Obsah 2-dňovej („3“-dňovej) praxe (praktickej časti) kurzu Fotovoltaické a Solárne systémy = Obsah + Ciele + Denný program + Metodika + Očakávaný výstup :)

Obsah

Ciele praktických cvičení pre inštruktora

Denný program a návod pre inštruktora

1. deň - ZÁKLADY ELEKTROTECHNIKY (Malá elektrina)

2. deň - ZÁKLADY A MONTÁŽ DC ČASTÍ

2.1 Úvod do fotovoltiky (3 h)

2.2 Bezpečnosť pri práci (2 h)

2.3 Praktická montáž panelu (5 h)

3. deň - INVERTOR, OCHRANY A MERANIE

3.1 Zapojenie invertora (3 h)

3.2 Merania a diagnostika (3 h)

3.3 Mini projekt (4 h)

Metodika výučby pre inštruktora

Očakávaný výstup

Vypracovanie

Ciele praktických cvičení pre inštruktora

Cieľom praktickej časti je viesť účastníkov od teoretického pochopenia solárnych a fotovoltických systémov k ich praktickej aplikácii.

Inštruktor počas konania praktických cvičení musí:

- zabezpečiť dodržiavanie bezpečnostných pravidiel (BOZP),
- demonštrovať správne postupy montáže a diagnostiky,
- viesť študentov pri meraniach elektrických veličín a práci so softvérovými nástrojmi,
- poskytovať priebežnú spätnú väzbu a opravovať nesprávne postupy,
- podporovať tímovú spoluprácu a riešenie komplexných úloh.

Praktické cvičenia sú štruktúrované tak, aby účastníci postupne získavali zručnosti a istotu pri manipulácii s „veľkými“ FV komponentmi.

Denný program a návod pre inštruktora

Tabuľka realizovaného (urobeného) pre školiteľa.

Zabezpečené v rámci prípravy na školenie vyfarbí inštruktor zelenou farbou.

	Obsah teórie	Praktická ukážka alebo Úlohy	Pokyny	Požadovaný výsledok	MTZ
	1	2		3	4
Základy elektrotechniky (1)	√	√		√	√
Úvod do fotovoltiky (2.1)	√	√	√	√	√
Bezpečnosť pri práci (2.2)	√	√		√	√
Montáž panelov (2.3)	√	√		√	√
Zapojenie invertora (3.1)	√	√		√	√
Meranie a diagnostika (3.2)		**Sumár resp. samostatné opakovanie cvičení**			
Miniprojekt (rodinný dom, 3.3)		√	√	√	√

Univerzálne pravidlo pred každým meraním

Merajúci, teda aj študent, by si mal pred meraním položiť 4 otázky:

1. **Čo idem merať?**
2. **Aký rozsah nastavím?**
3. **Kam pripojím meracie vodiče?**
4. **Môže pri tomto meraní vzniknúť skrat?**

Ak nevie odpovedať na všetky štyri otázky, meranie by nemal vykonať.

Deň 1 Základy elektrotechniky

Špecialita 1. dňa: časové rozdelenie na 2 dni teórie a 3 dni praxe je len teoretické. Už počas vyučovania teórie nielen, že môžeme, ale musíme zaradiť „praktické“ úlohy. Od začínajúceho študenta totiž nemôžeme čakať, že dokáže sériovo zapojiť fotovoltické panely, keď nevie zapojiť paralelne rezistory. To platí aj o vhodnosti výberu priemeru solárneho kábla. Ak žiak nevie a nechápe čo je elektrický prúd. Práve preto je dôležité pracovať prakticky, s malými napätiami a „malou“ elektronikou, už počas tzv. teórie. Žiaci tak získajú nielen vedomosti ale aj zručnosti. A veľakrát aj odvahu a úprimný záujem o preberanú problematiku.

Cieľom študentov je: osvojiť si základy elektrotechniky, prekonať obavy, získať minimálnu manuálnu prax v zapájaní a používaní meracích prístrojov...

Význam pre prednášajúceho: prednášajúci mení formu vyučovania, čo účastníkom aj jemu len prospeje. Súčasne si overí ich manuálne zručnosti.

Výhodou sú: minimálne požiadavky na technické zabezpečenie. Solárny LED reflektor s pohybovým senzorom spoločnosti Livarno stojí menej ako 6 €, Multimeter do 10 € + Stavebnica s mikrokontrolérom Arduino...

1.1 Obsah teórie:

Základný elektrický obvod, Elektrický odpor, Rezistor, Sériové zapojenie, Paralelné zapojenie, Spínač, Žiarovka, Polovodičová dióda, LED, Jednosmerné a Striedavé napätie, Elektrický prúd, Meranie napätia, Meranie prúdu, Vodič, Nevodič, Izolant, Fotovoltický (FV) panel, FV článok, FV pole, FV string.

