMMERS, Karl-Heinz. *Photovoltaics for Professionals : Solar Electric Systems Marketing, Design and installation*. Berlin : Solarpraxis, 2007. 214 s. Dostupné z WWW: <solarpraxis.de>. ISBN -13:978-3-93459-461-7.
- [9] VOKÁČ, L. auto.idnes.cz/ [online]. 22.3.2011  
[http://auto.idnes.cz/vedci-umi-vyrobic-naftu-z-vody-a-slunecniho-zareni-fw3-/automoto.asp?c=A110313\\_222434\\_automoto\\_vok](http://auto.idnes.cz/vedci-umi-vyrobic-naftu-z-vody-a-slunecniho-zareni-fw3-/automoto.asp?c=A110313_222434_automoto_vok)
- [10] FRAAS, Lewis; PARTAIN, Larry. *Solar cells and their applications*. 2nd. Wiley : Hoboken, 2010. 627 s.
- [11] PASTOREK, Zdeněk; KÁRA, Jaroslav; JEVIČ, Petr. *Biomasa : obnovitelný zdroj energie*. Praha : FCC Public, 2004. 286 s.
- [12] REDDY, Thomas B. *Linden´s Handbook of Batteries*. 4. New York : McGraw-Hill , 2011. 830 s. Dostupné z WWW: <MHPROFESSIONAL.COM>. ISBN 978-0-07-162421-3.

[13] GEVORKIAN, Peter. *Alternative Energy Systems Building Design*. New York : McGraw-Hill, 2010. 522 s.

[14] PISTOIA, Gianfranco. *Electric and hybrid vehicles : power sources, models, sustainability, infrastructure and the market* . Amsterdam : Elsevier, 2010. 652 s.

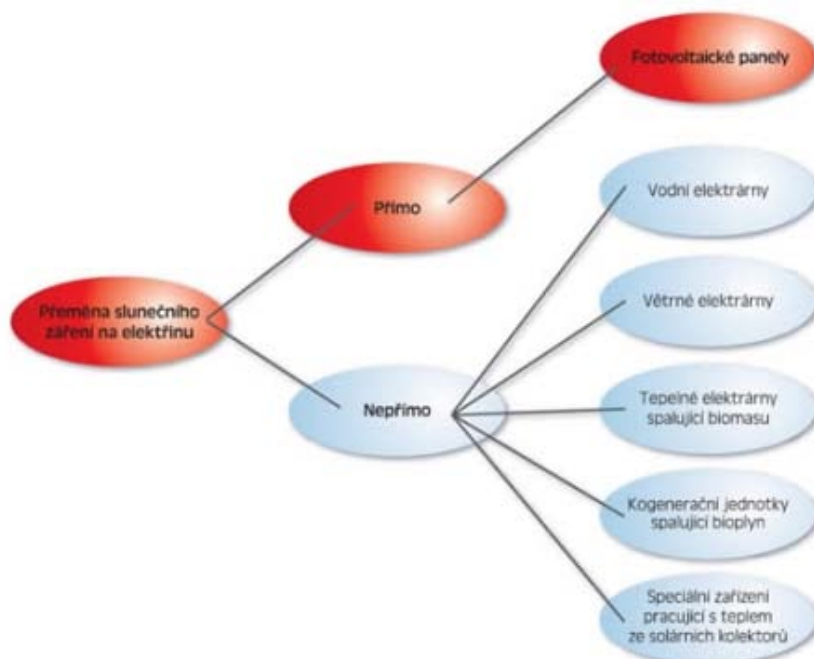
[15] HANES, Marina. *Aboutmyplanet.com* [online]. 5.2.2009 [cit. 2011-04-05]. Facts on Solar Powered Cars. Dostupné z WWW:<<http://www.aboutmyplanet.com/alternative-energy/solar/facts-solar-powered/>>.

[16] *Autotropolis.com* [online]. 2011 [cit. 2011-04-05]. Are We Ready for the Solar Car?. Dostupné z WWW:<[http://www.autotropolis.com/wiki/index.php?title=Are\\_We\\_Ready\\_for\\_the\\_Solar\\_Car%3F](http://www.autotropolis.com/wiki/index.php?title=Are_We_Ready_for_the_Solar_Car%3F)>.

