



7 Aplikácie solárnych fotovoltaických systémov v mobilných prostriedkoch



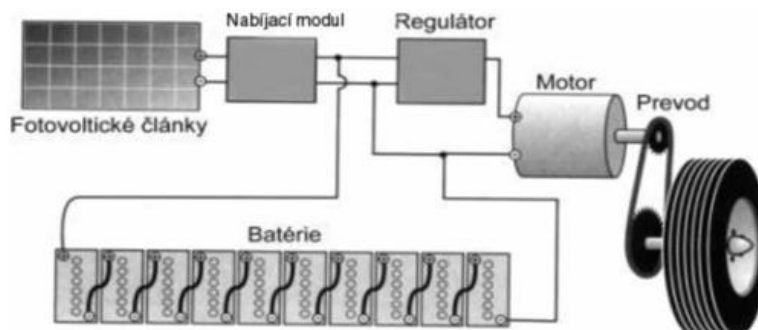
7.1 Solárne automobily

Tradičné zdroje energie z fosílnych palív majú obmedzené zásoby a trendy znižovania emisií vypúšťaných do ovzdušia sú impulzom k vývoju technológií na využívanie alternatívnych zdrojov energie. V automobilovom priemysle to platí obzvlášť kvôli neustále sa zvyšujúcej cene ropy na trhoch, závislosti na dodávkach od iných krajín ktoré môžu byť ľahko ohrozené. V súčasnosti už mnoho automobiliek predstavuje na autosalónoch svoje nové hybridné vozidlá a elektromobily v ktorých sa využíva aj solárna energia. Solárna energia síce ešte nemôže poháňať kompletne autá okrem ľahkých solárnych špeciálov, môže ale podporovať prevádzku vnútorného vybavenia ako je audio systém, ventilácia, klimatizácia a ďalšie elektrické systémy.

Účinnosť premeny energie paliva na mechanickú energiu je len 30 %. Solárne automobily poskytujú možnosť zvýšenia účinnosti využitia primárnej energie, a tým ušetriť značnú časť energie, ktorá je v súčasnosti v doprave spotrebovávaná. Hlavnou prednosťou však je ich ekologicky čistá finančne nenáročná prevádzka. Solárne automobily sú vlastne elektromobily s optimalizovanou spotrebou energie, ktorá je vyrobená fotovoltaiickými článkami. Fotovoltaiické články sú zabudované do karosérie vozidla. Získaná elektrická energia sa využíva na dobíjanie batérií alebo na priamy pohon elektromotora. Batérie sa používajú hlavne pri štarte, zrýchľovaní, stúpaní do kopca a počas obdobia nedostatku slnečného svitu.

Väčšina doteraz vyrobených modelov solárnych automobilov, ktoré sú poháňané výlučne solárnou energiou bola určená na testovanie výkonnosti solárnych technológií pri pretekoch solárnych automobilov.

Solárne automobily musia byť ľahké, pretože sú limitované hustotou energie v slnečnom žiarení, ktorá predstavuje asi 1000 W na m². Výkon solárnych panelov závisí na ich rozmeroch, intenzite slnečného svitu a jeho účinnosti. Účinnosť bežne používaných panelov je len okolo 17 %. Pri takejto účinnosti je priamo vo vozidle k dispozícii výkon len asi 120 W z každého m² článkov. Schéma rozloženia základných častí solárneho automobilu je znázornená na obr. 48.



Obrázok 48 Schéma rozloženia základných častí solárneho automobilu Zdroj: (<http://www.inforse.org/europe/fae/DOPRAVA/paliva/Solar.htm>)

Napriek zlepšujúcim sa výsledkom, by ani v čase svojho maximálneho výkonu nedokázala energia zo solárnych panelov pohnúť bežným vozidlom s hmotnosťou okolo 1000 kg. Preto solárne vozidlá neopustili radu prototypov. Vo všeobecnosti solárne vozidlá musia mať čo najnižšiu hmotnosť, aby prekonali jazdné odpory. S tým súvisí nielen výber ľahkých materiálov na výrobu, ale aj úspora miesta v priestore pre vodiča, nedostatok aktívnych bezpečnostných systémov ako sú napríklad deformačné zóny a airbagy. Väčšina týchto vozidiel bola vyvinutá na univerzitách. Z analýzy solárnych vozidiel vyplýva, že najväčší význam pri konštrukcii vozidla majú množstvo dopadajúcej energie, účinnosť prevodu, aerodynamika vozidla, hmotnosť vozidla a odpor kolies. Príklad solárneho automobilu je znázornený na (obr. 49).



Obrázok 49 Solárny automobil Zdroj: (<http://www.hybrid.cz/novinky/bethanysolarni-auto-z-cambridge>)

Solárne automobily sa môžu využívať predovšetkým pri jazdách na kratšie vzdialenosti napríklad na jazdu v mestách.

✓ Výhody solárnych automobilov:

- dostupnosť solárnej energie,
- nulové emisie,
- nulové výdavky za palivo,
- bezpečnosť.

✓ Nevýhody solárnych automobilov:

- závislosť od počasia a nutnosť využívať batériu počas jazdy v noci,
- nižšia rýchlosť v porovnaní s bežnými automobilmi,
- vysoká cena,

- solárne autá sú malé, ľahké a ich kapacita je maximálne 2 osoby, čo je v bežnej premávke nie príliš bezpečné a často nepraktické.

Spotreba energie na jeden kilometer je v prípade solárneho vozidla 3 až 6 krát nižšia ako pre klasické vozidlo. Pre porovnanie spotreba energie pre VW Golf Diesel s priemernou spotrebou 6,2 litra nafty na 100 km je 62 kWh (1 liter nafty = 10 kWh, 1 liter benzínu = 9 kWh).

Vo februári 1991 otvoril rakúsky motoristický klub ARBO vo Viedni prvú slnečnú čerpaciu stanicu pre autá na elektrický pohon. Elektrická energia získavaná z fotovoltaiických článkov, ktorá sa nespotrebuje na dobíjanie akumulátorov solárnych automobilov sa v prípade mimoriadne slnečných dní dodáva do elektrickej siete, resp. sa z nej čerpá v prípade nepriaznivého počasia. Slnečná čerpacia stanica poskytuje výkon 1,6 kW z 18 m fotovoltaiických článkov.

Ideálnym príkladom ekologickej dopravy je tzv. SUN and RIDE koncept, pri ktorom sa využíva kombinácia železničnej medzimestskej dopravy s mestskou dopravou zabezpečenou solárnymi automobilmi. SUN and RIDE systém funguje vo Švajčiarskom Liesthale, kde slnečná elektráreň spolu s požičovňou solárnych automobilov je umiestnená pri železničnej stanici. Vzhľadom na to, že miestne orgány tento ekologický systém dopravy podporujú je SUN and RIDE pre užívateľov výhodný aj finančne.

7.2 Solárne strechy automobilov

Energia získaná zo solárnych panelov integrovaných do strešného okna alebo do celého povrchu strechy vozidla slúži pre pohon pomocných elektrických zariadení. Takto získaná energia dokáže vychladiť vozidlo pomocou ventilácie, nezávisle od chodu motora.

Môže napájať klimatizáciu, audio systém a rôzne ďalšie palubné systémy. Dochádza tým k zníženiu spotreby paliva, teda sa zníži aj množstvo emisií. Solárne panely prispievajú k zvýšeniu pohodlia cestujúcich:

- vetranie zaparkovaných automobilov bez nutnosti naštartovaného motora,
- nabíjanie mobilných telefónov, napájanie autorádia,
- vyhrievanie sedadiel, volantu, skla, spätných zrkadiel,
- zvýšenie efektívnosti motora, zníženie emisií,
- zníženie potreby nabíjania 12 V autobatérie z motora, alternátora,
- nižšie zaťaženie alternátora pri jazde,
- vysoká spoľahlivosť a nízke nároky na údržbu techniky,
- priemerné ročné úspory energie sú 150 kWh na 1m solárnej strechy,

- ročná úspora benzínu je 62 litrov (150 kWh pri účinnosti spaľovacieho motora 25%).

Príklad solárneho panelu integrovaného do strešného okna je znázornený na obr. 50.