1.2 Praktická ukážka, resp. Úlohy:

- zmerajte napätie batérie,
- určite hodnotu rezistora označeného farebne,
- zmerajte hodnotu rezistora označeného farebne,
- zapojte rezistor a LED do kontaktného poľa,
- zapojte rezistor, tlačidlo a LED do kontaktného poľa. V obvode zmerajte prúd na rôznych miestach obvodu,
- zapojte a zmerajte napäťový delič. V obvode zmerajte napätie,
- overte, že zapojeným dvoch rovnako veľkých rezistorov paralelne klesne výsledná hodnota odporu na polovicu,
- overte, že zapojeným dvoch rezistorov sériovo výsledná celkového hodnota odporu stúpne,
- zmerajte napätie a prúd na 3 minipaneloch zapojených za sebou,
- zmerajte napätie a prúd na 3 minipaneloch zapojených vedľa sebou.

1.3 Požadovaný výsledok:

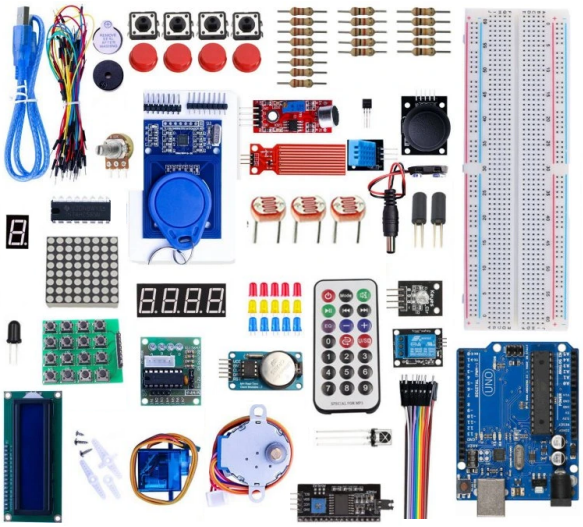
- žiak vie popísať jednoduchý elektrický obvod a jeho časti, a tiež taký obvod zapojiť,
- žiak vie čo je to elektrický odpor, popísať súčiastku rezistor, zapojiť rezistory paralelne a sériovo tak, aby sa spôsob zapojenia prejavil na svetle (intenzite svietenia) žiarovky alebo LED diódy,

- žiak vie zapojiť spínače paralelne a sériovo a vysvetliť ako také zapojenie ovplyvní svietenie žiarovky,
- žiak vie zapojiť batérie paralelne a sériovo a vysvetliť ako také zapojenie ovplyvní „hranie“ prenosného tranzistorového rádia...
- žiak vie zapojiť fotovoltické panely paralelne a sériovo a vysvetliť ako také zapojenie ovplyvní napätie a prúd,
- vie vysvetliť pojmy, ktoré sú obsahom teórie.

1.4 MTZ:

- Starter Kit Mega 2560 Project resp. akákoľvek stavebnica s mikrokontrolérom, napríklad Arduinom, ktorá obsahuje:
  - Kontaktné pole, Rezistory, LEDky, Fotorezistor, Potenciometer, Spínače, Vodiče;
- MultiMeter;
- Žiarovky a objímky na ne (2 ks);
- AA batérie (3 až 4 ks) a Držiak na batérie[1],
- Solárny LED reflektor s pohybovým senzorom spoločnosti Livarno s odnímateľným fotopanelom...

Solárny LED reflektor s pohybovým senzorom a s odnímateľným fotopanelom



Starter Kit Mega 2560 Project

[1] Ako zdroj elektrickej energie je možné použiť aj transformátor a mikrokontrolér. Čo ale nedoporučujeme! V praxi nastávajú problémy s predlžovacími káblami (predlžovačkami), BOZP...

Deň 2.1 Úvod do fotovoltiky (3 h)

2.1.1 Obsah teórie:

Fotovoltický jav; Rozdiel medzi monokryštalickými a polykryštalickými panelmi; Základná stavba panelu; Napätie, prúd, výkon (P = U × I), Wp; Zapojenia panelov (sériovo a paralelne); IV charakteristika (IV krivka) panelu; String; Pole.

2.1.2 Praktická ukážka, resp. Úlohy:

- zmerajte napätia a prúd vyrobený 1 FV panelom,
- zapojte 3 skutočné FV panely sériovo (string) a zmerajte vyrobené napätie a prúdy. Vypočítajte ich výkon.
- zapojte 4 skutočné FV panely ako pole (array) a zmerajte vyrobené napätie a prúdy. Vypočítajte ich výkon.

