

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno 2018

Tomáš Plášek



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC TECHNOLOGY

ENERGETICKÉ VÝNOSY Z JEDNOHO HEKTARU PŮDY V JIHO-MORAVSKÉM KRAJI

ENERGY YIELDS PER ONE HECTARE OF LAND IN THE SOUTH MORAVIAN REGION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Plášek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Kristýna Jandová, Ph.D.

BRNO 2018

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Mikroelektronika a technologie**
Ústav elektrotechnologie

Student: Tomáš Plášek
186450

ID:

Ročník: 3

Akademický rok: 2017/18

NÁZEV TÉMATU:

Energetické výnosy z jednoho hektaru půdy v Jihomoravském kraji

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s problematikou činnosti fotovoltaických elektráren a biopaliv. Provedte výpočet výnosů různých ekologických paliv (např. fotovoltaické elektrárny versus biomasa). Porovnejte, jaká je spotřeba paliva pro konkrétní vozidlo při využití různých ekologických paliv získaných z definované plochy jeden hektar.

Termín zadání: 5. 2. 2018

Termín odevzdání: 31. 5. 2018

Vedoucí práce: Ing. Kristýna Jandová, Ph.D.

Konzultant:

doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.

předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato práce se zabývá problematikou provozu fotovoltaických elektráren a výroby elektrické energie z biopaliv. Porovnáva energetické výnosy různých ekologických biopaliv s výnosy energie ze solárních panelů. Hodnotí spotřebu těchto paliv a jejich účinnost při pohonu automobilů se spalovacím motorem oproti elektrickému automobilu.

Klíčová Slova

Alternativní paliva, elektrický automobil, solární panel, biopaliva, bioethanol, bionafta

Abstract

This essay analysis problems of photovoltaic power plant operation and production of electricity from biofuels. It also compares energy yields from different types of biofuels with yields of energy from solar panel. The essay also evaluates consumption of these fuels and efficiency of powering cars with combustion engine against electrical car.

Key words

Alternative fuels, electric car, solar panel, biofuel, bioethanol, biodiesel

PLÁŠEK, T. *Energetické výnosy z jednoho hektaru půdy v Jihomoravském kraji*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2018. 26 s. Vedoucí semestrální práce Ing. Kristýna Jandová, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „Energetické výnosy z jednoho hektaru půdy v Jihomoravském kraji“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně 31. 5. 2018

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucí semestrálního projektu Ing. Kristýně Jandové, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování projektu.

V Brně 31. 5. 2018

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	1
2	Solární panely, Fotovoltaické elektrárny	1
2.1	Princip funkce solárního panelu	1
2.2	Materiál solárních panelů	2
2.3	Součásti solární elektrárny	3
2.4	Životnost, výhody a nevýhody solárních elektráren, poruchy panelů	4
2.5	Výnosy solárních elektráren	6
2.5.1	Fotovoltaická elektrárna Jaroslavice u Znojma	7
2.5.2	Fotovoltaická elektrárna Vojkovice	8
2.5.3	Výkupní cena elektřiny z fotovoltaických panelů	8
3	Biopaliva	8
3.1	Bionafta	9
3.2	Výroba a výnosnost bionafty	9
3.3	Bioethanol	10
3.4	Výroba a výnosnost bioethanolu	10
3.5	Rostlinné oleje	11
4	Elektromobily	11
4.1	Baterie	12
4.2	Účinnost a ekologie	12
4.3	Srovnání konkrétních vozů	12
5	Závěr	13
6	Seznam obrázků	15
7	Reference	16

1 ÚVOD

V současné době patří k moderním trendům snaha o omezení emisí skleníkových plynů a o celkové zmenšení znečištění přírody z provozu automobilů a strojů, které ke svému pohonu využívají spalovací motor. Z tohoto důvodu, a také proto, že zásoby fosilních paliv nejsou neomezené, se vyvíjejí různá alternativní paliva pro tyto motory.

Naproti tomu při provozu elektromotoru nevznikají žádné hmotné odpadní produkty. Jeví se tedy jako vhodná náhrada spalovacích motorů. Problémem je však uchovávání energie. Nejcitlivějším místem každého elektromobilu jsou baterie, které musí mít velkou kapacitu, aby byly schopné dodávat požadovaný proud pro pohon automobilu. Kvůli tomu jsou velké, těžké a také velmi drahé. Jejich cena představuje třetinu ceny automobilu. [1] Pokud porovnáme měrnou kapacitu (množství uložené energie na kilogram) u benzínu a současného oloveného akumulátoru, zjistíme, že z jednoho kilogramu benzínu získáme přibližně 300× více energie, než z kilogramu akumulátoru. [2] [3] Tyto důvody jsou hlavními příčinami, proč stále nedošlo k výraznému rozšíření elektricky poháněných automobilů.

2 SOLÁRNÍ PANELE, FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

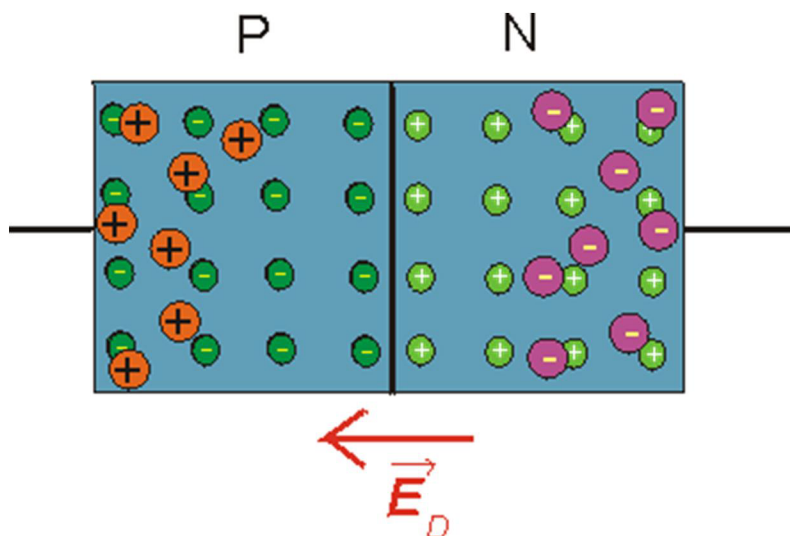
2.1 Princip funkce solárního panelu

Každý solární panel je tvořen fotovoltaickými články, jejichž základem je polovodičová dioda, která je tvořena 2 např. křemíkovými příměsovými polovodiči – jedním typu P a druhým typu N. Polovodič typu P je dotovaný příměsemi obsahujícími 3 valenční (vazebné) elektrony (např. bor), převládá zde děrová vodivost, polovodič typu N příměsemi obsahujícími 5 valenčních elektronů (např. fosfor), zde převládá elektronová vodivost.

Na rozhraní spojení těchto polovodičů dochází k rekombinaci párů elektron – díra a vytvoření ochuzené přechodové vrstvy s vlastním elektrickým polem. Připojením kladného napětí na přechod P a záporného na přechod N dojde k potlačení této vrstvy a diodou teče proud. V opačném zapojení by byla zapojena závěrně a proud by jí netekl. [4]

Na obr. 1 je znázorněno rozložení volných nosičů náboje. Majoritní (na obrázku větší) kladné volné díry převažují nad minoritními (menšími) zápornými akceptory v oblasti P a v oblasti N majoritní (větší) volné elektrony následují minoritní (menší) donory. Vyjádření větší nebo menší vyjadřuje pouze velikost jejich znázornění na obrázku, ne skutečnou velikost. Majoritními částicemi jsou převládající dominantní částice a minoritními ty méně důležité. Vektor intenzity elektrického pole má v této situaci směr z oblasti N do oblasti P. Přiložením napětí na PN přechod v propustném směru bude toto nové elektrické pole působit proti stávajícímu poli a vyruší ho. Při opačné

polarizaci přiloženého napětí dojde k součtu intenzit obou polí a zvýšení elektrického odporu diody.



