# Fotovoltaika, aneb život mezi moc a málo

PhDr. Mgr. Jeroným Klimeš, Ph.D. 2024-06-04

**Provizorní nedodělaná verze z 11.05.2025**

**„Fotovoltaika je zábava pro obstarožní páprdy.“ To je moje oblíbená hláška. Pro mladťochy to není, protože je to moc drahé a nebezpečné. Pro střední věk to není, protože ti musejí dělat kariéru. Po staré to není, protože se při tom musí běhat po střeše.**

Kdo chce se zabývat fotovoltaikou (FV) měl by se napřed seznámit s **hlavní FV zásadou: „Všeho je buď moc, nebo málo.“** Fotovoltaika není jediná oblast, kde se s touto zásadou setkáváme. Známe ji například u počasí. Člověk se cítí dobře někde mezi 20 až 24 °C. To je průměrná teplota afrických savan, ve které proběhla větší část jeho evoluce. Jenže zlomyslné počasí kolísá od -20 do +40 °C, takže tím je vcelku zaručená kontinuální lidská nespokojenost, která je občas a jen nakrátko přerušena hodinkou, kdy je náhodou mezi 20 - 24 °C. U FV je to stejné - buď moc slunce, nebo málo slunce, moc elektriky, málo elektriky, moc voltů, málo voltů, moc proudu, málo proudu, moc teplá voda, nebo málo teplá, moc panelů, málo panelů atd. Období, kdy je něčeho tak akorát, jsou krátká a nepředvídatelná. Tedy **celá ta mašinérie okolo FV je jen převodník na vyrovnávání, aby z „moc, nebo málo“ bylo kontinuální „tak akorát“**.

A jest k tomu dodati, že tento cíl se dá při optimálním nastavení dosáhnout jen po větší část roku, ne po celý rok. **Skrze můj dům v zimě neprochází tolik energie, kolik jí můj dům v zimě spotřebuje.** Kde nic není, tam ani FV nebere. Vyrovnávat energii v zimě a létě dokážeme jen s pomocí topení a kumulace energie do dřeva. Neexistují baterky, které by dokázaly vyrovnávat rozdíly mezi zimou a létem. FVE vyrovnává jen rozdíly mezi dnem a nocí, popř. může překlenout den, dva špatného počasí. Každopádně za každý den, který chceme vyrovnat musíme koupit jednu baterii v kapacitě denní spotřeby našeho domu, tzn. u mě cca 5 kWh, tedy 40000 Kč. Je zřejmé, že kupovat baterii, kterou využiji třeba na 10 dní za rok nemá smysl. **Proto je třeba rezignovat na sen naprosté energetické nezávislosti na veřejné síti pomocí FVE.**

To ví ČEZ také, a tak snížili poplatky za elektřinu, ale zvýšili peníze za jistič. Jistič musí totiž všichni, bez ohledu kolik spotřebují a vyrobí. Je třeba si uvědomit, že **stát (politické strany) milují firmy, ne voliče.** Kampaň jim totiž financují firmy, ne občané. Na ruku jde stát firmám ne voličům. Vyrobit jednu KWh stojí ČEZ 0,40 Kč (ano 40 halířů), prodávají ji za 6 Kč. Cena za elektriku, jak vidno nesouvisí s její výrobou. To prostě mafie vlastnící ČEZ chtějí vymámit z občanů ČR bez ohledu na vyrobenou elektriku. To je prostě výpalné za to, že žijeme v ČR.

## Dřevo jako úložiště sluneční energie

Jasoň Hampl ve svém článku Lokomotiva na dřevoplyn píše: „Cyklus sklizně japonského topolu je 2-4 roky podle možností pěstitele. Na vhodné lokalitě lze za uvedené období dosáhnout hektarového výnosu 60 - 100 tun surové štěpky (vlhkost 55 %). Pomyslný ekvivalent trvalého výkonu plantáže s japonskými topoly je 5 kW/ha (předpokládá se výhřevnost štěpky o 30 % vlhkosti 12,5 MJ/kg [a předpokládá se plantáž 1 ha velká JK]). Průměrný výkon solárních článků umístěných na hektarovém pozemku je sice vyšší, ale chybí jim akumulační schopnost biopaliv. (http://sopr.eu/lok.pdf)

<!--

Při spálení jedné tuny dřevní hmoty se spotřebuje 1,2 tuny kyslíku a vyprodukuje 1,6 tuny oxidu uhličitého. Pro vzrůst jedné tuny dřevní hmoty se spotřebuje rovněž 1,6 tuny oxidu uhličitého.

Měkké dřevo v syrovém stavu má vlhkost 50 %. V našich klimatických podmínkách vyschne pod střechou za rok na 20 % vlhkosti.

Z dřeva přirozeně vyschlého (rok pod střechou), které má vlhkost cca 20 %, vzniká dřevoplyn o výhřevnosti 4,1 – 5,9 MJ/kg (4,7 – 6,8 MJ/m3).

Pro srovnání: benzín má výhřevnost 46,4 MJ/kg (cca desetkrát vyšší).

**Tedy jeden špalík dřeva (1 kg), co dávám jednorázově do kamen, vydá tolik energie, jako potřebuji elektrické energie za celý den - 5 kW - to je překvapující nepoměr.** Prostě neexistuje efektivní převodník mezi kilem dřeva a elektrikou pro můj dům.

-->

## Jak to celé začalo?

Léta jsem o fotovoltaice snil. Hrál jsem si se dvěma malými panely (do 100 W), abych se s tím seznámil. Hlavní důvod, proč jsem to neměl dřív, byl fakt, že mi to žádná firma nechtěla postavit. Debaty s nimi končily slovy: „Vy jste se zbláznil. To, co chcete, nikdo nemá, nikdo nepotřebuje... Spolehněte se na nás my máme dlouholeté zkušenosti. Máme za sebou X 000 instalací.“ Tak toho jsem se právě bál - dělají to jako Baťa cvičky.

Co tak strašného jsem chtěl? Chtěl jsem **projekt.** Chtěl jsem vědět co kam nainstalují a jak to bude zapojené, kudy povedou dráty, kde se budou dělat díry do zdi, kde budou lišty ap. Prostě nechci mít provrtaný dům jako ementál a všude napatlané nevzhledné lišty. Na druhou stranu - když jsem předělával starou rozvodnou skříň, tak jsem pochopil, proč se jim do toho nechce. Rozvodné skříně bývají dobrý bastl. Prase, aby se v nich vyznalo.

Další problém byla možnost **ostrovního režimu**. Všichni mě od něj odrazovali a dnes si myslím, že to je ta nejlepší varianta. Jako čistý ostrov funguji od dubna do října. Po tu dobu mám dokonce odpojený hlavní jistič. Když mám vlastní elektriku, jedu 100 % na baterky a panely. Když nemám, nic neřeším, udělám cvak a jedu na veřejnou síť. To je většinou od večera do rána či do konce teplotní inverze. Tu trochu, co přesto dávají panely leju do baterek či do bojleru. To nemá cenu řešit.

Třetí problém byly **panely na svislou východní stěnu**. Svislé stěny jsou složitější, firmy to nechtějí dělat - musíte postavit lešení. Ale východní stěna chytá ranní slunce, ranní elektrika je nejvzácnější, protože baterky mají po noci dost. Takže jsem rád, že jsem si to postavil.

To, co mě ale nakonec nakoplo, abych vstal a postavil si vlastní fotovoltaiku, byl Putin a jeho útok na Ukrajinu. Řekl jsem si, že jestli zavře kohouty od plynu, tak všichni lidi přepnou na elektriku, protože dnešní „slaměné“ domy už nemají ani sklep, ani kotelnu. Chtěl jsem tedy *částečnou* energetickou soběstačnost, abych nebyl závislý na rudých bratrech a khmérech.

Výsledek tohoto bádání nad domem je pouze jedna asi metrová lišta viditelná na fasádě, která je navíc skrytá pod střechou. Dalším ziskem jsou svislé panely na JV stěně, které zachytávají právě to ranní slunce, kdy už bývají baterky vybité.

Když si necháte udělat FV od firmy, tak musíte počítat s tím, že Vy nejste jejich zákazník. Hlavní peníze, které dostávají přímo či nepřímo, jsou výrobci měničů, panelů, ČEZu a dotace od státu. Vy jste jen civilisté, co tam jen překážejí a dělají jen tu právní mlhu, která to má celé zastřešit. Proto Vaše FVE musí být výhodná pro jejich chlebodárce, ne pro Vás. ČEZ bude od Vás takřka zadarmo dostávat přetoky. Výrobci měničů jim dají výhodné slevy, když si koupí měnič od nich a ne od konkurence. Měniče se schválně vnucují hybridní, abyste museli dokupovat drahou elektriku od ČEZu, když máte málo sluníčka atd.

## Co dělat, když zařve topení plynem?

Hodí se znát, až bude Putin kroutit kohouty. Kuchyně s obývákem se dá stejně dobře vytopit tím, že pustíme troubu a otevřeme dvířka. Když je echt zle, tak se pustí sporák naplno a ve všech velkých hrncích se ohřeje voda do varu. Ty fungují jako radiátory. Podobně v periferních pokojích ohříváte vodu v rychlovarné konvici a opět hrnce s pokličkou slouží jako radiátory. Pokličky či talíře na hrncích jsou samozřejmě nezbytné, jinak máte z bytu prádelnu. Kvůli tomuto jsem se začal pídit po FV, když hrozilo, že nám Putin zavře kohouty od plynu.

Jedna známá si pořídila **kamínka na líh**. Ty jsou bez komínu - je to v podstatě velká svíčka. Jako provizorium by asi chvíli stačilo, ale muselo by se víc větrat, takže otázka je jakou by to mělo přidanou hodnotu.

Když přišel Covid, koupil jsem sporák na dřevo (Prity 1PM pravý). Dá se na něm vařit, péct. Kromě toho topí a má skleněná dvířka, takže do něj můžete hledět jako do krbu. Pozor, ale je to bulharská práce, tedy musíte si koupit kamnářský tmel a zatmelit plechy, protože jinak to jimi čadí. Dále se to špatně čistí. Dále jsou to kamínka, tedy musejí se každý rok vyčistit od sazí. Koupil jsem si i štětku, takže protáhnu i komín.

## Pravidla bezpečnosti

Práce s elektřinou je nebezpečná a stejnosměrná elektřina tuplem nebezpečná. Tedy na bezpečnosti se nesmí šetřit. Co to v praxi znamená?

A) Panely mám v bezpečné vzdálenosti od okrajů střechy a od vedení hromosvodů (50 cm).

B) Rámy panelů jsou všechny propojeny a svedeny na elektrickou zem.

C) Přepěťové jističe, pojistky a veškerá stejnosměrná elektrika z panelů jde do odděleného rozvaděče a splňuje všechny normy. Už nám kdysi do domu bouchl blesk a odpráskl indukční vařič. Nehodlám si to zopakovat.

D) Sice jsem si sám natahal dráty (6 $mm^2$, dvojmo izolované), ale zapojení vlastních přístrojů do rozvaděčů mi dělal profesionální elektrikář s koncesí, takže to má štábní kulturu - správné barvičky a průřezy drátů, všady samé z mého pohledu nadbytečné jističe. Ale co elektrikář řekl, to jsem tam dal.

E) Když pracuji na zapojování stejnosměrné elektřiny, tak to dělám po západu slunce. Nepracuji s dráty pod napětím 300 V DC.

