

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra technologií a měření

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bilance provozních nákladů na výstavbu a provoz FVE

zadání

zadání

Anotace

V první části se tato diplomová práce zaměřuje na sjednocení základních provozních, ekonomických, legislativních rámců nasazení a provozu fotovoltaické elektrárny. Detailněji se zabývá legislativou spojenou s podnikáním s elektřinou z obnovitelných zdrojů energie.

Druhá část je zaměřena na základní aspekty stárnutí polovodičových vrstev a fotovoltaických panelů jako celku. Jsou zde popsány základní příčiny stárnutí a degradace panelů a jejich ovlivnění systému.

Třetí část je zaměřena na popis konkrétní vybrané fotovoltaické elektrárny. Popisuje bilanci provozních nákladů na výstavbu a provoz fotovoltaické elektrárny. Také se zabývá ekonomickou stránkou návratnosti investic fotovoltaického systému. Na konci této práce je nastíněn směr, jakým by se mohla fotovoltaika v České republice ubírat.

Klíčová slova - FVE, bilance nákladů, efektivita, legislativa, recyklace.

108 stran

33 obrázků

17 tabulek

Abstract

First part of this thesis deals with the basic operating conditions of the photovoltaic power plants and the economical and legislative frameworks for deployment of the photovoltaic power plants. In detail it deals with legislative, which is connected to trading with electric energy from the renewable sources of energy.

Second part is focused on the basic aspects of aging semiconductor layers, and photovoltaic panels as the whole. There are described the basic causes of aging and degradations of the panel and consequences of these disorders of the whole system.

Third part is focused on describing specific photovoltaic power plant. It describes the balance of operating and economic costs for the construction and operation of the photovoltaic power plant. It also deals with the return of investment of photovoltaic system. At the end of this thesis, there is outlined outlook of the future of photovoltaics in the Czech Republic.

Key words - PV, balance of costs, efficiency, legislation, recycling.

108 pages

33 figures

17 tables

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne 9. května 2013

Lukáš Čížek

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlovi Šteklovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále bych chtěl poděkovat všem pedagogům a pracovníkům Západočeské univerzity v Plzni za získání všech odborných znalostí, mé rodině a to především rodičům za podporu během mého studia.

V Plzni dne 9. května 2013

Lukáš Čížek

Obsah

OBSAH	7
ÚVOD	9
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	11
1 ZÁKLADNÍ ASPEKTY NAsAZENÍ FV ELEKTRÁRNY	14
1.1 OBECNĚ O FVE.....	14
1.1.1 <i>Fotovoltaický jev</i>	14
1.1.2 <i>Fotovoltaický článek</i>	16
1.1.3 <i>Fotovoltaická elektrárna</i>	19
1.1.3.1 <i>Střídače</i>	20
1.1.3.2 <i>Kabeláž</i>	22
1.1.4 <i>Umístění fotovoltaických panelů:</i>	23
1.1.5 <i>Sklon fotovoltaických panelů:</i>	24
1.2 FOTOVOLTAIKA V ČESKÉ REPUBLICE.....	25
1.3 PROVOZNÍ PODMÍNKY.....	27
1.4 EKONOMICKÉ RÁMCE NAsAZENÍ.....	29
1.4.1 <i>Vývoj cen elektřiny z fotovoltaických elektráren</i>	31
1.4.2 <i>Financování projektu</i>	31
1.4.3 <i>Pojištění</i>	32
1.5 LEGISLATIVNÍ RÁMCE NAsAZENÍ FVE.....	33
1.5.1 <i>Základní obecné legislativní postupy připojení FVE</i>	36
1.6 NOVINKY A ZMĚNY PRO ROK 2013.....	39
1.6.1.1 <i>Změny týkající se výrobců v režimu povinného výkupu</i>	40
1.6.1.2 <i>Změny týkající se výrobců v režimu zelený bonus</i>	40
1.6.2 <i>Registrace do systému OTE</i>	41
1.6.3 <i>Změny finančních a informačních toků podpory OZE od 1.1 2013</i>	42
1.6.4 <i>Přehled vypláčené podpory v režimu výkupní cena a zelený bonus pro roky 2012/2013</i>	46
1.6.5 <i>Solární daň a Recyklační poplatek</i>	47
1.7 SKLADBA FV PANELŮ A VYUŽITELNOST K RECYKLACI.....	48

2 STÁRNUTÍ FV PANELŮ	51
2.1 TECHNOLOGIE INSTALOVANÝCH FV PANELŮ	52
2.1.1 Monokrystalické panely.....	52
2.1.2 Polykrystalické články.....	52
2.2 TECHNOLOGIE A VÝVOJ FV PANELŮ	53
2.3 STÁRNUTÍ POLOVODIČOVÝCH VRSTEV	55
2.3.1 Výzkum stárnutí FV Sakura Japonsko	55
2.3.2 Výzkum stárnutí FV testovací středisko LEE-TISO Švýcarsko.....	56
2.3.3 Stárnutí polovodičového materiálu.....	57
2.3.4 Stárnutí panelu jako celku	58
2.4 APLIKACE POZNATKŮ STÁRNUTÍ FV PANELŮ.....	59
3 EKONOMICKÁ ANALÝZA FV ELEKTRÁRNY	60
3.1 FV ELEKTRÁRNA TUHAŇ.....	60
3.1.1 Legislativní kroky učiněné při výstavbě.....	60
3.2 TECHNICKÝ POPIS ZAŘÍZENÍ.....	62
3.2.1 FV panely.....	62
3.2.2 Invertory.....	63
3.2.3 Technické parametry celkové sestavy FV elektrárny Tuhaň.....	63
3.2.4 Dispečerské řízení.....	64
3.2.5 Uvolňování zařízení.....	64
3.2.6 Regulace činného a jalového výkonu elektrárny, regulace FV elektrárny.....	65
3.3 ANALÝZA NÁKLADOVÉ A PROVOZNÍ BILANCE	66
3.4 PŘEHLED VÝROBY ZA OBDOBÍ 2011 A 2012	68
3.4.1 Odpisy	69
3.4.2 Hotovostní toky - Cash Flow	71
3.4.3 Reálná doba návratnosti investic	73
3.4.4 Čistá současná hodnota	75
4 FOTOVOLTAIKA JAKO ZDROJ ÚSPOR	77
5 ZÁVĚR.....	79

Úvod

Energetické nároky společnosti se zvyšují úměrně s technickým rozvojem moderních technologií. Není tomu tak proto, že jsou sami o sobě nové technologie energeticky náročnější, ale z důvodu jejich nárůstu a užití i tam, kde to dříve nebylo obvyklé. Můžeme tvrdit, že dnešní moderní svět si už nelze bez elektrické energie představit. Elektrická energie se stala jakousi krví naší technické společnosti, kde v koloběhu pohání vše, co dnešní moderní člověk denně využívá.

Využívání obnovitelných zdrojů energie nese sebou kromě ekologických aspektů také ekonomickou stránku a přínos pro trvale udržitelný rozvoj energetiky. Spotřebovávají se omezené a často nenahraditelné přírodní zdroje planety, nebo se využívají takové, které mají určitý škodlivý vliv na životní prostředí. Hojně diskutovaným tématem nejen v České republice je využívání sluneční energie. Slunce je spolehlivým zdrojem energie a jednou z možností, jak tuto energii zachytit a přeměnit na energii využitelnou člověkem ve větším měřítku jsou solární články. To podpořily i projekty solárních elektráren. Mezi nevýhody však patří nemožnost regulace dodávek vyrobené elektřiny, která je závislá na svitu slunce, a tudíž musí být zavedeny regulační zálohy.

Konkrétně v České republice z důvodu požadavku EU o navýšení podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, byla v roce 2005 připravena finanční podpora, která měla nastavit postupnou decentralizaci a diverzifikaci výroby elektrické energie. Rozumný rozvoj FVE zaměřených především na střechy rodinných domů v letech 2006-2008 končil rokem 2008. Největší boom velkých fotovoltaických elektráren nastal v České republice v letech 2009 a 2010. Během této doby vznikly elektrárny s celkovým instalovaným výkonem cca 1,7 GWp. Tento rozmach byl zaviněn pomalou reakcí zákonodárců na posilování české koruny a tempu snižování cen fotovoltaických technologií a přeměnil tak původně rozumně nastavenou podporu v prostor, kde zainteresovaní podnikatelé realizovali své mnoha milionové podnikatelské záměry v oblasti podnikání s elektřinou z fotovoltaických elektráren. S podporou vlády spojenou s dotacemi a dobrým výkupným poměrem a nízkou cenou FV panelů Českou republiku zavalila celá pole tvořená fotovoltaickými panely. Solární elektrárny u nás vznikaly takovou mírou, že se velmi rychle naplnil národní akční plán o dosažení 8 % podílu

elektriny z obnovitelných zdrojů energie. Vláda tomuto programu vyhlásila stop a poslední velké solární elektrárny připojené do elektrizační soustavy byly připojeny k poslednímu měsíci v roce 2010. Pro další léta se počítá již jen s malými FV elektrárnami do 30 kW a dále vývoj bude směřovat směrem k tzv. grid paritě, kdy se ceny z FV elektrárny vyrovnají cenám z konvenčních zdrojů.

V technických pramenech se udává životnost a využitelný stav fotovoltaických panelů přibližně 25 let (Po tuto dobu se také stát zavazoval, že bude vyrobenou elektrinu za předem daných podmínek vykupovat). V časové závislosti postupně klesá účinnost fotovoltaických panelů až na míru, kdy je nelze v daném seskupení dále efektivně používat. Vystává otázka, jak v budoucnu s nastalým problémem naložit. Jsou dvě cesty, likvidace nebo úprava a zachování. Obě varianty budou nadále otázkou nákladů, se kterými se budou podnikatelé za 20 let potýkat. Případná likvidace sebou však nese i s ní spojené náklady. O tyto náklady by se měly samozřejmě postarat společnosti vlastníci dané FV elektrárny. Vláda však ze strachu umělých konkurzů těchto společností zavedla tzv. solární daň, ze které by se měly krýt náklady spojené s likvidací. Není žádoucí, aby z dnes výnosných velkých fotovoltaických parků za 20 let zbyla jen ekologická zátěž, kterou bude muset stát likvidovat z peněz daňových poplatníků. Také se objevuje snaha tento problém řešit u samotných výrobců. Někteří se dokonce zavazují, že v budoucnu zdarma FV elektrárnu zlikvidují pomocí recyklace. Vytvářejí se i uskupení, jako například PV-CYCLE, což je evropská organizace seskupující výrobce FV panelů, kteří budou staré FV panely recyklovat.

Tato práce je rozdělena na tři části, v první se zabývá zevrubnou rešerší, týkající se legislativy spojené s podnikáním s elektrinou vztaženou na FV elektrárny. Obsahuje jak retroaktivní, tak současné informace vztahující se k aktuálnímu stavu roku 2013. Dále se také podotýká s provozními podmínkami a ekonomickými rámci nasazení FV elektráren. Druhá část se zaměřuje na základní aspekty stárnutí polovodičové vrstvy FV panelů a sním související úbytek účinnosti. Ve třetí části bude rozebrána FV elektrárna Tuhaň o výkonu 393,6 kWp a její provozní a nákladová bilance. Jsou zde retrospektivně popsány náklady a postupy spojené s výstavbou a uvedením do provozu. Dále pak přehledy výroby a samotná návratnost investice vztažená na časové měřítko.

Seznam symbolů a zkratek

U	<i>napětí mezi elektrodami</i>	[V]
I	<i>proud</i>	[A]
FVE	<i>fotovoltaická elektrárna</i>	[-]
FV	<i>fotovoltaická</i>	[-]
E	<i>elektromagnetického záření</i>	[-]
h	<i>Planckova konstanta</i>	[J.s]
c	<i>rychlost světla</i>	[km/s]
λ	<i>vlnová délka záření</i>	[nm]
I_{ph}	<i>proudu generovaný FV článkem</i>	[A]
D	<i>dioda</i>	[-]
G_p	<i>paralelní svod článku</i>	[Ω]
R_S	<i>sériový odpor článku</i>	[Ω]
I_s	<i>saturační závěrný proud</i>	[A]
V_t	<i>teplotní napětí</i>	[mV]
T	<i>tepelná energie</i>	[K]
k	<i>Boltzmannova konstanta</i>	[eV/K]
q	<i>náboj</i>	[C]
I_{sc}	<i>zkratový proud</i>	[A]
U_{oc}	<i>napětí fotovoltaického článku naprázdno</i>	[V]
P_m	<i>maximální výkon, který může článek dodávat</i>	[W]
I_m	<i>proud, při kterém FV článek dodává max. výkon</i>	[A]
U_m	<i>napětí, při kterém FV článek dodává max. výkon</i>	[V]
FF	<i>Fill Factor</i>	[-]
E_{ef}	<i>účinnost FV článku</i>	[%]
R_{so}	<i>sériový odpor</i>	[Ω]
R_{sh}	<i>paralelní odpor</i>	[Ω]
$\eta_{.xx\% PN}$	<i>účinnost střídače</i>	[%]
MPPT	<i>maximum power point tracker</i>	[-]
MPP	<i>maximum power point</i>	[-]
DC	<i>direct current – stejnosměrný proud</i>	[A]
AC	<i>alternating current – střídavý proud</i>	[A]
CYKY	<i>C-měď, Y- polyvinylchlorid, K-kabel, Y - polyvinylchlorid</i>	[-]
AYKY	<i>A-hliník, Y- polyvinylchlorid, K-kabel, Y - polyvinylchlorid</i>	[-]

OZ	<i>obnovitelný zdroj</i>	[-]
OZE	<i>obnovitelný zdroj energie</i>	[-]
ERÚ	<i>Energetický regulační úřad</i>	[-]
VC	<i>výkupní cena</i>	[Kč]
ZB	<i>zelený bonus</i>	[Kč]
POZE	<i>podporované zdroje energie</i>	[-]
HZB	<i>hodinový zelený bonus</i>	[Kč]
DPH	<i>daň z přidané hodnoty</i>	[%]
c_{pzbhis}	<i>výše hodinového zeleného bonusu</i>	[Kč/MWh]
c_{vcozis}	<i>výkupní cena elektřiny z s-tého druhu OZ</i>	[Kč/MWh]
$c_{podchis}$	<i>prům. předpokládaná cena odchylky s-tého druhu OZ</i>	[Kč/MWh]
c_{skuthi}	<i>hodinová cena elektřiny dosažená na denním trhu</i>	[Kč/MWh]
EVA	<i>ethylene-vinyl acetate</i>	[-]
EDX	<i>Energy Dispersive X-Ray</i>	[-]
I_{mp}	<i>optimální provozní proud</i>	[A]
V_{mp}	<i>optimální provozní napětí</i>	[V]
V_{oc}	<i>napětí naprázdno</i>	[U]
PEN	<i>ochranný vodič</i>	[-]
RDAC	<i>rozvaděč</i>	[-]
O	<i>roční výše odpisů</i>	[Kč]
PC	<i>pořizovací cena</i>	[Kč]
CF_x	<i>cash flow ve sledovaném roce</i>	[Kč]
Z_x	<i>čistý zisk ve sledovaném roce</i>	[Kč]
O_x	<i>odpis ve sledovaném roce</i>	[Kč]
V_x	<i>výnos ve sledovaném roce</i>	[Kč]
N_x	<i>provozní náklady ve sledovaném roce</i>	[Kč]
D_p	<i>daň z příjmu právnických osob</i>	[%]
DPP	<i>doba návratnosti investic</i>	[roky]
r	<i>diskontní míra</i>	[%]
r_f	<i>bezriziková úroková míra</i>	[%]
RP	<i>riziková prémie</i>	[%]
π	<i>míra inflace</i>	[%]
DDN	<i>diskontovaná doba návratnosti</i>	[roky]
m_i	<i>doba, kdy investiční výdaje převyšují investiční příjmy</i>	[čas]
i	<i>úroková míra v desetinném vyjádření</i>	[%]

P	<i>investice v jednotlivých letech</i>	[Kč]
n	<i>doba životnosti</i>	[roky]
K	<i>kapitálový výdaj.</i>	[Kč]
LDS	<i>lokální distribuční soustava</i>	[-]
NN	<i>nízké napětí</i>	[U]
VN	<i>vysoké napětí</i>	[U]
RDS	<i>regionální distribuční soustava</i>	[-]
ČR	<i>Česká republika</i>	[-]
EU	<i>Evropská unie</i>	[-]
ČSÚ	<i>Český statistický úřad</i>	[-]
H07RN-F	<i>kód kabelu</i>	[-]
E.ON	<i>energetická společnost</i>	[-]
ČEZ	<i>energetická společnost</i>	[-]
PRE	<i>energetická společnost</i>	[-]
RD	<i>rodinný dům</i>	[-]
OTE	<i>Obchodník trhu s elektřinou</i>	[-]
PDS	<i>provozovatel distribuční soustavy</i>	[-]
PPS	<i>provozovatel přenosové soustavy</i>	[-]

1 Základní aspekty nasazení FV elektrárny

Investor se záměrem vložit peníze do fotovoltaické elektrárny musí při realizaci zvážit spoustu proměnných faktorů. Některé jsou obecnějšího rázu týkající se každého, kdo chce podnikat s elektřinou z obnovitelných zdrojů energie, a jiné jsou charakteru individuálního, týkající se konkrétního projektu. V první řadě se musí vypracovat studie realizovatelnosti a návratnosti FV elektrárny v dané lokalitě na základě požadavků investora. Zde přichází na řadu první aspekt výběru vhodné firmy mající s touto činností zkušenosti. Firma zabývající se výstavbou FV elektráren provede investora jednotlivými kroky a legislativními náležitostmi, zpracuje mu nákladové bilance, na základě kterých se může rozhodovat. Pro laika je obtížné se orientovat na trhu v nepřeberném množství typů součástí určených pro FV elektrárnu a její výstavbu. Především je nutné disponovat určitými elektrotechnickými znalostmi. Další ovlivňující faktory mohou přijít při samotné realizaci, kdy se mohou vyskytnout problémy například s pozemkem, vzdáleností od přípojného místa, či nesouhlasem okolí s výstavbou. Jelikož jde o dlouhodobou investici v řádu desítek let, je nutné dobře zvážit investiční rizika v souladu s potenciálními zisky. Může se stát, že tam, kde investor zdánlivě ušetřil při realizaci, mohou v budoucnu vznikat ztráty mající za následek negativní vliv na výnosy. Naopak někde se ušetřit dalo, ale na základě neznalosti či neinformovanosti se zde zbytečně proinvestoval určitý kapitál.

1.1 Obecně o FVE

Fotovoltaika je moderní vyspělá technologie vyvíjející se už od roku 1839. Využívá základního principu fotovoltaického jevu přeměny slunečního záření v elektrickou energii. Zařízení sloužící k této přeměně se nazývá fotovoltaický článek. Seskupením a pospojováním fotovoltaických článků vzniká fotovoltaický panel. Z fotovoltaických panelů doplněných o další součásti vzniká fotovoltaická elektrárna. [3]

1.1.1 Fotovoltaický jev

Využití částic světla – fotonů k přímé přeměně na elektrickou energii objevil v roce 1839 pan Alexandr Edmond Becquerel a teoreticky jej popsal Albert Einstein v roce 1904. Tuto přeměnu nazval Fotovoltaický jev. Z důvodu potřeby

vysoce jakostního čistého křemíku o čistotě 0,999999, byl první fotovoltaický článek, který bylo možné použít k výrobě elektřiny, vyroben až v roce 1954. Solární článek je polovodič vyrobený nejčastěji z modifikace krystalického křemíku (do dnes nejvyužívanější monokrystalický a polykrystalický). Atom křemíku vlastní 4 vnější elektrony, které tvoří vazby elektronových párů se sousedícími atomy. V polovodičovém článku spolu hraničí kladně elektricky dotovaná vrstva (p) a záporně dotovaná vrstva (n). Mezi těmito rozdílně dotovanými vrstvami vzniká vnitřní elektrické pole snažící se o vyrovnání potenciálů. Je způsobeno difúzí nadbytečných elektronů v prostoru pn přechodu. Vzniká oblast prostorového náboje tvořeného malým počtem volných nosičů náboje. V oblasti n vrstvy zůstávají kladně, v oblasti p vrstvy záporně nabitě atomy dotujícího prvku. Vzniká elektrické pole orientované proti směru pohybu nosičů náboje, které zabraňuje nekonečné difuzi elektronů. Dodáme-li článku energii ve formě zářivé energie fotonů, začne uvolňovat v polovodiči elektrony z vazeb v atomové mřížce. Fotony se absorbují a uvolněné záporně nabitě elektrony se stanou volně pohyblivými, a zanechávají po sobě kladný náboj. Vnitřní elektrické pole způsobí přitahování těchto nosičů náboje do opačných směrů, kde tyto nosiče vytvoří opačnou polaritu. Mezi stranami článku opačné polarity vzniká rozdíl potenciálů, který můžeme naměřit jako elektrické napětí. Kvanta energie neboli fotony jsou vyzařovány ve formě elektromagnetického záření, které je vyzařováno nebo pohlcováno nespojitě. Platí, že energie fotonu E je nepřímo úměrná vlnové délce záření: [37] [3] [9]

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad (1. 1)$$

kde

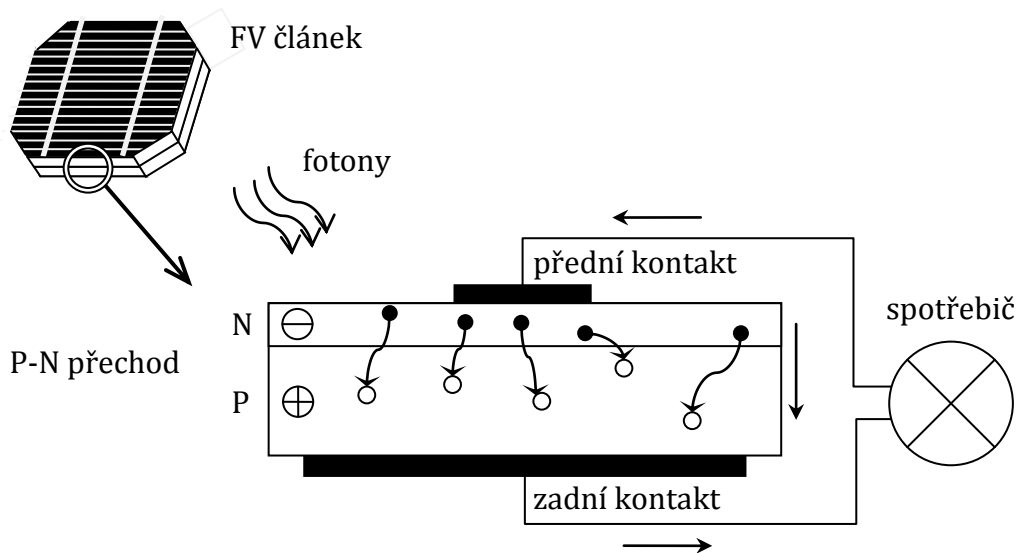
$h = 6,626176 \cdot 10^{-34} [J \cdot s]$ - je Planckova konstanta

$c = 300\,000 [km/s]$ - je rychlost světla

$\lambda [nm]$ - je vlnová délka záření

Aby mohl vzniknout fotovoltaický jev, musí mít fotony energii alespoň 1,12 eV. Pokud tato podmínka není splněna (např. mikrovlny mající větší vlnovou délku), foton projde materiálem, není zde absorbován a nevyvolá fotovoltaický jev. Pokud

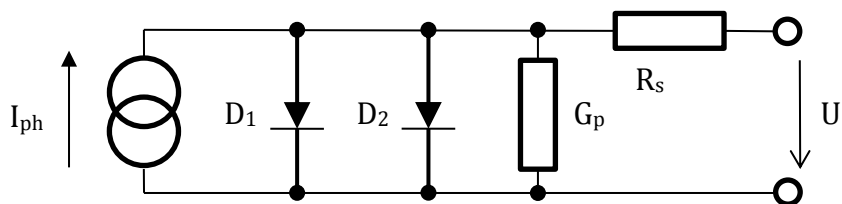
foton dopadne na materiál právě s energií 1,12 eV, je v materiálu absorbován a způsobí zde vznik jednoho elektronu a jedné kladné „díry“. Dopadne-li foton na materiál s větší energií než 1,12 eV, způsobí také vznik volného elektronu a kladné „díry“, avšak přebytečná energie se přemění na nežádoucí infračervené záření produkující teplo. Teplo zahřívá polovodičový materiál, kde poté vznikají ztráty mající za následek snižování účinnosti. [27] [22]



Obr. 1.1 Fotovoltaický článek – zjednodušený model

1.1.2 Fotovoltaický článek

K samotné přeměně sluneční energie na elektrickou slouží fotovoltaický článek. Je to velkoplošná polovodičová součástka schopná přeměňovat světlo na elektrickou energii. V nejvíce případech se jedná o plátek krystalického křemíku typu P s příměsí india či bóru, na kterém se difúzí fosforu vytvoří na horní straně vrstva typu N. Pro určení jednotlivých parametrů článku je vhodné jej nahradit modelem známých jednoduchých částí, na kterých lze jednotlivé děje snadněji popsat. [1] [9] [10]



Obr. 1.2 Zjednodušený diodový model FV článku

kde

I_{ph} [A] - *zástupce proudu generovaného FV článkem*

U [V] - *zástupce generovaného napětí*

D_1, D_2 - *zástupci polovodičového přechodu*

G_p [Ω] - *zástupce svodů ve FV článku*

R_s [Ω] - *zástupce ohmického odporu přívodů a spojů*

Model FV článku se skládá z jednoduchých lineárních i nelineárních elektrických součástek. Při osvětlení FV článek produkuje proud, bez osvětlení se chová jako polovodičová dioda. Diody D_1 a D_2 zastupují polovodičový přechod umožňující fotovoltaický jev. Dioda D_1 vychází ze Shockleyho rovnice popisující model P-N přechodu, a dioda D_2 zastupuje přechod P-N. Proud generovaný FV článkem je vyjádřen proudovým zdrojem I_{ph} . Je třeba dosáhnout maximálního proudu I_{ph} tj zajistit maximální generaci nosičů v objemu FV článku a jejich sběr přechodem PN. Také je potřeba minimalizovat povrchovou i objemovou rekombinaci. Výkonové ztráty způsobené nedokonalostí článku jsou charakterizovány pomocí sériovo-paralelních parazitních odporů R_s a G_p . G_p zastupuje svody ve FV článku a R_s vlastní ohmický odpor přívodů a spojů. Podrobnější výklad je k nalezení například v [38]

Náhradní model lze vyjádřit rovnicemi:

$$I(V) = -I_{ph} + I_s * \left[\exp\left(\frac{(V)}{V_t}\right) - 1 \right] \quad (1.2)$$

$$I = -I_{ph} + I_s * \left[\exp\left(\frac{(V + R_s * I)}{V_t}\right) - 1 \right] + G_p * (V - R_s * I) \quad (1.3)$$

kde

I_s [A] - *saturační závěrný proud*

I_{ph} [A] - *zástupce proudu generovaného FV článkem*

R_s [Ω] - *sériový odpor článku*

G_p [Ω] - *paralelní svod článku*

$$V_t = k_B * \frac{T}{q} \quad (1.4)$$

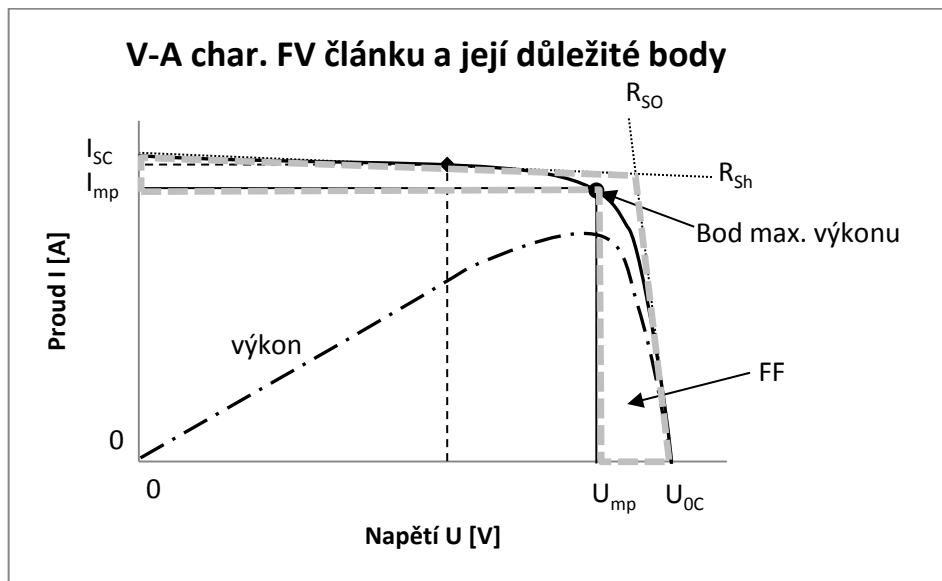
kde

V_t [mV] - *teplotní napětí*

T [K] - *tepelná energie vztážená na elektron*

$k = 8.617\ 3324 \times 10^{-5}$ [eV/K] - *Boltzmannova konstanta*

$q = 1,602\ 176\ 565 \times 10^{-19}$ [C] - *velikost náboje*



Obr. 1.3 Zjednodušený diodový model FV článku [39]

kde

I_{sc} [A] - *zkratový proud (proud tekoucí článkem při napětí 0 V)*

U_{oc} [V] - *napětí fotovoltaického článku naprázdno*

P_m [W] - *maximální výkon, který může článek dodávat*

I_m [A] - *proud, při kterém solární článek dodává maximální výkon*

U_m [V] - *napětí, při kterém solární článek dodává maximální výkon*

FF [-] - *Fill Factor, parametr který se určuje výpočtem podle vzorce:*

$$FF = \frac{(I_m * U_m)}{(U_{oc} * I_{sc})} \quad (1.5)$$

E_{ef} [%] - *účinnost fotovoltaického článku (účinnost FV článků)*

R_{so} [Ω] - sériový odpor solárního článku

R_{sh} [Ω] - paralelní odpor solárního článku

Správnou konstrukcí a pospojováním fotovoltaických článků vznikne fotovoltaický panel. Dnešní FV panely mají většinou výkon cca 100 – 173 Wp m^{-2} . Wp znamená špičkový výkon při ideálních podmínkách. Ideální podmínky by nastaly, kdyby světlo o intenzitě 1000 W m^{-2} dopadlo kolmo na panel při teplotě 25 °C. [1] [27] [22] [39]

Množství získané energie závisí:

- Přímou úměrně na ploše FV článku, na kterou světlo dopadá (nejsou uváděny žádné normalizované velikosti FV panelů, velikosti si určují výrobci)
- Na účinnosti FV panelů a tím související technologii výroby FV panelů (monokrystalické, polykrystalické a ostatní (převážně amorfni / hybridní)).