## 12. Přílohy

### Příloha č. 1

Obr. 4: Přeměna slunečního záření na elektřinu

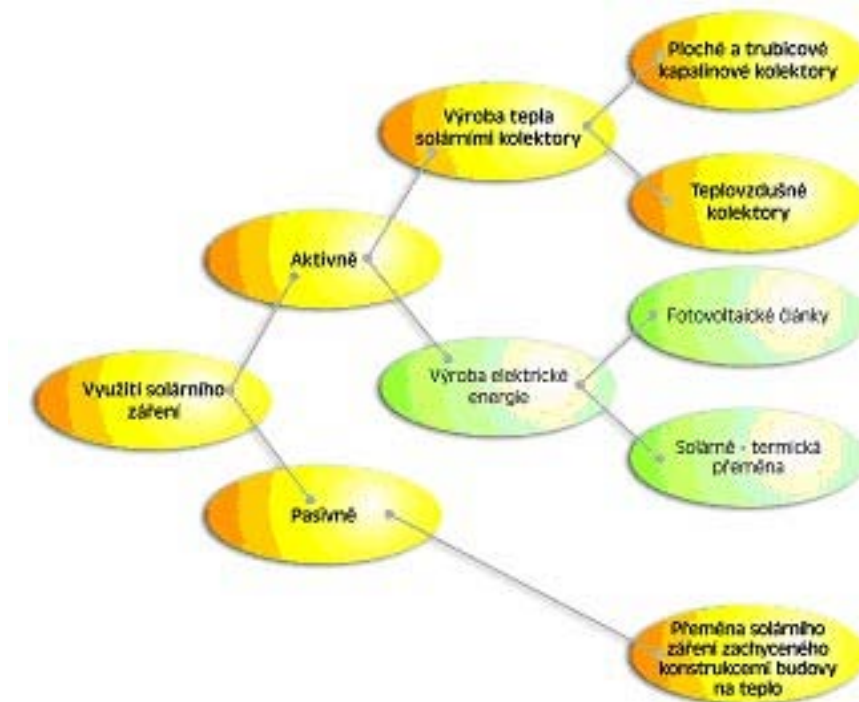


Zdroj: <http://www.ekowatt.cz/>



## Příloha č. 2

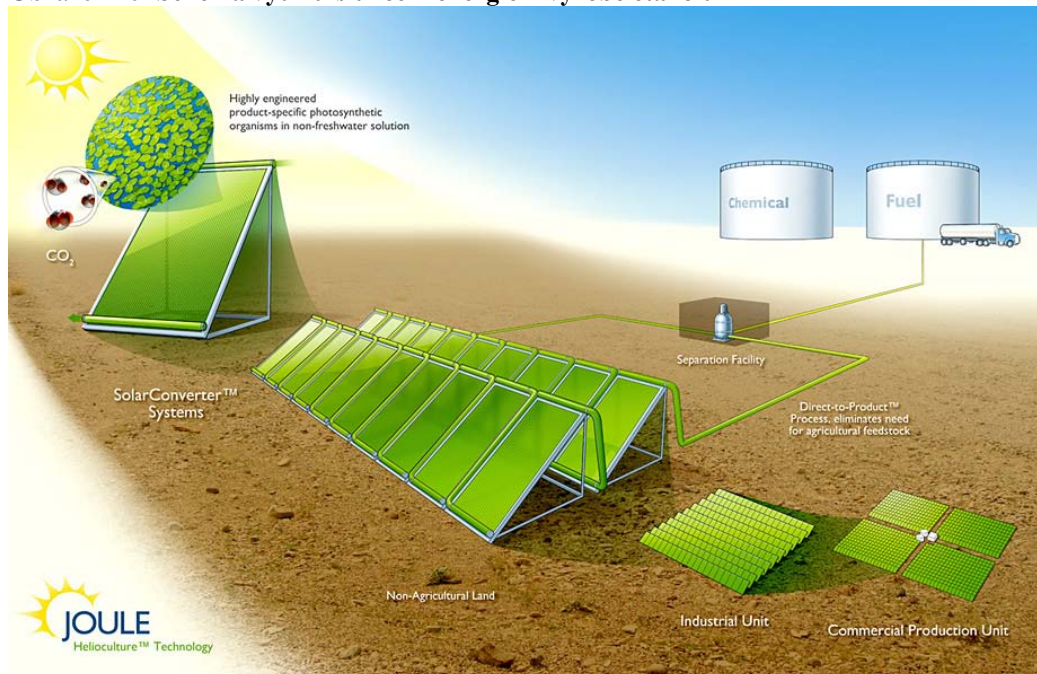
Obrázek 15- Způsoby využití slunečního záření