Obrázok 50 Solárny panel integrovaný do strešného okna,
Zdroj: (<http://www.hybrid.cz/novinky/bethansolarni-auto-z-cambridge>)

Energia získaná zo solárnych modulov integrovaných do strešného okna je využívaná na pomocné vetranie napríklad aj v novom modeli Škoda Superb v VW Phaeton. Systém sa stará o efektívne vyrovnanie teploty vo vozidle a zlepšuje komfort posádky. Pomocným vetraním keď je vozidlo zaparkované sa znižuje jeho teplota, ktorá najmä v horúcich letných dňoch keď je vozidlo zaparkované na Slnku je veľmi vysoká. Systém pomocou ventilátora vyháňa teplý vzduch von z auta a tak vyrovnáva teplotu v kabíne s vonkajšou teplotou. Týmto sa následne znižuje potreba klimatizácie čím nedochádza k zvýšeniu spotreby paliva. V zasklenej streche je umiestnených 24 solárnych článkov s maximálnym výkonom 18 W, ktoré poháňajú šesť ventilátorov umiestnených v streche vozidla. Ich maximálny výkon zodpovedá asi stupňu 3 (na stupnici 1 až 4) obvyklého vetracieho systému. Solárne vetranie je ovládané samočinným spínačom alebo manuálne. Prúdiaci čerstvý vzduch redukuje teplotu vnútorného priestoru až o maximálne 20 °C, bez toho aby bola zaťažovaná batéria vozidla. Zároveň umožňuje rýchlejšie zníženie teploty vnútorného priestoru aj pri zapnutej klimatizácii. Prvýkrát bol podobný systém použitý vo vozidle Mercedes Benz 500 už v roku 1998.

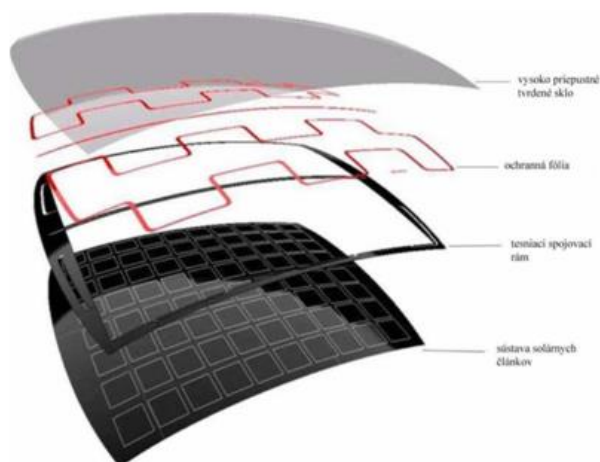
Solárna energia generovaná na streche vozidla sa dá využiť aj pri vozidlách na elektrický pohon, na nabíjanie batérii na pohon elektromotora alebo na napájanie elektrických systémov. Tento systém sa využíva v elektromobiloch Volkswagen Golf Blue-E-Motion a Škoda Octavia Green E Line (obr.53), ktorej podrobnejší popis je uvedený v ďalšom texte. Strecha týchto elektromobilov je vybavená strešným oknom s integrovanými solárnymi panelmi. Solárne panely slúžia na dobíjanie palubnej siete a na pohon klimatizácie.



Obrázok 51 Kia Ray plug-in Hybrid, Zdroj: (<http://www.topspeed.sk/koncept-kia-ray-ako-plugin-hybrid.html>)

Koncepty Toyota Yaris a Auris HSD Full Hybrid a Kia Ray plug-in (obr.51) majú solárne panely na povrchu celej strechy. Strešné panely generujú energiu, ktorá poháňa ventiláciu. Model Auris má naviac solárny panel aj na palubnej doske, ktorý môže nabíjať mobilné telefóny a hudobné prehrávače, ktoré sú pripojené v špeciálne na tento účel určených priehradkách po bočných stranách palubnej dosky.

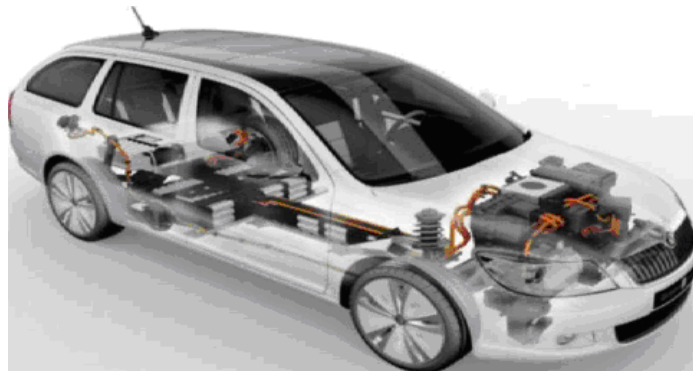
Solárne panely by mohli okrem pohonu pomocných elektrických zariadení slúžiť aj na nabíjanie batérii, ktoré dodávajú energiu pre pohon elektromotora. Solárna strecha s plochou 1m^2 by mohla dodávať dostatok energie na prejazd 1000 km ročne. Výpočty boli robené podľa priemernej doby dopadu slnečného žiarenia v Európe. Kombinácia hybridného alebo čisto elektrického pohonu a solárnej strechy je veľmi zaujímavá, pretože batérie hybridných vozidiel majú väčšiu kapacitu ako bežné olovené batérie. Preto elektrická energia produkovaná za čas keď vozidlo stojí na mieste kde na neho dopadajú slnečné lúče môže nabiť batérie na niekoľko hodín jazdy. Solárna energia na nabíjanie batérii sa využíva v modely Solar Toyota Prius. Vrstvy solárnej strechy sú znázornené na obr. 52.



Obrázok 52 Popis vrstiev solárnej strechy, Zdroj: (<http://www.hybrid.cz/novinky/bethanysolarni-auto-z-cambridge>)

✓ Škoda Octavia Green E Line

Štúdie Green E Line vychádzajú z Octavie v prevedení Combi. Octavia nebola pre zástavbu elektrického pohonu vybraná náhodou ale kvôli modulárnej konštrukcii svojej podlahy, vďaka ktorej je sériový model vhodný pre umiestnenie batérií, elektromotora i elektronickej riadiacej jednotky.



Obrázok 53 Škoda Octavia Green E Line, Zdroj: (<http://www.autorevue.cz/skoda-octavia-green-e-line-elektromobil-je-tu>)

Na obvyklom mieste, čiže v prednej časti vozidla nájdeme elektromotor, ktorý v trvalej prevádzke podáva výkon 60 kW, jeho maximum je potom 85 kW. Pre elektromotory je charakteristické, že najvyšší točivý moment (v tomto prípade až 270 Nm) je k dispozícii už od nulových otáčok a motor Octavie Green E Line nie je výnimkou. Automobilka neuviedla, akou cestou je výkon prenášaný na kolesá, očakáva sa však jednostupňová prevodovka, ktorá poskytuje elektromobilom inú, už menej priaznivú charakteristiku -vzhľadom k výške maximálneho výkonu slabé zrýchlenie i maximálnu rýchlosť. V prípade elektrickej Octavie sú dynamické schopnosti vozidla definované akceleráciou z 0 km.h^{-1} na 100 km.h^{-1} za dvanásť sekúnd a maximálnou rýchlosťou 135 km.h^{-1} .

Elektrickú energiu čerpá Octavia Green E Line z Li-ion akumulátora s kapacitou 26,5 kilowatthodín. Podľa predpokladov automobilky by mal priemerný dojazd s touto kapacitou činiť 140 kilometrov na jedno nabitie, čo má splniť požiadavky väčšiny vodičov, ktorí v Európe dochádzajú do zamestnania. Užívateľ však nesmie do práce jazdiť príliš často, skrze obvyklú zásuvku totiž batériu dobijeme najskôr za 8 hodín, pri dostupnom napätí 400 Voltov sa potom skrúti doba nabíjania na polovicu. Zásuvka pre nabíjanie sa nachádza hneď pod logom automobilky na maske chladiča.