## Vyplatí se vám to?

Na odpověď, jestli se mi fotovoltaika vyplácí, mám jak Cimrman předpřipravenou odpověď: „Ano, jako každé protipovodňové opatření.“ Na otázku, jestli se vyplácí i finančně, odpovídám: „Ano, vydělává rozhodně více, než když by mi ty peníze ležely na účtě, žrala je inflace a já z nich měl jen mizivé úroky.“ Jinak vyrobenou elektriku neměřím, prostě barák jede celý na fotovoltaiku, co dá, to dá. Samozřejmě ČEZ si vždy nahrabe své - teď zdražil povinné sazby za připojení a lidem s přímotopy slevil na elektrice. Jinými slovy své peníze odevzdáte ČEZu, ať máte FVE nebo ne. Stát má rád své firmy, ne občany. Je to jako u medicíně. Napřed se musí nažrat rakovina, orgány počkají. Výroba jedné kW hodiny je cca 50 halířů. Proč nám ji prodávají za 6 Kč? Protože platí pravidlo, že droga, mafie a rakovina mají vždy přednost.

Je to jako s penězi - nesleduji, kolik vydělám. Sleduji, kolik utratím a kam co odtéká. Důležité je, aby tam byla nerovnice - víc přitéká, než odtéká. Tato zásada je, co se týká peněz, můj životní standard. U elektriky to bohužel nejde přes zimu, protože Praze vládne inverze - sloha mraků skrze kterou nepronikne žádné slunce. To je rozdíl třeba od Ondřejova (30 km od Prahy), kde i v zimě bývá občas slunečno.

Když jsem zvažoval fotovoltaiku, řešil jsem pořád náklon, orientaci a maximální využití panelů. To bylo úplně zbytečné, protože **fotovoltaický život ovládají mraky, zejména inverze**:

Když je inverze, sloha, není elektrika skoro vůbec, je třeba přepnout na veřejnou síť. Žádné přilévání, prostě cvak a z čistě ostrovního domu je dům zcela připojený na veřejnou síť.

Když je polojasno, je elektrika, ale bojler to má nahraně.

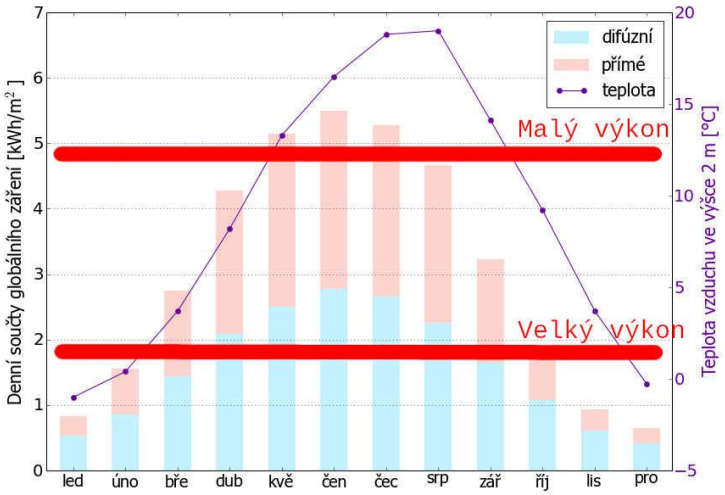
Když je jasno, i když je zimní období a panely mají neoptimální náklon, tak je plná baterka i plný bojler.

**Ať je jaký chce náklon, jakékoli roční období, když svítí slunce, je elektriky nadbytek.** Předchozí věta samozřejmě platí za předpokladu, že máte počet panelů správně dimenzovaný na předpokládanou spotřebu domu.

## Dimenzování fotovoltaické elektrárny - filosofie

Začněme filozofií, tedy tím, co se nedá spočítat. Řekli jsme si, že u FVE v létě bude moc elektriky a v zimě málo - s tím nic neuděláme. Můžeme však nastavit hodnoty mezi tím.

Osvit kolísá podle následujícího grafu. Když si dáte málo panelů, malý výkon, pak jsou pořizovací náklady malé, ale přebytky máte jen květen až červenec. Zbytek roku máte elektriky nedostatek a musíte ji dokupovat. Velký výkon panelů má vyšší pořizovací náklady, ale nedostatkem osvitu či elektriky trpíte jen od listopadu až do února. Moje verze je přibližně na čáře velkého výkonu, takže tři čtvrtě roku běžím na čistě ostrovní režim. Další zvyšování výkonu panelů nemá smysl, protože celou zimu je v Praze inverze.




## Výpočet hlavních parametrů elektrárny

Následující čísla nejsou fyzikální vzorce, ale čísla odvozená z praxe.

Najdete si vyúčtování elektřiny z dob, kdy jste ještě neměli fotovoltaiku, a spočítáte si přibližnou denní spotřebu. Například z faktury vyčtu:

*Fakturujeme Vám spotřebu elektřiny dle Smlouvy o sdružených službách dodávky elektřiny za období 07.12.2021 do 16.05.2022 do Vašich odběrných míst. Celkové množství odebrané elektřiny: 1,097 MWh.*

Odečtu tato dvě data v Calcu (Excelu): (16.05.2022 - 07.12.2021)=160 dní

1097 KWh ÷ 160 dní = 6,8 kWh/den

Pro různé období mi vychází spotřeba 5-7kWh na den. A nyní ta pravidla palce:

**Jestliže máte denní spotřebu 5 kWh za den, pak potřebujete:**

**min 5kWp výkon panelů**

**min 5kW výkon měniče**

**10 kWh baterky** (tzn. dva dny spotřeby).

Za stejného předpokladu 5kWh příkonu budete mít v létě dostatek teplé vody z přebytečné elektřiny, v jaře a na podzim tak napůl, v zimě samozřejmě naprostý nedostatek. Toto je moje ověřená zkušenost z našeho domu a naší domácnosti.

Známí dále říkali: Jestliže Vám stačí 5kW na elektriku v domě bez bojleru, pak na dodatečný plný bojler počítejte dalších 10kW a na případný elektromobil v plném provozu dalších 15 kW, tedy celkem 30 kWp panelů. Tyto hodnoty předávám bez osobní zkušenosti.

Moje hodnoty jsou:

16 × 400 Wp = 6400 Wp = 6,4 kWp fotovoltaické panely

6 kW jednofázový měnič na 48 V baterie a elektriku 240V

4 kW měnič na bojler

10 kWh baterie - spotřeba na dva průměrné dny, popř. jeden extrémní.

Tyto hodnoty jsou dostatečné pro zásobování domu od března do listopadu v ostrovním režimu. V zimě je v Praze inverze, takže elektrika z panelů je v mizivých číslech. Pokud vidím, že to ten den dům neutáhne, přepnu na veřejnou síť a nic neřeším. Zbytky tlačím do bojleru nebo do baterek, pokud nejsou již plné.

I v létě se občas, ale opravdu vzácně stane, že tři dny nad hlavou visí temné mraky a baterky už to neutáhnou, tak podobně přepínám z ostrova na čistou elektriku ze sítě.

Pokud to jde, **držím baterky co nejvíc nabité a co nejdřív po vybití nabíjím. Dále nevybíjím do mrtě, a vyhybám se tzv. hlubokému vybíjení.** Například když očekávám velkou spotřebu (žena jde péct chleba) odpojím včas bojler a plný výkon dávám do pečení a do udržení baterek. Když vidím, že není velký osvit, dávám vařit vodu na čaj jen na stupeň 7. Voda se sice vaří déle, ale méně se drénují baterky. Jinými slovy platí zde stejné zásady jako u mobilu. Tam mám jednu baterku už 10 let a pořád obstojně funguje, neb odkládám telefon do nabíječky.

## Jaké napětí provazců zvolit, aneb Záložní řešení pro případ ztroskotání

Panely jsem kombinoval tak, aby šly zapojit na odporový spotřebič bez měniče, tzn. při zátěži mají čtyři panely v sérii optimální bod okolo 240V, takže když je zle, připojím bojler, přímotop či disipátor na panely tak, aby výkon panelů byl přibližně výkon bojleru. Když pod mrakem, tak mohu výkon i navýšit a ono mi to bude nabíjet bojler i bez měniče. Je to opičárna, kterou nelze doporučit, ale jak říká přísloví: Když je zle, tak i husa přijde k chuti.

Dnes z odstupu se pomalu kloním k názoru, že provazce po čtyřech panelech v sérii byl dobrý nápad, ale dlouho jsem váhal, jestli nebylo lépe kombinovat panely po třech tak, aby maximální napětí bez zátěže bylo cca 230V. Jinými slovy, měl bych jistotu, že by se odporové spotřebiče na 240 V nikdy nemohly přetížit.

Ale čtyři panely mají v sérii 280V (4×70). Oproti veřejné síti se jedná o navýšení: 280/240=1,17. V nejhorším přetížím spotřebiče jen o 17 %, a to jen v případě, když zapojím spotřebič na provazce o mnohem větším výkonu, protože při zátěži napětí na panelech poměrně rychle klesá. Dále u měničů výrobci doporučují, aby vstupní napětí bylo 100-125% výstupního, což mé panely splňují. Vyšší napětí znamenají slabší dráty při stejném proudu, ale zase je to nebezpečnější.

Takže pokud bych stavěl novou FVE, tak bych opět panely skládal tak, aby provazce měly v sérii něco přes 240 V naprázdno.

### Jaké zvolit ovládání FVE?

Existuje mnoho sofistikovaných nástrojů na řízení FVE od Wattrouteru až po **Home Assistant**, který je hodně sympatický. Přesto má filosofie je jednodušší. Chci, aby se řízení jednoduché domácí FVE řídilo jednoduchými úvahami podobně, jako fungovaly instalace elektrických rozvodů v domě. Tedy dva tři vypínače, které člověk udrží v hlavě. Tedy spíš jednoduchá logika jističů a stykačů, než složitá elektronika. Tu beru jen jako doplněk.

Osobně mám rád drobné bastlení a programování, proto, co se týká digitální automatizace, tíhnu k různým variacím **ESP8266**, což je malá krabička, která se jednoduchým programem připojí k mojí wifině a má jeden analogový, měřící vstup a řadu digitálních výstupů. Z těch tedy stavím různá čidla, která posílají data na server, ten provede výpočty a úvahy a zpět se zase pošle jen příkaz, třeba na sepnutí relé. Každopádně je nastavená tak, aby když vypadne, aby FVE dál jela na ruční provoz. Ale uvidím, jak moc daleko se takto dostanu, viz např:

http://www.xpablo.cz/?cat=25

https://www.electronicsforu.com/electronics-projects/smallest-iot-home-automation-esp8266-01

Základem mé filosofie každopádně je, že základ FVE musí fungovat bez jakéhokoliv programování a bastlení, že **elektrárna musí být kompletně říditelná ručně pomocí vypínačů, jističů a stykačů**. To, že je to jednoduše možné, ukazuje toto povídání.

Navíc, coby obstarožní páprda musím počítat s tím, že do 20 let umřu, takže spíš přemýšlím, jak udělat FVE principiálně pochopitelnou pro mé děti, které nemají elektriku jako koníček. *V mé elektrárně se běžný elektrikář lehce vyzná.* Rychle pozná, jestli odešel měnič nebo pojistka panelu, nemusí luštit žádné programy. Navíc vytištěná schémata vkládám do svých zařízení, aby i vejda či obejda si mohli přečíst, co drží v ruce.

