
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO OF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ARCHITEKTURY, ÚSTAV NAVRHOVÁNÍ V.

FACULTY OF ARCHITECTURE, DEPARTEMENT OF DESIGN V.

FOTOVOLTAICKÉ ČLÁNKY V ARCHITEKTUŘE

PHOTOVOLTAICS IN ARCHITECTURE

DISERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR/AUTHOR :

Ing. arch. Jitka Bidlová

VEDOUCÍ PRÁCE/SUPERVISOR :

Doc. Ing. arch. Hana Urbášková, PhD.

BRNO 2009

ABSTRAKT

Stále častěji se setkáváme s instalacemi obnovitelných zdrojů energie. Jedním z nich je přeměna slunečního záření na elektrickou energii ve fotovoltaických článcích. Tato technologie svým charakterem umožňuje umístění energetického zdroje přímo v místě spotřeby a tím ovlivňuje vzhled našich sídel i krajiny.

Disertační práce se nejprve zabývá popisem technologie fotovoltaických článků používaných v současnosti a také novými trendy a výhledy do budoucnosti. Pomocí analýzy SWOT jsou vyhodnoceny výhody a nevýhody této technologie a příležitosti a rizika při jejím využití v praxi. Další část je zaměřena na podmínky navrhování FV článků v České republice, a to z různých úhlů pohledu, tj. technického, přírodního, ale také legislativního a ekonomického.

Fotovoltaika je třeba vnímat jako plnohodnotný vícefunkční materiál, který je možné zpracovávat mnoha způsoby a lze ho dle potřeby tvarovat a přizpůsobovat aktuálním potřebám. Můžeme ho vnímat jako povrchovou úpravu, stavební materiál, designový doplněk fasád budov, ale také jako výrazový umělecký prostředek, kterým se chceme vyjádřit.

Disertační práce podrobně definuje různé možnosti instalací fotovoltaik v rámci budov a volných ploch a následně tyto poznatky aplikuje do podmínek v České republice, které jsou specifické především v ochraně kulturního a přírodního dědictví.

Instalace fotovoltaických systémů do budov a krajiny se stává moderním přístupem k architektuře a urbanismu, čímž vytváří nový architektonický výraz - „solar design“, který přináší nejenom energetický profit, ale úspěšně nahrazuje tradiční materiály a jejich užité vlastnosti.

Klíčová slova

Slunce, energie, fotovoltaické články, obnovitelné zdroje, elektřina, nezávislost, životní prostředí, architektura, „solar design“

ABSTRACT

Nowadays there are more and more installations of renewable sources of energy. One of them is changing of sunlight into electric energy by using photovoltaic cells. This technology by its nature makes possible to place the energy source directly in the place of consumption and therefore influences appear of our dwellings and landscape.

This thesis starts by description of current photovoltaic cells technology and also with new trends and future outlooks. The pros and cons are evaluated with help of SWOT analysis together with opportunities and threads of using the technology in practice. Further the thesis concentrate on conditions for placement of photovoltaic cells in the Czech Republic from many point of views including technical and natural but also legislative and economy.

Photovoltaic cells are necessary to be seen as full-valued multiple-function material. This material can be fabricated in many ways and it can be shaped and adapted to actual needs. We can perceive it as surface finish, building material and design supplement of building envelopes but also as art instrument for unique expression.

The thesis defines in details various possibilities of photovoltaic installations within buildings and free areas and consequently applies those findings at conditions of the Czech Republic, specific mainly for preservation of cultural and natural heritage.

Installation of photovoltaic systems into buildings and landscape is becoming modern approach to architecture and urbanism. It creates new architectonic expression - "solar design" and brings not only the energy profit but successful substitution for traditional materials and its usable properties.

Key words

The Sun, energy, photovoltaic, renewable sources, electricity, independence, the environment, architecture, „solar design“

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma Fotovoltaické články v architektuře vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených na seznamu, který je součástí této práce.

Ing. arch. Jitka Bidlová

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BIDLOVÁ, J. *Fotovoltaické články v architektuře*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2009. 140 s. Vedoucí dizertační práce doc. Ing. arch. Hana Urbášková, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. arch. Karlu Bidlovi za cenné rady a připomínky k mé disertační práci a neuvěřitelnou trpělivost a podporu v celém průběhu jejího zpracovávání..

OBSAH

1 ÚVOD.....	13
2 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY.....	15
2.1 HISTORIE A SOUČASNÝ STAV.....	15
2.2 VÝVOJ V ČESKÉ REPUBLICE.....	17
3 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE.....	21
4 FOTOVOLTAICKÝ ČLÁNEK.....	23
4.1 FYZIKÁLNÍ PRINCIP FV ČLÁNKU.....	23
4.2 ZÁKLADNÍ TYPY FV ČLÁNKŮ.....	24
4.3 ÚČINNOST FV ČLÁNKŮ.....	26
4.4 FV PANELE.....	28
4.5 ŽIVOTNÍ CYKLUS FV PANELŮ.....	31
4.6 ENERGETICKÁ NÁVRATNOST A VÝNOSNOST	33
4.7 FV SYSTÉMY	34
5 ANALÝZA SWOT.....	37
6 PODMÍNKY NAVRHOVÁNÍ.....	39
6.1 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY.....	39
6.2 TECHNICKÉ PODMÍNKY.....	42
6.3 UMISŤOVÁNÍ STAVEB A ZAŘÍZENÍ PRO VÝROBU ENERGIE.....	44
6.4 LEGISLATIVNÍ RÁMEC V ČESKÉ REPUBLICE.....	46
6.5 EKONOMICKÉ PODMÍNKY.....	50
6.6 OCHRANA PŘÍRODNÍHO A KULTURNÍHO DĚDICTVÍ.....	53
7 FOTOVOLTAICKÉ ČLÁNKY V ARCHITEKTUŘE.....	57
7.1 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ V RÁMCI BUDOV.....	57
7.2 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ V RÁMCI VOLNÝCH PLOCH.....	73
7.3 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ V KRAJINĚ.....	76
7.4 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ V MĚSTSKÉM PROSTORU.....	78
7.5 NAVRHOVÁNÍ FV V PAMÁTKOVĚ CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍCH.....	95
7.6 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ VE VENKOVSKÉM PROSTŘEDÍ.....	109
8 BUDOUCNOST.....	119
9 ZÁVĚR.....	127
10 SEZNAM VLASTNÍCH PRACÍ.....	131
11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	133