Akumulátor pozostáva zo 180 jednotlivých lithium-iontových článkov s priemerom 150 mm a dĺžkou 650 mm, hmotnosť celej zásobárne energie potom činí zhruba 315 kilogramov. Blok akumulátora je umiestnený pod strednou a zadnou podlahou a čiastočne aj v batožinovom priestore. Miesto pre posádku a objem batožinového priestoru však prítomnosť elektrického pohonu takmer neobmedzuje. Palubné systémy budú v prípade elektrickej verzie doplnené

informáciami o aktuálnom výkone, spotrebe a stave nabitia akumulátora aj o zostávajúcom dojazde vozidla. Displej navigačného systému navyše zobrazuje aktuálny tok energie. Vodič tak v každej situácii vie, či práve prúd spotrebováva alebo či je energia získavaná späť - napríklad pri brzdení alebo brzdením motora pri schádzaní svahom.

Pochopiteľne, zvonka bude prevedenie Škody Octavia Green E Line prakticky rovnaké ako v prípade modelov s konvenčným pohonom. Jednou z najvýraznejších odlišností je však lesklá čierná strecha vozidiel, v ktorej sa nachádza panoramatické strešné okno s integrovanými fotovoltaickými článkami.

7.3 Solárne nabíjačky autobatérií

V aute sa elektrická energia využíva na štartovanie motora, na riadenie jeho chodu, na zapalovanie paliva, napájanie svetiel, kontroliek, klimatizácie atď. Počas chodu motora vyrába elektrickú energiu alternátor. Ten ju zároveň „ukladá do zásoby“ do akumulátorovej batérie. Z akumulátora je potom späť elektrická energia využívaná na štartovanie a napr. napájanie autoalarmu, centrálného zamykania, hodín v aute a iných zariadení, ktoré sú aktívne aj pri vypnutom motore.

V prípade, že jazdíme autom každý deň a najlepšie dlhšie trasy, proces dobíjania akumulátora je dostatočný. Ak ale nechávame auto viacero dní odstavené, prípadne ak jazdíme iba krátke trasy v meste, akumulátor stráca energiu, nestihne sa dobiť. Vybitý akumulátor nemá dostatok energie na štart motora. (To sa prejaví najviditeľnejšie v zime pri nízkych teplotách, kedy úplne stratí kapacitu a nedôjde k roztočeniu štartéra auta). takomto prípade musíme akumulátor nabiť. Na nabíjanie olovených akumulátorov sú určené nabíjačky autobatérií, napájané štandardne z elektrickej siete. Na trhu sa ale objavili aj nabíjačky, ktoré využívajú moderné technológie a umožňujú dobíjanie batérií aj tam, kde nie je dostupná elektrická sieť.

V tejto podkapitole sa venujeme práve malým zariadeniam, spracovaným do formy nabíjačky batérií. Solárna nabíjačka autobatérií predstavuje malý prenosný panel s fotovoltaickými článkami. Dodáva sa vo forme jednoduchého plochého alebo dvojitého sklápacieho panela (vo forme kufríka). Podľa potrieb si môžeme vybrať nabíjačku podľa jej výkonu - 1,5 W; 2,4 W; 5 W alebo dokonca 30 W. Nabíjačky autobatérií môžeme umiestniť do interiéru auta - jednoducho na palubnú dosku. Menšie modely sú dodávané s prísavkami, ktoré umožňujú pripevniť nabíjačku na čelné sklo (to má vhodný uhol pre dopad slnečných lúčov). Nabíjačku je možné v interiéri vozidla zamknúť. Môžeme ju umiestniť aj z exteriérovej strany auta - na kapotu, strechu a pod. (obr. 54). Veľký kufríkový model môžeme umiestniť aj na zem vedľa auta (malý panel by sme si na zemi nemuseli všimnúť).

Nabíjačku autobatérie zapojíme jednoducho pomocou dodávaného kábla do zdierky autozapalovača. Ak vozidlo po vytiahnutí kľúča zapalovania odpája zdierku zapalovača, môžeme využiť priame pripojenie na autobatériu pomocou káblov s kliešťovými svorkami. Veľký 30 W model je dodávaný s regulátorom napätia, ktorý udržiava jeho hodnotu na

ideálnych - cca 12 V pre optimálne nabíjanie autobaterií alebo napájanie malých 12 V spotrebičov do 30 W. Bez použitia regulátora ho je možné použiť aj na nabíjanie 24 V batérií.



Obrázok 54 Solárna nabíjačka umiestnená na kapote vozidla, Zdroj: (www.ecoprodukt.sk)

Solárna nabíjačka autobaterie môže slúžiť na dobíjanie čiastočne vybitého akumulátora. Neodporúča sa na nabíjanie úplne vybitých akumulátorov (svojím charakterom mäkkého zdroja a výkonom nedokáže dodať potrebné množstvo prúdu pre nabitie úplne vybitého akumulátora).

Dnes už na trhu existujú aj malé, prenosné solárne nabíjačky priamo určené na nabíjanie batérií (AA/AAA, batérie fotoaparátov), na priame nabíjanie mobilných telefónov, navigácií, rôznych prehrávačov. Majú malé rozmery, cca od veľkosti mobilného telefónu. Niektoré modely sú vybavené navyše vstavanou akumulátorovou batériou a elektronickým adaptérom s koncovkami pre nezávislé nabíjanie laptopov a notebookov. Dokonca si môžeme zakúpiť tašku, či batoh s malým solárnym panelom na jeho vonkajšej strane (obr. 55) a mať tak svoj mobil, fotoaparát, či navigáciu funkčnú aj pri outdoorových aktivitách.



Obrázok 55 Prenosné solárne nabíjačky, Zdroj: (www.ecoprodukt.sk)

7.4 Svetelné signalizačné zariadenia na solárnu energiu

Priechod pre chodcov medzi Business Centrom na Letnej 45 a Východoslovenskými tlačiarňami na Letnej 47 v Košiciach je bezpečnejší. Je to vďaka novej svetelnej výstražnej signalizácii na solárnu energiu (obr. 56). Snímače reagujú na prítomnosť chodcov, teda ak chodec príde k priechodu, spustí sa svetelná výstražná signalizácia, inštalovaná vo vozovke a zároveň osadená i na stĺpikoch. Blikajúce svetlá upozorňujú vodičov motorových vozidiel na prítomnosť chodcov v blízkosti priechodu a na ich zámer prejsť cez komunikáciu. Napájanie nového zariadenia je zabezpečené z batérií, ktoré sa cez deň dobíjajú zo solárnych článkov. Zariadenie pracuje nepretržite 24 hodín denne, teda i v noci, pričom svetelné výstražné znamenie je jasne viditeľné aj cez deň. V činnosti je však len v prípade detekcie chodca, aby vodiči reagovali len na aktuálny dopyt chodcov. Takáto výstražná svetelná signalizácia na priechode pre chodcov je rovnocennou voľbou v porovnaní so semaforom. Na rozdiel od cestnej svetelnej signalizácie však toto zariadenie nie je závislé od existencie elektrického napájania a taktiež má aj výchovný vplyv na vodičov - tí zastavia, keď je dopyt na použitie priechodu a nie iba z vynútenia tohto stavu, ako v prípade priechodu riadeného semaforom. Mesto plánuje v nasledujúcom období inštalovať podobné zariadenia v rámci finančných možností aj na iných miestach. Samospráva uvažuje i o možnosti spolufinancovania takéhoto projektu s poisťovňami. Celkové náklady na zriadenie výstražnej svetelnej signalizácie na priechode pre chodcov na Letnej ulici predstavuje zhruba 18 000 eur.



Obrázok 56 Svetelná signalizácia na solárnu energiu v Košiciach, Zdroj: (www.seps.sk)

7.5 Solárne lode

Solárne články sa ukazujú ako perspektívne aj v lodnej doprave, príklad ich použitia je znázornený na (obr. 57). Solárna loď dokáže ročne usporiť 10 600 litrov nafty, v kombinácii s veterným pohonom ďalších 20 000 l. A to predstavuje nielen významnú finančnú úsporu ale aj mimoriadny ekologický prínos.

Spoločnosť SolarSailor dodáva patentovaný SolarSail a Hybrid Power Marine technológiu pre použitie na cisternách, trajektoch a jachtách. Ide o austrálsku spoločnosť založenú v roku 1999. Predstavuje 160 akcionárov a má uzavreté zmluvy v Austrálii, Číne a Hong Kongu.