### Zásada fotovoltaiky - buď čistě ostrovní režim nebo plně připojený na veřejnou síť, nekombinovat zdroje elektriky

Řídím to podle baterek. Když jsou na nich poslední dvě tečky, přepínám na ČEZ. Tečka je asi 2 kWh. Mám tedy vždy půl dne rezervu pro nečekané komplikace, navíc baterkám nesvědčí hluboké vybíjení.

Když je málo sluníčka, nemá cenu mixovat zdroje. Jenom měniče a nabíječka si vezmou asi 60 W. Tedy je nejlepší vypnout měnič a těmi zbytky dobíjet baterky či bojler. Naopak když začne svítit sluníčko, je ho vždy tolik, že je možné přepnout celý dům na FVE.

Když je slunce tak středně, tak nenahřejete bojler, ale máte elektriky na baterkách habaděj.

### Zásady fotovoltaiky a zklidňování manželky

S pravidly fotovoltaiky svazuji ženu a rodinu jen minimálně - víceméně jí jen informativně sděluji, jak to celé funguje. Je třeba mít na paměti, že **hlavním úkolem muže není stavět FVE, ale zklidňovat ženu**, ne ji stresovat. Rozumná žena se automaticky mírně přizpůsobuje slyšeným informacím, ale přesto jí chod domácnosti občas velí prát či péct mimo výhodné slunečné doby, tak to holt celé jede na baterky či na veřejnou síť. Koneckonců i já jsem teď vyráběl bezovou šťávu na elektrice z baterek do 22:00 a taky jsem si nenadával, že jsem s tím mohl začít o čtyři hodiny dříve, když ještě svítilo slunce.

Je dobré si zapamatovat a následně občas připomínat slova Šalamounova (Př 30, 23): „Řádnou ženu - kdo ji najde? Větší cenu má než vagón baterek.“

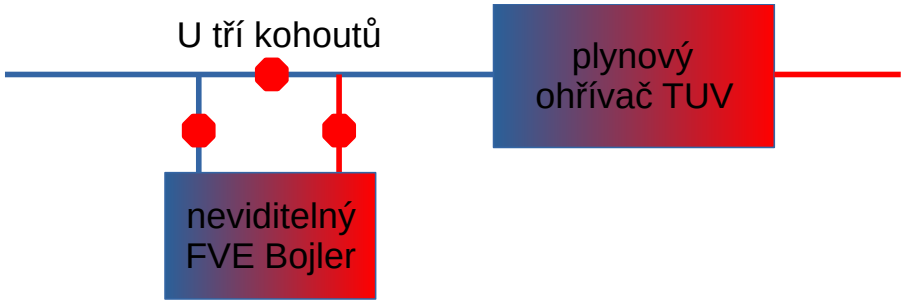
### Prostředky na zklidňování ženy 1 - centrální vypínač FVE

V našem centrálním rozvaděči, co je hned za vchodovými dveřmi, dominuje tzv. **modrý vypínač Michaely Klimešové**, kterým žena může v kterémkoli okamžiku přepnout z fotovoltaiky na veřejnou síť. Pokud nejsem doma a fotovoltaika jí dělá nějaké zlomyslnosti či poťouchlosti, tak prostě přijde k rozvaděči, udělá cvak svým vypínačem a má klid. Prostě mou ženu nebude nikdo tůrovat - ani můj syn, ani moje elektrárna. Dost na tom, že ji tůruju já.

Tento vypínač byl též jablkem sváru mezi mnou a firmami, které mi ho nechtěly namontovat. Dnes ho prý už montují povinně.

### Prostředky na zklidňování ženy 2 - neviditelný bojler

Bojler s teplou vodou z fotovoltaiky je dost nepředvídatelný - teplota v něm kolísá od 5 do 80° C - a tedy je věren FV zásadě „buď moc, nebo málo“. To není rozpětí, které by potěšilo křehkou ženskou duši. Proto voda z tohoto bojleru teče do plynového kotle, který toto rozpětí upraví na 50 - 70 °C, což už žena toleruje vcelku bez řečí.




Navíc  celý FV bojler se dá odstavit pomocí *tří kohoutů*, takže plynový ohřívač může běžet, jako kdyby žádný bojler neexistoval - hydraulický analog modrého vypínače Michaely Klimešové.

To už jsme jednou využili. Prasklo těsnění bojleru - asi vadná montáž. Takže bojler se odstavil a voda se ohřívala postaru, dokud nepřišel instalatér.

Stejnou logikou můžete zkombinovat dva elektrické bojlery, kde druhý bude připojen na ČEZ a bude se přihřívat jen na noční proud a stejně jako zde jen tehdy, když nebude dostupná teplá voda z FV bojleru.

FV bojler je standardní bojler na 220V, jen má vlastní pulzní měnič, jak popsáno v kapitole o měničích.

### Problém hybridních měničů u elektrických bojlerů

Bojler se na plný výkon (2000 W) nabije poměrně rychle, ale když je zamračeno, sluníčko svítí tak středně (500 W). Pokud tedy začnete nahřívat bojler hybridním měničem, tak ho 3/4 nabijíte z veřejné sítě - a to draze zaplatíte, pak zbytek pustíte do sítě, ale za to vám v podstatě nic nedají.  Na takovou FVE se můžete vykašlat. Stejně tak ničí baterky, když je opakovaně vybijíte a nabijíte, navíc tento převod je to hodně ztrátový. Prostě bojler je třeba nabíjet napřímo, byť pomalu, ale na to musíte mít pulzní měnič, viz níže. Dohřát bojler z veřejné sítě či baterek můžete/musíte po západu slunce, kdy víte, že stejně žádná další elektrika ten den už nebude.

Pamatujte, že u malých výkonů FVE je hybridní měnič způsob, jak z vás vytáhnout hodně peněz: 60 000 Kč za měnič a pak 3/4 ceny nabití bojleru. Takže zjistíte, že hybridní FVE nic neušetříte. Tou dotací si z vás jen stát a ČEZ udělali dobrý den, protože oni umějí počítat a rozumí FV elektrice. To je důvod, proč jsem v ostrovním režimu, kdy to jen jde.

### Panely na střechu

Jak už jsem řekl, pokud nemáte vysloveně rovnou střechu, pak nemá smysl řešit, jestli máte sklon střechy 30 nebo 60°, jestli jste kolmo na jih nebo trochu stočení do strany. Větší rozptyl dělají mraky než sklon střechy.

Naše střecha je hodně členitá - samé okno, větrák - proto jsem musel koupit panely co možno nejmenší

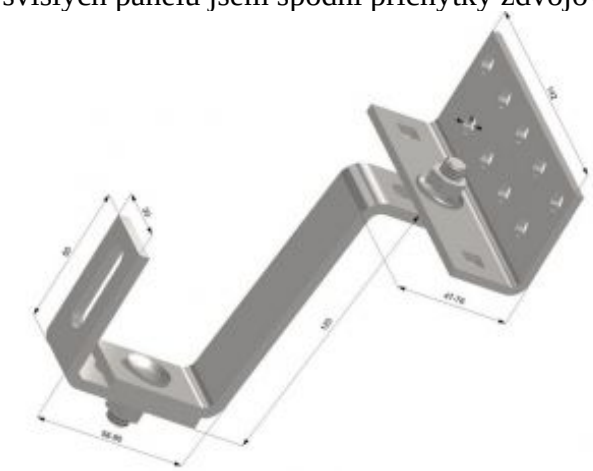
(1000*1600mm), ale s velkou účinností (400Wp) i napětím naprázdno (70V). To se samozřejmě spolu s válkou propsalo do ceny. Koupil jsem jich celý balík, tzn. 25 ks, zbývající mám do rezervy. Naštěstí jsme při montáži žádný nerozbili.

K otázce uspořádání fotovoltaických panelů po střeše si přečtěte závěrečný oddíl - FV je jiná elektrika.

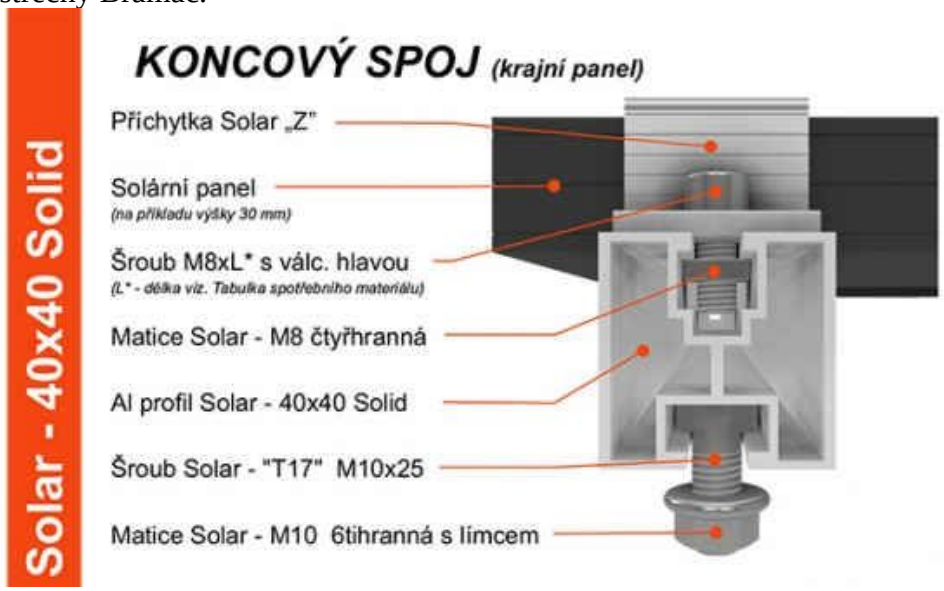
## Kování na FV

Panely se připevňují na krokve krovu. Ty jsou moc blízko, nebo moc daleko od sebe. Takže **na krokve se přidělají háky a na ty háky se montují hliníkové lišty a až na ty lišty se připevňují panely**. Lepší postup asi nikdo nevymyslí. Jediné, co můžete, je vyrobit si část kování sami - tedy ty háky by šly poměrně snadno. Vyrábět náhradu za hliníkové lišty je asi nesmysl.

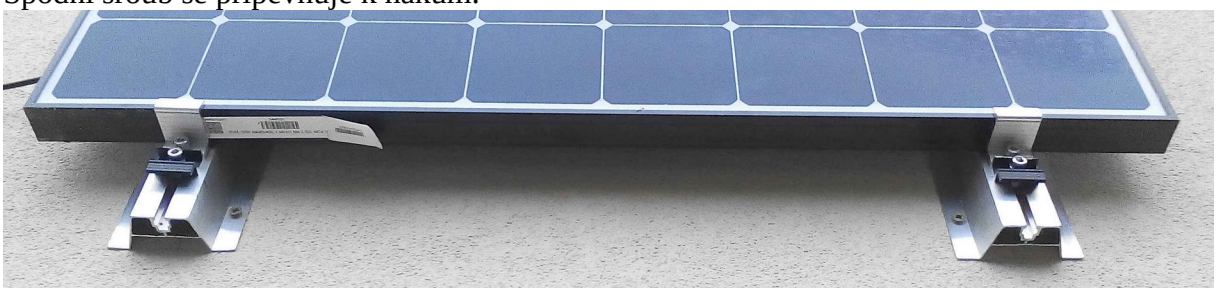
Dále **doporučuji panely nespojovat středovými spojkami, ale jen koncovými**. To se vyplatí, když máte velkou souvislou plochu, ale lépe se montují a opravují ty panely, které mají koncové příchytky. Navíc u svislých panelů jsem spodní příchytky zdvojoval, aby to náhodou nesklouzlo.