1 ÚVOD

V únoru roku 2007 proběhla v Paříži vědecká konference, jejíž výsledkem byla zpráva Mezivládního panelu pro klimatické změny (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Vědci z celého světa se shodli na tom, že globální oteplování existuje a je zapříčiněno lidskou činností, tj. globální koncentrace oxidu uhličitého, methanu a oxidu dusného se od roku 1750 následkem lidské činnosti výrazně zvýšily, toto navýšení je vyvoláno především používáním fosilních paliv, změnami využívání půdy a krajiny a zemědělskou činností. [1]

„Zpráva IPCC přináší nejdůslednější a nejúplnější přehled současného výzkumu klimatu. Posunuje a v mnoha případech odstraňuje nejistoty, které jsme měli ještě v roce 2001,“ řekl Michel Jarraud, generální tajemník World Meteorological Organization (WMO). „Závěry zprávy jsou varovné. Ti, kdo mají rozhodovací pravomoci, mají nyní k dispozici nejnovější údaje a měli by být schopni lépe reagovat.“ [2]

Problém změn klimatu a koncentrace skleníkových plynů v atmosféře není záležitostí roku 2007, ale je už dlouhodobě vnímán. Evropská unie (EU) si je vědoma možných důsledků tohoto počínání a již zahájila různá opatření. Jedním z nich je zvýšení podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (OZE), kde si EU vytkla cíl dosáhnout v roce 2010 podílu 12 % na spotřebě primárních energetických zdrojů a 22 % na produkci elektřiny. Česká republika se v přístupové smlouvě k EU zavázala k 8 % podílu elektřiny z OZE. [3]

Díky těmto aktivitám se v poslední době stále častěji setkáváme s instalacemi zařízení patřící do kategorie OZE. Tyto prvky pronikají do každodenního života nás všech a ovlivňují vzhled krajiny, architektury i urbanismu sídel. V krajině jsou nejvýraznějším prvkem těchto zdrojů větrné a vodní elektrárny, v sídlech sluneční kolektory.

V posledním desetiletí byly v různých státech světa vyhlášeny programy na podporu využití solární energie, např. v Německu program „100 000 solárních střech“, v Japonsku „70 000 solárních domů“, v USA „1 000 000 slunečních střech“ a v České republice „Slunce do škol“, a tím začíná do výrazu budov a sídel pronikat nový architektonický prvek - sluneční kolektory a především fotovoltaické (FV) články.

Instalování FV článků, jako zdrojů elektrické energie, se stává nevyhnutelným trendem a velkou výzvou. Je tedy nutno s jejich integrací do architektury budov, při utváření sídel a krajiny počítat.

2 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

2.1 HISTORIE A SOUČASNÝ STAV

Historie solárního článku se začala datovat rokem 1839, kdy francouzský experimentální fyzik Alexandr Edmond Becquerel (1788 - 1878) při pokusech s 2 kovovými elektrodami umístěnými v elektrovedivém roztoku zjistil, že při osvětlení zařízení vzrostlo na elektrodách napětí, tj. fotovoltaický efekt. V roce 1877 W. G. Adams a R. E. Day s použitím selenu vyrobili první skutečný FV článek. Další významný krok učinil v roce 1883 americký vynálezce Charles Fritts, jehož první články měly plochu 30 cm^2 , účinnost kolem 1 % a bylo možné je vyrábět hromadně. Bohužel tyto seleniové články neměly vzhledem k nízké účinnosti a vysoké ceně žádnou šanci na uplatnění při výrobě elektřiny, zato se začaly používat jako světelný senzor pro určování času expozice snímku ve fotoaparátech.

Důležitým krokem v historii byl objev způsobu růstu monokrystalu křemíku polským vědcem Janem Czochralským v roce 1918. Přestože byl FV efekt postupně objeven i u jiných prvků (sírník kadmia, oxid mědi), křemík se ukázal jako nejvýhodnější.

Za vynálezce křemíkového solárního článku bývá označován Američan Russel Ohl (1941). Patent na "převaděč solární energie" dostali však 5. března 1954 D. M. Chapin, C. S. Fuller a G. L. Pearson, kteří o měsíc později předvedli křemíkové solární články s účinnostmi 4,5 % a později 6 %.

Další vývoj solárních článků urychlilo rozhodnutí použít je jako zdroj energie pro družice Země. Účinnost článků postupně stoupá, v roce 1958 dosáhla 9 %. To už je postačující na to, aby první umělá družice Spojených Států Vanguard I, vypuštěná 17. března téhož roku, mohla být takovými články napájena (0,1 W, rozměry cca 100 cm^2 , družice pracovala 8 let). Explorer VI, vypuštěný o rok později, měl už solárních článků 9 600 ($1 \times 2 \text{ cm}$). V roce 1960 se účinnost článků vyhoupla na "neuvěřitelných" 14 %. A tak první telekomunikační družice, legendární Telstar, mohla být zásobena zdrojem o 15 W.

I když se v této době solární články již vyrábějí komerčně, vzhledem k jejich závratné ceně se používají jen výjimečně. Příkladem může být instalace 242 W panelu pro napájení majáku v Japonsku, v té době (1963) největší na světě.

K výraznému zlevnění solárních článků nepřispěla ani naftová krize v 70. letech, ačkoliv ostatním alternativním zdrojům energie (využití větru, ohřev vody) pomohla. Také účinnost běžných článků zůstala na 12 - 15 %. V Japonsku sice byly vyvinuty články s účinnostmi přesahující 30 %, jejich výrobní cena byla zatím příliš vysoká.¹ [4, 5, 6]