Monokrystalické a polykrystalické články jsou co do poměru zastoupení v doposud stojících FV elektrárnách v drtivé většině.

- Na zvolené lokalitě s dobrou intenzitou dopadajícího světla

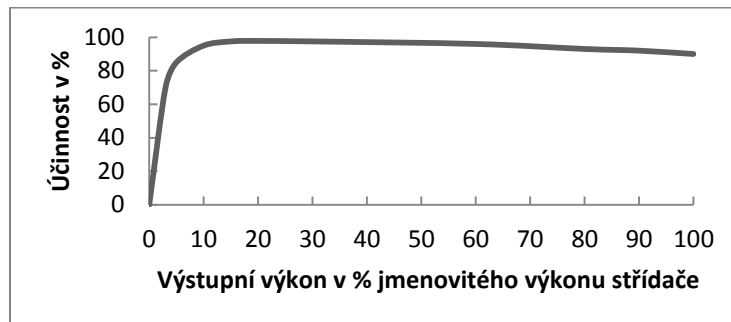
1.1.3 Fotovoltaická elektrárna

Fotovoltaická elektrárna je zjednodušeně předem navrhnutý soubor určitého počtu solárních panelů přeměňující sluneční energii na energii elektrickou. Dále soubor střídačů, které mění stejnosměrný proud produkující fotovoltaické články na střídavý, a v neposlední řadě podpůrné a jistící prvky. Dále k souboru patří samozřejmě kabeláž, konstrukční prvky a elektroměry, na kterých se zaznamenává množství vyrobené elektrické energie. [27]

Solární elektrárny se především liší svým výkonem, principiálně jsou však v základu, ať malé či velké stejné. Stejnosměrný proud vyrobený dopadem sluneční energie na fotovoltaické panely se přemění ve střídačích na střídavé veličiny o kmitočtu 50 Hz jmenovitého napětí. Tato energie je poté předána do domácí či rozvodné elektrické sítě. [27]

1.1.3.1 Střídače

Střídače vyrábí mnoho firem jako například Fronius, SMA, KACO, Aurora, Danfoss, Kostal, SolarMax, DiehlAKO, Helios Systems. Ceny se pohybují od 20 000 Kč a stoupají úměrně s výkonem, účinností a použitými technologiemi daného střídače. Účinnost se uvádí od 90 % - 98 % za předpokladu jmenovitého DC napětí a středních hodnot AC výkonu. Kvalita střídače je také závislá na možnosti rychlého přizpůsobení měnícím se klimatickým podmínkám. Proto se také udává tzv. evropská účinnost měřená při různých stupních zatížení střídače.



Obr. 1.4 Evropská charakteristika účinnosti střídače při měnícím se zatížením (5, 10, 20, 30, 50, 100%)[40]

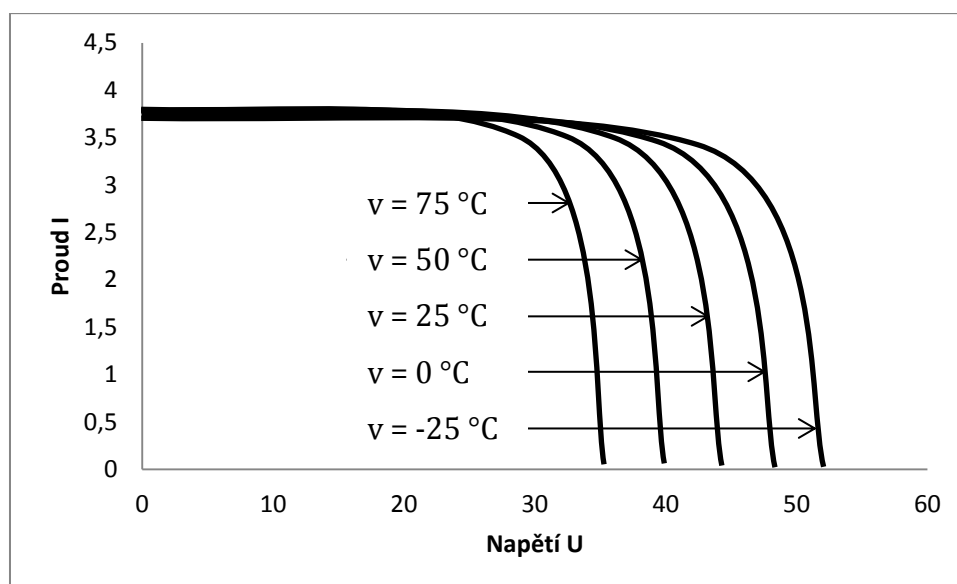
Vztah pro výpočet evropské účinnosti:

$$\eta_{euro} = 0,03 * \eta_{5\% PN} + 0,06 * \eta_{10\% PN} + 0,13 * \eta_{20\% PN} + 0,1 * \eta_{30\% PN} + 0,48 * \eta_{50\% PN} + 0,2 * \eta_{100\% PN} \quad (1.6)$$

kde

$\eta_{xx\% PN}$ je účinnost střídače při příkonu $xx\% NP$ z maximální výkonové zatížitelnosti [41] [42] [65]

Teplota výrazně ovlivňuje napětí na DC straně a je tedy žádoucí, aby střídač tyto výkyvy uměl kompenzovat bez toho, aby účinnost výrazně klesla. K tomu slouží MPPT (maximum power point tracker), který sleduje bod maximálního výkonu (MPP). Ten zajišťuje změnou vstupního odporu optimální chod střídače.



Obr. 1.5 Vliv teploty na charakteristiku FV panelů [40]

Problém, který se vyskytuje u FV panelů je, že už od výroby se výkony panelů liší v toleranci cca $\pm 3\%$ a platí, že nejslabší panel ovlivňuje výkon celého řetězce panelů v sérii. Dále také každý panel dodává maximální výkon při jiné hodnotě proudu a napětí. Střídač tedy poté nemůže pracovat s optimálními hodnotami a tímto nesouladem nám mohou vznikat ztráty. Střídače lze také doplnit o výkonové optimizéry. Jsou to malé DC/DC měniče připojující se přímo na panel, pokud již nejsou jeho součástí. Optimizér kontroluje svůj panel a střídač poté plní jen úlohu konverze DC/AC a pracuje za optimálních podmínek s maximální účinností. Odpadá tím problém nesouladu panelů a naopak se přidává možnost monitorování systému až na úroveň jednotlivých panelů. Přidáním výkonových optimizérů do systému se mírně navýší celkové náklady, avšak ty jsou kompenzovány nárůstem získané energie díky optimálnímu chodu. [42] [43]

Střídače jsou většinou vystaveny povětrnostním klimatickým změnám (pokud nejsou určeny přímo do interiéru), je tedy nutné, aby byla zajištěna životnost střídačů i za těchto podmínek. Stupeň krytí IP udává odolnost elektrospotřebiče proti vniknutí cizího tělesa či vniknutí kapalin a je nutné ho respektovat. Počet střídačů je závislý na konfiguraci systému. Počet se pohybuje od jednoho či více centrálních střídačů nebo střídačů řetězcových.

1.1.3.2 Kabeláž

Vedení rozlišujeme na základě své konstrukce, a to podle počtu, průřezu, provedení a podle druhu izolace. Kvalitní izolace u stejnosměrných vedení musí zabránit vzniku plíživých proudů či zkratů a být odolná vůči poškození. Solární vedení, umístěná mezi jednotlivými solárními moduly, musí účinně odolávat povětrnostním vlivům. Plášť a izolace musí být rezistentní vůči ultrafialovému záření, vůči kolísání teploty, hydrolyze a mechanickému namáhání. Také by měl být odolný vůči hlodavcům (toto se řeší ocelovým opletem). Jeden z hojně používaných je kabel s pryžovým pláštěm typu H07RN-F s přípustným rozsahem teplot $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro vedení v zemi je možné použít například energetický kabel typu NYY-O s kovovým pláštěm.

U fotovoltaiky (fotovoltaické pole) lze kabely rozdělit podle použití na dva druhy. Jeden pro DC stranu a druhý pro AC stranu. Kabely určené pro stejnosměrnou stranu od panelů přes propojovací skříň generátoru ke střídači, jsou jednofázové a třífázové. Jednofázové jsou nejčastěji vedené po konstrukci v husím krku, a třífázové jsou vedené v zemi. Z cenového důvodu se zde často využívají kabely s označením NYM nebo NYY disponující PVC izolací. Pro připojení vedení, FV modulů a větví do připojovací skříň generátoru ke střídači jsou často využívané konektorové spoje zajištěné proti dotyku a snadnou instalací.

Kabely určené pro střídavou stranu od střídačů k rozvaděči přes ochranné jistící prvky k rozvodné síti jsou buď třípólové (pro nízkonapětovou síť 230 V), či pětipólové (u třífázových střídačů 400 V). Kabely jsou nejčastěji typu NYM, NYY nebo NYCW. Dále se také mohou použít kabely pro DC typu CYKY. Z rozvaděče pro AC stranu lze použít také kabely typu AYKY směrem do transformátoru a dále do sítě.

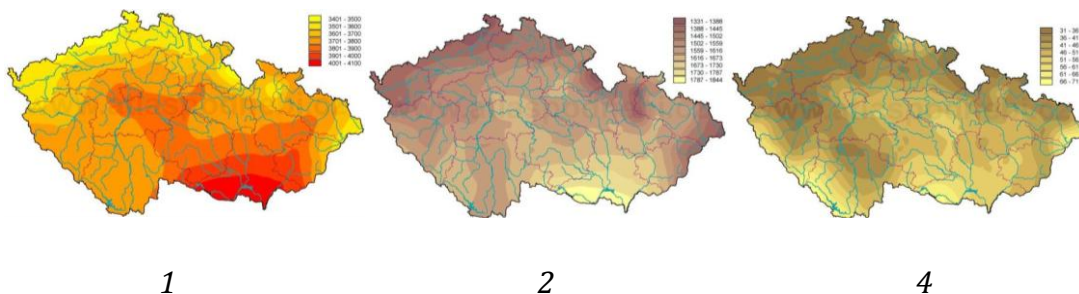
Při návrhu elektrárny by se měla minimalizovat celková délka vedení. Při jmenovitém provozním výkonu musí být dodržena ztráta ve stejnosměrném vedení max. 1 %. Proto je třeba dimenzovat průřezy vodičů tak, aby se této hodnotě dostalo. U systému s dlouhým vedením a rozsáhle rozvětvených zařízení je tolerance ztráty 2 %. Kabeláž musí být dimenzována přesně pro dané výkony sestavy fotovoltaické elektrárny, je nutné dodržet napětovou pevnost a proudovou

zatížitelnost vedení, což upravuje norma VDE 0298, Část 4. Dimenzování kabelů je v úzkém vztahu s velikostí dané FV elektrárny a přenášených výkonech. [2] [3] [5]

1.1.4 Umístění fotovoltaických panelů:

Dostupnost solární energie v České republice je ovlivněna především zeměpisnou šířkou, roční dobou, oblačností a lokálními podmínkami. Umístění České republiky je na 50. stupni severní šířky a svou polohou je stále ještě vhodná k výstavbě slunečních elektráren. Z doposud publikovaných zdrojů informací lze dojít k následujícím výsledkům [23]:

- V České republice průměrně dopadne na 1m^2 vodorovné plochy zhruba 950 -1340 kWh energie.
- Roční podíl slunečných hodin podle Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) se pohybuje v rozmezí 1331 - 1844 hod.
- Minimální výkon slunečního záření na území České republiky se pohybuje od 950 kWhm^{-2} do $1,250\text{ kWhm}^{-2}$ viz obrázky:

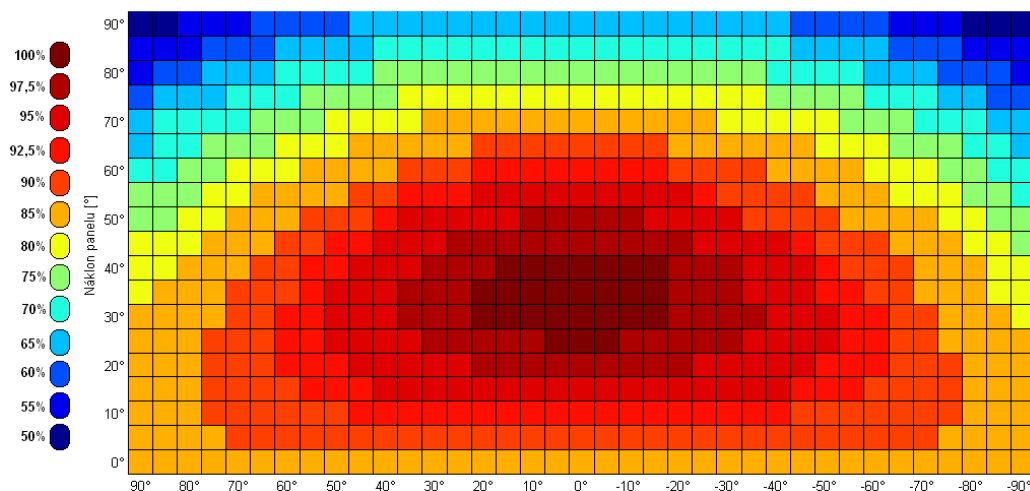


Obr. 1.6 (1 - Průměrný roční úhrn globálního záření $[\text{MJ}/\text{m}^2]$. 2 - Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu $[\text{h}]$. 3 - Průměrný roční počet jasných dnů.)

Převzato z: [66]

Z praktického pohledu využití FV elektráren v ČR platí, že z jedné instalované kilowaty běžného systému (FV články z monokrystalického, popř. polykrystalického křemíku, běžná účinnost střídačů apod.) je možno za rok získat v průměru 800 – 1100 kWh elektrické energie. [27] [23] [28]

1.1.5 Sklon fotovoltaických panelů:



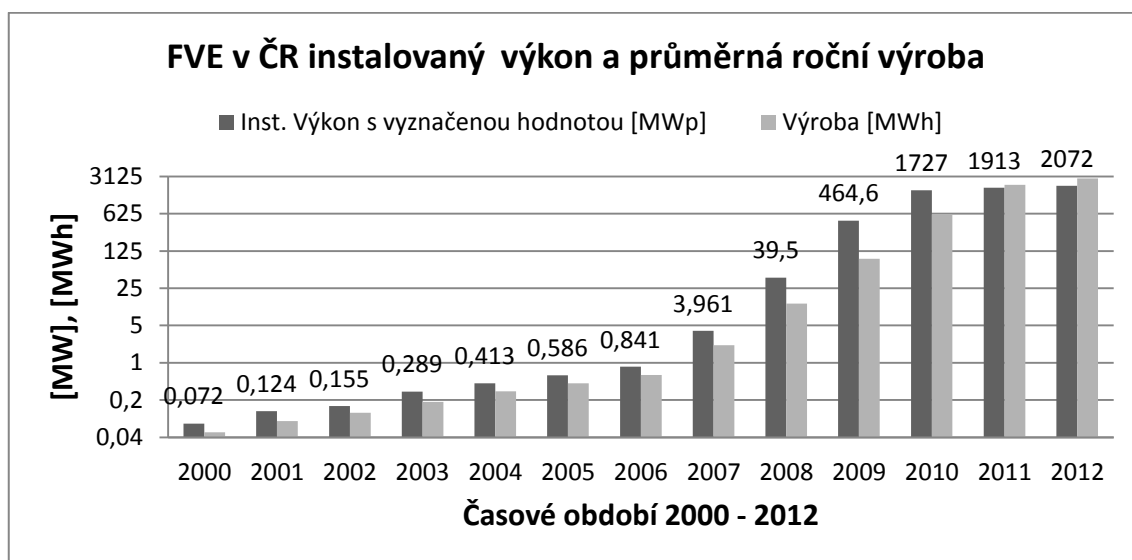
Obr. 1.7 Využitelnost slunečního záření v závislosti na směrové orientaci fotovoltaického panelu. Orientace panelu [°] (západ = 90°). Převzato z: [44]

Tmavě červená oblast v obr. 7 vyznačuje oblast ideálního sklonu s nejlepším poměrem ozáření a výkonu FV panelu. Jedná se o sklon cca 35 ° jižní směr. Odklon na východ či západ se nazývá azimut a udává se ve stupních [°]. Modré oblasti naopak znázorňují nejméně efektivní úhel sklonu s poklesem účinného ozáření až na 50 % oproti ideálnímu sklonu.

Průměrně je považován za ideál jižní směr s maximálním odklonem 10-15° směrem na západ. Na trase sluneční energie směrem k panelům nesmí být žádná překážka. Odklon FV panelů od vodorovné roviny bývá udáván mezi 35-45°. Základní uchycení FV panelů bývá statické a je také nejčastěji využíváné z důvodu bezporuchovosti a nároků na údržbu, i když je tento systém vykoupen menší účinností. Druhá možnost je zvolit natáčecí sledovací systémy, které zvyšují účinný dopad sluneční energie na FV panel sledováním polohy Slunce. Tento systém je však svou složitostí náchylnější na poruchy, na údržbu a navíc zvyšuje výsledné pořizovací náklady. [28] [24]

1.2 Fotovoltaika v České republice

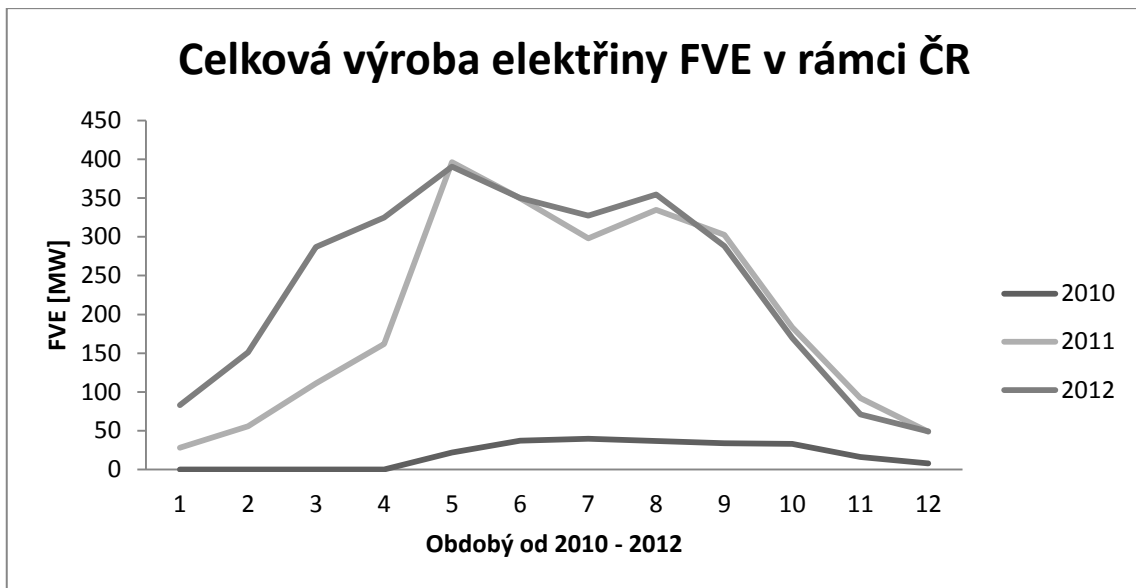
V České republice byl největší růst fotovoltaických elektráren v období let 2009 – 2012. V tomto období se stát změnou legislativy a navýšením podpory snažil zpopularizovat investice do obnovitelných zdrojů energie v rámci naplnění národního akčního plánu. Největší pozornost se zaměřila právě na fotovoltaické elektrárny. Stát si ale s bleskovým nárůstem nově stavěných výroben a postupným snižováním nákladů na jejich pořízení začal uvědomovat, že takové tempo nárůstu, které neočekával, není dlouhodobě udržitelné, jak v rámci elektrizační soustavy ČR, tak v rámci výše podpory. Nárůst instalovaného výkonu je přehledně vidět z grafu. Aby byl vývoj lépe zřetelný, je pro tyto účely použito logaritmického měřítká.



Obr. 1.8 Průměrný instalovaný výkon a roční výroba v rámci ČR [45]

Tab. 1.1 Hodnoty instalovaného výkonu a roční výroby v rámci ČR [46]

FVE		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Výroba	[MWh]	0,05	0,081	0,116	0,184	0,291	0,414	0,592
Inst. Výkon	[MWp]	0,072	0,124	0,155	0,289	0,413	0,586	0,841
FVE		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Výroba	[MWh]	2,127	12,937	88,807	615,702	2182,018	2846	-
Inst. Výkon	[MWp]	3,961	39,5	464,6	1727	1913	2072	-



Obr. 1.9 Celková výroba elektřiny z FV elektráren v rámci ČR pro roky 2010-2012

Zobrazená data jsou vždy patnácti minutové průměry [MW] získané z okamžitých hodnot výroby na svorkách generátorů, které jsou dostupné v řídicím systému ČEPS. Hodnoty výroby FV elektráren jsou odhady celkové výroby. Agregace „měsíc“ je průměrný výkon roven energii [MWh].

Tab. 1.II Hodnoty celkové výroby elektřiny z FV elektráren v rámci ČR pro r. 2010-2012 [46]

FVE [MW]	2010	2011	2012
leden	0	28,1	83
únor	0	55,9	150,9
březen	0	111	286,9
duben	0	162	324,9
květen	21,9	396,3	390,6
červen	37,4	349,6	349,8
červenec	39,6	298,1	327,1
srpen	36,9	334,6	354,4
září	34,1	302,7	288,3
říjen	32,9	183,3	169,8
listopad	16,3	92,2	71,1
prosinec	7,8	48,6	49,3
Suma	226,9	2362,4	2846,1

1.3 Provozní podmínky

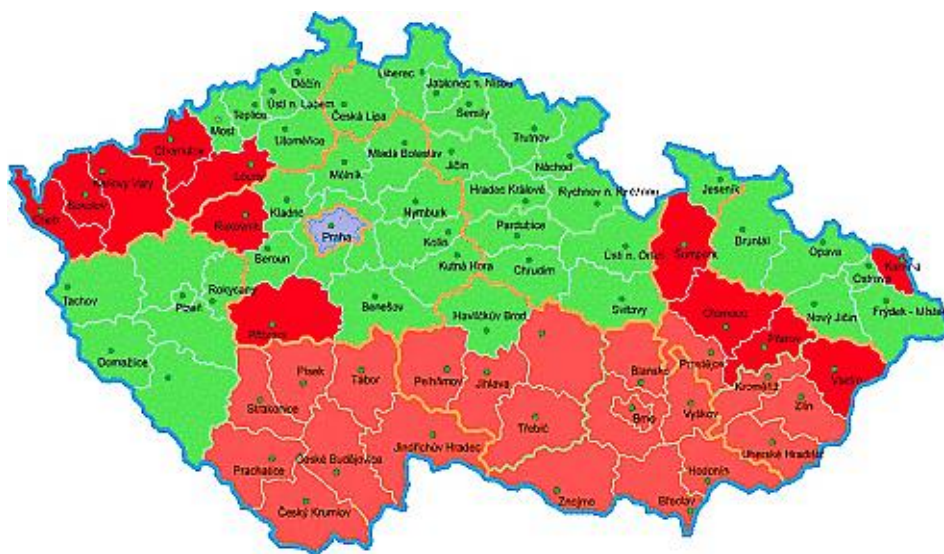
Aby bylo možné začít samotnou výstavbu fotovoltaické elektrárny, musí se vybrat vhodné umístění. Pokud je FV elektrárna o takové velikosti, že je pouze doplňujícím zařízením jiné stavby, může být umístěna jako součást tohoto objektu. Lze ji umístit v plochách bydlení, občanského vybavení, rekreace, na plochách staveb či jiných. U instalací, kdy je FVE součástí objektu, není tolik překážek, jako při výstavbě na volném prostranství. V případě například střechy objektu jsme však omezeni jejím sklonem a azimutem, což je rozdíl natočení vůči jihu. Dále je potřeba brát v úvahu váhu samotné FV elektrárny a zdali by nebyla ohrožena statika objektu. Rovněž jsme omezeni velikostí samotné střechy a tudíž i výslednou velikostí FV elektrárny. Výraznou roli také hraje možné zastínění výsledné elektrárny, které by mělo být co nejmenší, ideálně nulové.

Naopak u FV elektráren instalovaných na volném prostranství s velikostí a váhou problém není. Jelikož velké fotovoltaické elektrárny výrazně mění na dlouhou dobu ráz krajiny, může se výstavba setkat s nevůli místních občanů, kteří svůj nesouhlas můžou promítnout v místním referendu podle zákona č. 22/2004 Sb., o místním referendu. Jedná se o ovlivnění rozvoje území ve vztahu k územnímu plánu na dlouhé časové období. Vyhlášení referenda, kde se v řadě případů vyjadřují samotní občané obce o souhlasu či nesouhlasu s určitým záměrem, může negativně ovlivnit celý projekt. Případný nesouhlas občanů dává zastupitelstvu jasné hranice pro rozhodování o územním rozvoji obce. Byl také vydán Ústavem územního rozvoje a Ministerstvem metodický pokyn k umístění staveb obnovitelných zdrojů energie. Není žádoucí, aby se velkými FV elektrárnami zastavovala kvalitní zemědělská půda. Umístění FV elektráren je možné především v plochách technické infrastruktury, v plochách smíšených výrobních a v plochách výroby a skladování. To vše pokud jsou vymezeny územním plánem.

Prověření souladu stavby FV elektrárny se stavebním zákonem a územním plánem provádí příslušný stavební úřad. Dále se musí brát v úvahu ochrana krajinného rázu, kde mohou v tomto směru vzniknout také některé překážky. Orgán ochrany přírody a krajiny zde může vyjádřit svůj pohled ve smyslu zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. [47] [48]

Další požadavek je na přípojné místo, které musí být v rozumném dosahu, a v blízkosti by neměly být žádné objekty, které by hrozily zastíněním plochy s FV elektrárnou. Samotný pozemek a jeho svažitost by měla být vhodně zvolena. Pozemek by měl být před výstavbou vyrovnán a zabezpečen před vstupem nepovolaných osob. Vlastní transformátorová stanice a měření by mělo být přístupné z veřejného místa, mimo areál FV elektrárny.

Také se musí vznést požadavek na Energetický Regulační úřad o prozkoumání možnosti připojení v dané lokalitě. Pro rok 2013, vzhledem k téměř naplněným limitům národního akčního plánu, vztahující se k jednotlivým krajům, jsou už jen některá místa s volnými kapacitami elektrizační sítě pro připojení výroby. Velké množství kapacity blokuje nevyužité rezervace z dob největšího rozmachu fotovoltaiky. Nyní se čeká nabytí účinnosti zákona o podporovaných zdrojích energie, kde bude možné uvolnit tyto blokové kapacity o velikosti až 600 MW. Tyto uvolněné kapacity budou určeny především pro malé výroby umístěné na střechách. [67]



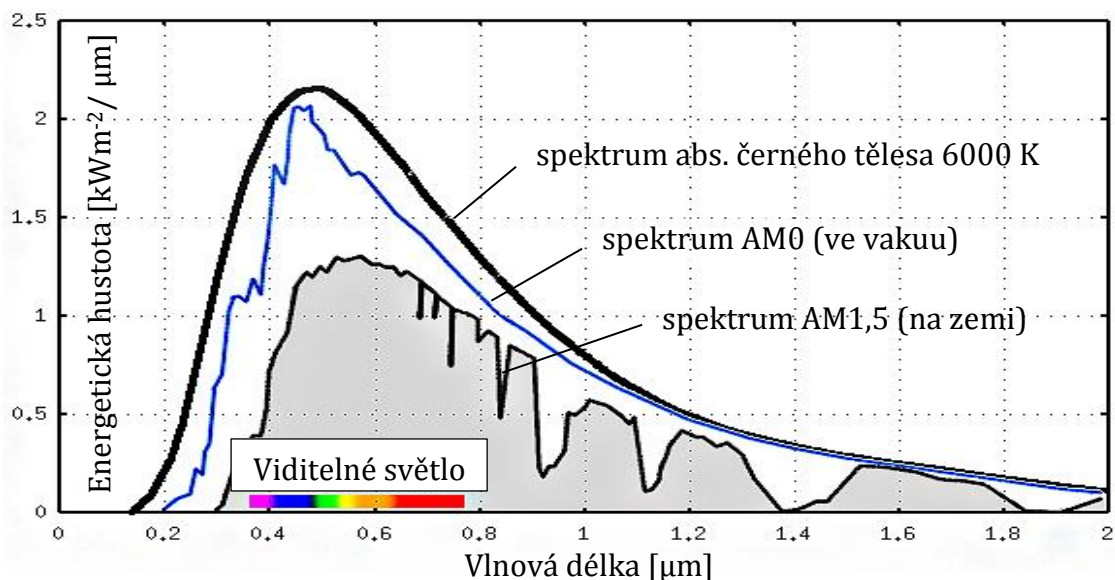
Obr. 1.10 Možnosti připojení fotovoltaických elektráren v roce 2013 (střešní panely do 30 kilowattů. Převzato z: [67])

- Modrá: správa společností PRE distribuce – připojuje se
- Růžová: správa společností EON Distribuce – od 20. 1. 2012 stop-stav
- Červená: správa společností ČEZ Distribuce, vyčerpaná kapacitě sítě
- Zelená: správa ČEZ Distribuce, připojuje se

1.4 Ekonomické rámce nasazení

V obchodním záměru výstavby FV elektrárny se především zabýváme cenou a její návratností. S tímto úzce souvisí dopadající záření v podmínkách České republiky, které určuje typ a ceny FV komponentů a celkovou výši nákladů spojenou s projektem. Největší procento nákladů totiž zabírají FV panely a zbylá procenta ceny nezbytných komponent. Dále je také potřeba počítat s náklady na zabezpečení elektrárny a pojištění. Ceny systému jsou vždy uváděny v korunách na watt špičkového výkonu za normovaných laboratorních podmínek. [24]

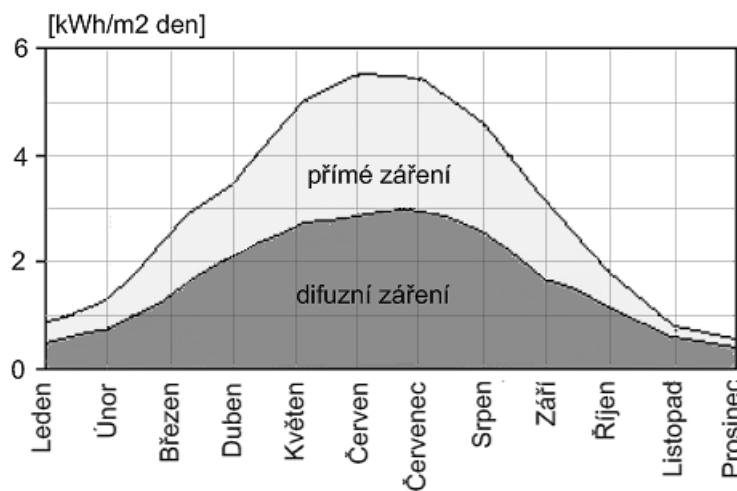
Podle normy je špičkový výkon chápán jako kolmo dopadající záření o výkonu 1000 Wm^{-2} s předem definovaným spektrem AM1,5 global, při teplotě panelu 25°C . Z tohoto faktu tudíž vyplývá maximální možná využitelnost FV elektrárny v zeměpisných šířkách ČR. Zde se při ideálním bezoblačném počasí hodnota dopadajícího záření pouze blíží k hodnotě špičkového výkonu, nemluvě o ideální teplotě 25°C . Dále zde zasahují faktory jako oblačnost, vlhkost a prašnost nejen z důvodu snížení dopadajícího záření, ale také z důvodu lomu světla procházejícím tímto prostředím. Je tudíž nutné uvažovat také se zářením difúzním, které má však nižší výkon. [24]



Obr. 1.11 Spektrum AM0 (neovlivněno atmosférou) a AM1,5 (vliv atmosféry, slunce 45° nad obzorem) slunečního záření. Převzato z: [24]

Na obrázku 1.11 je znázorněn poměr spekter absolutně černého tělesa, AM0 a AM1,5. AM0 je solární konstantou a má energetickou hodnotu spektra

(1367 ± 7) Wm^{-2} a neuvažuje se v ní s ovlivněním záření průchodem atmosférou. AM1,5 odpovídá výšce slunce 45° nad obzorem, kdy sluneční energie prochází 1,5 násobně větší vrstvou vzduchu, než je tomu při poloze slunce kolmo k povrchu země. AM1,5 je tedy počítána až po průchodu záření bezoblačnou atmosférou a má stanovenou hodnotu 1000 Wm^{-2} . Z toho vyplývá, že využitelná energie se z největší části nachází až pod křivkou AM1,5. Normy však počítají při určování účinnosti FV článku pouze s přímým slunečním zářením. Zde poté vzniká difference oproti reálné účinnosti, kdy musíme počítat s neideálními podmínkami jako prašnost, vlhkost a nedokonalá prostupnost světla atmosférou a zvětšený podíl difúzního záření. [24]



Obr. 1.12 Složky (difúzní a přímá) celkového dopadajícího slunečního záření v ČR.