Obrázek 1: Volné nosiče náboje v PN přechodu bez přiloženého napětí [58]

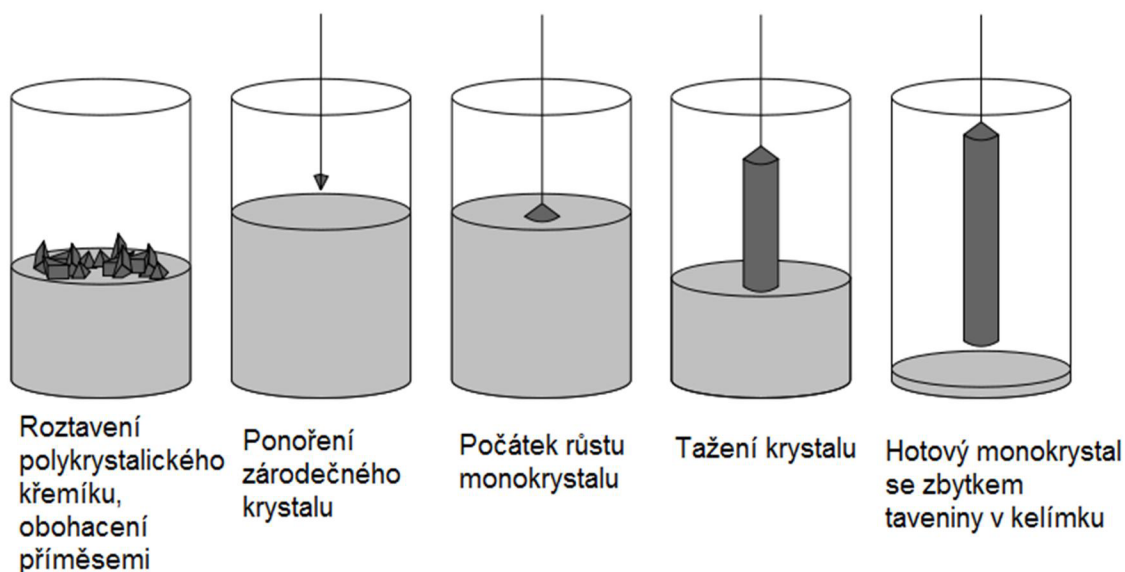
Absorpcí fotonů dopadajících na polovodič dochází k vybuzení elektronů na vyšší energetické hladiny. Pokud elektron získá dostatečně velkou energii, přejde z vazebního do vodivostního pásu. Vzniká tak pár elektron – díra. Vlivem vnitřního elektrického pole ochuzené vrstvy dojde k přemístění děr do oblasti P a elektronů do oblasti N. Tím dochází ke vzniku napětí na diodě. Jeho velikost závisí na vlnové délce dopadlého záření. [4]

Velikosti tohoto napětí je však malá, přibližně kolem 0,5 – 0,6 V, proto se v praxi používá sériové zapojení těchto fotodiod pro navýšení napětí a paralelního zapojení těchto svazků pro navýšení proudu. Tak vzniká fotovoltaický článek. Teoretická účinnost takového článku je asi 50%, v praxi se dosahuje účinnosti okolo 25 %.

2.2 Materiál solárních panelů

Nejčastěji používaným materiálem pro výrobu solárních panelů je křemík. Ten se sice nachází v přírodě v čistém stavu, ale jeho chemická čistota není pro výrobu panelů dostačující. Proto se vyrábí synteticky Czochralského metodou jako monokrystal v čistotě 99,9999 % Si. Panely takto vyrobené dosahují účinnosti okolo 20 %. [5]

Principem Czochralského metody je postupné tažení krystalu křemíku z jeho taveniny v tavičce. Ta se skládá z dolní komory, která obsahuje topné grafitové zóny, termoizolační prvky a hřidel, na které je grafitový kelímek, ve kterém je křemíkový kelímek. Celá dolní komora je nerezová a po celou dobu provozu je chlazená vodou. Tavička se dále skládá z horní komory, která obsahuje buďto lanko nebo hřidel s mechanismem umožňujícím otáčení. Na tomto lanku nebo hřideli je připevněn zárodečný krystal (při výrobě čistého polovodiče), případně legovací ampule, která se používá při výrobě obohacených polovodičů. Ta je tvořena dopantem (např. Arsen nebo Fosfor), který je uzavřen v ampulce vysoce čistého křemičitého skla. Při kontaktu s roztavenou křemíkovou lázní dojde k roztavení ampule a ke vstřebání par odpařeného dopantu taveninou a jejím obohacením. [6] [7] Celý proces probíhá v atmosféře argonu za sníženého tlaku. Zjednodušené schéma průběhu výroby je na obr. 2:



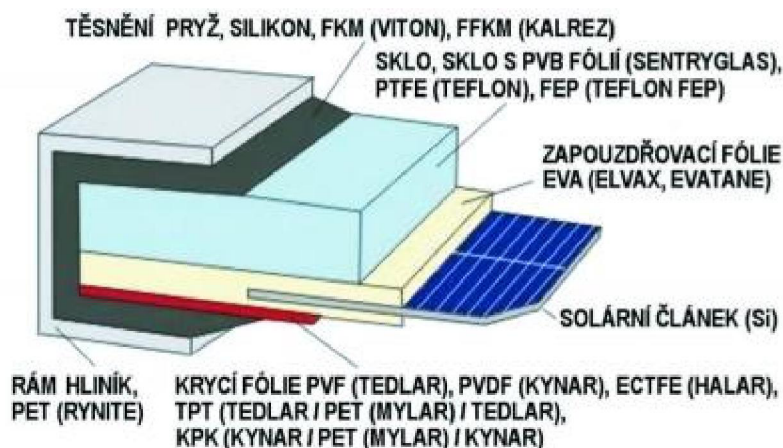
Obrázek 2: Proces výroby monokrystalu křemíku Czochralského metodou [8]

Výhodou této metody je, že vzniká monokrystal s velmi pravidelnou krystalickou mřížkou o přesně definované krystalografické orientaci. To znamená, že atomy jsou nasměrovány tak, jak je požadováno, což zvyšuje výslednou kvalitu polovodiče. Při této metodě se do taveniny křemíku o čistotě 97-99 % umístí krystalizační zárodek monokrystalu a ten je poté pomalu z taveniny vytahován, čímž vzniká velký monokrystal o čistotě požadované pro výrobu polovodičů. [6]

Fotodiody lze vyrábět také z arsenidu galia GaAs. Panely z nich sestavené mají pak účinnost okolo 29 %, jsou ale křehčí a mnohem dražší. Proto se využívají spíše ve vesmírných družicích. [5]

2.3 Součásti solární elektrárny

Každá solární elektrárna je tvořena *solárními panely*, které jsou zapojeny sériovo – paralelně kvůli požadovanému napětí a proudu. V sériovém zapojení se sčítají maximální dosažitelné proudy článků a po dosažení požadované hodnoty proudu se tyto seriové skupiny zapojují paralelně pro dosažení požadovaného napětí. Panely bývají uzavřeny v hliníkovém rámu s těsněním, tvořeným nejčastěji pryží nebo silikonem, kdy je zepředu chrání tvrzené sklo, případně teflon. Obklopuje je vrstva ethylen-vinyl acetátu, což je měkký a pružný polymer, na jehož spodní vrstvě je ještě vrstva laminátu tvořeného polyvinylfluoridem nebo polyvinilidenfluoridem, což jsou chemicky a mechanicky vysoce stálé a odolné termoplasty. [9] Konstrukční složení panelu popisuje obr. 3:



