



## **Středoškolská technika 2015**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

# **SNÍŽENÍ EMISÍ V DOPRAVĚ POMOCÍ SOLÁRNÍCH PANELŮ NA STŘECHÁCH AUTOBUSOVÝCH ZASTÁVEK**

**Tomáš Zedník**

VOŠS a SPŠS, Praha 1, Dušní 17

## Proč jsem si vybral uvedené téma?

Uvedené téma jsem si vybral, abych upozornil na odklon výstavby fotovoltaiky od původního záměru tj. výroba levného el. proudu co nejbližší spotřebě.

V mé rodině žijeme v domku na okraji Prahy a mí rodiče vybírali zdroj vytápění. Můj otec je stavař a po inspiraci se poohlížel v sousedním Německu, kde začíná být standardem kombinace fotovoltaiky s tepelným čerpadlem. Instalace tepelného čerpadla s cyklem vzduch-voda proběhla během jednoho dne bez problémů, to se nedá ale říci o fotovoltaike. / Obrázek č. 2 v příloze /

Realizace probíhala po ukončení dotací v roce 2014 a trvala více jak půl roku. Během tohoto období ač máme instalaci do 5 KW jsme se stali držiteli licence na výrobu energie ze slunečního záření, kterou by nám záviděl i Temelín. Postupně jsme museli certifikovat a přizpůsobit své rozvody el. na připojení k síti a sérií protokolů jsme se stali výrobcí elektrické energie.

Podle článku z webu idnes.cz z prosince 2010:

*„V roce 2005 začal platit zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, jehož záměrem bylo, aby se v tuzemsku začalo vyrábět více zelené energie a Česká republika dostala závazkům Evropské unie vyrábět v roce 2010 8 % čisté elektřiny. Zavedeny proto byly výhodné výkupní ceny garantované po dobu dvaceti let, které měly investorům vykompenzovat náklady na technologie. Podle dnešních odhadů vyjde podpora výroby z obnovitelných zdrojů do roku 2030 stát na jeden bilion korun! Začala éra výstavby obřích FVE /fotovoltaická elektrárna/ na orné půdě, které se díky dotacím staly výhodnou investicí s návratností od 8 let od výstavby.“*

A proto je dnes na majitele i menších solárních elektráren nahlíženo jako na milionáře a zbohatlíky. Díky velké medializaci se ale slovo sluneční elektrárna zařadilo na úroveň témat z černé kroniky.

Tímto se podle mého názoru pokřivil pohled na fotovoltaiku. I když byl tento trend naší vládě znám a v médiích se o něm neustále hovořilo, dochází ke změně až ze zákona č. 407/2012 Sb. platného od 1.1. 2014, podle kterého se ruší veškerá podpora výstavby a dotace výroby. Instalace na našem rodinném domku tak po 1.1 2014 prodává přebytečnou 1 Kwh za 0.33 Kč smluvnímu partnerovi Nano green s.r.o. Když ale slunce nesvítí, tak nakupujeme elektřinu za průměrnou cenu 3 Kč/KWh od podniku ČEZ.

V té chvíli jsem pochopil velké rozdíly mezi jadernými a slunečními elektrárnami, zatímco jaderná elektrárna je určena pro masu lidí, na sluneční elektrárny mělo být z první strany hleděno jako na lokální zdroj elektřiny pro rodinné domy, panelové domy, školy ale také třeba autobusové zastávky a ne jako na sluneční farmy zabírající plochu pro zemědělství. Příkladem netypického, ale vhodného umístění může být střecha Národního divadla na obrázku č. 1 v příloze.

A tím jsem dostal k nápadu využít solární elektrárny pro snížení emisí ve velkých městech a to využitím slunečních elektráren na střechy dopravních zastávek.

## Obsah projektu:

Můj projekt se týká využití zastávek autobusů ke snížení emisí v dopravě a to pomocí solárních panelů na střeších autobusových zastávek. V dnešní době jsou autobusové zastávky vnímány veřejností jako místo pro umístění placené reklamy V Praze je jediným investorem francouzská společnost JCDecaux, která smí jako jediná nové zastávky i stavět a v ostatních městech a vesnicích v ČR nepředstavují podle dopravních podniků nejspíše žádnou dobrou investici i když mají až neuvěřitelný potenciál.

