

**Univerzita Pardubice**

**Fakulta ekonomicko-správní**

**Bezpečnostní problémy spojené se solární energetikou**

**Lucie Jakubovičová**

**Bakalářská práce  
2013**

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2012/2013

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lucie Jakubovičová**  
Osobní číslo: **E10827**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Management ochrany podniku a společnosti**  
Název tématu: **Bezpečnostní problémy spojené se solární energetikou**  
Zadávací katedra: **Ústav regionálních a bezpečnostních věd**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Solární energetika se stala součástí života v regionu. S jejím provozováním vznikly nové problémy pro zajišťování bezpečnosti a pro řízení bezpečnosti. Cílem bakalářské práce je shrnout informace o solární energetice a navrhnout jejich možné důsledky pro přípravu HZS ČR při zásazích v prostorách solárních elektráren.

Studium literatury o solární energetice a možných bezpečnostních problémech.

Seznámení s vybranými provozovateli solárních elektráren.

Sběr informací o kritických místech solárních elektráren.

Seznámení se se současným stavem přípravy HZS ČR pro zásahy v prostorách solárních elektráren.

Souhrnné zpracování podkladů o možných bezpečnostních problémech při solární energetice a o připravenosti na jejich řešení.

Vytvoření podkladu pro vypracování metodiky společné činnosti IZS při zásahu v solárních elektrárnách.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **cca 30 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**LADENER, H. SPATE, F., Solární zařízení. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0362-9.**

**MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M., Fotovoltaika: elektrina ze slunce. 1. vyd. Brno: ERA, 2007. ISBN 978-80-7366-100-7.**


**QUASCHNING, V., Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3250-3.**

**WAISOVÁ, Š. a kolektiv, Evropská energetická bezpečnost. Plzeň:**

**Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. ISBN- 978-80-7380-148-9.**

**Časopis 112. Praha: MVGR HZS ČR, 2008-2012. ISSN 1213-7057.**


Vedoucí bakalářské práce:

  
**Ing. Ivana Mandysová, Ph.D.**

Ústav regionálních a bezpečnostních věd

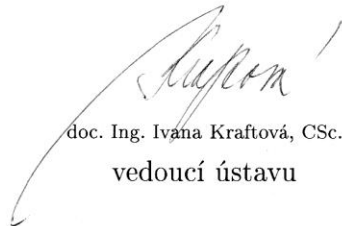
Datum zadání bakalářské práce: **30. září 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2013**

  
doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.

  
doc. Ing. Ivana Kraftová, CSc.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 3. října 2012

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 15. 8. 2013

Lucie Jakubovičová

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Tímto bych ráda poděkovala své vedoucí práce Ing. Ivaně Mandysové, Ph.D. za její odbornou pomoc, cenné rady a podnětné připomínky při tvorbě této práce. Také bych chtěla poděkovat doc. Ing. Radimu Roudnému, CSc. a Mgr. Štěpánovi Jakubovičovi, řediteli výroby a výstavby fotovoltaických elektráren společnosti Solartec, s.r.o., za ochotu a pomoc při odborných konzultacích a poskytnuté materiály potřebné ke zpracování bakalářské práce. V neposlední řadě chci poděkovat své rodině za podporu během studia.

## **ANOTACE**

*Bakalářská práce je zaměřena na bezpečnostní rizika související se solární energetikou. V první části jsou shrnuty poznatky o základních pojmech souvisejících s bezpečností a solární energetikou, obnovitelných zdrojích a energetické situaci jak ve světě, tak v České republice. Druhá část bakalářské práce se zabývá charakteristikou podmínek pro solární energetiku v České republice a konkrétních bezpečnostních problémů souvisejících s fotovoltaikou. Na základě analýzy je v závěru provedeno zhodnocení a návrhy opatření pro zlepšení současné situace.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*Bezpečnost, riziko, infrastruktura, obnovitelné zdroje energie, solární energetika, fotovoltaika, Hasičský záchranný sbor*

## **TITLE**

Safety problems associated with solar power engineering

## **ANNOTATION**

*This bachelor's thesis is focused on safety risks associated with solar power engineering. The knowledge of basic concepts associated with safety, solar power engineering, renewable sources of energy and global energy situation, so situation in the Czech Republic too, are summarized in the first part of this thesis. The second part is dealing with characteristic of conditions for solar power engineering in the Czech Republic and chosen safety problems associated with photovoltaics. The summary and improvement proposals are provided in the conclusion.*

## **KEYWORDS**

*Safety, risk, infrastructure, renewable sources of energy, solar power engineering, photovoltaics, Firefighters and Fire Departement*

# OBSAH

ÚVOD.....	10
<b>1 BEZPEČNOST.....</b>	<b>12</b>
1.1 MEZINÁRODNÍ BEZPEČNOST .....	13
1.2 NÁRODNÍ BEZPEČNOST .....	13
1.3 EKONOMICKÁ BEZPEČNOST .....	14
1.4 ENVIRONMENTÁLNÍ (EKOLOGICKÁ) BEZPEČNOST .....	14
1.5 ENERGETICKÁ BEZPEČNOST.....	14
1.5.1 Evropská energetická bezpečnost.....	15
1.6 HROZBA.....	16
1.7 RIZIKO .....	16
<b>2 INFRASTRUKTURA .....</b>	<b>18</b>
2.1 DEFINICE INFRASTRUKTURY .....	18
2.2 VEŘEJNÁ INFRASTRUKTURA .....	18
2.3 KRITICKÁ INFRASTRUKTURA .....	19
2.4 OBLASTI KRITICKÉ INFRASTRUKTURY .....	19
2.4.1 Energetika.....	20
<b>3 OBNOVITELNÉ A NEOBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE .....</b>	<b>22</b>
3.1 VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE .....	22
3.1.1 Fotovoltaika .....	23
3.1.2 Systémy „grid-on“ a „grid-off“.....	24
3.2 SVĚTOVÁ ENERGETICKÁ SITUACE – SOUČASNOST A BUDOUCNOST.....	25
3.3 ENERGETICKÁ SITUACE V ČR .....	27
<b>4 VYBRANÉ BEZPEČNOSTNÍ PROBLÉMY FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN .....</b>	<b>28</b>
4.1 PODMÍNKY PRO SOLÁRNÍ ELEKTRÁRNY V ČESKÉ REPUBLICE .....	28
4.1.1 Rozloha a podnebí ČR.....	28
4.1.2 Sluneční záření v ČR .....	28
4.2 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY V ČESKÉ REPUBLICE.....	30
4.3 RIZIKO ZTRÁTY ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY .....	33
4.4 EKONOMICKÉ RIZIKO.....	34
4.5 RIZIKO NEROVNOMĚRNÝCH DODÁVEK.....	35
4.6 RIZIKO LIKVIDACE FOTOVOLTAICKÉHO SYSTÉMU.....	36
4.7 RIZIKO MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ .....	37
4.7.1 Riziko úrazu elektrickým proudem .....	38
4.7.2 Riziko zřícení konstrukce při zásahu .....	38
4.7.3 Riziko pádu.....	39
4.7.4 Příčiny vzniku požáru .....	39
4.7.5 Současná situace z pohledu HZS.....	40
4.7.6 Návrhy pro zlepšení situace pro HZS při zásazích v prostorách solárních elektráren.....	41
4.8 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH RIZIK.....	43
4.8.1 Analýza rizika ztráty zemědělské půdy .....	43
4.8.2 Analýza ekonomického rizika.....	44
4.8.3 Analýza rizika nerovnoměrných dodávek .....	47
<b>5 HLAVNÍ POZNATKY A DOPORUČENÍ .....</b>	<b>52</b>
<b>6 ZÁVĚR .....</b>	<b>56</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>58</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>64</b>

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Roční výroba elektřiny v roce 2011 v GWH/1 ha a její průměr .....	44
Tabulka 2: Srovnání výkupních cen elektrické energie jednotlivých obnovitelných zdrojů v ČR platných v roce 2013, v závislosti na roku připojení k síti.....	45
Tabulka 3: Vývoj instalovaného výkonu jednotlivých druhů elektráren a jejich podíl na energetickém mixu ČR v letech 2007-2009 .....	47
Tabulka 4: Vývoj instalovaného výkonu jednotlivých druhů elektráren a jejich podíl na energetickém mixu ČR v letech 2010-2012 .....	48
Tabulka 5: Výsledek regresní analýzy dat poměrového indexu výkonu a spotřeby elektřiny v průběhu let .....	51
Tabulka 6: Souhrn zhodnocení vybraných bezpečnostních rizik související se solární energetikou .....	55

## SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1: Doba, na kterou vystačí známé energetické zásoby při současném tempu těžby ..	26
Obrázek 2: Mapa zobrazující intenzitu dopadajícího záření na ČR .....	29
Obrázek 3: Graf vývoje výroby solární elektřiny v České republice v roce 2012 .....	29
Obrázek 4: Graf zobrazující počet slunečních elektráren a instalovaný výkon k 1. 1. 2013 ...	30
Obrázek 5: Graf znázorňující průměrné ceny FVE v průběhu let v ČR.....	31
Obrázek 6: Mapa zobrazující solární elektrárny s výkonem nad 10 MW .....	32
Obrázek 7: Graf znázorňující úroveň výkupních cen elektrické energie v roce 2013 jednotlivých obnovitelných zdrojů, v závislosti na roce připojení k síti .....	45
Obrázek 8: Graf znázorňující vývoj cen elektřiny v ČR .....	46
Obrázek 9: Graf znázorňující vývoj a prognózu výroby elektřiny v ČR v jednotlivých letech	49
Obrázek 10: Graf znázorňující vývoj a prognózu spotřeby elektřiny v ČR krytou bez FVE v jednotlivých letech.....	50
Obrázek 11: Graf znázorňující vztah vyrobené a spotřebované elektřiny elektrické soustavy v ČR.....	51



## **SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK**

ČEZ	České energetické závody
ČNB	Česká národní banka
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
EU	Evropská unie
ERÚ	Energetický regulační úřad
FES	Fakulta ekonomicko-správní
FV	Fotovoltaický
FVE	Fotovoltaická elektrárna
FVS	Fotovoltaický systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
CHKO	Chráněná krajinná oblast
JPO	Jednotky požární ochrany
KI	Kritická infrastruktura
MV	Ministerstvo vnitra
OZE	Obnovitelné zdroje energie
Sb.	Sbírka zákonů

# ÚVOD

Tato práce je zaměřena na problematiku související se solární energetikou. Důvodem zvolení tohoto tématu byla energetická situace v současné době, neboť obnovitelné zdroje jsou v dnešní době často diskutovaným tématem a zájem dovědět se více o této problematice.

Úvahy o energetice patří mezi základní otázky udržitelného rozvoje lidské společnosti a lidstvo stále musí uvažovat o všech způsobech, jak se energeticky zajistit. Nyní je produkce elektřiny zajišťována převážně z klasických zdrojů, jejichž nevýhodou je jejich vyčerpatelnost a zahlcování atmosféry uhlíkem. Uhlík, který byl miliony let ukládán do země ve formě všech uhelných forem a ropy, je nyní těžen, spalován a lidstvo je schopno během několika staletí celou tuto uhlíkovou zátěž vnést do atmosféry ve formě oxidu uhličitého. Tím více je nutno využívat všech možností, které poskytují obnovitelné zdroje. Tato práce si klade za cíl odpovědět na některé otázky, které souvisí s bezpečností jednoho z obnovitelných zdrojů – fotovoltaiky.

V posledních letech se solární energetika stala v České republice velmi diskutovaným tématem. Přispívá k tomu masová výstavba solárních elektráren a také fakt, že vláda nastavila velmi výhodně výkupní ceny solární energie a poté včas nereagovala na změnu situace (prudké klesání cen fotovoltaických systémů), což vyvolalo nárůst cen elektrické energie pro spotřebitele a fotovoltaika se tak jevila jako vhodný objekt, kam je možno soustředit pozornost společnosti. Avšak je zcela evidentní, že zvyšující se ceny energie měly pozitivní vliv na zisky především společnosti ČEZ (jejímž většinovým vlastníkem je stát) a je otázkou, zda ceny elektrické energie pro konečné spotřebitele více ovlivnily příspěvky na obnovitelné zdroje či snaha zvýšit zisky společnosti. Autorka to považuje za významný problém. Proto byl zvolen následující cíl: Analýza solární energetiky a její bezpečnosti v podmínkách ČR. Hlavní cíl práce si vyžaduje splnění těchto dílčích cílů:

- charakterizovat základní pojmy související s bezpečností solární energetiky;
- shrnutí informací o solární energetice v ČR;
- vymezení, analýza a zhodnocení vybraných rizik solární energetiky;
- zhodnocení bezpečnosti a doporučení pro zlepšení současného stavu z pohledu HZS ČR.

Pro splnění cílů bude v práci použita metodika:

- rešerše odborné literatury;

- konzultace ve vybrané společnosti zabývající výrobou solárních systémů;
- ukazatel poměru zabrané zemědělské půdy sol. energetikou;
- regresní analýza.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. První část vychází z literárního průzkumu, a to jak podkladů písemných, tak elektronických. Budou zde definovány pojmy související s bezpečností, infrastrukturou, obnovitelnými zdroji a v neposlední řadě se text zaměří na energetickou situaci jak celosvětovou, tak v České republice.

Druhá část vychází z poznatků o podmínkách pro solární elektrárny v ČR, solární energetice v ČR, konkrétních bezpečnostních problémech souvisejících se solární energetikou, zhodnocení těchto problémů a hlavních závěrů.

# 1 BEZPEČNOST

Bezpečnost je významný pojem bezpečnostní terminologie. Častokrát se používá i v obecné mluvě, ale také v řadě společenskovedních oborů (např. politologie, sociologie, ekonomie, psychologie), technických oborů (např. strojírenství, informatika) i přírodovědných oborů (např. medicína či ekologie). [19]

Bezpečnost v nejobecnějším smyslu znamená neexistenci hrozeb nebo ochranu před hrozbami či ztrátami, jenž mohou zabránit existenci daného subjektu. [3]

Bezpečnost lze vymezit také jako synonymum slova jistota (resp. jistý). Bezpečný je ten, kdo není vystaven nebezpečí, umožňuje ochranu před nebezpečím nebo je důvěryhodný, zaručený, nepochybný. [2; 29]

Pojem bezpečnost lze také považovat za stav všeobecné jistoty, tzv. nenebezpečnosti. [12]

Existuje mnoho definicí pojmu bezpečnost. Jedna z nich je např.: „*Bezpečnost je stav, kdy jsou na nejnižší možnou míru eliminovány hrozby pro objekt (zpravidla národní stát, popř. i mezinárodní organizaci) a jeho zájmy a tento objekt je k eliminaci stávajících i potenciálních hrozeb efektivně vybaven a ochoten při ní spolupracovat.* [19; 13]

Lze také tvrdit, že bezpečnost je stav, kdy je systém schopen odolávat známým a předvídatelným vnějším a vnitřním hrozbám, které mohou negativně působit proti jednotlivým prvkům (případně celému systému) tak, aby byla uchována struktura systému, jeho spolehlivost, stabilita a chování v souladu s cílovostí. Je to tedy úroveň stability systému a jeho primární a sekundární adaptace. [37]

Podle P. Zemana bývá pojem bezpečnost doplňován i jinými přídavnými jmény, která se týkají zejména původu: [19; 12]

- a) hrozeb, které bezpečnost ohrožují;
- b) nástrojů, opatření nebo institucí, které mají bezpečnost zajišťovat a ochraňovat;
- c) objektů, jejichž bezpečnost má být ochráněna.

Z tohoto důvodu je bezpečnost vymezena na několik typů, z nichž některé jsou blíže specifikovány v následujících podkapitolách.

Z hlediska objektu lze také rozlišovat bezpečnost vnitřní a vnější. Nejčastěji se toto rozlišení používá u bezpečnosti národního státu.

Vnější bezpečnost je stav, kdy jsou na nejnižší možnou míru potlačovány hrozby ohrožující stát (či jiný objekt) a jeho zájmy zvnějšku a kdy je tento stát k potlačení existujících i eventuálních vnějších hrozeb efektivně vybaven a k němu ochoten. Hrozby mohou být ekonomické nebo vojenské, mohou mít charakter migrační vlny apod. Vnější bezpečnost je také soubor mezinárodněpolitických, vojenských a ekonomických vztahů státu s okolními státy a koalicemi, díky nimž prosazuje své státní zájmy.

Vnitřní bezpečnost lze označit za stav, kdy jsou na nejnižší možnou míru potlačovány hrozby ohrožující stát (či jiný objekt) a jeho zájmy zevnitř a kdy je tento stát k potlačení stávajících i potenciálních vnitřních hrozeb efektivně vybaven a k němu ochoten. Jedná se také o soubor vnitřních bezpečnostních podmínek a legislativních norem a opatření, kterými stát zajišťuje demokracii, bezpečnost občanů, ekonomickou prosperitu, a kterými stanoví a prosazuje normy morálky a společenského vědomí. [37]

Cílem vnitřní bezpečnosti je obrana před hrozbami pro jednotlivce a také zajištění politického, hospodářského a sociálního řádu. Za hrozbu se v tomto případě považuje ohrožování sociálního systému od masové kriminality, demokratického politického systému od extremistů, hospodářství od korupce a ekonomické kriminality a sociálního, politického a hospodářského systému celkově od organizovaného zločinu. [19]

## **1.1 Mezinárodní bezpečnost**

V mezinárodních vztazích je bezpečnost definována jako základní hodnota a nejvyšší cíl každého státu nebo bezpečnostního společenství sdružujícího více států. Bezpečnost jako stav je vymezována jako nepřítomnost či neexistence ohrožení nejvyšších hodnot státu nebo společenství. Stát je bezpečný v tom případě, když je zabezpečena obrana jeho území a hodnot, které se na něm nacházejí, fungování jeho institucí a ochrana obyvatelstva. [1]

## **1.2 Národní bezpečnost**

Z ústavního zákona č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky, v platném znění, lze odvodit, že národní bezpečnost je stav, kdy objektu (národnímu státu jako celku) nehrozí vážné ohrožení svrchovanosti, územní celistvosti, demokratických základů státu, vnitřního pořádku a bezpečnosti, životů a zdraví občanů, majetkových hodnot a životního prostředí. Ani jeho spojenci nejsou vystaveni hrozbám, které by v případě jejich aktivace vyžadovaly ozbrojenou nebo jinou rizikovou spoluúcast. Národní stát je schopen a ochoten možné hrozby identifikovat a v maximální možné míře jim zamezovat, popřípadě je odstraňovat.