Obrázek 3: Složení vrstev solárního panelu [10]

Po solárním panelu následuje solární regulátor. Ten má za úkol stabilizovat napětí dodávané solárními panely na úroveň vhodnou k nabíjení akumulátorů a také se stará o vlastní nabíjení akumulátorů. V okamžiku, kdy jsou plně nabity, dochází k jejich odpojení od panelů, aby nedocházelo k jejich přebíjení. Pokud napětí na panelech poklesne pod minimální hodnotu pro nabíjení, akumulátory jsou opět odpojeny (aby nebyly vybíjeny solárními panely). Nevýhodou toho řešení jsou vysoké ztráty energie ve formě tepla vznikajícího na součástkách regulátoru. Proto se mnohem častěji používá měnič typu MPPT [11]

MPPT měnič neboli Maximum Power Point Tracking měnič je regulátor, který je založený na principu hledání bodu maximálního výkonu. Jde o mikroprocesorem řízený regulátor, který porovnává napětí na článcích a baterii. Na základě toho určí optimální napětí odebírané ze článku, při kterém bude do baterie dodáván největší výkon. Vlastnosti panelů (výstupní napětí, proud) ovlivňuje mnoho vlivů, jako například počasí – okolní teplota, aktuální oblačnost, dále pak stáří panelu a podobně. Proto se strmost voltampérové charakteristiky panelu (závislost odebíraného proudu na výstupním napětí) neustále mění a s ní i bod maximálního výkonu. Na tyto změny reaguje MPPT měnič a nastavuje vhodný pracovní bod panelu. [12] [13]

Poté následuje *střídač*, který ze stejnosměrného napětí vyrábí střídavé, aby jej poté bylo možné dále distribuovat a různé *ochranné prvky*, např. *jističe* jako ochrana proti zkratu nebo *bleskojistky* jako ochrana při zásahu bleskem apod.

2.4 Životnost, výhody a nevýhody solárních elektráren, poruchy panelů

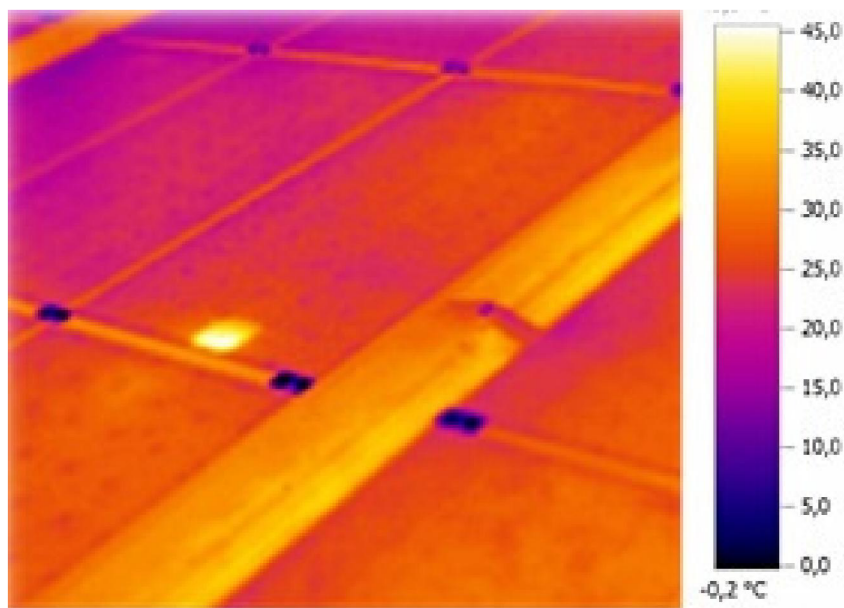
Výkon solární elektrárny úzce souvisí s intenzitou osvětlení solárních panelů. Při oblačném počasí klesá výkon elektrárny na 35 % jeho jmenovité hodnoty, pokud je zamračeno, je výkon 10 % původní hodnoty. Životnost takových panelů je dána od výrobce zárukou, že za 10 let neklesne účinnost panelu pod 90% a za 25 let pod 80 %.

Výhodou fotovoltaických elektráren je, že jejich provoz je ekologický, bezhlučný, nevypouštějí při něm žádné škodliviny do okolí, nepotřebují obsluhu. Pádným argumentem pro jejich rozšíření je také fakt, že využívají nevyčerpatelný zdroj energie.

Oproti tomu je také pravdou, že jejich životnost (20 let) a účinnost (15 %) je relativně nízká. Výroba energie je závislá na počasí a je nutné je provozovat s bateriemi, které nabíjejí a z těch je poté možno souvisle napájet další spotřebiče. [5]

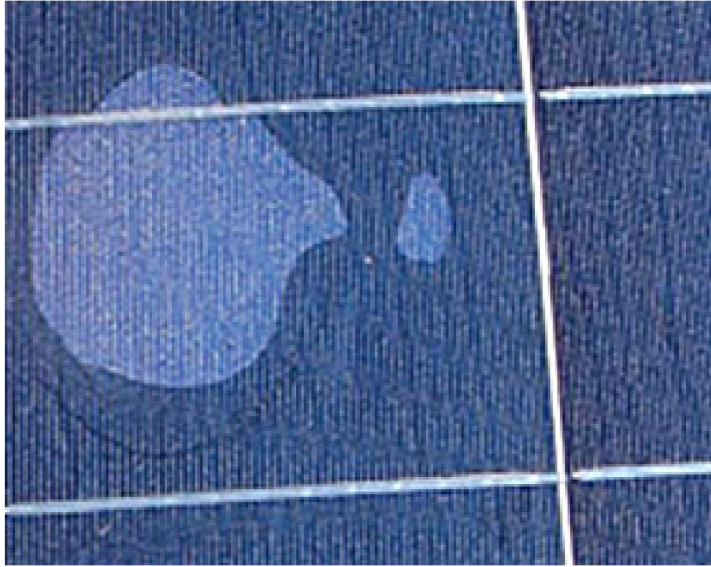
I přes veškerou snahu výrobců o výrobu těch nejkvalitnějších panelů se v praxi setkáváme s jejich závadami. Některé jsou způsobeny transportem nebo manipulací při instalaci, jiné způsobují okolní klimatické vlivy. V zapojení panelů do solárních elektráren jsou jednotlivé panely často chráněny by-pass diodou. Ta se zapojuje antiparalelně k jednotlivým panelům, které jsou následně zapojeny do sériové kombinace nebo antiparalelně k celé sériové kombinaci. Pokud jsou některé panely ze sériové kombinace zastíněny, poklesne na nich napětí a by-pass dioda přejde do vodivého stavu. Tím daný článek nebo články vyzkratuje a zabrání tomu, aby odebíraly proud ostatním článkům, které jsou osvětleny. [14] Absence funkce této ochrany přispívá k výskytu chyb a poruch panelů.