Převzato z: [49]

Na obrázku výše můžeme vidět spektrum normálního slunečního dne. Z větší části je určeno přímou složkou dopadajícího záření a z menší části zářením difúzním. Role se obrátí při zatažené obloze a nulové velikosti přímého záření přeměněného na difúzní. Kdybychom uvažovali rovnoměrně zataženou oblohu s podílem pouze difúzního záření, výkon nám klesne z uvažovaných 1000 Wm^{-2} na pouhých cca 100 Wm^{-2} . Z měření v našich zeměpisných šířkách se podílí difúzní záření téměř padesáti procenty, což je nezanedbatelná hodnota. Pro realističtější určení energetické účinnosti systému by tedy bylo vhodnější brát v potaz podíl modelových spekter jak přímého, tak difúzního záření, a možnosti FV panelů toto záření zpracovávat. Analyticky určená výroba elektrické energie celého systému by pak odpovídala více reálným podmínkám. [24]

1.4.1 Vývoj cen elektřiny z fotovoltaických elektráren

Nové technologie a postupy při vývoji fotovoltaických článků spolu se snižováním nároků na materiály a energie vedou k postupnému snižování investičních nároků. Tyto technologie se mají šanci uchytit pouze tehdy, pokud jsou současné technologie zastaralé, nedostatečné nebo mají nedostatečné kapacity. Pokud je žádán rychlejší nástup nových technologií a metod, je nutnou podmínkou stabilní rostoucí trh. S rostoucí poptávkou a odbytem nastává pokles cen nákladů na výrobu, otevírá se prostor pro současný vývoj a zdokonalování stávajících i nových technologií. Toto je jeden z hlavních argumentů pro zachování podpory výkupních cen elektřiny z obnovitelných zdrojů energie ve vyspělých zemích. Pokles cen ve vztahu objemu výroby se nazývá křivka osvojení produktu, a udává závislost ceny produktu na objemu produkce. U fotovoltaiky byl v minulosti sledován 20 % pokles cen při každém zdvojnásobení produkce, což nastává zhruba každý druhý rok. Tento pokles může být ovlivněn krátkodobými výkyvy způsobenými určitými změnami na trhu, jako například nedostatek určitého materiálu. Dalším argumentem, proč podporovat vývoj nových technologií, jsou rostoucí ceny elektřiny z konvenčních zdrojů. Ceny elektřiny z konvenčních zdrojů rostou o nepatrně více, než je míra inflace. Naproti tomu ceny FV systémů mají trvalou opačnou tendenci a je jen otázkou času, kdy klesne na konkurenceschopnou hranici, či níže. S postupným vývojem se ukazuje, že fotovoltaický průmysl se postupně stává konkurenčně schopným i bez dotačních příspěvků, a výhledově s přicházejícími novými technologiemi si postupně utvrzuje místo na trhu s elektrickou energií. [50]

1.4.2 Financování projektu

Výstavbu FV elektrárny bylo a stále ještě je možno financovat různě. Když nedisponujeme vlastním kapitálem, je na řadě otázka výběru nějaké půjčky. Fotovoltaiku umístěnou jako součást stavby lze například úspěšně financovat ze stavebního spoření, kde nejsou stanovena žádná pravidla týkající se fotovoltaiky, a pohlíží se na ni jako na investici do bydlení. Jediný problém u stavebního spoření je doba, za kterou je možno čerpat spořené peníze, která je 6 let od podpisu smlouvy o stavebním spoření. Do té doby nelze s penězi nakládat. Je tedy dobré mít uzavřenou smlouvu o stavebním spoření minimálně 6 let před požadovanou

investicí. Poté je ale možnost čerpat například takzvaný překlenovací úvěr, kdy se dají čerpat peníze až do výše stanovené cílové částky (která nemusí být naspořena). Výše splátky se poté určí z rozdílu naspořené částky a částky požadované. Podle velikosti naspořené částky se určí, do jaké splátkové kategorie zákazník patří.

Další možností je sjednat si bankovní úvěr na pokrytí financování FV elektrárny. Jednotlivé banky přistupují k zákazníkům vesměs individuálně a stanovují podmínky na základě konkrétních požadavků. Zákazník musí být připravený na to, že bude nutné předložit argumenty na otázky typu: co ho vede k realizaci projektu, provozní náklady projektu, až po časový harmonogram výstavby FV elektrárny. Banky poskytují podporu při zpracování podnikatelského záměru s přihlédnutím na budoucí dluhové financování. Je možno si zvolit z nabídky střednědobého či dlouhodobého úvěru. Bankovní sektor je v tomto ohledu vesměs otevřený. [68]

Zásadní roli také hraje kalkulace návratnosti, dávající stručný přehled o výši výnosů za dobu životnosti a výši nákladů vynaložených na výstavbu a provoz. Výnosy ovlivňují parametry jako výkon elektrárny, kdy částečně s rostoucí velikostí výkonu klesá pořizovací cena za 1 kWp a parametry ovlivňující výkon (typ panelů, rozměr střechy či pozemku, účinnost), degradace panelů a ostatních součástí v čase a možné ztráty v systému. Náklady na provoz jsou určeny výší ceny pojištění, velikostí splátky úvěru, poplatkem za pravidelnou údržbu, srážkovou daní a případnými investicemi na opravy. [70]

1.4.3 Pojištění

Provozování FV elektrárny je díky garantovaným úhradám za dodanou energii a díky dostačujícím podmínkám v ČR po stránce slunečního záření spojeno jen s minimálními ekonomickými riziky. Rizika spojená s provozem FV elektrárny je možné pokrýt uzavřením příslušných pojistek. Jedná se především o:

- Pojištění z odpovědnosti za škody vzniklé z provozu podniku (škody zapříčiněné provozem FV elektrárny).

- Pojištění obytných budov (v případě umístění FV elektrárny v rámci budovy, např. na střeše). Kryje škody na systému, vzniklé z důvodu působení živlů (vichřice, krupobití, průnik vody, zasažení bleskem nebo ohněm).
- Kompletní pojištění FV elektrárny (pokud není součástí budovy) je pojistkou všech rizik, zejména přírodních katastrof, požárů, zásahů bleskem, zkratu, zpětného působení sítě, konstrukční, materiální závady a chyby v provedení, chyby ovládání, krádeže, vandalismu, selhání měřících, regulačních a jistících přístrojů.
- Pojištění proti výpadku výnosů (např. při výpadku FV elektrárny a jejích oprav).

[23] [24]

1.5 Legislativní rámce nasazení FVE

Nejdůležitější milník podpory výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů v ČR nastal 1. dubna 2004, kdy se vstupem do Evropské unie se ČR zavázala plnit závazky vycházející z energetické politiky EU. Důležitou směrnicí Evropského parlamentu byla směrnice 2001/77/ES upravující podporu zvyšování podílů OZ na výrobě elektřiny v zemích EU. Česká republika vyjednala svůj dlouhodobý cíl na zvýšení využití OZ z tehdejších 3,8 % na 8 % do konce roku 2010 a další podporu v letech následujících. Také tuto směrnici implementovala do zákona o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů č. 180/2005 Sb. [8] [29]

Základní nejdůležitější zákony a novely pro FVE

- **Zákon č. 180/2005 Sb.**, o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.

Zákon upravuje technické a ekonomické principy spojené s fotovoltaickými elektrárnami. Důležitou úpravou v ekonomické části je ustanovení meziročního navýšování výkupní ceny elektřiny u již provozovaných elektráren o tzv. "index průmyslové výroby" udávaný ČSÚ. Konkrétně jsou stanoveny limity navýšení $\geq 2\%$ a $\leq 4\%$. [51]

- **Zákon č. 458/2000 Sb.**, o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (Energetický zákon).
Upravuje výkon státní správy, podmínky podnikání a regulaci v energetice jako jsou plynárenství, teplárenství a elektroenergetika. Dále upravuje s tím spojená práva a povinnosti fyzických a právnických osob. [52]
- **Novela zákona č. 180/2005 Sb.**, o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.
Tato novela omezuje podporu pouze na fotovoltaické elektrárny s instalovaným výkonem do 30 kWp, které jsou umístěny na střešních konstrukcích nebo na obvodových zdech budov. [53]
- **Cenové rozhodnutí ERÚ** – Každoročně vydává Energetický regulační úřad energetický regulační věstník, kde stanovuje podporu elektřiny pro nadcházející rok. Je to cenové rozhodnutí, kterým se mění staré cenové rozhodnutí o cenách regulovaných služeb souvisejících s dodávkou elektřiny. [54]
- **Vyhláška č. 426/2005 Sb.**, o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích.
Vyhláška stanovuje způsob určení vymezeného území a provozovny, členění licencí pro účely regulace, obsahuje vzory žádostí k udělení, změně a zrušení licence, dále obsahuje náležitosti prohlášení odpovědného zástupce, podrobnosti prokazování odborné způsobilosti a prokázání vlastnického nebo užívacího práva k užívání energetického zařízení. Také obsahuje podrobnosti o finančních a technických předpokladech a způsobu jejich prokazování pro jednotlivé druhy licencí. [55]
- **Vyhláška č. 363/2007 Sb.**, kterou se mění vyhláška č. 426/2005 Sb., o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích.
Hlavní změna se týká doložení získání praxe v oboru potvrzením o zaměstnání nebo pracovním posudkem, popřípadě jiným hodnověrným způsobem, získal-li praxi v oboru v pracovním poměru. [56]
- **Vyhláška č. 364/2007 Sb.**, kterou se mění vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. Konkrétně výrobce, pokud zvolil jako zdroj podpory výkupní cenu,

musí toto oznámit minimálně jeden kalendářní měsíc před zahájením plánované výroby. [57]

- **Vyhláška č. 51/2006 Sb.**, o podmínkách připojení k elektrizační soustavě. Stanovuje podmínky připojení výroben elektřiny, odběrných míst konečných zákazníků k elektrizační soustavě a distribučních soustav. Také upravuje způsob výpočtu podílu nákladů spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu. Dále upravuje podmínky dodávek elektřiny a způsob výpočtu náhrady škody při neoprávněném odběru elektřiny. [58]
- **Vyhláška ERÚ č. 475/2005 Sb.**, kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. Stanovuje termíny a podrobnosti výběru způsobu podpory elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů. Termíny oznámení záměru nabídnout elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů k povinnému výkupu a technické a ekonomické parametry. [59]
- **Vyhláška ERÚ č. 541/2005 Sb.**, o pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona. [60]
- **Vyhláška ERÚ č. 140/2009 Sb.**, o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen. Novela pouze zpřesňuje některé formulace v textu původní vyhlášky. [61]

Během postupného vývoje trhu s energiemi z obnovitelných zdrojů energie se každoročně upravují vybrané zákony a vydávají novely, ve kterých se doladují mezery v zákoně, a stanovují a upravují podmínky. V listopadu 2011 byl také uveden v platnost nový zákon o podpoře obnovitelné energie mající za úkol regulaci nárůstu výroby energie z obnovitelných zdrojů. Bylo to z obav možného přetížení sítě a celkového zdražování elektřiny pro koncové spotřebitele. Stal se náhradou zákona z roku 2005 č. 180/2005 Sb. Tento zákon je také spojen s takzvaným národním akčním plánem pro OZE. Ten v souladu s EU stanovuje 13 % podíl OZE do roku 2020, a v případě jejího překročení mohou být dotace na nové instance pozastaveny. V ČR se nyní počítá už jen s minimálním nárůstem nově instalovaných FV elektráren, ročně do 10 MW kvůli již překročeným limitám

z roků 2010 a 2011. Podle instalovaného výkonu a typu OZ se také rozdělilo čerpání zeleného bonusu na roční, měsíční a hodinovou. [30]

Změny byly provedeny u povinnosti výkupu zelené elektřiny, kterou měli doposud distributoři regionální soustavy (EON, PRE, ČEZ). Tuto povinnost přebíral Operátor Trhu s Elektřinou OTE, nového odběratele vybere Ministerstvo průmyslu a obchodu. [30]

V roce 2012 a 2013 je velikost FV systému limitovaná do velikosti 30 kWp na každé odběrné místo. S velkými elektrárnami nad 30 kWp se v dohledné době už neuvažuje. Výstavbu nových FV elektráren lze tedy zaměřit především na střešní stavby, na které se nadále vztahuje zelený bonus a garantované výkupní ceny. Pokud se FV elektrárna pohybuje pod hranicí 20 kW, provozovatel nepotřebuje žádnou odbornou kvalifikaci pro získání licence. Po překročení hranice 20 kW už je třeba mít požadované vzdělání a praxi v oboru. [31]

1.5.1 Základní obecné legislativní postupy připojení FVE

Pro tento příklad je uvažovaná malá FV elektrárna (RD, chata nebo nemovitost podobné velikosti) [29]:

1. Kontakt vybrané firmy, která na základě zadané poptávky stanoví výkon a technické podmínky realizace. Pro tento účel je potřeba vyplnit většinou základní formulář s informacemi, např. u šikmých střeš typ krytiny, délka po spádnici, výška okapu nad zemí, zda FV elektrárně nic nestíní, vzdálenost k místu připojení apod.
2. Zajištění financování podnikatelského záměru. Vlastní majetek, složená investice (vlastní podíl + úvěr), úvěr. Možnost čerpání také ze stavebního spoření.
3. Dle bydliště žádost na ČEZ nebo EON o vyjádření k možnosti připojení (povinnost odpovědi do 30 dnů).
4. Během čekání na stanovisko od ČEZ nebo EON lze požádat stavební úřad o územní souhlas. Dokument se jmenuje Oznámení o záměru v území k vydání stavebního souhlasu. Pro systém na střeše není požadováno ohlášení ani stavební povolení. Stavební úřad se většinou vyjádří do 10 dnů. St. úřad může požadovat list vlastnictví a snímek katastrální mapy.

5. U FV elektráren nad 20 kWp je pro získání licence od ERÚ nutné dodat stavební povolení. Mezi nejčastější povolení a vyjádření úřadů, která je potřeba doložit, patří souhlas hasičského záchranného sboru, vyjádření Správy železniční dopravní cesty, Drážního úřadu, případně povodí, vyjádření České energetické inspekce.
6. Smlouva o připojení - Distributor ji zašle v případě, že připojení je v dané lokalitě možné. Pokud tomu tak není, žádost o připojení zamítne. Smlouva dává zájemci 6 měsíců na podání žádosti o 1. paralelní připojení. V rámci tohoto termínu se musí zajistit financování, zpracovat projekt FV elektrárny, splnit podmínky připojení (např. zrekonstruovat/přemístit rozvaděč), získat pravomocnou licenci.
7. Projekt - Zájemce předloží distribuční firmě (např. ČEZ) projekt k FV elektrárně zpracovaný autorizovaným technikem či firmou. V projektu se uvádí popis komponent FV elektrárny, způsob zapojení, doklady souladu s pravidly bezpečnosti práce, s technickými normami apod.
8. Vlastní stavba FV elektrárny.
9. Elektrikářská revize části výroby. Je nutné nechat vystavit odborně způsobilou osobou revizní správu, což je potvrzení o souladu provedení FV elektrárny s technickými normami, projektem, o záruce bezpečnosti použití.
10. Zhotovení ověřené kopie živnostenského listu. Ta slouží jako doklad pro Energetický regulační úřad, a je přiložena k žádosti o licenci.
11. Žádost o licenci. Po jejím udělení se provozovatel stává podnikajícím subjektem. Je také potřeba registrace u Operátora trhu s elektřinou OTE.

Dále bylo pro podání žádosti na ERU potřeba vyplnit a doložit:

- *Formulář A1 **Žádost o udělení licence pro podnikání v energetických odvětvích pro fyzické osoby***
- ***Výpis rejstříku trestů** žadatele ne starší 6 měsíců, originál či ověřená kopie*
- *Formulář **Seznam jednotlivých provozoven pro skupinu 11 - výroba elektřiny**. Je potřeba vyplnit katastrální území a parcelní číslo umístění provozovny.*
- ***Katastrální mapa** ve vhodném měřítku se zákresem umístění provozovny*

- **Majetkový vztah k výrobně elektřiny** – výpis z katastru, smlouva o dílo + originál nebo úředně ověřená kopie předávacího protokolu + originál prohlášení zhotovitele díla, že dílo podle smlouvy o dílo je ve vlastnictví žadatele
 - Pokud není žadatel vlastníkem ani spoluvlastníkem nemovitosti, na které se FV elektrárna nachází, pak je potřeba **originál dohody o užívání** stavební části výroby elektřiny
 - Pokud je žadatel spoluvlastníkem nemovitosti, na které se FV elektrárna nachází, je potřeba originál **souhlasu spoluvlastníka stavební části výroby** elektřiny
 - Pokud je FV elektrárna umístěna na rozestavěné budově, pak **kolaudační rozhodnutí** nebo povolení k předčasnému užívání stavby
 - **Revizní zpráva** elektrického zařízení (originál nebo úředně ověřená kopie)
12. Uzavření smlouvy s distribuční elektrárenskou společností na dodávku energie. Například formuláře pro ČEZ jsou Žádost - Smlouva o připojení výroby elektřiny k distribuční soustavě (nn, vn, vvn), Žádost o uzavření smlouvy o podpoře výroby elektřiny. U distributora EON je smlouva řešena s konkrétní osobou uvedenou na stanovisku k žádosti o připojení.

Například pro ČEZ bylo potřeba přiložit toto:

- Revizní zprávu FV elektrárny, přípojky
 - Jednopolové schéma od zdroje po předávací místo včetně nastavení ochran a obchodního měření
 - Protokol o nastavení síťových ochran
 - Cejch elektroměru pro odečet Zelených bonusů, pokud je výroba v režimu Zeleného bonusu
 - Místní provozní předpis
 - Stanovisko k žádosti o připojení
 - Kopii licence
 - Doklad o uhrazení připojovacího poplatku
13. Fakturace za vyrobenou energii

Výrobnou elektrické energie se stává FV elektrárna až po připojení do distribuční sítě. Připojením se dle energetického zákona č. 91/2005 Sb. provozovatel stává podnikatelem v oboru energetiky na základě licence Energetického regulačního úřadu. Tato licence se dá považovat za obdobu živnostenského listu. Licence udává oprávnění podnikat v energetice podle energetického zákona oproti živnostenskému listu, kde je oprávnění podnikat podle živnostenského zákona. [29]

1.6 Novinky a změny pro rok 2013

Ke dni 1. 1. 2013 přichází v platnost nový zákon 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. Také byla vydána z Energetického Regulačního Úřadu ERÚ 346/2012 vyhláška o termínech a postupech výběru formy podpory, postupech registrace podpor u operátora trhu, termínech a postupech výběru a změn režimů zeleného bonusu na elektřinu a termínu nabídnutí elektřiny povinně vykupujícímu (registrační vyhláška). Podporu (výkupní cenu, zelený bonus) do té doby vyplácel místně příslušný distributor elektřiny. Po 1.1 2013 tuto funkci přebral operátor trhu s elektřinou OTE a.s. Elektřinu tedy nevykupují distributoři, ale obchodníci s elektřinou.[34] [35]

Těmito změnami se upravuje kompletně celý systém podpory výroby elektřiny z POZE a způsob financování podpory. Také se mění vykazování výroby elektřiny, které se předávalo konkrétnímu distributorovi (ČEZ, EON,...), a přechází na pro všechny jednotný subjekt OTE a.s. – Operátor Trhu s Elektřinou. [34] [35]

V novém systému jsou nastaveny tři způsoby prodeje elektřiny z FVE:

- Prodej silové elektřiny za rozdíl (VC - ZB) + zelený bonus – povinně vykupujícímu + OTE a.s.
- Prodej za pevně stanovenou výkupní cenu (VC) – povinně vykupujícímu obchodníkovi pro daný region (§11, zákona 165/2012)
- Prodej za sjednanou cenu silové elektřiny + zelený bonus (ZB) – obchodníkovi podle svého výběru + OTE a.s.

Nový systém také opět zavádí podporu decentralizované výroby v režimu zeleného bonusu (14 Kč/MWh VN a 28 Kč/MWh NN).

Pro každé vymezené území v ČR byl doposud určen povinně vykupující podle §10 zákona 165/2012 EON a.s., ČEZ Prodej s.r.o. či Pražská energetika a.s. Ti měli povinnost do 31. 11. 2012 rozeslat informace výrobcům týkajících se změn stávajících smluv o podpoře a zeleného bonusu, které automaticky zanikají ke dni 31. 12. 2012. Do 31. 12. 2012 byl termín pro uzavření nové smlouvy o výkupu elektřiny z OZE. Nesjednáním smlouvy do tohoto data byl výrobce vystaven riziku, že bude jeho dodávka elektřiny do elektrizační soustavy po 1. 1. 2013 shledána jako neoprávněná výroba a důsledkem toho výrobce ztratí nárok na podporu. Stávající smlouvy o připojení s PDS/PPS a smlouvy o výkupu silové elektřiny s obchodníky dále zůstaly v platnosti. [34] [35]

1.6.1.1 Změny týkající se výrobců v režimu povinného výkupu

Pro rok 2013 se musel výrobce rozhodnout, jakou formu podpory bude využívat nejpozději do 30. 11. 2012 a tuto změnu podpory oznámit PDS. Na základě vyplnění registrace formy podpory obdržel výrobce do poloviny posledního měsíce 2012 návrh smlouvy o povinném výkupu. Dále se přešlo na nový režim formy elektronické komunikace s OTE.

Nastavuje se základní povinnost pro výrobce podávat operátorovi trhu s elektřinou měsíční výkaz o výrobě elektřiny z POZE. Nový systém elektronické komunikace umožňuje zjednodušení fakturace a zkrácení úhrady faktur z 21 dní (papírová forma) na 14 dní. Například režim automatické elektronické fakturace (self billing) funguje na základě migrace dat převzatých z IS OTE. PV podle naměřených hodnot automaticky vystaví daňový doklad, který zpřístupní výrobcí elektronicky a odpovídající podporu vystaví na účet výrobce. [35]

1.6.1.2 Změny týkající se výrobců v režimu zelený bonus

V režimu zelený bonus a o formě této podpory se musel výrobce rozhodnout do 30. 11. 2012 a provozovateli distribucí soustavy oznámit případnou změnu režimu. Také musel výrobce uzavřít smlouvu s vykupujícím obchodníkem s platností od 1. 1. 2013 nebo musel oznámit povinně vykupujícímu požadavek na výkup za (VC - ZB) do 30. 11. 2012. Výrobci, kteří uplatňovali zelený bonus již předtím, tuto povinnost neměli, ale mohli tak učinit. [35]

1.6.2 Registrace do systému OTE

Od 1. 1. 2013 OTE registruje bez ohledu na režim podpory všechny podporované výrobce v Centrálním informačním Systému CS OTE. Výrobci, kteří byli připojeni k elektrizační soustavě do roku 2012, byli zaregistrováni provozovatelem distribuční soustavy. Od 1. 1. 2013 tuto registraci museli noví výrobci učinit sami. Správnost údajů převedených z evidence PDS do OTE musel potvrdit stávající výrobce.

Veškerá komunikace s OTE probíhá výhradně elektronicky. Ke komunikaci je potřeba použít zabezpečený certifikát, který musí být vystaven na IČ firmy provozovatele výroby. S pomocí tohoto certifikátu se výrobce přihlašuje na webové rozhraní OTE, kde doplňuje údaje o objemu vyrobené elektřiny formou elektronického formuláře. Výplata v režimu výkupních cen se provádí najednou dle harmonogramu [35] [11] [34] [12]:

- Do 10. dne v měsíci předají výrobci OTE měsíční výkaz výroby.
- Do 15. dne v měsíci pošle OTE vyúčtování.
- Následně výrobce fakturuje povinně vykupujícím se standardní dobou splatnosti.

Výrobce, který zvolil možnost samo-fakturace, při které nezasílá žádnou fakturu, vykupující má povinnost zaslat platbu automaticky na základě hodnot objemu výroby ověřených a získaných z OTE.

V režimu zeleného bonusu dostává OTE část prostředků ze státního rozpočtu a další část od distributorů. Harmonogram výplat podpory je nastaven následovně:

- Do 10. dne v měsíci předají výrobci OTE měsíční výkaz výroby.
- Do 15. dne v měsíci pošle OTE vyúčtování.
- Do 21 dnů od vyúčtování odešle OTE platbu ve výši $\frac{3}{4}$ nároku.
- Zbylé nároky se odesílají ve druhém měsíci následujícího čtvrtletí.

Aby byla možná digitální komunikace, bylo potřeba získat certifikát s digitálním podpisem. Nejjednodušší způsob je využitím služby Česká pošta, s. p. (certifikační autorita PostSignum). Certifikát bylo nutné ověřit na Czech Pointu

České pošty a poté nainstalovat do PC. Dále se získaným digitálním podpisem muselo zaregistrovat na webu OTE a ověřit informace, které na portál OTE nahrál distributor.

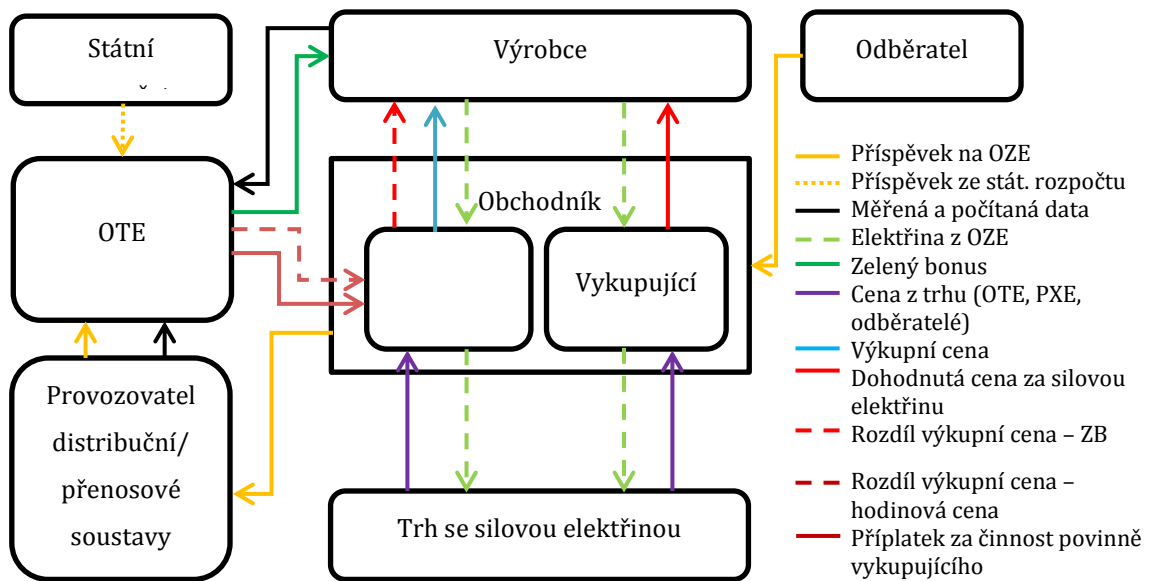
Náležitosti obnášející získání certifikátu:

- 1) Žádost o osobní certifikát (doporučuje se záloha certifikátu).
- 2) Vyhledání a vytištění dvou originálů smluv o poskytování certifikačních služeb na stránkách OTE. Datum na dokumentech se musí shodovat se skutečným datem vydání certifikátu.
- 3) Předložení živnostenského listu či výpisu z obchodního rejstříku (originál nebo notářsky ověřená kopie ne starší než 3 měsíce).
- 4) Předložení vyplněných údajů pro vydání certifikátu, úvodní list a osobní doklad (občanský průkaz, pas).
- 5) Předložení vygenerované žádosti o certifikát na USB flash paměti či ID žádosti uložené na serveru www.postsignum.cz.
- 6) Pracovník Czech Pointu po podepsání smluv o poskytování certifikačních služeb nahraje certifikát na předanou USB flash paměť, nebo v případě elektronické žádosti přijde certifikát emailem.
- 7) Instalace certifikátu dle instrukcí uváděných na internetových stránkách OTE.