Při větším množství se vyplatí si tyto háky udělat svépomocí z 4mm nerezového plechu. Hodí se na střechy Bramac.

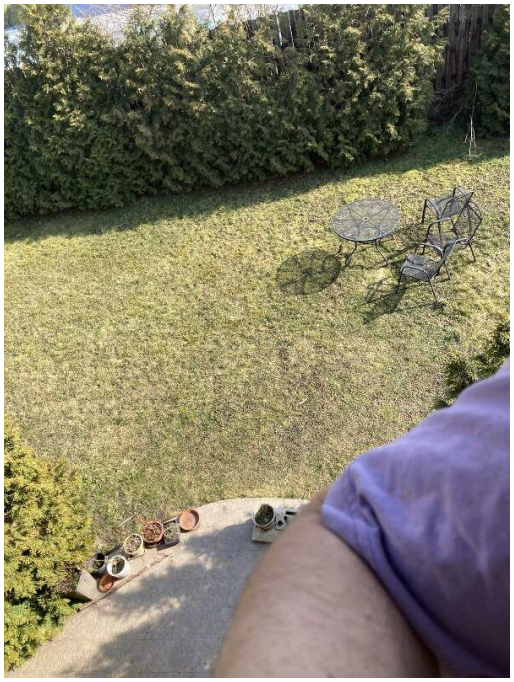



Spodní šroub se připevňuje k hákům.



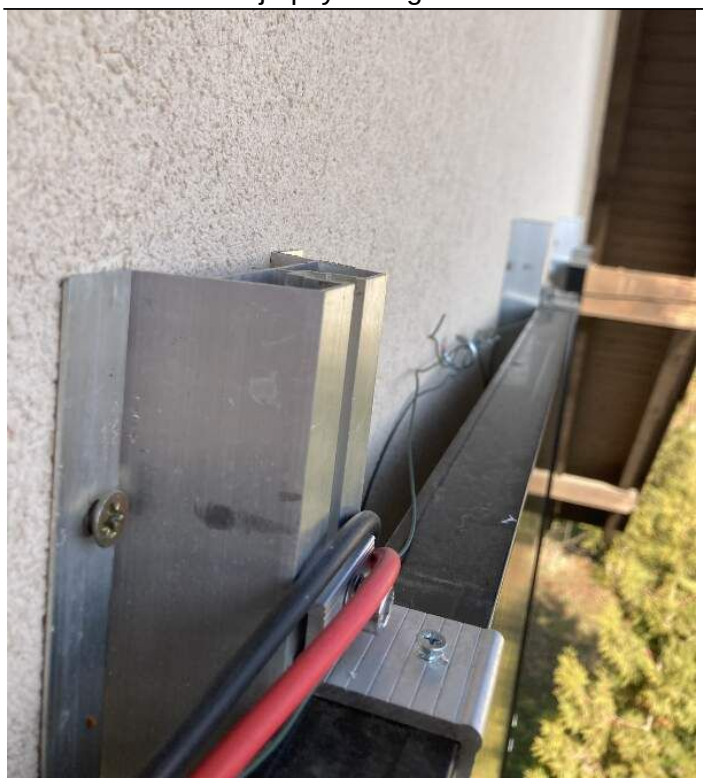
**Detail připojení k svislé jihovýchodní stěně**

Spodní Z příchytka je dvojmo jištěná černou zarážkou. Toto připojení na stěně se roztahuje vlivem tepla, proto panely musíte zajistit i proti vodorovnému pohybu doprava/doleva. Pokud toto opomenete, panely se vám během léta začnou naklánět do strany, viz níže



**Na sedmimetrovém žebříku je to o psychologii a teologii - chce to pevné nervy a štěstí z nebe**

Na pravém obrázku vidíme tři tzv. nulové čáry - rozhraní mezi teplotou nad nulou a pod nulou. Tyto čáry nám říkají, jak musíme pospojovat panely do skupin, aby tvořily jednolité, stejně osvětlené provazce.
Foto vlevo je foceno od křížku mezi horními panely, viz obrázky níže. Když je člověk nahoře, tak se opravdu začíná modlit. Tam je psychologie málo...



**Dvě fotografie o různé hloubce ostrosti - jedna ostří na šroubek, druhá na háček**

Šroubek brání tomu, aby se panel teplotní roztažností pohyboval doprava, doleva. Háček uprostřed je bezpečnostní pro případ, kdyby přes všechno panel spadl, tak zůstane viset na háčku.

Provazec neboli string je označení pro několik panelů stejného druhu pospojovaných do jednoho celku tak, aby měly sjednocené napětí a aby se během dne stejně zastiňovaly, což vidíte na následujících obrázcích:

**Najděte 7 rozdílů**

Na levém obrázku vychází ranní slunce, které osvětluje tuto východní stranu. Na pravém fotu slunce po poledni právě zapadá - viz přecházející stín napravo. Ale to není vše. Ráno byly panely celé rozlezlé, například horní dva se asi rozhádaly, a tak putovaly směrem od sebe k oknům. Dole pravý panel se nehnul, ale levý odcestoval doleva. Tedy tyto dva obrázky jsou dokladem, že onen den jsme tyto pohyblivé panely opravili a zajistili šroubky, viz výše.

Zajímavý je i divný pátý panel dole. Ten nepatří do elektrárny, ten je tam jen provizorně zavěšen. To je totiž panel jednoho známého, kterému závistiví sousedi na jeho panely házeli kameny. Takže ten panel je rozbitý od kamenů. My máme naštěstí fajn sousedy.

Toto zapojení se přidělává na háky. Je to důmyslně vymyšlené, funguje to dobře. Nic lepšího jsem nevymyslel.

**Kování na FV je tradičně předražené.** Jedinou cenově rozumnou firmu jsem našel: ALUPA s. r. o., https://www.ehlinik.cz Firmy mají zřejmě mezi sebou dohodu, že materiál na FVE prodávají jen některé, takže nerez šrouby třeba v jiných železářstvích prostě nenajdete.

Než začnete objednávat kování, je třeba si to všechno pořádně rozpočítat v tabulce Calcu (Excelu). Dejte pozor, že profilové tyče se nedají jen tak spojovat. Takže je musíte vždy nakombinovat tak, abyste měli co nejméně odřezků. Nám to naštěstí docela vyšlo.

**Vlevo západní panely, vpravo montáž východních panelů**

Někomu staví FVE firma, já jsem na to poslal děti. Na lešení při stavbě východních panelů vidíte v montérkách chrabrého rytíře (14 let) a ladnou baletku (11) se sbíjecím kladivem. Kecy měli, zejména baletka, té ale připomínám pravdu ze své poradny: „Nauč se pracovat s příklepovou vrtačkou, nikdy nevíš, jakého debila si vezmeš. Partnerská volba je neuvěřitelně chybová, ne každý má takové štěstí jako já.“
Vlevo vidíte tedy nejen manželku, ale i západní dva provazce (horní a dolní 4 panely) na polední, odpolední a večerní slunce (dva panely ještě jsou nedostavěny). Do kompletního seznamu chybí ještě čtyři jižní panely, které jsou vidět na fotce na straně 7.

**Západní dva provazce (horní a dolní 4 panely) na polední, odpolední a večerní slunce**

Úplně nahoře vidíte malý, bílý panel na 20V DC, se kterým jsem kdysi experimentoval. Například šlo z něj napřímo, bez měniče, bez baterky napájet počítač a z toho se pak nabíjely USB telefony. Počítač tolerantně snáší přerušování a kolísání vstupního napájecího napětí. Na skautském táboře se to hodilo, ale je to riskantní experiment, který nikomu nedoporučuji, neb nevím, co by to udělalo s jiným počítačem. Každopádně tento experiment spíše svědčí pro variantu nastavit provazce tak, aby **max** napětím naprázdno plus mínus odpovídaly vstupnímu napětí spotřebiče, jenže to při zátěži rychle klesá.

Vedle toho malého panelu vidíte z části nainstalované 2×4 západní panely, tzn. 2×4×400pW (3,2kW).

Horní čtyři panely se osvítí vcelku naráz po 9:00, proto tvoří jeden provazec. Prakticky ve stejnou dobu se osvítí dolní čtyři panely, takže to je druhý provazec. Vzhledem k tomuto je možné tyto dva provazce spojit paralelně, takže mají dvojnásobný výkon při stejném napětí.

Dolní dva panely nejsou ještě namontovány, takže vidíte dvě lišty a pod nimi i háky, které jsou přišroubovány do krokví. Na lištách jsou provizorně položeny dřevěné lišty, abychom mohli po nich šlapat. Na lištách už jsou připraveny černé příchytky, jak vidíte jsou všechny koncové - lépe se to montovalo.

Úplně dole je nainstalovaná manželka způsobně zarovnaná na kolmici. Každý musí uznat, že je to lepší řešení než tam mít gartenzwerga.

## Chlazení panelů a disipační zařízení

Panelům, stejně jako mně, nedělá dobře, když do nich naprázdno praží slunce. Tedy **když svítí slunce**

**měly by být panely vždy zatíženy nějakou, alespoň jalovou zátěží, aby se nepřehřívaly.** To je rozdíl FVE od veřejné sítě, kde není (váš) problém, když neodebíráte elektřinu.

Na jaře a na podzim bývají mraky, takže všechna nadbytečná energie jde buď do bojleru a pokud ten je plný, tak zapneme přímotop v chodbě a ono to vytápí celý dům. Této energie není tolik, aby dokázala nějak suplovat jiné topení - plyn, dřevo.

Horší je to v létě. Baterky jsou plné už okolo poledne, bojler pomalu syčí už ve dvě. Jsem rád, že je doma chlad, netoužím tam jakkoli přitápět. Co tedy s přebytečnou elektrikou?

Pro tento případ jsem se nechal inspirovat spolužákem z geologie. Ten měl jednoho dne splín o zbytečnosti celého lidského plahočení, tak vzal všechny své drahocenné sbírky kamenů a vysypal je z okna. Tak vzniklo jeho pověstné geologické naleziště „Zabarák“, kam chodili kamarádi si vybírat mineralogické skvosty. Takže z pietní vzpomínky na Michala jsem i já založil **disipační jednotku „Zabarák“**. Skládá se ze zastřešeného starého přímotopu, který odebere tak 2 kW výkonu. Tedy když jej pustím od začátku s bojlerem, tak odebírají 4 kW, což je skoro všechen výkon FV. Dostatečné chlazení.

Další zdroj archivování energie je moje **destilační kolona**. Když je vše plné, tak zapnu destilační kolonu a vyrábím destilovanou vodu na zimu. Tu používám do kávovaru. Jedna várka jsou 3 litry destilované vody, dvě PET lahve.

Destilovaná voda je vcelku totéž co dešťová voda, má dobrou chuť, chuť kávy zlepšuje a kromě toho není třeba kávovar odkalcifikovávat, protože tato voda rozpouští, na co přijde. V malém množství je destilovaná voda neškodná. Nesmí se samozřejmě pít ve velkém, ale to nehrozí.