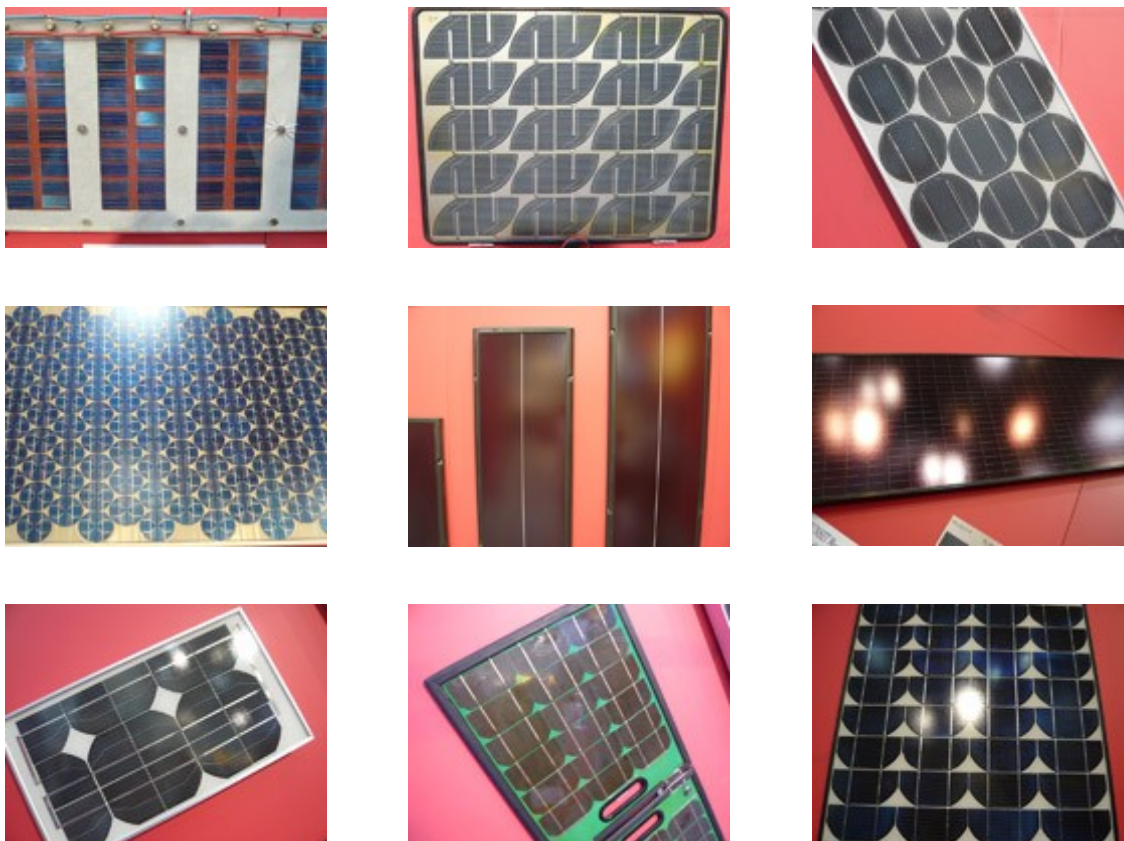
Bouřlivý rozvoj výroby fotovoltaických článků zaznamenáváme až v posledních letech díky masivním vládním podporám. Snižování investičních nákladů je dosahováno

¹ Přehled vývoje a důležité mezníky lze najít v „The history of solar“ http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_linetime.pdf

synergickým efektem zvyšování objemu produkce (úspory z výroby ve velkém), dalším zvyšováním účinnosti jednotlivých komponent a snižováním spotřeby materiálů. Výstižné je shrnutí trendu vývoje fotovoltaiky na stránkách Mezinárodní agentury pro energii. [7]

- Světový trh s fotovoltaikou vzrostl z roku 2004 do roku 2005 o 42 %, největší podíl (dohromady 85 %) připadl na Německo a Japonsko.
- Výrazně převažují zařízení připojená do sítě (v roce 2005 tvořila 95 %).
- V roce 2005 bylo prodáno 11 000 tun křemíku pro výrobu fotovoltaických článků.
- V roce 2005 byl celkový nominální výkon prodaných FV článků 1 500 MW.
- 94 % všech FV článků je z monokrystalického nebo polykrystalického křemíku.
- Cena fotovoltaických modulů byla v roce 2005 5,50 až 6,50 dolarů na watt výkonu (pro systémy připojené do sítě).
- Nejužívanější finanční nástroje pro podporu fotovoltaiky jsou přímé dotace na zařízení a výhodné výkupní ceny elektřiny, celkově jde o sumu v řádu miliard dolarů.
- Dle tržní analýzy společnosti PHOTON International byly v roce 2006 na celém světě vyrobeny fotovoltaické články o výkonu 2 536 MW a necelá polovina (1 150 MW) této produkce byla nainstalována v Německu.

Historie fotovoltaických článků se zdá poměrně dlouhá, nicméně opravdu významné počiny registrujeme až v posledních 10 - 15 letech. [6]



Obr.1 : Fotogalerie - moduly 1975 až 1988 (Sunset Museum).

2.2 VÝVOJ V ČESKÉ REPUBLICE

Dlouhodobě se v České republice využívaly fotovoltaické (FV) články na malé ostrovní systémy pro nezávislé napájení objektů v odlehlých lokalitách. Jednalo se převážně o chaty, ke kterým nebyl přiveden elektrický proud a FV systém sloužil k napájení osvětlení a drobných elektrických spotřebičů s výkonem 30 - 100 W. Větší aplikace tohoto charakteru s výkonem 400 W pro napájení osvětlení byla instalována na horské chatě.

S dalšími instalacemi jsme se mohli setkat v některých městech (např. Brno, Ostrava, Liberec), kde FV články napájely parkovací automaty. Dále byly články využívány pro napájení měřících, registračních, zabezpečovacích či komunikačních zařízení, které byly používány v terénu s nedostupností napájení ze sítě.

Mezi první větší instalace patří ukázkové systémy bez připojení k rozvodné síti. Například ostrovní systém s výkonem 550 W na rodinném domě v Kunovicích a FV systém o výkonu 600 W na experimentálním domě v Podolí u Brna sloužily zároveň pro měření pracovníkům VUT v Brně.

S první větší instalací se setkáváme v roce 1998, kdy společnost ČEZ, a.s. umístila na hoře Mravenečník v Jeseníkách fotovoltaickou elektrárnu o výkonu 10 kW. Úloha této elektrárny byla především výzkumná a ověřovací. Z provozních důvodů byla v roce 2002 přemístěna do lokality Jaderné elektrárny Dukovany.

Další větší FV systém byl zaměřen na ukázkou možností aplikovat solární panely na budově v městské zástavbě. Instalace 144 solárních panelů byla v roce 1998 umístěna na budově hotelu Corinthia Panorama v Praze na Pankráci. Systém s výkonem 6 kW dodává elektrickou energii do sítě. Zahájení provozu FV elektrárny výrazným způsobem ovlivnilo postoj představitelů českého státu a napomohlo zvýšit informovanost o fotovoltaice.