Pokyny pre meranie napätia 1 FV panela (Ako sa meria napätie jedného FV panela?)

Napätie jedného fotovoltického panela sa meria voltmetrom (alebo multimetrom nastaveným na meranie jednosmerného napätia DC) zapojeným paralelne na svorky panela.

Postup merania

1. Multimeter nastavte na meranie DC napätia (V⎓).

2. Zvoľte rozsah vyšší, než je predpokladané napätie panela (napríklad 200 V DC).
3. Červený vodič pripojte na kladný pól (+) panela.
4. Čierny vodič pripojte na záporný pól (-) panela.
5. Odčítajte hodnotu na displeji.

Čo nameriate?

Ak panel nie je pripojený k záťaži, nameriate napätie naprázdno (Voc).

Príklad:

- *Panel 550 W*
- *Voc = 49,8 V*

Pri dobrom osvetlení nameriate približne 48 až 50 V.

Mali by ste vedieť:

Ak je panel pripojený k regulátoru alebo meniču a dodáva výkon, nameriate prevádzkové (pracovné) napätie (Umpp, Vmpp).

Príklad:

- *Voc = 49,8 V*
- *Vmpp = 41,5 V*

Počas prevádzky bude napätie približne 41 V.

Pokyny pre meranie prúdu 1 FV panela (Ako sa meria prúd jedného FV panela?)

Prúd jedného FV panela sa meria ampérmetrom zapojeným do série s obvodom alebo pomocou DC kliešťového ampérmetra.

Meranie skratového prúdu (Isc)

Ide o najčastejšie meranie samotného panela.

Postup merania

1. Multimeter nastavte na meranie DC prúdu (A).
2. Červený vodič priložte do zdierky označenej A alebo 10 A.
3. Pripojte meracie vodiče priamo k pólom panela.

Nameraná hodnota je skratový prúd Isc.

Príklad:

- *Na štítku panela: Isc = 14,2 A*
- *Pri plnom slnečnom žiarení nameriate približne 13 až 14 A.*

Meranie prevádzkového prúdu

Ak je panel pripojený k regulátoru alebo záťaži, ampérmeter sa vloží do série.

Takto zistíte skutočný prúd dodávaný panelom.

Meranie DC kliešťovým ampérmetrom

Ide o najbezpečnejšiu metódu.

1. Kliešťový ampérmeter nastavte na DC A.
2. Obopnite iba jeden vodič od panela.
3. Odčítajte hodnotu.

Mali by ste vedieť:

Ak vložíte do klieští oba vodiče naraz, výsledok bude približne 0 A, pretože magnetické polia sa navzájom rušia.

Pokyny pre meranie napätia stringu FV panelov (Ako sa meria napätie stringu FV panelov?)

Napätie stringu FV panelov sa meria rovnako ako napätie jedného panela, teda voltmetrom zapojeným

paralelne, ale meria sa na koncoch celého stringu.

Postup merania

1. Multimeter nastavte na meranie DC napätia (V⎓).
2. Zvoľte rozsah vyšší než očakávané napätie stringu.
3. Červenú sondu pripojte na plus (+) stringu.
4. Čiernu sondu pripojte na mínus (-) stringu.
5. Odčítaj hodnotu.

Čo nameriate?

Pri sériovom zapojení sa napätia jednotlivých panelov sčítavajú.

Príklad:

1 panel: Voc = 50 V

String: 10 panelov v sérii

Napätie naprázdno stringu:

Voc(string) = 10 × 50 V = 500 V

Pri bežnej prevádzke:

Vmpp panela ≈ 41 V

Vmpp(string) = 10 × 41 V = 410 V

Mali by ste vedieť (Na čo si dať pozor):

Stringy môžu mať napätie 300 V, 600 V, 1000 V alebo aj viac, čo je životu nebezpečné DC napätie. Preto:

- používajte multimeter s dostatočným rozsahom DC napätia,
- používajte izolované meracie hroty,
- nedotýkajte sa odkrytých vodičov,
- dodržiavajte bezpečnostné predpisy pre prácu na FV systémoch.

Mali by ste vedieť, zapamätajte si:

Jeden panel: meriate napätie medzi jeho + a − pólom.

String: meriate napätie medzi + a − koncom celého reťazca panelov.

Pri sériovom zapojení sa napätia sčítavajú, prúd zostáva rovnaký.

Pokyny pre meranie napätia poľa FV panelov (Ako merať napätie poľa FV panelov?)