Každopádně najít nějaké disipitační oblasti není až snadné:

- **bazén**, ale ten nemáme
- **klimatizace** - v Mexiku je klimatizace na každé střeše. Když je horko, je dost energie na chlazení.
- **malý elektromobil** typu nákupní vozík.
- **přepouštět elektriku sousedovi**

Samozřejmě řada z čtenářů namítne: „**Proč neposílat přetoky do veřejné sítě?**“ Ale jo, taky to jde. Hlavní problémy:

Musím na své náklady předělat kapličku před domem, aby se do ní vešly dva měřáky. Musím si požádat o další EAN číslo atd. Musím mít revizi na stávající FVE. Musím mít jiný měnič. Musím souhlasit s tím, že mi ji budou vypínat, a tedy nechají ji ničit přehřátím, přesně ve chvílích, kdy bych potřeboval, aby mi tu elektriku odebírali. Za to vše mi dají 5,50. Navíc se bavíme jen o dvou letních měsících, protože jen v létě mám nějaké výraznější přebytky. Takže shrnuto: Že bych se na to nevykašlal... To si raději pořídím ten bazén, vířivku, nebo vodotrysk. Klidně tím budu nahřívat bazén či nabíjet elektromobil sousedovi, ať má radost.

### Jsem Dr. Pepper nebo Dr. Preper?

Preper je prý označení člověka, který je připraven na katastrofické scénáře. Tady jedno z preperských řešení. Vezmeme zahradní sud s poklicí a dáme ho do středu domu. Naplníme ho vodou a namontujeme do něj starou spirálu z bojleru. Voda se v něm ohřívá, akumuluje a postupně se večer uvolňuje jako z velkého radiátoru. Únik tepla regulujete dekami či kabáty. Ale nebojte - nic takového doma nemám. Jen sudy na vodu mám připravené pod okapem, starou spirálu od bojleru mám v garáži. Jsem připraven, ale ne vždy, takže nejsem skaut, jen takový nedokonalý preper.

**Nová disipační jednotka ze starých spirál do akumulačních kamen**

Udělal jsem jim na ohybačce plechu takové slušivé kabátky. Teď je třeba je ještě natřít kovářskou černí a namontovat pod nějakou stříšku. Spirály jsou laskavým darem od ing. Štemberga. Velký disipátor ze spirál z akumulačních kamen odvede 3500 W, což je více než polovina instalovaného výkonu. Může se použít jako improvizovaný přímotop. Je skladný a přenosný - sklopený se přilepí na zeď. Běží jak na 240 V AC, tak na bojlerový menič s pulzním střídavým proudem, tak v mém případě i napřímo připojený k panelům. Takže je možné ho nechat stát v domě v chodbě a odjet na dovolenou - měnič tak temperuje dům. Jen není možné ho nechat stát na dešti. Inu, nikdo není dokonalý.

# Měniče

Vybavení domácnosti a k nim odpovídající měniče musíte dobře promyslet. Pokud to jde, **mějte vše na jednu fázi!** Nejde to u cirkulárky, popř. u tepelného čerpadla. Cirkulárku řeším přepnutím na ČEZ. Na tepelné čerpadlo jsem rezignoval. Je to moc drahé zařízení s příliš krátkou záruční dobou, které navíc si neumím sám opravit. Kamínka na dřevo jsou sice řešení předpotopní, ale cenově dostupné, svépomocí opravitelné a udržovatelné.

## Jednofázový měnič nebo trojfázový?

Dům má sice třífázové rozvody, ale za celou dobu, co tu bydlíme, jsem zapojil spotřebič na tři fáze pouze jednou - když jsem řezal dříví. Takže pokud jsem zapojen na veřejnou síť, tak dům běží na tři fáze - každá větev má jinou fázi. Jenom když zapojím FVE, tak celý dům běží na jednu fázi, na jeden měnič a tedy všechny větve mají stejnou fázi. Protože nemám žádný spotřebič na tři fáze, tak je to jedno. Pokud budu v létě řezat dříví cirkulárkou na tři fáze, tak si na ty dvě hodiny zapnu třífázový proud z veřejné sítě. To mě nezabije.

Výhody jedné fáze - levnější měnič (16 000 Kč a kolik je 60 000 Kč?) a jednodušší dráty od měniče do hlavní rozvodové skříně celého domu - prostě snadněji se vede a zapojuje jeden tlustší drát než tři tenčí, méně jističů, jednodušší vypínače atd.

Nevýhodou těchto výkonnějších jednofázových měničů, že je prodávají jenom na eBay. Jsou to čínské bastly a mají nejrůznější mouchy, které se nedají předem předvídat. Například nejeden nenaskočí při svítání. Druhému se při slabém osvícení propadá optimální bod na 60 V, i když by měl být přes 200 V, nebo divně běží souběžně se sítí atd.

## Oddělit měnič od nabíječky nebo vše v jednom?

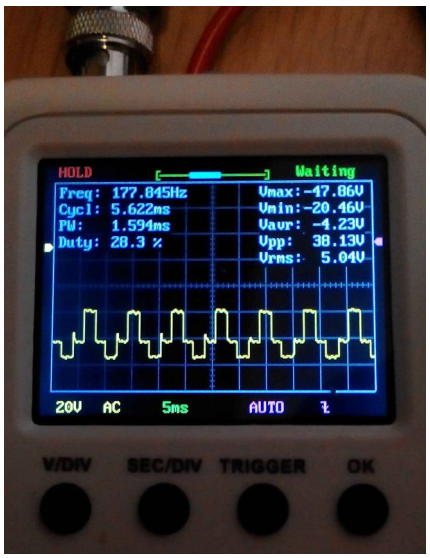
Nejvýhodnější je koupit zvlášť nabíječku a zvlášť měnič. Každé vyjde při mém výkonu do 8000 Kč, ale když se jeden rozbije, nebo pokud měníte parametry, tak oprava vyjde napolovic. Vše v jednom má stejné pořizovací náklady, výhodou je velmi jednoduché zapojení a úspora místa.

## Zásada fotovoltaiky - oddělit měnič na baterky, tzn. na vaření a svícení, od měniče na bojler

Bojler má spirálu většinou na 2 kW. Ta v obvyklém režimu jede buď naplno, nebo vůbec. Hybridní

měniče dodávají chybějící elektriku ze sítě, takže ji dvakrát transformují, nebo tahají elektriku na ohřev z baterek, což zase ničí baterky. My však potřebujeme, aby měnič dával do bojleru vše, co do něj přijde, třeba jen přebytečných 500 W, ale aby tyto nešly přes baterky. To jde, jen když máte pulzní měnič.

### Měnič na bojler




Tento invertor čili měnič vyvinul Ing. Zdeněk Budinský. Je (on i ten měnič) velmi chytrý a spolehlivý. Jak vidíte z obrazovky osciloskopu, (teď už jen měnič) posílá do bojleru jen krátké impulzy, které jsou široké podle toho, jak moc je k dispozici elektriky, takže nepřijdete o žádnou energii, ale ani žádnou elektriku nemusíte dosávat z veřejné sítě.

Kontakt: https://www.bel-shop.eu

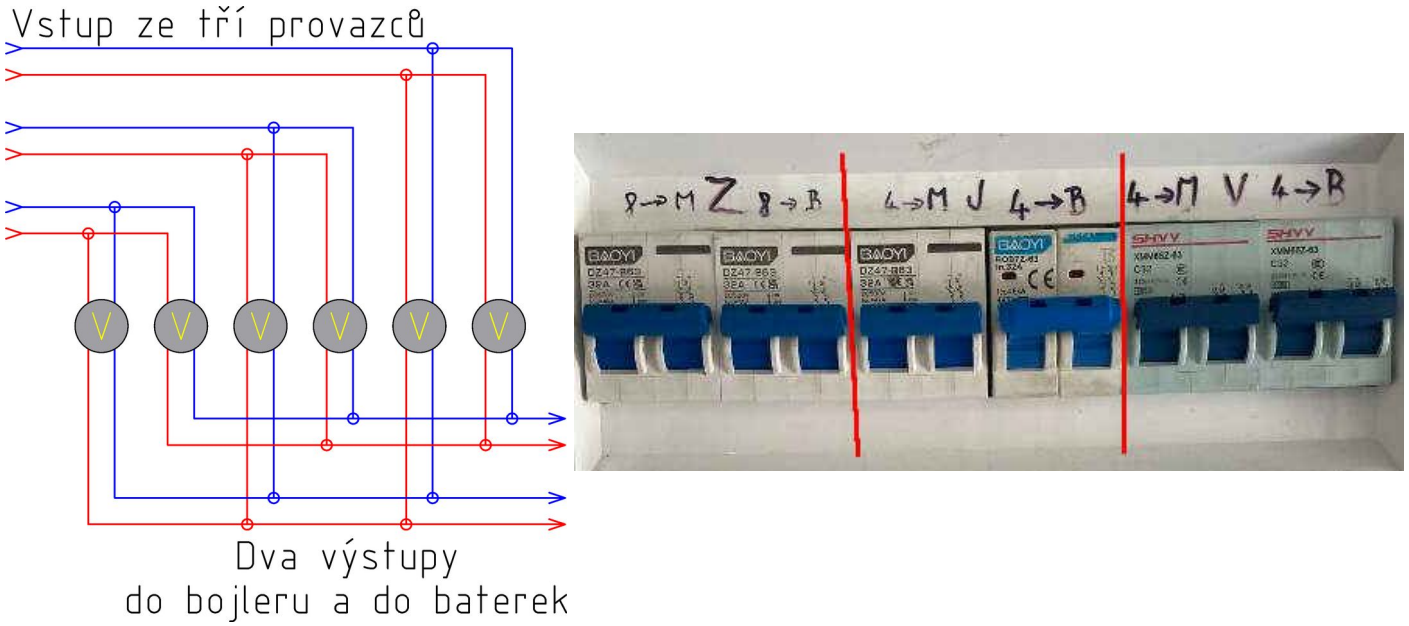
Tento měnič zapínám teprve, když mám téměř plné baterky. Včera bylo 4. prosince, ale od rána svítilo slunce. Půl panelů jsem poslal do baterek, půl panelů do bojleru. Večer (ve čtyři hodiny odpoledne) byly téměř nabité baterie (blikala poslední tečka) a voda v bojleru přihřátá. Celý den běžel dům na slunce - všechno světlo, co na něj dopadlo, bylo zužitkováno. ČEZ si vzal své peníze za jističe a připojení.

Tento měnič sice pracuje v rozmezí 60-430V, ale optimální napětí pro bojler je od 240-300V, což je přesně to co mám já (čtyři panely v sérii, dohromady 280V). Proto je optimální nastavovat napětí panelů na 1,25 násobek síťového, tedy od 240 do 300 V.

## Rozvodné skříně

### Přepínání provazců

Provazce do jednotlivých měničů a spotřebičů přepínám podle vzoru počítačové sběrnice či diodové matice. Pokud si tedy nedám pozor, snadno se mi stane, že mám na jednom provazci oba měniče. Když jsou plné baterky, tak to nevadí. Když jsou baterky poloprázdné, tak se měniče mezi sebou hádají, přičemž většinou silnější slovo má měnič s baterkami (Easun) a ten si urve většinu elektriky. To je výhoda, protože baterky mají mít přednost. Proto na jedny panely dávám oba měniče jen v případě, když jsou baterky plné a měnič na 240 V kryje jen okamžitou spotřebu domu.




**Obrázek - Přepínání provazců do měničů**

Pomocí šesti dvojjističů, popř. starších trojfázových jističů, přepínám vstupy ze tří provazců do dvou měničů podle aktuální potřeby. Je-li málo světla, mohu vše poslat do baterek. Chci-li půl výkonu do baterky a půl výkonu do bojleru, nastavím třeba dva málo osvětlené provazce do jednoho a zbývající jeden osvětlený do druhého spotřebiče. Tak to například bylo dnes dopoledne, neboť celý den dnes je střídavě oblačno. Nyní mám už plné baterky i bojler, takže všechny jističe jsou dolů a měnič bojleru je přepnutý na jalovou zátěž. Večer to ještě přepnu na měnič bojleru, protože ten vcelku optimálně využívá ranní či večerní slabé slunce.