Veškeré náležitosti týkající se elektronické komunikace s OTE je možno podrobně dohledat na webových stránkách OTE a.s. a to na www.ote.cz. [35] [36]

1.6.3 Změny finančních a informačních toků podpory OZE od 1.1 2013

Přijetím zákona č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů došlo ke změně způsobu vyplácení podpory z výroby. V novém systému účtování se pozměnily finanční transakce a informační toky, kam nově vstupuje subjekt OTE, plus je zaveden nový pojem hodinový zelený bonus HZB. Stávající výkupní cena a zelený bonus zůstaly vesměs stejné. [11] [34] [12]



Obr. 1.13 Finanční a informační toky mezi výrobcem a OTE.

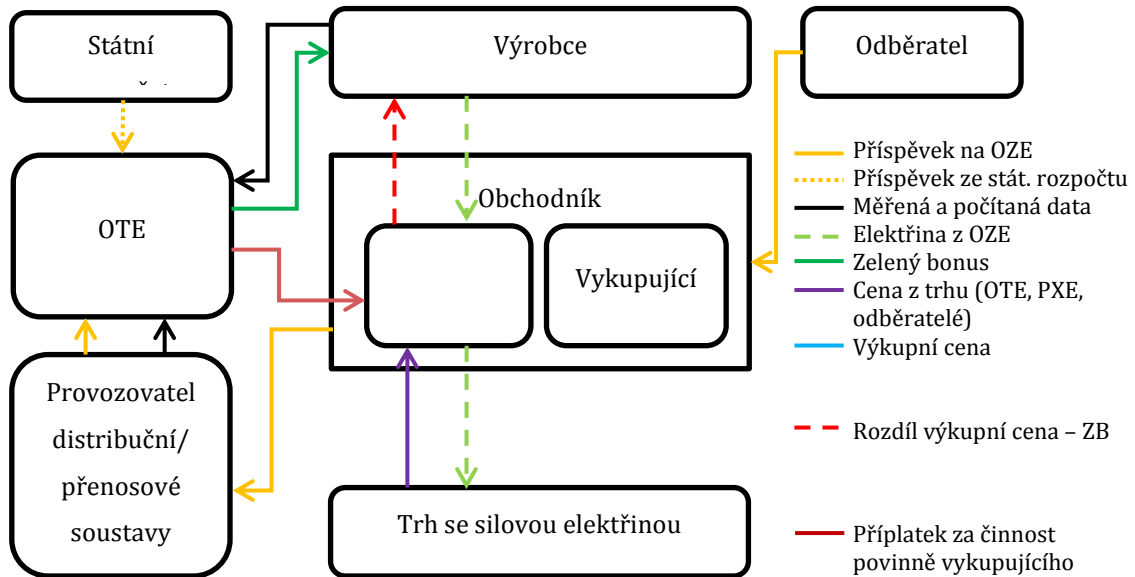
Vykupující – je obchodník s elektřinou vykupující silovou elektřinu za cenu dohodnutou na základě dvoustranné smlouvy s výrobcem.

Povinně vykupující – je podle §10 zákona povinně vykupující obchodník s elektřinou, kterého pro daný region určí Ministerstvo průmyslu a obchodu. Má za povinnost vykupovat elektřinu z OZE, která není dotována tarifem zelený bonus.

Operátor trhu – je operátor trhu s energiemi OTE a.s. akciová společnost založená a vlastněná státem. Mezi činnosti týkající se OZE a tím i FV patří organizování denního trhu s elektřinou, na kterém se tvoří hodinová cena elektřiny. Toto je použito pro výpočet výše hodinového zeleného bonusu. Dále evidence výroben elektřiny, výplata ZB a podpory decentrálních výroben elektřiny.

Výkupní cena – Od 1. 1. 2013 elektřinu v režimu výkupních cen vykupuje povinně vykupující. Výkupní cena je účtována včetně DPH a výplatu provádí povinně vykupující.

výkupní cenou a hodinovou cenou. ERÚ však případné náklady promítne v příplatku za činnost povinně vykupujícího. [11] [34] [12]



Obr. 1.16 Finanční a informační toky v režimu zelený bonus povinně vykupující.

Převzato z: [11]

Hodinový zelený bonus – týká se povinně výhradně zdrojů nad 100kW, které byly uvedeny do provozu od 1. 1. 2013. Ostatní si tento typ podpory mohou zvolit dobrovolně. Hodinový bonus nemůže být záporný a musí být určen minimálně ve výši rozdílu mezi výkupní cenou a hodinovou cenou silové elektřiny na vnitrostátním trhu organizovaném OTE a.s. Podle vývoje ceny silové elektřiny se tak mění i výše hodinového zeleného bonusu. Vzorec pro výpočet HZB stanovuje vyhláška č. 140/2009 sb. [11] [34] [12]

$$c_{pzbhis} = (c_{vcozis} - c_{skuthi}) + c_{podchis} \quad (1.7)$$

$$\text{je-li } c_{skuthi} \geq 0$$

$$c_{pzbhis} = c_{vcozis} + c_{podchis} \quad (1.8)$$

$$\text{je-li } c_{skuthi} < 0$$

kde

c_{pzbhis} - výše hodinového zeleného bonusu pro veškerou podporovanou elektřinu vyrobenou z obnovitelného zdroje v hodině h v regulovaném roce i [Kč/MWh].

- C_{vcozis} - výkupní cena elektřiny z s-tého druhu obnovitelného zdroje, stanovená Energetickým regulačním úřadem [Kč/MWh]
- $C_{podchis}$ - průměrná předpokládaná cena odchylky s-tého druhu obnovitelného zdroje, stanovená na základě vyhodnocení předložených hodinových diagramů denní predikce a dosažené skutečnosti výroby z podporovaných zdrojů energie za již ukončené kalendářní období a přepočtené na základě předpokládaného vývoje cen silové elektřiny a plánované výroby z podporovaných zdrojů energie [Kč/MWh]
- C_{skuthi} - hodinová cena elektřiny dosažená na denním trhu v hodině v regulovaném roce i , zveřejněná operátorem trhu způsobem umožňujícím dálkový přístup [Kč/MWh]

1.6.4 Přehled vyplácené podpory v režimu výkupní cena a zelený bonus pro roky 2012/2013

Tab. 1.III Přehled výroby elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu. Převzato z: [13]

Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu:	2012		2013	
	Výk. Cena za MWh	Zel. Bonus za MWh	Výk. Cena za MWh	Zel. Bonus za MWh
před 1. 1. 2006	7 130	6 050	7 273	6 343
od 1. 1. do 31. 12. 2006	14 960	13 880	15 260	14 330
od 1. 1. do 31. 12. 2007	14 960	13 880	15 260	14 330
od 1. 1. do 31. 12. 2008	14 590	13 510	14 882	13 952
od 1. 1. do 31. 12. 2009 (s inst. Výk. do 30 kW)	13 690	12 610	13 964	13 414
od 1. 1. do 31. 12. 2009 (s inst. Výk. nad 30 kW)	13 590	12 510	13 862	12 932
od 1. 1. do 31. 12. 2010 (s inst. Výk. do 30 kW)	12 750	11 670	13 005	12 455
od 1. 1. do 31. 12. 2010 (s inst. Výk. nad 30 kW)	12 650	11 570	12 903	11 973
od 1. 1. do 31. 12. 2011 (s inst. Výk. do 30 kW)	7 650	6 570	7 803	7 253
od 1. 1. do 31. 12. 2011 (s inst. Výk. nad 30 kW do 100kW)	6 020	4 940	6 141	5 211
od 1. 1. do 31. 12. 2011 (s inst. Výk. nad 100kW)	5 610	4 530	5 723	4 793
od 1. 1. do 31. 12. 2012 (s inst. Výk. do 30 kW)	6 160	5 080	6 284	5 734
od 1. 1. do 30. 06. 2013 (s inst. Výkonem do 5 kW)	-	-	3 410	2 860
od 1. 1. do 30. 06. 2013 (s inst. Výkonem 5 kW až 30 kW)	-	-	2 830	2 280
od 1. 7. do 31. 12. 2013 (s inst. Výkonem do 5 kW)	-	-	2 990	2 440
od 1. 7. do 31. 12. 2013 (s inst. Výkonem 5 kW až 30 kW)	-	-	2 430	1 880

1.6.5 Solární daň a Recyklační poplatek

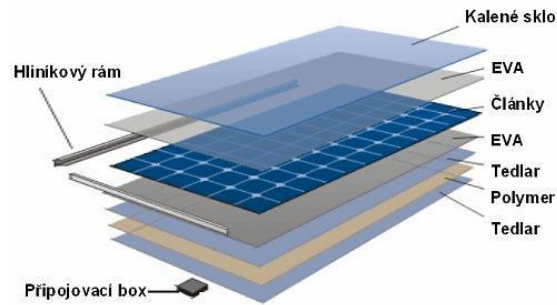
Z důvodu velkého nekontrolovanému růstu FV elektráren v předchozích letech vláda přijala legislativní opatření v podobě retroaktivního opravného prostředku, a to solární daně. Jejím úkolem byla snaha toto navyšování omezit a zamezit tak růstu cen elektřiny pro domácnosti. Zpětně zavedla daň pro výroby uvedené do provozu v letech 2009/10 a s instalovaným výkonem nad 30 kWp. Srážková daň byla zavedena původně na tři roky pro roky 2011- 2013, a to ve výši 26 % z výkupní ceny elektřiny a 28 % ze zeleného bonusu. To způsobilo významné prodloužení návratnosti investičních záměrů FV elektráren. Po roce 2013 Ministerstvo průmyslu a obchodu odsouhlasilo odstupňované zdanění fotovoltaiky pro elektrárny uvedené do provozu v letech 2009/10, a to po jednotlivých pololetích s nejvyšším zdaněním pro výroby z první poloviny roku 2010. Dále vláda došla k rozhodnutí o zrušení daňových prázdin, které byly nastaveny na dobu 5 let. Cílem bylo navrátit situaci k původnímu záměru, a sice návratnosti investic na dobu 15 let. [14] [15] [16] [17]

Ze strachu z budoucí ekologické zátěže byl také zaveden tzv. recyklační poplatek, mající za úkol pokrýt budoucí náklady na ekologickou likvidaci starých FV elektráren a odpadů z ní vzešlých. Poplatek byl zaveden pro roky 2014-2018. V rámci ČR se jedná o novelu zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech na základě zákona č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích. V rámci EU se jedná o Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2012/19/EC ze dne 4. 7. 2012. Ta udává povinnost hradit recyklační poplatek, a to pravidelně minimálně jednou ročně v období 2014-2018. Výši poplatku určí specializovaná právnická osoba podle § 37h odst. 1 písm. c, zajišťující recyklaci, se kterou musí provozovatel uzavřít smlouvu do 30. 6. 2013. Výše poplatku bude určena v závislosti na složení panelů a jejich hmotnosti. Průměrné odhadované náklady se pohybují od 150- 800 Kč/kWp. [63] [64]

Další možností, jak se v budoucnu zbavit ekologické zátěže spojené s FV elektrárnami, je spolupráce s některou asociací zabývající se likvidací a recyklací elektroodpadů z FVE. Příkladem může být asociace PV CYCLE, která byla založena výrobcí FV komponent. Má zajistit zpětný odběr a recyklaci vysloužilých FV panelů v Evropě, a tímto zajistit recyklaci cenných surovin obsažených v modulech (křemík, hliník, sklo, plast, atd..) [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21]

1.7 Skladba FV panelů a využitelnost k recyklaci

Nejvyšší procento panelů v České republice je z krystalického křemíku (monokrystalické, polykrystalické). Největší podíl materiálu u FV panelů je sklo a hliník, které jsou recyklovatelné téměř z 100%. Pak také obsahují cenné suroviny, které se taktéž vyplatí z FV panelů získávat. Jediný materiál obsahující panely, jež lze recyklovat pouze částečně, jsou plasty.



Obr. 1.17 Skladba panelu. Převzato z: [73]

Hliník - Velké procento je v hliníkových rámech panelů a malá část je použita na kontakty FV článků. Výroba těchto komponent je v celku energeticky náročná a pohybuje se cca 200 MJ/kg. Podíl energetické náročnosti při výrobě je cca 8 %, což je nemalá část z celkového počtu. Recyklace je na tom však zcela obráceně, hliník lze recyklovat s velmi malou energetickou náročností a to cca 8 MJ/kg tepelné energie. Jeho výtěžnost konverguje téměř k 100 %.

Těžké kovy - jsou z hlediska hmotnosti a ceny zanedbatelné položky. Energetická náročnost při jejich použití při výrobě je taktéž malá a jejich podíl se pohybuje kolem 1-10 %. Výtěžnost se vyrovná nákladům na výrobu z primárních surovin. Z tohoto hlediska se nevyplatí jejich recyklace, avšak z hlediska toxicity je nutná. Z pohledu životního prostředí je žádoucí tyto kovy oddělit a znovu využít.

Sklo – Jedná se o jeden z hlavních dílů celé konstrukce. Ve většině případů jej lze recyklovat a použít na nový výrobek. Přidáním recyklovaného skla se sníží energetická náročnost na výrobu cca o 40 %. A sníží se jím také nároky na těžbu surovin potřebných pro výrobu skla nového.

FV články – u starších krystalických článků se podíl na celkové hmotnosti pohybuje v řádu jednotek procent. S postupným vývojem a trendem použití stále

tenčích článků se toto procento snižuje. Na energetické náročnosti při výrobě FV panelů se podílí z největší části právě krystalický křemík, a to cca 80 %. Na celkové ceně FV panelu se podílí téměř 50 %. Z měření se ukázalo, že stárnutí polovodičové vrstvy nebude takový problém oproti stárnutí ostatních částí FV panelu. Měřením bylo zjištěno, že účinnost křemíkové vrstvy klesla po 25 letech pouze o necelých 10 %. Nabízí se tudíž recyklace celých nepoškozených FV článků a tím snížit jak energetickou náročnost, tak podíl na ceně celého panelu. U tenkovrstvých článků je podíl funkčních vrstev cca o dva řády nižší, avšak hodnota použitých cenných polovodičových materiálů je taková, že se vyplatí tyto materiály získávat zpět.

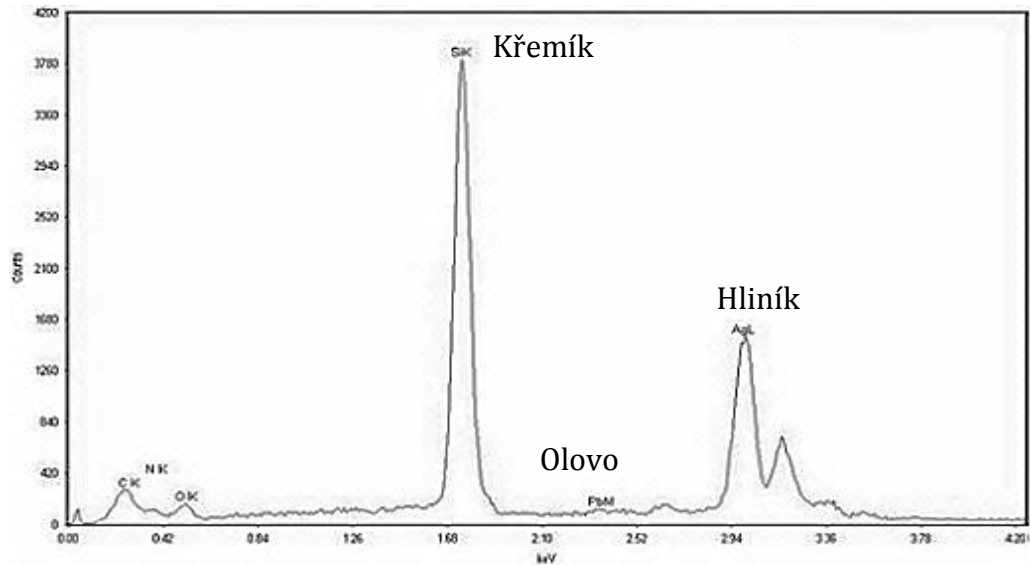
Plasty – FV články jsou zapouzdřené nejčastěji v EVA vrstvě (ethylene-vinyl acetate) a dále jsou plasty použity na připojovací box. Plasty v průběhu času podléhají vlivem klimatických podmínek degradaci a je obtížné je recyklovat k dalšímu použití. Dají se však využít k získání tepelné energie jejich spálením. Zplodiny při jejich pálení je však nutno čistit tak, aby neunikaly do ovzduší.

Firma Deutsche solar AG navrhla a odzkoušela metodu fluidní termické recyklace pro všechny současné konstrukce panelů z krystalického křemíku. Proces spočívá v zavedení panelu do speciální pece, kde za účinku speciální směsi tekutého písku (vlastnostmi se blíží tekutině), který dokonale obklopí panel, a vysoké teploty cca 450 °C po dobu 45 minut, dochází k odpaření plastových částí a pryskyřic. Plastové části přispívají ke snížení tepelné energetické spotřeby při samotném spalování. Ostatní komponenty zůstávají nepoškozeny a lze je snadno demontovat a roztřídit na použitelné a z jiných důvodů poškozené. [8] [71]

Tab. 1.IV Přehled materiálů u FV panelů a jejich výtěžnost. Převzato z: [71]

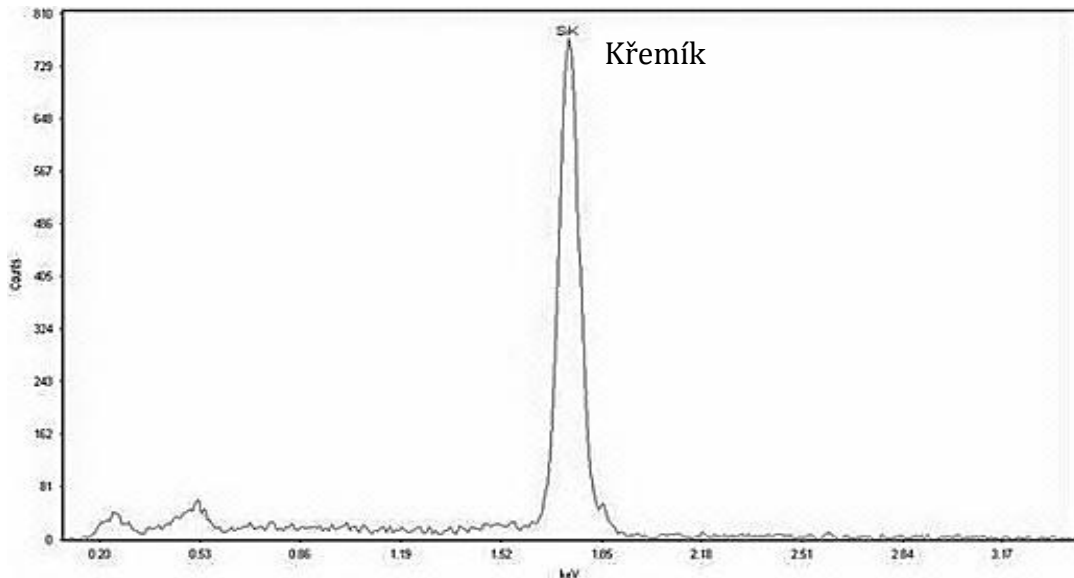
Materiál	Složení panelů [kg/kWp]	Podíl [%]	Výtěžnost Recyklací [%]
Hliník	16	18 %	100 %
Měď	1	1 %	80 %
Sklo	60	67 %	více než 95 %
Křemík	3	3 %	85 %
Plasty	12	13 %	-

Na obrázku 1.18 lze vidět výsledek EDX (Energy Dispersive X-Ray) analýzy před delaminací pomocí fluidní termickou recyklací. Je zde vidět zastoupení jednotlivých prvků obsahující FV článek.



Obr. 1.18 Obrázek EDX analýzy FV článku před termickou recyklací. Vrcholky znázorňují výskyt prvků (křemík, hliník, olovo,...)Převzato z: [72]

Na obrázku 1.19 lze vidět, že po termické recyklaci je zastoupení prvku kromě křemíku eliminováno téměř na nulu. Krystalický křemík zůstal neporušen.



Obr. 1.19 Obrázek EDX analýzy FV článku po termické recyklaci. Převzato z: [72]

Co se týče poškozených krystalických článků, lze je opět roztavit a použít při výrobě nových křemíkových ingotů. [72]

2 Stárnutí FV panelů

Při pořizování produktu jako takového se vždy v první řadě věnujeme ceně, kolik nás daný produkt bude stát. V druhé řadě se zajímáme o životnost daného produktu. Životnost produktu lze definovat jako schopnost produktu uchovat si požadované parametry po stanovenou dobu, nebo v dlouhodobém horizontu za vlivu předvídatelných podmínek. S prováděním běžné údržby by měl výrobek umožňovat správné použití tak, aby byly splněny zásadní kladené požadavky po dobu použitelnosti produktu. Životnost produktu se odvíjí od použití výrobku a jeho údržbě. Posuzování životnosti je možné vztáhnout buďto na výrobek jako celek, nebo se zaměřit na výkonové charakteristiky. Výkonové charakteristiky hrají významnou roli v naplnění zásadních požadavků životnosti. Musí být splněno, že výkonové parametry produktu budou udržovány na dostačující úrovni v porovnání s novým výrobkem. Toto musí být naplněno po celou dobu jeho životnosti. [5] [74]

U fotovoltaických panelů máme výrobcem stanovené parametry životnosti, kde vesměs udávají odhadovanou životnost na dobu 25 let. Odhadovaná je z důvodu, že v masovém využití solárních panelů se začalo využívat až v nedávné době. Dále nové technologie nejsou na trhu natolik dlouhou dobu, aby mohla proběhnout specifická měření. Životnost panelu je závislá spolu s degradací polovodičové vrstvy a s ní spojené snižování účinnosti také na kvalitě zpracování samotného panelu a čase, po kterém jsou garantovány výrobcem určité vlastnosti výrobku. Výrobci většinou garantují u FV panelů 10 % pokles účinnosti po 12 letech a 20 % pokles po 25 letech, což je cca 0,8 % snížení účinnosti fotovoltaického panelu za rok. Teoretická doba životnosti dokonce překračuje dobu garantovanou výrobcem, ale nastává otázka, zdali bude stále výhodné takovýto systém využívat s přihlédnutím na vývoj nových technologií a ukončení podpory od státu. [3] [75]

2.1 Technologie instalovaných FV panelů

Podle dostupných údajů je v České republice ke dni 31. 12. 2012 zhruba 21 925 instalovaných fotovoltaických elektráren o celkovém instalovaném výkonu 2 072,074 MW. V letech největšího rozkvětu fotovoltaických elektráren 2009-2012 byly převážně používány pro výstavbu monokrystalické či polykrystalické FV panely. [76]

2.1.1 Monokrystalické panely

Výroba je prováděna z ingotů (dlouhých tyčí) křemenného krystalu. Tyto ingoty se nejčastěji vyrábí tzv. Czokralskiho procesem, kdy se nejprve v kotli při teplotě 1420 °C roztaví vysoce čistý křemík, čímž vznikne tavenina. Poté se ponoří zárodek krystalu do této křemíkové taveniny a pomocí pomalého otáčení se vytahuje kulatý monokrystalický ingot s průměrem cca 30 cm a několika metrů délky. Samotná krystalizace je poměrně energeticky náročná. Kulatý ingot se poté řeže na tzv. wafery, které se oříznou na požadovanou velikost FV článku. Monokrystalický článek je snadno rozeznatelný svou jednoduše barevnou strukturou, která je dána výrobou. Dále musí být destička dotována příměsí typu P a opatřena kontaktními vrstvami. Nakonec se přidá antireflexní vrstva pro co nejmenší odrazivost článku a článek je hotový. Pro ochranu pospojovaných článků se většinou články zapouzdřují do Etylen-Vinyl-Acetátu (EVA) vyvinutou společností Specialized Technology Resources, Inc. a dále umísťují pod tvrzené solární sklo a do hliníkového rámu. Účinnost monokrystalických FV článků se pohybuje kolem 12-16 %. [5]

2.1.2 Polykrystalické články

Při výrobě se většinou používá blokové lití, při kterém se ve vakuu křemík zahřeje na 1500 °C a v grafitovém kelímku se regulovaně ochlazuje až do blízkosti bodu tání. Tímto procesem vzniknou polykrystalické křemíkové bloky o rozměrech 40 x 40 cm a výšce 30 cm. Bloky jsou poté rozřezány na tyče a ty pak na jednotlivé destičky. Polykrystalický křemík je jednodušší a méně náročnější na výrobu oproti monokrystalickému. Je to dáno výrobou, kdy je jednodušší nechat vykrytalizovat množství menších křemíkových krystalů, oproti jednomu celistvému kusu. Tyto „mnohakrystalové“ články jsou snadno rozpoznatelné podle nejednotné

krystalické struktury se znatelnými přechody mezi krystaly na povrchu článku. Tvar je většinou čtvercový či obdélníkový a lze tím efektivněji zaplnit celou plochu panelu. Další postup skladby panelu je již shodný s monokrystalickým článkem popsaným výše. Účinnost polykrystalických FV článků je nižší než u monokrystalických a pohybuje se kolem 10-14%. Je to dáno technologií výroby, kdy nelze docílit takové čistoty materiálu. [5] [10]

2.2 Technologie a vývoj FV panelů

Při vývoji nových technologií fotovoltaických článků se výzkum zaměřuje na zvyšování účinnosti jednotlivých komponent a zároveň na snižování spotřeby materiálů. Jedná se především o ty, u kterých je energetická náročnost při výrobě příliš vysoká, nebo jejichž známá ekonomicky těžitelná zásoba k poměru poptávky objemů produkce panelů nedostačuje. Dalším důležitým faktorem je potřeba snižování samotných investičních nákladů tak, aby se komerční výroba stala rentabilní. Při dostatečné poptávce a odbytu se ceny snižují pomocí zvyšování objemu produkce výrobku.

Vývoj článků dále úzce souvisí s Shockleyův-Queisserův limitem, který závisí na šířce zakázaného pásu použitého polovodiče a spektru záření. Určuje teoretickou maximální účinnost přeměny slunečního záření na elektrinu pro fotovoltaický článek s jedním P-N přechodem. Shockleyův-Queisserův limit je možno překonat například navýšením počtu P-N přechodů, zvýšením intenzity záření, nebo přizpůsobením samotného spektra záření danému FV článku. [77] [78]

Fotovoltaické články se momentálně rozdělují na 3 generace podle druhu použitých technologií. Do první generace FV článků se řadí téměř všechny dnes komerčně využívané články z krystalického křemíku. Křemík je druhým nejrozšířenějším prvkem v zemské kůře, avšak nevýhoda spočívá především v energetické náročnosti při výrobě, a s tím je spojena energetická návratnost. Cílem vývoje je tedy zlepšit poměr získané energie k poměru vložené energie při výrobě křemíku. Dále je cílem snížení energetické návratnosti a navýšení účinnosti spolu s životností. [10]

Největší pozornost se zaměřuje na vývoj článků druhé a třetí generace, kde se vývoj snaží reagovat na nedostatky z generace první. Do druhé generace lze řadit většinu typů tenkovrstvých článků. Spotřeba křemíku na články druhé generace je řádově až dvakrát nižší, účinnost se však pohybuje na nižších hodnotách kolem 6-8 %. Tenkovrstvé články lze nanášet jak na skleněné tabule, tak na kovové či plastové fólie. Tím se zvyšuje jejich použitelnost a lze je použít i na místa, kde bychom klasické panely instalovali jen s obtížemi. Největší slabinou tenkovrstvých článků je vzhledem k jejich tloušťce degradace samotného polovodičového materiálu. U třetí generace FV článků se největší pozornost ve výzkumu zaměřuje na vývoj vícevrstvých a koncentrátorových článků. Je snaha o překonání Shockleyova-Queisserova limitu a v tomto směru jsou rozpracovány a u některých i experimentálně realizovány teoretické koncepty. Vícevrstvé články využívají několika vrstev P-N přechodů, kde každá využívá odlišnou část slunečního spektra, na kterou je nastavena. Vrstvy mají odstupňovaný charakter, přičemž první vrstva zachytí část spektra a zbytek s větší energetickou intenzitou prostupuje dále k nižším vrstvám. První vícevrstvé komerčně využitelné články dosahují zhruba 30 % účinnosti, avšak jejich cena je zatím oproti ostatním technologiím vysoká. [1]

Tab. 2.I Teoretická účinnost vícevrstvých článků[77]

Typ	dvouvrstvé	třívrstvé	šestivrstvé	limit pro nekonečno
Teoretická účinnost	42 %	49 %	65 %	68 %

Koncentrátorové vícevrstvé články využívají soustředěného slunečního záření, usměrněného pomocí zrcadel či Fresnelovy čočky. Z toho vyplývá také použitelnost pouze za přímého slunečního svitu. Například v České republice je poměr difuzního záření k poměru s přímým slunečním více než 50 %. Systém bude tedy určen spíše pro oblasti s větším poměrem slunečných dnů za rok. Další problém je řešení chlazení a životnost takovýchto článků. Na tento FV článek díky koncentraci paprsků může dopadat až 1 Mm^{-2} , což souvisí i s rapidnějším poklesem životnosti.