Národní bezpečnost České republiky zajišťují ozbrojené bezpečnostní sbory, ozbrojené síly, záchranné sbory a havarijní služby. [59; čl. 1-3]

### **1.3 Ekonomická bezpečnost**

Ekonomická bezpečnost je stav, při kterém ekonomika objektu (státu, seskupení států, mezinárodní organizace apod.), kterému má být zajištěna bezpečnost, není ohrožena hrozbami, které významně snižují nebo by mohly snížit její výkonnost nutnou k zajištění obranných i dalších bezpečnostních kapacit, sociálního smíru a konkurenceschopnosti objektu i jeho jednotlivých složek (především jednotlivých podnikatelských subjektů) na vnitřních i vnějších trzích. [37]

### **1.4 Environmentální (ekologická) bezpečnost**

Environmentální bezpečnost je stav, kdy lidská společnost a ekologický systém na sebe vzájemně působí trvale udržitelným způsobem, jednotlivci mají dostatečný přístup ke všem přírodním zdrojům (včetně vody, půdy, energie a minerálů) a existují mechanismy na zvládání krizí a konfliktů přímo nebo nepřímo sdružených s životním prostředím. V tomto stavu jsou snižovány hrozby spojené s životním prostředím a způsobené přírodními nebo společností vyvolanými procesy. [37]

Jedná se například o změnu klimatu, snížení produktivity půdy nebo odlesňování, vyčerpání nebo sníženou dostupnost přírodních zdrojů, dopady živelných pohrom. [19]

### **1.5 Energetická bezpečnost**

Energetickou bezpečnost lze vymezit jako stabilní přístup k zásobám energetických surovin a zabezpečení jejich tranzitu, umožňující ekonomický rozvoj a politickou moc, která má tento přístup zabezpečovat.

Aby se předešlo problémům se zajištěním kontinuálních dodávek energetických surovin, je vhodné zvýšit počet alternativních zdrojů energie, například rozvojem a využitím sluneční, atomové či větrné energie, a nespoléhat se pouze na zdroje ropy a zemního plynu. Vhodné je také mít více zdrojů dodávek ropy a zemního plynu z maximálního množství zemí, aby se snížila závislost na jednotlivých dodávajících zemích.

Důležitým faktorem energetické bezpečnosti je také maximálně efektivní využívání energie a také snaha o snížení energetické spotřeby. [16]

Energetická bezpečnost je často spojována s hrozbami, jako jsou: [3]

- nedostatečné dodávky některých surovin spojené s přírodními katastrofami nebo politickými důvody;
- zvýšení cen strategicky významných energetických surovin;
- vyčerpání klasických zdrojů a jejich opožděná náhrada alternativními zdroji.

### **1.5.1 Evropská energetická bezpečnost**

Na území Evropy se fosilní energetické suroviny (ropa a zemní plyn) objevují velmi zřídka, tudíž jsou členské státy EU závislé na dodávkách ropy a zemního plynu ze třetích zemí světa. Tyto státy si svou situaci uvědomují a hledají východiska pro její zlepšení a zajištění energetické bezpečnosti. Bezpečnost energetických dodávek je jedním ze tří cílů Evropské energetické politiky (dalšími cíli jsou zvýšení konkurenceschopnosti zvýšením kvality služeb zákazníkům a zvýšení environmentální ochrany). Za nástroje zabezpečení a posílení energetické bezpečnosti států EU jsou například považovány: [18]

- zvyšování energetické výkonnosti včetně výkonnosti přenosových soustav, energetických systémů a modernizace zastaralých elektráren a průmyslových technologií;
- zabezpečení vstupu na světové energetické trhy a zabezpečení cenové stability energetických surovin;
- posílení bezpečnosti přepravních tras (a jejich diverzifikace) a dodávek;
- snaha o soulad energetických politik členských zemí;
- vytvoření společné energetické politiky a uzavírání mezinárodních závazků včetně mezinárodních dohod o pravidlech obchodu s energetickými surovinami.

Dále existuje také například globální bezpečnost (což je bezpečnost v rámci celého světa), kolektivní bezpečnost (bezpečnost aktérů – zpravidla národních států, popř. i mezinárodních a transnacionálních organizací), individuální bezpečnost (bezpečnost jedince), sociální bezpečnost, vojenská bezpečnost, která patří do vnější bezpečnosti státu, policejní (kriminální), která patří do vnitřní bezpečnosti státu, také bezpečnost politická, lidská, informační a další.

Bezpečnost je pojem komplexní a všechny její typy jsou zpravidla vzájemně provázány a jejich ohraničení není zcela jednoznačné. [19]

S pojmem bezpečnost souvisí také pojmy hrozba a riziko.

## 1.6 Hrozba

Pojem hrozba je synonymum pro nebezpečí. Lze říci, že je to jakýkoliv činitel, který může nebo chce poškodit zájmy a hodnoty chráněného objektu. Míra hrozby je dána časovou vzdáleností (vyjádřenou obvykle pravděpodobností čili rizikem) možného uplatnění této hrozby a velikostí možné škody. Hrozba je vždy primární, existuje nezávisle na ohroženém objektu. „*Hrozba je síla, událost, aktivita nebo osoba, která má nežádoucí vliv na bezpečnost nebo může způsobit škodu.*“ [7; 8]

Závažnost hrozby je přímo úměrná charakteru chráněné hodnoty a tomu, jak je tato hodnota ceněna. [19]

Hrozby mohou být neintencionální a intencionální. Neintencionální hrozby mohou být přírodním jevem, definovaným fyzikálně, např. živelní katastrofa jako povodeň, vichřice, zemětřesení. Realizace neintencionálních hrozeb je zpravidla náhodné (stochastické) povahy. Zatímco intencionální (antropogenní) hrozba je zamýšlená. Zamýšlí ji, připravuje, spouští či realizuje jedinec, skupina, organizace nebo stát jako v případě hrozby teroristické akce nebo při hrozbě ozbrojeného konfliktu. [32]

## 1.7 Riziko

Riziko vyjadřuje pravděpodobnost vzniku hrozby, je vždy odvozené a odvoditelné z konkrétní hrozby. Míru rizika je možno posoudit na základě analýzy rizik, která vychází i z posouzení schopnosti připravit se na čelení hrozbám. Jelikož riziko vyjadřuje pravděpodobnost nastání hrozby, mohou se numerické hodnoty pohybovat pouze od nuly do jedné, při vyjádření v procentech od 1 do 100. Přijatelné riziko je stav, kdy je vnímáno ohrožení, a zároveň jsou připravovány aktivity, jejichž cílem je snížení pravděpodobnosti, že daný jev nastane. Jedinec, společenství, stát se tak připravují, aby byly případné následky co nejmenší. [32]

Riziko lze vyjádřit mnoha faktory, za základní se považuje velikost škody či ztráty, pravděpodobnost vzniku škody a čas. Někdy se za riziko považuje pouze součin ztráty a pravděpodobnosti.

Ztráta se vyjadřuje podle potřeby různě, např. zatopená plocha, rozsah poškození infrastruktury, ztráty na životech atd. V každém případě je třeba finančně vyjádřit škody.



Záchranné a likvidační práce realizované obvykle Integrovaných záchranným systémem, ale i aktivně jednotlivými subjekty, značně snižují ztrátu. [7; 10-11]

Odlišnost činitelů hrozby a rizika lze shrnout tak, že hrozby vedou k obavám a rizika, která z nich plynou, se poměřují, ale také podstupují. [19].

## 2 INFRASTRUKTURA

Následující kapitola je věnována vymezení pojmů: infrastruktura, veřejná infrastruktura a kritická infrastruktura. Vzhledem k tématu bakalářské práce, je zde podrobněji popsána zejména energetická infrastruktura.

### 2.1 Definice infrastruktury

Pojem infrastruktura vznikl v 19. století ve Francii a během první poloviny 20. století zejména označoval vojenská zařízení. Infrastrukturu se rozumí všechna základní zařízení dlouhodobého užívání personálního, materiálního a institucionálního druhu zaručující fungování dělby úkolů v národním hospodářství. [17]

Infrastruktura je odvětví, které zajišťuje ekonomické a sociální systémové funkce (např. doprava, energetika, stavby škol a zdravotnických zařízení). [6]

Infrastruktura je nejdůležitější část bezpečnosti a dělí se na veřejnou a kritickou.

### 2.2 Veřejná infrastruktura

Veřejnou infrastrukturou (dle stavebního zákona) lze chápat také jako pozemky, stavby, zařízení, a to: [60; § 2]

- dopravní infrastrukturu, například stavby pozemních komunikací, drah, vodních cest, letišť a s nimi souvisejících zařízení;
- technickou infrastrukturu, jako jsou vedení a stavby a s nimi provozně související zařízení technického vybavení, například vodovody, vodojemy, kanalizace, stavby a zařízení pro nakládání s odpady, čistírny odpadních vod, energetické vedení, trafostanice, komunikační vedení veřejné komunikační sítě a elektronické komunikační zařízení veřejné komunikační sítě, produktovody;
- občanské vybavení, kterým jsou stavby, zařízení a pozemky sloužící například pro vzdělávání a výchovu, sociální služby a péči o rodiny, kulturu, zdravotní služby, veřejnou správu, ochranu obyvatelstva;
- veřejné prostranství, zřizované nebo užívané ve veřejném zájmu.

## **2.3 Kritická infrastruktura**

Kritickou infrastrukturu lze chápat jako výrobní a nevýrobní systémy a služby, jejichž nefunkčnost by měla významný dopad na bezpečnost státu, ekonomiku, veřejnou správu a zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva. [38]

Evropská kritická infrastruktura je kritická infrastruktura na území České republiky, jejíž narušení by mělo značný dopad i na další členské státy Evropské unie. [29]

Objekty kritické infrastruktury jsou stavby nebo zařízení zajišťující fungování kritické infrastruktury. [38]

Subjekty kritické infrastruktury jsou rozděleny na tři kategorie a to na subjekty s celostátním, regionálním a lokálním významem. Podle Evropské unie jsou prioritními oblastmi energetická a dopravní infrastruktura. [8]

Subjekty kritické infrastruktury jsou provozovatelé objektu kritické infrastruktury, kteří také odpovídají za jeho ochranu. Z tohoto důvodu jsou povinni vypracovat plán krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury, v němž jsou identifikována možná ohrožení funkce objektu kritické infrastruktury a stanovena opatření na jeho ochranu. [29]

Plán krizové připravenosti je skládá ze základní části, operativní části a pomocné části. Náležitosti a způsob zpracování plánu lze nalézt v krizovém zákoně a nařízeních vlády.

## **2.4 Oblasti kritické infrastruktury**

V roce 2007 bylo projednáno a schváleno Bezpečnostní radou státu 9 oblastí kritické infrastruktury, kterými jsou: [8; 63-64]

- energetika;
- vodní hospodářství;
- potravinářství a zemědělství;
- zdravotnická péče;
- doprava;
- komunikační a informační systémy;
- bankovní a finanční systém;
- nouzové služby;

- veřejná správa.

Pro potřeby této práce zde bude podrobněji popsána pouze oblast energetiky

### **2.4.1 Energetika**

Energetika představuje jeden z nejdůležitějších prvků kritické infrastruktury. Spadá pod Ministerstvo průmyslu a obchodu, které se také stará o krizový plán. Do energetiky spadají podoblasti jako elektřina, plyn, tepelná energie, ropa a ropné produkty. [11]

Česká republika se řadí v rámci Evropské unie mezi první země s vysokou energetickou nezávislostí. Lépe je na tom pouze Velká Británie a Dánsko díky vlastním zdrojům ropy a zemního plynu. ČR je energeticky soběstačná především kvůli zásobám uhlí. Podle údajů plynoucích ze statistického úřadu, má Česká republika v těžebních lokalitách 206 milionů tun vytěžitelných zásob černého uhlí a 863 milionů tun hnědého uhlí. Dalších přibližně 900 milionů tun hnědého uhlí je vázáno územně ekologickými limity. Například v roce 2009 bylo vytěženo 11 milionů tun černého uhlí a 46 milionů tun hnědého uhlí. [22]

Česká republika je závislá na dovozu ropy a zemního plynu, proto má pro případ krize zásobu ropy a ropných výrobků na dobu delší než 3 měsíce běžného provozu. Dovoz zemního plynu je necelých 10 miliard m<sup>3</sup>. Při přerušení dodávky zemního plynu v lednu 2009 se prokázalo, že plynárenská soustava ČR je schopná se vypořádat i s dlouhodobým výpadkem dovozu uprostřed zimy. Kapacita podzemních zásobníků je 2,5 miliard m<sup>3</sup> a do budoucna se počítá s jejich navyšováním. [22]

Státní energetická koncepce má zajistit spolehlivou, bezpečnou a k životnímu prostředí šetrnou dodávku energie pro potřeby obyvatelstva a ekonomiky České republiky, a to za přijatelné a konkurenceschopné ceny za standardních podmínek. Zároveň musí zabezpečit nepřerušené dodávky energie v krizových situacích v rozsahu nezbytném pro fungování nejdůležitějších složek infrastruktury a přežití obyvatelstva. [36]

Mezi strategické priority Státní energetické koncepce patří např.: [36]

- zvýšení energetické bezpečnosti, odolnosti a schopnosti zajistit nezbytné dodávky energií v případech kumulace poruch, vícenásobných útoků proti KI a v případech dlouhodobých krizí v zásobování palivy;
- rozvoj síťové infrastruktury ČR v kontextu zemí střední Evropy, posílení mezinárodní spolupráce a integrace trhů s elektřinou a plynem v regionu včetně pomoci vytvářet účinnou a akceschopnou společnou energetickou politiku EU;

- vyvážený mix zdrojů založený na jejich širokém portfoliu, efektivním využití všech dostupných tuzemských energetických zdrojů a udržení přebytkové výkonové bilance soustavy s dostatečným množstvím rezerv tuzemských forem energie.

Dlouhodobou vizi energetiky ČR lze shrnout do tří strategických cílů, jimiž jsou bezpečnost, konkurenceschopnost a udržitelnost.

### **3 OBNOVITELNÉ A NEOBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE**

V dnešní době si společnost bere většinu energie z fosilních paliv. Avšak to, že se tento omezený zdroj energie brzy vyčerpá, není ten největší problém. Značně závažnější je, že těžba a následné spalování fosilních paliv postupně životní prostředí mění, zejména atmosféru. Při těžbě ropy či zemního plynu se do atmosféry uvolňuje velké množství metanu (do určité míry to platí i pro těžbu uhlí). A spalování fosilních paliv navíc vyvolává vznik oxidu uhličitého. Obě látky, jak metan, tak oxid uhličitý, patří mezi takzvané skleníkové plyny a růst jejich koncentrace v atmosféře narušuje tepelnou bilanci Země – vede k růstu teploty. Názory na to, jaké následky z tohoto růstu vyplývají, se různí. Avšak souvislost mezi koncentrací oxidu uhličitého a teplotou Země existuje. V současné době je koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře nejvyšší za posledních 500 tisíc let a stále roste. [10]

Řešením této situace by mohlo být snížení spotřeby energie a využívání obnovitelných zdrojů energie. Oba směry by měly být využívány současně. [5]

Obnovitelné zdroje energie nemají negativní vliv na životní prostředí a jsou bezpečné, všestranně využitelné a nabízejí téměř nevyčerpatelný potenciál. Jedná se o geotermální, větrnou, vodní a sluneční energii a energii z biomasy.

Všechny tyto obnovitelné zdroje několikanásobně překračují potenciál využití neobnovitelných zdrojů. Za méně než jeden den, dopadne na Zemi více energie ze Slunce, než jaké by lidstvo dosáhlo spalováním všech zásob ropy, kterou by mohlo využívat. [14]

Za jistou nevýhodu obnovitelných zdrojů lze považovat nákladnost rozvoje a výstavby zařízení a infrastruktury umožňující získávání energie z obnovitelných zdrojů. Množství energie vyrobené z fosilních paliv je stále výrazně levnější než stejné množství energie s využitím obnovitelných zdrojů. V některých zemích pak využití obnovitelných zdrojů (zejména sluneční záření a vodní toky) není technicky možné kvůli fyzicko-geografickým podmínkám. [18]

#### **3.1 Využití solární energie**

Sluneční energie dopadající na Zemi je asi 8 000krát větší, než je světová potřeba energie celého lidstva. Lze tvrdit, že Slunce na Zemi vyzáří asi za hodinu tolik energie, kolik lidstvo celosvětově spotřebuje za jeden rok. [14]

Na plochu zabírající průměrný rodinný dům, dopadne během roku 100 MWh sluneční energie, na běžnou zahradu pak okolo 1 GWh energie. Zároveň ale běžná roční spotřeba

elektřiny je v tomto domě jen přibližně 4 MWh a spotřeba energie na topení asi 20-30 MWh. Teoreticky je tedy nabídka sluneční energie více než dostačující. Obzvláště tato univerzální dostupnost a možnost dosažení dobré účinnosti je největší předností přímého využití sluneční energie. Veškeré nepřímé způsoby využití energie slunečního záření (energie větru, vody, biomasy) už nejsou tak dostupné a nemají postačující schopnost zabezpečení větší části energie, která je potřeba pro společnost.

Samozřejmě, výroba elektřiny ze slunečního záření není jen technickou záležitostí, ale také ekonomickou. Zařízení musí být tak levné, spolehlivé a účinné, aby cena získané elektřiny byla srovnatelná s cenou elektřiny velkých elektráren. [10]

Energii ze slunečního záření lze využívat buď formou fototermiky, což je přeměna slunečního světla na teplo, či fotovoltaiky.

### **3.1.1 Fotovoltaika**

Fotovoltaika znamená přímou přeměnu slunečního světla na elektřinu. Na přímou výrobu elektřiny ze slunečního záření je potřeba solárního panelu, který se skládá z jednoho nebo více fotovoltaických článků. Jakmile sluneční záření dopadne na tento panel, fotovoltaické články začnou absorbovat sluneční záření (tzv. fotony). Každý foton obsahuje malé množství energie. Pokud tedy dopadne foton, s potřebnou energií, na fotovoltaický článek, je jím vstřebán a vznikne záporný elektron a kladný náboj - díra. A jelikož jsou obě strany fotovoltaického článku, který je polovodičem, elektricky spojeny vodičem, začíná usměrněný tok elektronů a vzniká stejnosměrný elektrický proud. [10]

Ten je přímo úměrný ploše solárního článku a intenzitě dopadajícího slunečního záření. Napětí jednoho solárního článku s hodnotou okolo 0,5 V je ale příliš nízké pro další běžné využití. Sériovým propojením více článků se získá napětí, které již lze využít v různých typech fotovoltaických systémů. Obvykle se používají sestavy pro jmenovité provozní napětí 12 V nebo 24 V. Takto tvořené sestavy fotovoltaických článků jsou hermeticky uzavřeny v soustavě krycích materiálů fotovoltaického panelu. [4]

Energetická účinnost slunečního záření na elektrickou energii je u solárních článků 14-17 %. Účinnost u laboratorních vzorků je až 28 %. [15]

Velkou výhodou fotovoltaických článků je vysoká stabilita výkonu a dlouhá životnost (minimálně 20 let).