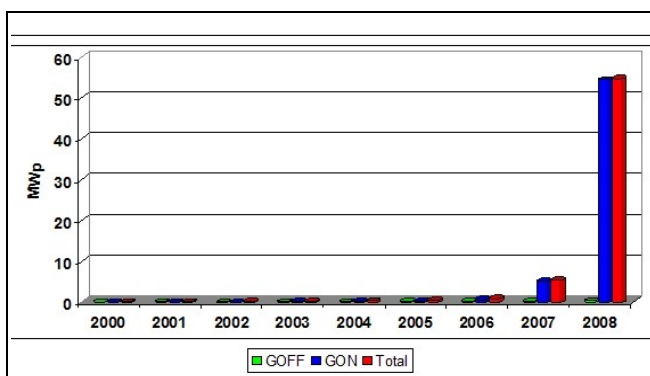
V roce 2001 byl spuštěn do provozu demonstrační FV systém s možností porovnat chování solárních panelů za různých podmínek - orientace, sklon, zastínění. Systém o výkonu 2,55 kW byl umístěn na novou budovu vedení společnosti Pražské energetiky, a.s.

Od roku 2000 nastává nová fáze vývoje fotovoltaiky v ČR. Postupně jsou státní správou a místní samosprávou zaváděny podpůrné nástroje na podporu fotovoltaických systémů, a to jak na podporu demonstračních projektů, tak podporu vývoje a výzkumu.

- 2000 vyhlášení programu Slunce do škol (Státní fond životního prostředí)
- 1.1. 2001 zavedení zvýhodnění 5 % sazby DPH pro fotovoltaické systémy a komponenty
- 2001 první instalace z programu Slunce do škol
- od 1.1.2002 zavedení povinnosti vykupovat elektrickou energii z malých zdrojů, legislativa ERÚ
- od 1.6.2002 stanovení výkupní ceny elektrické energie z fotovoltaických systémů 6,- Kč/kWh - ceny, cenové rozhodnutí ERÚ

- od 1.1.2003 pokračování programu Slunce do škol
- od 1.1.2003 program na podporu instalací FV systémů připojených k rozvodné síti
dotace 30 % na investiční náklady pro fyzické osoby do výkonu 2 kW
dotace 30 % na inv. náklady pro právnické osoby do výkonu 20 kW
- od 1.1.2006 zákon č. 180/2005 Sb. s vyhláškami - cenové rozhodnutí ERÚ,
výkupní cena 13,60,- Kč/kWh
- Kromě výkupních cen je v současnosti rozvoj fotovoltiky stimulován také pomocí finančních prostředků ze Strukturálních fondů Evropské unie v rámci Operačních programů a prostřednictvím Národních programů Ministerstva životního prostředí a Ministerstva průmyslu a obchodu. Od roku 2007 začalo nové šestileté programovací období pro čerpání peněz z EU.

V průběhu let 2003 - 2006 byly postupně zprovozněny v rámci programu Slunce do škol na budovách sedmi vysokých škol FV systémy s výkony po 20 kW. Jednotlivé síťové systémy jsou instalovány na VŠB TU Ostrava, VUT v Brně - Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Univerzita Karlova v Praze - Matematicko-fyzikální fakulta, Technická univerzita Liberec, Západočeská univerzita v Plzni, ČVUT v Praze - Fakulta stavební a Masarykova univerzita v Brně - Pedagogická fakulta. Vedle demonstračního poslání slouží tyto systémy pro výukové a vědecko-výzkumné účely.



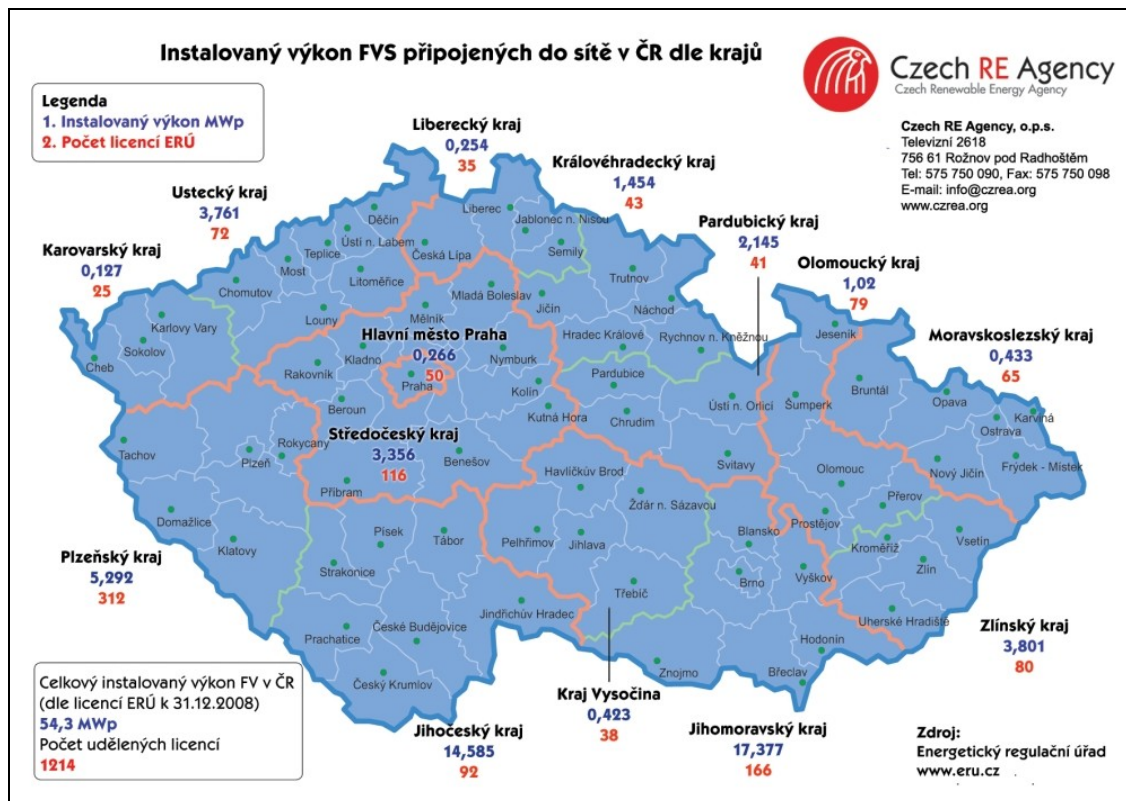
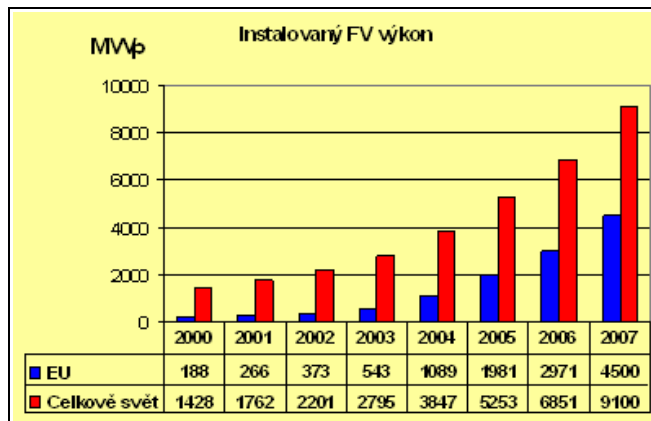
Graf 1 : Instalovaný výkon FV systémů v České republice za období 2000 - 2008.