Instalací 20 m<sup>2</sup> křemíkových solárních panelů na střeše jedné autobusové zastávce by instalace dosáhla výkonu 2,75kWp, (Jedná se o výkon maximální.) jeden kWp je schopný dodat v průměru do sítě 1 Mwh za 1 rok. Na velikosti dodávek do sítě záleží mnoho aspektů, které konečný výkon ovlivňují, např. počet slunečních dnů v České Republice (Obrázek je v příloze), druh solárních panelů, naklonění panelů, světová strana.

Návratnost si musíme spočítat:

Roční výkon této instalace činí 2,75Mwh a výkupní cena pro rok 2014 a 2015 je 384kč za 1Mwh. (Záleží, komu energii prodáváte, ale cena není razantně jiná) Při jednoduchém výpočtu  $384 \text{ Kč/MWh} * 2,75 \text{ Mwh} = 1056 \text{ Kč}$  získáváme nelichotivé číslo, za jeden rok získáme 1056kč. Při ceně 107 250kč, které nás tato elektrárna stála včetně montáže a připojení do sítě je toto opravdu tristní situace, elektrárna je schopna produkovat elektřinu zhruba 25 - 30let ale návratnost je 101,5 let!! (Elektronická kalkulačka v příloze, obrázek č. 3) I když se mnou spočítaná návratnost zdá jako ekonomická sebevražda, poukazuji na to, že pokud bychom takto v dnešní době realizovali obří FVE na orné půdě bez dotací EU a za použití panelů vyráběných před rokem 2012 /malý zisk, velká cena/ dojdeme ke stejné návratnosti v horizontu 50-80 let!!!

Toto je ale extrémní případ, kdy by všechna vyrobená elektřina byla dodána do veřejné sítě. Při spotřebě veškeré vyrobené energie pro vlastní účely můžeme počítat s cenou 3000 Kč/MWh a výpočet říká, že  $3000 \text{ Kč/MWh} * 2,75 \text{ Mwh} = 8250 \text{ Kč}$  a to už návratnost klesá na 13 let.

Aktuální výkupní cena je opravdu žalostná ale při využití této elektrárny nevypustíme do ovzduší 3539 kg CO<sup>2</sup> a proto stojí za to se nad touto problematikou pozastavit. Sluneční elektrárny na střeších domů či autobusových zastávek nebudou jen rozsvěcet reklamy, ale do budoucna mohou nabíjet i auta a v tomto případě i autobusy. Dopravní podniky již elektrobuses testují, a protože mají nižší náklady na jeden ujetý kilometr, než klasické autobusy předpokládá se spolu s autobusy na CNG jejich širší využití. Samozřejmě, že pokud budeme chtít nabíjet elektrobuses, budeme tak činit na konečných zastávkách autobusových linek, které i z hlediska instalace solárních elektráren poskytují větší plochu střeš.

A zde již uvidíme tu výhodu solárních panelů, kterou jsem vám sliboval, využitím solárních panelů na konečných zastávkách autobusu nebudou muset dopravci platit u energetických podniků, kde je aktuální cena na 3kč za 1Kwh a podle solární kalkulačky od společnosti **Česká solární s.r.o.**, která mi velice pomohla jak s otázkami ohledně solární problematiky tak před půl rokem s instalací solárních panelů na naší střechu, mohu oznámit příznivější údaje: Pokud bude společnost používat energii ze solárních panelů místo té nakupované investiční návratnost projektu je cca 13 let a to je naprostá změna protože jsme snížili návratnost o 90%!

Současně s využitím výroby elektrické energie s použitím fotovoltaických panelů dochází k rozvoji a prvním nasazením použitelných elektrobuses v našich městech.

Elektrobuses mají určitě vynikající potenciál stejně jako sluneční panely, při spojení těchto dvou užitečných věcí získáme nižší emise pro města jako je Ostrava, kde je ještě i s využitím tohoto projektu co napravovat.