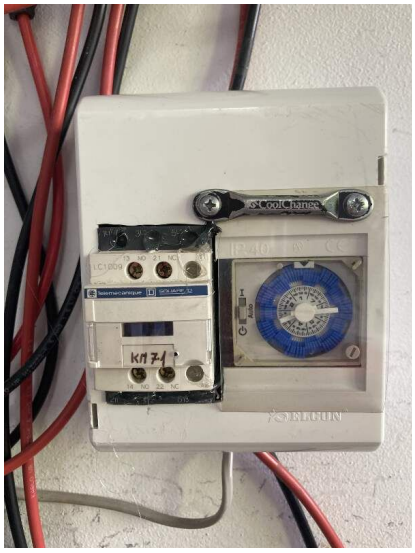
| | $V_1$ | $V_2$ | $V_3$ | $V_4$ | $V_5$ | $V_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vše do M1 | ↓ off | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ |
| Vše do M2 | ↑ on | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ |
| S1 do M1<br>S2, S3 do M2 | ↓ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ |
| Vše do všeho<br>Pozor! | ↓ | ↑ | ↥ | ↥ | ↑ | ↓ |

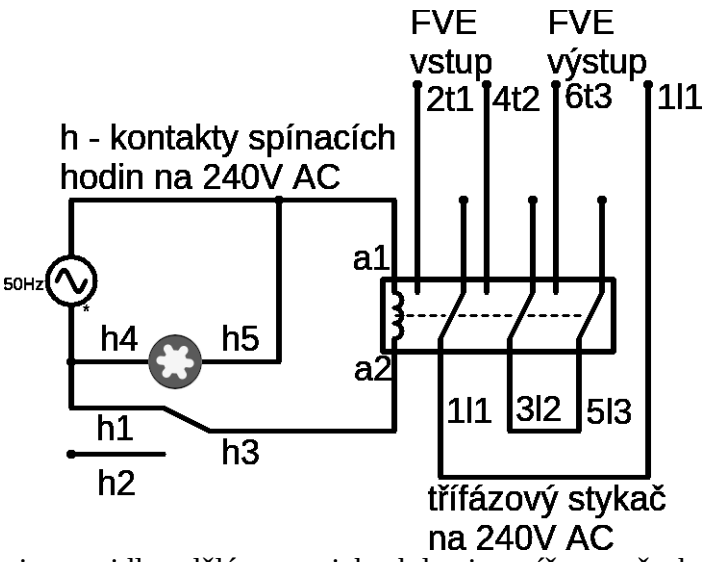
Zprvu jsem kupoval speciální přepínače na stejnosměrný proud, abych jimi přepínal provazce. Ale nakonec jsem zjistil, že úplně stačí vyřazené třífázové jističe. Ty sice zaberou více místa, protože jeden jistič je tam navíc a nejde jednoduše odmontovat, ale přesto bohatě na ruční přepínání provazce stačí. Ještě se žádný nespálil, pokud by se tak stalo, vyřazených jističů se všudy dost povaluje okolo.

Tato rozvodná skříň je čistě pomocná. Být tam nemusí, takže je připojená pomocí FVE spojek a je možno ji kdykoli odpojit. To platí pro všechny pomocné krabičky.

## Pomocná rozvodná skříňka - spínací hodiny

I tato pomocná rozvodná skříňka je připojená spojkami a kompenzuje vadu čínské nabíječky baterií. Ta se při svítání, tedy při pomalém startu zákonitě dostává do chybového stavu, kdy nejde zresetovat a musí se celá elektrárna restartovat. Dá se to obejít například tím, že měnič bojleru i tuto nabíječku pustím ráno současně, nebo když nabíječku zapnu, až když ráno vstanu - ale stále je to průda. Proto jsme s Erlanem vyrobili jednoduchou pomocnou krabičku, která pomocí spínacích hodin po západu slunce nabíječku odpojí a po východu Slunce zase připojí. Protože to při slunci jen spíná, nevadí, že se jedná o stykač na AC, navíc spíná jednou denně a jak vidíte z nákresu, tak cesta drátů od FVE je to trojmo přerušená, takže není co řešit.






Než začneme montovat dráty, napřed si zpravidla uděláme projekt, kde si popíšeme všechny kontakty. Minimalizuje to chyby. Podle potřeby se dá dát další relé (do série mezi h3 a a2, nebo paralelně k h1 a h3). To se dá ovládat přes Internet, např. pomocí ESP8266. To už je na vaší elektrikářské fantazii a potřebě.

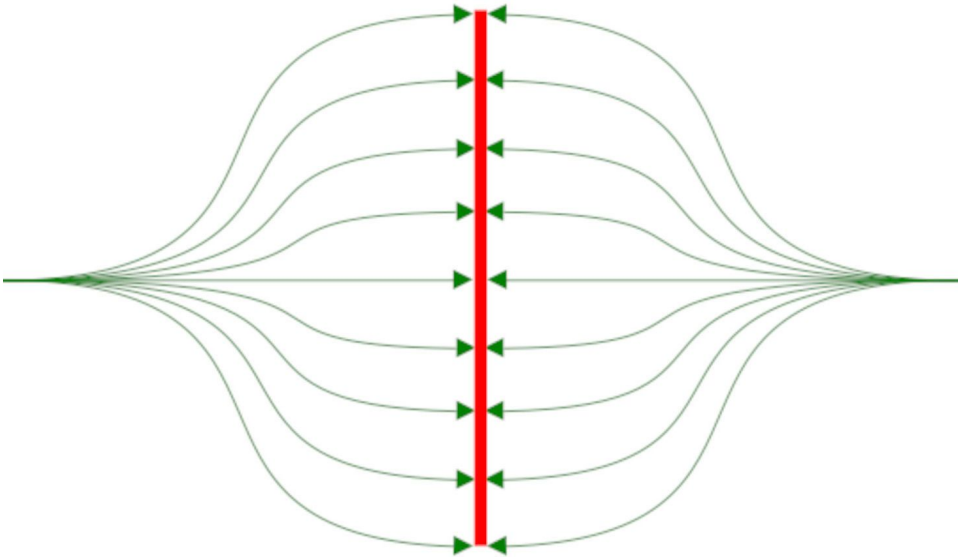
# Fotovoltaika je jiná elektrika

### Panel jako zdroj proudu

Dlouho mi trvalo, než jsem pochopil tuto větu. Jsem zvyklý na zdroje napětí, ne na zdroje proudu.

Tvrdý zdroj napětí je třeba zásuvka 240V - ať skrze ni teče jakýkoli proud, jakékoli množství elektronů, tak vždy je tam napětí 240 V.

FV panel je ale zdroj proudu, tzn. ať je na něm jakékoli napětí, tak jím protéká tolik elektronů, které odpovídá 6 ampérům. Energie odpovídá rychlosti toku.

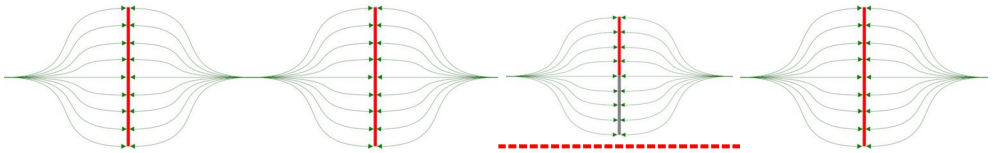


Panel coby zdroj proudu si představuji jako jednu velkou celnici - červená čára na obrázku coby hranice. Zde máme nakreslenou celnici s devíti stáními, ala 9 A. Tedy v každém okamžiku je prochází celnicí 9 aut/ampér. To je konstanta daná počtem stání. Slunce ovlivňuje rychlost/napětí, s jakým elánem celníci pracují. Tedy když jim praží na hlavu, protlačí každý 10 aut za hodinu. Tedy před celnicí je podtlak aut a za celnicí je naopak pořádný přetlak aut, tzn. kladné napětí. Když je pod mrakem, tak FV celníci mají na všechno dost času a elektrony/auta odbavují s malou energii s malým napětím. Auta/ampéry se skrze celnici jen pomalu vlečou, napětí za panelem/celnicí je minimální.

### Kolik panelů do provazce

Jeden můj panel má pracovní bod okolo 70 V.

Když tedy dáme čtyři panely za sebe a jeden je zastíněný třeba komínem, tak to znamená, že prostě polovina elektronů se zasekne na prostřední celnici, a tak jeden panel zablokuje celou polovinu proudu.



**Provazec čtyřech panelů má poloviční výkon,**
**pokud byť jeden z panelů je z poloviny zastíněn.**

Panely v sérii přidávají napětí, pokud ale zastíníte polovinu jednoho panelu (červená čárkovaná ), projde jen polovina elektronů, ergo je to, jako byste měli poloviční panely. Prostě panely v sérii musejí být na stejný stejný proud a musejí být stejně osvětleny - pozor na stín od komínu.

Nepříjemnou, ale důležitou informací, kterou musíte mít při návrhu FV na paměti, je fakt, že **panely, které jsou spolu zapojeny do provazce musí být vždy současně a stejně osvětleny**. Na střeše tedy hledám oblasti, které splňují tuto podmínku, viz výše obrázek třech nulových čar na střeše, viz fota zastínění.

**Provazce ale můžeme pospojovat paralelně, protože ony fungují jako velká dioda, nepropouští proud v opačném směru.**

Proto mám čtyři provazce:

Dva západní (horní a dolní) - 4+4 panely - 3,2 kWp, viz obrázek se ženou výše
Jižní - 4 panely - 1,6 kWp
Svislý, východní provazec - 4 panely - 1,6 kWp

Ranní slunce osvítí východní stěnu a hned to dává 1kW. Panely jsou sice dimenzované na 1,6 kWp, ale ta ranní kilowatthodina je nezaplacení, protože se může pustit myčka, i když jsou baterky poloprázdné. Ostatní provazce jsou k východním paralelně připojené. Už při ranním světle mají plné napětí (280V), ale nedávají žádný proud - tedy nezkratují již osvětlené východní panely.

Kolem deváté hodiny začíná svítit na jižní či JZ čtveřici, takže jižní a východní provazec sypou do baterek.

Jak ubývá slunce na východní stěně, tak přibývá energie na hlavních dvou západních provazcích, takže až do západu slunce se sype proud už ne do baterek, ty bývají před polednem plné, ale do bojleru, popř. přímotopů či jiných spotřebičů. Ať svítí slunce kteroukoli denní dobu, vždy na něj číhají nějaké panely.

## Solární ohřev vody versus FVE

Výměníky na teplou vodu mají bez pochyby vyšší účinnost než ohřívat vodu elektrikou z panelů. Touto cestou jsem ale nešel, protože bych musel rozvrtat celou koupelnu, a vlastně si pořídit další řemeslné zázemí. Nemusím mít čerpadla, trubky, hydrauliku, směšovací ventily, nemrznoucí směsi, kleště na spojování trubek ap.

Prostě FV jsou jenom kabely a svorky, dá se to vést v lištách a tu energii mohu kdykoli přesměrovat jinam - přitápění obýváku, bazénu, pustit víc energie do baterek, když žena začne péct. To by s výměníky nešlo.

Navíc na střeše mám už poměrně málo místa, takže další výměníky by se mi tam těžko vešly. Prostě snadněji někam přidám další čtveřici panelů a dva kabely od nich, než celý hydraulický systém výměníků.