Od roku 2006 instalací FV systému rapidně přibývá a objevují se především FV elektrárny umístěné na volných plochách, které dodávají energii do sítě. Z větších instalací můžeme zmínit například:

- 2006 60 kWp Opatov - solární park
- 2006 1,3 MWp Bušanovice u Volyně (660 kWp v roce 2006 a 646 kWp v roce 2008)
- 2007 515 kWp Dubňany na Hodonínsku
- 2007 702 kWp Ostrožská Lhota u Uherského Hradiště
- 2007 507 kWp Ústěk-Habřiny na Litoměřicku
- 2008 900 kWp Jaroslavice u Znojma
- 2008 2,1 MWp Dubňany na Hodonínsku - Horní Hut'

Na začátku roku 2008 byl instalovaný výkon kolem 3,5 MWp a na jeho konci dle udělených licencí ERÚ, jejichž počet je 1214, je instalovaný výkon 54,3 MWp. Tento neuvěřitelný rozvoj instalací fotovoltaických systémů způsobil, že servery zabývající se jejich katalogizací, již nejsou schopny je vyhledávat a zařazovat.²
[8, 9, 10]

Graf 2 : Vývoj instalovaného výkonu fotovoltaiky v EU a ve světě.



Graf 3 : Instalovaný výkon FV systémů připojených do sítě v ČR dle krajů.

² atlas OZE na <http://www.calla.cz/atlas/list.php?type=7>, http://mapa.czrea.org/instalace.php?TYP_INSTALACE=3

3 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem disertační práce je uchopit problematiku nové technologie přeměny sluneční energie na elektrickou ve fotovoltaických člancích, zhodnotit její vliv na architekturu budov a urbanismus a zohlednit činitele, které se vztahují k profesi architekta.

Tyto poznatky budou aplikovány do konkrétních podmínek v České republice, které budou definovány z různých úhlů pohledu, tj. technického, přírodního, legislativního a ekonomického a z pohledu ochrany přírody a krajiny a kulturního dědictví. Dále budou analyzovány možnosti interakce fotovoltaických systémů s architektonickým dílem „solar design“ a urbanismem v rámci českých sídel. Budou popsány omezení, která vyplývají z umístování fotovoltaik v rámci měst a vesnic, a navržena možná řešení.

Výsledky disertační práce by měly být využity jak projektanty a architekty, tak pracovníky státní správy a samosprávy k vytváření strategií, které dovolí rozsáhlejší zavádění fotovoltaických systémů do praxe.

4 FOTOVOLTAICKÝ ČLÁNEK

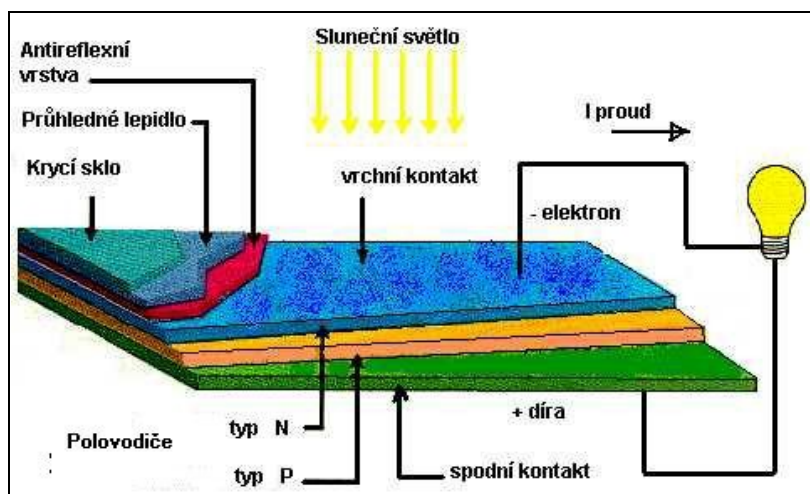
4.1 FYZIKÁLNÍ PRINCIP FV ČLÁNKU

Fotovoltaické články jsou založeny na fyzikálním objevu, který v roce 1839 popsal francouzský vědec Alexandre - Edmond Becquerel. Zjistil, že při dopadu slunečního záření na polovodič dochází na jeho povrchu k pohlcování světelných částic a uvolňování elektronů. V polovodičích tak vzniká volný elektrický náboj, který je možno využít jako zdroj elektrické energie.

FV článek se skládá ze dvou vrstev krystalického křemíku. Vrchní vrstva křemíkového plátku je sycena obvykle fosforem (polovodič typu N) a spodní strana je potištěna mřížkou stříbra s příměsí hliníku. Hliník v průběhu výrobního procesu pronikne do křemíkového plátku a vytvoří vrstvu P (polovodič typu P). Ve vrstvě N je přebytek elektronů a ve vrstvě P je jich nedostatek. Tento rozdíl je způsoben právě sycením plátku křemíkového krystalu dotujícími látkami. Mezi těmito vrstvami se vytvoří NP přechod, který zabraňuje přenosu volných - přebytečných elektronů z vrstvy N přímo do vrstvy P - takzvaná elektrická bariéra.