Při využití solárních panelů na stovce konečných zastávek snížíme CO<sup>2</sup> v ovzduší o 353t, sníží se množství prachu a emisí.

Uvědomuji si, realizace fotovoltaiky na střechy zastávek je zatím v nedohlednu, ale při hledání vhodných zastávek jsem narazil na objekty Dopravních podniků, které mají v současné době / kdy se používají panely standardních rozměrů a mají stále malou účinnost/ daleko větší šanci na realizaci.

**Depo.** A proč taky ne, velká plocha dep v Praze pro metra, tramvaje, autobusy a k tomu ještě opravárenské podniky byly trefou do černého.

### **Depo:**

Nevyužité střechy depa na Zličíně nebo v Hostivaři je ukázkou toho pro co měly být využity solární panely pro úsporu emisí. Plocha velkých dep je v Praze téměř shodná jedná se v průměru o plochu střechy 35 000m<sup>2</sup> i když odečtu plochu světlíků jedná se o ideální plochu k instalaci dnešních panelů. V těchto depech a opravnách je vždy velká spotřeba elektřiny pro udržení městské hromadné dopravy v provozu, ať už to jsou tramvaje, metro či autobusy.

Proto jsem pro nápad pokrýt tyto střechy a ušetřit tak peníze nejen městu Praha ale nakonec i samotným občanům ve formě nižší ceny jízdného. Pokud bude jízdné nižší, nebudou lidé jezdit do práce autem, nebudou vytvářet větší znečištění, nebudou tolik vytížené silnice a stát nebude platit desítky miliard za každoroční jarní opravu výmolů na silnicích.

A to počítám pro zjednodušení pouze s prodejem přes přenosovou soustavu. Dopravní podnik spotřebovává elektrickou energii neustále a je schopen všechnu aktuálně vyrobenou el energii spotřebovat, tudíž nemusí prodávat přes přenosovou soustavu a ve výpočtu návratnosti tak může počítat s cenou nakupované energie, která je o mnoho vyšší.

V příloze je přiložen satelitní obrázek depa (obrázek č. 4) na Zličíně pro metro, který má s rozměry 228m na 156m vynikající vlastnosti právě pro sluneční elektrárnu. Využitím slunečních elektráren na střechy dep by se slovo sluneční či fotovoltaické stalo synonymem pro úsporu, pro blaho všech.

### **Studie:**

Mým cílem nebylo dělat rozhovory a ptát se na to, co by lidé změnili na slunečních elektrárnách, na politice ČR ohledně obnovitelných zdrojů. Cílem bylo zeptat se kamarádů, čemu nerozumí, přeci jenom po roce rodinném zkoumání návratnosti, vlastností a problémům s těmito elektrárnami jsem měl co nabídnout. A tady je soupis nejčastěji zodpovězených otázek?

#### **Z čeho se panely vyrábí?**

Na výrobu fotovoltaických panelů je nejdůležitější křemík, spousta drátků spojující řady článků, plast a rámeček – většinou z hliníku. Nejhorší je aktuálně vysoká spotřeba křemíku do čipů, slunečních panelů atd. Postupem času nebudeme mít jak křemík získávat a tak bude velice důležité naučit se recyklovat sluneční elektrárny a použitý křemík upravením použít k výrobě dalších panelů. V Německu je jak největší zastoupení obnovitelných zdrojů, tedy i slunečních elektráren, tak výrobců těchto elektráren. Německo tak bude muset přemýšlet nad plánem o recyklaci slunečních elektráren, kterým se v Německu krátí život každým dnem.

#### **Co je to Wp ?**

Výrobce musí udávat počet tzv. Wp (Watt peak), jedná se o nominální výkon. Tento výkon výrobce zjistí při standardizovaném výkonu testu, pokud 1m<sup>2</sup> panelu osvítil zářením o výkonu 1000W.

Jedná se o velikost výroby energie za ideálních podmínek.

#### **Jaká je životnost sluneční elektrárny?**

„Na tuto otázku bych ti rád odpověděl Michale“, řekl jsem kamarádovi při cestě do školy.