Napätie poľa FV panelov sa meria voltmetrom, resp. multimetrom nastaveným na DC napätie, medzi kladným a záporným vývodom celého poľa.

Pole FV panelov tvorí viac stringov panelov zapojených paralelne.

Postup merania

1. Nastavte multimeter na meranie DC napätia (V⎓).
2. Zvoľte rozsah vyšší ako predpokladané napätie poľa.
3. Červenú sondu pripojte na kladný pól (+) poľa.
4. Čiernu sondu pripojte na záporný pól (-) poľa.
5. Odčítajte nameranú hodnotu.

Mali by ste vedieť:

Ako sa správa napätie poľa?

Ak sú stringy zapojené paralelne:

- napätie poľa = napätie jedného stringu,
- prúdy jednotlivých stringov sa sčítavajú.

Príklad:

String 1 = 450 V

String 2 = 450 V

String 3 = 450 V

Napätie poľa:

Upoľa = 450 V

Ak sú stringy zapojené sériovo

- Napätia stringov sa sčítavajú.

Príklad:

String 1 = 450 V

String 2 = 450 V

Napätie poľa:

Upoľa = 900 V

Zásady bezpečnosti (Bezpečnosť pri práci pri meraní skutočných FV panelov)

Napätie FV poľa môže dosahovať 600 V, 1000 V alebo 1500 V DC, čo je veľmi nebezpečné. Preto:

- **používajte merací prístroj určený pre príslušné DC napätie,**
- **používajte osobné ochranné prostriedky,**
- **merajte len na určených meracích bodoch (string box, DC rozvádzač, vstup meniča),**
- **nedotýkajte sa odkrytých živých častí.**

Mali by ste vedieť (pravidlá jednoducho):

- Panel meranie medzi + a − jedného panela.
- String meranie medzi + a − koncom stringu.
- Pole FV panelov meranie medzi hlavným + a − vývodom celého FV poľa.
- Napätie sa vždy meria paralelne.

Pokyny pre meranie prúdu FV poľa (Ako merať prúd poľa FV panelov?)

Prúd poľa FV panelov sa meria ampérmetrom zapojeným do série s výstupom poľa alebo, čo je v praxi najčastejšie, DC kliešťovým ampérmetrom.

Meranie prúdu poľa kliešťovým ampérmetrom

Najbezpečnejší a najjednoduchší spôsob.

Postup merania

1. Kliešťový ampérmeter nastav na DC A.
2. Obopnite kliešťami iba hlavný kladný alebo záporný vodič poľa.
3. Odčítajte hodnotu prúdu.

Do klieští vložte len jeden vodič.

Meranie ampérmetrom

Ampérmeter sa musí zapojiť do série s výstupom poľa.

Takto zmeriate celkový prúd dodávaný poľom.

Ako sa správa prúd poľa pri paralelnom zapojení stringov?

Prúdy sa sčítavajú.

Príklad:

String 1 = 12 A

String 2 = 12 A

String 3 = 12 A

Celkový prúd poľa:

I = 12 + 12 + 12 = 36 A

Ako sa správa prúd poľa pri sériovom zapojení stringov?

Prúd zostáva rovnaký ako prúd jedného stringu.

Príklad:

String 1 = 12 A

String 2 = 12 A

Celkový prúd:

I = 12 A

Kde sa prúd poľa meria?

Najčastejšie:

- v string boxe,
- v DC rozvádzači,
- na vstupe do meniča,
- monitorovacím systémom meniča.

Mali by ste vedieť, zapamätajte si:

Napätie sa meria paralelne.

Prúd sa meria sériovo.

Pri paralelnom zapojení sa prúdy sčítavajú.

Pri sériovom zapojení zostáva prúd rovnaký.

Na meranie prúdu FV poľa je najvhodnejší DC kliešťový ampérmeter.

Prúd sa meria ampérmetrom zapojeným do série s obvodom.

Pri FV paneloch sa najčastejšie merajú: Skratový prúd (Isc) a Prevádzkový prúd.

Postup merania skratového prúdu (Isc)

1. Multimeter nastavte na meranie DC prúdu.
2. Meracie vodiče pripojte priamo na vývody panela.
3. Meranie vykonávajte len prístrojom s dostatočným prúdovým rozsahom.
4. Zmeraná hodnota sa blíži údajom na štítku panela pri plnom osvetlení.

Prevádzkový prúd

- Meria sa pri pripojenej záťaži alebo regulátore.
- Ampérmeter musí byť zapojený do série medzi panel a záťaž.

Meranie kliešťovým ampérmetrom

Ide o najbezpečnejší spôsob.

- Kliešte obopnú jeden vodič (nie oba naraz).
- Prístroj musí podporovať meranie DC prúdu.