Ohřev vody je vůči FV jen *vedlejší* způsob uchování energie a jako takový ho mohu rozhodně doporučit. Ale kdybych potřeboval *primárně* teplou vodu, šel bych do solárních výměníků.

## Záludnosti FV elektriky

Zdroje proudu jsou záludné pro všechny, kdo vyrostli na baterkách či veřejné síti 240 V. Zkuste si vyřešit tento příklad (http://fyzika.klimes.us#fotovoltaika_ucinnost):

Je pošmourno a vy přemýšlíte, že svou fotovoltaickou elektrárnu připojíte přímo, bez měniče na tepelnou spirálu bojleru. Spirály máte dvě: jednu na 1000W a druhou na 2000W. Do bojleru o objemu 80 l se samozřejmě vejde jen jedna, a tak je otázka, kterou tam strčíte, aby vám ohřála co nejvíce vody. Parametry elektrárny jsou: výkon panelů 3200 Wp; výstupní napětí 290V DC naprázdno (2×4 vysokonapěťové panely v sérii).

**Odpověď**

Každý kdo je zvyklý na 240 V veřejnou síť, tak by dal větší spirálu (2000 W): Menší odpor, větší proud, stejné napětí, ergo větší výkon. Ta mu ohřeje více vody.

Fotovoltaika ale není takto intuitivní. Musíte připojit tu slabší (1000 W). Měření ukáže:

Výkonná spirála (2000W): Proud I=6A, napětí na spirále 100 V DC. Množství ohřáté vody odpovídá 600 W (6 A*100 V).

Slabá spirála (1000 W): Proud I=6 A, napětí na spirále 200 V DC. Množství ohřáté vody odpovídá 1200 W (6 A*200 V). Pozor je mírně přetížená.

Problém je v tom, že když začne pražit slunce, tak vám tu slabou i silnou spirálu spálí. Protože ta elektrárna opravdu na jaře za plného osvitu dává 3200 W. Napětí je u odporové zátěže irelevantní, zajímá nás jen výkon.

Upozorňuji, že toto jsou reálné, byť zaokrouhlené hodnoty. Všimněte si, čemu se říká zdroj proudu - vždy to dává stejný proud, ale mění napětí. Proto se hledá zátěž s optimální kombinací proudu a napětí, kde to dává maximální výkon. Optimální výkon to obvyklé mívá, když je napětí přes 200V (4 panely na 70V v sérii).

## Návrh jednoduchého pulzního měniče pro bojler podle panelů a bojleru

Když máte bojler na 240 V a 2000 W a provazce na max 280 V DC a s optimálním bodem okolo 200 V a sestavené tak, aby maximální/očekávaný provazců nebyl vyšší, než je výkon topné spirály bojleru. Pak je možno vyvinout jednoduchý měnič z výkonových IGBT tranzistorů.

Optimální pracovní bod se moc neodchyluje od 200 V, proto nějaká složitá elektronika nemá moc smysl. Stačí vyvinout tento pulzní nabíječ:

Panely nabíjejí kolonu elektrolytických kondenzátorů na napětí 260 V. Když tohoto napětí dosáhnou (napěťový komparátor), začnou se vybíjet přes výkonové tranzistory do bojleru, až napětí na kondenzátorech poklesne na 200 V (druhý napěťový komparátor). Pak se tranzistory uzavřou a kondenzátory se zase začnou nabíjet na 260 V. Napěťové rozpětí reguluje frekvenci cyklu nabíjení a vybíjení. Samozřejmě celé zařízení se musí odrušit vhodnou montáží a musí být naprosto odizolováno od veřejné sítě.

Tedy dva napěťové komparátory, pár hradel, IGBT tranzistory a pár elektrolytických kondenzátorů. Nic složitého. Ale musíte mít spárované provazce na napětí bojleru.

Něco podobného by šlo myslím zkonstruovat i na nabíjení 48 V baterií, ale pak by bylo lepší panely sestavovat tak, aby měly optimální bod trochu vyšší než je 48 V.

## Za jak dlouho se nahřeje bojler - příklad praktický, nezáludný

Jak jsme si řekli, vaše spirála dává výkon 1200 W. Bojler má 80 l. Teče do něj voda studená až běda (10 °C), ohřát ho chcete na horkou až běda, na 80°. Slunce svítí 10 hodin denně. Za kolik hodin bude nahřáto?

4180 J ·kg−1 · K−1 je měrné skupenské teplo vody (m.j. je takto definována i jedna kilokalorie, 1000 kalorií).

**Odpověď**

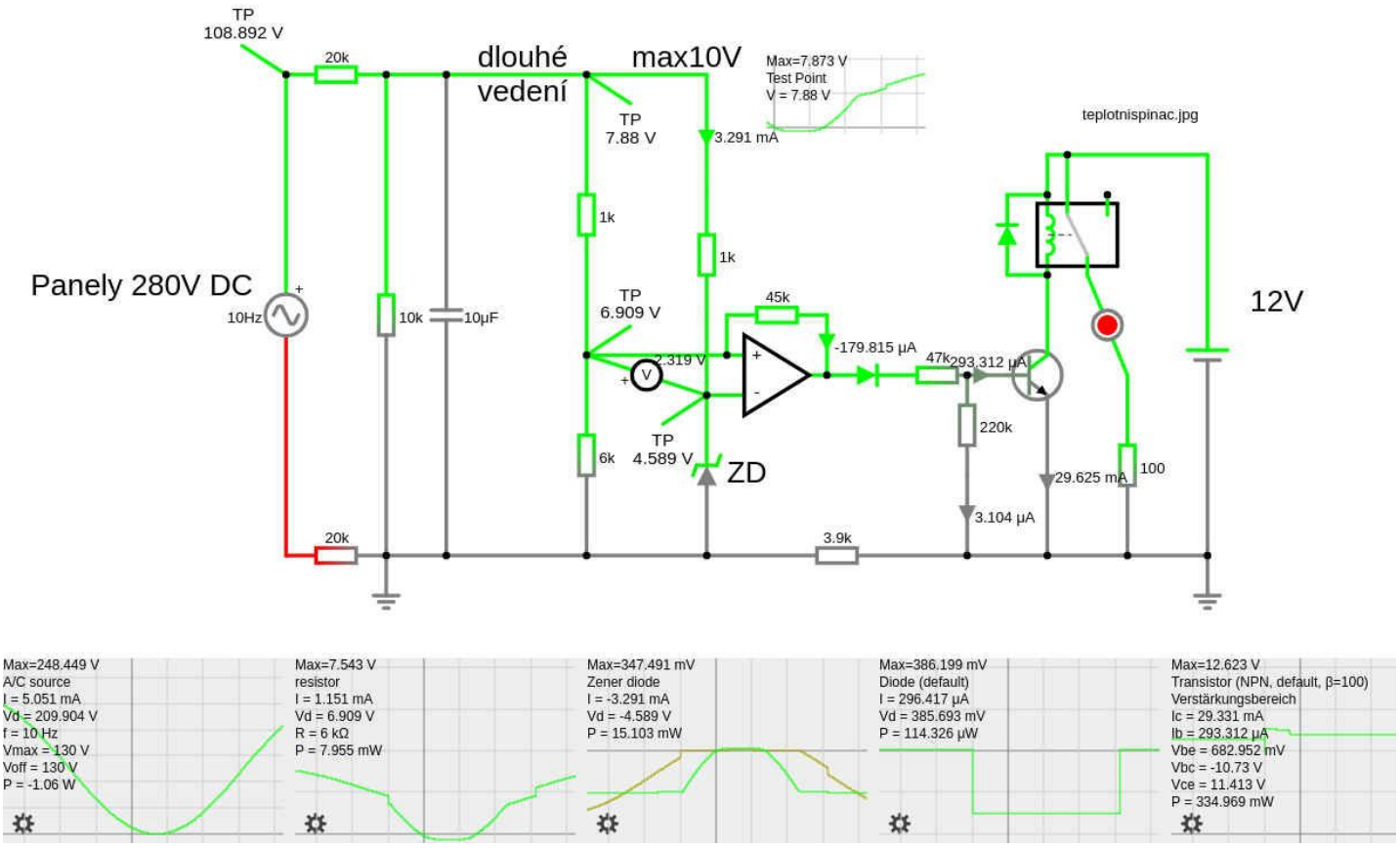
Hlavně potřebujete znát, že jeden Joul je jedna Wattsekunda. Tak to mají ti fyzici geniálně vymyšlené. Pak už je to přímočaré:

Potřebujeme ohřát 80 l vody o 70°C. Tedy potřebujeme: 4180*70*80=23 408 000 W. Tedy potřebujeme 23 408 000 Ws či J. Naše skromná, lidově-demokratická jemně přetížená fotovoltaika dává 1200 W/s, tedy za hodinu je to 3600 s×1200 W=4320000 Ws či J za hodinu. 23408000/4320000=5,4 hodiny. Takže si troufneme tvrdit, že do večera by měl být bojler nahřátý. Pokud na něj zapomeneme, tak z něj bude fičet pára, tedy si musíme dát pozor, abychom měli funkční přetlakový ventil. Odhadem za necelou hodinu (0,77) je nárůst teploty 10°C. Třetinový výkon je poměrně slušný výkon. Když je opravdu zataženo, tak počítejte, že taková elektrárna vám dá tak desetinu výkonu, tzn. 300W. Napřímo byste ale opět potřebovali jinou topnou spirálu, jinak vám i na této slabší spirále (1000 W) spadne výkon na minimum.

Tuto fotovoltaickou kovbojku je dobré znát pro případ ztroskotání, ale v praxi si raději pořiďte měnič s termostatem. Doporučuji od firmy Bel MR4316AC NG. Zatím je to na bojler a přímotop to nejlepší, co jsem kdy našel. Sám si hlídá příkon spotřebiče, takže se nespálí a i sebemenší výkon od rána strká poctivě rovnou do vody s minimálními ztrátami. Kdybyste na odporovou zátěž znali něco lepšího, tak mi dejte vědět.

## Spínač podle intenzity osvětlení

Všechno možné je třeba zapínat vypínat podle toho, jak intenzivně svítí slunce, nebo vypínat, když je tma. Ještě nemám vyzkoušené v praxi toto zapojení, tak ho překládám k Vaší úvaze:




Panely jedou s frekvencí cyklus za den. Odpor 10k a sousední kondenzátor stabilizují redukované výstupní napětí na cca 10 V. To je uzemněné, takže druhý konec na dlouhém vedení by měl mít vždy bezpečné napětí.

Odpory 1K a 6K nastavujete spínací napětí. Odporem 45k nastavujete hysterezi, tzn. rozdíl mezi spínacím a vypínacím napětím. Takto by to mělo spínat při 130 V (polovina maximálního napětí panelů) a vypínat při 60 V.

Následuje odporový můstek zde Zenerova dioda ZD udržuje referenční napětí (4,6 V). Když na druhé větvi můstku je nižší napětí, běžný operační zesilovač přepne a sepne tranzistor. Podle zapojení relátka buď sepnete nebo vypnete zátěž (LED diodu).

Jak říkám, ještě jsem to nepostavil, ale snad se k tomu o prázdninách dostanu. Kdybyste měli další dotazy, pište.