Fotovoltaický článek s větší účinností při dané intenzitě záření může dávat větší proud. Jsou důležité i jiné faktory, především teplota, protože vyšší teplota znamená nižší výkon, tedy součin napětí a proudu. [10]

Testování panelů se provádí při teplotě 25°C s rovnoměrnou intenzitou slunečního záření 1 000 W/m<sup>2</sup>. Úbytek výkonu v závislosti na teplotě panelu je asi 0,5 %/ 1 °C. Z toho vyplývá, že například panel o výkonu 250 Wp dává při teplotě 65 °C přibližně 200 W vyrobené elektřiny.

Fotovoltaický panel musí vykazovat dostatečnou mechanickou a klimatickou odolnost vůči silnému větru, krupobití, mrazu apod. Konstrukce solárních panelů jsou proto v závislosti na způsobu jejich použití variabilní. Většinou jsou opatřeny hliníkovými rámy. Jednak pro zpevnění celé konstrukce, jednak z montážních důvodů. Čelní krycí vrstva panelu je obvykle vyrobena ze speciálního tvrzeného bezpečnostního skla, které je schopno odolávat i silnému krupobití.

Nejčastěji se využívají panely s 36 fotovoltaickými články o výstupním jmenovitém stejnosměrném napětí 12 V, nyní především se 72 články o napětí 24 V. Výkon panelů se uvádí ve wattech. Jmenovitý výkon představuje takový výkon, který je vyrobený FV panelem při výkonnostní zkoušce, kdy je panel zkoušen při záření o hustotě energie 1 000 W/m<sup>2</sup>, při teplotě 25 °C. Zmíněná hustota energie odpovídá světelnému záření při bezoblačné atmosféře Země. [31]

### 3.1.2 Systémy „grid-on“ a „grid-off“

Grid-on je tzv. síťový systém, který slouží k dodávkám energie do rozvodné sítě. Nejčastěji se uplatňuje v oblasti s hustou sítí elektrických rozvodů. Je možné všech vyrobený solární proud převést přímo do veřejné elektrické sítě, nebo se vyrobený proud nejprve spotřebovává v objektu, kde je systém instalován pomocí domácí rozvodné sítě, a pouze v případě přebytku energie probíhá napájení do veřejné elektrické sítě. Výhodou této technologie je, že se obejde bez akumulátorů, proto jsou také levnější než ostrovní systémy. V případě výpadku sítě nebo překročení tolerance elektrických parametrů ochrany dojde k odpojení střídače. Střídač je za provozu automaticky sfázován s vnější elektrickou sítí. [53]

Grid-off je tzv. ostrovní systém. Využívá se v místech, kde není k dispozici elektrický proud ze sítě. Tento systém je přibližně 2krát tak drahý než síťový, pro nutnost mít akumulátory.



Ostrovní systém s přímým napájením se využívá tehdy, když je připojené elektrické zařízení funkční jenom po dobu dostatečné intenzity slunečního záření. Jde pouze o propojení solárního systému a spotřebiče přes regulátor napětí.

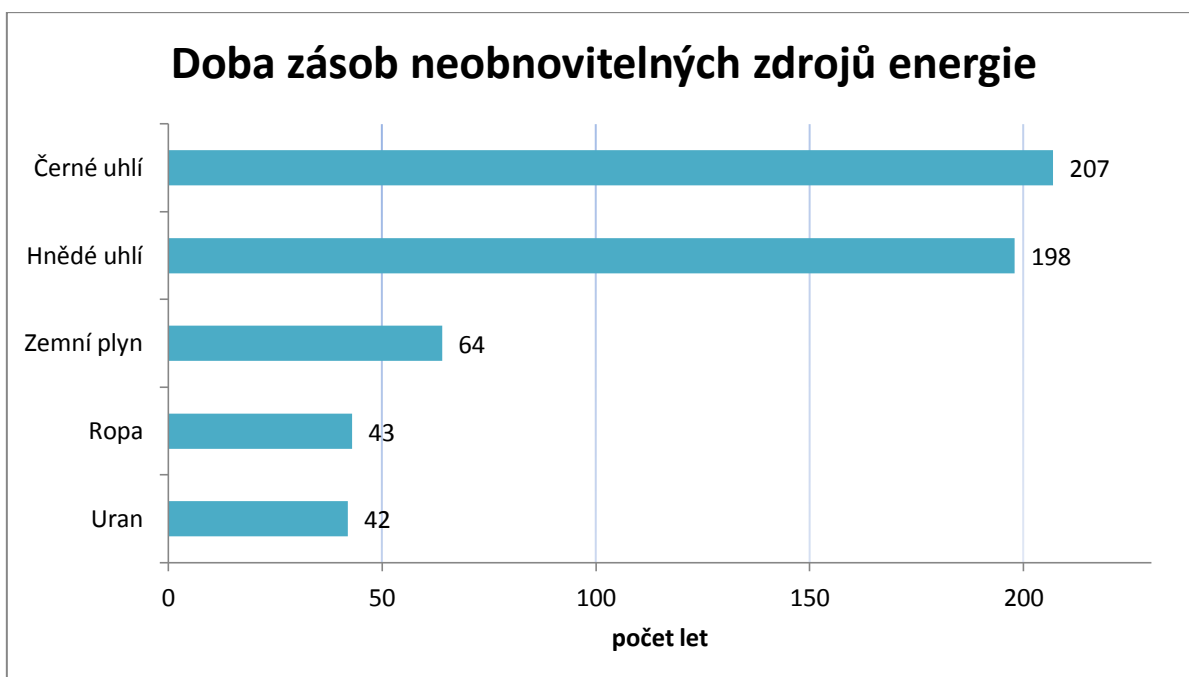
Ostrovní systémy s akumulací elektrické energie se využívají v případech, kdy je potřeba využívat elektřinu i v době bez slunečního záření. Součástí tohoto systému jsou speciální baterie, konstruované pro pomalé nabíjení i vybíjení, které je zajištěno regulátorem dobíjení.

Hybridní ostrovní systémy se využívají tam, kde je nutný celoroční provoz. Avšak je nutné je navrhovat na zimní provoz, čímž se zvyšuje potřeba výkonu panelů a tím i podstatné zvýšení pořizovacích nákladů. Výhodnější alternativou je proto rozšířit systém doplňkovým zdrojem elektřiny (např. větrná elektrárna, elektrocentrála), který pokryje potřebu elektrické energie v obdobích s nedostatečným slunečním svitem. [51]

### **3.2 Světová energetická situace – současnost a budoucnost**

Když se začala v Americe v roce 1859 těžit ropa, její naleziště byla v hloubce pouhých 20 m, zatímco dnes je to kolem 10 000 m. V dnešní době jsou již k dispozici mnohem přesnější geologické průzkumy, které umožňují přesnější hledání nalezišť, ale zároveň vedou k rychlejšímu vyčerpávání těchto energetických zdrojů.

Vydělením známé a skutečně využitelné zásoby neobnovitelných zdrojů současnou těžbou, lze zjistit, že by ropa měla být vytěžena za 43 let. Pokud se přičtou i nově objevená naleziště a počítá se stejnou spotřebou, zásoby by teoreticky mohly dojít až za 65 let. Na obrázku č. 1 lze vidět odhad udržitelnosti i ostatních neobnovitelných zdrojů. [14]



**Obrázek 1: Doba, na kterou vystačí známé energetické zásoby při současném tempu těžby**

*Zdroj: vlastní zpracování podle [14; 30]*

V bilanci současné globální energetiky představuje ropa okolo 35 %, uhlí 25 %, zemní plyn 22 %, atomová energie 10 % a obnovitelné přírodní zdroje zauímají jenom přibližně 8 %. [16]

V roce 2011 byly odhadovány zásoby ropy na 1,65 bilionů barelů. [25]

Podle odhadu World Energy Council bude meziroční růst energetické spotřeby 1,6 %, pokud bude pokračovat současný trend ekonomického růstu (tj. meziroční růst kolem 4 %). Z toho vyplývá, že v roce 2030 oproti roku 2005 bude svět potřebovat o polovinu více energie, než je současná spotřeba. [18]

Evropská představa o celkové energetické strategii má následující body: [4]

- Je třeba urychleně investovat. Jen v Evropě bude třeba během příštích 20 let investovat přibližně jeden bilion eur, aby bylo možné uspokojit očekávanou poptávku po energii a nahradit stárnoucí infrastrukturu.
- Nezávislost na dovozech se neustále snižuje. Nedojde-li ke zvýšení konkurenceschopnosti energie z místních zdrojů, bude v příštích 20-30 letech okolo 70 % energetických požadavků EU, na rozdíl od současných 50 %, uspokojováno dovozem energie – převážně z regionů ohrožených nestabilitou.
- Zásoby jsou soustředěny v několika málo zemích. V současnosti je zhruba polovina spotřeby zemního plynu v EU pokryta dodávkami pouze ze tří zemí

(Rusko, Norsko a Alžír). Při současném růstu by se závislost během příštích 25 let měla zvýšit na 80 %.

- Ceny ropy a zemního plynu stále rostou. V EU se během posledních dvou let ceny těchto komodit téměř zdvojnásobily a ceny elektřiny tento trend následovaly. Předpokládá se i nadále, že ceny fosilních paliv porostou.
- V Evropě se dodnes nerozvinuly plně konkurenční vnitřní trhy s energií. Pro dosažení tohoto záměru by se měla rozvíjet vzájemná propojení, musí existovat účinné právní a regulační rámce, které se v praxi v plném rozsahu uplatňují, a je třeba přísně vymáhat dodržování pravidel Společenství pro hospodářskou soutěž.

Je třeba jednat rychle, protože v odvětví energetiky trvá mnoho let, než se inovace začnou projevovat. Také musí být i v budoucnu podporována rozmanitost typu energií, zemí původu a tranzitních zemí. Tak se vytvoří podmínky pro růst, pracovní příležitosti, lepší životní prostředí a vyšší jistotu. [4]

### **3.3 Energetická situace v ČR**

Jedním z principů udržitelného rozvoje je využití místních obnovitelných zdrojů, které nezatěžují životní prostředí. Dlouhodobě udržitelná je především taková energetická strategie, která namísto importované energie využívá místní obnovitelné zdroje, jejichž zátěž životního prostředí nepřesahuje jeho únosnost a schopnost obnovy. [9]

Významnými zdroji energie v České republice jsou uhlí a jaderná energie. Co se týče obnovitelných zdrojů, Česká republika byla do roku 2010 v rámci Evropy pozadu. V roce 2008 vytvořily z celkové výroby elektřiny ČR okolo 60 % uhelné elektrárny a 31 % jaderné elektrárny. Právě díky jaderným elektrárnám ČR vyrábí více energie, než vůbec může země spotřebovat a tak jako jedna z mála členských států EU energii vyváží (jedná se zhruba o 16 % celkové produkce). V rámci EU patří ČR mezi státy, které jsou závislé na dovozu energetických surovin a energií z méně než jedné třetiny. [18]

## **4 VYBRANÉ BEZPEČNOSTNÍ PROBLÉMY FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN**

V této kapitole je popsána solární energetika a podmínky pro tento zdroj energie v ČR. Dále jsou zde popsány a analyzovány vybraná bezpečnostní rizika z pohledu společnosti a z pohledu HZS.

### **4.1 Podmínky pro solární elektrárny v České republice**

Důležitým faktorem pro výstavbu solárních elektráren je rozloha území, podnebí či intenzita slunečního záření, která zásadně ovlivňuje produkci fotovoltaických systémů.

#### **4.1.1 Rozloha a podnebí ČR**

Rozloha České republiky je 78 866 km<sup>2</sup>. [23]

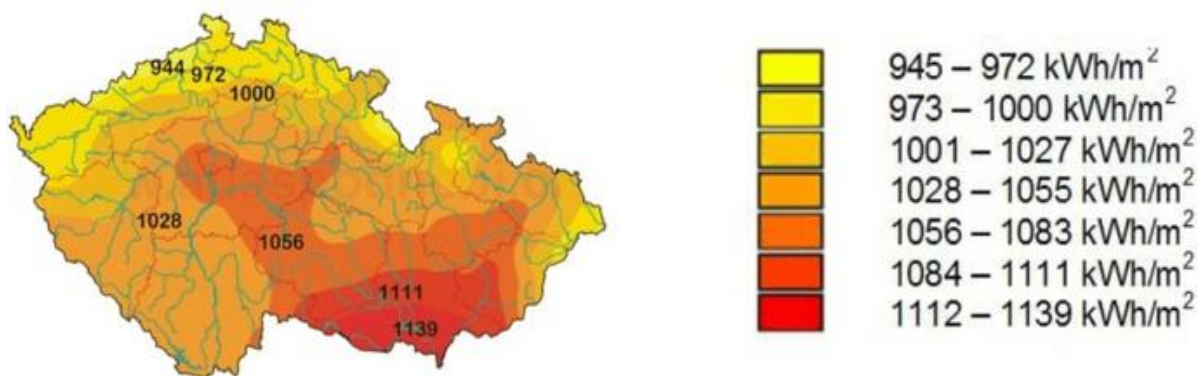
Nejvýznamnějším faktorem proměnlivosti klimatu České republiky je rozmanitá výšková členitost, díky které se podnebí jednotlivých oblastí dost liší. S nadmořskou výškou významně souvisejí roční úhrny srážek. Nejdeštivější místa v ČR se nacházejí v nejvyšších pohořích s prudkými svahy k severozápadu, roční úhrny srážek jsou větší než 1200 mm. Nejsušší oblasti v ČR leží kromě nejnižše položené jihovýchodní Moravy a na severozápadu Čech, která je stíněna pohořím Krušných hor. [21]

Dostupnost solární energie je ovlivněna také roční dobou, oblačností, lokálními podmínkami a sklonem plochy na níž sluneční záření dopadá.

#### **4.1.2 Sluneční záření v ČR**

Množství vyrobené energie ze slunečního záření závisí na intenzitě dopadajícího záření v dané oblasti, úhlu a orientace fotovoltaického systému, ale také na případném stínění. Nejvhodnější sklon fotovoltaické instalace je v oblasti ČR 42° s jižní orientací. Ročně na území ČR dopadne zhruba 900-1 200 kWh/m<sup>2</sup> energie. Z obrázku č. 2 vyplývá, že z hlediska intenzity slunečního záření jsou nejvhodnější podmínky pro instalaci fotovoltaického systému především na jižní Moravě. V příloze (A) je také mapa České republiky zachycující roční průměrnou dobu slunečního záření. Ta se v rámci republiky může v průměrných hodnotách lišit až o 500 hodin za rok. Jak lze vidět, nejvhodnější podmínky jsou, stejně jako u zobrazení intenzity slunečního záření, na jižní Moravě.

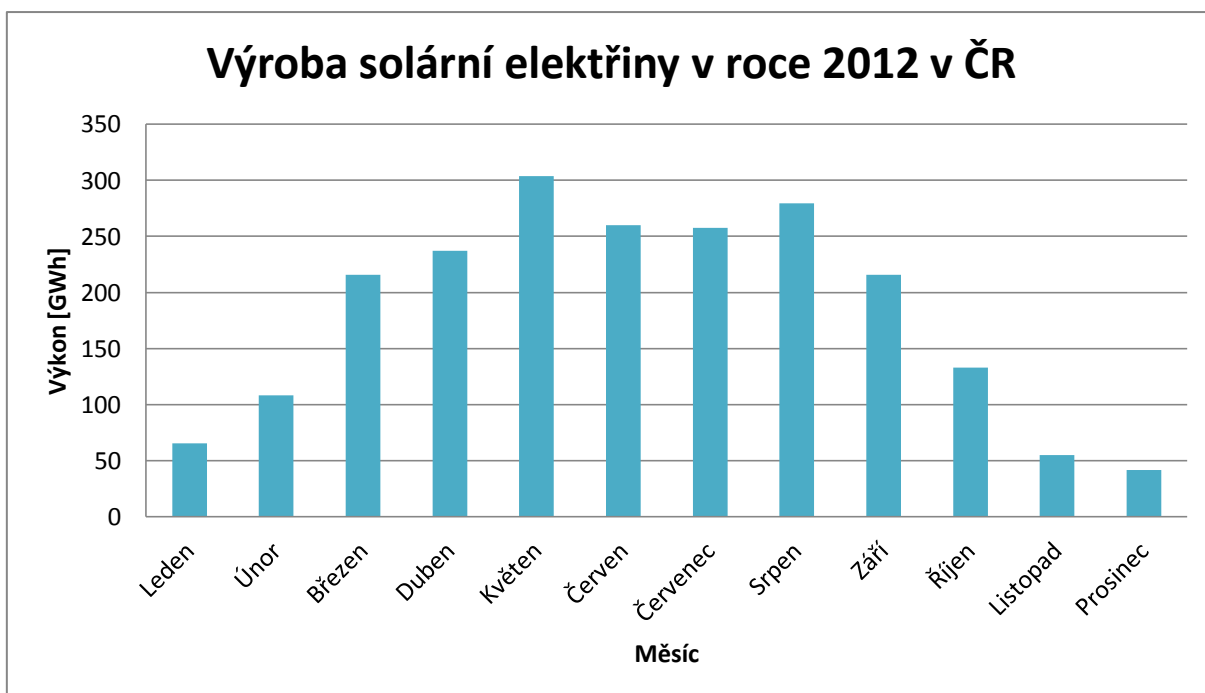
Z hlediska praktického využití potom platí, že 1kWp nainstalovaného výkonu vyrobí v českých podmínkách v průměru 1 000 kWh elektrické energie ročně. [20]



Obrázek 2: Mapa zobrazující intenzitu dopadajícího záření na ČR

Zdroj: [20]

Objem solárního záření dopadajícího na zemský povrch je v průběhu roku velmi rozmanitý. Jak lze vidět na obrázku č. 3 v zimních měsících byl tento objem velmi nízký, na jaře začal rapidně stoupat a v květnu dosáhl svého vrcholu, tudíž i výroba solární elektřiny. Od konce srpna má křivka opět klesající tendenci, což způsobuje mimo jiné klesající počet hodin slunečního záření za den, celkový počet slunečných dní a vyšší četnost srážek a zataženosti. V zimních měsících je slunce níž a paprsky díky tomu musí pronikat silnější vrstvou atmosféry. Ta působí jako filtr a část záření odráží či pohlcuje.