Príklad

Panel má na štítku:

- *Napätie MPP: 41 V*
- *Prúd MPP: 13 A*
- *Výkon: približne 530 W*

Potom pri optimálnych podmienkach:

*P = U * I = 41 * 13 ≈ 533 W*

Zásady bezpečnosti (Bezpečnosť pri práci pri meraní skutočných FV panelov)

- **Nikdy neprepínajte multimeter na meranie prúdu, ak sú vodiče zapojené v zásuvkách pre meranie napätia.**
- **Pri väčších FV poliach môžu byť prúdy desiatky ampérov a napätia stovky voltov DC, čo je nebezpečné.**

2.1.3 Požadovaný výsledok:

- žiak rozumie, ako vzniká elektrina a aké sú základné parametre panelu,
- žiak dokáže zapojiť panely paralelne a sériovo, resp. vytvoriť string a pole, a následne zmerať vyrobené napätie a prúd.

2.1.4 MTZ:

- 4 ks Fotovoltických panelov,
- Meracie vodiče,
- Prepojovacie vodiče X,
- Prepojovacie vodiče Y,
- Digitálny multimeter s rozsahom pre jednosmerné napätie (DC V),
- Kliešťový ampérmeter.

Deň 2.2 Bezpečnosť pri práci (2 h)

2.2.1 Obsah teórie:

Riziká DC napätia (panely generujú napätie stále); Polarita; Elektrický oblúk pri DC; Ochranné prvky: ističe, odpínače, prepäťové ochrany (SPD); Práca na streche + osobné ochranné pracovné prostriedky (OOPP)... Zásady práce s meracími prístrojmi.

2.2.2 Praktická ukážka, resp. Úlohy:

- zmerajte napätia panela a strigu naprázdno (V_{OC}),
- zmerajte prúdy panelu a poľa kliešťovým ampérmetrom,
- skontrolujte zmeraný a vypočítaný kontrola výkon stringu,
- prakticky ukážte a popíšte spôsob zistenia chyby - odpojený panel,
- prakticky ukážte a popíšte spôsob zistenia chyby – zlá polarita.

2.2.3 Požadovaný výsledok:

- žiak chápe riziká a vie pracovať bezpečne,
- ovláda správne postupy merania multimetrom,
- ovláda správny postup merania kliešťovým ampérmetrom,
- dokáže skontrolovať polaritu.

2.2.4 MTZ:

- Multimeter,
- Kliešťový ampérmeter,
- prípadne Kalkulačka.

Deň 2.3 Praktická montáž panelu (5 h), t.j. nácvik na tréningovej konštrukcii[2]

2.3.1 Obsah teórie:

Moment sily, Momentový kľúč, meranie prúdu a napätia...

2.3.2 Praktická ukážka, resp. Úlohy:

- zmontujte z hliníkových líšt cvičnú konštrukciu,
- správne dotiahnite svorky momentovým kľúčom,
- zapojte MC4 konektor,
- vytvorte jednoduchý stringu (2),
- zmerajte napätie stringu,
- vytvorte jednoduché FV pole (2 * 2 stringy),

- zmerajte napätie a prúd FV poľa.

2.3.3 Požadovaný výsledok:

- žiak vie mechanicky upevniť panel, zapojiť MC4 a zmerať DC napätie a prúd.
- žiak vie, prečo riešime správny moment sily.

2.3.4 MTZ:

- FV panely,
- Momentový kľúč,
- MC4 konektory,
- Prepojovacie vodiče X,
- Prepojovacie vodiče Y,
- Montážna súprava na MC4,
- Predvŕtané hliníkové lišty,
- Spojovací materiál,
- Prúdové kliešte,
- Multimeter...

[2] Nie priamo na streche.

Deň 3.1 Zapojenie invertora (3 h)

3.1.1 Obsah teórie:

Invertor, čo robí; Typy: on-grid, hybrid, off-grid; DC vstup, AC výstup; Ochrany: ističe a prepäťová ochrana.

3.1.2 Praktická ukážka, resp. Úlohy:

- zapojte DC vstup do tréningového invertora,
- zapojte AC výstupu do cvičného rozvádzača,
- vyhodnoťte (skontrolujte) správnosť poradia zapojenia.

3.1.3 Požadovaný výsledok:

- žiak rozumie celému toku energie od panela po zásuvku.

3.1.4 MTZ:

- Cvičný invertor,
- Cvičný rozvádzač,
- Vodiče...

Deň 3.2 Meranie a diagnostika (3 h)

Ide o sumarizáciu poznatkov získaných v predchádzajúcich cvičeniach a samostatné zopakovanie realizáciu predchádzajúcich úloh.