Obrázok 57 Katamaran Sydney Solar Sailor, Zdroj: (<http://www.solarsailor.com/>)

Jedným z jej produktov je napríklad rozkladací námorný katamarán. Do prístavu by vchádzal ako kompaktná loď s oboma trupmi tesne pri sebe. Po vyplávaní na voľné more by sa trupy od seba vzdialili a priestor medzi nimi by vyplnili práve solárne články. Katamarán, čo je dané už jeho konštrukciou, je mimoriadne vhodným typom lode na experimentovanie so solárnym pohonom. Svedčí o tom aj fakt, že prvý komerčný trajekt využívajúci slnečnú a veternú energiu je práve katamarán. Volá sa Sydney Solar Sailor (obr. 58) a do komerčnej prevádzky sa dostal v Austrálii pred 5 rokmi. Tento vyhliadkový trajekt pre 100 cestujúcich za slnečného počasia využíva ako zdroj energie solárne články a vietor, no k dispozícii má aj vlastné generátory na naftu. Pri plnom slnečnom žiarení je loď schopná dosiahnuť rýchlosť až 6,3 uzla ($12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), s pomocou vetra 7,5 uzla ($14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) a pri využití generátorov až 12 uzlov ($22 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Cestujúci si pochvalujú predovšetkým tichú prevádzku s minimálnymi vibráciami a absenciou splodín, vznikajúcich spaľovaním nafty. Hybridný solárno-veterno-spaľovací pohon sa ukázal taký efektívny, že oň prejavili záujem mnohé štáty, napríklad Nemecko, Čína, niektoré blízkovýchodné krajiny a USA.

7.6 Dimenzovanie fotovoltického systému pre pohon zariadenia VebaBox

VebaBox je chladiarenské zariadenie, jednoducho vsúvateľné a vyberateľné do úložného priestoru auta a napojené na nízke napätie (12/24V,DC) k akumulátoru vozidla. Najväčším rozdielom oproti tradičnej chladiarenskej prestavbe vozidla je, že VebaBox nevyžaduje žiaden špeciálny zásah do karosérie a konštrukcie vozidla. To si zachováva pri jeho neskoršom predaji originalitu a vyššiu trhovú hodnotu (v porovnaní s jazdeným chladiacim autom). V prípade výmeny vozidla, je VebaBox jednoducho presunutý z jedného vozidla do druhého

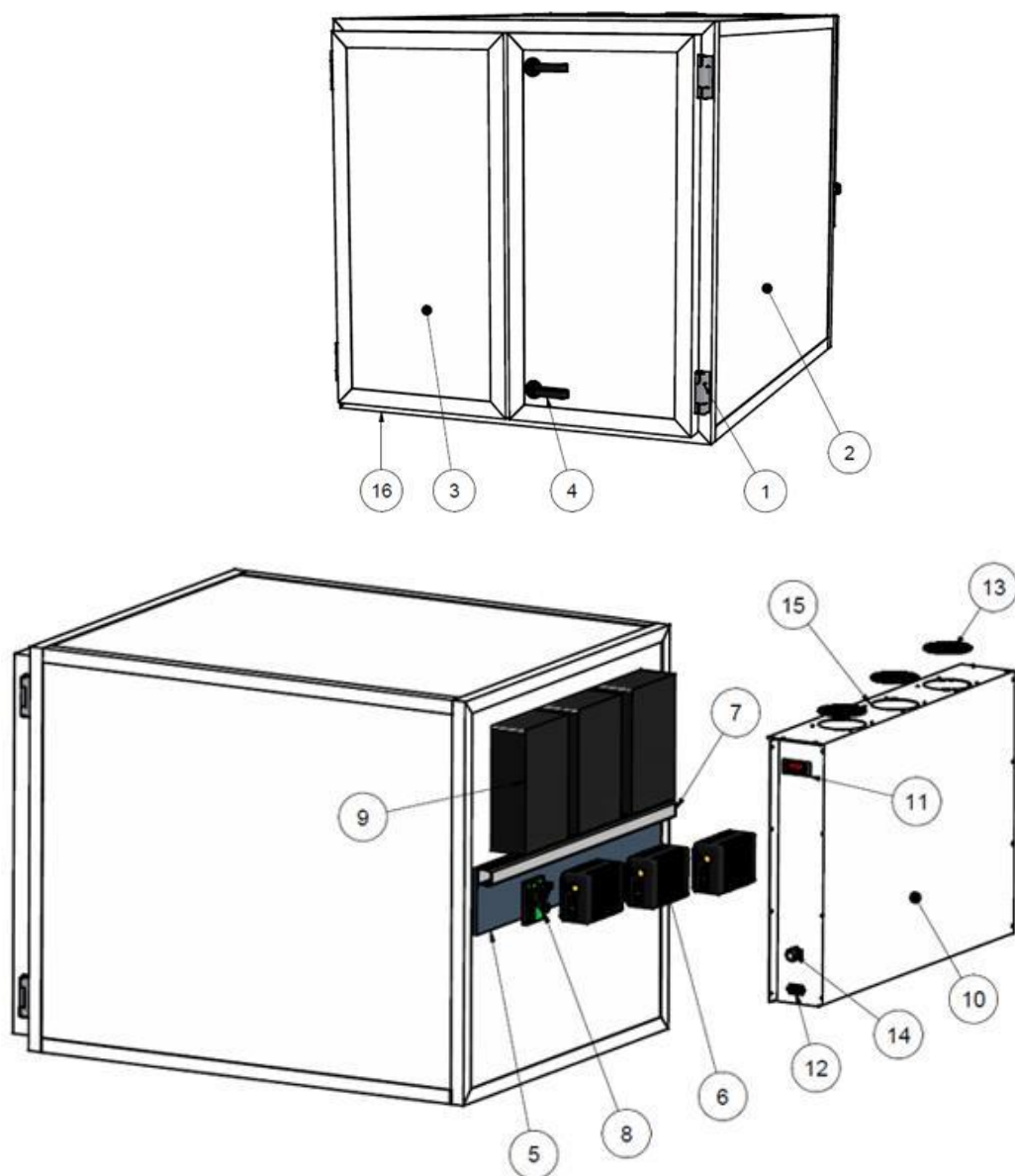
(nevznikajú žiadne opätovné náklady spojené so zabezpečením prepravného chladenia vo vozidle), čo prináša aj po niekoľkých rokoch, efektívnu návratnosť investície do VebaBoxu. Ďalšou výhodou Boxu je, že môže byť

v prevádzke aj počas vypnutia motora vozidla, a to za pomoci 230 V elektrickej prípojky alebo samostatnej batérie “Power Pack”. VebaBox je “kontajner” z vysoko izolačného materiálu. Spoločnosť vyvinula špeciálne VebaBox motory v polovici 90-tych rokov, s cieľom zabezpečenia bezporuchového systému chladenia, a to aj pri vyšších teplotách (+40 °C až +50 °C) v závislosti od typu boxu. Tieto vysoko účinné chladiace jednotky zvyšujú teplotu v okolí boxu, teda v nákladnom priestore vozidla len o max. 4 až 5°C. Chladiace motory sú riadené elektronicky a poháňané na 12/24V,DC. Vzhľadom k tomu, že v kontajnery je nainštalovaných niekoľko na sebe nezávislých chladiacich jednotiek – motorov, je v ňom dosiahnuté spoľahlivé a výkonné chladenie s presnou reguláciou požadovanej a stabilnej teploty (+/-1°C). Ovládanie a sledovanie nastavenia teploty na display je riešené taktiež elektronicky, ako aj alarmy (vizuálne a audio) pri zvýšení alebo poklese teplôt od tých požadovaných. Pre 230 V elektrickú prípojku je použitý euro konektor (3-pin konektor, ako napr. pri napojení PC). Na regulovanie je vo VebaBoxe použitý menič napätia 12/24V,DC.

VebaBox sa vyznačuje vďaka vynikajúcej technickej špecifikácii vysokou spoľahlivosťou. Každý VebaBox je testovaný pri maximálnej teplote s odchýlkou + 1 °C alebo – 1 °C. Chladiace boxy sú ďalej testované na dosiahnutie požadovanej teploty v priebehu 20 minút. Každý VebaBox je testovaný a po schválení kontrolného zoznamu expedovaný. Na VebaBox je poskytovaná 24 mesačná záručná lehota.