Mezi poruchy panelů patří *výskyt horkých míst (hot spots)*, která souvisí s poruchami v krystalické mřížce článků. V těchto místech se objevují mikro trhliny v článku a dochází k jeho lokálnímu přehřívání, které lze rozpoznat i dotykem ruky. Projevuje se taky hnědnutí zadní strany panelu v tomto místě. Lze je hromadně detekovat pomocí termovize. Snímek z termokamery zachycuje obr. 4: [15]



Obrázek 4: Ukázka horkého místa panelu [15]

K dalším poruchám patří *delaminace*. Panel je tvořen různými vrstvami, které jsou k sobě pevně slisovány. Působením klimatických jevů, tepla, UV záření, vlhkosti apod. dochází k oddělení jednotlivých vrstev, kterými je panel tvořen. V okamžiku, kdy se vzniklá delaminovaná plocha zaplní vodou a je vystavena jejím korozním účinkům, dochází ke znehodnocování panelu. Delaminovanou plochu znázorňuje obr. 5: [15]



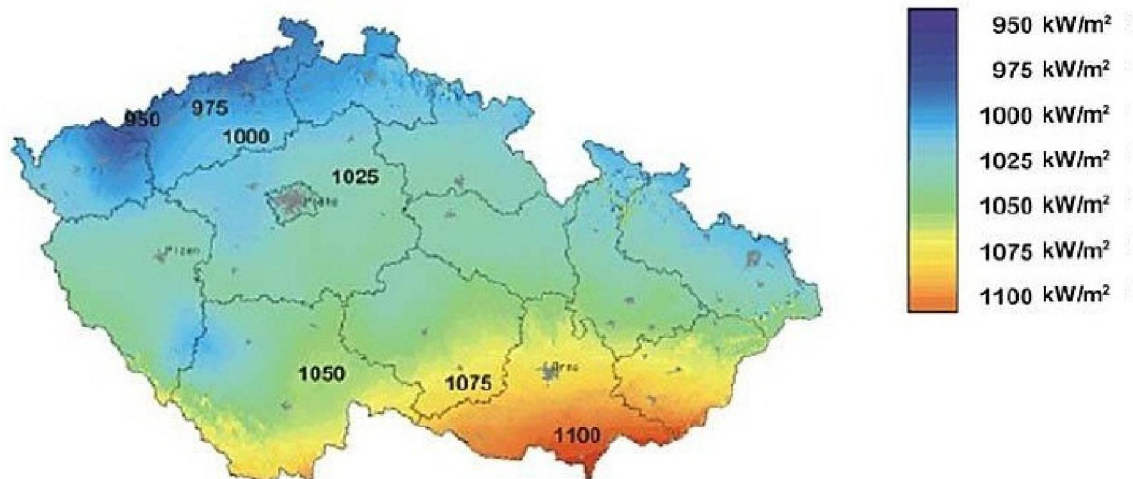
Obrázek 5: Ukázka delaminace vrstev panelu [15]

Dalšími poruchami jsou praskliny čelního kaleného skla, zlomeniny článků, vada metalizace (přerušeni vodivých propojů vytvořených sítotiskem na článku) a jiné.

2.5 Výnosy solárních elektráren

Teoretickou energetickou výnosnost solárních elektráren v České republice lze popsat následovně. Intenzita dopadajícího slunečního záření v České republice je asi 1 kW/m^2 (za jasné oblohy). S průměrnými křemíkovými solárními panely lze však využít jen asi 15 % tohoto záření. Jeden panel o ploše 1 m^2 je tedy teoreticky schopný dodat 150 W výkonu. Pokud jsou panely nasměrovány na jih a jejich sklon vůči zemi je $30^\circ - 40^\circ$, dokáže plocha 8 m^2 poskytnout výkon 1 kW . [16] Průměrný počet slunečných hodin, kdy slunce svítí, se pohybuje okolo $1300 - 1800$ hodin ročně. Pro odhad energetické výnosnosti solárních panelů budeme uvažovat střední hodnotu 1500 hodin. Z toho budeme uvažovat, že $1/3$ času (500 hodin) je slunce na východě a na solární panel dopadá 30 % energie záření, $1/3$ času je na západě (na panel dopadne také 30 % záření) a $1/3$ času je kolmo k panelu, na který pak dopadá 100 % sluneční energie. Z toho vychází, že 500 hodin dopadá na panel 100 % záření a 1000 hodin 30 % záření. Nepřímou úměrou přepočítáme těchto 1000 hodin s 30 % dopadlého záření na 300 hodin se 100 % dopadlého záření. To nám dohromady dává 800 hodin za rok, kdy na panel dopadá 100% záření. [17] Pokud bude tedy po 800 hodin vyrábět 150 W , vyrobí za rok $800 \text{ h} \times 150 \text{ W} = 120 \text{ kWh}$ elektrické energie. Přepočteno na plochu, ročně vyrobí 120 kWh/m^2 . [18]

Tento odhad je však pouze teoretický a počítá s nejlepšími podmínkami pro výrobu energie. Skutečná situace v Jihomoravském kraji je mírně odlišná. Ten se ze všech krajů jeví jako nejvhodnější pro instalaci solárních panelů, protože intenzita slunečního záření dopadajícího na plochu jednoho čtverečního metru zde dosahuje největších hodnot ze všech krajů. Rozložení intenzity slunečního záření dopadajícího na plochu 1 m^2 v jednotlivých krajích znázorňuje obr. 6:



Obrázek 6: Sluneční záření v ČR - kW/m² [19]

V jižní části Jihomoravského kraje se průměrná hodnota intenzity slunečního záření pohybuje okolo 1100 kW/m². Průměrný počet slunečních hodin, kdy je intenzita slunce dostatečná k tomu, aby předměty vrhaly stíny, se pohybuje průměrně kolem 1600 – 1700 hodin za rok. [20] Tyto údaje pochází z Územně energetické koncepce Jihomoravského kraje z roku 2008. [19] Následující text se zaměřuje na výnosy největších elektráren v Jihomoravském kraji.

2.5.1 Fotovoltaická elektrárna Jaroslavice u Znojma

Jaroslavičká fotovoltaická elektrárna byla uvedena do provozu v roce 2007 s instalovaným výkonem 900 kW. Rozloha celého pozemku je asi 2 ha a panely jsou rozmístěny na betonových nosnících (obr. 7), kolem kterých je vysázena tráva. Pozemek tak může sloužit zároveň jako pastvina pro dobytek. Obsahuje kolem 15 000 ks amorfních solárních panelů (nejsou závislé na přímé sluneční světlo) a ročně vyrobí 1,08 GWh energie. Hektarová výnosnost je tedy 540 MWh na 1 hektar půdy. [19]



Obrázek 7: Detail betonových nosníků FV panelů elektrárny v Jaroslavicích [21]

2.5.2 Fotovoltaická elektrárna Vojkovice

Vojkovice jsou obec nacházející se nedaleko Židlochovic v okrese Brno – venkov. Zdejší fotovoltaická elektrárna instalovaná v létě 2007 s výkonem 600 kW ročně dokáže vyrobit 1,2 GWh energie na ploše přibližně 2 ha. Hektarové výnosy tedy činí 600 MWh na 1 ha. [19]



Obrázek 8: Konstrukce fotovoltaické elektrárny ve Vojkovicích je podobná jako u elektrárny v Jaroslavicích [22]

2.5.3 Výkupní cena elektřiny z fotovoltaických panelů

Podle cenového rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 3/2017 z roku 2017 je výkupní cena elektřiny vyrobené využitím slunečního záření pro fotovoltaické elektrárny uvedené do provozu od 1. 1. 2006 do 31. 12. 2007 16 848 Kč/MWh + 16 128 Kč/MWh jako zelený bonus. Zelený bonus je dotace od státu, kterou získá prodejce energie spolu s výkupní cenou. Dohromady ročně vyrobí z jednoho hektaru půdy jaroslavická elektrárna energii za přibližně 17 804 000 Kč a vojkovská elektrárna za přibližně 19 875 000 Kč. Elektrárny uvedené do provozu později už nedosahují takové výnosnosti. Obecně cena vyrobené energie klesá s klesajícím stářím elektrárny, a s cenou energie také míra zeleného bonusu. [23]

3 BIOPALIVA

Biopaliva jsou vyráběna z biomasy, tedy z rostlinných surovin, které jsou obnovitelné. Zajímavostí je, že jsou uhlíkově neutrální. To znamená, že uhlík, který se uvolní při jejich spalení ve formě oxidu uhličitého je poté opět využit při jejich výrobě (rostliny při

fotosyntéze spotřebovávají oxid uhličitý). Proto nepřispívají ke klimatické změně. Získávání surovin a výroba výsledného biopaliva není závislá na ekonomikách ostatních zemí a jsou také snadno ekologicky rozložitelná. [24]