Zodpovězení ale není tak jednoduché, výrobce garantuje záruku podobu 25 let na solární panely a 5 let na FV střídače, záruka na instalaci se liší podle firmy, ale popravdě nikdo neví, jestli panely vydrží 27 nebo 29 let. Výkon se postupem času snižuje, ale ještě se přesně neví, jak dlouho elektrárna bude produkovat energii.

### **Co je to FV střídač?**

Tato otázka musela zákonitě přijít po předešlé otázce. Bez střídače by žádná elektrárna nemohla nikdy dodávat proud do sítě. Náplní střídače je měnit proud ze stejnosměrného na střídavý. Výkon elektrárny záleží také na počtu slunečních dnů (Obrázek č. 3 v příloze)

### **A co když do elektrárny uhoří blesk?**

Tak u této otázky jsem si nebyl jistý. Panely se mohou poničit, ale od čeho je pojištění, že?

### **Závěr projektu:**

Věřím tomu, že u nás dojde postupně k pochopení významu výroby elektrické energie z malých zdrojů a že dojde / jak je to běžné v západní části Evropy / k narovnání cen energie vyráběné ze zdrojů do 5 KW na úroveň nákupních cen pro domácnosti.

Zpočátku byla tato práce zaměřena na obhajobu výroby energie z fotovoltaických zařízení na autobusových zastávkách, ale postupem času jsem si uvědomil, že tento projekt bude úplně o něčem jiném, že nebude jen o zisku penězním, ale i o zisku zkušeností, kterých se ve mně za dobu studia nejen slunečních elektráren shromáždilo opravdu velké množství. Postupem času jsem pochopil možný rozvoj slunečních elektráren a aktuální energetický stav na burzách, pochopil jsem rozdíl mezi všemi druhy elektráren napříč spektrem, ať už to byly elektrárny jaderné, vodní, sluneční nebo uhelné, každá je vhodná někde jinde a proto je nejdůležitější ani jedné na naší křižovatce nedávat přednost. Je potřeba využít energetický mix zdrojů, které se nachází na území ČR a ke kterým bezpochyby patří i slunce.

Projekt má sloužit jako představa do budoucnosti ale i jako pochopení jak sloučit přírodu s výrobou energie. V minulosti se vymýšlely a neustále budou vymýšlet nové druhy elektráren, ale nikdy nebudou tak šetrné, abychom naši krajinu neničily a neměnily její vzhled jak při těžbě surovin tak při výrobě energie. Dokud nebudeme moci využít 100 % energii z jakéhokoliv předmětu např. jadernou fúzí, budeme muset neustále hledat nové a nové možnosti umístění fotovoltaických panelů jako zdrojů energie.

Tento projekt měl ukázat na nevyčerpatelnost nápadu pro rozvoj slunečních elektráren.

**Dle mého, budoucnost ve střední Evropě není v budování obřích FVE a v zabírání orné půdy, ale v zabudovávání fotovoltaických článků do stavebních materiálů beze změny jejich vzhledu / střešní tašky, fasády výškových budov, povrchy silnic / tak aby se výroba energie přenesla blíž ke spotřebiteli 21. století.**

Děkuji, že jsem se mohl této honby za nápady zúčastnit.

### **Poděkování:**

V tomto projektu jsem čerpal z bohatých zkušeností mých rodičů, a z web. stránek firmy **Česká solární s.r.o.**, které tímto děkuji

Na závěr projektu bych chtěl poděkovat svému koordinátorovi Ing. Haně Matouškové za možnost připravit tento projekt. Nápad nepadne nikdy jen z nebe, ale musí se mu jít naproti, což jsem zjistil až na konci celé práce, jak mi velmi pomohlo stát na lešení a podílet se na instalaci i té naší malé lokální elektrárny, která pomáhá snížit rozpočet domácnosti a to, že je sluneční elektrárna dobrý nápad i v době bez podpory státu jsme vám doufám dobře předvedl v celé práci.

Tomáš Zedník

Student VOŠS a SPŠS Dušní 17, Praha 1

**Obrázková příloha:**

1.)



2.)