Tabuľka 14 Technické parametre zariadenia VebaBox

Parameter zariadenia	Hodnota parametra
Váha zariadenia	(60 – 150) kg
DC elektrické napätie (jednosmerné)	12 V +/- 10%
AC elektrické napätie (striedavé)	230 V +/- 10%
DC elektrický prúd (jednosmerný)	(5 – 30) A
Výkon	(180 – 1080) W
Požadovaná teplota chladenia	(2 – 8) °C
Požadovaná teplota mrazenia	(-18 – 8) °C
Maximálna teplota okolia pri chladení	+40°C
Maximálna teplota okolia pri mrazení	+30°C



Obrázok 58 Schematický pohľad VebaBox komponentov

Legenda k obrázku 58

1 – pánty, 2 – box z vysokoizolačného materiálu, 3 – dvere z vysokoizolačného materiálu, 4 – zámok, 5 – plastové dosky, 6 – napájanie (230V), 7 – kabelážny žľab, 8 – hlavná riadiaca jednotka, 9 – chladiace motory, 10 – oceľový kryt (3 diely), 11 – regulátor teploty, 12 – 230 V elektrické napojenie, 13 – kryt ventilátora s priemerom 115 mm, 14 – otočný konektor, 15 – ventilátor, 16 – gumové tesnenie

Výpočet vybraných parametrov fotovoltaického systému pre VebaBox

Fotovoltaický systém pre pohon zariadenia VebaBox navrhujeme na ľahké úžitkové vozidlo Peugeot Boxer, ročník 2007 (Obr. 59). Pri návrhu vychádzame z technických parametrov vozidla uvedených v tabuľke 18.



Obrázok 59 Peugeot Boxer

Tabuľka 15 Technická špecifikácia vozidla Peugeot Boxer

Parameter	Hodnota parametra
Dĺžka vozidla	6363 mm
Výška vozidla	2522 mm
Počet sedadiel	3
Nosnosť	1365 kg
Celková hmotnosť	3500 kg
Dĺžka nákladného priestoru	4070 mm
Šírka nákladného priestoru	1870 mm
Výška nákladného priestoru	1932 mm
Objem nákladného priestoru	15 m ³
Poháňané kolesá	predné

Na zhotovenie fotovoltaiického systému pre pohon zariadenia Vebabox použijeme FV panel 12V/80 Wp s rozmermi (1250 x 550 x 30) mm vyrobený na báze monokryštálu s účinnosťou 17 %.

Výpočet plochy strechy nákladného priestoru S_c :

$$S_c = 15 \quad [\text{m}^2]$$

Kde: l je dĺžka nákladného priestoru

s je šírka nákladného priestoru

$$S_C = 4,07\text{m} \cdot 1,87\text{m}$$

$$S_C = 7,61 \text{ m}^2$$

Výpočet plochy 1 FV panelu S_1 :

$$S_C = l_p s_p \quad [\text{m}^2]$$

Kde: l_p je dĺžka nákladného priestoru

s_p je šírka nákladného priestoru

$$S_1 = 1,25 \text{ m} \cdot 0,55 \text{ m}$$

$$S_1 = 0,6875 \text{ m}^2$$

Vzhľadom na nie ideálny tvar a celkovú plochu strechy vozidla budeme umiestňovať pole s 9 FV panelmi, ktoré bez problémov pokryjú vodorovnú časť strechy nákladného priestoru.

Výpočet plochy fotovoltaického poľa:

$$S_{C9} = 9 S_1$$

Kde S_1 je plocha 1 FV panela

$$S_{C9} = 9 \cdot 0,6875 \text{ m}^2$$

$$S_{C9} = 6,1874 \text{ m}^2$$

7.7 Návrh vyhrievacieho systému vozovky

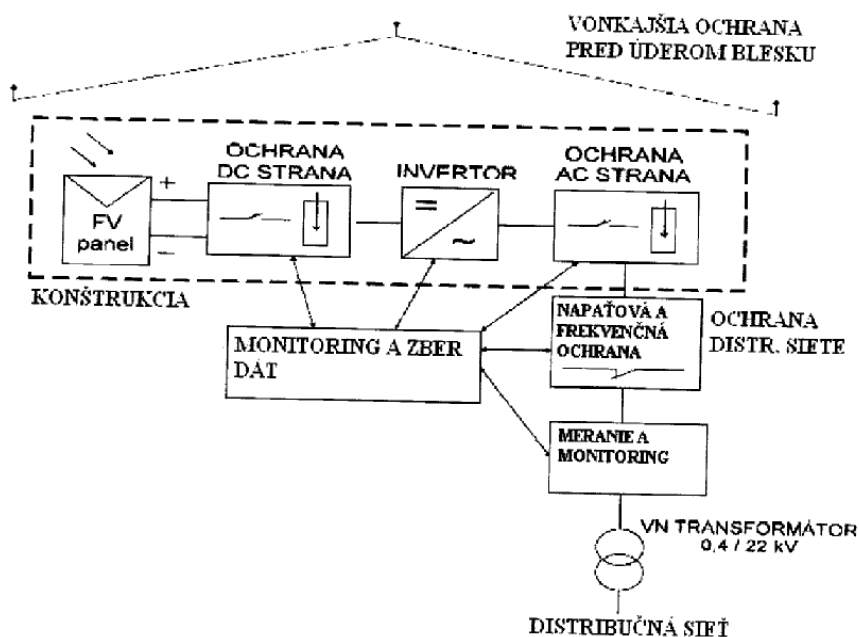
Návrhu vyhrievania kritických úsekov vozovky na horskom priechode Donovaly. Vyhrievanie bude realizované použitím termokáblov, ktoré budú integrované do vrchnej časti vozovky. Na tento účel navrhujeme použiť termokábel DEVIFLEXTM DTIP – 18. Jedná sa o dvojžilový termokábel s ochranným opletením, priemerom 7mm a merným výkonom 18 W na jeden bežný meter dĺžky termokábla. Pri návrhu dĺžky termokábla vychádzame z dĺžky kritickej časti vozovky horského priechodu. Na horskom priechode Donovaly sa jedná o trojkilometrový úsek, ktorý je v zimnom období často krát uzavretý pre nezjazdnosť vozovky, ktorej príčinou je sneh a ľad nachádzajúci sa na vozovke najmä v zimnom období. Inštalovaný bude termokábel na ploche cca 3000 m x 6 m tzn. 18000 m² čo predstavuje 1,8

ha. Jednotlivé vetvy termokábla budú miestnené vo vzdialenosti 15 cm na celej dĺžke 3 km, zároveň s ohľadom na aktívne využívanú šírku vozovky bude dĺžka každej vetvy termokábla 6m. Vyhrievací systém vozovky bude tvorený 120 000 m dlhým termokáblom. Napájanie termokábla elektrickým prúdom bude realizované z navrhovanej fotovoltaickej elektrárne, ktorej dimenzovanie je popísané v ďalšom texte.

7.8 Všeobecný postup návrhu fotovoltaickej elektrárne

Pri návrhu vychádzame s výkonových parametrov zariadenia. S ohľadom na výkonové parametre sa realizuje dimenzovanie jednotlivých funkčných častí fotovoltaickej elektrárne. Hlavné časti fotovoltaickej elektrárne sú:

- Fotovoltaické panely
- Striedače
- Ochrany pre fotovoltaické panely
- Transformátor
- Ochrany pred prepätiami a bleskom
- Meracích a monitorovacích zariadení
- Nosná konštrukcia
- Kabeláž



Obrázok 60 Elektrické časti fotovoltaickej elektrárne a vonkajšia ochrana pred úderom blesku (Cviklovič, 2012)

Najdôležitejšou časťou fotovoltaickej elektrárne je fotovoltaické pole. Fotovoltaické pole je tvorené fotovoltaickými panelmi, ktoré sú spájané sériovo v rámci funkčných jednotiek, ktoré nazývame stringy. Jednotlivé stringy sa potom spájajú paralelne. Pri návrhu fotovoltaickej elektrárne vychádzame s požadovaného celkového výkonu a výkonu jedného fotovoltaického panela. Vo všeobecnosti sa na realizáciu fotovoltaických elektrární doporučujú fotovoltaické panely na báze monokryštálu alebo polykryštálu. Amorfné fotovoltaické panely sa vo fotovoltaických elektrárňach nepoužívajú pre ich nízku účinnosť. Účinnosť je ďalším s významných faktorov ovplyvňujúcich výber materiálu FV panelov pre fotovoltaickú elektráreň. Uprednostňujú sa FV panely s čo najvyššou účinnosťou, vyrobené na báze monokryštálu a s výkonom nad 200 W_p.