Obrázek 3: Graf vývoje výroby solární elektřiny v České republice v roce 2012

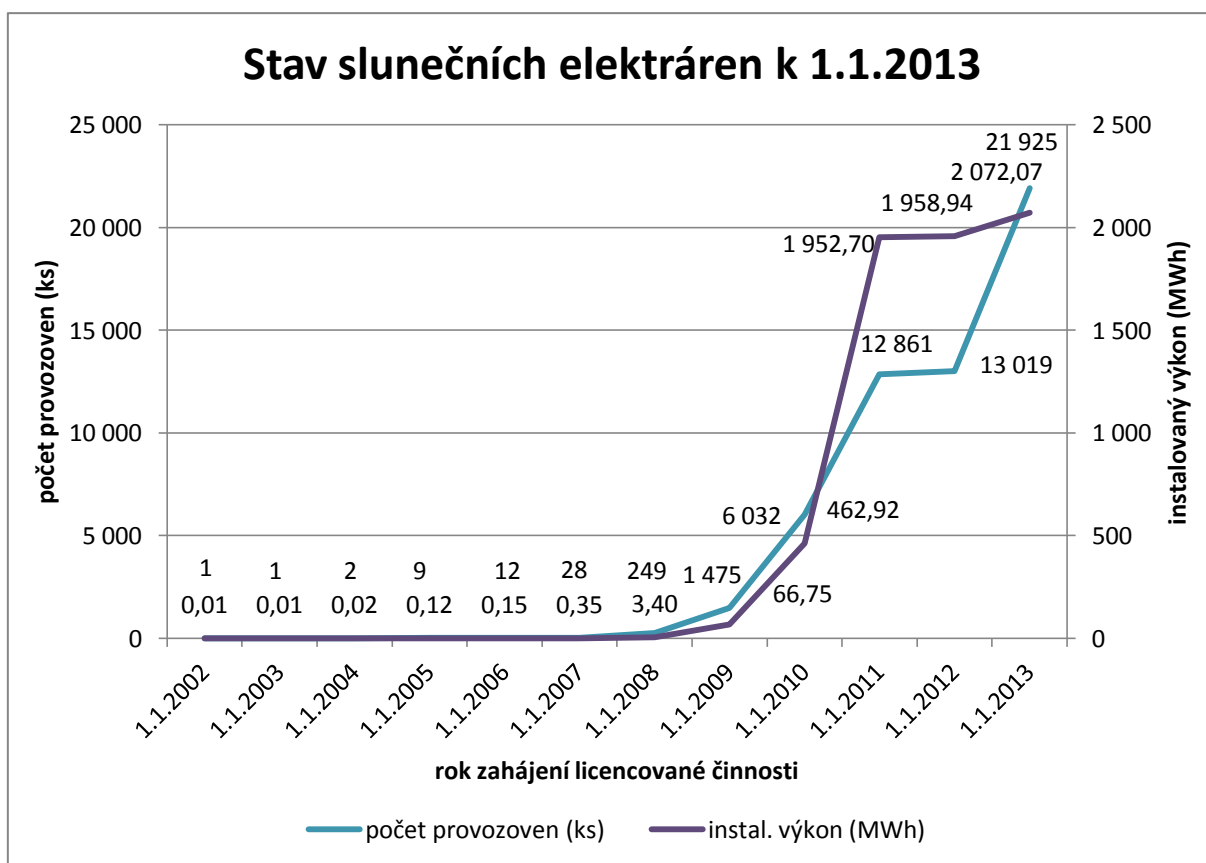
Zdroj: vlastní zpracování podle [27]

## 4.2 Fotovoltaické elektrárny v České republice

Tato podkapitola je zaměřena především na solární energetiku, která zaznamenala v roce 2010 výrazný rozvoj zejména díky dotacím výkupních cen. K 1. lednu 2008 činil instalovaný výkon pouze 3,4 MW, zatímco v listopadu 2010 dosáhl instalovaný výkon 1 394 MW. Celková kapacita solárních elektráren tedy převyšuje výkon největší parní elektrárny Pruněrov, která má výkon 1 050 MW i kapacitu jaderné elektrárny Dukovany, která má výkon 1 830 MW. [24]

Avšak účinnost instalovaného výkonu solárních elektráren je asi 8krát nižší a nelze srovnávat tyto energetické zdroje na základě instalovaného výkonu.

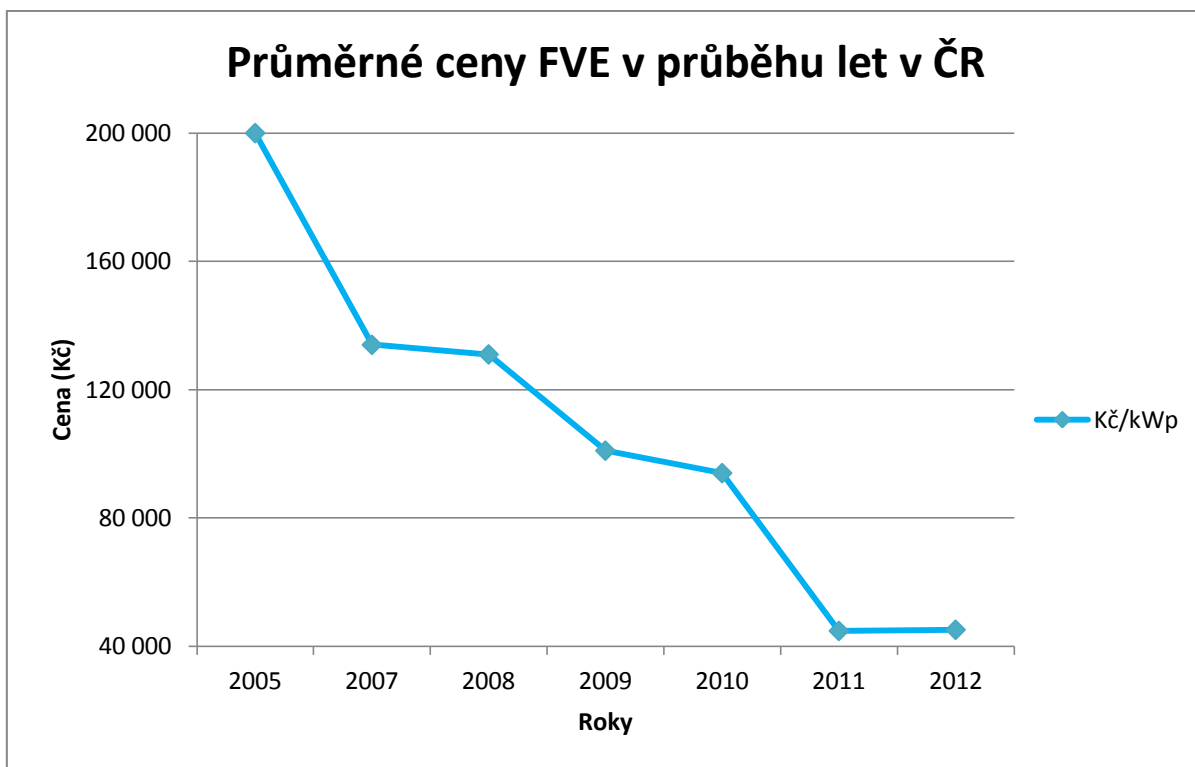
V současné době je na území České republiky okolo 22 tisíc solárních elektráren. Na následujícím grafu je vidět vývoj fotovoltaických elektráren v ČR, především výrazný nárůst roku 2010 a 2011. V minulém roce také rapidně vzrostl počet elektráren, avšak instalovaný výkon se zvýšil podstatně méně. To je způsobeno početnou výstavbu instalací s nižším výkonem na rodinných domcích.



Obrázek 4: Graf zobrazující počet slunečních elektráren a instalovaný výkon k 1. 1. 2013

Zdroj: upraveno podle [26]

Jedním z důvodů razantního počtu zvýšení počtu solárních elektráren je také fakt, že trend cen fotovoltaických elektráren na 1kWp má klesající tendenci. V roce 2013 se cena instalace grid-on systému blíží 30 000 Kč/kWp. Lze tedy předpokládat, že náklady na FVE budou i nadále klesat. Tím se také návratnost fotovoltaických zařízení značně urychluje.



**Obrázek 5: Graf znázorňující průměrné ceny FVE v průběhu let v ČR**

*Zdroj: vlastní zpracování*

Na následující mapě České republiky lze vidět umístění elektráren s výkonem větším než 10 MW. Kdyby mapa měla zaznamenat všechny solární elektrárny na území ČR, byla by velmi nepřehledná. Proto je zde vybráno pouze několik největších elektráren.



Obrázek 6: Mapa zobrazující solární elektrárny s výkonem nad 10 MW

*Zdroj: [33]*

Jedná o elektrárny:

**Ralsko Ra 1** je komplex 4 fotovoltaických elektráren u Ralska v okrese Česká Lípa na 60 ha bývalého vojenského areálu, u kterého by těžko hledalo jiné využití, kde je průměrný roční úhrn záření až 900 kWh/m<sup>2</sup>. Lokace tedy představuje ideální sluneční podmínky. Má instalovaný výkon 38,3 MW, čímž se stala největší sluneční elektrárnou v ČR a v době svého spuštění (v roce 2010) byla zároveň 12. největší sluneční elektrárnou na světě. Elektrárnu tvořící cca 167 000 fotovoltaických panelů provozuje ČEZ Obnovitelné zdroje s.r.o. [49]

Odhadem by měla tato elektrárna ročně vyrobit a prostřednictvím několika trafostanic, rozvoden a spínacích stanic distribuovat množství elektřiny pokrývající spotřebu více než 10 000 domácností ve středních a severních Čechách. [45]

Elektrárna **Vepřek** s výkonem 35,1 MW se nachází na území Vepřek v okrese Mělník, je 2. nejvýkonnější solární elektrárna v ČR. Spuštěna byla v roce 2010 a rozkládá se na území o rozloze 82,5 hektarů, skládá se z celkem 186 960 panelů a provozuje ji společnost Czech Novum s.r.o. [28]

V souvislosti s výstavbou této elektrárny, která si vyžádala 2,7 miliard Kč, byla postavena i nová rozvodna s nákladem 100 milionů Kč. [50]



V roce 2010 elektrárnu **Ševětín**, která je blízko Českých Budějovic, zprovoznil ČEZ Obnovitelné zdroje s.r.o. Má instalovaný výkon 29,9 MW, který ročně množství elektřiny pokrývající spotřebu asi 8 000 domácností, je v místě kde roční úhrn sluneční záření dosahuje 3,8 tisíce MJ/m<sup>2</sup>. Zaujímá plochu 60 hektarů, z důvodu nedostatečné infrastruktury a blízkosti železnice a čističky odpadních vod, se umístění elektrárny do této oblasti jeví jako efektivní. [46]

Fotovoltaická elektrárna **Mimoň Ra 3** se nachází v Ralsku u České Lípy, byla spuštěna v roce 2010 a provozovatelem je rovněž ČEZ Obnovitelné zdroje s.r.o. Území bývalého vojenského areálu představuje ideální sluneční podmínky pro 93 240 fotovoltaických panelů, jejichž výkon je 17,5 MW s roční výrobou 17,6 GWh, dokáže zásobit energií až 4 500 domácností. [44]

Aby mohlo dojít k plnohodnotnému převodu dopadajícího sluneční energie na elektrickou energii, bylo potřeba také výstavba 33 trafostanic a 9 rozvodů. [48]

Fotovoltaická elektrárna **Vranovská Ves** s výkonem 16 MW se nachází poblíž Znojma, kde je roční úhrn globálního záření až 4,1 tisíce MJ/m<sup>2</sup>. Byla spuštěna v roce 2010 a provozovatelem je ČEZ Obnovitelné zdroje s.r.o. [47]

Tato solární elektrárna zabírá asi 90 hektarů, což je asi desetinásobek samotné Vranovské Vsi nebo také 70 fotbalových hřišť. Obec sice přišla o veškerou zemědělskou půdu, obyvatelé si však díky zvýšení každoročního přínosu do obecní kasy o 3 miliony Kč budou moci opravit své nemovitosti, část peněz je určena i na rozvoj obce. [55]

Elektrárna **Stříbro** s výkonem 13,6 MW v okrese Tachov byla až do září 2010 největší elektrárnou v České republice, nyní je až na sedmé příčce. [28]

S rozlohou 30 hektarů se nachází v bývalém vojenském areálu. [42]

### **4.3 Riziko ztráty zemědělské půdy**

Některé solární elektrárny jsou instalované na střešních konstrukcích, některé v bývalých vojenských areálech, avšak mnoho solárních elektráren je na místě zemědělské půdy. Pro provozovatele elektrárny je výhodnější umístění na poli, jedná se o levnější a jednodušší proces plánování výstavby oproti umístění systému na střechy budov. Avšak tím, že se solární elektrárny instalují na zemědělskou půdu, přicházejí zemědělci o možnost na tomto místě pěstovat potraviny.

Rozloha České republiky je 7 887 tisíc hektarů. Plocha zemědělské půdy se každým rokem snižuje. Naštěstí se výstavba elektráren na zemědělské půdě zastavila a již nehrozí, že produkce potravin ze zemědělské půdy bude natolik nedostatečná, že bude ohrožena potravinová bezpečnost státu nebo nebude půda v takovém stavu, aby se na ni daly pěstovat plodiny. Bude ale třeba po ukončení životnosti elektráren zajistit rekultivaci půdy.

Obvykle je na 1 MW instalovaného výkonu solární elektrárny potřeba 2-2,5 ha zemědělské půdy. Toto číslo závisí na oblasti, kde se solární elektrárna nachází. Ne vždy se elektrárny nachází v oblastech ideálních pro výstavbu FVE, proto je v některých případech třeba zabránit např. vzájemnému stínění solárních panelů většími rozestupy konstrukcí. To je hlavní důvod, proč se rozlohy elektráren s podobným výkonem liší.

#### **4.4 Ekonomické riziko**

V posledních letech se počet solárních elektráren značně zvýšil, jedním z důvodů vysokého nárůstu počtu fotovoltaických elektráren, je mimo jiné i výkupní cena za takto vyrobenou energii, která značně převyšovala ostatní jak obnovitelné, tak neobnovitelné zdroje. Regulované výkupní ceny jsou každoročně určovány cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu do 30. listopadu a platí celý následující kalendářní rok.

Je známo, že výrobní cena jaderné energie je asi 1,10 Kč/kWh, kde jsou samozřejmě započítány investiční náklady na stavbu tohoto energetického zdroje, avšak není tam již započítán náklad na bezpečnou likvidaci radioaktivních materiálů zbylých po těchto jaderných zdrojích, proto ani nelze odhadnout, jaká je reálná cena „jaderné kWh“.

Výrobní cena solární energie, s veškerými náklady, je u nyní vybudovaných FVE přibližně 2,20 Kč/kWh. Často jsou výrobní ceny jednotlivých zdrojů energie porovnávány a fotovoltaika je velmi kritizována a hodnocena jako drahý zdroj energie. Je třeba si však uvědomit, že do cen ne všech druhů energie jsou zakalkulovány všechny související náklady. A srovnávat ceny energií je proto poněkud problematické.

Bohužel se ale i přes všechno úsilí nepodařilo dohledat výrobní ceny všech druhů výroby elektřiny, proto zde budou brány v potaz pouze ceny výkupní.

Skoro polovinu ceny elektřiny dodávané domácnostem představují daně (DPH a ekologická) a distribuce elektřiny. [58]

Výkupní ceny jsou samozřejmě pouze jedním z faktorů ovlivňující cenu dodávané elektřiny, ale je to také důležitá složka pro tvorbu ceny. Proto je třeba zjistit, zda se díky

vysokým výkupním cenám solární energie nestaly ceny elektrické energie zbytečně předraženými a zda je tato situace z pohledu společnosti riziková, či nikoliv.

#### **4.5 Riziko nerovnoměrných dodávek**

Fotovoltaické systémy jsou schopny pokrýt okamžitou spotřebu energie, problém však nastává tehdy, je-li potřeba pokrýt spotřebu energie i například v noci, z hlediska dlouhodobého horizontu např. v zimě. Otázkou také zůstává, jak naložit s přebytkem vyrobené energie tak, aby se dal využít v případě potřeby elektřiny v síti.

Proto je třeba hledat vhodné možnosti akumulace vyrobené elektřiny. V současné době se využívají například kondenzátory, jejich výhoda je velmi vysoký počet cyklů vybití a nabití, avšak jedná se pouze o krátkodobé ukládání. Využívají se také akumulátory, kde je energie uchovávána v chemické sloučenině, mají vysokou účinnost, ale také vysokou cenu a ve velkých kapacitách představují i riziko požáru či výbuchu, také negativně ovlivňují životní prostředí. Nejběžnější metodou akumulace velkého množství energie na delší dobu jsou přečerpávací vodní elektrárny, jejichž schéma lze vidět v příloze (B). V době mimo špičku přebytečná energie ze sítě roztáčí čerpadla a voda se přečerpává z dolní nádrže do horní. V případě nedostatku energie v síti, je voda přepouštěna z horní nádrže do dolní nádrže přes turbínu a akumulovaná energie se vrací zpět do sítě. Jejich výhodou je, že dokážou rychle reagovat na výkyvy ve spotřebě energie. Celková energetická účinnost bývá cca 70-85 %.

[39]

Nevýhodou je náročnost stavby a fakt, že stavba je možná pouze ve vhodných terénních podmínkách. V České republice jsou pouze čtyři přečerpávací vodní elektrárny. Vodní elektrárna Dalešice leží na Vysočině, je to pravděpodobně nejvyšší sypanou hrází v celé Evropě a má výkon 480 MW. [57]

Vodní elektrárna Dlouhé Stráně ležící uprostřed v CHKO Jeseníky je jednou z nejekologičtějších energetických staveb v Evropě a nejvýkonnější vodní elektrárnou v ČR (650 MW). Každý kilowatt instalovaného výkonu ušetří za dobu své životnosti asi 2,5 t uhlí a zabrání vzniku 60 kg oxidu siřičitého, který by do ovzduší při výrobě vypustily tepelné elektrárny. [30]

Další přečerpávací vodní elektrárny jsou Štěchovice a Černé jezero.

Dalším faktorem přispívajícím k možnosti rozvrácení sítě je hrozba plošného výpadku proudu vlivem solární nebo větrné energetiky. Výrazný výpadek proudu, který přeruší zásobování elektrickou energií pro rozsáhlé území, je nazýván blackout.

Z důvodu vysokého nárůstu instalací solárních elektráren v posledních letech, se zvyšuje jejich vliv i na rozvodnou energetickou síť. Provozování fotovoltaických elektráren s malým výkonem má na provoz rozvodných sítí minimální vliv, avšak instalace s výkonem v MWh mohou mít významný vliv na distribuční soustavu v daném regionu. Z důvodu proměnlivosti, nerovnoměrnost a neurčité dostupnosti energie ze solárních elektráren, může dojít i k výpadku energetické sítě. Produkce solárních elektráren závisí ve velké míře na počasí a jeho předpovědích, jejichž úroveň v poslední době je velmi vysoká, obzvláště v horizontu dvou dnů, což je doba potřebná pro efektivní řízení elektrorozvodných sítí.

Příčinou plošného výpadku elektřiny na velkém území může být také extrémní spotřeba energie, která vede k přetížení sítě, technický stav energetické sítě, nedostatečná kontrola jednotlivých zařízení či nedostatečná koordinace pracovníků obsluhujících jednotlivé části přenosové soustavy.