Dopadem světla na vrchní vrstvu křemíku typu N, se vlivem předávání energie světla atomům krystalické mřížky uvolňují elektrony, které díky elektrické bariéře tvořené přechodem NP nemohou přecházet do vrstvy s vodivostí P a hromadí se v horní vrstvě s vodivostí N. Nahromadění volných elektronů v horní vrstvě vytváří elektrický potenciál - napětí - asi 0,6 V na jeden solární článek.

Po připojení elektrického obvodu na kontaktní plošky, začnou elektrony procházet vodičem ze svrchní vrstvy, kde je jich přebytek, do vrstvy spodní, kde jich je méně. Vlastností NP přechodu je, že volné elektrony mohou snadněji přecházet z vrstvy P do vrstvy N, než obráceně z vrstvy N do vrstvy P. Proto také elektrony z vrstvy P zaplňují místa uvolněných elektronů z vrstvy N a tak se celý obvod uzavírá. Zdrojem energie je sluneční světlo. [11, 12]



Obr. 2 : Princip funkce fotovoltaického článku. [11]

Barevnost FV článků

Fotovoltaické články většinou známe jen jako tmavomodré čtverce. Díky jejich chemickému složení nedocílíme pestré škály barev, ale i přesto firmy zabývající se výrobou těchto článků nám nabízejí několik dalších barevných variant - tmavě modrá, azurová, purpurová, světle a tmavě šedá, zelená, hnědá a zlatá.

4.2 ZÁKLADNÍ TYPY FV ČLÁNKŮ

FV články mají za sebou téměř 50 let vývoje a byla vyvinuta celá řada typů a konstrukcí s využitím různých materiálů. Pro přehlednost rozlišujeme tři generace FV článků.

První generace

První generace fotovoltaických článků je představována v současnosti nejrozšířenější technologií krystalických křemíkových článků. Špičkové experimentální články dosahují při běžných úrovních slunečního záření účinnosti na úrovni 75 % teoretického maxima, komerčně dostupné jsou články s účinností na úrovni 50 až 65 % teoretického maxima. Nevýhodou krystalických článků ve srovnání s novějšími technologiemi jsou vyšší nároky na spotřebu polovodičových materiálů. V případě křemíku, jednoho z nejrozšířenějších prvků v zemské kůře, tato skutečnost představuje problém pouze z hlediska spotřeby energie na výrobu. Ostatní prvky (gallium, germanium) by se však při masovém rozšíření fotovoltaiky mohly stát nedostatkovými.

Cílem vývoje v nejbližší době je další zkrácení energetické návratnosti (EPBT) a zlepšení poměru získané a vložené energie (EROEI) a zejména snížení ceny zhruba na třetinu současné úrovně. K uvedeným cílům vede snížení spotřeby polovodičových materiálů, snížení spotřeby energie ve výrobě, další zvýšení účinnosti a prodloužení životnosti na 40 a více let. Vzhledem k dynamickému vývoji v poslední době lze říci, že technologie krystalického křemíku zdaleka nevyčerpala svůj potenciál. [13, 14]

Druhá generace

Druhá generace fotovoltaických systémů je reakcí na nevýhody první generace. Do této kategorie lze zařadit většinu typů tenkovrstvých článků. Kromě komerčně dostupných typů - CdTe (kadmium-telur), CIS (měď-indium-selen), CIGS (měď-indium-gallium-selen), a-Si (amorfni křemík) jsou v současnosti připravovány k výrobě další typy - články se světlocitlivými barvivy (Dye-sensitised) a články s organickými polymery (Organic Polymer).

Limity účinnosti jsou sice stejné jako u první generace, účinnost komerčně dostupných tenkovrstvých článků je však výrazně nižší, pohybuje se od 6 do 8 %. Tato nevýhoda je kompenzována obvykle nižší cenou na jednotku výkonu. Kromě tabulí skla jsou tenkovrstvé články nanášeny i na kovové a plastové fólie. V některých případech je

podkladový materiál použitelný jako střešní krytina. Spotřeba polovodičových materiálů je sice až o dva řády nižší než u krystalických článků, přesto se při větších objemech výroby mohou některé suroviny stát nedostatkovými (indium, tellur).

Z toho důvodu patří k perspektivním materiálům amorfni křemík. Přes nízkou účinnost současných komerčních článků (kolem 6 %) výhody amorfniho křemíku převažují. Jsou to zejména nižší spotřeba polovodičových materiálů (asi 1 %), nízká spotřeba energie ve výrobě (asi 8 %) a nízké výrobní náklady (kolem 1 USD/Wp). K tomu lze přidat vyšší účinnost při vyšších teplotách nebo při nízkých úrovních slunečního záření. Celková roční produkce elektřiny na jednotku instalovaného výkonu je proto vyšší. Srovnáme-li při stejném instalovaném výkonu systém s tenkovrstvými panely s účinností pod 10 % se systémem s krystalickými panely s účinností nad 20 %, je v současnosti spotřeba materiálů u tenkovrstvých panelů až o 3/4 nižší. [15]

Degradace tenkovrstvých článků je rychlejší než u krystalických. Krystalické články samy o sobě degradují velmi pomalu a snižování výkonu je v převážné míře dáno zhoršováním optických vlastností plastových laminačních vrstev. Naproti tomu u tenkovrstvých článků dochází působením slunečního záření k degradaci samotného polovodičového materiálu. Dlouhodobé zkušenosti z praktického provozu však nejsou takového rozsahu jako u krystalických článků, nelze proto spolehlivě vyhodnotit případné rozdíly v životnosti. [14]

Třetí generace

Třetí generace fotovoltaických článků vlastně neexistuje, spíše je třeba tento pojem považovat za plán dalšího výzkumu směřujícího k překročení Shockley-Queisserovy hranice³ omezující účinnost FV přeměny. Podstatou omezení je předpoklad, že 1 foton vytváří 1 využitelný exciton o energii rovné zakázanému pásu a přebytečná energie se mění na teplo.