Tab. 2.II Teoretická účinnost koncentrátorových článků[77]

Typ	jednovrstvé	dvouvrstvé	třívrstvé	limit pro nekonečno
Teoretická účinnost	41 %	55 %	63 %	86 %

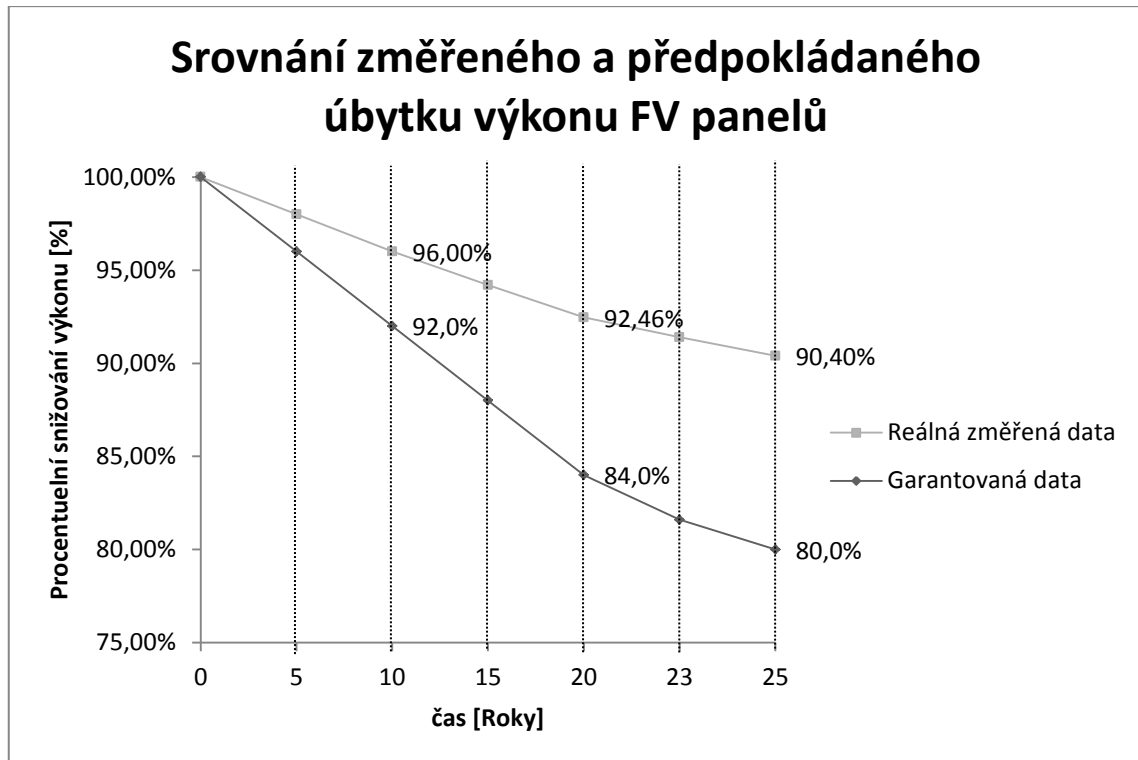
Nejnovější výzkumy dále uvažují o využití nano struktur, organických luminoforů či termo-fotovoltaických článků nebo například využití grafenu místo současných polovodičových vrstev. [77] [79]

2.3 Stárnutí polovodičových vrstev

Komerční využití fotovoltaiky v masovém měřítku bylo zavedeno teprve v nedávné době. Je jen málo míst, kde se nachází aktivně využívané fotovoltaické panely po dobu delší než 20 let. Z tohoto hlediska jsou predikce stárnutí polovodičových vrstev u fotovoltaických panelů obtížné. Další překážkou je technologie, která postoupila kupředu, a výstupy měření z fotovoltaiky instalované před 20 lety můžeme brát jako informativní. Z dostupných zdrojů se lze dočíst, že nejnámější místa s instalovanými fotovoltaickými panely využívanými v reálném čase po dobu kolem 20 let se nachází ve Švýcarsku a v Japonsku.

2.3.1 Výzkum stárnutí FV Sakura Japonsko

V roce 1984 byl firmou KYOCERA Corporation v Japonském městě Sakura instalován experimentální fotovoltaický systém o výkonu 43 kWp složený z polykrystalických článků. Tento systém byl instalován přímo na střeše experimentálního vývojového centra v místě sídla firmy a byl jedním z prvních svého druhu. Systém se skládá z více než 1000 modulů, které byly od doby instalace vystaveny více než 100 000 hodin slunečního záření. Měřením v roce 2007 bylo zjištěno, že po 23 letech je pokles výkonu pouhých 8,6 %. S přihlédnutím, že takovýto výsledků bylo dosaženo s tehdejší technologií a za použití materiálů, které byly tehdy k dispozici, je to bezesporu vynikající výsledek. V porovnání s dnes udávanými hodnotami od výrobců, které činí cca 0,8 % poklesu výkonu ročně, je reálný výsledek o více než o 9 % lepší oproti udávaným garantovaným hodnotám. [80] [81]



Obr. 2.1 Porovnání změřeného poklesu výkonu 25 let starého systému FV Sakura Japonsko s garantovaným poklesem. [81]

2.3.2 Výzkum stárnutí FV testovací středisko LEE-TISO Švýcarsko

Na Univerzitě aplikovaných věd v jižním Švýcarsku na testovacím středisku pro součásti fotovoltaických modulů LEE-TISO bylo v roce 1982 nainstalováno 288 monokrystalických panelů o celkovém výkonu 10,7 kWp. Každý modul měl nominální hodnotu cca 37 W. Po prvním měření v roce 1983, tedy po prvním roce používání, byl pokles maximálního výkonu panelů cca 9 %. Nominální hodnota jednotlivých modulů poklesla z 37 W na hodnotu 34 W. Je udáváno, že prvních 12 měsíců, než se systém tzv. „usadí“, může být ztráta kolem 5 % nominálního výkonu. V roce 2002 po 19 letech od prvního měření a dvaceti letech provozu, byl změřen pokles výkonu, který činil cca 11 % oproti původní nominální hodnotě panelu. Výkon poklesl na 32,9 W z původních 37 W. Ve srovnání s rokem 1983, kdy proběhlo první měření, poklesl výkon pouze o 3,2 %, což dělá snížení výkonu o cca 0,2 % ročně. V celkovém časovém úseku od uvedení do provozu činí pokles výkonu cca 0,5 % ročně. [82]

2.3.3 Stárnutí polovodičového materiálu

Degradace polovodičových vrstev FV článků je způsobována srážkami částic dopadajícího slunečního záření s atomy v krystalické mřížce použitého polovodičového materiálu. Atomy jsou důsledkem srážek postupně vytlačovány ze svých pozic, tím snižují transportní vlastnosti materiálu, a to zejména minoritních nosičů náboje. Působící těžké částice jako protony a neutrony způsobují postupně nevratná poškození v materiálu a tím způsobují postupné snižování elektrického výkonu.

Dalším zdrojem poškození je gama záření, které vyvolává ionizaci a excitaci atomů křemíku v oblasti přechodu. Přítomnost nečistot, ať už záměrně uměle přidaných do materiálu, jako donory, či nečistot vzniklých při výrobě, vytváří prostor pro zachycení energie ze záření. Toto může vést k jejich aktivaci jako center rekombinace. Interakce fotonů a nabitých částic s polovodičovým materiálem vede k ionizaci a vzniku párů elektron-díra. Mohou zde vznikat malé hodnoty tzv. temného proudu, který se vytváří i bez působení vstupujícího záření. Temný proud vzniká během náhodného vzniku párů elektron-díra ve vyprázdněné oblasti polovodičového materiálu, a je vázán na určité vady v krystalické mřížce polovodičového materiálu a jeho vyprázdněné oblasti. Ionizace způsobená v křemíkových FV člancích může vést ke kvazi-stálým účinkům, kdy ionizací vyvolaný náboj může uvíznout v místě nečistot na dobu několika minut až hodin. Toto může vyústit v přebytek nadbytečně nabitých nosičů náboje, které poté mohou negativně ovlivňovat polovodičový materiál tím, že elektrony mohou být zachyceny mezi valenčním pásem a pásem vodivostním. Důsledkem toho se při ozáření sluneční energií nevyužijí všechny nosiče náboje, protože některé jsou již obsazené. To může vést z makroskopického měřítka ke snížení výstupního proudu a napětí a postupně i k snižování účinnosti.

Dalším problémem jsou mikroskopické trhlinky v materiálu a na jeho povrchu, tyto působí jako účinná rekombinační centra pro nosiče náboje. Z měření zrychleného testu stárnutí vyšlo, že po 200 cyklech zmrazení se vzdušnou vlhkostí vzniklo 7 % trhlinek elektrickou cestou. Relativní plocha těchto částí je poměrně nižší, než prahová hodnota působící ovlivnění výkonu. Avšak dalších 29 % vzniklých trhlinek bylo způsobeno přímým vlivem mrazu a vzdušné vlhkosti.

Trhlinky byly dvojího charakteru, kolmé a rovnoběžné ke kontaktu článku. Ukázalo se, že trhlinky s orientací kolmo ke kontaktům článku nemají zásadní vliv na zhoršení vlastností článku oproti trhlíčkám paralelním. Ty mají vysokou pravděpodobnost vlivu na degradaci článku a jeho výkonu. Problémová místa tohoto charakteru se mohou stát potenciální pastí pro sluneční záření a může zde docházet k povrchové rekombinaci. Tím dochází ke snížení počtu aktivně působících nosičů náboje. Životnost FV článku je omezena stupněm poškození vzniklým kosmickým zářením, které má přímý vliv na postupné stárnutí materiálu. [83] [84]

2.3.4 Stárnutí panelu jako celku

Jak se ukázalo, degradace polovodičové vrstvy jako takové není zásadní problém při určování životnosti fotovoltaického panelu. Hrubý pokles účinnosti, cca 10 % po 25 letech provozu, je dostačující už jen z hlediska garantované podpory fotovoltaiky od státu. Jiný problém může nastat u zpracování samotného panelu jako celku. Tyto okolnosti mohou mít zásadní vliv na celkovou životnost.

Abychom mohli z fotovoltaického článku odebírat proud, musí být opatřen speciálně nanesenými kontakty. Abychom pospojované články uchránily před nepříznivými povětrnostními podmínkami, jsou dále zapečetěny do Ethylene-Vinyl Acetatu zvaného EVA. Kvůli mechanickému poškození a snadnější manipulaci jsou poté umístěny pod speciální solární sklo, které je vloženo do hliníkového rámu. Tato celistvá jednotka je poté distribuována jako fotovoltaický panel. S různými výrobci logicky přichází i různá kvalita zpracování výrobku. U fotovoltaických panelů, které mají sloužit po dobu 25 let či více, platí dvojnásob pravidlo dobrého výběru.

Během doby životnosti výrobku může dojít vlivem povětrnostních podmínek (záření, lokální zahřívání, pronikající vlhkost) k postupné degradaci částí panelu. Jedním z příčin je stárnutí a zvětvování ochranné folie EVA. Místním mikroskopickým poškozením a delaminací může do jádra procházet vzdušná vlhkost, jejímž následkem je oxidace přírodních kontaktů na FV článku, což vede k tepelnému stárnutí v oxidované oblasti a nakonec ke zkrácení životnosti panelu. Také dochází vlivem teploty a záření ke změně barvy EVA folie. Postupným žloutnutím dochází k optické degradaci folie a její optické propustnosti.

2.4 Aplikace poznatků stárnutí FV panelů

Ukázalo se, že stárnutí polovodičové vrstvy fotovoltaických panelů hraje pouze malou procentuální roli při určení životnosti produktu. Zásadní roli hraje především kvalita zpracování a výběr použitých komponent. Výrobci stávajících technologií by se z tohoto důvodu měli zaměřit krom vývoje nových fotovoltaických článků s vyšší efektivitou, také na vývoj kvalitních doplňkových součástí fotovoltaických panelů. V nekvalitně zpracovaných fotovoltaických panelech se skrývá potenciální slabina, která za určitých okolností může vést od rapidního poklesu výkonu, až po zničení celého systému například požárem. Vývoj se dá zaměřit dvojím směrem. Lze vyvíjet nové lepší doplňkové materiály tvořící součást FV panelu, nebo se dá jít cestou zdokonalení současných postupů. Dalším směrem, kterým by se měli výrobci v souvislosti s tímto problémem vydat, je zjednodušení procesu při následné likvidaci a recyklaci fotovoltaických panelů. Měla by být usnadněna demontáž starých vysloužilých či defektních fotovoltaických panelů, kterou by se snížila energetická náročnost na recyklaci.

V blízké budoucnosti bude aktuální také otázka samotné recyklace stávajících fotovoltaických panelů použitých v současných fotovoltaických elektrárnách. Měl by být z tohoto důvodu také kladen důraz na vývoj nových technologií a postupů recyklace těchto FV panelů. Není novinkou, že v těchto vysloužilých panelech jsou uloženy cenné materiály, které recyklací mohou být v budoucnu při stoupajících cenách surovin hodnotným materiálem. Zvýšení efektivity recyklace by nové postupy hodnotu recyklovaného materiálu ještě více zhodnotily.

3 Ekonomická analýza FV elektrárny

V této části je uvedeno seznámení se základními technickými parametry vybrané fotovoltaické elektrárny. Dále jsou zde legislativní kroky, které předcházely a provázely výstavbu této konkrétní fotovoltaické elektrárny. Je zde uvedena nákladová analýza na výstavbu a odhad návratnosti celého systému. Také jsou zde uvedeny výsledky výroby v poměru původně odhadovaných. Všechny výpočty jsou vztaženy na koruny. Pokud byl použit přepočít z eura na koruny, byla brána z důvodu neustálé fluktuace fixní částka, a to 25 Kč za 1 Euro. Dále v době výstavby, začátek roku 2010, bylo stále v platnosti původní znění zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, doplněné vyhláškou č. 364/2007 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích. Veškeré informace a podklady poskytla firma TRADE s.r.o. a firma KATERE COMPANY, s.r.o.

3.1 FV elektrárna Tuhaň

Jako modelový příklad byla vybrána firmou TRADE s.r.o. fotovoltaická elektrárna o velikosti 393,6 kWp umístěná v obci Tuhaň, okres Mělník, a to konkrétně KÚ Tuhaň par. Č.553/2 Loc: 50°18'12.52"N, 14°31'34.096"E. Fotovoltaické pole je o rozloze cca 7045 m². FV elektrárna je rozdělena do patnácti řad po jednotlivých řetězcích. FV elektrárna je v režimu výkupní cena, kdy se veškerá vyrobená energie posílá do distribuční soustavy pro rok 2013 s výnosem 12,903 Kč za kWh.

3.1.1 Legislativní kroky učiněné při výstavbě

K 13. 12. 2010 nabylo rozhodnutí o udělení licence právní moci, kdy energetický regulační úřad jako příslušný správní orgán podle ustanovení § 17 odst. 4 písmena a) zákona č. 458/2000 Sb. zkráceně energetický zákon, udělil licenci na dobu 25 let. K 15. 12. 2010 byla schválena žádost o podporu z obnovitelných zdrojů vyrobenou FV elektrárnou ve formě výkupu podle §4 odst. 4 zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů na dobu 25 let.



Obr. 3.1 Pohled na FV elektrárnu Tuhaň

Nejprve byla vybranou firmou vyhotovena cenová nabídka návrhu fotovoltaického systému, která se poté stala přílohou ke smlouvě o dílo. Bylo potřeba doložit prohlášení o finanční způsobilosti. Zde se stvrzuje, že osoba je schopná finančně zabezpečit provozování činnosti, na kterou je vyžadována licence, a má schopnost zabezpečit závazky nejméně na období 5 let. Nemá žádné nedoplatky na daních, clech a poplatcích, pojistném na sociálním zabezpečení, příspěvku na státní politiku zaměstnanosti nebo pojistném na všeobecné zdravotní pojištění a na pokutách.

Dále muselo být doloženo:

- zpráva o výchozí revizi elektrického zařízení výrobní elektrárny
- PDS odsouhlasená projektová dokumentace aktualizovaná podle skutečného stavu
- protokol o nastavení ochran
- protokol o provedení cejchu měřících transformátorů proudu
- žádost – Smlouva o připojení výrobní elektrárny k DS
- plán skutečného provedení el. přípojky
- místní provozní předpis
- kolaudační rozhodnutí
- prohlášení odpovědnosti zástupce
- seznam provozoven
- výpis z rejstříku trestů
- výpis z Katastru nemovitostí
- revize elektro
- protokol o předání FV elektrárny
- souhlas spoluvlastníka pozemku určeného pro výstavbu
- potvrzení o zaplacení FV elektrárny
- celková faktura FV elektrárny
- smlouva o dílo na FV elektrárnu
- žádost o přidělení IČA
- potvrzení praxe odpovědného zástupce (zde se uvádí délka praxe v oboru elektro silnoproud)

- kontaktní údaje
- *jednopolové schéma zapojení zdroje, je součástí projektové dokumentace*
- *žádost A1 (udělení licence pro podnikání v energetických odvětvích pro FO)*
- *příloha skupiny 11 (o udělení licence skupiny 11 výroba elektřiny z OZ)*
- *mapa umístění FV elektrárny*
- *revizní zpráva na FV elektrárny*
- *příloha č. 1 – cenová nabídka*
- *oznámení o výběru formy podpory výroby z OZ a o její změně (formou výkupu podle § 4 odst. 4 zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů nebo formou úhrady zelených bonusů podle § 4 odst. 7 zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)*

3.2 Technický popis zařízení

Při výběrů jednotlivých komponent hrála roli především užitková hodnota a kvalita vzhledem k ceně. Komponenty se vybíraly podle prověřené kvality a podle dobrých zkušeností s danými výrobci. U velkých výroben jsou výrobci ochotni dát množstevní slevy na odebrané zboží a tím ušetřit část nákladů.

3.2.1 FV panely

Jedním z nejdůležitějších prvků fotovoltaické elektrárny je FV panel, který se také majoritně odráží na celkové ceně celého systému. Pro účely FV elektrárny Tuhaň byly vybrány FV panely firmy China Sunergy CSUN typ SST 240-60M. Množství použitých panelů je 1640 ks. Panel využívá monokrystalické křemíkové solární články (156 mm x 156 mm, 6x10 ks) testované při standardních testovacích podmínkách, které jsou 25 °C teplota panelu a spektra AM1,5 global, simulující průchod slunečního záření bezoblačnou atmosférou o intenzitě 1000 Wm⁻². Panel je schopen dodávat za ideálních podmínek maximální výkon 240 Wp s udávanou tolerancí ±5 %. Udávaná nominální účinnost panelu je 14,78 %. Optimální provozní proud $I_{mp} = 8,06$ A a optimální provozní napětí $V_{mp} = 29,8$ V. Jeden z nejdůležitějších parametrů je teplotní koeficient $I_{sc} = 0.039$ %/°C, udávající změnu výkonu v závislosti na teplotě panelů vůči testovací hodnotě teploty 25 °C. Podrobnější technické informace jsou k dohledání v příloze. [85]

Tab. 3.1 Parametry FV panelu SST 240-60M [85]

Typ SST 240-60M	Hodnota	Jednotka
Max. výkon	240	[P _m]
Napětí naprázdno	37	[V _{oc}]
Zkratový proud	8,62	[I _{sc}]
Optimální provozní napětí	29,8	[V _{mp}]
Optimální provozní proud	8,06	[I _{mp}]
Skutečná účinnost	14,78	[%]
Max. izolace systému	1000	[V]
Teplotní závislost napětí	- 0,308	[%/°C]
Teplotní závislost proudu	0,039	[%/°C]
Teplotní závislost výkonu	- 0,423	[%/K]

3.2.2 Invertory

Invertory neboli střídače byly zvoleny od americké firmy Power-one, a to AURORA PVI 10 OUTD. Celkově bylo použito 34 ks měničů. Jedná se o měniče bez transformátorového typu, určené pro vnitřní i vnější použití. V těchto střídačích jsou použity kondenzátory bez elektrolytu, které jsou největší slabinou měničů, a výrazně ovlivňují jejich životnost. Udávaná konstrukční životnost je 20 let (odhadovaná konstrukční životnost měničů s elektrolytickými kondenzátory je cca 12 – 15 let). Euro účinnost je 97,25 % a řadí se k těm vyšším s pracovním rozsahem 450 V. Nominální výkon DC je 10,4 kW s maximálním doporučeným výkonem DC 11,4 kW. Důležitým prvkem jsou integrované MPPT trackery, které nastavují pracovní bod měniče v závislosti na vstupním napětí tak, aby mohl měnič pracovat s co největší účinností v celém pracovním rozsahu. Důležitý je tedy rozsah MPPT trackeru. V našem případě je 300-700 V. Standardní záruka je 10 let s možností navýšení na 15 či 20 let. Jednotlivé střídače jsou umístěné po jednom či dvou kusech v jednotlivých řadách s ohledem na počet panelů v řetězci. Jsou umístěné ve středu řady v zákrytu pod panely. [86] [87] [88]

3.2.3 Technické parametry celkové sestavy FV elektrárny Tuhaň

Soustava napětí 3+PEN o frekvenci 50Hz. Soustava je připojena na napěťovou hladinu 22kV/400V/230V typu TN-CS. Místem rozdělení jsou rozvaděče typu RDAC 1- 12. Instalovaný výkon výroby je 393,6 kWp. Omezení provozu s ohledem na napěťové poměry v síti je řešeno automaticky jednotkou typu UFR1000 ve dvou stupních ochrany. Vypnutí vlastní FV elektrárny je umožněno hlavním vypínačem

systemu typu DEON QM1 400A/3 v rozvodnici RS1 rozvaděče. Při poruše elektrárny se nejprve odpojí střídavá strana hlavním vypínačem FV systému 400A/3 v RS1, pak vypínačem hlavní jistič části 1 a 2, následně je možné jednotlivé větve vypnout příslušnými jističi 20 A v místě střídačů. V případě potřeby se odpojí stejnosměrná strana jističi DC v rozvaděči RDAC v místě střídačů. Dálkové signalizace, měření a ovládání VN je prováděno z technického dispečinku ČEZ Distribuce, a.s. Vlastní transformátorová stanice a měření je přístupné z veřejného místa, mimo areál fotovoltaické elektrárny.

Tab. 3.II Popis výroby

Ukazatel		Hodnota	Jednotka
Instalovaný elektrický výkon	P_i	393,6	[kWe]
Napětí v předávaném místě	-	22	[kV]
Svorková výroba elektřiny	E_{SV}	335050	[kWh]
Technologická vlastní spotřeba elektřiny	E_{VI}	50	[kWh]
Elektřina vyrobená z OZE	E_{OZE}	335000	[kWh]
Elektřina naměřená na předávacím místě mezi výrobnou a regionální distribuční soustavou	E_{rds}	335000	[kWh]

3.2.4 Dispečerské řízení

Transformátorová stanice je dálkově ovládána z dispečinku ČEZ Distribuce, a.s. Distribuční soustava vn je v dispečerském řízení technického dispečinku společnosti ČEZ Distribuce, a.s. Přenos informací je zajištěn z DOÚ a TS firmou Dribo s.r.o. Přenosy jsou realizovány technologií firmy ELVAC pomocí GSM GPRS. Na stožáru s úsekovým odpínačem je osazena řídicí jednotka typu JŘ ELVAC ZÁKLAD GSM GPRS DOÚ DOV 0901, anténa a záložní zdroj. Kontakt s technickým dispečinkem společnosti ČEZ Distribuce, a.s. je prostřednictvím call centra společnosti ČEZ Zákaznické služby, s.r.o. Část systému, se kterou může obsluha manipulovat pouze po odsouhlasení technickým dispečinkem ČEZ Distribuce, a.s., je uzemňovač přívodního vedení.

3.2.5 Uvolňování zařízení

Z důvodu ochrany vydalo Ministerstva průmyslu a obchodu vyhlášku č. 79/2010 Sb. o dispečerském řízení elektrizační soustavy a o předávání údajů pro dispečerské řízení a vyhlášku Ministerstva průmyslu a obchodu č. 80/2010 Sb.

o stavu nouze v elektroenergetice a o obsahových náležitostech havarijního plánu. Byl vydán postup při uvolňování zařízení pro pracovní činnost, jak postupuje vlastník výroby, jak distributor.

V případě, že je třeba pro provádění údržby a oprav zařízení TS zajistit vypnutý stav úsekového odpínače (US), je požádán provozovatel výroby, který je zodpovědný za provoz, o vypnutí tohoto úsekového odpínače distributora prostřednictvím call centra zákaznické služby. V případě plánovaných prací je třeba o vypnutí US požádat 5 dní před požadovaným termínem.

Pro provádění údržby a oprav na zemní kabelové přípojce nebo kabelových koncovkách úsekovém odpínači, je třeba zajistit beznapěťový stav venkovního vedení vn. Tehdy požádá osoba provozovatele výroby odpovědná za provoz o beznapěťový a uzemněný stav venkovního vedení vn distributora prostřednictvím call centra zákaznické služby. O beznapěťový stav venkovního vedení vn je třeba požádat nejméně 25 dní před požadovaným termínem. [89]

3.2.6 Regulace činného a jalového výkonu elektrárny, regulace FV elektrárny

Podle nově přijatého zákona energetického zákona 458/2000 Sb. musí výrobce elektřiny dovybavit výrobu elektřiny s instalovaným výkonem od 100 kW - 2 MW zařízením umožňujícím dispečerské řízení (kompenzačním rozvaděčem PPDS) činného i jalového výkonu, a to k datu 30. 06. 2013. Regulace se provádí v následujících stupních (procentní hodnota evidovaného celkového jmenovitého výkonu zdroje):

- P1 => 0% jmenovitého výkonu
- P2 => 30% jmenovitého výkonu
- P3 => 60% jmenovitého výkonu
- P4 => 100% jmenovitého výkonu (základní provozní stav)

Stoprocentní stav bude nastaven tím, že stupně P1,P2,P3 nebudou aktivní. Tento problém se u FV elektrárny Tuhaň spolu se změnami některých smluv právě řeší a bude mít dopad ve formě přídatných nákladů na provoz. Ty však nejsou z důvodu obtížné predikce zahrnuty do použitých kalkulací [90] [91]

3.3 Analýza nákladové a provozní bilance

Zde jsou hrubě vyčísleny částky v Kč za jednotlivé dílčí úlohy a náklady na elektromateriál vztažené k celkovému požadovanému výkonu celého systému. Doba výstavby od začátku do konce byla zhruba 2 měsíce. Legislativní kroky, které předcházely samotné výstavbě, trvaly zhruba 8 měsíců.

Tab. 3.III Kalkulace investičních nákladů

Kalkulace FVE	Instalovaný výkon 393,6 kWp	částka bez DPH
1. Panely	(1640 ks)	13 120 000 Kč
2. Konstrukce	ALOKO	3 648 150 Kč
3. Invertor	(34 ks)	1 848 000 Kč
4. Rozvaděč	-	390 000 Kč
5. Transformátor	(objekt, projekt, kabeláž, 400kVA 22/0,4kV)	1 700 000 Kč
6. Kabel DC	-	112 000 Kč
7. Kabel AC	-	552 000 Kč
8. Elektro ostatní	-	120 000 Kč
9. Zemní práce	-	247 800 Kč
10. Plot	-	348 000 Kč
11. Ochrana	-	800 000 Kč
12. Monitoring	-	240 000 Kč
13. Montáž panelů	-	2 625 000 Kč
14. Montáž elektro	-	2 850 000 Kč
15. Projekt, ostatní	(Projektant, náklady na legislativu,...)	202 000 Kč
Celková částka	bez DPH	28 802 950 Kč

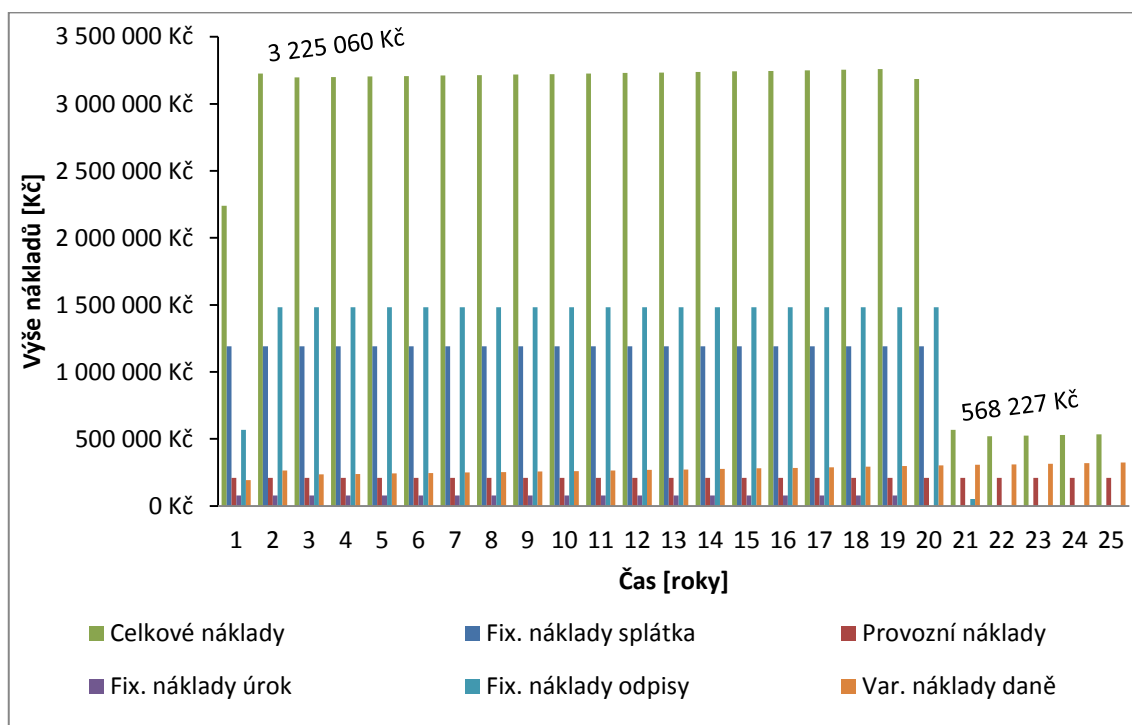
Náklady na provoz jsou ročně zhruba 210 000 Kč bez DPH. V těchto nákladech nejsou započtené ztráty na transformátoru o velikosti 4 %, které snižují výnosy z vyrobené elektřiny. Dále zde není započtena srážková daň, která činí 26 % z celkového výnosu. Dále byl zaveden v roce 2012 novelizací zákona o odpadech a o změně některých dalších zákonů zákon č.185/2001 Sb. a recyklační poplatek. Ten udává povinnost hradit recyklační poplatek, a to pravidelně minimálně jednou ročně v období 2014 - 2018. Odhadovaný roční náklad spjatý s touto novelizací pro tuto fotovoltaickou elektrárnu je zhruba 40 000 Kč ročně po dobu 4 let. Výši poplatku určí až specializovaná právnická osoba podle § 37h odst. 1 písm. c, zajišťující recyklaci, se kterou musí provozovatel uzavřít smlouvu do 30. června 2013. Výše poplatku bude určena v závislosti na složení panelů a jejich hmotnosti. Průměrné odhadované náklady se pohybují od 150 – 800 Kč/kWp. Náklady na servis spojené s provozem jsou nulové, majitel provádí servis osobně. Firma

provozující FV elektrárnu zatím nevybrala společnost, která by měla zajistit budoucí recyklaci. Výše recyklačního poplatku není z tohoto důvodu u výpočtů zahrnována. [63] [64]

Tab. 3.IV Kalkulace ročních provozních nákladů (vztaženo k roku 2012)

Kalkulace FVE	Roční provozní náklady	částka bez DPH
1. Pojistka		102 240 Kč
2. Hlídací agentura		6 000 Kč
3. Vlastní spotřeba		8 000 Kč
4. Internet		6 000 Kč
5. Pronájem pozemku		51 600 Kč
6. Údržba pozemku		36 400 Kč
Suma	Bez DPH	210 240 Kč

Na grafu znázorněném na obrázku 3.2 je odhad průběžných fixních a variabilních nákladů po dobu 25 let životnosti FV elektrárny. Při odpisové době 20 let a fixovaných splátkách úvěru na dobu 20 let činí nejvyšší roční výdaje cca 3 225 000 Kč. Po dvacátém roce dojde ke snížení ročních výdajů na cca 570 000 Kč díky dovršení odpisované částky a doplacení úvěru. Úvěr byl řešen u banky Volksbank CZ, a.s. s úrokovou sazbou 6,5 % a fixací na 20 let.