3.2.1 Obsah teórie:

Je preto identický s obsahom predchádzajúcich cvičení.

3.2.2 Praktické ukážky, resp. Úlohy:

- sú identické (totožný) s obsahom predchádzajúcich cvičení.

3.2.3 Požadovaný výsledok:

- je identický s obsahom predchádzajúcich cvičení.

3.2.4 MTZ:

- MTZ vybrať podľa zamerania, ktoré sa môže v každej cieľovej skupine líšiť. Iné bude u skupiny študentov a iné u skupiny dospelých účastníkov kurzu, ktorí vlastnia §21.

Deň 3.3 Miniprojekt (4 h)

3.3.1 Obsah teórie: **?**

3.3.2 Praktická ukážka, resp. Úlohy:

- navrhnite malý systém pre rodinný dom, napríklad 5 kWp. Určite (vypočítajte):
  - počet panelov,
  - typ invertora,
  - parametre a počet batérií,
  - orientáciu a uhol FV poľa, prípadne stringu...

Iný variant úlohy:

- navrhnite systém pre malú výrobnú prevádzku živnostníka.

Pokyny

Každý variant má iný čas spotreby elektrickej energie.

Pri kontrole návrhov si musí hodnotiaci uvedomiť, že zmyslom cvičenia je ukázať a precvičiť postup. Hodnotení nie sú profesionálne firmy, ktoré sa danou problematikou zaoberajú. To isté si musia uvedomiť aj študujúci. Výsledok ich riešenia nemusí byť rovnaký s výsledkom profesionálov. T.j. s výsledkom odborníkov, ktorí majú niekoľko rokov praxe (skúsenosti), vedia (majú) najnovšie poznatky, ceny, a tiež poznajú trendy a formy štátnej podpory FV techniky.

3.3.3 Požadovaný výsledok:

- žiak, alebo skupina, vie navrhnúť a prezentovať návrh FV systému pre rodinný dom.
- žiak, alebo skupina, vie navrhnúť a prezentovať návrh FV systému pre malú výrobnú prevádzku živnostníka.

3.3.4 MTZ

- Počítač s pripojením na Internet. Slúžiť má na stiahnutie excelovských cvičebníc, použitie webových stránok so solárnymi mapami, štúdium vzdelávacích materiálov, tvorbu prezentácie (nemyslí sa pptx)...;
- Kalkulačka;
- Excelovské cvičebnice[3]...

Momentálne sú k dispozícii cvičebnice na:

- Výpočet napätia panelov za sebou a Vhodnosť výberu regulátora,
- Výpočet prierezu solárneho kábla a Vhodnosť výberu kábla,
- Výpočet prúdu panelov vedľa seba a Vhodnosť výberu regulátora.

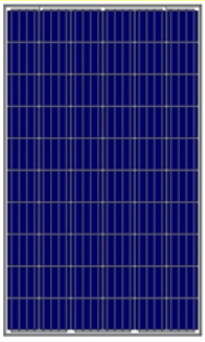
[3] Stručné pripomenutie: Ide o príklady vypočítané v Exceli, ktoré sú doplnené relevantným obrázkom. Vďaka možnosti meniť vstupné hodnoty a vďaka použitiu vzorcov môže učiteľ v krátkom čase distribuovať rôzne zadania a takmer okamžite skontrolovať výsledky žiakov, resp. overiť správnosť ich výpočtu. Vstupné hodnoty, ktoré učiteľ môže meniť, sa nachádzajú v žltých bunkách, vypočítané výsledky sa nachádzajú v okrových bunkách.

Výpočet napätia panelov za sebou a Vhodnosť výberu regulátora

Panel: FV panel Amerisolar 285Wp

Z katalógového (technického) listu panela zistite:
napätie naprázdno (V_{oc}) 38,7 **V** .

https://www.solar-eshop.sk/p/fv-panel-amerisolar-285wp/strieborny-ram/



Pretože napätie pri nízkych teplotách stúpa,
pripočítajte k V_{oc} rezervu (bezpečnostnú prirážku) na mráz.
Pre slovenské a české zimy do -25 °C = 25 %.
1,25

Odhadované napätie jedného panela v mraze = *48,375* ***V*** .

Počet panelov zapojených za sebou: 5 ks

Porovnajte hodnotu napätia vypočítanú *241,875* ***V*** .
s hodnotou vášho MPPT regulátora
a určite či je vhodný.