Typy fotovoltaických panelov používaných vo fotovoltaických elektrárňach:

- Polykryštalické (účinnosť 14 % až 16 %)
- Monokryštalické (účinnosť až 17 %)

Návratnosť po použití týchto panelov je približne 8 až 12 rokov.

- Amorfné (účinnosť 8 % až 10 %)

Okrem materiálu sú pri výbere FV panela rozhodujúce jeho elektrické parametre. Preto uvádzame stručný prehľad hlavných parametrov fotovoltaických panelov:

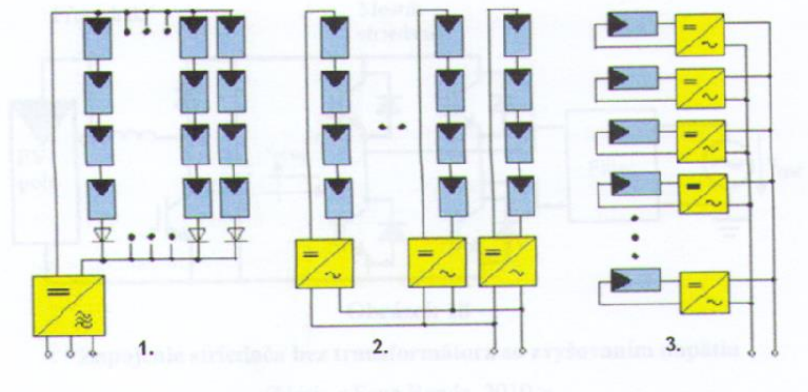
- Nominálny výkon P_m (W), tolerancia
- Počet článkov zapojených do série (určuje napätie panelu)
- Menovitý prúd a napätie pri STC
- Prúd nakrátko (skratový prúd I_{SC} , ktorý je dôležitý pre voľbu striedača a predradných string poistiek
- Napätie naprázdno (V_{OC})
- Teplotný koeficient napätia, prúdu a výkonu (Horáček, 2009).

Keďže fotovoltaika je vyrobená na polovodičovej báze na výstupe získame jednosmerné elektrické veličiny, ktoré je častokrát potrebné zmeniť na striedavé, útu úlohu majú vo fotovoltaickej elektrárni striedače. Striedače napätia sú nevyhnutnou súčasťou každého fotovoltaického systému, ak chceme vaprodukovanú elektrickú energiu použiť na napájanie zariadení určených pre striedavé napätie. Vo fotovoltaických systémoch, ktoré dodávajú elektrickú energiu do verejnej elektrickej je ich umiestnenie nevyhnutné. Výber

vhodného striedača závisí od výkonových parametrov stringu resp. viacerých stringov na ktoré má byť napojený. Medzi hlavné parametre striedača zaraďujeme:

- Účinnosť (~98 %)
- Nominálny výkon AC a DC strany
- Počet fáz
- Maximálne vstupné napätie (DC)
- Rozsah napätia MPP trackeru
- Účinnosť prispôsobenia MPP trackeru
- Maximálny vstupný prúd (DC)
- Maximálna a minimálna teplota okolia
- Stupeň krytia IP
- Vnútoraná konfigurácia
 - Transformátor
 - Počet nezávislých MPP trackerov
 - Počet výkonových stupňov
 - Komunikačné rozhranie (Horáček, 2009)

V ďalšej fáze návrhu realizujeme konfiguráciu fotovoltaického poľa. Navrhujeme počet fotovoltaických panelov potrebných pre realizáciu FV elektrárne, vypočítame plochu 1 FV panela a plochu celého fotovoltaického poľa. Ďalej sa navrhne umiestnenie FV panelov v radoch a vypočítajú sa rozmerové charakteristiky radov, tak aby FV elektrárňou nezaberala veľkú plochu. Pri realizácii dimenzovania rozmerov radov musíme dbať na to, aby si jednotlivé rady navzájom netienili, pretože by to mohlo spôsobiť pokles celkového výkonu FV elektrárne.



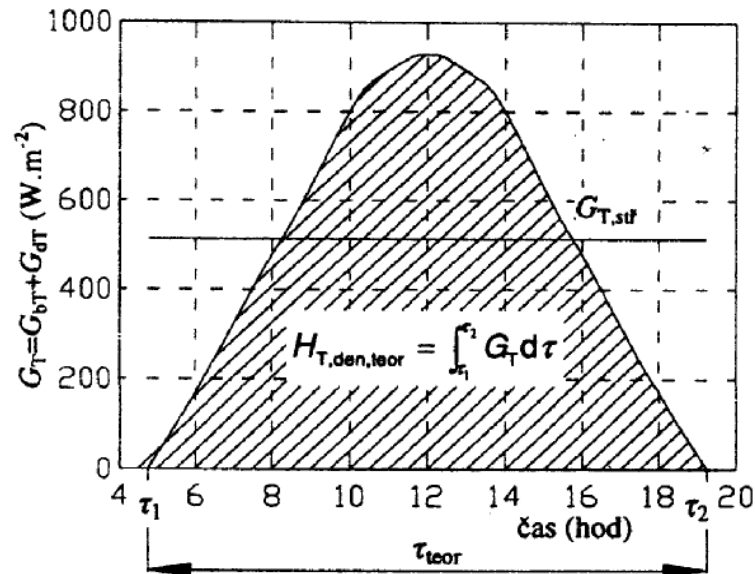
Obrázok 61 Konfigurácia fotovoltaického poľa a typy meničov u systémov grid on (Scan Benda, 2010)

Metodika dimenzovania

- Dimenzovanie 2,16 MW fotovoltaickej elektrárne
- Výber vhodného fotovoltaického panelu

Vybratý bol fotovoltaický panel pre dimenzovanie elektrárne:

- PS 240M-20/U



- Obrázok 62 Grafický spôsob určenia $H_{T,den,teor}$ a význam $G_{T,str}$ (Scan Brož – Šonrek, 2003)

Pri dimenzovaní všetkých energetických systémov, ktoré využívajú energiu slnečného žiarenia vychádzame s nasledovných parametrov:

- Pomerná doba slnečného svitu τ_r , ktorá zohľadňuje reálnu dobu trvania plnohodnotného slnečného svitu počas dňa v jednotlivých kalendárnych mesiacoch.
- Teoretická hodnota plošnej hustoty energie $H_{T,den,teor}$ [$kWh \cdot m^{-2} \cdot den^{-1}$], ktorá dopadne za jeden deň na jednotku plochy v jednotlivých mesiacoch. Uvedená teoretická hodnota závisí od:
 - Uhla sklonu oslnenej plochy β
 - Azimutový uhol oslnenej plochy, ktorý volíme $\gamma = \pm 0^\circ$ (orientácia na juh) ako najvýhodnejší

Teoretickú hodnotu plošnej hustoty energie (množstvo dopadajúcej energie na m^2 oslnenej plochy) $H_{T,den,teor}$ je možné zistiť integráciou intenzity slnečného žiarenia G_T od východu do západu Slnka, teda za dobu teoretickej doby slnečného svitu τ_{teor} .

$$H_{T,den,teor} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} G_T d\tau \quad [kWh.m^{-2}.den^{-1}]$$

Hodnota τ_{teor} je daná dvomi krajnými hodnotami τ_1 a τ_2 pre ktoré je v daný deň výška slnka nad obzorom $h = 0$ (východ a západ Slnka).

$$\cos \tau_{1,2} = -tg \delta tg \phi$$

Výpočet celkovej plochy S_c fotovoltaických panelov pre získanie výkonu P_c

$$S_c = S_1 u_p \quad [m^2] \quad (35)$$

Kde: S_1 je plocha jedného fotovoltaického panelu

u_p je počet panelov potrebných pre fotovoltaický systém

Hodnoty potrebné pre výpočet vzťahu (35) dostaneme dosadením výsledkov vzťahov (36) a (37).

Je potrebné, aby bola vykonaná optimalizácia počtu panelov u_p kvôli striedačom napätia, aby počet panelov sedel presne s počtom stringov (aby sa nestalo, že v poslednom stringu nebude rovnaký počet panelov ako v ostatných stringoch).