Existuje řada směrů, kterým je ve výzkumu věnována pozornost:

- tandemové tenkovrstvé články
- články s vícenásobnými pásy
- články, které by využívaly "horké" nosiče náboje pro generaci více párů elektronů a děr
- termofotovoltaická přeměna, kde absorbér je současně i radiátorem vyzařujícím selektivně na jedné energii
- termofotonická přeměna, kde absorbér je nahrazen elektroluminiscencí

³ Shockleyův-Queisserův limit

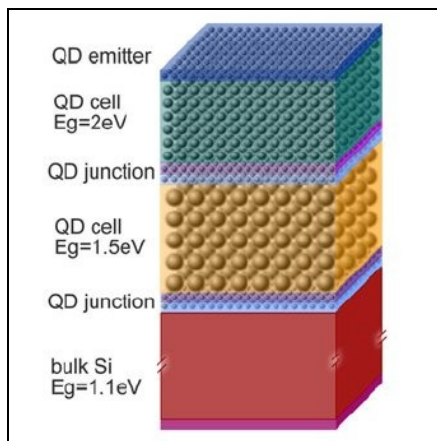
K přeměně na elektřinu lze využít pouze část dopadajícího slunečního záření. Plně jsou využity pouze fotony, jejichž energie odpovídá šířce tzv. zakázaného pásu, například pro křemík 1,1 eV. Fotony s nižší energií buď článkem projdou nebo jsou v materiálu pohlceny bez užítu, jejich energie se přemění na teplo. U fotonů s vyšší energií je využita pouze část odpovídající šířce zakázaného pásu, přebytek energie se rovněž přemění na teplo.

Teoretická účinnost křemíkového článku pro běžné spektrum a intenzitu slunečního záření, tzv. Shockleyův-Queisserův limit, je kolem 33 %, u experimentálních článků bylo dosaženo 24,7 %, nejlepší komerční články mají účinnost kolem 22 %. Uvedené limitní hodnoty platí pro jednovrstvé články první a druhé generace při intenzitě slunečního záření 1000 W/m². Pro články třetí generace, které využívají vícevrstvé struktury nebo při vyšší intenzitě slunečního záření jsou limity vyšší. [14]

- články využívají kvantových jevů v kvantových tečkách nebo kvantových jamách
- prostorově strukturované články vznikající samoorganizací při růstu aktivní vrstvy
- organické články

a snad je prostor otevřen i pro hledání zatím neznámých nápadů.

Nicméně prakticky jediný fungující přístup ke třetí generaci fotovoltaiky jsou tandemové články. Pokusy o experimentální realizaci článků s vícenásobnými pásy byly zklamáním a možné zvýšení účinnosti díky "horkým" nosičům v křemíku je zřejmě malé. Ostatně i návrhy nových článků s polovodičovými nanokrystaly (viz obr. 3) využívají tandemové architektury.



Obr. 3 : Schéma trojitého tandemového článku využívajícího nanočástice v nitridové matici. [10]

Naděje se vkládají do organických článků, ale i pro ně je hlavní motivací možnost levné výroby, ne vysoké účinnosti.

K prolomení Shockley-Queisserovy hranice tedy potřebujeme nový objev jako např. nedávný experimentální důkaz násobení náboje v polovodičových nanokrystalech. V systému CdS nebo CdSe byly pozorovány kvantové výtěžky až 700 %, tedy z jednoho fotonu vznikalo až 7 excitonů, a přitom se využilo 90 % energie fotonu. Provedený experiment byl nicméně čistě optický a neznamená to, že vzniklé excitony lze odvést k elektrodám a využít pro FV přeměnu, v každém případě je ale překvapivý. [16]

4.3 ÚČINNOST FV ČLÁNKŮ

Nejrozšířenějším materiálem pro výrobu je v současné době křemík a v menší míře se prosazují i další materiály (CIS - copper indium diselenid - CuInSe_2 a CdTe- kadmium telurid) a organické Grätzelovy barvivové články (např. rutheniové komplexy a oxid titaničitý).

Účinnosti fotovoltaických článků jsou následující:

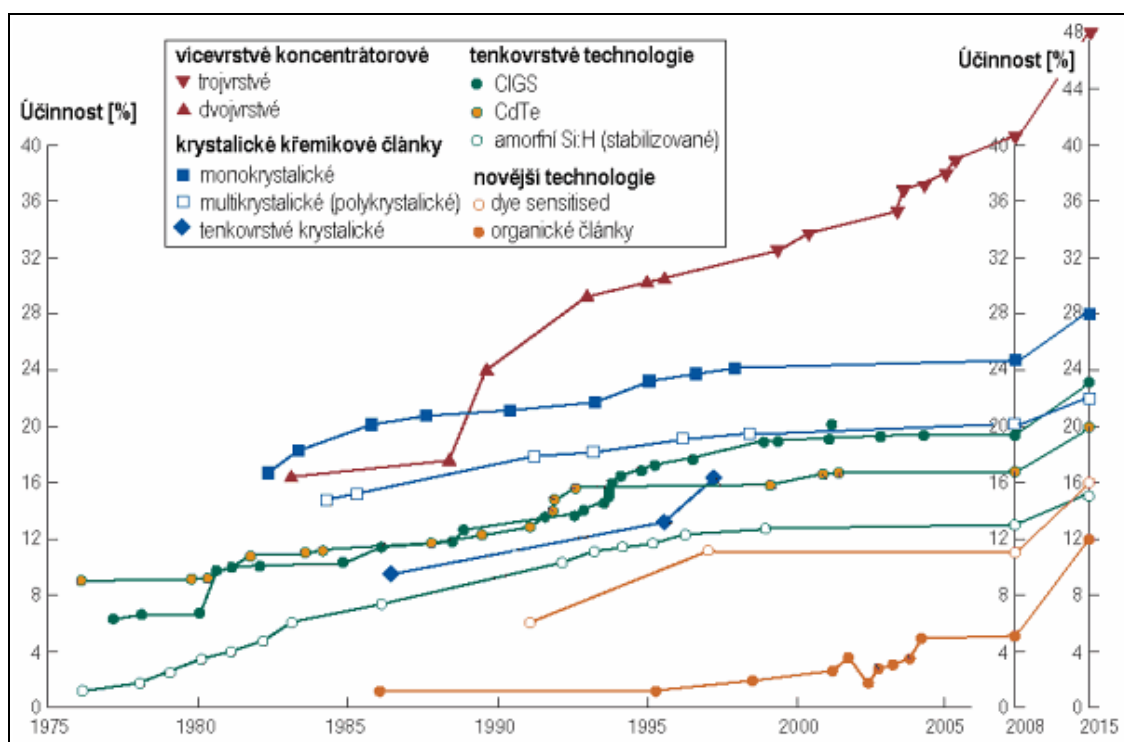
- monokrystalický křemík: cca 24 % v laboratoři a 14 až 17 % ve výrobě,
- polykrystalický křemík: cca 24 % v laboratoři a 13 až 17 % ve výrobě,
- amorfni křemík: cca 13 % v laboratoři a 8 až 10 % ve výrobě,
- tenkovrstvá technologie (amorfni křemík): cca 13 % v lab. A 5-7 % ve výrobě. [17]

Zvyšování účinnosti má teoretické i praktické limity. Podobně je limitováno

i snižování spotřeby materiálů. V některých případech bude vedle toho nutno nahradit materiály, jejichž známé ekonomicky těžitelné zásoby jsou malé vzhledem k předpokládaným objemům produkce fotovoltaických panelů.