Váš regulátor:
Victron SmartSolar 150/35
0-%20Ostatn%C3%A9&utm_id=17603234080&gad_source=1&gad_campaignid=

Tento regulátor: **Regulár nie je vhodný.**
Dôvod: **150** < *241,875*

Naposledy upravené 14.3.2026

Výpočet napätia panelov za sebou a Vhodnosť výberu regulátora

Výpočet prierezu solárneho kábla a Vhodnosť výberu kábla

Maximálny skratový prúd (I_{SC}) = *11,938* ***A*** .

Tento prúd preteká celým stringom bez ohľadu na to, či máte 4 alebo 5 panelov.

Počet panelov vedľa seba = 5 ks.

Skratový prúd 1 panela = 9,55 **A** .

Bezpečnostný faktor = Koeficient bezpečnosti = 1,25

Toto je obvyklá hodnota.

Napätie stringu panelov = 242 **V** .

Napätie stringu panelov vypočítame na inej záložke tejo cvičebnice.

Prípadne doplňte napätie systému, napríklad 12 V, 24 V, 48 V.

Dĺžka trasy = 3 **m** .

Vo vzorci v H29 sa počíta celkovou dĺžkou sľučky, teda tam aj späť.

Aplikácia spoločnosti Victron Energy dĺžku trasy nezdvojnásobuje.

Merný elektrický odpor vodiča (ρ) ≈ 0,0175 **Ω * mm²/ m**

0,0175 pre meď (Cu)

Maximálny dovolený úbytok napätia (ΔU) 1 %

Odporúča sa hodnota 1 až 2 %. Pri dĺžkach nad 10 m 3 %.

Povolený úbytok napätia = 2,42 ***V*** .

ΔU = *0,6267* ***V*** .

Toto je vypočítaný úbytok napätia.

Minimálny prierez S = *0,5179* ***mm²***

Aký kábel si kúpite? 4 **mm²**

Minimálny prierez musí > 4 mm².

Predávajú sa prierezy 4 mm², 6 mm², 10 mm² alebo 16 mm²...

Skutočný úbytok (ΔU) = *0,31336* ***V*** . Pre 4 mm² kábel.

Skutočná strata = *0,12949* *%*

Porovnanie strát =>

Požadovaná	*1*	*%*
Skutočná	*0,12949*	*%*
Rozdiel	*0,87051*	*%*

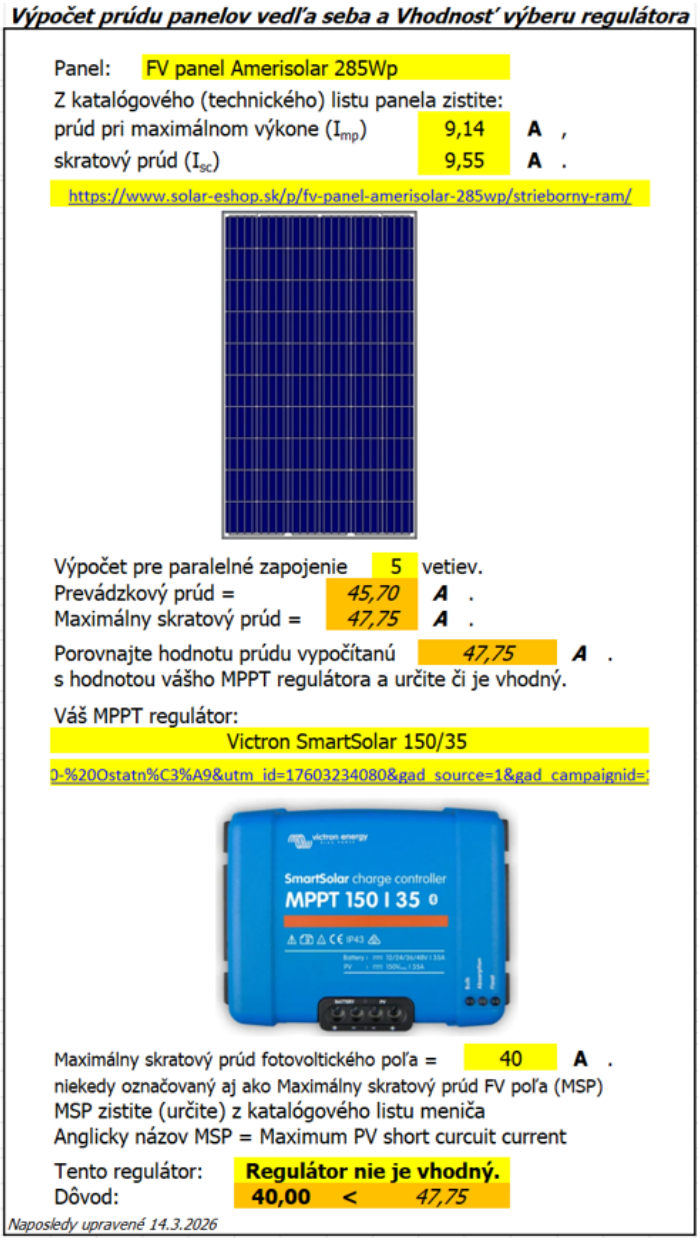
Prierez žily [mm²]	Priemer žily [mm]
4	2,26
6	2,75
10	3,57
16	4,51