Biomasa představuje látky tvořící těla živých organismů, jako jsou živočichové, rostliny apod. Jedná se o dřevní odpad, slámu, zbytky krmiv, biologický odpad. Zpracovává se buďto za sucha, a to spalováním, pyrolýzou (tepelný rozklad za nepřítomnosti kyslíku [25]) nebo za mokra, kam patří metanové kvašení, lihové kvašení a výroba vodíku. [26]

3.1 Bionafta

Bionafta je palivo pro vznětové motory, které je možné vyrobit z jakéhokoliv rostlinného oleje (např. z řepkového, slunečnicového, sójového). Přesto, že existují motory, které dokážou spalovat i čistou bionaftu, v současné době se nejčastěji používá směs o složení 80 % normální nafta a 20 % bionafta. Tato výsledná směs je označována jako směsná nafta. Použitím směsné nafty dojde k mírnému zmenšení výkonu motoru. [27] Neobsahuje žádné aromatické látky, je biologicky odbouratelná. [28] Je však nutné častěji měnit palivový filtr a motorový, což se projeví zvýšením nákladů na provoz automobilu. Jde sice o palivo vyrobitelné z dostupných surovin, ale podle studie australských vědců při jeho spalování dochází k vypouštění více škodlivin, než při spalování obyčejné nafty. Konkrétně se jedná o větší množství oxidu uhelnatého, uhličitého, siřičitého a dusičitého. [29]

Účinnost přeměny slunečního záření na energii je však v tomto případě mizivá. Pokud bychom nasadili řepku na 1 ha (10 000 m²) pole, sklídíme z něj asi 3,5 tuny řepky, z které lze teoreticky vyrobit 800 litrů bionafty. Spálením jednoho litru bionafty získáme asi 10 kWh práce, tedy z 800 litrů bionafty získáme 8000 kWh. To znamená energetickou výnosnost 0,8 kWh/m², což je mnohem méně, než u solárních panelů. Pokud budeme uvažovat, že na 1 ha půdy dopadne ročně asi 10 000 000 kWh slunečního záření, je účinnost přeměny sluneční energie 0,08 %. [30]

3.2 Výroba a výnosnost bionafty

Bionafta vzniká při reakci oleje (nejčastěji řepkového) a alkoholu (methanolu) za přítomnosti alkalického katalyzátoru (hydroxid sodný, draselný). Dochází ke vzniku methylesteru řepkového oleje (MEŘO), který má velmi podobné vlastnosti jako nafta vyráběná z fosilních paliv (esterová fáze), a glycerinová fáze (mýdla), kterou tvoří glycerin a vyšší mastné kyseliny. Získaný methylester řepkového oleje se poté promývá vodou, odstředí se a suší se. [31] [32] [33]

Z prezentace firmy Preol a.s. vyplývá, že ročně vyrobí ze 450 000 tun řepkového semene 180 000 tun neutralizovaného (čistého) řepkového oleje pro výrobu bionafty. Účinnost výroby řepkového oleje je tedy 40 %. Z tohoto oleje vyrobí 120 000 tun čistého methylesteru řepkového oleje (bionafty), účinnost výroby MEŘO je tedy 66,67 %.

Sklizeň řepky v Jihomoravském kraji v roce 2017 činila podle Českého statistického úřadu 2,69 tun na 1 ha. Podle výše uvedených účinností výroby by z takového množství řepky (řepkového semene) bylo možné vyrobit 1,08 tun řepkového oleje a z něj 0,72 tun

MEŘO. Přesné určení množství elektrické energie, kterou bychom z tohoto množství bionafty mohli získat, je náročné. Nejvhodnějším zařízením pro srovnání se jeví naftová elektrocentrála ITC Power DG6000SE. Jedním z problémů je, že je koncipována na provoz na čistou naftu a udávaná spotřeba se také týká čisté nafty.

Pokud uvážíme, že při spalování čisté bionafty dosahuje stejné spotřeby paliva jako při spalování čisté nafty, je spotřeba tohoto modelu 16 litrů na 9,5 hodiny nepřetržitého provozu. [34] Z toho vychází spotřeba 1,68 l/h, při které dodává elektrocentrála výkon 6,3 kW, tedy vyrobí energii 3,75 kWh z jednoho litru paliva. Hustota MEŘO je při 16°C 882 kg/m³. [35] Přepočtem hmotnosti vyrobeného paliva na objem pomocí hustoty získáváme 816,33 l bionafty. Výsledně je tedy možné ročně získat 3061,24 kWh elektrické energie z 1 hektaru pole osazeného řepkou. Při současné ceně bionafty 31,90 Kč/litr je roční výnos tohoto množství bionafty 26 041 Kč. [36]

3.3 Bioethanol

Bioethanol se vyrábí nejčastěji z rostlin a ze zbytků, které obsahují větší množství škrobů nebo sacharidů, což může být kukuřice, cukrová třtina, brambory, cukrová řepa, obilí apod. [37] Používá se ve směsi o složení 70 % bioethanol a 30 % benzín Natural 95. Zde je však nutné, na rozdíl od bionafty, provést přizpůsobení motoru na použití bioethanolu. Spalovací poměr benzínu se vzduchem je větší než u směsi líh – vzduch, proto není doporučeno jezdit na čistý líh, nebo na směs lihu a benzínu s neupraveným zážehovým motorem. [38]

Pokud budeme uvažovat výrobu ethanolu z cukrové řepy, je průměrná výnosnost cukrové řepy asi 50 tun na 1 ha pole. [39] Při zpracování cukrové řepy vzniká melasa, což je hustá tmavá lepkavá kapalina, která obsahuje asi 50 % cukru a používá se k výrobě lihu. [40] [41] Tedy z jednoho hektaru získáme asi 25 tun cukru pro výrobu bioethanolu. Ze 100 kg cukru bychom měli teoreticky získat kolem 52 kg ethanolu, tedy z 25 tun je to 13 tun ethanolu, [42] což při hustotě ethanolu 0,789 g/cm³ [43] odpovídá 16476,6 litrům. Ethanol má energetickou hustotu asi 6,3 kWh/l, tedy celkem z jednoho hektaru získáme 103 802,6 kWh práce. V přepočtu na plochu je to 10,4 kWh/m², což je pořád méně, než u solárních panelů.

3.4 Výroba a výnosnost bioethanolu

Ze stránek Českého statistického úřadu se můžeme o výnosech zemědělských plodin v Jihomoravském kraji pro rok 2017 dozvědět, že hektarová výnosnost cukrové řepy technické (určené k výrobě cukru) je 55,38 tun na 1 ha. [44]

Získaná cukrová řepa se očistí a nastrouhá na malé kousky (řízky). Ty se poté luhují v horkém (70 – 75 °C), kyselém (pH asi 5,8) roztoku. Vzniká surová šťáva s obsahem cukru (sacharózy) kolem 15 % a vyslazené řízky, které se používají jako krmivo pro dobytek (po vylisování a vysušení). Surová šťáva se poté čerí přidávkou hydroxidu vápenatého (hašené vápno) a oxidu vápenatého (nehašené vápno) kvůli zvýšení pH, aby se zamezilo možnému rozkladu sacharózy na fruktózu a glukózu a aby došlo k vysrážení všech nečistot a dezinfekci cukerného roztoku. Následně se cukerný roztok nechá probublávat oxidem uhličitým pro odstranění zbytkových nečistot. Ty se poté odfiltrují

ve formě saturačního kalu, který používá především jako hnojivo. Čistý cukerný roztok se následně odpařováním zahušťuje na cukernatost 60 – 65 %.