Zdroj:<http://www.ekowatt.cz>

## Příloha č. 3

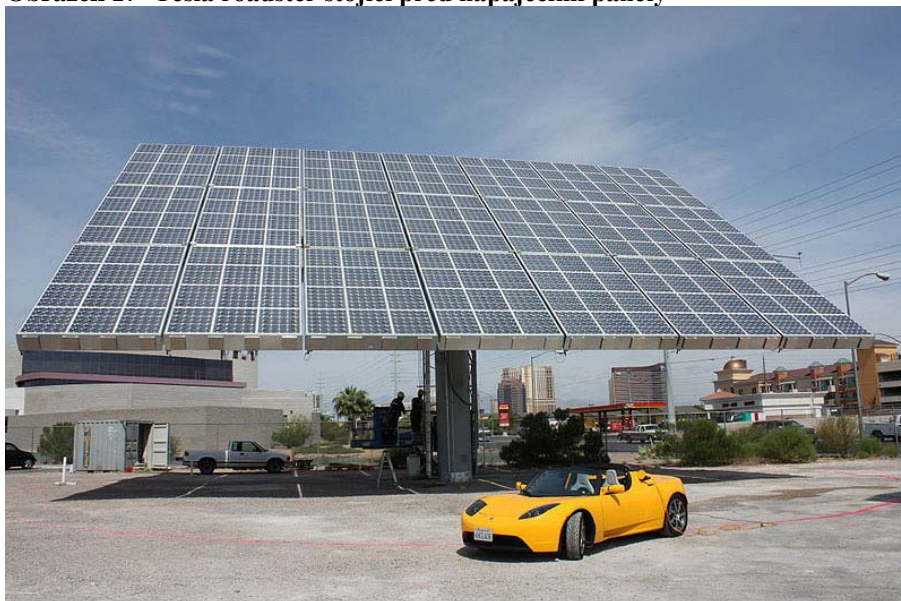
Obrázek 16- Schéma využití sluneční energie k výrobě etanolu



Zdroj:<http://www.jouleunlimited.com/why-solar-fuel/how-it-works>

## **Příloha č. 4**

**Obrázek 17- Tesla roadster stojící před napájecími panely**



Zdroj: <http://inhabitat.com/company-gets-1-8m-to-research-storing-solar-energy-in-tesla-car-batteries/>

## Příloha č. 5

Tabulka 15- Hlavní charakteristiky a použití sekundárních baterií

Systém	Charakteristika	Použití
Automobilový průmysl	Nízká cena, nízká teplota použití, nízká specifická energie, různé velikosti	Automobily, golfové vozítka, traktory, letadla, mikro-hybridní vozidla
Trakční pohon	výdrž 6-9hod	nákladáky, elektrické a hybridní vozidla, speciální ponorky
Stacionární	záložní, dlouhá životnost	záchranné systémy, telefony, UPS, záložní světla
Přemístitelný	uzavřená zapečetěná, nízká cena, průměrná životnost	Přenosné nářadí
Nikl-kadmiový Průmyslový	vynikající životnost, výdrž při nízké teplotě	Letecké baterie, průmyslové a záchranné elektrické systémy, komunikační přístroje
Přemístitelný	zapečetěná, dlouhá životnost, rychle nabitá	záložní systémy, přenosné nářadí
Nikl-metal hydrid	vyšší kapacita než nikl-kadmiová, dlouhodobá výdrž a výkonnost	hybridní elektrická vozidla
Nikl-železo	odolná, bytelná konstrukce, dlouhá životnost	železniční vozidla
Nikl-zinek	vysoká kapacita, rozšířená životnost	motorky, skútry, elektrické nářadí
Stříbro-zinek	velmi vysoká kapacita, nízká životnost, vysoká cena	ponorky a další armádní vybavení, cvičné cíle, vesmírné přístroje
Stříbro-kadmium	vysoká cena, vysoká životnost, dobré nabíjecí schopnosti	přenosné přístroje vyžadující nízkou hmotnost, vesmírné satelity
Nikl-vodík	dlouhá životnost při nízké kapacitě	především pro vesmírné využití jako např. GEO a LEO satelity
Lithium-jontové	vysoká kapacita, dlouhá životnost, energetická výdrž	elektrická vozidla (Evs, HEVs, PHEVs) záložní systémy, vesmírné použití, přenosné zařízení

[12]