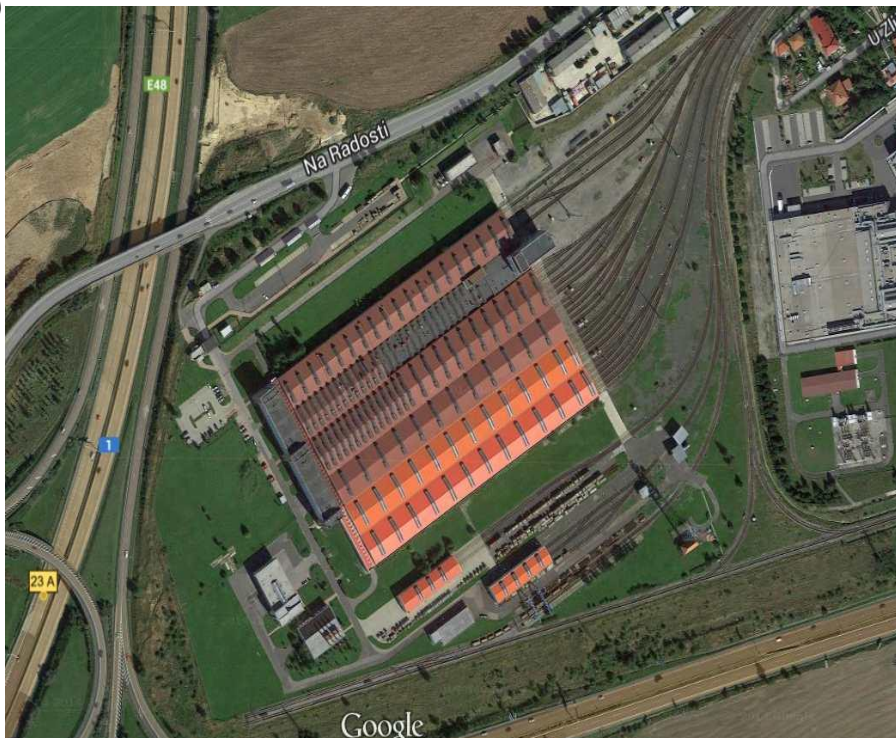
Naše malá sluneční elektrárna od firmy **Česká solární s.r.o.**



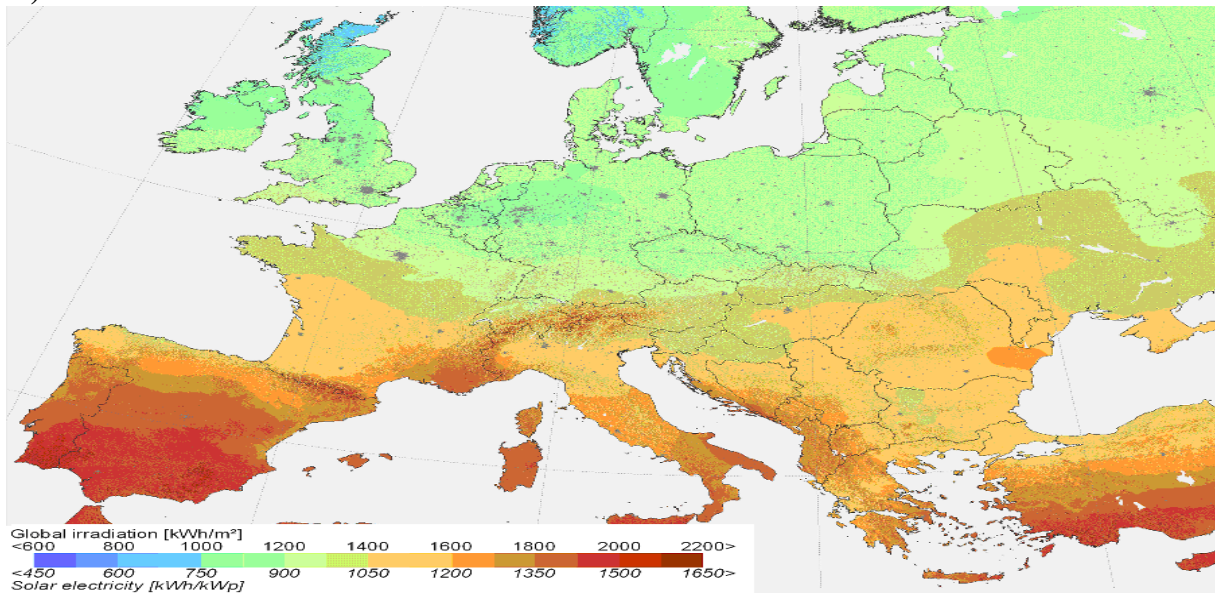
3.)