Desetiprocentní přetížení lze přenášet přenosovou sítí pouze 15 minut bez následků, příčinou blackoutu bývá mnohem déletrvající přetížení. [34]

Zákonným ustanovením musí být od 1. 7. 2013 všechny fotovoltaické zdroje nad 100 kWp vybaveny zařízením umožňujícím utlumení těchto zdrojů o 30 %, 60 % a 100 %. Tento nástroj v rukou distributora elektrické sítě prakticky vylučuje možnost blackoutu z důvodu nadbytku elektrické energie v síti z FV zdrojů.

Následující rizika budou pouze popsána a slovně zhodnocena.

#### **4.6 Riziko likvidace fotovoltaického systému**

V současné době není problematice likvidace solárních panelů věnována taková pozornost, jelikož životnost panelů se odhaduje minimálně na 20 let. V uplynulých letech se výrazně zvýšila výstavba solárních elektráren, což bude mít za následek značné zvýšení množství odpadu pocházející z fotovoltaiky.

V roce 2008 činilo množství odpadu pocházejícího z tohoto odvětví 3 800 tun, odhaduje se však, že toto číslo vzroste každé 2 až 4 roky dvojnásobně, předpokládá se, že v roce 2020 dosáhne 35 000 tun. [43]

Staré fotovoltaické systémy se dnes buď recyklují, nebo ekologicky likvidují. Likvidace za sebou nechává opět odpady, tudíž se zdá jako vhodnější varianta recyklace. Kabeláž, která je použita na instalaci, je dále recyklována a upravena na opětovné použití. Elektrická zařízení zajišťující dobrou funkčnost systému se také zpracovávají, stejně tak hliníkové nosné

konstrukce a kovové fixační prvky. Podstatnou součástí při výrobě modulů je křemík. Toho, který by bylo vhodné pro výrobu fotovoltaických článků, je velmi málo, opětovné využití proto podstatně snižuje cenu nových panelů. [54]

Výhodou recyklace také zůstává fakt, že recyklované fotovoltaické panely jsou stejně účinné jako nové panely, jejich cena by měla být nižší, čímž se sníží i doba návratnosti investice.

V lednu 2013 došlo k úpravě zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, na jejímž základě mají provozovatelé solárních elektráren povinnost zajistit recyklaci panelů zprovozněných před 1. lednem 2013. Pro systémy zprovozněné po tomto datu přebírají povinnost recyklace výrobci a dovozci.

Kolektivní systém zpětného odběru by měl ekologickou likvidaci usnadnit. Výrobci a dovozci solárních panelů se mohou zapojit do kolektivního systému zpětného odběru, který se postará o sběr, třídění, nakládání a recyklaci panelů, avšak svou povinnost mohou plnit i samostatně. Provozovatelé, na rozdíl od výrobců, mají povinnost zapojit se do tohoto systému do 30. června 2013. [41]

Provozovatelé elektráren, jenž instalovali před 1. lednem 2013, mají povinnost hradit v letech 2014-2018 recyklační poplatek, který závisí na hmotnosti a složení panelů. [56]

Vyhláška je nyní v meziresortním připomínkovém řízení a v případě, že bude schválena v navržené podobě, budou provozovatelé FVE platit po dobu pěti let roční příspěvek na recyklaci solárních panelů ve výši zhruba 100 000 Kč na 1 MW instalovaného výkonu.

Součástí faktur na výstavbu fotovoltaických elektráren byl doposud „recyklační poplatek“, nyní vláda prosadila další poplatky související s fotovoltaikou. Specializované firmy mají v současné době již výkupny, kde odebírají vadné panely (80 Kč/kus), jelikož jsou vhodným druhotným zdrojem, zejména skla, hliníku a křemíku.

#### **4.7 Riziko mimořádných událostí**

Tato podkapitola je zaměřena na možná rizika z pohledu HZS ČR. Jsou zde popsány rizika plynoucí pro HZS v prostorách fotovoltaických elektráren, obvyklé příčiny vzniku požáru, problémy, s nimiž se HZS může při zásahu u fotovoltaických systémů setkat, současný stav přípravy HZS z hlediska fotovoltaiky a možné návrhy opatření, jak vzniklým problémům předcházet.

### **4.7.1 Riziko úrazu elektrickým proudem**

Pro zasahující hasiče představuje velké riziko související s FVE úraz elektrickým proudem. V souvislosti se zasažením člověka elektrickým proudem, se hodnotí velikost proudu, doba působení, frekvence proudu, cesta průchodu proudu tělem a zdravotní stav zasažené osoby. Rozlišuje se také, zda se jedná o stejnosměrný či střídavý proud. [13]

Střídavý proud s frekvencemi okolo 40-60 Hz způsobuje zasažené osobě svalové křeče, díky nimž se nedokáže uvolnit sevření okolo vodiče. Tato frekvence se podobá frekvenci srdce, což může vyvolat fibrilaci a selhání srdečního svalu. Smrtelná hodnota střídavého proudu je okolo 0,1 A. Následek stejnosměrného proudu je elektrochemické působení, které způsobuje usmrcení buněk. Smrtelná hodnota stejnosměrného proudu je okolo 0,5 A. [35]

Meze dovoleného dotykového stejnosměrného napětí stanovuje ČSN 332000-4-41 v normálních a nebezpečných prostorech krátkodobě na 120 V a dlouhodobě na 60 V.

Fotovoltaický panel dokáže vyrobit maximálně 30 V stejnosměrného napětí, tudíž není pro člověka nebezpečný. Ale tím, že se jednotlivé panely pospojují, se zvýší stejnosměrné napětí až na 400 V. Riziko hrozí pouze přes den, kdy na fotovoltaický panel dopadá sluneční záření, jakmile je obloha zatažená, snižuje se výkon panelu. Ideální teplota pro optimální výkon solárního panelu se pohybuje okolo 25 °C. S vyšší teplotou úměrně klesá i výkonnost panelu (výkonnost klesá cca o 0,5 %/1 °C), což nelze hodnotit z hlediska účinnosti výroby elektřiny kladně, nýbrž z hlediska bezpečnosti ano. Riziko úrazu elektrickým proudem je třeba brát v potaz především ve spojitosti s požárem, kdy je třeba rozebrat například střešní konstrukci s instalací solární elektrárny, kde může být poškozená izolace vodičů v půdních prostorách nebo v jiných patrech budovy, v níž instalace stejnosměrného napětí vedou až do přízemí, kde se nachází instalovaný střídač. U této varianty je třeba brát v potaz i situaci, kdy by mohlo dojít k úrazu elektrickým proudem v důsledku zaplavení elektrického vedení a zařízení. Nebezpečí také vyplývá z pohybu hasičů v souvislé vrstvě vody, skrz kterou vedou poručené solární rozvody. [13]

### **4.7.2 Riziko zřícení konstrukce při zásahu**

Dalším rizikem, které může nastat, je zřícení konstrukcí, které vznikne porušením statické nebo dynamické únosnosti konstrukcí a snížením mechanické pevnosti konstrukčních materiálů staveb nebo technologických zařízení. Mechanická pevnost je ovlivněna změnou teploty, zvýšeným dynamickým nebo statickým zatížením, porušením celistvosti konstrukcí mimořádnou událostí (např. výbuch) nebo díky činnosti člověka.

Zřícení konstrukcí vede ke vzniku dalších nebezpečí a komplikuje a zpomaluje zásah záchranářů. Jedná se například o zasypání a zavalení (civilistů i hasičů), zranění, úrazy elektrickým proudem, vznik nebo rozšíření požáru, poškození a zatarasení únikových cest, nebezpečí propadnutí či pádu. Významnou roli zde hraje materiál konstrukce, díky němuž má každá konstrukce jinou odolnost. [13]

S instalacemi fotovoltaických elektráren na střeše budov je třeba počítat s plošným zatížením o asi  $15 \text{ kg/m}^2$  vyšším než bez instalace.

### **4.7.3 Riziko pádu**

Nebezpečí pádu nikdy nelze zcela vyloučit. Riziko pádu je třeba vždy snížit s ohledem na bezpečnost zasahujících hasičů, za nebezpečný se považuje pád z výšky nad 1,5 m a pád do nebezpečného prostředí. Za nejčastější příčiny pádu se považuje ztráta rovnováhy, nedostatečné zajištění, zřícení konstrukcí, povětrnostní vlivy, propadnutí či zřícení konstrukcí.

Nebezpečí pádu hrozí především při hašení střešních konstrukcí fotovoltaických elektráren. Hasiči mohou při zásahu např. zakopnout jak o konstrukci, tak o kabeláž.

### **4.7.4 Příčiny vzniku požáru**

Fotovoltaické panely nejsou samy o sobě příčinou vzniku požáru. Mezi nejčastější příčiny požáru patří: [41]

- vznik elektrického zkratu;
- vznik přechodového odporu;
- přetížení elektrické sítě;
- neodborná instalace elektrického zařízení;
- nedostatečná izolace a krytí ve vztahu k vlivům prostředí;
- usazení vrstvy hořlavého prachu na elektrickém zařízení;
- iniciace od výboje statické elektřiny nebo atmosférické elektřiny – blesky, kulové blesky.

U systémů instalovaných na hořlavých střešních krytinách dochází k rychlému rozšíření požáru pod instalací a ke snižování napětí a výkonu, celá instalace shoří dříve, než přehoří solární vedení. U nehořlavých střešních krytin je doba ovlivnění výkonu a napětí ve

fotovoltaických panelech mnohem delší, instalace je funkční do doby, než začne docházet k prohořívání krytiny. Je proto nutné brát tento fakt v potaz.

#### **4.7.5 Současná situace z pohledu HZS**

Při požárech FVE se mohou jednotky požární ochrany setkat s následujícími komplikacemi:

- nezjistitelnost fotovoltaické elektrárny v objektu při příjezdu JPO;
- nedostatečná informovanost JPO (plán instalace rozvodů, typ FVE, umístění odpojovacích prvků);
- zvýšení rizika úrazu elektrickým proudem při hašení z důvodu poškození ochranných prostředků hasiče;
- šíření stejnosměrného proudu v souvislé vodní vrstvě;
- označení přístupů k ovládacím prvkům solární elektrárny;
- intenzivní hoření travního porostu v době sucha;
- velké zatížení na střešní konstrukci;
- další technologické konstrukce a vybavení budov (ventilace, světlíky, bleskosvody, antény), ve kterých může být také elektrické napětí;
- okamžitá nedostupnost obsluhy FVE a následný násilný vstup do areálu FVE.

Podle Bojového řádu jednotek požární ochrany jsou požárem nejvíce ohroženy kabelové rozvody, jističe stejnosměrného a střídavého napětí a především měniče, které jsou nejčastější příčinou vzniku požáru.

Při požáru elektroinstalace FVS se přistupuje podobně jako při hoření elektrických zařízení pod el. proudem. Používají se nevodivá hasiva, např. CO<sub>2</sub>, práškové přenosné hasicí přístroje. Pokud je to možné, odpojí se hořící zařízení (např. měnič) od ostatních částí FVS nebo se FVS odpojí do elektrické rozvodné sítě objektu, příp. i akumulátorů. Fotovoltaické panely jsou částečně funkční až do teploty okolo 200 °C.

Ke zvýšení rizika požáru značně přispívá přítomnost stejnosměrného napětí a proudu v kovových konstrukcích střechy, v uchycení FV panelů vlivem obnažení rozvodných kabelů stejnosměrného napětí vedoucího mezi FV panely a konstrukcí střechy, hořlavost střešního



pláště, krytiny, typ nosné konstrukce střechy, nemožnost potvrdit úplné odpojení budovy od elektrické energie.

O hašení vodou elektrických zařízení rozhoduje velitel zásahu a je nutné používat schválenou proudnici, dodržovat bezpečnou vzdálenost za předepsaného minimálního tlaku vody na proudnici, dodržet čistotu vody apod. Při hašení je nutno proud vody nasměrovat na hořící objekt až po dosažení alespoň minimálního tlaku na proudnici a ukončit hašení snížením tlaku až po přesměrování proudu mimo místo objektu.

Při hasebních pracích, kdy není možné odpojit elektrickou energii nad 400 V, je možné v odůvodněných případech uplatnit oprávnění velitele zásahu, např. když by záchrana osob, zvířat nebo majetku měla bezprostředně ohrožovat život zasahujících hasičů nebo když již nelze, ani přes vynaložení všech dostupných sil a prostředků, osoby, zvířata nebo majetek zachránit, má velitel zásahu oprávnění záchranu přerušit. [13]

Při zásahu u požáru solárních elektráren hrozí zranění zasahujících hasičů, nezvladatelné rozšíření požáru, zřícení střešní konstrukce, zranění elektrickým proudem, možnost pádu hasiče ze střechy atd.

#### **4.7.6 Návrhy pro zlepšení situace pro HZS při zásazích v prostorách solárních elektráren**

V případě zásahu více složek Integrovaného záchranného systému, řídí činnost jednotek a dalších subjektů velitel zásahu. Při zásahu dvou nebo více jednotek řízení zásahu převezme velitel jednotky, která zahájila činnost na místě zásahu jako první, pokud některý z velitelů zasahujících jednotek nevyužije právo přednostního velení. Krajský řídicí důstojník kraje je v operačním řízení nadřízen všem příslušníkům a občanským zaměstnancům HZS kraje a je podřízen řediteli HZS kraje, který může měnit jeho rozhodnutí. Je oprávněn převzít pouze funkci velitele zásahu od velitele zásahu, kterým je příslušník HZS z jeho kraje. Z toho vyplývá, že velitelem zásahu bývá příslušník HZS. Je třeba zásah organizovat tak, aby proběhl v co nejkratším čase a co nejefektivněji.

V případě úrazu (nebo i jeho hrozby), by na místo zásahu měla dorazit také Zdravotnická záchranná služba, která zajistí ošetření a převoz zraněných osob do zdravotnických zařízení.

Vyžaduje-li to situace, Policie ČR zajistí prostor zásahu tak, aby se v místě zásahu nepohybovali nepovolané osoby, které by navíc mohly zásah zkomplikovat (zranit se, přispět k rozšíření požáru, ke zřícení konstrukce, zcizit předměty v areálu či budově, kde je zásah prováděn). V případě, že se jedná o úmyslně založený požár, policie zadrží pachatele, pokud

se nachází v místě zásahu, či vyšetří, jak k dané situaci došlo a učiní opatření, která zajistí dopadení pachatele.

K předcházení problémů HZS při zásazích v areálu s FVS by bylo vhodné, aby:

- byly objekty, kde se nachází FVE, označeny, např. grafickým symbolem, na elektroměru nebo pojistkových skříních;
- u jednotlivých instalací fotovoltaických elektráren se nacházely informace např. o tom, že v areálu je FVE, její typ a schéma zapojení, stavební konstrukce, technický výkres instalace a způsob, jak bezpečně solární panely odpojit;
- jednotky byly upozorněny na další rozvaděče, či jiné možnosti jak vypnout pracující solární panely;
- pro stejnosměrnou část byly vybudovány ovládací prvky co nejbližší u solárních panelů (ideální je ovládání ze sítě rozvaděče objektu), které bude možné v případě potřeby okamžitě odpojit;
- byly nainstalovány např. dálkové odpojovače do jednotlivých solárních panelů, díky nimž by mohlo dojít buď ke snížení, nebo úplnému odpojení celého fotovoltaického systému;
- solární panely nebyly instalovány na hořlavých krytinách, kde dojde k rychlému rozšíření požáru (u FVS instalovaného na hořlavé krytině dojde ke shoření celé instalace dřív, než přehoří solární vedení);
- zasahující hasiči vždy viděli vedení a rozvody během hasebních prací a stáli mimo vodivé prostředí;
- byly dodržovány zásady cvičebního řádu a taktiky zásahu, odborné přípravy jednotek a vhodné použití výškové techniky, čímž lze zabránit pádu zasahujících hasičů;
- byly vhodně vytvořeny podmínky pro organizovaný a bezpečný pohyb a označené překážky v místě zásahu a určený způsob jištění hasičů ohrožených pádem či propadnutím;
- byla dodržována bezpečná vzdálenost zasahujících hasičů od solárních panelů, také je třeba sledovat tlak vody, aby nedošlo k úrazu elektrickým proudem;

- bylo zabráněno šíření požáru, k němuž značně přispívá také silné proudění větru, použitím roztrášeného proudu vody, a aby se jednotky vyhýbaly kontaktu s vodivými částmi konstrukce;
- v případě požáru travního porostu u oplocených solárních elektráren jednotky zasahovaly pouze v místech, kde je třeba zabránit šíření požáru, nehasily poškozené a hořící solární panely, pokud to není nevyhnutelné, a nepřibližovaly se k ohořelým kabelům nebo panelům, kde hrozí riziko úrazu elektrickým proudem;
- byla brána v potaz pravděpodobnost zřícení konstrukce a podle toho byl volen směr a místo nasazení hasičů i požární techniky tak, aby byla možnost zřícení eliminována;
- se nenasazovaly jednotky na místa možného dopadu zřícené konstrukce, zajistily se konstrukce, u kterých hrozí zřícení, či odlehčily tyto konstrukce, čímž by se také mohlo snížit riziko zřícení a následného úrazu hasičů;
- aby na střeše objektu zasahoval pouze nezbytný počet hasičů a nebyli nasazeni hasiči na střešní konstrukci při hašení střech vodivými hasivky.

## 4.8 Analýza jednotlivých rizik

### 4.8.1 Analýza rizika ztráty zemědělské půdy

K výpočtu množství území zemědělské půdy zabrané fotovoltaickými elektrárnami bude použit poměrový ukazatel zabrané půdy FVE vůči celkové rozloze zemědělské půdy v ČR.

Plocha ČR = 7 887 000 ha

Zemědělská půda v ČR v roce 2011 = 4 229 167 ha

Fotovoltaické elektrárny zabírají 4 000 ha [25]

Plocha zabírající FVE:

$$\frac{4000}{7887000} \times 100 = 0,09 \%$$

V následující části je znázorněno kolik zemědělské půdy by FVE zabíraly v případě, že by měly vyrábět veškerou elektrickou energii pro Českou republiku.

Pro výpočet průměrné roční výroby elektřiny bylo vybráno několik největších solárních elektráren, které již byly zmíněny v kapitole 4.2. Jedná se pouze o průměrné hodnoty a výsledek proto bude spíše orientační.