Melasa obsahuje průměrně 72,4 % sacharózy, tedy z uvedeného množství řepky lze získat přibližně 40,1 tun cukru. Reálná výtěžnost při výrobě ethanolu se pohybuje okolo 64 %, lze tedy získat 25,66 tun ethanolu, což je při přepočtu na objem podle hustoty $\rho = 0,7893 \text{ kg/m}^3$ 32 510,93 m³ ethanolu. [45]

Přesný výpočet kolik elektrické energie bychom z takového množství ethanolu mohli získat, je poměrně problematické stanovit. Jedním z příčin je fakt, že zážehové motory, které spalují bioethanol, pracují vždy pouze se směsí bioethanolu a benzínu, což znemožňuje přesný odhad energetických výnosů samotného bioethanolu. Dalším problémem je skutečnost, že spotřeba benzínových elektrocentrál, které by šlo využít k porovnání energetických výnosů, je uváděna pouze při provozu na čistý benzín.

Pokud budeme uvažovat stejnou spotřebu stejné elektrocentrály při použití čistého benzínu a čistého ethanolu, můžeme podle dokumentace k modelové elektrocentrále ZI-STE1200IV od rakouského výrobce Zipper [46] určit, že při spotřebě 0,74 litrů za hodinu dodá výkon 1 kW. Tedy 0,74 litrů paliva odpovídá 1 kWh. V tom případě je energetická výnosnost získaného ethanolu 43,93 GWh ročně na 1 ha. Ve skutečnosti je však výnosnost menší, protože použití ethanolu zvyšuje spotřebu motoru. Při současné ceně 22,90 Kč/za litr bioethanolu E85 je výnos ze získaného bioethanolu 85 % z 32 510 930 litrů roven 632 825 253 Kč.

3.5 Rostlinné oleje

Rostlinné oleje můžeme získat z různých plodin, jako je např. sója, slunečnice, bavlník, len, kukuřice a jiné. Nejrozšířenější je palmový a sójový, jejich pěstování ale závisí na klimatických podmínkách. Oleje jsou oproti naftě viskóznější, mají vyšší teplotu vzplanutí, vyšší hmotnost, nižší výhřevnost a oxidační stabilitu. Spalováním rostlinných olejů dochází k výraznějšímu usazování nečistot v motoru, což může vést k jeho poškození. Před zastavením motoru bývá motor plněn naftou, aby byl zajištěn jeho opětovný bezproblémový start i za studeného počasí. [47] Při používání rostlinných olejů jako paliv v naftových motorech dochází ke snížení výkonu asi o 10 %.

Výhodou používání rostlinných olejů je, že jsou netoxické a jejich nesnadná zápalnost z hlediska bezpečnosti skladování. Nevýhodou je nutnost úpravy motoru na použití tohoto paliva a nutnost častější výměny motorového oleje kvůli polymeraci rostlinných olejů, která vede ke změnám v jejich složení. Výrobci vozidel použití rostlinných olejů jako aditiv schvalují pouze v maximální míře 5 % oleje a 95 % nafty.

Z pole o rozloze 1 hektar osetého řepkou olejnou lze teoreticky získat přibližně 3 tuny olejnatých semen, ze kterých lze dále vyrobit asi 1100 kg řepkového oleje.

4 ELEKTROMOBILY

Elektromobil využívá ke svému pohonu elektrickou energii buďto z baterií, palivových článků nebo solárních článků. V současné době jejich pořizovací náklady dvojnásobně

převyšují cenu vozidla se spalovacím motorem stejného výkonu. [48] Jejich nevýhodami jsou nižší dojezd oproti automobilům se spalovacím motorem, relativně dlouhá doba nabíjení a v současnosti relativně málo u nás rozšířená síť stanic k dobíjení jejich akumulátorů. [49] Do budoucna lze však předpokládat jejich rozšíření v souvislosti s nedostatkem fosilních paliv a nízkou účinností provozu a ekonomikou výroby alternativních paliv. [50]

4.1 Baterie

Hlavní součástí elektromobilu jsou jeho baterie. V dnešních elektromobilech se používá systém BMS (Battery Management System), který se stará o jejich tepelnou ochranu a správné nabíjení. Používají se baterie typu *AGM*. Elektrolyt v těchto bateriích je nasáknut v netkané tkanině ze skelných vláken mezi elektrodami, má tedy funkci separátoru. Taková baterie je odolná vůči cyklickému nabíjení a vybíjení (NiCd baterie reaguje vznikem paměťového jevu – snížením kapacity v důsledku pravidelného silného vybíjení [51]), je bezúdržbová a nehrozí vytečení elektrolytu. [52] Dalším typem jsou baterie typu *GEL*, kde je elektrolyt vázán ve formě křemičitého gelu a baterie typu EFB (Enhanced Flooded Battery). Měrná energie dostupných baterií je však několikanásobně menší než např. u benzínu, kde dosahuje okolo 11 kWh/kg. Běžná olověná baterie dosahuje 40 Wh/kg, NiMH 80 Wh/kg a Li – ion 100 – 250 Wh/kg. [50]

V nedávné době automobilka Mercedes – Benz zveřejnila nový koncept baterie nazvaný Post Lithium-Ion Systems, kam patří lithium – sírné baterie. Mají dvojnásobnou kapacitu na kilogram (okolo 500 kWh/kg), než současné Li – ion baterie, které jsou v elektromobilech nejpoužívanější. [53]

4.2 Účinnost a ekologie

Účinnost elektromobilu dosahuje od nabíjení až po samotný pohyb 60 %, a to díky rekuperaci (opětovnému dobíjení baterií, když je motor roztáčen setrvačností nebo auto jede z kopce), kdežto u běžného automobilu je to asi jenom 15 – 20 %. [54] Náklady provozu u běžného malého elektrického vozu (Peugeot 106 electric) s motorem se spotřebou 12 kWh/100 km jsou asi 45 Kč na 100 km. U spalovacího motoru se spotřebou 5,5 l benzínu/100 km je to asi 170 Kč na 100 km. Dojezd takového elektromobilu je však 80 – 100 km na jedno nabití, kdežto dojezd vozu na plnou nádrž benzínu (o objemu 40 litrů) je přibližně 720 km. [54] Z toho vyplývá, že i když je spalovací motor nesrovnatelně méně účinný než elektrický a tedy je jeho provoz levnější, stále nedokáže konkurovat dojezdovými vlastnostem aut se spalovacím motorem.

4.3 Srovnání konkrétních vozů

Jako příklad uvádím srovnání parametrů vozu Peugeot Partner s motorem o obsahu 1400 cm³ a výkonem 55kW a jeho upravenou verzí poháněnou elektromotorem.

Do elektromobilu byl nainstalován akumulátor typu LiFePO₄, jež je v současné době nejmodernějším druhem akumulátoru využívaným v elektromobilech. Podle výrobce by

měl vydržet 3000 dobíjecích cyklů. Při běžné každodenní dojezdové dráze okolo 130 km by měl akumulátor vydržet asi 10 let provozu. Teoreticky by měl ujet na jedno nabití 170 km. Pokud zvažíme počet dobíjecích cyklů, ujede tedy 510 000 km. Při denním dojezdu 130 km je to 3923 dní provozu, tedy 10,8 let, což odpovídá garantované době provozu 10 let. Dobíjení trvá asi 3,5 – 4 hodiny a nabíjí se z klasické jednofázové zásuvky s napětím 240V.