Obr. 3.2 Přibližný přehled fixních a variabilních nákladů po dobu 25 let

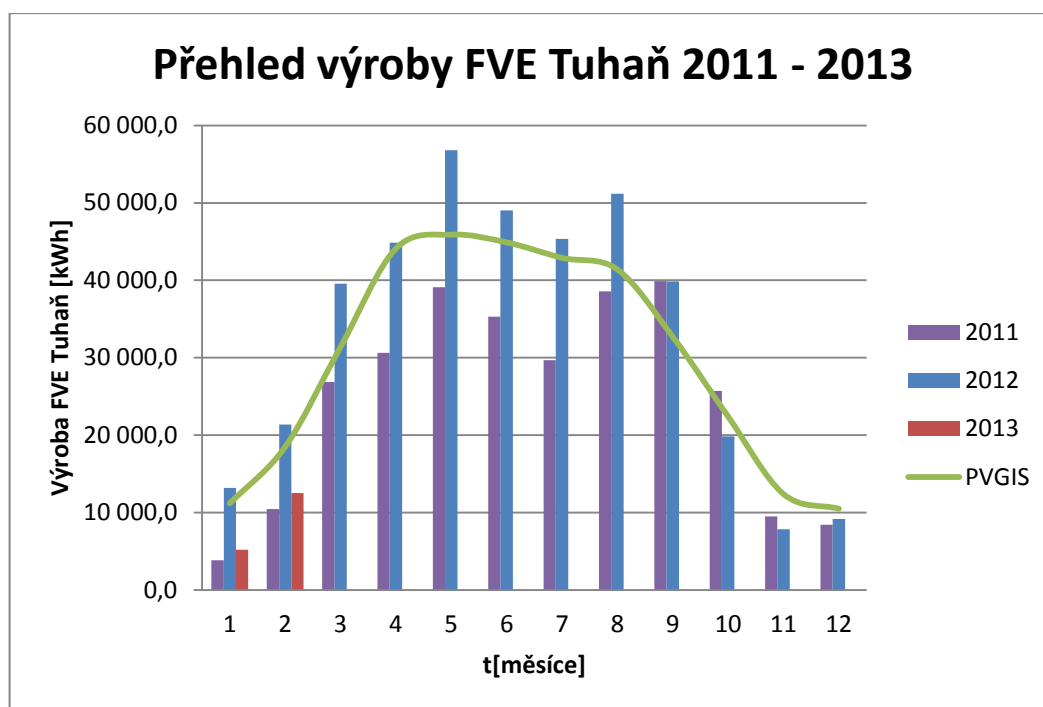
3.4 Přehled výroby za období 2011 a 2012

FV elektrárna odstartovala výrobu počínaje rokem 2011. Data poskytnutá z výroby jsou k měsíci březnu 2013. Data jsou porovnána s daty ze serveru PVGIS, kde jsou uváděné průměrné hodnoty pro určenou lokalitu vztažené k průměrnému ročnímu úhrnu intenzity solárního záření. Tyto hodnoty jsou většinou udávány firmami při určování základní výnosnosti projektu v dané lokalitě. [92]

Tab. 3.V Naměřená data z výroby pro roky 2011 – 2013 v [kWh]

měsíce	PVGIS	2011	2012	2013
leden	11 200	3 832	13 194	5 202
únor	18 500	10 441	21 379	12 511
březen	31 400	26 853	39 547	-
duben	44 100	30 635	44 866	-
květen	45 900	39 106	56 789	-
červen	44 900	35 317	49 048	-
červenec	42 900	29 693	45 336	-
srpen	41 400	38 563	51 180	-
září	32 700	39 909	39 854	-
říjen	22 400	25 707	19 861	-
listopad	12 400	9 526	7 863	-
prosinec	10 500	8 432	9 176	-
Suma	358 300	298 014	398 093	

Na obrázku 3.3 je názorně vidět, jak moc se liší výroba oproti průměrným hodnotám ze serveru PVGIS. Hodnoty se pohybují někdy i za hranicí $\pm 10\%$. Z toho vyplývá, že stanovení adekvátní návratnosti je obtížné už jen z hlediska výše ročního úhrnu intenzity solárního záření. Získaná data znázorněná v grafu na obrázku 3.3 začínají spuštěním FV elektrárny v lednu 2011 a končí v únoru 2013. Z grafu na obrázku 3.3 lze vyčíst, že rok 2012 byl rokem nadprůměrným. V porovnání s rokem 2011 se výsledná suma liší až o 100 kWh. V řeči peněz je rozdíl hrubé částky (hodnota vyrobené energie za transformátorem vynásobena výkupní cenou v daném roce) mezi těmito roky 1 286 883 Kč.



Obr. 3.3 Porovnání dat z výroby a hodnot ze serveru PVGIS [92]

3.4.1 Odpisy

Hmotný a nehmotný majetek slouží v podniku několik let. Není proto zahrnován do provozních nákladů najednou, ale postupně v jednotlivých letech životnosti.

Postupné, systematické rozvrhování pořizovací ceny investičního majetku do nákladů na činnost podniku po dobu jeho životnosti se uskutečňuje pomocí odpisů. Odpisy Valach (1999) definuje jako část ceny hmotného a nehmotného investičního majetku, která se v průběhu jeho životnosti systematickým způsobem zahrnuje do provozních nákladů podniku, vynaložených za určité období.

Oprávký k investičnímu majetku vyjadřují kumulovaný souhrn provedených odpisů k určitému okamžiku. Odečtením oprávek od pořizovací ceny investičního majetku vznikne zůstatková cena. Za předpokladu, že odpisy vyjadřují reálné fyzické i morální opotřebení majetku, lze porovnáním oprávek s pořizovací cenou přibližně vyjádřit stupeň opotřebení investičního majetku. Fyzické opotřebení majetku může být např. omezení funkčnosti majetku následkem jeho používání, zatímco morální opotřebení je způsobené technickým pokrokem. [93] [95]

§ 30b Zákona o daních z příjmů stanovuje způsob odpisování hmotného majetku využívaného k výrobě elektřiny ze slunečního záření

- Hmotný majetek označený ve Standardní klasifikaci produkce kódem skupiny 31.10, 31.20 nebo 32.10 využívaný k výrobě elektřiny ze zařízení pro výrobu elektřiny ze slunečního záření se odpisuje rovnoměrně bez přerušování po dobu 240 měsíců do 100 % vstupní ceny nebo zvýšené vstupní ceny.
- Odpisy podle odstavce 1 se stanoví s přesností na celé měsíce; přitom poplatník má povinnost zahájit odpisování počínaje následujícím měsícem po měsíci, v němž byly splněny podmínky pro odpisování. Při zahájení nebo ukončení odpisování v průběhu zdaňovacího období lze uplatnit odpisy pouze ve výši připadající na toto zdaňovací období. Odpisy se zaokrouhlují na celé koruny nahoru.

Fotovoltaická elektrárna je zařazena do 4. odpisové skupiny. Odpisová sazba pro rovnoměrné odpisování je podle § 31 Zákona o daních z příjmů pro 4. odpisovou skupinu v 1. roce odpisování 2,15 % a v dalších letech odpisování 5,15 %. [94]

Roční odpis se stanoví ve výši jedné setiny součinu pořizovací ceny a přiřazené roční odpisové sazby. [95]

$$O = PC * \frac{\text{odpisová sazba}}{100} \quad (3. 1)$$

kde

O = roční výše odpisů [Kč],

PC = pořizovací cena [Kč].

V našem případě bude zahájeno odepisování k 1. 2. 2011. V tomto prvním roce se bude odepisovat 11 měsíců a výše odpisu za toto období bude rovna 567 659 Kč, což je 11/12 odpisu za celý první rok odepisování při odpisové sazbě 2,5 %. V letech následujících, tzn. 2012-2030, bude velikost ročního odpisu 1 483 352 Kč. Poslední odpis bude uskutečněn za leden 2031, a to ve výši 51 605 Kč. Jednotlivé odpisové roky lze vidět v tabulce 3.VI.

Tab. 3.VI Tabulka hodnot odpisového plánu

Odpisový plán					
Rok	Počet odpisovaných měsíců	Roční odpisová sazba	Odpis	Oprávký k 31.12.	Zůstatková cena
2011	11	2,15%	567 659 Kč	567 659 Kč	28 235 291 Kč
2012	12	5,15%	1 483 352 Kč	2 051 011 Kč	26 751 939 Kč
2013	12	5,15%	1 483 352 Kč	3 534 363 Kč	25 268 587 Kč
2014	12	5,15%	1 483 352 Kč	5 017 715 Kč	23 785 235 Kč
2015	12	5,15%	1 483 352 Kč	6 501 067 Kč	22 301 883 Kč
2016	12	5,15%	1 483 352 Kč	7 984 419 Kč	20 818 531 Kč
2017	12	5,15%	1 483 352 Kč	9 467 771 Kč	19 335 179 Kč
2018	12	5,15%	1 483 352 Kč	10 951 122 Kč	17 851 828 Kč
2019	12	5,15%	1 483 352 Kč	12 434 474 Kč	16 368 476 Kč
2020	12	5,15%	1 483 352 Kč	13 917 826 Kč	14 885 124 Kč
2021	12	5,15%	1 483 352 Kč	15 401 178 Kč	13 401 772 Kč
2022	12	5,15%	1 483 352 Kč	16 884 530 Kč	11 918 420 Kč
2023	12	5,15%	1 483 352 Kč	18 367 882 Kč	10 435 068 Kč
2024	12	5,15%	1 483 352 Kč	19 851 234 Kč	8 951 716 Kč
2025	12	5,15%	1 483 352 Kč	21 334 586 Kč	7 468 364 Kč
2026	12	5,15%	1 483 352 Kč	22 817 938 Kč	5 985 012 Kč
2027	12	5,15%	1 483 352 Kč	24 301 290 Kč	4 501 660 Kč
2028	12	5,15%	1 483 352 Kč	25 784 642 Kč	3 018 308 Kč
2029	12	5,15%	1 483 352 Kč	27 267 994 Kč	1 534 956 Kč
2030	12	5,15%	1 483 352 Kč	28 751 346 Kč	51 604 Kč
2031	1	5,15%	51 605 Kč	28 802 951 Kč	0 Kč
240			2 880 2950 Kč		

pozn. Výsledek není přesně 0, ale -1 vlivem zaokrouhlení odpisů

3.4.2 Hotovostní toky - Cash Flow

Cash flow v českém překladu znamená „peněžní či hotovostní toky“ a jedná se o rozdíl mezi příjmy a výdaji peněžních prostředků a peněžních ekvivalentů v podniku. [7] [96]

$$\text{Cash Flow} = \sum \text{příjmů} - \sum \text{Výdajů} \quad (3. 2)$$

V nultém roce, tedy v okamžiku uvedení elektrárny do provozu, bylo cash flow následující:

$$CF_0 = 0 - 28\,802\,950 = -28\,802\,950 \text{ Kč}$$

V okamžiku uvedení elektrárny do provozu byly příjmy rovny nule, zatímco souhrn pořizovacích nákladů byl 28 802 950 Kč. Výsledek cash flow je tedy záporný a rovná se velikosti investice do FV elektrárny.

V letech 2011 až 2035 bude cash flow vypočten na základě čistého zisku, a to podle následujícího vztahu:

$$CF_x = Z_x + O_x \quad (3. 3)$$

kde

CF_x = cash flow ve sledovaném roce [Kč]

Z_x = čistý zisk ve sledovaném roce [Kč]

O_x = odpis ve sledovaném roce [Kč],

přičemž čistý zisk je vypočten podle následujícího vztahu:

$$Z_x = (V_x - N_x - O_x) * (1 - \frac{Dp}{100}) \quad (3. 4)$$

kde

V_x = výnos ve sledovaném roce [Kč]

N_x = provozní náklady ve sledovaném roce [Kč]

D_p = daň z příjmu právnických osob [%].

Sazba daně z příjmu právnických osob pro rok 2013 činí 19 %. Pro výpočty budeme předpokládat její neměnnost. [97] [4]

Výchozí údaje pro výpočet cash flow v jednotlivých letech jsou uvedeny v následující tabulce č. 3. VII. Cash flow získáme dosazením těchto hodnot do výše uvedených vztahů.

Tab. 3.VII Tabulka Investičních toků - Cash Flow

Rok	Výnosy	Provozní náklady	Odpisy	Čistý zisk	Cash flow	Σ Cash flow
2010	-	-	-	-	- 28 802 950 Kč	-28 802 950 Kč
2011	3 547 559 Kč	210 240 Kč	567 659 Kč	2 243 424 Kč	2 811 083 Kč	-25 991 867 Kč
2012	4 834 441 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 544 088 Kč	4 027 440 Kč	-21 964 427 Kč
2013	4 311 297 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 120 341 Kč	3 603 693 Kč	-18 360 734 Kč
2014	4 374 889 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 171 850 Kč	3 655 202 Kč	-14 705 531 Kč
2015	4 439 418 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 224 119 Kč	3 707 471 Kč	-10 998 060 Kč
2016	4 504 900 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 277 159 Kč	3 760 511 Kč	-7 237 549 Kč
2017	4 571 347 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 330 981 Kč	3 814 333 Kč	-3 423 216 Kč
2018	4 638 774 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 385 598 Kč	3 868 950 Kč	445 734 Kč
2019	4 707 196 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 441 019 Kč	3 924 371 Kč	4 370 105 Kč
2020	4 776 627 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 497 259 Kč	3 980 611 Kč	8 350 716 Kč
2021	4 847 083 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 554 327 Kč	4 037 679 Kč	12 388 395 Kč
2022	4 918 577 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 612 238 Kč	4 095 590 Kč	16 483 985 Kč
2023	4 991 126 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 671 003 Kč	4 154 355 Kč	20 638 339 Kč
2024	5 064 745 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 730 634 Kč	4 213 986 Kč	24 852 325 Kč
2025	5 139 450 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 791 145 Kč	4 274 497 Kč	29 126 823 Kč
2026	5 215 257 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 852 549 Kč	4 335 901 Kč	33 462 723 Kč
2027	5 292 182 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 914 858 Kč	4 398 210 Kč	37 860 933 Kč
2028	5 370 242 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	2 978 086 Kč	4 461 438 Kč	42 322 371 Kč
2029	5 449 453 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	3 042 247 Kč	4 525 599 Kč	46 847 971 Kč
2030	5 529 832 Kč	210 240 Kč	1 483 352 Kč	3 107 355 Kč	4 590 707 Kč	51 438 677 Kč
2031	5 611 397 Kč	210 240 Kč	51 605 Kč	4 333 137 Kč	4 384 742 Kč	55 823 420 Kč
2032	5 694 165 Kč	210 240 Kč	0 Kč	4 441 980 Kč	4 441 980 Kč	60 265 399 Kč
2033	5 778 154 Kč	210 240 Kč	0 Kč	4 510 011 Kč	4 510 011 Kč	64 775 410 Kč
2034	5 863 382 Kč	210 240 Kč	0 Kč	4 579 045 Kč	4 579 045 Kč	69 354 455 Kč
2035	5 949 867 Kč	210 240 Kč	0 Kč	4 649 098 Kč	4 649 098 Kč	74 003 553 Kč

3.4.3 Reálná doba návratnosti investic

Reálná doba návratnosti investic nebo také diskontovaná doba návratnosti je počet let, za něž se současná hodnota příjmů z investice vyrovná současné hodnotě výdajů na investici. Přednost při investování by měla dostat investice s kratší dobou návratnosti. [102]

$$CF_0 + \sum_{x=1}^{DPP} \frac{CF_x}{\left(1 + \frac{r}{100}\right)^x} = 0 \quad (3.5)$$

kde

DPP = doba návratnosti investic [roky]

r = diskontní míra [%]

Diskontní sazbu lze definovat jako výnosovou míru, kterou jsou diskontovány (přepočítány) budoucí peněžní toky na současnou hodnotu [98]. Jedním ze způsobů, jak určit diskontní sazbu, je stanovení na základě součtu úrokové sazby investice s malým rizikem, rizikové prémie spojené s danou investicí a vývoje cenové hladiny dle vztahu:

$$r = r_f + RP + \pi \quad (3.6)$$

kde

r_f = bezriziková úroková míra [%]

RP = riziková prémie [%]

π = míra inflace [%].

Za bezrizikovou výnosovou míru se zpravidla považuje výnosnost státních dluhopisů jako minimální rizikové finanční investice. Jako výchozí hodnota bude brána v potaz průměrná výnosnost státních dluhopisů z roku 2012, která se rovnala 3,05 %. [99] [100].

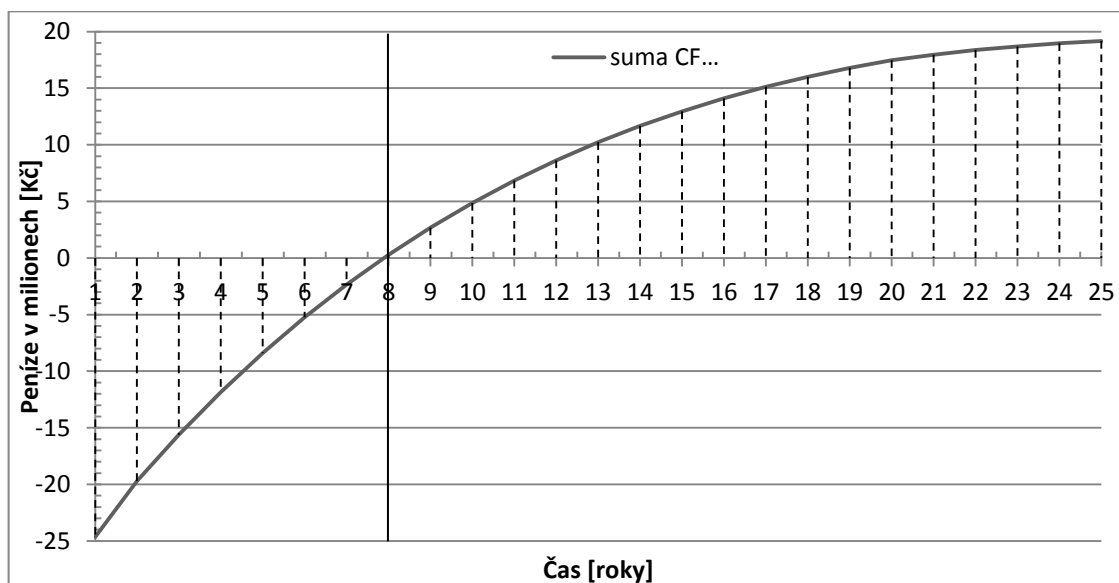
Riziková prémie bude uvažována jako nulová, jelikož investice do fotovoltaické elektrárny nese malé riziko vzhledem ke státem garantovaným vypláceným podporám. Meziroční nárůst státem garantované hodnoty výkupní ceny se pohybuje v rozmezí od 2 % do 4 % včetně. S nárůstem inflace, jakožto proměnné veličiny v čase, a tedy i cenové hladiny. V této práci je kalkulováno s hodnotou 2,5 %. Podle výše uvedených informací je výpočet diskontní míry následující:

$$r = 3,05 + 0 + 2,5 = 5,55 \%$$

Po dosazení diskontní míry a cash flow v jednotlivých letech životnosti do výše uvedeného vztahu dostaneme reálnou dobu návratnosti investice.

Výsledek: V 7. roku a 11. měsíci provozu

Výsledná data jsou přehledně zobrazena v grafu na obrázku č. 3.4. Reálná doba návratnosti investice nastává v okamžiku, ve kterém křivka v grafu protíná vodorovnou osu, tzn. v 7. roce a 11 měsíci provozu této fotovoltaické elektrárny. Z toho vyplývá, že investice se nám reálně vrátí v roce 2018.



Obr. 3.4 Reálná doba návratnosti investice

3.4.4 Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota je klíčové kritérium hodnocení ekonomické efektivity investičních projektů. Respektuje faktor času a jako efekt z investice bere čistý peněžní příjem z investice. Ukazuje, o kolik se vlivem investice zvýší tržní hodnota firmy. ČSH můžeme definovat jako rozdíl mezi diskontovanými peněžními příjmy z investice a jednorázovým kapitálovým výdajem, respektive diskontovanými kapitálovými výdaji, jestliže se kapitálové výdaje uskutečňují ve více letech.

$$\text{ČSH} = \frac{P_1}{(1+i)} + \frac{P_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{P_n}{(1+i)^n} - K \quad (3.7)$$

kde

P_1, P_2, \dots, P_n = peněžní příjem investice v jednotlivých letech její životnosti [Kč]

n = doba životnosti [roky]

i = úroková míra v desetinném vyjádření

K = kapitálový výdaj [Kč].

Investiční projekt je přijatelný, pokud ČSH je větší než nula, tzn., že peněžní příjmy převyšují kapitálové výdaje investice. [4] [6] [101]

$$\mathbf{\check{C}SH = - 28\ 802\ 950 + 102\ 616\ 931 = 73\ 813\ 981\ K\check{c}}$$

Čistá současná hodnota vztažená k platným legislativním rámcům k 1. 1. 2011 vychází ve výši 73 813 931 Kč. Výsledek čisté současné hodnoty je kladný, z čehož vyplývá, že projekt je investičně přijatelný, protože příjmy z fotovoltaické elektrárny převyšují kapitálové výdaje na ní vynaložené.

4 Fotovoltaika jako zdroj úspor

V České republice se podle spekulací zákonodárců již nepočítá pro rok 2014 a dále s pokračující podporou elektřiny z fotovoltaických zdrojů. Posledním rokem, kdy je zavedena dosavadní podpora, je z největší pravděpodobností rok 2013. Avšak elektrické energii vyrobené z FV elektráren zatím dveře zcela zavřené nejsou. Uvažuje se o inspiraci od okolních zemí, kde je zaveden systém net-metering.

Tento systém má původ v USA. Zde byl zaveden již v 80. letech jako odpověď na požadavek vlastníků malých větrných a solárních elektráren. Tyto vlastníci chtěli mít možnost využít vyrobenou elektřinu i jindy, než v době kdy byla vytvořena. Z tohoto důvodu tamní vláda vymyslela tzv. energetický kredit. Princip spočíval ve výrobě elektrické energie, která byla dodávána do rozvodné sítě. Za množství dodané energie obdržel výrobce určitý počet energetických kreditů, které mohl využít při platbě za odebranou elektrickou energii v době, kdy nic nevyráběl. Pokud vyrobil více a energetický kredit mu zbyl, bylo možné jej přenést do dalších zúčtovacích období, či si jej bylo možno nechat proplatit. Tak vznikla první myšlenka net-meteringu. Dnes je tento systém rozšířen ve většině států USA, Austrálii a z evropských zemí například v Dánsku, Itálii či Španělsku.

Zmodernizovaný systém net-meteringu se nepatrně liší od jeho původního. Již se nenabízí energetický kredit, ale energie za energii. Vezmeme například v úvahu modelový příklad rodinného domu s malou FV elektrárnou na střeše. Majitel je připojen do systému net-metering. Majitel je připojen jak k FV elektrárně, tak k rozvodné síti. Využívá oba zdroje zároveň a to bez ohledu zdali vlastní FV elektrárna právě vyrábí či ne (kdykoliv přes den či v noci). Nyní mohou nastat tři případy:

- 1) Majitel vyrobí a dodá méně elektrické energie než energie, kterou spotřeboval.
- 2) Majitel vyrobí a dodá stejné množství energie, které spotřeboval.
- 3) Majitel vyrobí a dodá více energie, než spotřeboval za zúčtovací období.

System je nastaven tak, že výrobce může pouze ušetřit své peníze za zúčtovací období. Elektrická energie dodávaná do sítě je zaznamenávána. V prvním případě

by domácnost ušetřila část nákladů na spotřebované energie. Část vyrobené energie FV elektrárnou by se odečetla od vyúčtování za dané období a majitel by platil částku poníženou o jimi dodanou energii. Další dva případy jsou vesměs stejné. V druhém případě by se náklady vzájemně vynulovaly se spotřebou za dané období. V posledním případě se náklady majitele také vynulují, avšak za energii vyrobenou navíc nedostane nic. Takto je systém nastaven. Název tohoto systému tedy v pravém slova smyslu v překladu znamená měření čisté spotřeby.

Bylo by také možno zavést tzv. virtuální skupinový net –metering. Pokud by jednotlivci nevladli finanční prostředky pro svou vlastní výrobu elektrické energie, bylo by se možno domluvit s více účastníky, a za společný náklad by bylo možné tuto výrobu pořídit. Úspora ve formě odečtu energie by poté byla závislá na procentu vložených peněz do výstavby. Odpadá zde nutnost mít tuto výrobu na vlastní nemovitosti.

Výhody tohoto systému jsou očividné. Oproti garantovaným výkupním cenám slouží tento systém především k úspoře financí za energii, kam je taky záměrně cílen. Účelem je především pokrýt roční spotřebu než spotřebu okamžitou. Neměl by zvyšovat cenu elektřiny pro ostatní koncové odběratele, ani zatěžovat rozpočet státu, jelikož zde nejsou výdaje na podporu. Měl by být administrativně transparentní a jednoduchý. Jelikož výrobce není považován za podnikatele, odpadá fakturování a nejrůznější poplatky související s podnikatelskou činností. Distribuční společnosti mají možnost získávat zdarma energii především v době, kdy je elektřina nejdražší. Naopak v noci, kdy majitelé svou FV elektrárnu využívat nemohou, budou odebírat elektřinu ze sítě, přičemž v té době je nejlevnější. Problém by mohl nastat tehdy, pokud by ceny FV modulů klesly pod hranici ceny za normální elektřinu. V tom případě by mohl narůst rozvoj malých FV elektráren za účelem vyrobit si co nejvíce elektřiny doma. V ten moment by distribuční společnosti přišli o značné zisky, a to by mohlo částečně nastartovat zdražování elektřiny. Aby tento systém bylo možné prosadit v ČR, muselo by dojít ke změnám a úpravám některých zákonů. Předlohou pro nás mohou být státy EU, kde tento systém je již zaveden. Bylo by však potřeba stanovit strop pro jak velké výroby by byl určen, a stanovit řádně podmínky pro zájemce. [21] [102]

5 Závěr

Cílem první části práce bylo zevrubné shrnutí veškerých náležitostí týkající se fotovoltaiky v České republice. Jsou zde stručně nastíněny základní principy fotovoltaického jevu, a dále jsou zde stručně popsány základní součásti fotovoltaického systému. V dalším bodě této části práce se zaměřuje na ekonomické a legislativní rámce nasazení FV elektrárny a jsou zde nastíněny aspekty ovlivňující ekonomickou stránku projektu. V práci je obsažen výtažek nejdůležitějších legislativních zákonů, norem a předpisů týkající se podnikání s elektřinou z obnovitelných zdrojů energie. Jsou zde shrnuty nejnovější změny a ustanovení zákonů týkajících se podnikání s obnovitelnými zdroji. Také je zde zmíněn problém budoucí recyklace FV panelů, a jaká by byla procentuální výnosnost jejich jednotlivých složek.

Cílem druhé části této práce bylo zaměření na stárnutí polovodičových vrstev fotovoltaických panelů a panelů jako celku. Bylo zjištěno, že stárnutí polovodičové vrstvy vzhledem k její pomalé degradaci není stěžejní problém při stárnutí FV panelů. Větší vliv na degradaci má spíše samotné zpracování a zalisování panelů do ochranných vrstev. Tyto vrstvy, při špatném zpracování pod vlivem nepříznivých podmínek, mohou při nekvalitním provedení přestat plnit svou ochranou funkci, a umožní vniknutí například vzdušné vlhkosti do nitra FV panelu. Zde se poté tvoří koroze na přívodních vodičích a sběrných kontaktech, což zhoršuje vlastnosti panelu. Dále mohou nastat různé změny zbarvení, které brání dokonalému prostupu světla k FV článku.

Cílem poslední části bylo analyzovat konkrétní vybranou fotovoltaickou elektrárnu a zhodnotit její provoz. Je zde podrobný popis celého systému s legislativními postupy při samotném zakládání. Dále je zde hodnocena finanční a nákladová analýza provozu. Jsou zde počítány hotovostní toky daného systému a jeho výnosnost.

Celosvětově úspěšně pokračuje rozvoj fotovoltaiky a to odvětví jako takového. Nástup sice není již tak razantní jako v letech minulých, avšak fotovoltaika v řadě zemí vstupuje již do systému grid parity, kdy se cena vyrobené elektřiny vyrovnává ceně z klasických zdrojů a začíná být výhodná i bez dotační podpory.

Dosavadní výkupní tarify by mohly být postupně nahrazovány tzv. systémem net-metering. Net-metering je systém umožňující zaznamenávat tok elektřiny mezi provozovatelem a distributorem. Toto řešení by podpořilo rozvoj malých elektráren a finančně by nezatížilo stát ani koncové odběratele. Je však určeno spíše pro menší elektrárny. Princip spočívá v tom, že např. domácnost s malou FV elektrárnou na střeše domu zaplatí za odebranou elektřinu z rozvodné sítě částku sníženou o hodnotu, kterou dodají do sítě. Za navíc vyrobenou elektřinu nedostávají nic. Rozvoj bude cílen spíše k přehodnocení vnímání fotovoltaiky jako na možný zdroj úspor oproti nynějšímu pohledu investice za účelem výtěžku.