Tabulka 1: Roční výroba elektřiny v roce 2011 v GWh/1 ha a její průměr

Elektrárna	Instal. výkon (MW)	Plocha (ha)	Roční výroba elektřiny (GWh)	Roční výroba elektřiny na 1 ha (GWh)
Vepřek	35,1	82,5	40,4	0,49
Ševětín	29,9	60	32,5	0,54
Ralsko Ra 1	38,3	82,5	40	0,48
Vranovská ves	16,0	90	18,4	0,20
Stříbro	13,6	30	15,6	0,52
<b>Průměr</b>				0,446

Zdroj: vlastní zpracování

Celková výroba elektřiny v ČR v roce 2011 = 87 600 GWh

Výroba elektřiny ve FVE v ČR = 0,446 GWh/ha

Teoretická plocha zabírající FVE:

$$\text{————} = 196\,413 \text{ ha}$$

Velikost zabrané zemědělské půdy FVE:

$$\text{————} = 4,6 \%$$

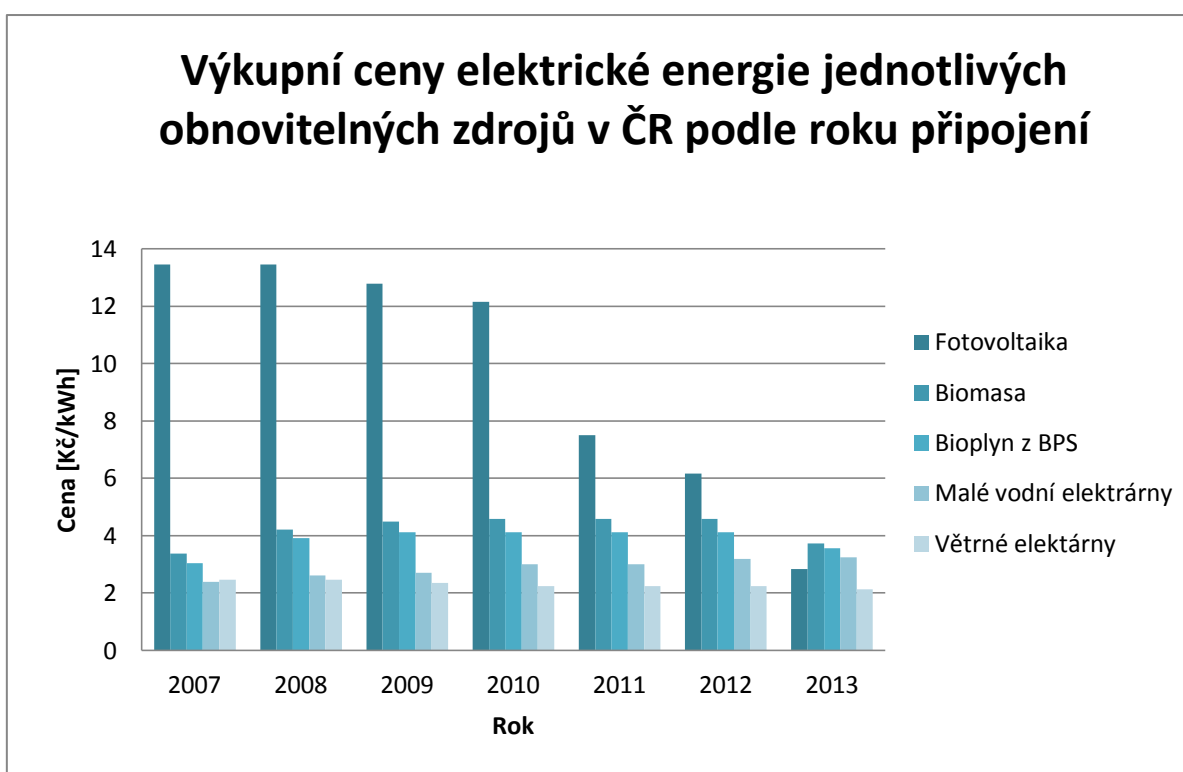
#### 4.8.2 Analýza ekonomického rizika

V následující tabulce a grafu lze vidět vývoj výkupních cen elektrické energie jednotlivých obnovitelných zdrojů. Jelikož jsou od roku 2011 podporovány pouze instalace s výkonem pouze do 30 kWp, je zde proto uvedena cena pro FVE s výkonem do 30 kWp.

**Tabulka 2: Srovnání výkupních cen elektrické energie jednotlivých obnovitelných zdrojů v ČR platných v roce 2013, v závislosti na roku připojení k síti**

Zdroj	Cena v jednotlivých letech [Kč/kWh]						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Fotovoltaika</b>	13,46	13,46	12,79	12,15	7,50	6,16	2,83
<b>Biomasa</b>	3,37	4,21	4,49	4,58	4,58	4,58	3,73
<b>Bioplyn z BPS</b>	3,04	3,90	4,12	4,12	4,12	4,12	3,55
<b>Malé vodní elektrárny</b>	2,39	2,60	2,70	3,00	3,00	3,19	3,23
<b>Větrné elektrárny</b>	2,46	2,46	2,34	2,23	2,23	2,23	2,12

*Zdroj: vlastní zpracování*

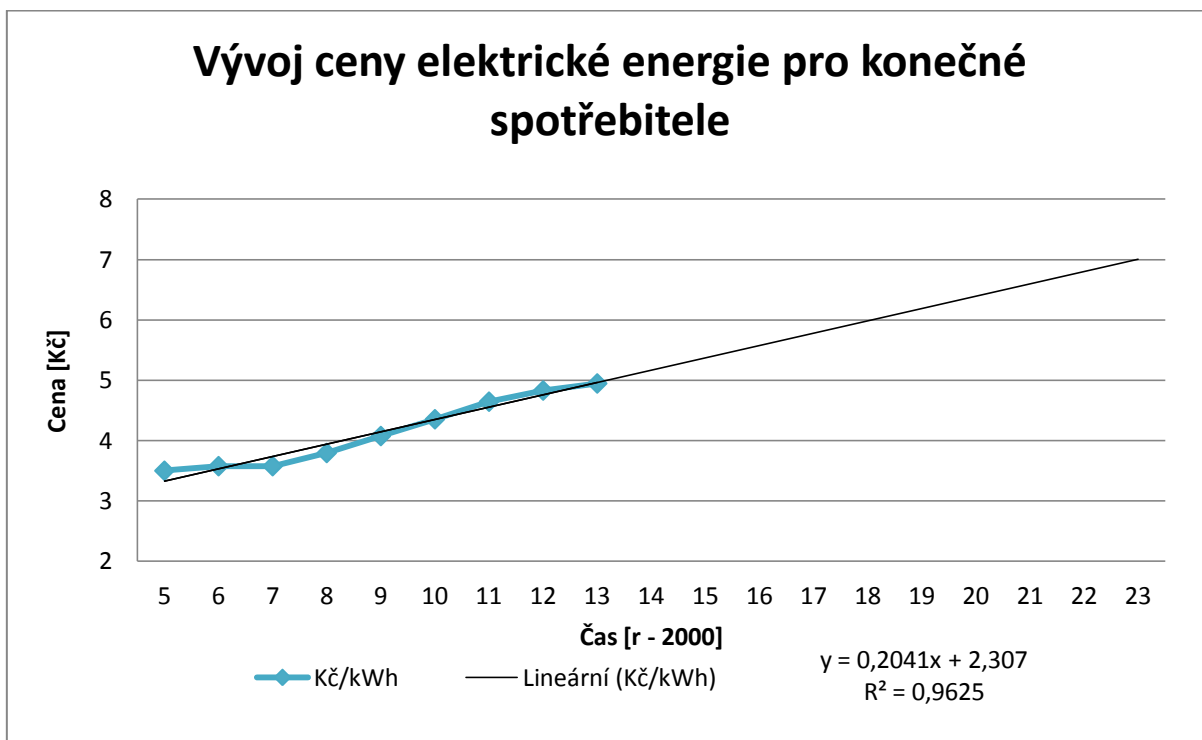


**Obrázek 7: Graf znázorňující úroveň výkupních cen elektrické energie v roce 2013 jednotlivých obnovitelných zdrojů, v závislosti na roce připojení k síti**

*Zdroj: vlastní zpracování*

Z grafu vývoje výkupních cen lze usoudit, že pro FVS připojené v letech 2007-2010 byly výkupní ceny solární energie až nepřiměřeně vysoké oproti výkupním cenám ostatních zdrojů energie. V roce 2011, kdy se významně zvýšil počet provozoven, se také významně snížila

výkupní cena. Nyní se cena pohybuje na srovnatelné úrovni s výkupními cenami jiných obnovitelných zdrojů energie.



Obrázek 8: Graf znázorňující vývoj cen elektřiny v ČR

*Zdroj: vlastní zpracování*

Graf na obrázku 8 znázorňuje vývoj cen elektřiny v ČR v průběhu let. Predikci budoucího vývoje cen elektřiny pro domácnosti zobrazuje lineární spojnice trendu, která je prodloužena o 10 období vpřed. Lze tedy předpokládat, ceny elektřiny budou i nadále stoupat. Z regresní funkce  $y = 0,2041x + 2,307$  vyplývá, že se cena elektrické energie každým rokem zvyšuje a bude zvyšovat zhruba o 0,2 Kč. V roce 2023 se tak budou ceny elektřiny pohybovat okolo 7 Kč/kWh, což je zhruba 2krát více než v roce 2005.

### 4.8.3 Analýza rizika nerovnoměrných dodávek

Tabulka 3: Vývoj instalovaného výkonu jednotlivých druhů elektráren a jejich podíl na energetickém mixu ČR v letech 2007-2009

Druh elektrárny	2007		2008		2009	
	Výkon [MW]	Podíl [%]	Výkon [MW]	Podíl [%]	Výkon [MW]	Podíl [%]
<b>Parní</b>	10 648,1	60,6	10 685,2	60,3	10 720,1	58,5
<b>Paroplynové a plynové</b>	860,9	4,9	897,7	5,1	934,9	5,1
<b>Vodní vč. PVE</b>	2 175,0	12,4	2 191,8	12,4	2 183,0	11,9
<b>Jaderné</b>	3 760,0	21,4	3 760,0	21,2	3 830,0	20,9
<b>Větrné</b>	113,1	0,6	150,0	0,8	193,2	1,1
<b>Fotovoltaické</b>	3,4	0,02	39,5	0,22	464,6	2,5
<b>Celkem</b>	17 560,5	100,0	17 724,2	100,0	18 325,8	100,0

*Zdroj: vlastní zpracování*

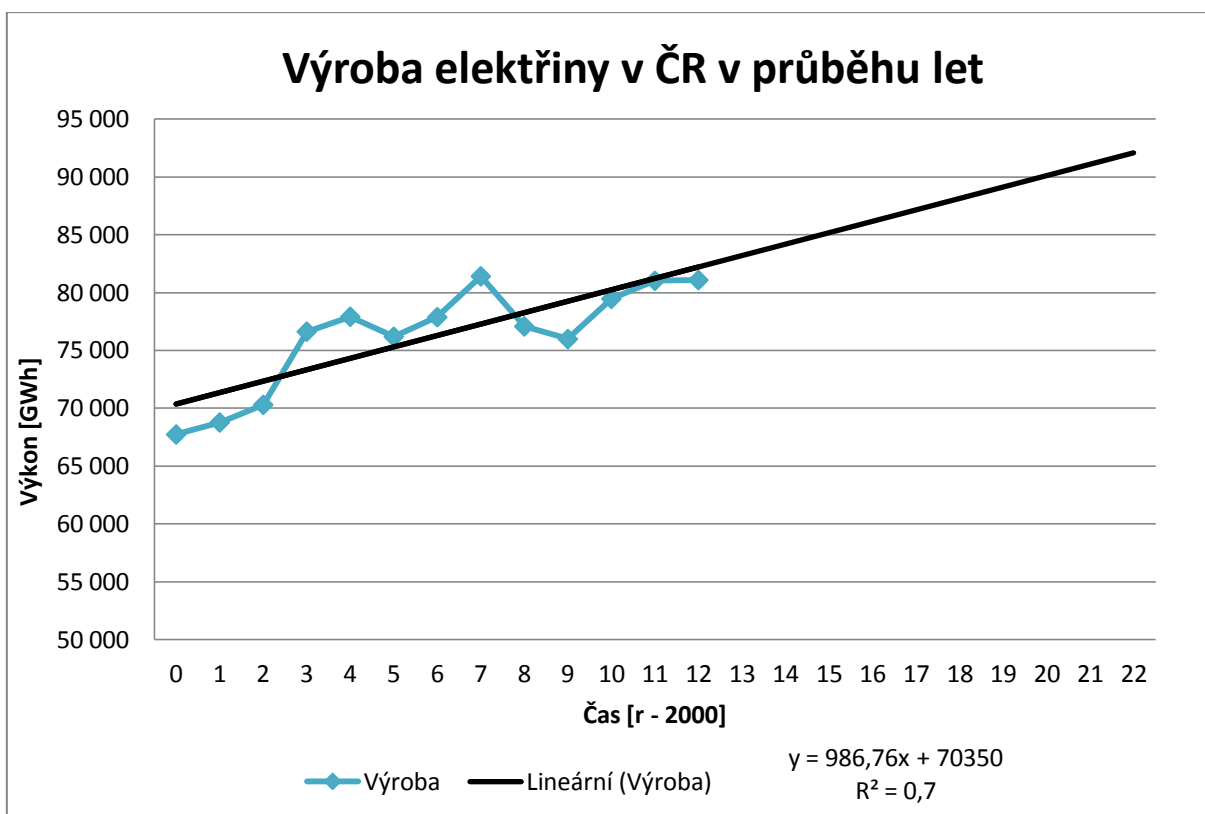
**Tabulka 4: Vývoj instalovaného výkonu jednotlivých druhů elektráren a jejich podíl na energetickém mixu ČR v letech 2010-2012**

Druh elektrárny	2010		2011		2012	
	Výkon [MW]	Podíl [%]	Výkon [MW]	Podíl [%]	Výkon [MW]	Podíl [%]
<b>Parní</b>	10 769,0	53,6	10 787,5	53,3	10 644,1	51,9
<b>Paroplynové a plynové</b>	1 024,4	5,1	1 101,5	5,4	1 270,8	6,2
<b>Vodní vč. PVE</b>	2 202,6	11	2 201,1	10,9	2 215,7	10,8
<b>Jaderné</b>	3 900,0	19,4	3 970,0	19,6	4 040,0	19,7
<b>Větrné</b>	217,8	1,1	218,9	1,1	263,0	1,3
<b>Fotovoltaické</b>	1 959,1	9,8	1971,0	9,7	2 086,0	10,2
<b>Celkem</b>	20 072,9	100,0	20 250	100	20 519,6	100,0

*Zdroj: vlastní zpracování*

Jak lze vidět v tabulkách 3 a 4, instalovaný výkon fotovoltaických elektráren tvoří asi 10 % z celkového výkonu, což je množství, které již může ovlivnit plynulost dodávek elektřiny. V současné době jsou již dotovány pouze střešní solární elektrárny s výkonem do 30 kWp, tudíž se výstavba elektráren s vyšším výkonem jeví velmi nerentabilně, z čehož lze usuzovat, že se podíl fotovoltaických elektráren na energetickém mixu ČR již výrazně nezvýší.

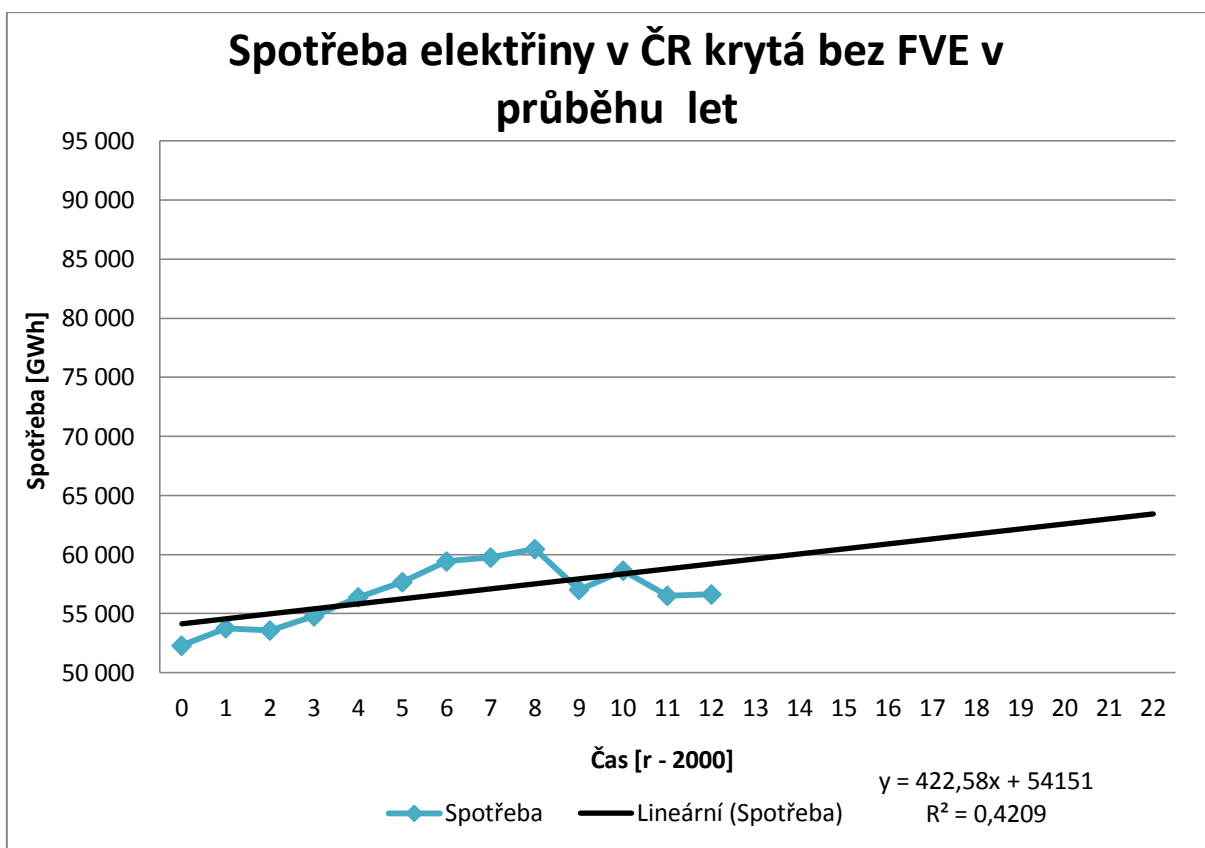




**Obrázek 9: Graf znázorňující vývoj a prognózu výroby elektřiny v ČR v jednotlivých letech**

*Zdroj: vlastní zpracování*

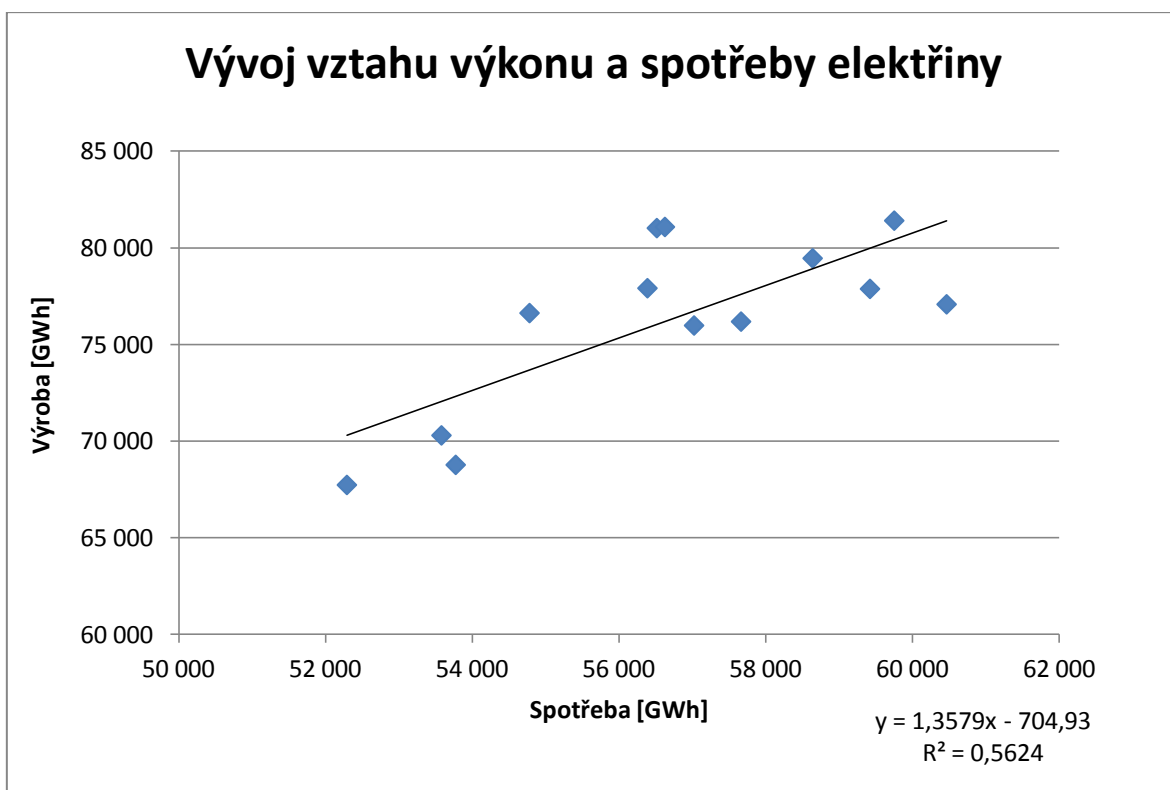
Na obrázku 9 se nachází vývoj výroby elektřiny v České republice v jednotlivých letech. V příloze (C) se nachází výsledek regresní analýzy dat vývoje výroby elektřiny. Z regresní funkce  $y = 986,76x + 70350$  vyplývá, že k výrobě 70 350 GWh v roce 2000 přibývá a v budoucnosti každým rokem bude přibývat průměrně necelých 1 000 GWh. Koeficient  $R^2$  vyjadřuje statistickou závislost veličin, kterou lze vyhodnotit jako vysokou. Hodnoty výroby elektřiny v jednotlivých letech se tedy budou pohybovat v blízkosti lineární spojnice trendu. Ta byla prodloužena o 10 období vpřed, aby byl zobrazen pravděpodobný vývoj do budoucna, trend vývoje výroby elektřiny bude nadále vzestupný.