### Zkratky

| | |
|---|---|
| FV | fotovoltaika |
| FVE | fotovoltaická elektřina |
| DC | stejnosměrný proud (direct current) |
| AC | střídavý proud (alternating current) |
| provazec | string, řada v sérii zapojených panelů jednoho druhu, které tvoří FV jednotku, tzn. naráz se zastiňují a mají ujednocené napětí (protože stringy se spojují paralelně ). Panely samy musejí dávat i stejný proud (protože jsou v sérii). |
| TUV | teplá užitková voda |

### O tom jak media lžou a stát okrádá střední třídu

Následující článek je ilustrací několika výroků:

A) Stát má rád své firmy, ne své občany.

B) Stát nejvíc útočí na střední třídu - boháče a luzu si hýčká.

C) Jak media zkresleně a v podstatě nepravdivě informují o světě v politice

D) Fotovoltaika je především protipovodňové opatření - není to o penězích

Dokážete vidět tyto výroky v následujících řádcích? Musel jsem svému synovi tento článek nechat přečíst a rozebrat ho s ním, aby to v tom textu viděl. Měli byste to svým dětem také vysvětlit.

# Rodiny vytápějící elektřinou oproti loňsku ušetří

Martin Procházka

Po dramatickém zdražování se tento rok čtvrt milionu domácností s tepelným čerpadlem a dalším statisícům lidí vytápějících elektrickým kotlem či odporovým drátem v podlaze konečně uleví. Za proud v porovnání s uplynulým rokem mohou zaplatit o tisíce korun méně. Například domácnost ve větším rodinném domě se spotřebou 10 megawatthodin elektřiny ročně ušetří okolo 10 tisíc korun.

Důvodem je pokles ceny silové elektřiny i zlevnění regulované části ceny, které přišlo po jejím výrazném nárůstu loni.

„Minulý rok znamenal pro

**Současné ceny ale nevydrží dlouho**

*Tomáš Vrňák, Ušetřeno.cz*

domácnosti vytápějící tepelným čerpadlem cenový šok, kdy se regulované platby v závislosti na distribučním území zvýšily o 90 až 110 procent. Celkové náklady rodin při spotřebě deset megawatthodin ročně tak vzrostly zhruba o 10 až 11 tisíc korun," řekl Právu Tomáš Vrňák ze společnosti Ušetřeno.cz.

Regulované platby pro letošek hlavně díky sníženým platbám za distribuci klesly, i když poplatek za jistič vzrostl. Celkově domácnost se zmíněnou spotřebou ušetří na státem regulované části ceny ročně asi tisíc korun. Druhá část ceny, silová elektřina, k tomu přidává ještě vyšší úlevu. „Podle dat Ušetřeno.cz výrazně klesla cena obchodní složky, a to z 3400 korun za MWh bez DPH v lednu 2024 na asi 2600 korun letos v lednu. Celková úspora se zohledněním regulované i neregulované složky ceny elektřiny dosahuje devíti tisíc korun ročně," vyčíslil.

O tolik méně mohou meziročně platit domácnosti, které nemají fixovanou cenu a změní dodavatele nebo tarif. Ti s fixovanou cenou ušetří „pouze" na poklesu regulované části ceny.

*(Pokračování na str. 7)*



# Rodiny topící elektřinou

*(Pokračování ze str. 1)*

„Doprava elektřiny v nízkém tarifu, v němž se odebírá většina, klesla v Praze o 111 korun, v distribučním území E.ON o 275 korun a v území ČEZ dokonce o 281 korun za každou megawatthodinu," shrnul analytik společnosti Kalkulátor.cz Lukáš Kaňok.

Nízký tarif mohou obvykle domácnosti využívat po dvacet hodin denně, ve zbytku dne platí vysoký tarif, který je o něco dražší. V největší distribuční oblasti ČEZ se v nízkém tarifu od ledna platí za přenesenou megawatthodinu namísto 530 jen 249 korun.

**Odborníci doporučují ceny elektřiny fixovat, a to na rok nebo dva**

To se při vysoké spotřebě na faktuře projeví. Při průměrné spotřebě deset megawatthodin ročně domácnost na platbách za distribuci zaplatí o 2800 korun méně. Trochu menší zlevnění se dočkají ti, kdo odebírají elektřinu od distribuční společnosti EG.D na jihu Čech a Moravy. A nejmenší úspora je v Praze.

Dramaticky ale vzrostl měsíční poplatek za jistič. „Největší zdražení se týká všech, kdo jsou v distribučním území ČEZ, kde se zdražuje asi o pětinu. V Praze a okolí s distributorem PRE si připlatí asi desetinu. Ti, kdo mají E.GD, vydají přibližně o osmnáct procent více," přiblížil Kaňok.

U sazby pro tepelná čerpadla D57d s třífázovým jističem 3×25A, kterou ale mohou využít i domácnosti, jež topí odporovými dráty v podlaze, se v distribuční oblasti ČEZ, tedy největší části země kromě Prahy, Vysočiny a jihu Čech a Moravy, nově platí měsíčně 568 korun. Tedy o 95 korun ročně víc než loni.

Celkem tak lidé s tepelným čerpadlem zaplatí v této oblasti za rok o 1140 korun navíc. Na jihu Čech a Moravy se platby navýší o 80 korun měsíčně, roční navýšení tak dosahuje 960 korun. V Praze je růst minimální, v jednotkách korun za měsíc.

Celková roční platba se dost liší podle dodavatele. Nejnižší ceny jsou teď u smluv s fixovanou cenou například u E.ON, MND nebo Centropolu. U nich lze v distribuční oblasti ČEZ při spotřebě deset megawatthodin ročně oproti dražším nabídkám za rok ušetřit až 13 tisíc korun, tedy přes tisícovku měsíčně.

**Čeká se zdražení**

Současné ceny elektřiny ale nevydrží dlouho. „Majitelé tepelných čerpadel nemohou automaticky předpokládat, že se jejich situace bude dál zlepšovat. Ceny elektřiny na burze totiž v posledních měsících prudce rostou, což brzy zasáhne i ceníky dodavatelů a budou nuceni zdražovat," řekl Vrňák.

Odborníci tudíž doporučují ceny elektřiny fixovat, a to na rok nebo dva. Distributoři budou navíc muset investovat do sítí, což se pravděpodobně odrazí ve vyšších regulovaných poplatcích.

Jen loni vzrostly meziročně investice o 11 miliard na celkových 40 miliard korun a podobnou částku chtějí distributo-

## Kolik ročně zaplatí domácnost s tepelným čerpadlem

Platba za jistič meziročně stoupla, snížily se ale úhrady za distribuci. Klesla i cena silové elektřiny, a tak letos lidé s tepelnými čerpadly oproti loňsku ušetří.

| Spotřeba 10 000 kWh, D57d, 3x25A, nízký tarif | Cena za kWh | Cena za elektřinu | Stálá měsíční platba |
|---|---|---|---|
| E.ON Variant na 2 roky | 4,46 Kč | 44 600 Kč | 133 Kč |
| MND Proud Ceník Podzim 26 | 4,47 Kč | 44 700 Kč | 133 Kč |
| Centropol Fixně online pro začátek na 1 rok | 4,46 Kč | 44 600 Kč | 149 Kč |
| Centropol Fixně online pro začátek na 1,5 roku | 4,50 Kč | 45 000 Kč | 149 Kč |
| PRE Proud Fix do 31. 12. 2026 | 4,59 Kč | 45 900 Kč | 157 Kč |
| PRE Proud Basic | 4,84 Kč | 48 400 Kč | 157 Kč |
| innogy Start 15 | 4,96 Kč | 49 600 Kč | 167 Kč |
| ČEZ Elektřina bez fixace ceny | 5,29 Kč | 52 900 Kč | 155 Kč |
| Lama Garant Měsíc (leden) | 5,41 Kč | 54 100 Kč | 145 Kč |
| Centropol Měsíčně se změnou (leden) | 5,45 Kč | 54 500 Kč | 170 Kč |
| ČEZ Elektřina Bez starosti na 2 roky | 5,48 Kč | 54 800 Kč | 155 Kč |
| Tedom Jistota na měsíc (leden) | 5,74 Kč | 57 400 Kč | 145 Kč |

**A) Stát má rád své firmy, ne své občany.**

**B) Stát nejvíc útočí na střední třídu - boháče a luzu si hýčká.**

Byla tu móda dotací, aby si lidé postavili FVE s dotací - ty byly výhodné jenom pro firmy, které je stavěly, a pro ČEZ. To zde nebudu rozebírat. Pak zjistili, že lidé mají elektriku zadarmo, tedy ČEZu klesají příjmy. Co udělal ČEZ - státní to firma - šaškárnu: Na oko zlevní elektriku těm, kteří s ní plýtvají a mají neskutečnou spotřebu, ale navýší paušální platby za jistič, které musí platit všichni, tzn. i ti s FVE. Jinými slovy potrestají ty činorodé, ty kteří šetří životní prostředí. Prostě útočí na střední třídu. Luza, která si chodí pro dávky, dostane přidáno. Akcionáři ČEZu, tzn. hlavně stát, si zase nahrabou na úkor střední třídy.

Řeknu to na příkladu: Na gama nože, což je operace pro řádově jen stovky lidí, ale na kterých si nahrabou milióny až miliardy gauneři, jako byli ti v Motole, na ty se peníze najdou, ale operaci křečových žil pomocí laseru, což dnes standard a kterou potřebují po porodu stotisíce žen v ČR (odhaduji 1% populace). To si každá musí zaplatit ze svých peněz. 100 000*30 000=300 000 000. Ano, 300 miliónů. To je zlomek gamanože. Pro střední třídu je ale výhodnější operace křečových žil než Gama nůž.

**C) Jak media zkresleně a v podstatě nepravdivě informují o světě v politice**

Článek nás informuje o tom, že zaplatíme za elektriku víc, ať jsme si postavili FVE nebo ne, ale cíleně vytváří dojem, že ušetříme. Řekněme to takto 5% ušetří a 95% připlatí.

**D) Fotovoltaika toť protipovodňové opatření - není to moc o penězích**

Vyplývá z řečeného. Víc má FVE vliv na osobnostní růst, výchovu dětí, zajímavý pestrý život než na peníze. Finančně netratím, ale ani nijak horentně nevydělávám.

Pamatujte nejhnusnější je stát na střední třídu a jmenovitě na své zaměstnance - na úředníky, na sociální pracovníky, na policisty, na učitele, obyčejné zdravotní sestry ap. Ty ovládá, ty týrá, na ty kašle. Luzy se bojí, tak tu uplácí. Není možno prosadit denní výplatu sociálních dávek pomocí automatu, to si nikdo nedovolí. Ale rušit léčebny, to můžeme, protože to se týká hlavně střední třídy.

Problém střední třídy, tzn. mě a vás, co čtete tyto řádky (jiní to nečtou), je to, že jsme tak blbí, že si to buď neuvědomujeme, nebo si to necháváme líbit. Místo toho se hrajou hry, čumí se na televizi, moc se pije a vypouští se výroky jako: matematika, fyzika, chemie mě nebaví. Jak vidíte, matika, fyzika a chemie baví hodně psychopatů, pač ti si na naší neznalosti a blbosti hodně nahrabou.

Tedy problém střední třídy je, že jsme blbí a málo zásadoví. Tedy je na místě ono klasické: „Vyznávám se všemohoucímu Bohu a vám všem, že často hřeším: Myšlením, slovy i skutky a **nekonám, co mám konat**.“ Nečinnost čili tzv. omissio je náš hlavní dluh vůči Hospodinu i vůči nám samotným. Málo se vzděláváme, málo realizujeme projekty, málo se věnujeme dětem, partnerům... Proto bloumáme jako Mojžíš čtyřicet let životní pouští, ztrácíme smysl života a my muži i mužskou identitu.