Použitá literatura

- [1] PATEL, Mukund R. *Wind and solar power systems: design, analysis, and operation*. 2nd ed. Boca Raton, FL: Taylor, c2006, 448 p. ISBN 08-493-1570-0.
- [2] HENZE, Andreas a Werner HILLEBRAND. *Elektrický proud ze slunce: fotovoltaika v praxi: technika, přehled trhu, návody ke stavbě*. 1. české vyd. Překlad Václav Losík. Ostrava: HEL, 2000, 136 s. ISBN 80-861-6712-7.
- [3] LIBRA, Martin; POULEK, Vladislav. *Fotovoltaika : Teorie i praxe využití solární energie*. Praha: ILSA, 2009. 160 s. ISBN 978-80-904311-0-2.
- [4] MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika, elektřina ze slunce: fotovoltaika v praxi: technika, přehled trhu, návody ke stavbě*. 1. vyd. Překlad Václav Losík. Brno: ERA, 2007, vii, 81 s. ISBN 978-80-7366-100-7.
- [5] HASELHUHN, Ralf, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. 1. české vyd. Překlad Václav Losík. Ostrava: HEL, 2011, 176 s. ISBN 978-80-86167-33-6.
- [6] MÁČE, Miroslav, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Finanční analýza investičních projektů: praktické příklady a použití*. 1. vyd. Překlad Václav Losík. Praha: Grada, 2006, 77 s. ISBN 80-247-1557-0.
- [7] BERANOVSKÝ, Jiří, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Alternativní energie pro váš dům: praktické příklady a použití*. 1. vyd. Překlad Václav Losík. Brno: ERA, 2003, 125 s. ISBN 80-865-1759-4.
- [8] BERANOVSKÝ, Jiří, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Obnovitelné zdroje energie: praktické příklady a použití*. 2. upr. a dopl. vyd. Překlad Václav Losík. Praha: FCC Public, 2001, 208 s. ISBN 80-901-9858-9.
- [9] KARAMANOLIS, Stratis, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Sluneční energie. Východisko z ekologicko-energetické krize: praktické příklady a použití*. 2. upr. a dopl. vyd. Překlad Václav Losík. Praha: Sdružení MAC, 1996, 238 s. ISBN 80-860-1502-5.
- [10] BROŽ, Karel a Bořivoj ŠOUREK. *Alternativní zdroje energie*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, 213 s. ISBN 80-010-2802-X.
- [11] *Změna systému výplaty podpory obnovitelných zdrojů. Změna systému výplaty podpory obnovitelných zdrojů* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/9299-zmena-systemu-vyplaty-podpory-obnovitelnych-zdroju-od-1-ledna-2013>
- [12] ŠIKOLA, Luděk. *Novinky v právní úpravě bioenergetiky BIOMASA A ENERGETIKA 2012, 27. 11. 2012. Novinky v právní úpravě bioenergetiky BIOMASA A ENERGETIKA 2012, 27. 11. 2012* [online]. 2012 [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://czbiom.cz/konf/files/Lud%C4%9Bk-%C5%A0ikola-AK-%C5%A0ikola.pdf>
- [13] ERÚ zveřejnil ceny pro rok 2013. *ERÚ zveřejnil ceny pro rok 2013* [online]. 2012 [cit.

- 2013-03-06]. Dostupné z: <http://www.joyce-energie.cz/fotovoltaika/eru-zverejnil-ceny-pro-rok-2013.html>
- [14] Fotovoltaika v blízké budoucnosti - konec dotací a "grid parity". MURTINGER, Karel. *Fotovoltaika v blízké budoucnosti - konec dotací a "grid parity"* [online]. 03. 01. 2013. 2013 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika/fotovoltaika-v-blizke-budoucnosti-konec-dotaci-a-grid-parity.aspx>
- [15] ING. BECHNÍK, PH.D., Bronislav. Chystá se nové zdanění fotovoltaiky: Kuba chystá kvůli dalšímu zdanění fotovoltaiky prověrku projektů. *Chystá se nové zdanění fotovoltaiky* [online]. 13. 12. 2012. 2012 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/9387-chysta-se-nove-zdaneni-fotovoltaiky>
- [16] ING. BECHNÍK, PH.D., Bronislav, Pavel MGR. DOUCHA a Petr JUDR. FLÁŠAR. Legislativa k recyklaci fotovoltaických panelů: Srovnání evropské směrnice a českého zákona. *Legislativa k recyklaci fotovoltaických panelů* [online]. 20. 8. 2012. 2012 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/8945-legislativa-k-recyklaci-fotovoltaickych-panelu>
- [17] Zpětný odběr a recyklace modulů na konci jejich životnosti. *Zpětný odběr a recyklace modulů na konci jejich životnosti* [online]. 2011 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: http://www.conergy.cz/PortalData/1/Resources/master/pdf/LF_PV_CYCLE_CZ.pdf
- [18] Ústavní soud rozhodl - zdanění fotovoltaiky platí. ING. KOPAČKOVÁ, PH.D., Dagmar. *Ústavní soud rozhodl - zdanění fotovoltaiky platí* [online]. 16. 5. 2012. 2012 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/8601-ustavni-soud-rozhodl-zdaneni-fotovoltaiky-plati>
- [19] MGR. ZILVAR, Jiří. Zajímavosti z konference Solární energie v ČR 2012. *Zajímavosti z konference Solární energie v ČR 2012* [online]. 1. 12. 2012. 2012 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/9341-zajimavosti-z-konference-solarni-energie-v-cr-2012>
- [20] Smart Grids. *Smart Grids* [online]. 2012 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://www.futuremotion.cz/smartgrids/cs/index.html>
- [21] MURTINGER, Karel. Net-metering: Najdeme recept na krizi fotovoltaiky u Slováků?. *Net-metering: Najdeme recept na krizi fotovoltaiky u Slováků?* [online]. 10. 09. 2012. 2012 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika/net-metering-najdeme-recept-na-krizi-fotovoltaiky-u-slovaku.aspx>
- [22] Fotovoltaický jev. *Fotovoltický jev* [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/f8.htm>

- [23] Podmínky pro výstavbu a provoz FV elektráren v České republice. *Podmínky pro výstavbu a provoz FV elektráren v České republice* [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: http://www.sunnytech.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=5
- [24] ING. KUTAL, Květoslav a Radek ING. ŠENKAPOUL. Stav FVE v České republice. *Stav FVE v České republice* [online]. 2011 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/42564.pdf>
- [25] ING. NOVÁK, PH.D, Tomáš, Jaroslav ING. ŠNOBL a Karel PROF. ING. SOKANSKÝ, CSC. FVE z pohledu investičních nákladů a návratnosti. *FVE z pohledu investičních nákladů a návratnosti* [online]. 2011 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/42562.pdf>
- [26] Pojištěním FVE. *Pojištěním FVE* [online]. 08. 11. 2009. 2009 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://allianzpojistise.webnode.cz/news/fotovoltaicke-elektrarny/>
- [27] Fotovoltaika - obecně i konkrétně. *Fotovoltaika - obecně i konkrétně* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://www.nemakej.cz/fotovoltaicky-jev-a-idealni-podminky-pro-solarni-elektrarny.php>
- [28] Fotovoltaika v České republice. *Fotovoltaika v České republice* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://www.energotherm.cz/uvod-do-fotovoltaiky/fotovoltaika-v-r>
- [29] Legislativa. *Legislativa* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://www.ztcenergy.com/cinnost/obnovitelne-zdroje/solarni-energie/legislativa/>
- [30] Obnovitelné zdroje energie, kombinovaná výroba elektřiny a tepla a druhotné zdroje. *Obnovitelné zdroje energie, kombinovaná výroba elektřiny a tepla a druhotné zdroje* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=1077
- [31] Fotovoltaika v roce 2012. Jaká bude výše dotací?. *Fotovoltaika v roce 2012. Jaká bude výše dotací?* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://www.fotovoltaika-panely.com/fotovoltaika-2012/>
- [32] ING. BECHNÍK, PH.D., Bronislav. Změna systému výplaty podpory obnovitelných zdrojů od 1. ledna 2013. [online]. Mgr. Pavel Doucha. [cit. 2012-30-11]. DOI: UA-18652116-35. Dostupné z: <http://www.ztcenergy.com/2012/11/22/zmena-systemu-vyplaty-podpory-obnovitelnych-zdroju-od-1-ledna-2013/>
- [33] SPÁČIL, Aleš. Zájem lidí o malé domácí elektrárny zmrazil přístup úředníků. *Zájem lidí o malé domácí elektrárny zmrazil přístup úředníků* [online]. 24. 9. 2012, s. 2 [cit. 2012-8-12]. Dostupné z: http://czepho.kurzor.net/attachments/article/18/TZ_administrativni_bariery.pdf
- [34] Zákon č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. *Zákon č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-165-2012-sb-o-podporovanych-zdrojich-energie-a-o-zmene->

nekterých-zakonu

- [35] Novinky a změny pro rok 2013. *Novinky a změny pro rok 2013* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://www.sbirka.cz/POSL4TYD/NOVE/12-346.htm>
- [36] Důležité upozornění pro výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů. *Důležité upozornění pro výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů* [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://www.ote-cr.cz/poze/informace>
- [37] NOVOTNÝ, Petr. FOTOVOLTAIKA. [online]. 2010 [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: http://kke.zcu.cz/_files/projekty/enazp/VY_02_04_P2.pdf
- [38] HALLER, Andreas, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Handbook of photovoltaic science and engineering: využití při obnově budov*. 1. vyd. Překlad Václav Losík. Chichester, England: Wiley, 2003, xxvii, 1138 s. ISBN 04-714-9196-9.
- [39] ING. BĚLÍK, PH. D., Milan. ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI. *Přednášky z předmětu SOES: Solární elektroenergetické systémy*. 2013.
- [40] CZECH RE AGENCY. Fotovoltaický střídač: Účinnost není vše, důležitější je množství dodané energie. [online]. [cit. 2013-03-6]. ISSN UA-2266570-1. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/fv-stridac>
- [41] MAZZULLO, Giacomo. Testing, characterization and evaluation of PV inverters. KOSEK, Jiří. TDK-LAMBDA. [online]. 2011, 6/27/2011 [cit. 2013-03-6]. Dostupné z: <http://www.powersystemsdesign.com/solar-harvest?a=1&c=1408>
- [42] ING. KLIMEK, Petr a Bronislav ING. BECHNÍK PH.D. [Http://oze.tzb-info.cz/](http://oze.tzb-info.cz/). ŽIŽKA, Pavel. *Střídač pro fotovoltaickou elektrárnu. Jakou technologii zvolíte?* [online]. 2013, 11. 2. 2013 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/9555-stridac-pro-fotovoltaickou-elektrarnu-jakou-technologie-zvolite>
- [43] Fotovoltaický střídač - účinnost není vše Důležitější je maximální výnos energie. CZECH RE AGENCY, o.p.s. <Http://oze.tzb-info.cz/> [online]. 2009, 20.4.2009 [cit. 2013-03-6]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/5571-fotovoltaicky-stridac-ucinnost-neni-vse>
- [44] Vliv sklonu a orientace FV modulů. <Http://www.zdroje-energie.cz/> [online]. 2013 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.zdroje-energie.cz/index.php?Title=Vliv%20sklonu%20a%20orientace%20FV%20modul%C5%AF&>
- [45] ING. BUFKA, Aleš a Daniel ING. ROSECKÝ. Obnovitelné zdroje energie v roce 2011 – 3. část. MAREK, Vlastimil. [online]. 1. vyd. Praha: Dharma Gaia, 1999, 21. 1. 2013 [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/9504-obnovitelne-zdroje-energie-v-roce-2011-3-cast>
- [46] Výroba. <Http://www.ceps.cz/> [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.ceps.cz/CZE/Data/Vsechna-data/Stranky/Vyroba.aspx>

- [47] HANÁK, Marek. Kritické momenty územního plánování. *Http://pravniradce.ihned.cz/* [online]. Brno, 2010, 24. 8. 2010 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://pravniradce.ihned.cz/c1-45855530-kriticke-momenty-uzemniho-planovani>
- [48] VOCÁSKOVÁ, Lucie. METODICKÁ SDĚLENÍ MMR: FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA. [online]. [cit. 2013-03-10]. ISSN METODICKÁ SDĚLENÍ MMR. Dostupné z: <http://www.mmr.cz/getmedia/e7cdd64d-8223-4bcd-9004-9251aae9d4ce/fotovoltaika.pdf>
- [49] Teorie fotovoltaiky. *HTTP://WWW.ISOFENERGY.CZ/*. *Http://www.isofenenergy.cz/* [online]. [cit. 2013-03-6]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaika.aspx>
- [50] Photovoltaics: Grid Competitive in Five Years. *HTTP://WWW.SOLARPLAZA.COM/*. *Http://www.solarplaza.com/* [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.solarplaza.com/pressrelease/photovoltaics-grid-competitive-in-five-years>
- [51] Czech Republic. Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů). In: č. 66/2005. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-180-2005-sb>
- [52] Czech Republic. ZÁKON č. 458/2000 Sb.: o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon). In: ZÁKON č. 458/2000 Sb. Dostupné z: http://www.eis.cz/dokumenty/120_5_0_12006-11-30_15-11-59.htm
- [53] Czech Republic. 180/2005 Sb: o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů). In: 180/2005 Sb. 2005. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/legislativa/legislativa_CR/Zakony/180_2005_prosinec_2010.pdf
- [54] Czech Republic. Energetický regulační Věštník: ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. In: JIHLAVA, 2012, roč. 12, 10/2012. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/ERV/ERV10_2012.pdf.
- [55] Czech Republic. VYHLÁŠKA 426/2005 SB. O PODROBNOSTECH UDĚLOVÁNÍ LICENCÍ PRO PODNIKÁNÍ V ENERGETICKÝCH ODVĚTVÍCH. In: 426/2005 SB. 2008. Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz/cz/legislativa/zakony-a-vyhlasiky/vyhlasika-426-2005>
- [56] Czech Republic. SBÍRKA PŘEDPISŮ ČESKÉ REPUBLIKY. In: 363/2007 Sb. 2007, 112/2007 Sb. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/licence/info_pro_zadatele/363_2007_Sb.htm
- [57] Czech Republic. Vyhláška. In: č. 475/2005 Sb. 2007. Dostupné z:

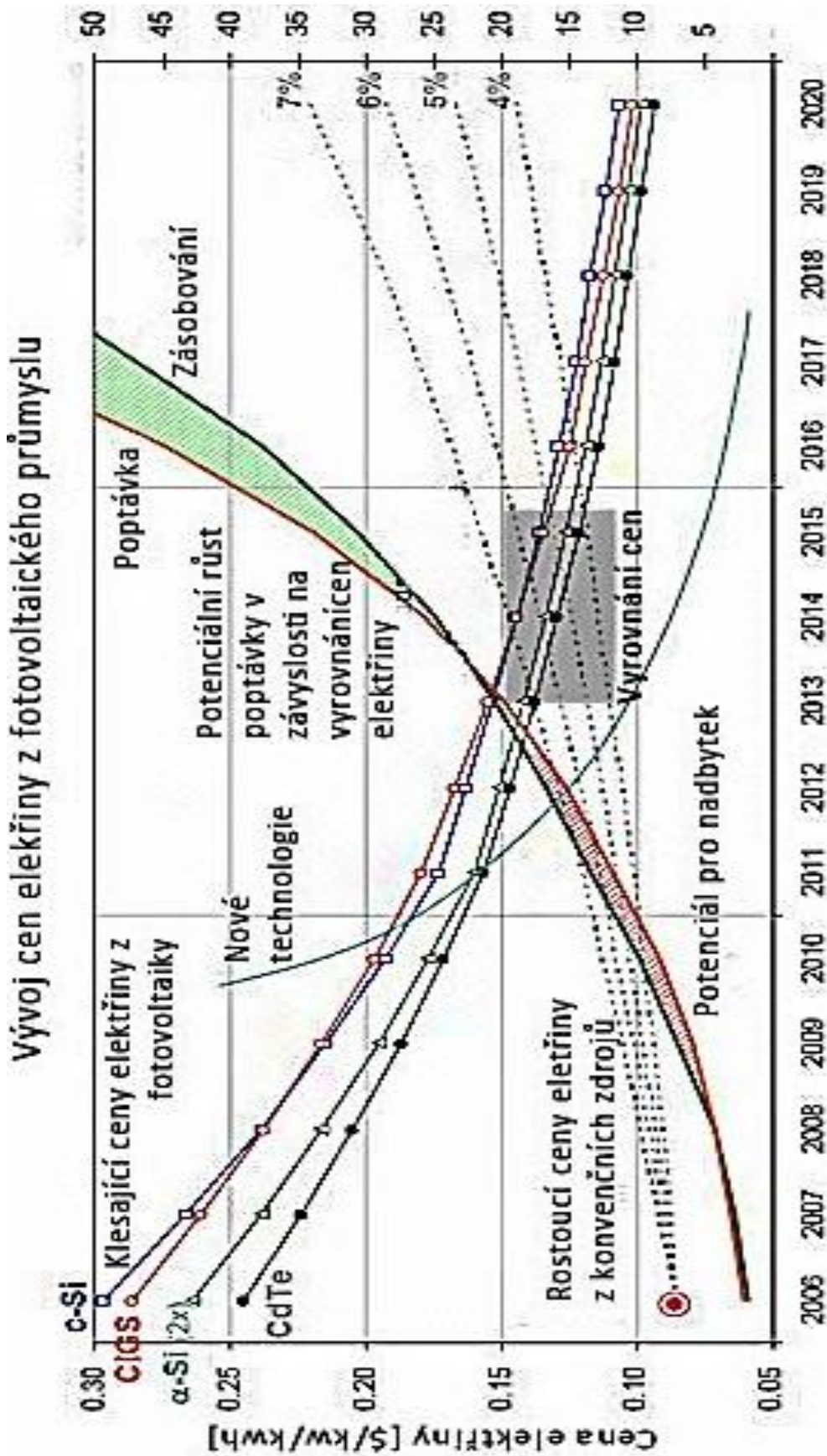
- http://www.czrea.org/files/pdf/zakony/364_2007_Sb.pdf
- [58] Czech Republic. Vyhláška č. 51/2006 Sb., stanovující podmínky pro připojení zařízení k elektrizační soustavě. In: č. 51/2006 Sb. 2007. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3861-vyhlasaka-c-51-2006-sb-stanovujici-podminky-pro-pripojeni-zarizeni-k-elektrizacni-soustave>
- [59] Czech Republic. VYHLÁŠKA: kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. In: 475/2005 Sb. 2005. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/legislativa/legislativa_CR/Vyhlasaka/475/475_2005_3_11_2010.pdf
- [60] Czech Republic. VYHLÁŠKA: o Pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona. In: 2005. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/legislativa/legislativa_CR/Vyhlasaka/541/541_2005.pdf
- [61] Czech Republic. VYHLÁŠKA č. 140/2009 Sb.: o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen. In: č. 140/2009 Sb. roč. 2009. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/legislativa/legislativa_CR/Vyhlasaka/140_2009/Vyhla_20140_09.pdf
- [63] DOPORUČENÍ OHLEDNĚ RECYKLACE A POPLATKŮ: Recyklace – Fakta. <Http://www.czepho.cz/> [online]. 2012 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.czepho.cz/recyklace>
- [64] BECHNÍK, Bronislav. Náklady na recyklaci fotovoltaických panelů. [online]. 2012 [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://czepho.kurzor.net/attachments/article/8/RecyklaceFVpanelu20120808a.pdf>
- [65] HAEBERLIN a J. KAESER. Result of Recent Performance and Reliability Test of the Most Popular Inverters for Grid Connected PV Systems in Switzerland. [online]. 1995, roč. 13, s. 6 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://www.pvtest.ch/fileadmin/user_upload/lab1/pv/Inverter_Tests_Nice_95-A4.pdf
- [66] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚŘAD. Český Hydrometeorologický úřad [online]. [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz>
- [67] Zfackovaná fotovoltaika na střechách znovu ožívá. <Http://www.ceskapozice.cz/> [online]. 2012 [cit. 2013-03-6]. Dostupné z: <http://www.ceskapozice.cz/byznys/energetika/zfackovana-fotovoltaika-na-strechach-znovu-oziva>
- [68] ING. VYCHOPEŇ, Jiří. Účetní a daňová stránka provozování fotovoltaické elektrárny. <Http://www.danarionline.cz/> [online]. 2011 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://www.danarionline.cz/archiv/dokument/doc-d32827v41983-ucetni-a-danova-stranka-provozovani-fotovoltaicke-elektrarny/>

- [69] Legislativa FVE - daňové osvobození a odpisování. *Http://www.isolar.cz/* [online]. 2012 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.isolar.cz/aktuality---detail/items/legislativa-fve-danove-osvobozeni-a-odpisovani.html>
- [70] Financování: Možnosti financování. *Http://www.solgen.cz/* [online]. 2012 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.solgen.cz/financovani.aspx>
- [71] BECHNÍK, Bronislav. Fotovoltaika: recyklace panelů II – recyklované materiály. *Http://www.czrea.org/* [online]. 2011 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/fotovoltaika-recyklace-materialy-II>
- [72] WEADOCK, Nick. Recycling Methods for Used Photovoltaic Panels. *Http://2011.solarteam.org/* [online]. 2011 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://2011.solarteam.org/news/recycling-methods-for-used-photovoltaic-panels>.
- [73] BECHNÍK, Bronislav. Historie a perspektivy OZE - fotovoltaika, technologie krystalického křemíku. *Http://oze.tzb-info.cz/* [online]. 2009 [cit 2013-03-30]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/5470-historie-a-perspektivy-oze-fotovoltaika-technologie-krystalickeho-kremiku>
- [74] SOUHRN INFORMACÍ O PRODUKTU Č. 16: Životnost polyuretanových izolačních produktů. [online]. s. 4 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.nadkrokevne.cz/upload/1220/166/pu-test.pdf>
- [75] Jaká je životnost fotovoltaických panelů ?. *Http://www.solar-liglass.cz/* [online]. 2012 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.solar-liglass.cz/fotovoltaicke-dotazy-a-odpovedi/47-jaka-je-zivotnost-fotovoltaickych-panelu.html>
- [76] Loni bylo instalováno 107 MW. Proč bude solární boom pokračovat v roce 2013?. *Http://www.solarninovinky.cz/* [online]. 2013 [cit. . 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.solarninovinky.cz/2010/index.php?rs=4&rl=2013011908&rm=15>
- [77] BECHNÍK, Bronislav. Historie a perspektivy OZE - fotovoltaika, méně rozšířené technologie. *Http://oze.tzb-info.cz/* [online]. 2009 [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/5517-historie-a-perspektivy-oze-fotovoltaika-mene-rozsirene-technologie>
- [78] WILEY & SONS, John. Progress in Photovoltaics: Research and Applications. *Http://onlinelibrary.wiley.com/* [online]. 2011 [cit2013-04-08]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pip.v19.5/issuetoc>
- [79] Technology Roadmap: Solar photovoltaic energy. In: [online]. International Energy Agency, 2013 [cit. . 2013-04-02]. Dostupné z: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/pv_roadmap.pdf
- [80] KYOCERA Solar Modules Tested to Show Only Minimal Power Output Degradation After 20 Years in the Field: France's first grid-tied solar power installation recently lab tested, demonstrating reliable long-term performance. [online]. 2012 [cit2013-04-08]. Dostupné z: <http://www.kyocerasolar.com/about-kyocera/kyocera-solar/news/?id=147>

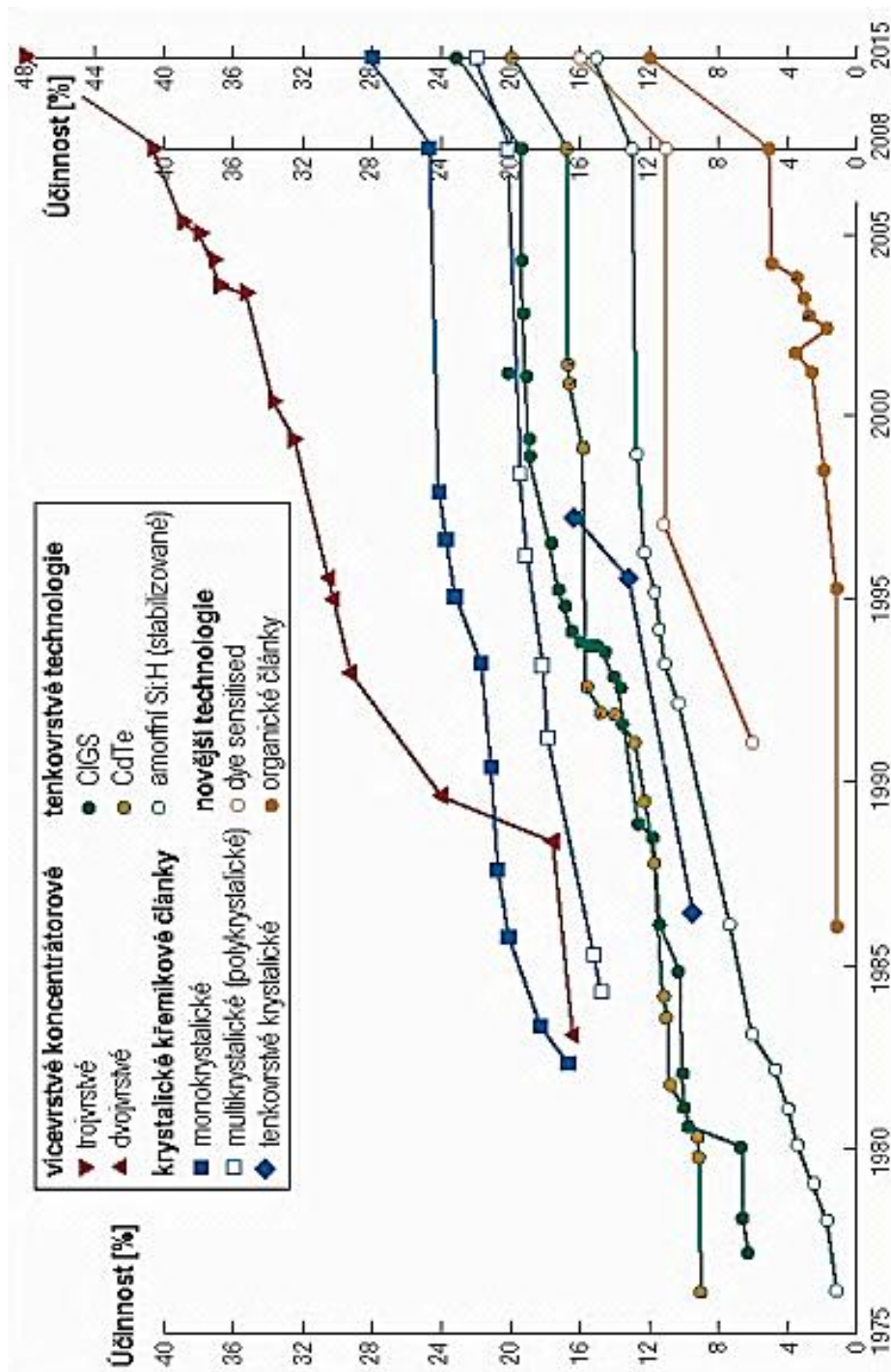
- [81] Solar Technology of superior quality. [online]. 2013, s. 23 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: http://www.kyocerasolar.eu/index/products/download/English.-cps-8033-files-49857-File.cpsdownload.tmp/Kyocera%20Quality%20Brochure_May%202012_EN.pdf
- [82] How long do solar electric PV panels last?. [Http://info.cat.org.uk/](http://info.cat.org.uk/) [online]. 2012 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://info.cat.org.uk/questions/pv/life-expectancy-solar-PV-panels>
- [83] VASIÜ, A., B. LONPAR, M. VUJISIÜ, K. STANKOVIÜ a P. OSMOKROVIÜ. Aging of the Photovoltaic Solar Cells. [online]. 2010, s. 490 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5490438&tag=1>
- [84] KAJARI-SCHRÖDER, S., I. KUNZE a M. KÖNTGES. Criticality of cracks in PV modules. [online]. 2012, s. 663 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: http://isfh.de/institut_solarforschung/files/kajari_schroeder_siliconpv_2012.pdf
- [85] Fotovoltaické solární panely CSUN CEEG SST 240-260W MONO: Fotovoltaické solární panely CSUN CEEG SST 240 - 260 / 60M. [Http://www.solar-liglass.cz/](http://www.solar-liglass.cz/) [online]. 2009 [cit.2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.solar-liglass.cz/solarni-panely/19-fotovoltaicke-solarni-panely-ceeg-sst-155-190w-mono.html>
- [86] Střídače (inventory). [Http://www.petraenergy.cz/](http://www.petraenergy.cz/) [online]. 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.petraenergy.cz/stridace.html>
- [87] Fotovoltaické panely polykrystal 240 Wp a 235 Wp skladem v Praze. [Http://www.sunwave.cz](http://www.sunwave.cz) [online]. 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: http://www.sunwave.cz/ceny_fotovoltaika00000
- [88] Měnič/Invertor PVI-10,5-OUTD-FS, Power One. [Http://www.fvsolarnipanely.cz](http://www.fvsolarnipanely.cz) [online]. 2013 [cit. 2013-2013-04-25]. Dostupné z: http://www.fvsolarnipanely.cz/POWER_ONE_AURORA_PVI-10,5-OUTD-FS.php
- [89] Czech Republic. Vyhláška č. 79/2010 Sb. o dispečerském řízení elektrizační soustavy a o předávání údajů pro dispečerské řízení: se změnami:388/2012 Sb. In: č. 79/2010 Sb. 2010. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-79-2010-sb-o-dispecerskem-rizeni-elektrizacni-soustavy-a-o-predavani-udaju-pro-dispecerske-rizeni>
- [90] Požadavky na umístění, provedení a zapojení měřících souprav u malých výroben připojených k distribuční soustavě nízkého napětí s připojovaným výkonem do 250 kW. [Http://www.eon-distribuce.cz/](http://www.eon-distribuce.cz/) [online]. 2012 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: http://www.eon-distribuce.cz/file/cs/electricity/technical_information/EON-podklady-pro-pripojeni-zdroju-do-250kw.pdf?v=01
- [91] Czech Republic. ZÁKON: kterým se mění zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: *n č. 458/2000 Sb.* 2011. Dostupné z: http://www.bids.cz/files/20110908-1135-Novela%20Energetickeho%20zakona%20458_2000.pdf