Vybrali ste vhodný kábel. **Zdroj:** Conrad

Výkonová strata = *3,741* ***Watt =*** *0,13* ***% celkovej energie.***

Naposledy upravené 14.3.2026

Výpočet prierezu solárneho kábla a Vhodnosť výberu kábla



Výpočet prúdu panelov vedľa seba a Vhodnosť výberu regulátora

Panel: FV panel Amerisolar 285Wp

Z katalógového (technického) listu panela zistite:

prúd pri maximálnom výkone (I_{mp}) 9,14 **A** ,

skratový prúd (I_{sc}) 9,55 **A** .

https://www.solar-eshop.sk/p/fv-panel-amerisolar-285wp/strieborny-ram/

Výpočet pre paralelné zapojenie 5 vetiev.

Prevádzkový prúd = *45,70* ***A*** .

Maximálny skratový prúd = *47,75* ***A*** .

Porovnajte hodnotu prúdu vypočítanú *47,75* ***A*** .
s hodnotou vášho MPPT regulátora a určite či je vhodný.

Váš MPPT regulátor:

Victron SmartSolar 150/35

0-%20Ostatn%C3%A9&utm_id=17603234080&gad_source=1&gad_campaignid=

Maximálny skratový prúd fotovoltického poľa = 40 **A** .

niekedy označovaný aj ako Maximálny skratový prúd FV poľa (MSP)

MSP zistite (určite) z katalógového listu meniča

Anglicky názov MSP = Maximum PV short curcuit current

Tento regulátor: **Regulátor nie je vhodný.**

Dôvod: **40,00** < *47,75*

Naposledy upravené 14.3.2026

Výpočet prúdu panelov vedľa seba a Vhodnosť výberu regulátora

Metodika výučby pre inštruktora

Prednáška - ak je to možné vždy prepojiť s praktickou ukážkou a príkladom z praxe.

Diskusia + ***Riadená diskusia*** + ***Workshop*** [4].

Laboratórne meranie, Demonštrácia, Praktické cvičenia - inštruktor vykonáva činnosť pomaly, komentuje každý krok a upozorňuje na bezpečnostné pravidlá.

Práca so SW - študenti by mali pracovať s voľne dostupnými aplikáciami, webovými stránkami a autorom kurikula vyvinutými excelovskými cvičebnicami.

Skupinová práca, samostatná práca študentov - umožniť im vykonať činnosť sami, inštruktor prechádza, opravuje, vysvetľuje a zdôvodňuje chyby.

Vyhodnotenie - po každej aktivite zhodnotiť výsledky, vysvetliť správne postupy a porovnať s očakávanými výsledkami.

[4] Stručné pripomenutie: Diskusia, Riadená diskusia = študenti sa zapájajú do dialógu s učiteľom alebo medzi sebou na určitú tému; Workshop = prakticky orientované stretnutie alebo školenie, kde sa účastníci aktívne zapájajú do riešenia úloh, diskusií alebo tvorby.

Očakávaný výstup

Po absolvovaní celého modulu účastníci:

- **dokážu** zapojiť jednoduchý fotovoltický string, vykonať základné merania napätia a prúdu, mechanicky upevniť FV panel, zapojiť MC4 konektory a pod dohľadom základne zapojiť invertor,
- **chápu** princíp fotovoltického javu, rozdiel medzi jednotlivými typmi panelov, tok energie od fotovoltického panela až po spotrebič a riziká práce s DC napätím,
- **zvládajú** bezpečne pracovať s DC časťou systému, používať multimeter a kliešťový ampérmeter, kontrolovať polaritu a vykonávať základnú diagnostiku porúch,
- **vedia integrovať** jednotlivé komponenty fotovoltického systému (panely, stringy, ochranné prvky, invertor a rozvádzač) do funkčného celku a overiť jeho správnu prevádzku meraním,
- **samostatne navrhujú** jednoduchý fotovoltický systém pre rodinný dom, vrátane určenia počtu panelov, typu invertora a základných parametrov inštalácie.

- https://solar-training.org/how-to-become-a-solar-installer-in-south-africa/
- https://solar-training.org/staff-training-options/
- https://solar-training.org/