Spotřeba elektrické energie na 100 km je 17 kWh. Při současné ceně elektrické energie ve vysokém tarifu 1 kWh elektřiny stojí 4,2 Kč. [55] Tím dostáváme náklady 71,4 Kč na ujetí 100 km. U spalovacího zážehového motoru, který má spotřebu 9,6 litrů benzínu na 100 km toto množství paliva vynásobíme průměrnou cenou benzínu 31 Kč / litr. Za 100 km ujetých se spalovacím motorem tedy zaplatíme 297,6 Kč.

Emise oxidu uhličitého u spalovacího motoru jsou asi 175g CO₂ / km. Elektromobil má emise nulové.

Cenové srovnání však hovoří za vše. Cena nového vozu Peugeot Partner byla 450 000 Kč. Pořízení tohoto vozu v ojetém stavu s najetými 17 000 kilometry včetně jeho přestavby na elektromobil vyšlo na 580 000 Kč. 75 % ceny však tvoří baterie. Z toho vyplývá, že pořizovací náklady jsou mnohem vyšší, než u klasických aut, na druhou stranu však dochází k výrazné úspoře paliva i emisí oxidu uhličitého. [56]

5 ZÁVĚR

Ze zjištěných poznatků vyplývá, že existuje mnoho důvodů, proč se snaží světoví výrobci automobilů opustit fosilní paliva. Mezi ty zásadní patří snaha o nezávislost na ostatních světových ekonomikách, snaha o zmenšení emisí škodlivých látek do ovzduší a přírody celkově, zmenšování zásob ropy, jakožto základní suroviny pro výrobu fosilních paliv a snaha o zlevnění provozu automobilů.

Proto se vyrábí různá aditiva do současných paliv. Do nafty se přidává buďto rostlinný olej nebo bionafta, ve druhém případě tak vzniká směsná nafta. Do benzínu se zase přidává bioethanol. Obecně spalovací motory musí být na spalování těchto nových příměsí připraveny a společně se zvýšením jejich spotřeby a opotřebením dochází ke snížení jejich výkonu a životnosti. Energetická výhřevnost těchto paliv a účinnost jejich výroby je malá oproti tradičním fosilním palivům.

Daleko vhodnější náhradou spalovacích motorů se zdají být elektromotory. I přes jejich vysoké pořizovací náklady a malý dojezd na jedno nabití při porovnání s klasickým automobilem se jedná o možné nástupce klasických automobilů se spalovacím motorem. Účinnost nabíjení a vybíjení je velmi vysoká a účinnost přeměny elektrické energie na pohybovou je taky mnohonásobně větší než u spalovacího motoru. Do budoucna se dá předpokládat jejich rozšíření současně s vynálezem lepších technologií pro výrobu baterií a tím i snížení jejich ceny.

S provozem elektromobilů souvisí i provoz solárních elektráren. Při porovnání s ostatními alternativními zdroji energie dosahují největší účinnosti. Jejich výhoda spočívá v tom, že využívají ke svému provozu neomezený zdroj energie, sluneční záření.

V našich podnebných podmínkách, v Jihomoravském kraji a vůbec v celém Česku, nedosahují takové účinnosti jako v rovníkových oblastech, kde na ně svítí slunce mnohem více, než u nás. Energie z nich je taky cenově několikanásobně dražší, než kdybychom jim vyrobili např. v jaderné elektrárně. A navíc panely zabírají místa na úrodných polích, které by bylo možné využít i jiným výnosnějším způsobem, třeba pro produkci zemědělských plodin.

Z toho vyplývá, že alternativní paliva bez vládních dotací velká budoucnost nečeká. Předpokládá se spíše přechod na elektrická auta. Otázkou je, jakým způsobem pro ně vyrábět elektřinu. Solární panely sice představují jednu z ekologických možností, v České republice se však v současnosti daleko více elektrické energie vyrábí v jiných elektrárnách, hlavně tepelných a jaderných. [57] Do budoucna lze předpokládat rozvoj technologií v oblasti solárních panelů, které by se tak mohly stát ekologickým a moderním alternativním zdrojem elektrické energie.

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Volné nosiče náboje v PN přechodu bez přiloženého napětí [58]	2
Obrázek 2: Proces výroby monokrystalu křemíku Czochralského metodou [8].....	3
Obrázek 3: Složení vrstev solárního panelu [10].....	4
Obrázek 4: Ukázka horkého místa panelu [15]	5
Obrázek 5: Ukázka delaminace vrstev panelu [15]	6
Obrázek 6: Sluneční záření v ČR - kW/m ² [19].....	7
Obrázek 7: Detail betonových nosníků FV panelů elektrárny v Jaroslavicích [21]..	7
Obrázek 8: Konstrukce fotovoltaické elektrárny ve Vojkovicích je podobná jako u elektrárny v Jaroslavicích [22].....	8

7 REFERENCE

- [1] HORČÍK, Jan. Baterie elektromobilu Chevrolet Bolt EV stojí \$15 734. *Hybrid.cz* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/baterie-elektromobilu-chevrolet-bolt-ev-stoji-15-734>
- [2] Olověný akumulátor. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Olov%C4%9Bn%C3%BD_akumul%C3%A1tor
- [3] Benzín. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Olov%C4%9Bn%C3%BD_akumul%C3%A1tor
- [4] Fotodioda. *ELUC, elektronická učebnice* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/611>
- [5] *Fotovoltaické elektrárny - princip funkce a součásti, elektrárny v ČR* [online]. b.r. [cit. 2017]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti/>
- [6] Czochralskeho metoda. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Czochralsk%C3%A9ho_metoda
- [7] PETR PÁNEK, Lukáš. Fyzikální principy technologie výroby polovodičů. *Masarykova univerzita*. Brno: Masarykova univerzita, 2013.
- [8] TWISP, . <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3416042>. 2008.
- [9] PVDF | AK Plast s.r.o. *AK Plast s.r.o.* 2018. Dostupné také z: <http://www.akplast.cz/pvdf-v>
- [10] CNE CZECH NATURE ENERGY, a. Úvod do FV systémů - CNE Czech Nature Energy, a. s. <http://www.cne.cz/fotovoltaicke-systemy/uvod-do-fv-systemu/>. 2018.
- [11] HNILICA, Pavel. Jaký Solární regulátor měnič pro ostrovní fotovoltaickou elektrárnu | Deramax.cz s.r.o. *Deramax.cz s.r.o.* 2018. Dostupné také z: <https://www.deramax.cz/6-jaky-solarni-regulator-pouzit-6-dil-ze-serialu-clanku>
- [12] Víte, co je to MPPT ?. *Solar Kerberos* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.solar-kerberos.cz/cz/produkt/blog/211-vite-co-je-to-mppt>
- [13] LEONICS CO., LTD. Basics of Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Charge Controller. *Leonics*. 2018. Dostupné také z: http://www.leonics.com/support/article2_14j/articles2_14j_en.php
- [14] CHOCHOLÁČ, Bc. *Využití Bypassových diod ve fotovoltaických panelech* [online]. Brno, b.r. [cit. 2018]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=39536
- [15] MEDIA, True. Poruchy solárních panelů. *Sunfin* [online]. 2018 [cit. 2018]. Dostupné z: <http://www.sunfin.cz/cs/page/poruchy-solarnich-panelu/>