- [92] [HTTP://RE.JRC.EC.EUROPA.EU/](http://re.jrc.ec.europa.eu/). *Performance of Grid-connected PV* [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>
- [93] KOPTA, D. *Finance podniku II*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2002. 54 s.
- [94] Zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů. Business.center.cz. [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW:
<<http://business.center.cz/business/pravo/zakony/dprij/cast3.aspx#par30b>>.
- [95] HRDÝ M., HOROVÁ M. *Finance podniku*. 1.vyd.Praha: Wolters Kluwer ČR, 2009, 180 s.
- [96] Cash flow. Business center. [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z WWW:
<<http://business.center.cz/business/pojmy/p573-cash-flow.aspx>>.
- [97] Zákon č. 586/1992 Sb. Ministerstvo financí ČR. [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z WWW:<http://cde.mfcr.cz/cps/rde/xchg/cde/xsl/legislativa_metodika_795.html/papp/cde_konzultant/http://cde.mfcr.cz:80/sys/cde/scripts/taxtest.php?init=n&url=586/1992%20Sb.%20PAR16*0&date=-2>.
- [98] Diskontní sazba. Business.center. [online]. [cit. 2013-04-30]. Dostupné z WWW:
<<http://business.center.cz/business/pojmy/p946-diskontni-sazba.aspx>>.
- [99] Integrace rizika do investičního rozhodování.Risk-Management.cz [online].[cit. 2013-04-30].Dostupné z:<<http://www.riskmanagement.cz/index.php?clanek=13&cat2=1&lang=>>.
- [100] Výběr dat. ČNB [online]. [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <http://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.VYSTUP?p_period=1&p_sort=2&p_des=50&p_sestuid=450&p_uka=6&p_strid=EBA&p_od=200001&p_do=201303&p_lang=CS&p_format=0&p_decsep=%2C>.
- [101] HRDÝ M., HOROVÁ M. *Finance podniku*. 1. vyd. Praha : Wolters Kluwer ČR, 2009, 180 s. ISBN: 978-80-7357-492-5.
- [102] MAREK, P., et al. *Studijní průvodce financemi podniku*. 2. vyd. Praha : Ekopress, 2009, 634 s. ISBN: 978-80-86929-49-1.
- [102] MGR. ZILVAR, Jiří a Jiří ING. BORKOVEC. *Jak funguje net metering*. ČESKÁ TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA SMART GRIDS. [Http://oze.tzb-info.cz/](http://oze.tzb-info.cz/) [online]. 2013 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/9862-jak-funguje-net-metering>

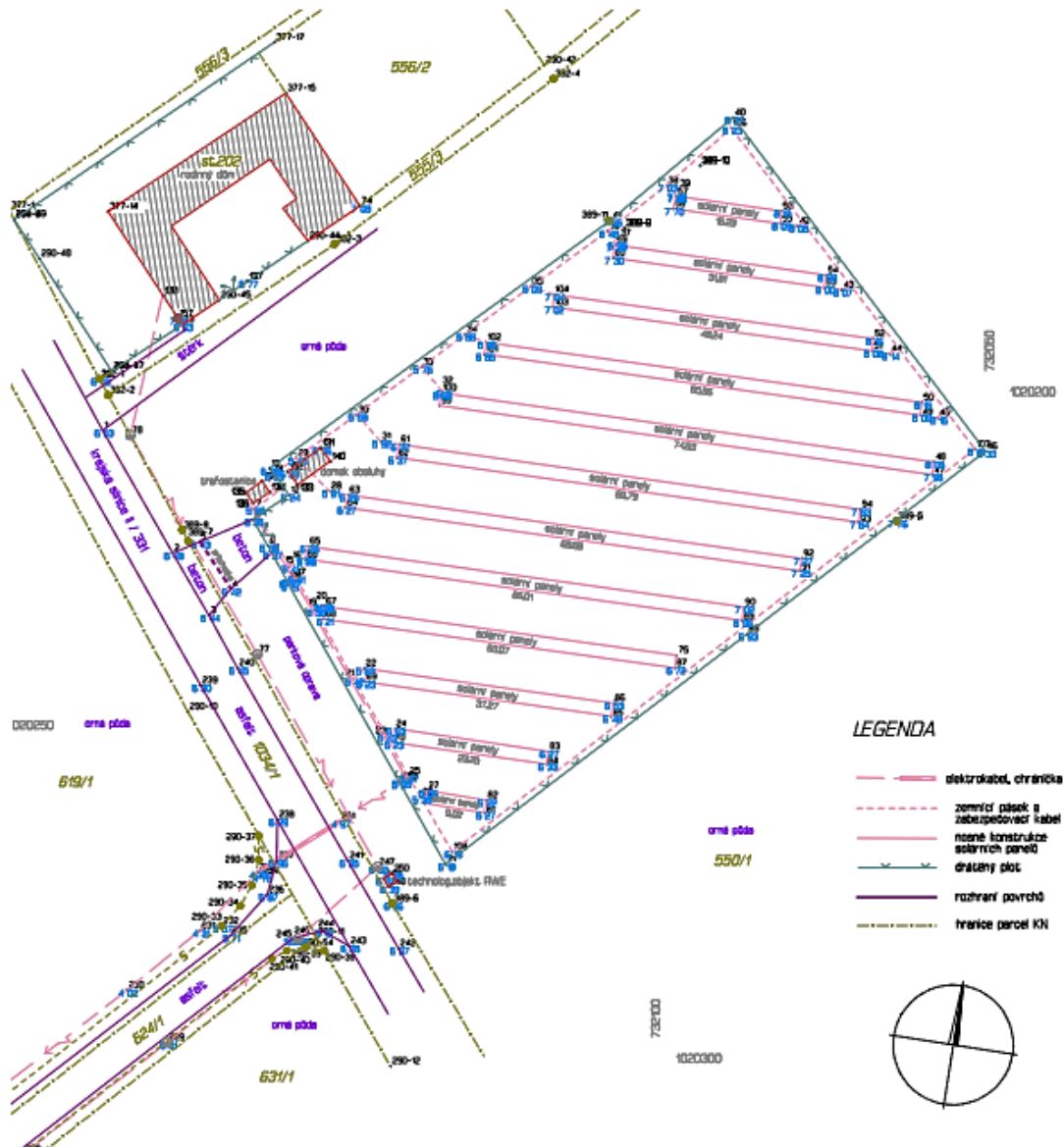
Přílohy:



Obr. p.1 Odhad vývoje cen elektřiny z FV elektráren v porovnání konvenčními zdroji. Převzato z: [50]

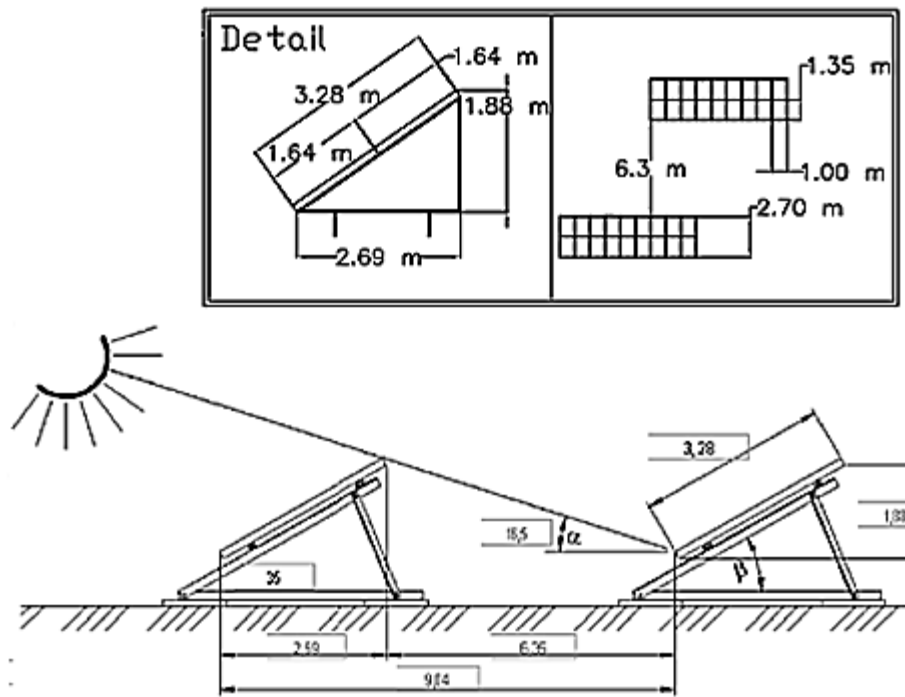


Obr. p.2 Účinnost špičkových experimentálních článků – historie a cíle výzkumu pro rok 2015. Převzato z [77]



	Objedvatel: 4T, a.s., Průmyslová 566/5, Praha 10B			
	Název akce: Fotovoltaická elektrárna Tuhaň	Č. zak: 1519/2010		
Pražská 385, Mělník IČO 274 01 341 tel: 315 627 056 mobil: 774 435 231 e-mail: info@tp-real.cz www.tp-real.cz	GEODETIKÉ ZAMĚŘENÍ SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ STAVBY fotovoltaické elektrárny v lokalitě Tuhaň - Červená Prska			
	Obec: Mělník	Syst. systém: S-JTSK	Vyrostevis: L. Schamberger	Lpřítz: 1
	Ka: Tuhaň	Vrstvový systém: Vrstvová redukce: Bpv 160.00 m	Dne: 1.12.2010	Měřítko: 1:800

Obr. p.3 Jednopolové schéma zapojení zařízení s vyznačením majetkových poměrů



Obr. p.4 Konstrukce stojanů a jejich rozestupy



Obr. p.5 Pohled na FV elektrárnu Tuhaň z příjezdové cesty



Obr. p.6 Řady FV panelů se střídači



Obr. p.7 Pohled na střídač a rozvodnou skříň



Obr. p.8 Pohled na objekt s rozvodnou skříní a kobku s transformátorem



Obr. p.9 Pohled na FV panely SST 240-60M

Tab. p.I Tabulka parametrů FV panelu SST-60M

Typ	SST 240-60M
Max. výkon (Pm)	240
Napětí naprázdno (Voc)	37
Zkratový proud (Isc)	8,62
Optimální provoz. nap. (Vmp)	29,8
Optimální provoz. proud (Imp)	8,06
Skutečná účinnost (%)	14,78
Max. izolace systému [V]	1.000
Teplotní závislost napětí	-0,307%/K
Teplotní závislost proudu	+0,039%/K
Teplotní závislost výkonu	-0,423%/K
Pojistka [A]	15
Články	6x10 ks monokrystalických solárních článků (156mm x 156mm)
Propojovací skříňka	Se 6 bypass diodami
Konektor	MC3, MC4
Kabel	1 x 4mm ² , délka 900 mm
Krycí sklo	Čiré, tvrzené bezpečnostní sklo síly 3,2 mm
Zapouzdření (utěsnění) článku	EVA (Etylen – Vinyl – Acetát)
Spodní strana	Kompozit
Rám, kostra	Profil z elektrolytického hliníku
Rozměr	1640mm x 990mm x 50mm (d x š x v)
Váha	19,8 Kg
Max. nosnost povrchu článku	Zkoušeno do 2400 Pa dle ČSN EN 61215, ed.2 Dodatečně zkoušeno do 5400 Pa dle ČSN EN 61215, ed.2
Odolnost povrchu proti nárazu	Dopad ledových krup o 25 mm rychlostí 23 m/s
Teplotní rozsah	- 40°C až + 85°C

Tab. p.II Tabulka hodnot pro výpočty

počet [-]	čas [roky]	výkupní cena [Kč]	výroba před tr. [kW]	výroba za tr. [kW]	výnosy nul. bod [Kč]	splátka úvěru FN1 [Kč]
1	2011	12,40	298 014,00	286 093,44	3 547 559	1 190 148
2	2012	12,65	398 093,00	382 169,28	4 834 441	1 190 148
3	2013	12,90	348 053,50	334 131,36	4 311 297	1 190 148
4	2014	13,23	344 572,97	330 790,05	4 374 889	1 190 148
5	2015	13,56	341 127,24	327 482,15	4 439 418	1 190 148
6	2016	13,90	337 715,96	324 207,32	4 504 900	1 190 148
7	2017	14,24	334 338,80	320 965,25	4 571 347	1 190 148
8	2018	14,60	330 995,42	317 755,60	4 638 774	1 190 148
9	2019	14,96	327 685,46	314 578,04	4 707 196	1 190 148
10	2020	15,34	324 408,61	311 432,26	4 776 627	1 190 148
11	2021	15,72	321 164,52	308 317,94	4 847 083	1 190 148
12	2022	16,11	317 952,88	305 234,76	4 918 577	1 190 148
13	2023	16,52	314 773,35	302 182,41	4 991 126	1 190 148
14	2024	16,93	311 625,61	299 160,59	5 064 745	1 190 148
15	2025	17,35	308 509,36	296 168,98	5 139 450	1 190 148
16	2026	17,79	305 424,26	293 207,29	5 215 257	1 190 148
17	2027	18,23	302 370,02	290 275,22	5 292 182	1 190 148
18	2028	18,69	299 346,32	287 372,47	5 370 242	1 190 148
19	2029	19,15	296 352,86	284 498,74	5 449 453	1 190 148
20	2030	19,63	293 389,33	281 653,76	5 529 832	1 190 148
21	2031	20,12	290 455,44	278 837,22	5 611 397	0
22	2032	20,63	287 550,88	276 048,85	5 694 165	0
23	2033	21,14	284 675,37	273 288,36	5 778 154	0
24	2034	21,67	281 828,62	270 555,47	5 863 382	0
25	2035	22,21	279 010,33	267 849,92	5 949 867	0

Tab. p.III Tabulka hodnot pro výpočty

provozní náklady [Kč]	dluh [Kč]	úrok FN3 [Kč]	odpisy FN4 [Kč]	daň VN [Kč]	celkové náklady CK [Kč]	cash flow CF [Kč]
210 240	22 612 803	77 360	567 659	193 697	2 239 103	2 811 083
210 240	21 422 655	77 360	1 483 352	263 961	3 225 060	4 027 440
210 240	20 232 508	77 360	1 483 352	235 397	3 196 496	3 603 693
210 240	19 042 360	77 360	1 483 352	238 869	3 199 968	3 655 202
210 240	17 852 213	77 360	1 483 352	242 392	3 203 492	3 707 471
210 240	16 662 065	77 360	1 483 352	245 968	3 207 067	3 760 511
210 240	15 471 918	77 360	1 483 352	249 596	3 210 695	3 814 333
210 240	14 281 770	77 360	1 483 352	253 277	3 214 376	3 868 950
210 240	13 091 623	77 360	1 483 352	257 013	3 218 112	3 924 371
210 240	11 901 475	77 360	1 483 352	260 804	3 221 903	3 980 611
210 240	10 711 328	77 360	1 483 352	264 651	3 225 750	4 037 679
210 240	9 521 180	77 360	1 483 352	268 554	3 229 654	4 095 590
210 240	8 331 033	77 360	1 483 352	272 515	3 233 615	4 154 355
210 240	7 140 885	77 360	1 483 352	276 535	3 237 635	4 213 986
210 240	5 950 738	77 360	1 483 352	280 614	3 241 713	4 274 497
210 240	4 760 590	77 360	1 483 352	284 753	3 245 852	4 335 901
210 240	3 570 443	77 360	1 483 352	288 953	3 250 053	4 398 210
210 240	2 380 295	77 360	1 483 352	293 215	3 254 315	4 461 438
210 240	1 190 148	77 360	1 483 352	297 540	3 258 640	4 525 599
210 240	0	0	1 483 352	301 929	3 185 668	4 590 707
210 240	0	0	51 605	306 382	568 227	4 384 742
210 240	0	0	0	310 901	521 141	4 441 980
210 240	0	0	0	315 487	525 727	4 510 011
210 240	0	0	0	320 141	530 381	4 579 045
210 240	0	0	0	324 863	535 103	4 649 098

Tab. p.IV Tabulka hodnot pro výpočty

suma CF [Kč]	inflace [%]	degradace FV [%]	úbytek za transformátorem [%]	diskontovaný CF [Kč]	suma CF diskontovaný [Kč]
-25 991					
867	1,025	0,99	0,96	2 663 272	-24 625 170
-21 964					
427	1,025	0,99	0,96	3 615 036	-19 715 300
-18 360					
734	1,025	0,99	0,96	3 064 595	-15 614 041
-14 705					
531	1,025	0,99	0,96	2 944 954	-11 848 074
-10 998					
060	1,025	0,99	0,96	2 830 001	-8 395 081
-7 237 549	1,025	0,99	0,96	2 719 553	-5 234 101
-3 423 216	1,025	0,99	0,96	2 613 431	-2 345 452
445 734	1,025	0,99	0,96	2 511 465	289 341
4 370 105	1,025	0,99	0,96	2 413 493	2 687 619
8 350 716	1,025	0,99	0,96	2 319 355	4 865 655
12 388 395	1,025	0,99	0,96	2 228 903	6 838 714
16 483 985	1,025	0,99	0,96	2 141 991	8 621 113
20 638 339	1,025	0,99	0,96	2 058 479	10 226 280
24 852 325	1,025	0,99	0,96	1 978 234	11 666 799
29 126 823	1,025	0,99	0,96	1 901 128	12 954 467
33 462 723	1,025	0,99	0,96	1 827 038	14 100 337
37 860 933	1,025	0,99	0,96	1 755 844	15 114 761
42 322 371	1,025	0,99	0,96	1 687 433	16 007 434
46 847 971	1,025	0,99	0,96	1 621 696	16 787 432
51 438 677	1,025	0,99	0,96	1 558 529	17 463 249
55 823 420	1,025	0,99	0,96	1 410 331	17 955 332
60 265 399	1,025	0,99	0,96	1 353 616	18 364 826
64 775 410	1,025	0,99	0,96	1 302 081	18 701 253
69 354 455	1,025	0,99	0,96	1 252 499	18 970 407
74 003 553	1,025	0,99	0,96	1 204 794	19 177 705

5.1 PŘEHLED ENERGETICKÉ TERMINOLOGIE

Decentrální výroba elektřiny

- je výroba elektřiny z výroben elektřiny připojených do jiné než přenosové soustavy

Distribuce elektřiny

- je doprava elektřiny distribuční soustavou

Distribuční soustava

- je vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 110 kV, s výjimkou vybraných vedení a zařízení 110 kV, která jsou součástí přenosové soustavy, a vedení a zařízení o napětí 0,4/0,23 kV, 3 kV, 6 kV, 10 kV, 22 kV nebo 35 kV sloužící k zajištění distribuce elektřiny na vymezeném území České republiky, včetně systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky; distribuční soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu

Dodavatel elektřiny

- je výrobce nebo obchodník s elektřinou, který na základě smlouvy dodává elektřinu dalším účastníkům trhu s elektřinou prostřednictvím elektrizační soustavy

Dodavatel poslední instance

- je obchodník s elektřinou vybraný Energetickým regulačním úřadem, který je povinen dodávat elektřinu oprávněným zákazníkům, kteří využili práva volby dodavatele, ale jejichž dodavatel elektřiny pozbude v průběhu výkonu licencované činnosti oprávnění nebo možnost uskutečňovat dodávku elektřiny. Dodavatel poslední instance je povinen dodávat elektřinu těmto oprávněným zákazníkům za ceny stanovené Energetickým regulačním úřadem nejdéle po dobu 3 měsíců ode dne, kdy tomuto dodavateli operátor trhu s elektřinou neumožní účast na jím organizovaných trzích s elektřinou.

Druhotný energetický zdroj

- je využitelný energetický zdroj, jehož energetický potenciál vzniká jako vedlejší produkt při přeměně a konečné spotřebě energie, při uvolňování z bituminózních hornin nebo při energetickém využívání nebo odstraňování odpadů a náhradních paliv vyrobených na bázi odpadů nebo při jiné hospodářské činnosti

Elektrická přípojka

- je zařízení, které začíná odbočením od spínacích prvků nebo přípojnic v elektrické stanici a mimo ní odbočením od vedení distribuční soustavy směrem k odběrateli, a je určeno k připojení odběrných elektrických zařízení

Elektrická stanice

- je soubor staveb a zařízení elektrizační soustavy, který umožňuje transformaci, kompenzaci, přeměnu nebo přenos a distribuci elektřiny

Elektrizační soustava ČR

- je vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektřiny, včetně elektrických přípojek a přímých vedení, systémy měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky

Kombinovaná výroba elektřiny a tepla

- je přeměna primární energie na energii elektrickou a užitečné teplo ve společném současně probíhajícím procesu v jednom výrobním zařízení

Konečný zákazník

- je fyzická či právnická osoba, která odebranou elektřinu pouze spotřebovává

Krátkodobé připojení

- je připojení prozatímního zařízení k distribuční soustavě v souladu s českou technickou normou na předem dohodnutou dobu

Lokální distribuční soustava (LDS)

- je distribuční soustava, která není přímo připojena k přenosové soustavě

Malý zákazník

- je konečný zákazník, který zaměstnává v pracovním poměru méně než 50 zaměstnanců, jehož čistý obrat za poslední účetní období nepřesahuje 250 mil. Kč a jehož odběrné místo je připojeno k síti nízkého napětí

Náklady spojené s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu

- jsou nezbytně nutné skutečně vynaložené oprávněné náklady související s pořízením, výstavbou nebo úpravami přenosové nebo distribuční soustavy, které byly vyvolány požadavkem žadatele v souvislosti s místem a způsobem připojení jeho zařízení. Pořízení, výstavba nebo úpravy přenosové nebo distribuční soustavy jsou zajišťovány v nezbytně nutném rozsahu odpovídajícím hodnotě příkonu nebo výkonu, požadovaného žadatelem, a místu a způsobu připojení jeho zařízení.

Neoprávněný odběr elektřiny

- je odběr elektřiny:
 - bez uzavřené smlouvy o dodávce elektřiny nebo v rozporu s uzavřenou smlouvou
 - při opakovaném nedodržení smluveného způsobu platby včetně záloh
 - při neplacení za uskutečněnou dodávku elektřiny
 - bez měřicího zařízení, pokud odběr bez měřicího zařízení nebyl smluvně sjednán
 - z té části zařízení, kterou prochází neměřená elektřina
 - měřený měřicím zařízením, které nezaznamenává odběr
 - měřený měřicím zařízením, které zaznamenává odběr nesprávně ke škodě dodavatele
 - měřený měřicím zařízením, na kterém bylo porušeno zajištění proti neoprávněné manipulaci

Při neoprávněném odběru je odběratel povinen uhradit skutečně vzniklou škodu. Nelze-li vzniklou škodu stanovit, je náhrada škody vypočtena způsobem stanoveným vyhláškou.

Nízké napětí – NN

- je elektrické napětí sítě mezi jednotlivými fázemi do 1 000 V včetně

Obchodník s elektřinou

- je fyzická či právnická osoba, která je držitelem licence na obchod s elektřinou a nakupuje elektřinu za účelem jejího prodeje

Odběratel elektřiny

- je fyzická či právnická osoba odebírající elektřinu
- Odběratel kategorie A

VELKOODBĚRATEL

- je odběratel elektřiny připojený z přenosové nebo distribuční sítě velmi vysokého napětí
- Odběratel kategorie B

VELKOODBĚRATEL

- je odběratel elektřiny připojený z distribuční sítě vysokého napětí
- Odběratel kategorie C

PODNIKATEL

- je odběratel elektřiny, který odebírá elektřinu z distribuční soustavy nízkého napětí a jeho odběr neslouží pro domácnost
- Odběratel kategorie D

DOMÁCNOST

- je konečný zákazník, který nenakupuje elektřinu pro jiné účely než pro svou vlastní spotřebu v domácnosti

Odběrné místo

- je odběrné elektrické zařízení jednoho odběratele, jehož odběr je měřen jedním měřicím zařízením

Oprávněný zákazník

- je fyzická či právnická osoba, která má právo volby dodavatele elektřiny. Od 1. 1. 2006 jsou to všichni odběratelé elektřiny v ČR
- Podíl žadatele o připojení na nákladech spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu se určuje podle způsobu připojení zařízení žadatele a v souladu s přílohou č. 6 vyhlášky 51/5005 Sb.
 - a) na úrovni přenosové nebo distribuční soustavy o napětové hladině zvláště vysokého napětí, velmi vysokého napětí a vysokého napětí v Kč/MW
 - b) na úrovni distribuční soustavy o napětové hladině nízkého napětí hodnotou v Kč za každý A rezervovaného příkonu.

Předávací místo

- je místo předání a převzetí elektřiny mezi dvěma účastníky trhu s elektřinou

Přenosová soustava

- je vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 400 kV, 220 kV a vybraných vedení a zařízení 110 kV sloužící pro zajištění přenosu elektřiny pro celé území České republiky a propojení s elektrizačními soustavami sousedních států. Přenosová soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu

Provozovatel distribuční soustavy

- je fyzická či právnická osoba, která je držitelem licence na distribuci elektřiny. Na tomto základě zajišťuje provozování distribuční soustavy (veškerá činnost provozovatele distribuční soustavy související se zabezpečením spolehlivé distribuce elektřiny)

Regionální distribuční soustava (RDS)

- je distribuční soustava přímo připojená k přenosové soustavě. Provozovateli RDS v ČR jsou ČEZ Distribuce, a.s., E.ON Distribuce, a.s., PREDistribuce, a.s.

Regulovaný přístup k síti

- je možnost použití přenosové soustavy nebo distribuční soustavy pro dopravu elektřiny na základě podmínek stanovených tímto zákonem a za regulované ceny stanovené Energetickým regulačním úřadem

Smlouva o distribuci elektřiny

- je smlouva, kde se zavazuje provozovatel distribuční soustavy dopravit pro výrobce, obchodníka s elektřinou nebo oprávněného zákazníka sjednané množství elektřiny a výrobce, obchodník s elektřinou nebo oprávněný zákazník se zavazuje zaplatit regulovanou cenu.

Smlouva o dodávce elektřiny

- je smlouva, kde se zavazuje dodavatel dodávat elektřinu vymezenou výkonem, množstvím a časovým průběhem jinému účastníkovi trhu s elektřinou a tento jiný účastník trhu s elektřinou se zavazuje zaplatit za ni dohodnutou cenu. Smlouva o dodávce elektřiny musí obsahovat dobu trvání smlouvy. Nedílnou součástí smlouvy o dodávce elektřiny domácnostem a malým zákazníkům jsou obchodní podmínky, které musí obsahovat podrobnosti k zahájení, průběhu a ukončení dodávky elektřiny, k měření spotřeby elektřiny, k vyúčtování a způsobu úhrady a postupu pro řešení sporů.

Smlouva o dodávce elektřiny dodavatelem poslední instance

- je smlouva, kdy jednou smluvní stranou je konečný zákazník, který u dodavatele poslední instance uplatnil právo na zajištění dodávky poslední instance, nebo kterému je dodavatel poslední instance povinen dodávat elektřinu po přechodnou dobu podle energetického zákona. Součástí předmětu smlouvy je přenesení odpovědnosti za odchylku na dodavatele poslední instance, a je-li tak dohodnuto, též zajištění přenosu, distribuce a systémových služeb.

Smlouva o dodávce elektřiny s převzetím závazku dodat elektřinu do elektrizační soustavy

- je smlouva, kdy smluvními stranami jsou na straně jedné výrobce nebo obchodník s elektřinou, který převzal závazek dodat elektřinu do elektrizační soustavy, a na straně druhé obchodník s elektřinou přebírající závazek dodat elektřinu do elektrizační soustavy

Smlouva o dodávce elektřiny s převzetím závazku odebrat elektřinu z elektrizační soustavy

- je smlouva, kdy smluvními stranami jsou na straně jedné konečný zákazník nebo obchodník s elektřinou, který převzal závazek odebrat elektřinu z elektrizační soustavy, nebo provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy pro krytí ztrát a vlastní spotřeby, a na straně druhé obchodník s elektřinou přebírající závazek odebrat elektřinu z elektrizační soustavy

Smlouva o připojení

- je smlouva, kde se zavazuje provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy připojit k přenosové nebo distribuční soustavě zařízení výrobce, provozovatele jiné distribuční soustavy nebo konečného zákazníka a umožnit jim dodávku elektřiny; výrobce, provozovatel jiné distribuční soustavy nebo konečný zákazník se zavazuje uhradit podíl na oprávněných nákladech na připojení. Smlouva musí obsahovat podmínky připojení zařízení, včetně výše rezervovaného příkonu, termín a místo připojení.

Smlouva o sdružených službách dodávky elektřiny

- je smlouva, kde se zavazuje výrobce nebo obchodník s elektřinou dodávat elektřinu a zajistit na vlastní jméno a na vlastní účet přenos elektřiny, distribuci elektřiny a systémové služby, a oprávněný zákazník se zavazuje zaplatit dohodnutou cenu.

Subjekt zúčtování odchylek

- je účastník trhu s elektřinou, pro kterého operátor trhu s elektřinou na základě smlouvy o zúčtování provádí vyhodnocení, zúčtování a vypořádání odchylek

Systémové služby

- jsou činnosti provozovatele přenosové soustavy a provozovatelů distribučních soustav pro zajištění spolehlivého provozu elektrizační soustavy České republiky s ohledem na provoz v rámci propojených elektrizačních soustav

Vymezené území

- je oblast, v níž má držitel licence na distribuci elektřiny povinnost připojit každého odběratele, který o to požádá a splňuje podmínky stanovené Energetickým zákonem

Výrobce elektřiny

- je fyzická či právnická osoba, která vyrábí elektřinu a je držitelem licence na výrobu elektřiny

Závazek dodat elektřinu do elektrizační soustavy

- je závazek dodavatele elektřiny dodat elektřinu do elektrizační soustavy z vlastní výroby elektřiny anebo smlouvou převzatý závazek na dodávku elektřiny do přenosové soustavy nebo distribučních soustav nebo závazek tuto elektřinu dovézt do elektrizační soustavy

Závazek odebrat elektřinu z elektrizační soustavy

- je závazek vlastního odběru elektřiny z elektrizační soustavy anebo smlouvou převzatý závazek na odběr elektřiny v odběrném zařízení konečného zákazníka nebo závazek tuto elektřinu vyvézt z elektrizační soustavy

Citováno z:

PŘEHLED ENERGETICKÉ TERMINOLOGIE: Termíny často používané v energetice a jejich význam. [Http://www.euroenergie.cz](http://www.euroenergie.cz) [online]. 2011 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.euroenergie.cz/cojeto.php>