Výpočet počtu panelov u_p potrebných pre celkový výkon P_c

$$u_p = \frac{P_{ci}}{P_{1p}} \quad [ks] \quad (36)$$

Kde: P_c je celkový inštalovaný výkon

P_{1p} je výkon jedného fotovoltaického panelu

Výpočet plochy S_c jedného fotovoltaického panelu:

$$S_1 = S_p V_p \quad [m^2] \quad (37)$$

Kde: S_p je šírka fotovoltaického panelu

V_p je výška fotovoltaického panelu

Výpočet vyrobenej elektrickej energie fotovoltaickou elektrárnou s inštalovaným výkonom P_c za jednotlivé mesiace v roku:

$$E_m = H_{T.den.teor} \tau_r u r S_c r_k \quad [\text{kWh}] \quad (38)$$

Kde: $H_{T.den.teor}$ je priemerné množstvo energie dopadajúcej na 1 m^2 za 1 deň (Brož – Šonrek, 2003)

τ_r je pomerná doba slnečného svitu počas jedného mesiaca

S_c je celková plocha fotovoltaického poľa

u je počet dní v danom mesiaci

r je účinnosť fotovoltaického panelu

r_k je celková účinnosť ostatných komponentov

Zo vzťahu pre množstvo vyrobenej elektrickej energie (38) vynechaním veličiny u , dostávame množstvo vyrobenej elektrickej energie za 1 deň kalendárneho roku:

$$E_{1d} = H_{T.den.teor} \tau_r r S_c r_k \quad [\text{kWh}] \quad (39)$$

Priemerné množstvo slnečnej energie dopadajúcej za 1 kalendárny mesiac dostávame zo vzťahu (6):

$$H_{T.mes.teor} = H_{T.den.teor} u \quad [\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{mes}^{-1}] \quad (40)$$

Celková elektrická energia vyrobená fotovoltaickou elektrárnou:

$$E_c = E_{jan} + E_{feb} + E_{mar} + E_{apr} + E_{máj} + E_{jún} + E_{júl} + E_{aug} + E_{sep} + E_{okt} + E_{nov} + E_{dec} \quad [\text{kWh}] \quad (41)$$

Kde: $E_{jan} - E_{dec}$ je množstvo vyrobenej elektrickej energie za jednotlivé mesiace kalendárnom roku

Ďalším krokom návrhu je realizovanie navrhnutia zapojenia fotovoltaických panelov:

- Jednotlivé fotovoltaické panely zapájame do série

- Navrhne rozloženie fotovoltaických panelov v stringoch, pričom zohľadníme počet stringov
- Rozloženie a počet panelov v stringoch závisí od zaťaženia striedačov, ktoré chceme použiť.

Výpočet rozloženia fotovoltaických stringov elektrárne:

- Výška stringu a:

$$a = \sin \beta 2V_p \quad [\text{m}] \quad (42)$$

- Výpočet vzdialenosti radov L za sebou idúcich stringov:

$$L = 2V_p \sin(\beta) \cotg(\alpha) \quad [\text{m}] \quad (43)$$

Návrh najvhodnejších striedačov potrebných pre dimenzovanú elektrárňu

Menovitý výkon jedného stringu:

$$P_{1n} = P_m p_{ps} \quad [\text{W}] \quad (44)$$

Kde: P_m je menovitý výkon jedného panelu

Striedače sa umiestňujú pod určitý počet stringov. Výhodou je minimalizovanie strát na rozdiel na rozdiel od použitia jediného striedača pre celú elektrárňu. Tieto straty by vznikali napríklad na vedení elektrickej energie zo všetkých fotovoltaických panelov do jedného striedača elektrárne. Výhodné je použitie viacerých striedačov vo Fv elektrárni aj z dôvodu porúch, ak vznikne porucha na stringu resp na jednom striedači, tak je nutné odstaviť z prevádzky iba jeden funkčný celok a nie celú Fv elektrárňu. Pri výbere striedača sa musí zohľadniť istá výkonová rezerva. Počet stringov na jeden striedač je možné jednoducho vypočítať podelením výkonu jedného striedača a výkonu jedného stringu.

Vstupné údaje monokryštalického fotovoltaického panelu **PS 240M – 20/U** od firmy PhonoSolar pre dimenzovanie elektrárne:

Tabuľka 16 Špecifikácia panelu monokryštalického FV panelu PS 240M – 20/U

Parameter	Hodnota
Menovitý výkon	240 W
Počet článkov	60 ks – 6x10 ks
Tolerancia výkonu	± 3%
Menovitý prúd	8,00 A
Menovité napätie	30,0 V
Prúd nakrátko	8,45 A
Napätie naprázdno	37,6 V
Maximálne napätie	1000 V
Počet diod	3 by-pass
Hmotnosť	19 kg
Hrúbka skla	3,2 mm
Rozmery	1640 x 992 x 35 mm
Prevádzkové teploty	-40 +85 °C

Výpočet celkovej plochy fotovoltaických panelov pre získanie výkonu 2,16 MW:

$$S_c = S_1 u_p$$

$$S_c = 1,627 \text{ m} \cdot 9000 \text{ m}$$

$$S_c = 14\,643 \text{ m}^2 \text{ plochy pre } 2,16 \text{ MW inštalovaného výkonu}$$

Výpočet potrebného množstva fotovoltaických panelov u_p potrebných pre 2,16 MW výkonu:

$$2,16 \text{ MW} = 2\,160\,000 \text{ W}$$

$$u_p = \frac{P_{ci}}{P_{1p}} \quad [\text{ks}] \quad (45)$$

$$u_p = \frac{2\,160\,000 \text{ W}}{240 \text{ W}} = 9\,000 \text{ ks}$$

Výpočet plochy S_1 jedného fotovoltaického panelu:

$$S_1 = S_p V_p$$

$$S_1 = 0,992 \cdot 1,640$$

$$S_1 = 1,627 \text{ m}^2$$

Výpočet celkovej plochy fotovoltaického poľa:

$$S_c = u_p S_1$$

$$S_c = 9000 \cdot 1,627 m^2$$

Energia vyrobená fotovoltaickou elektrárnou s inštalovaným výkonom 2,16 MW za jednotlivé mesiace v roku

Ukážka výpočtu:

$$E_m = H_{T.den.teor} \tau_r u r S_c r_k$$

$$E_m = 8,30 \cdot 0,59 \cdot 30 \cdot 0,148 \cdot 14\,643 \cdot 0,95$$

$$E_m = 302\,459,2 \text{ kWh za mesiac jún}$$

V tabuľke 21 je uvedená priemerná vypočítaná elektrická energia za 1 deň zo vzťahu

$$E_{1d} = H_{T.den.teor} \tau_r r S_c r_k$$

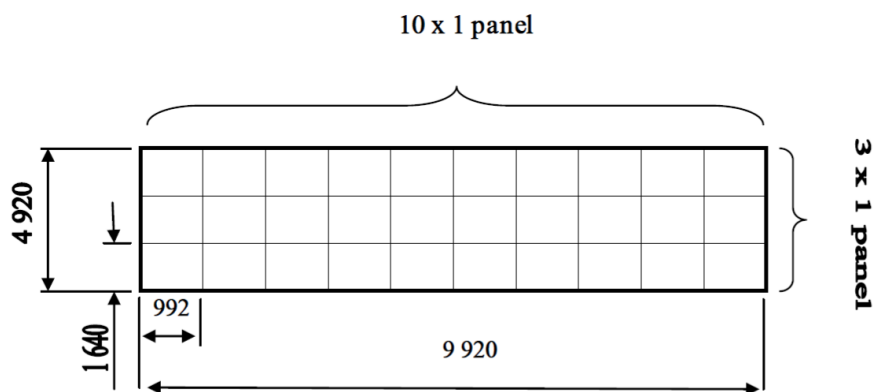
Tabuľka 17 Denný E_{1d} a mesačný E_m výkon fotovoltaickej elektrárne z panelu PS 240M-20/U a teoretický výpočet energie dopadajúcej na jednotku plochy za 1 mesiac pre uhol sklonu F_v panelov 45°