Výpočet podle zadané plochy střechy	
1. Celkový výkon instalace:	2.75 kWp
2. Odhadovaný počet fotovoltaických panelů o výkonu 250 Wp:	11 ks
3. Přibližná cena zařízení je:	107 250 Kč *)
4. Fotovoltaická elektrárna může podle umístění a doby slunečního svitu vyrobit:	2 612 až 3 025 kWh
5. Průměrná měsíční výroba	217 kWh až 252 kWh
Vyrobená elektrická energie se bude spotřebovávat v objektu a pouze přebytek přejde automaticky do distribuční sítě. Výhoda : vyrobenou a současně spotřebovanou elektřinu v objektu <b>není tedy potřeba nakupovat ze sítě</b> . Úspora je tedy tím vyšší, čím více si své energie objekt spotřebuje.	
Úspora v dosavadním nákupu el. energie od (ČEZ, PRE nebo E.ON). Cena energie je počítána cca 4 Kč / 1 kWh. Pokud máte jinou cenu energie zadejte sem: <input type="text" value="4"/> Kč/kWh. (Klikněte poté na tlačítko "Spočítat" výše.)	
6. Úspora při 100% spotřeby vlastní výroby z FVE	10 448 Kč až 12 100 Kč
7. Návratnost investice při 100%	10 let až 8 let
8. Úspora při 75% spotřeby vlastní výroby z FVE	7 836 Kč až 9 075 Kč
9. Návratnost investice při 75%	13 let až 11 let
10. Úspora při 50% spotřeby vlastní výroby z FVE	5 224 Kč až 6 050 Kč
11. Návratnost investice při 50%	20 let až 17 let
12. Ročně ušetříte spálení:	6 674 kg uhlí
13. Ušetříte:	3 539 kg CO <sup>2</sup>
14. Celkem můžete vyrobit naprosto čisté ekologické energie:	3 025 kWh
<p>*) Vypočtené hodnoty jsou pouze orientační a ovlivňují je faktory jako jsou aktuální ceny a značky použitých materiálů, složitost montáže apod. Pro přesnou kalkulaci ve Vašich konkrétních podmínkách nás prosím <a href="#">kontaktujte</a>.</p> <p>**) návratnost se počítána jako prosté dělení a násobení. Pro přesný výpočet je potřeba počítat s aktuální pořizovací cenou instalace, každoročně zvyšující se výkupní cenou energie o index inflace (2 až 4%) a s mírně zvyšujícím se počtem slunečních dní v roce oproti minulým letům.</p>	

4.)



5.)



Mapa intenzity slunečního záření v Evropě

### Seznam použitých zdrojů informací:

- 1.) Znak školy - <http://www.interaktivniucebny.cz/cs/reference/ss>
- 2.) Obrázek planety - <http://helianthus.kvalitne.cz/Projekt%20Slunecnice/Enersol/Enersol.php>
- 3.) Získání informací z webu - <http://www.okradenapraha.cz/wp-content/uploads/2014/08/Pravni-rozbor.pdf>
- 4.) Čerpání informací ze stránek společnosti Česká solární s.r.o. a využití solární kalkulačky - [http://www.ceska-solarni.cz/fotovoltaika\\_princip](http://www.ceska-solarni.cz/fotovoltaika_princip)
- 5.) Sluneční elektrárna na střeše Národního divadla / Obrázek č. 1 v příloze /- <http://www.novinky.cz/bydleni/reality-a-finance/165741-slunecni-elektrarna-se-narodnimu-divadlu-vyplaci.html>
- 6.) Solární kalkulačka - / Obrázek č. 3 v příloze / - <http://www.ceska-solarni.cz/kalkulacka>
- 7.) Použití Google mapy - <https://www.google.cz/maps>