**Obrázek 10: Graf znázorňující vývoj a prognózu spotřeby elektřiny v ČR krytou bez FVE v jednotlivých letech**

*Zdroj: vlastní zpracování*

Z obrázku 10 lze vidět vývoj spotřeby elektřiny v ČR kryté bez fotovoltaických elektráren v průběhu let. Lineární spojnice trendu byla opět prodloužena o 10 let vpřed, aby byl zřetelný předpokládaný vývoj i do budoucna. V příloze (D) se, stejně jako u výroby elektřiny, nachází regresní analýza dat vývoje spotřeby elektřiny. Z regresní funkce  $y = 422,58x + 54151$  vyplývá, že ke spotřebě 54 151 GWh v roce 2000 přibývá a v budoucnosti bude přibývat každý rok průměrně asi 423 GWh. Na základě lineární spojnice trendu, která je díky kladné hodnotě koeficientu v rovnici  $y = 422,58x + 54151$  rostoucí, a hodnot pohybujících se v blízkosti regresní přímky, lze tvrdit, že spotřeba elektřiny v České republice bude nadále mírně stoupat, přestože v posledních letech měla klesající tendenci.



Obrázek 11: Graf znázorňující vztah vyrobené a spotřebované elektřiny elektrické soustavy v ČR

Zdroj: vlastní zpracování

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%	Horní 95%
Hranice	25096,24899	8415,31263	2,982212318	0,012470094	6574,270783	43618,22719
Soubor X 1	0,414182502	0,11015027	3,76015875	0,003153794	0,171743392	0,656621612

Tabulka 5: Výsledek regresní analýzy dat poměrového indexu výkonu a spotřeby elektřiny v průběhu let

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 11 znázorňuje regresní křivku, vzniklou poměrem spotřeby elektřiny kryté bez FVE k výrobě elektrické soustavy, vypovídající o závislosti těchto dvou veličin. Část výsledku regrese analýzy dat, který je třeba k určení vztahu veličin, je zobrazen v tabulce 5. Celý výsledek analýzy se nachází v příloze E. Závislost spotřeby a výroby elektřiny je určena přímkou  $y$  s rostoucím průběhem, čím vyšší bude spotřeba, tím vyšší bude i výroba elektřiny. V tomto případě je koeficient  $R^2$  0,5624 a při 95% spolehlivosti se závislost pohybuje zhruba mezi hodnotami 0,2-0,7. Lze tedy říci, že výroba elektrické energie v ČR je dlouhodobě podstatně vyšší než vlastní spotřeba a část energie je možno exportovat. Tento pozitivní fakt ale v žádném případě neznamená, že není nutno nahrazovat dosluhující zdroje energie zařízeními efektivními, bezpečnými a více využívající OZE.

## 5 HLAVNÍ POZNATKY A DOPORUČENÍ

Analýza je prováděna v několika částech, postupně budou tedy i jednotlivé poznatky shrnuty.

Jak lze z výpočtu poměru plochy zabírající FVE a celkové zemědělské půdy vidět, fotovoltaické elektrárny nezabírají ani 0,1 % zemědělské půdy, nepředstavují tedy žádné zásadní ohrožení potravinové bezpečnosti státu.

V případě, že by solární elektrárny musely pokrýt veškerou výrobu elektrické energie v ČR, zabíraly by potom asi 4,6 % celkové zemědělské půdy. Tato hodnota však stále nepředstavuje takové riziko ztráty půdy, které by mohlo ohrozit potravinovou bezpečnost státu. Zásobovat národní hospodářství elektrickou energií pracující jen za slunečního svitu je samozřejmě nesmyslné a tento příklad byl použit jen proto, aby se stanovila nejvyšší možná potřeba zemědělské půdy pro fotovoltaické účely. Energetické zdroje státu by měly být vyváženým mixem obsahujícím všechny energetické zdroje, rozmístěné účelně po celém území, kde základní páteř tvoří jaderné elektrárny.

Také z důvodu, že jsou státní dotace v současné době poskytovány již pouze na instalace do 30 kWp nacházející se na střeších, či jiných částech, budov, ztrácí pro majitele solárních elektráren výstavba systémů s vyšším výkonem na zemědělské půdě smysl, není to rentabilní, proto se již instalace na zemědělskou půdu nerealizují.

Nyní tedy lze tvrdit, že riziko ztráty zemědělské půdy vlivem masivní výstavby fotovoltaických elektráren, je minimální a společnost proto neohrožuje.

Z obrázku 7, který znázorňuje úroveň výkupních cen elektrické energie, lze vidět, že v letošním roce patří fotovoltaice druhá nejnižší hodnota výkupních cen a lze předpokládat, že výkupní ceny elektřiny z tohoto zdroje se již navyšovat nebudou. Graf na obrázku 8 znázorňuje stále zvyšující se cenu dodávané elektřiny. Jak již bylo řečeno, skoro polovinu ceny za dodávku energie tvoří daně a cena distribuce elektřiny.

Další částí ceny je výrobní cena, tvoří asi čtvrtinu konečné ceny. V ceně za kWh je obsažen i plánovaný zisk výrobce. V případě ČEZu, jehož většinovým vlastníkem je stát, je 51 % čistého zisku významným příspěvkem do státního rozpočtu. Cenu dále tvoří poplatek za jistič a služby spojené s dodávkou elektrické energie.

Přestože se výkupní ceny solární elektřiny každým rokem snižují, stále významně ovlivňují cenu elektřiny. Pro jednotlivé elektrárny totiž platí výkupní ceny toho roku,

v kterém byly spuštěny. Majitelé solárních elektráren uvedených do provozu 2010 mají nárok na 12,15 Kč/kWh, zatímco majitelé elektráren uvedených do provozu v letošním roce mají nárok pouze na 2,83 Kč/kWh. Avšak po dobu životnosti již uvedených solárních elektráren do provozu, bude stát nucen platit výkupní ceny, které jsou v tabulce č. 2, každoročně zvyšované o inflaci.

Tato situace nepříznivě ovlivňuje ceny elektřiny pro domácnosti, a tudíž lze říci, že ekonomické riziko související se solární energetikou je významné a představuje tedy problém, který je třeba urychleně řešit.

Jak lze vidět v tabulkách 3 a 4, podíl instalovaného výkonu solárních elektráren na energetickém mixu ČR se od roku 2007 razantně zvýšil na takovou úroveň, která by teoreticky mohla i rozvrátit síť. Této situaci lze naštěstí předcházet. Díky tomu, že od 1. července 2013 mají provozovatelé rozvodných sítí možnost regulovat výkony solárních elektráren nad 100 kWp snížením o 30 %, 60 % nebo 100 %, se vliv solárních elektráren na vznik blackoutů a přerušené plynulosti dodávek téměř eliminuje.

Česká republika bude každým rokem vyrábět více energie, než předchozí rok. Tento vývoj je pro stát vhodný pro udržení energetické nezávislosti. Spotřeba energie bude i nadále mírně stoupat, domácí výroba ji však vždy pokryje. Výroba elektrické energie bude v budoucnu stále více převyšovat domácí spotřebu, a tudíž se budování nových energetických zdrojů jeví jako nepotřebné. Investice by měly být směřovány na náhradu stávajících zdrojů za zdroje více efektivní a méně zatěžující životní prostředí a to i z pohledu vzdálené budoucnosti.

Po zhodnocení uvedených faktorů lze tvrdit, že riziko nerovnoměrných dodávek v důsledku velkého rozmachu fotovoltaiky nepředstavuje ohrožení pro společnost a stát je nadále schopný dodávat plynule elektřinu tam, kde je potřeba.

Masovější vlna recyklace solárních panelů lze očekávat nejdříve kolem roku 2030. Do budoucna by bylo vhodné se zaměřit na snadnější recyklovatelnost panelů a také na nižší potřebu energie. Řešením by mohlo být například využití nových speciálních rámců solárních panelů, které by umožňovaly snadnější rozebrání a tím i opakovatelné použití bez toho aniž by se musely dále opracovávat. Bylo by tedy vhodné zaměřit se na usnadnění pozdější recyklace již při kompletaci. Z úpravy zákona o odpadech je zřejmé, že státu problematika likvidace solárních panelů není lhostejná a snaží se problém likvidace solárních panelů řešit.

Lze tedy tvrdit, že rizika spojená s likvidací FVE jsou minimální, již nyní jsou panely recyklovány, čímž se i snižuje výroba dalších panelů. Existence specializovaných firem, které

již nyní panely vykupují a následně je dále zpracovávají, je dalším faktorem snižující riziko spojené s likvidací FVE.

U mimořádného rizika hlavní nebezpečí vyplývá z pohybu hasičů v souvislé vrstvě vody, skrz kterou vedou porušené elektrické rozvody. Při zásahu je třeba vyžadovat a zabezpečit odpojení solární elektrárny od vnější elektrické sítě, odpojení sběrného kabelu od fotovoltaického měniče nebo se snažit odpojit co nejvíce sekcí solárních panelů od sběrného kabelu.

V kapitole 4.7.6. autorka práce navrhla možná zlepšení situace pro HZS při zásazích v prostorách solárních elektráren. Solární panely samy o sobě nikdy hořet nezačnou, vždy jsou příčinou požáru jiné komponenty. Například hořlavý povrch střešní konstrukce či plastové boxy nacházející se v blízkosti panelů, kabeláž apod. Infrakamera je v tomto případě vhodný prostředek pro detekci tepelného záření a odhalení míst, která jsou potenciálně nebezpečná pro vznik požáru. V případě, že se instalace nachází na travnaté ploše, musí být pravidelně udržována, aby nemohlo dojít k situaci, kdy dojde ke samovznícení a následnému požáru, který se díky zarostlé půdě také rychle rozšíří.

Největší problém pro zasahující jednotky představuje možnost úrazu elektrickým proudem. Lze tomu předcházet dodržováním bezpečnostních opatření a pokynů velitele zásahu. Riziko požáru v prostorách solárních elektráren je vysoké. Je třeba stále hledat nová řešení při zásazích v prostorách elektrárny, aby se minimalizovaly úrazy zasahujících hasičů a zvýšila se efektivita zásahu. Nejčastějším faktorem pro vznik požáru FVE ovšem zůstává nezodpovědnost či nevědomost již při instalaci panelů, kdy jsou výstavby prováděny na hořlavém materiálu nebo v jeho blízkosti.

Z tohoto důvodu lze považovat riziko mimořádných událostí v souvislosti s fotovoltaikou za vysoké.

Druh rizika	Míra rizika	
	Nízká	Vysoká
Riziko ztráty zemědělské půdy	x	
Ekonomické riziko		x
Riziko nerovnoměrných dodávek	x	
Riziko likvidace FVS	x	
Riziko mimořádných událostí		x

**Tabulka 6: Souhrn zhodnocení vybraných bezpečnostních rizik související se solární energetikou**

*Zdroj: vlastní zpracování*

## 6 ZÁVĚR

V práci jsem se zabývala analýzou bezpečnostních rizik souvisejících se solární energetikou.

V první části bakalářské práce byly objasněny pojmy související s bezpečností solární energetiky. Je zde také shrnutí informací o obnovitelných a neobnovitelných zdrojích, energetické situaci jak ve světě, tak v České republice.

Ve druhé části byly analyzovány a shrnuty poznatky o solární energetice v ČR a popsána vybraná rizika související se solární energetikou. Jedná se o stěžejní část této práce. Je zde také analýza konkrétních rizik a jejich zhodnocení jak z pohledu společnosti, tak zhodnocení mimořádného rizika z pohledu HZS, včetně doporučení pro zlepšení současného stavu při zásazích v prostorách solárních elektráren.

Po provedení analýzy vybraných rizik ohrožujících bezpečnost vlivem solární energetiky, lze tvrdit, že výstavba solárních systémů na zemědělské půdě pro Českou republiku nepředstavuje zásadní problém, protože solární elektrárny zabírají asi 0,09 % z celkové zemědělské půdy ČR.

Taktéž riziko likvidace solárních systémů je minimální, stát tuto problematiku řeší a existence firem, které solární panely vykupují a využívají jejich komponenty pro opětovné použití, riziko snižuje.

Z důvodu vysokých výkupních cen a zelených bonusů solární energie se zvýšila i cena elektřiny pro konečné spotřebitele. Solární energetika je pouze jedním z několika dotovaných obnovitelných zdrojů, ale i tak lze tvrdit, že dřívější vysoké výkupní ceny mají vliv na cenu dodávané elektřiny, což znamená, že ekonomické riziko vlivem FVE je vysoké a pro společnost má tato situace negativní dopad v podobě každoročního zvýšení cen elektřiny zhruba o 0,2 Kč.

Na základě provedené regresní analýzy lze tvrdit, že riziko nerovnoměrných dodávek elektřiny z důvodu velkého podílu solárních elektráren na energetickém mixu ČR je malé. Výroba se každým rokem bude zvyšovat zhruba o 1 000 GWh, avšak spotřeba každý rok vzroste asi o 400 GWh. Stát tak stále bude více elektřiny vyrábět než spotřebovávat a i nadále bude elektřinu vyvážet. Je tedy schopen pokrýt svou spotřebu energie i bez konstantní výroby solární energie.



Riziko mimořádných událostí považují za vysoké především z důvodu možnosti úrazu hasičů elektrickým proudem. Proto byly v práci navrženy doporučení pro zlepšení současného stavu při zásahu v prostorách solárních elektráren, která by mohla rizika pro zasahující hasiče snížit. Samozřejmě je třeba se v prostorách elektráren chovat zodpovědně a dodržovat bezpečnostní pravidla a příkazy velitele zásahu.

Aby se snížil počet požárů, je třeba zaměřit se na bezpečnost solárních elektráren již při projektování, brát v potaz možné bezpečnostní problémy a především se zaměřit na přítomnost hořlavých materiálů v blízkosti konstrukce, případně tyto materiály odstranit či vhodně upravit.

Obnovitelné zdroje energie a především solární energetika bude i nadále diskutovaným tématem nejspíš do té doby, kdy bude elektrická energie ze všech zdrojů vykupována za tržní ceny.

Každý zdroj energie má své výhody i nevýhody, ne jinak tomu je i u fotovoltaiky. Proto je třeba se stále snažit hledat nová řešení či alespoň inovace, které nebudou ohrožovat jak společnost, tak ani životní prostředí.

Po zhodnocení analýzy bezpečnostních problémů lze tvrdit, že solární elektrárny ohrožují společnost pouze ekonomicky. Vláda se však postupně snaží o úplnou eliminaci dotací a zvýhodněných výkupních cen obnovitelných energetických zdrojů, k čemuž v budoucnu s vysokou pravděpodobností dojde. Tím se bude vliv na ceny elektřiny snižovat.

Vzhledem k výše uvedeným výstupům, se domnívám, že cíl bakalářské práce vytyčený v úvodu byl splněn.

## POUŽITÁ LITERATURA

### Tištěné zdroje:

- [1] EICHLER, J. *Mezinárodní bezpečnost na počátku 21. století*. Praha: Ministerstvo obrany České republiky - AVIS, 2006, 303 s. ISBN 80-727-8326-2.
- [2] FILIPEC, J. a kolektiv. *Slovník spisovné češtiny pro školu a veřejnost: s dodatkem Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky*. 1. vyd. Praha: Academia, 2001, 647 s. ISBN 80-200-0493-9.
- [3] KOLEKTIV AUTORŮ. *Energetická bezpečnost - geopolitické souvislosti: projekt Nadace ČEZ*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola mezinárodních a veřejných vztahů Praha, 2008, 249 s. ISBN 978-80-86946-91-7.
- [4] KOLEKTIV AUTORŮ. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha: ČEZ, a.s., 2007. 183 s.
- [5] LADENER, H.; SPÄTE, F. *Solární zařízení*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. 267 s. ISBN 80-247-0262-9.
- [6] LINHART, J. a kolektiv. *Slovník cizích slov pro nové století*. Litvínov: Dialog, 2007, 412 s. ISBN 80-858-4361-7.
- [7] LINHART, P.; ROUDNÝ, R. *Krizový management III. Teorie a praxe rizika: pro kombinovanou formu studia*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007. 174 s. ISBN 80-7194-824-8.
- [8] LINHART, P.; ROUDNÝ, R. *Ochrana obyvatelstva a terorismus*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009, 238 s. ISBN 978-807-3951-658.
- [9] MAIER, K. *Udržitelný rozvoj území*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 253 s. ISBN 978-80-247-4198-7.
- [10] MURTINGER, K.; BERANOVSKÝ, J.; TOMEŠ, M. *Fotovoltaika, elektřina ze slunce*. 1. vyd. Brno: ERA, 2007. 81 s. ISBN 978-80-7366-100-7.
- [11] PROCHÁZKOVÁ, D.; ŘÍHA, J. *Krizové řízení*. 1. vyd. Praha: MV – generální ředitelství HZS ČR, 2004. ISBN 80-86640-30-2. 226 s.
- [12] ROBEJŠEK, P. *Bezpečnost. K morfologii klasického pojmu*. Mezinárodní politika, roč. 22., č. 12, 1998.