Mesiac	$H_{T.den.teor}$ [kWh.m ⁻² .den ⁻¹]	τ_r	u [d]	r [%]	S_c [m ²]	$H_{T.mes.teor}$ [kWh.m ⁻² .mes ⁻¹]	E_{1d} [kWh]	E_m [kWh]
Január	3,52	0,25	31	14,8	14 643	109,12	1 811,7	56 164,2
Február	4,79	0,35	28	14,8	14 643	134,12	3 451,6	96 644,5
Marec	6,28	0,46	31	14,8	14 643	194,68	5 947,5	184 371,8
Apríl	7,16	0,5	30	14,8	14 643	214,8	7 370,5	221 115,7
Máj	7,94	0,56	31	14,8	14 643	246,14	9 154,3	283 782,5
Jún	8,30	0,59	30	14,8	14 643	249	10 082	302 459,2
Júl	8,02	0,66	31	14,8	14 643	248,62	10 897,7	337 827,8
August	7,33	0,66	31	14,8	14 643	227,23	9 960,1	308 762,8
September	6,42	0,63	30	14,8	14 643	192,6	8 327	249 811,4
Október	5,13	0,47	31	14,8	14 643	159,03	4 964	153 883,6
November	3,79	0,25	30	14,8	14 643	113,7	1 950,7	58 521,6
December	3,07	0,2	31	14,8	14 643	95,17	1 264,1	39 187,3

Tabuľka 18 Denný E_{id} a mesačný E_m výkon fotovoltaickej elektrárne z panelu PS 240M-20/U a teoretický výpočet energie dopadajúcej na jednotku plochy za 1 mesiac pre uhol sklonu F_v panelov 30°

Mesiac	$H_{T,den,teor}$ [kWh.m ⁻² .den ⁻¹]	τ_r	u [d]	r [%]	S_c [m ²]	$H_{T,mes,teor}$ [kWh.m ⁻² .mes ⁻¹]	E_{id} [kWh]	E_m [kWh]
Január	3,52	0,25	31	14,8	14 643	109,12	1 811,7	56 164,2
Február	4,79	0,35	28	14,8	14 643	134,12	3 451,6	96 644,5
Marec	6,28	0,46	31	14,8	14 643	194,68	5 947,5	184 371,8
Apríl	7,16	0,5	30	14,8	14 643	214,8	7 370,5	221 115,7
Máj	7,94	0,56	31	14,8	14 643	246,14	9 154,3	283 782,5
Jún	8,30	0,59	30	14,8	14 643	249	10 082	302 459,2
Júl	8,02	0,66	31	14,8	14 643	248,62	10 897,7	337 827,8
August	7,33	0,66	31	14,8	14 643	227,23	9 960,1	308 762,8
September	6,42	0,63	30	14,8	14 643	192,6	8 327	249 811,4
Október	5,13	0,47	31	14,8	14 643	159,03	4 964	153 883,6
November	3,79	0,25	30	14,8	14 643	113,7	1 950,7	58 521,6
December	3,07	0,2	31	14,8	14 643	95,17	1 264,1	39 187,3

Keďže fotovoltaická elektráreň má pozostávať z 9000 FV panelov, rozhodli sme sa usporiadať jednotlivé FV panely do stringov. Navrhujeme 30 FV panelov na 1 string v usporiadaní znázornenom na (Obr. 63).



Obrázok 63 Usporiadanie 1 stringu FV elektrárne (rozmery sú uvedené v mm), (Božiková, 2010)

Stringy môžeme usporiadať pozdĺž vozovky do jedného radu, resp. do dvoch radov za sebou. Pri usporiadaní do jedného radu by bola celková dĺžka radu: počet stringov x dĺžka jedného stringu, tzn. $300 \times 9,92 \text{ m} = 2\,976 \text{ m}$. Táto dĺžka zodpovedá dĺžke kritického úseku vozovky na horskom priechode Donovaly, ktorý je 3 000 m. Ak by boli stringy v dvoch radoch, dĺžka jedného radu by bola 1 500 m. Prívody k termokáblom by však boli príliš dlhé a dochádzalo by k značným stratám. Prezentované riešenie vyhrievania vozovky horského priechodu Donovaly na úseku troch kilometrov dĺžky je iba ukázkou možností využitia v dnešnej dobe preferovaného spôsobu výroby elektrickej energie vo fotovoltaických elektrárnach. Nami predkladané riešenie má význam nielen pre zabezpečenie plynulosti dopravy na horskom priechode ale jeho význam spočíva aj v značných ekonomických a energetických úsporách. Napriek tomu, že vyhrievanie vozovky je v podmienkach Slovenska značne nadštandardným riešením, ponúkaná alternatíva je iba jednou z možností ako využiť fotovoltaické systémy v doprave k jej skvalitneniu. Vedľajším nemenej významným faktorom je zníženie ekologickej záťaže spôsobenej najmä neplynulosťou nákladnej dopravy v kritickom zimnom období.

7.9 Návrh fotovoltaického systému pre svetelnú signalizáciu



zvětšit obrázek

LED světelná signalizace
SPJD300-3-1+SPJD200-3-2

12 998,- Kč s DPH
10 832,- Kč bez DPH

LED návěstidlo SPJD300-3-1+SPJD200-3-2

Průměr návěstidla:	ø300mm + ø200mm
Provozní napětí:	100-240V/50Hz
Barva v nm:	
Červená ø300mm:	625±5 nm
Žlutá ø200mm:	590±5 nm
Zelená ø200mm:	505±5 nm
Příkon 1 tělesa:	≤ 11W
Materiál krytu:	polykarbonát (PC)
Krytí:	IP54
Standard:	EN12368
Rozměr:	850x350x140 mm

Obrázok 64 Parametre LED svetelnej signalizácie (www.cestnasignalizace.cz)

Pri riešení napájania semaforu ako prvý variant navrhujeme použitie komerčne ponúkaného fotovoltaického systému znázorneného na (Obr. 65) s popisom uvedeným v ďalšom texte, nakoľko výrobca uvádza, že takýto komerčne vyrábaný FV systém je schopný zabezpečiť napájanie vyššie špecifikovaného dopravného signalizačného zariadenia po dobu takmer 20 hodín, navrhujeme použitie nižšie popísaného FV systému.

Zloženie:

1 ks panel RADIX 72-110

1 ks regulátor CML10

2 ks VARTA SOLAR 100Ah, Bargraf



Obrázok 65 Fotovoltaický systém STANDARD, (www.esolar.sk)

Druhým variantom napájania semaforu je navrhnuť vhodný FV panel. Pri návrhu využijeme nasledovný postup. Keďže príkon semaforu je 11 W, za jednu hodinu je energia spotrebovaná semaforom $11 \text{ W} \times 1 \text{ hodina} = 11 \text{ Wh}$. Z 1 Wattu špičkového výkonu (1Wp) sa dá očakávať pre typické podmienky Strednej Európy priemerný denný zisk 6 Wh (tzn. $6 \text{ Wh} \times 365 \text{ dní} = 2190 \text{ Wh}$ za rok) z každého Wp. Keďže energia spotrebovaná semaforom za 1 hodinu je 11 Wh za pol dňa prevádzky, tzn. za 12 hodín spotrebuje semafor $12 \times 11 \text{ Wh} = 132 \text{ Wh}$. Ak priemerný denný zisk z 1 Wh je 6 Wh, tak na výrobu 132 Wh elektrickej energie bude potrebných $132 \text{ Wh} : 6 \text{ Wh} = 22$ wattov špičkového výkonu FV panelu. Pre napájanie semaforu pomocou FV panelu by bol teda potrebný FV panel s menovitým výkonom 22 W. Napájanie je možné realizovať pomocou komerčne vyrábaného 22 W fotovoltaického panelu

na báze monokryštálu Garantovaná doba životnosti FV panelu je po dobu 25 rokov. Bližšia technická špecifikácia odporúčaného FV panelu je uvedená v tabuľke 19.

Tabuľka 19 Technická špecifikácia 22W fotovoltaického panelu, monokryštál

Parameter	Hodnota parametra
Maximálny výkon	22 W
Maximálne výstupné napätie pri záťaži	16,70 V
Maximálny prúd pri záťaži	1,32 A
Pracovná teplota	- 45°C až + 85°C
Rozmery	(430x450x4) mm
Rám	Hrúbka 35 mm