- [16] Fotovoltaika. *Ftz.cz* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.ftz.cz/>
- [17] Sluneční energie. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Slune%C4%8Dn%C3%AD_energie
- [18] Kolik elektřiny vyrobí solární panel? Vyplatí se?. *Ekologické bydlení* [online]. 2012 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/solarni-elektrarny/kolik-elektřiny-vyrobi-solarni-panel-vyplati-se/comment-page-1>
- [19] KRAJE, Krajský. Územně energetická koncepce Jihomoravského kraje. *Portál Jihomoravského kraje* [online]. 2008 [cit. 2018]. Dostupné z: <https://www.kr-jihomoravsky.cz/Default.aspx?ID=5908&TypeID=2>
- [20] S.R.O., Topinfo. Průměrné měsíční doby slunečního svitu ve vybraných lokalitách ČR. *TZB-info* [online]. 2018 [cit. 2018]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/99-prumerne-mesicni-doby-slunecniho-svitu-ve-vybranych-lokalitach-cr>
- [21] A.S., Energy. *Energetická skupina Energy 21 | Projekt* [online]. 2007 [cit. 2018]. Dostupné z: <http://www.energy21.cz/projekt-227/?projekt=1>
- [22] *Energetická skupina Energy 21 | Projekt* [online]. b.r. [cit. 2018]. Dostupné z: <http://www.energy21.cz/projekt-227/?projekt=2>
- [23] ÚŘAD, Energetický. ERÚ - Cenové rozhodnutí č. 3/2017 - Detail článku. *Energetický regulační úřad* [online]. 2017 [cit. 2018]. Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/2887244/ERV5_2017_titul_u.pdf/1fd6e2b7-5238-4696-ada9-2c9ca52e739b
- [24] EHRLICH, Mgr. Biopaliva. *Vítejte na Zemi* [online]. 2013 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=biopaliva&site=doprava>
- [25] Pyrolýza. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Pyrol%C3%BDza>
- [26] Biomasa. *Vítejte na Zemi* [online]. 2013 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=slovník&id=43>
- [27] SMÍTAL, ing. *Bionafta znovu ?* [online]. 2007 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.agrovenkov.cz/service.asp?act=print&val=57632>
- [28] Bionafta. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Bionafta>
- [29] PAZDERA, Josef. Další nedobrá zpráva pro Bionaftu. *Osel.cz* [online]. 2014 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.osel.cz/7858-dalsi-nedobra-zprava-pro-bionaftu.html>
- [30] POHL, Ing. Vzájemný soulad vozidel a infrastruktury v dálkové a regionální dopravě. *Railvolution.net* [online]. 2010 [cit. 2017]. Dostupné z: http://www.railvolution.net/czechraildays/2010/seminare/budoucnost_pohl_b.pdf
- [31] A.S., Preol. *Univerzita Pardubice* [online]. 2013 [cit. 2018]. Dostupné z:

https://projekty.upce.cz/sites/default/binary_projekty_old/parprochem/prezentace-partneru/preol.pdf

- [32] DOC. ING. FRANTIŠEK SKOPAL, CSc., Bionafta (FAME) - náhrada za fosilní naftu. *BIONAFTA - Katedra Fyzikální chemie při fakultě Chemicko-technologické Univerzity Pardubice* [online]. b.r. [cit. 2018]. Dostupné z: http://kfch.upce.cz/htmls/vedecka_cinnost_bionafta.htm
- [33] STUPAVSKÝ, Vladimír. Biom :: Vladimír Stupavský : Kapalná biopaliva – cíle a perspektivy : Biom.cz. *Biom CZ* [online]. b.r. [cit. 2018]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/kapalna-biopaliva-cile-a-perspektivy>
- [34] POWER, ITC. ITC Power DG6000SE | Profi-Elektrocentrály.cz. *Profi-Elektrocentrály.cz* [online]. b.r. [cit. 2018]. Dostupné z: http://www.profi-elektrocentrally.cz/media/product/file/DG6000LE_SE-N%C3%A1vod.pdf
- [35] BLAŽEK J., Rábl. *Základy zpracování a využití ropy* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2006 [cit. 2018]. Dostupné z: http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-619-2/pdf/250.pdf
- [36] Cena benzínu a nafty - Aktuální ceny v kraji - Hlavní město Praha - SNM100 Diesel. *Cena benzínu a nafty* [online]. b.r. [cit. 2018]. Dostupné z: <https://www.ceskybenzin.cz/aktualni-ceny-PHM/Hlavni-mesto-Praha/SNM100>
- [37] HORČÍK, Jan. Co je to Bioethanol. *Hybrid.cz* [online]. 2006 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/slovnicek/bioethanol>
- [38] Palivo Bioethanol E85. *Magicacustic.cz* [online]. b.r. [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.magicacustic.cz/wordpress/prestavby-lpg-cng-e85/prestavby-na-e85/palivo-bioethanol-e85/>
- [39] *Listy cukrovarnické a řepářské* [online]. b.r. [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.cukr-listy.cz/lc-statistika.html>
- [40] Cukrová řepa. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Cukrov%C3%A1_rop%C5%99epa
- [41] Melasa. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Melasa>
- [42] DOMINIK, Petr. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. *Výroba bioethanolu z kukuřice* [online]. 2008 [cit. 2017]. Dostupné z: http://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=25354;download_prace=1
- [43] Ethanol. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ethanol>
- [44] SVOBODOVÁ, Ing. Sklizeň zemědělských plodin v Jihomoravském kraji v roce 2017. *ČSÚ v Brně* [online]. b.r. [cit. 2018]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xb/sklizen-zemedelskych-plodin-v-jihomoravskem-kraji-v-roce-2017>

- [45] DIBUSZ, Kryštof. Výroba bioethanolu z cukrové řepy. *Výroba Bioethanolu - Technologie* [online]. b.r. [cit. 2018]. Dostupné z: <http://kubusz.net/Bioethanol/technologie.html>
- [46] GMBH, Zipper. *Www.eprofi.cz* [online]. b.r. [cit. 2018]. Dostupné z: http://www.eprofi.cz/media/product/file/ZI-STE1200IV_CZ_EN_FR_HR.pdf
- [47] LAURIN, Josef. Rostlinné oleje jako motorová paliva. *Biom.cz* [online]. 2008 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/rostlinne-oleje-jako-motorova-paliva>
- [48] MACHÁČ, Roman. Cena elektromobilu - kdy a komu se vyplatí ?. *Chytrá auta* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://www.chytraauta.cz/cena-elektromobilu-201702/>
- [49] Mapa dobíjecích stanic v ČR. *Elektromobilita ČEZ* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.elektromobilita.cz/cs/mapa-dobijecich-stanic.html>
- [50] Elektromobil. *Wikipedie* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromobil>
- [51] Paměťový efekt (Memory effect). *Abeceda baterií a akumulátorů* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.battex.info/hermeticke-akumulatory/povery-a-myty-o-hermeticky-akumulatorech/pametovy-efekt-memory-effect>
- [52] Technologie AGM, GEL, EFB. *Autobaterie PEMA Ostrava* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://www.autobaterie-pema.cz/cs/technologie-agm-gel-efb.html#.WjFhw1XibiU>
- [53] Revoluce elektromobilů se blíží. Nové baterie umožní dvojnásobný dojezd za poloviční ceny. *Zprávy Aktuálně.cz* [online]. 2016 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/revoluce-elektromobilu-se-blizi-nove-baterie-umozni-dojnaso/r~17c2bc42378511e6abfa0025900fea04/?redirected=1513186793>
- [54] Proč elektromobil ?. *Asociace pro elektromobilitu České republiky* [online]. 2015 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.elektromobily-os.cz/proc-elektromobil>
- [55] *Ceník elektřiny E-ON 2017* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/-a110619?field=data>
- [56] Elektromobily. *Enwiki* [online]. 2016 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://www.enwiki.cz/wiki/Elektromobily>
- [57] Výroba elektřiny v ČR: Nejvíce energie stále získáváme z uhelných elektráren. *Elektrina.cz* [online]. 2014 [cit. 2017]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/vyroba-elektriny-v-cr-nejvic-energie-stale-ziskavame-z-uhelnych-elektren>
- [58] [Http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/elektross/soucastky/jeden_prechod/dioda.html](http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/elektross/soucastky/jeden_prechod/dioda.html). b.r.