- [13] MV - GŘ HZS ČR. *Bojový řád jednotek požární ochrany*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2001. ISBN 80-861-1191-1.
- [14] QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [15] SOLANKI, C. S. *Solar Photovoltaics: Fundamentals, Technologies and Applications*. 2. vyd. New Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd., 2011. ISBN 978-81-203-4386-3. 478 s.
- [16] SOULEIMANOV, E. a kolektiv. *Energetická bezpečnost*. Plzeň: A. Čeněk, 2011. 261 s. ISBN 978-80-7380-331-5.
- [17] ŠENOVSKÝ, M.; ADAMEC, V.; ŠENOVSKÝ, P.; *Ochrana kritické infrastruktury*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 141 s. ISBN 978-80-7385-025-8.
- [18] WAISOVÁ, Š. a kolektiv. *Evropská energetická bezpečnost*. Plzeň: A. Čeněk, 2008. 203 s. ISBN 978-807-3801-489.
- [19] ZEMAN, P. a kolektiv. *Česká bezpečnostní terminologie: výklad základních pojmů*. 1. vyd. Brno: Ústav strategických studií Vojenské akademie v Brně, 2002. 113 s.

## **Elektronické zdroje:**

- [20] ČESKÁ AGENTURA PRO OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE. Fotovoltaika pro každého [online]. 2009 [cit. 2013-07-16]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>
- [21] ČESKÁ REPUBLIKA - Oficiální web ČR. Klimatické podmínky [online]. 2010 [cit. 2013-07-16]. Dostupné z: <http://www.czech.cz/cz/Zivot-a-prace/Jak-se-zije-v-CR/Podnebi/Klimaticke-podminky>
- [22] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Energetika očima statistiky [online]. 2013 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/tz.nsf/i/energetika\\_ocima\\_statistiky20110126](http://www.czso.cz/csu/tz.nsf/i/energetika_ocima_statistiky20110126)
- [23] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Statistická ročenka České republiky 2012 [online]. 2012 [cit. 2013-07-10]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/t/C90039DABB/\\$File/140912.pdf](http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/t/C90039DABB/$File/140912.pdf)

- [24] ČTK. Solární elektrárny zabírají 4000 hektarů zemědělské půdy [online]. 2013-03-26 [cit. 2013-06-11]. Dostupné z: <http://www.denik.cz/ekonomika/solarni-elektrarny-zabiraji-4000-hektaru-zemedelske-pudy-20130326.html>
- [25] EHRICH, P. Těžba a spotřeba ropy [online]. 2013 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: [http://vitejtenazemi.cenia.cz/cenia/index.php?p=tezba\\_a\\_spotreba\\_ropy&site=doprava](http://vitejtenazemi.cenia.cz/cenia/index.php?p=tezba_a_spotreba_ropy&site=doprava)
- [26] ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. Informace o držitelích licencí [online]. 2013 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: [http://www.eru.cz/user\\_data/files/licence/info\\_o\\_drzitelich/OZE/SLE.pdf](http://www.eru.cz/user_data/files/licence/info_o_drzitelich/OZE/SLE.pdf)
- [27] ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. Roční zpráva o provozu ES ČR 2012 [online]. Praha: Oddělení statistik ERÚ, 2013 [cit. 2013-07-16]. Dostupné z: [http://www.eru.cz/user\\_data/files/statistika\\_elektro/rocn\\_zprava/2012/RZ\\_elektro\\_2012\\_v1.pdf](http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocn_zprava/2012/RZ_elektro_2012_v1.pdf)
- [28] FOTOVOLTAICKÉ PANELE. Největší české elektrárny [online]. 2012 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: <http://www.fotovoltaiickepanely.eu/fotovoltaika/nejvetsi-ceske-elektrarny/>
- [29] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. Kritická infrastruktura [online]. 2010 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/web-krizove-rizeni-a-cnp-kriticka-infrastruktura-kriticka-infrastruktura.aspx>
- [30] HEŘMANSKÝ, J. Podzemí PVE Dlouhé stráně [online]. 2013 [cit. 2013-07-10]. Dostupné z: <http://www.ejeseniky.com/turistika/zajimava-mista/podzemni-pve>
- [31] HOŠEK, Z. Požární bezpečnost fotovoltaických systémů [online]. 2013 [cit. 2013-07-10]. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=43306](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=43306)
- [32] JANOŠEC, J. Hrozba a riziko v bezpečnostní terminologii [online]. [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: [http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/37995/1/Jano%C5%A1ecJ\\_HrozbaARiziko\\_2010.pdf](http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/37995/1/Jano%C5%A1ecJ_HrozbaARiziko_2010.pdf)
- [33] JV PROJEKT. Seznam a mapa solárních elektráren v ČR [online]. 2013 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: <http://www.elektrarny.pro/seznam-elektraren.php?kj=nic&os=nic&vn-od=13&vn-do=&nv=&ml=&le=&zobraz=Hledej>

- [34] KOPECKÝ, L. Blackout: výpadek elektrického vedení možným pro přenos firemních dat [online]. 2009 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.itbiz.cz/blackout-vypadky-elektricke-energie>
- [35] KŘÍŽ, M. O účincích proudu na lidský organismus [online]. 2010 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/o-ucincich-proudu-na-lidsky-organismus>
- [36] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Státní energetická koncepce České republiky [online]. 2013 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: [www.mpo.cz/dokument119078.html](http://www.mpo.cz/dokument119078.html)
- [37] MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY. Bezpečnost [online]. 2010 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/pojmy-bezpecnost.aspx>
- [38] MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY. Kritická infrastruktura [online]. 2010 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/pojmy-kriticka-infrastruktura.aspx>
- [39] MURTINGER, K. Ukládání elektřiny z fotovoltaických a větrných elektráren [online]. 2011 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/ukladani-elektřiny-z-fotovoltaickych-a-vetrnych-elektřaren.aspx>
- [40] PETROVSKÝ, Z. Požadavky "hasičů" na požární bezpečnost staveb z hlediska elektrických instalací [online]. 2013 [cit. 2013-06-01]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/pozadavky-hasicu-na-pozarni-bezpecnost-staveb-z-hlediska-elektrickych-instalaci>
- [41] REMA PV SYSTÉM, a.s. Vyřazené solární panely se nově musí recyklovat [online]. 2013 [cit. 2013-05-31]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/9707-vyrazene-solarni-panely-se-nove-musi-recyklovat>
- [42] RENEWABLES B2B. U Stříbra vyroste nová fotovoltaická elektrárna [online]. 2009 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: [http://www.renewablesb2b.com/ahk\\_czech\\_republic/cs/portal/index/news/show/30543be024f58232](http://www.renewablesb2b.com/ahk_czech_republic/cs/portal/index/news/show/30543be024f58232)
- [43] RUDOLF, L. Solární elektrárny: Člověk a životní prostředí [online]. 2008 [cit. 2013-05-31]. Dostupné z: <http://www.nuov.cz/kurikulum/solarni-elektřarny>

- [44] SKUPINA ČEZ. Fotovoltaická elektrárna Mimoň [online]. 2013 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/slunce/provozovane-fotovoltaicke-elektrarny/fotovoltaicka-elektrarna-mimon.html>
- [45] SKUPINA ČEZ. Fotovoltaická elektrárna Ralsko [online]. 2013 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/slunce/provozovane-fotovoltaicke-elektrarny/fotovoltaicka-elektrarna-ralsko.html>
- [46] SKUPINA ČEZ. Fotovoltaická elektrárna Ševětín [online]. 2013 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/slunce/provozovane-fotovoltaicke-elektrarny/fotovoltaicka-elektrarna-sevetin.html>
- [47] SKUPINA ČEZ. Fotovoltaická elektrárna Vranovská Ves [online]. 2013 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/slunce/provozovane-fotovoltaicke-elektrarny/fotovoltaicka-elektrarna-vranovska-ves.html>
- [48] SNIŽUJEME CZ. Fotovoltaická elektrárna Mimoň Ra 3 [online]. 2013 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: <http://www.snizujeme.cz/clanky/fve-mimon-ra-3>
- [49] SNIŽUJEME CZ. Fotovoltaická elektrárna Ralsko Ra 1 [online]. 2013 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.snizujeme.cz/clanky/fve-ralsko-ra-1>
- [50] SNIŽUJEME CZ. Fotovoltaická elektrárna Vepřek [online]. 2013 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: <http://www.snizujeme.cz/clanky/fve-veprek>
- [51] SOLARENVI. Ostrovní systémy, off-grid [online]. 2013 [cit. 2013-07-16]. Dostupné z: <http://www.solarenavi.cz/slunecni-elektrarny/typy-instalaci/off-grid-ostrovni-system>
- [52] SOLARENVI. Sluneční energie [online]. 2013 [cit. 2013-07-16]. Dostupné z: <http://solarenavi.cz/slunecni-elektrarny/slunecni-energie/>
- [53] SOLAR LIGLASS. On-grid systém [online]. 2009 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.solar-liglass.cz/fotovoltaicke-dotazy-a-odpovedi/94-on-grid-fotovoltaicka-fotovoltaicky-panel.html>

- [54] STAVEBNÍ FÓRUM. Fotovoltaika: kam se starými panely? [online]. 2010 [cit. 2013-05-31]. Dostupné z: <http://www.stavebni-forum.cz/cs/article/16199/fotovoltaika-kam-se-starymi-panely/>
- [55] ŠIMONÍK, Z. Největší solární elektrárna na jižní Moravě vyrostla ve Vranovské Vsi [online]. 2013 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: <http://www.sunpi.cz/news/nejvetsi-solarni-elektrarna-na-jizni-morave-vyrostla-ve-vranovske-vsi/>
- [56] ŠROTAŘSKÝ INFORMAČNÍ SERVER. Ekologická likvidace a recyklace solárních panelů [online]. 2013 [cit. 2013-05-31]. Dostupné z: <http://www.sroty.cz/ekologicka-likvidace-a-recyklace-solarnich-panelu>
- [57] TV INFO.CZ. Vodní elektrárna Dalešice [online]. 2008 [cit. 2013-06-15]. Dostupné z: <http://www.tvinfo.cz/stranky/noviny-elektrarna-dalesice>
- [58] VEJVODOVÁ, A. Cena elektřiny: Jak se dělá „drahá“ skládanka [online]. 2013 [cit. 2013-05-31]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/227471-cena-elektřiny-jak-se-dela-draha-skladanka/>

### **Právní předpisy:**

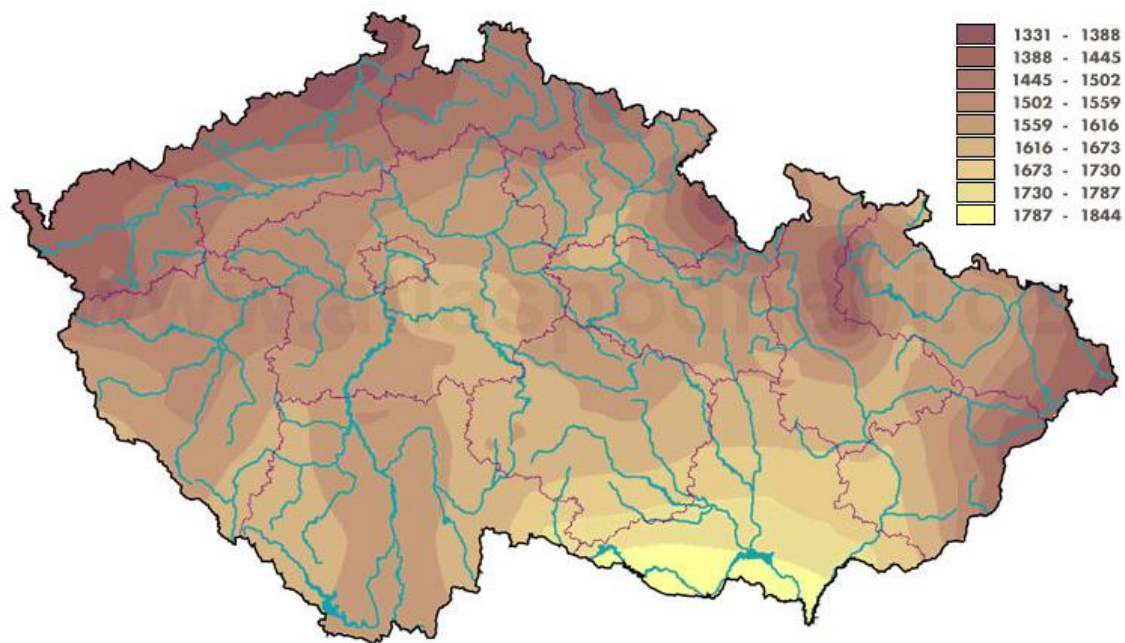
- [59] Zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky. In: *Sbírka zákonů*. 10. 1. 2012.
- [60] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: *Sbírka zákonů*. 9. 2. 2009.

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Mapa zobrazující roční průměrnou dobu slunečního záření v ČR [h] .....	I
Příloha B: Schéma přečerpávací vodní elektrárny .....	II
Příloha C: Výsledek regresní analýzy dat výroby elektřiny v ČR v průběhu let.....	III
Příloha D: Výsledek regresní analýzy dat spotřeby elektřiny kryté bez FVE v průběhu let....	IV
Příloha E: Výsledek regresní analýzy dat vztahu výroby a spotřeby elektřiny v průběhu let...	V

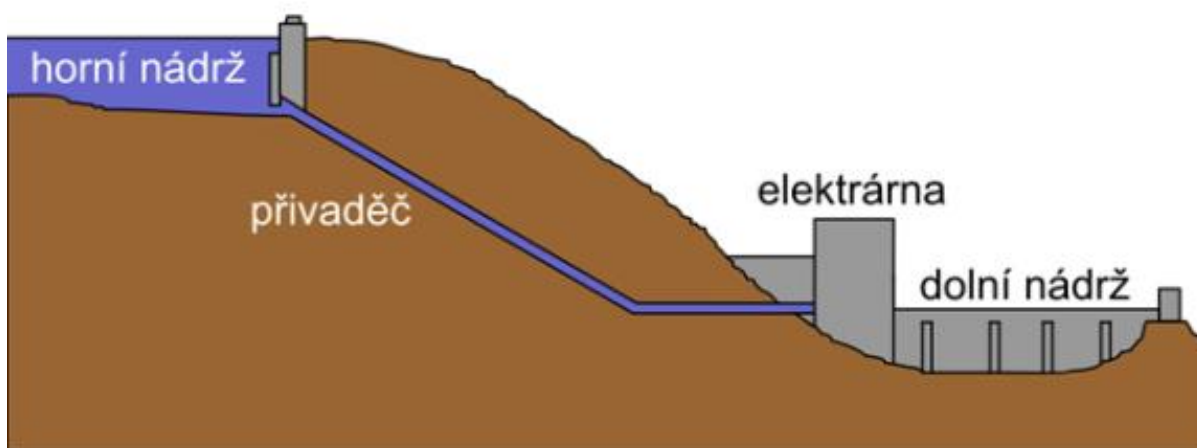


**Příloha A:** Mapa zobrazující roční průměrnou dobu slunečního záření v ČR [h]



*Zdroj: [52]*

**Příloha B:** Schéma přečerpávací vodní elektrárny



*Zdroj: [39]*

**Příloha C:** Výsledek regresní analýzy dat výroby elektřiny v ČR v průběhu let

<i>Regresní statistika</i>	
Násobné R	0,836673167
Hodnota spolehlivosti R	0,700021989
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,672751261
Chyba stř. hodnoty	2627,477364
Pozorování	13

ANOVA

	<i>Rozdíl</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Významnost F</i>
Regrese	1	177211912,6	177211912,6	25,66935442	0,000362572
Rezidua	11	75940010,29	6903637,299		
Celkem	12	253151922,9			

	<i>Koeficienty</i>	<i>Chyba stř. hodnoty</i>	<i>t Stat</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>Dolní 95%</i>	<i>Horní 95%</i>
Hranice	70350,37363	1377,17234	51,08320258	1,98935E-14	67319,23775	73381,50951
Soubor X 1	986,7582418	194,7615801	5,066493306	0,000362572	558,0908945	1415,425589

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Příloha D:** Výsledek regresní analýzy dat spotřeby elektřiny kryté bez FVE v průběhu let

<i>Regresní statistika</i>	
Násobné R	0,648781044
Hodnota spolehlivosti R	0,420916843
Nastavená hodnota	0,36827292
Chyba stř. hodnoty	2016,148534
Pozorování	13

## ANOVA

	<i>Rozdíl</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Významnost F</i>
Regrese	1	32500729,22	32500729,22	7,995544722	0,016441439
Rezidua	11	44713404,01	4064854,91		
Celkem	12	77214133,23			

	<i>Koeficienty</i>	<i>Chyba stř. hodnoty</i>	<i>t Stat</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>Dolní 95%</i>	<i>Horní 95%</i>
Hranice	54150,83956	1056,748968	51,24286012	1,92248E-14	51824,95076	56476,72836
Soubor X 1	422,5818681	149,4468723	2,827639426	0,016441439	93,65152021	751,5122161

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Příloha E:** Výsledek regresní analýzy dat vztahu výroby a spotřeby elektřiny v průběhu let

<i>Regresní statistika</i>	
Násobné R	0,749952855
Hodnota spolehlivosti R	0,562429285
Nastavená hodnota	0,522650129
Chyba stř. hodnoty	1752,573264
Pozorování	13

ANOVA

	<i>Rozdíl</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Významnost F</i>
Regrese	1	43427489,71	43427489,71	14,13879383	0,003153794
Rezidua	11	33786643,52	3071513,047		
Celkem	12	77214133,23			

	<i>Koeficienty</i>	<i>Chyba stř. hodnoty</i>	<i>t Stat</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>Dolní 95%</i>	<i>Horní 95%</i>
Hranice	25096,24899	8415,31263	2,982212318	0,012470094	6574,270783	43618,22719
Soubor X 1	0,414182502	0,11015027	3,76015875	0,003153794	0,171743392	0,656621612

*Zdroj: vlastní zpracování*