Vývoj účinnosti

Vůbec první fotovoltaické články měly účinnost pod 1 %, byly vyrobeny na bázi selenu a pro produkci elektřiny se nehodily. První prakticky použitelný fotovoltaický článek byl vyroben v roce 1954 a měl účinnost 6 %. Vývoj účinnosti jednotlivých technologií je uveden na obrázku dole, kromě historických rekordů jsou doplněny cíle výzkumu a vývoje do roku 2015.



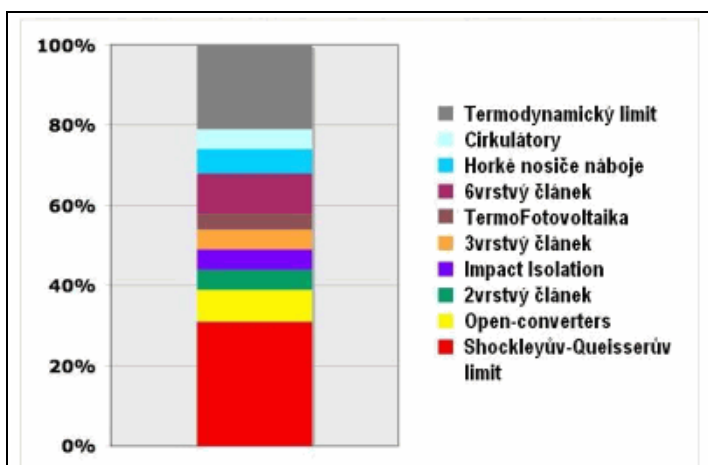
Graf 4 : Nejlepší účinnosti experimentálních článků a jejich cíle do roku 2015. [14]

Nové a teoretické koncepty

V současnosti je rozpracovávána celá řada konceptů, které slibují do budoucna výrazné zvýšení účinnosti. Většina z nich je pouze ve fázi teoretického odhadu dosažitelné účinnosti, není však známo, jak je realizovat v praxi. Úplný výčet by byl dlouhý, více informací lze najít na stránkách různých výzkumných center.⁴ Níže jsou uvedeny jen některé z těch, u nichž již byly realizovány první experimenty:

⁴ European Renewable Energy Centres Agency (<http://www.eurec.be/content/view/48/37/1/1/>), Photovoltaic Technology Platform (<http://www.eupvplatform.org/>), Global Climate & Energy project (<http://gcep.stanford.edu/research/solar.html>), The Solar Energy Group @ The University of Sydney (<http://www.physics.usyd.edu.au/app/solar/research/pv.html>), University of New South Wales - School of Photovoltaic and Renewable Energy Engineering . [14]

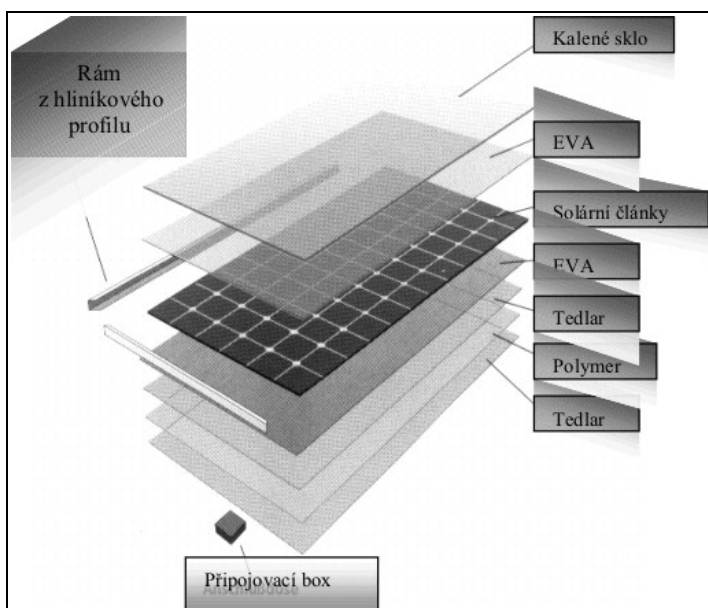
- speciální nanostruktury, tzv. supermřížky, umožňující řídit šířku zakázaného pásu (quantum dot, quantum well), cílem výzkumu je vytvořit takové struktury z levných a dostupných materiálů, například křemíku
- luminofory, které konvertují široké sluneční spektrum do užší oblasti, která lépe odpovídá šířce zakázaného pásu použitého fotovoltaického článku (up/down converters)
- termofotovoltaické články, selektivní absorber ohříváný slunečním zářením vyzařuje dlouhovlnné záření v úzkém pásmu, které odpovídá šířce zakázaného pásu použitého fotovoltaického článku [14]



Graf 5 : Teoretické limity účinnosti vícevrstvých článků a jiných alternativních technologií. [14]

4.4 FV PANELY

Jediný fotovoltaický článek má jen velmi malé využití, jelikož výstupní napětí (0,57 V) i výkon (článek o rozměru 10 x 10 cm má výkon 300 Wp) je pro většinu aplikací příliš malý. Proto se články podle požadovaného napětí a odebíraného proudu sériově či paralelně propojují a vytvářejí fotovoltaický panel. Spojením více modulů vzniká



rozměrné fotovoltaické pole, které se instaluje například na střechu nebo fasádu budovy. Pro dosažení vysoké životnosti se moduly ukládají do hermeticky uzavřených pouzder, která jsou opatřena vysoce průhledným tvrzeným sklem. Tato úprava chrání moduly před povětrnostními vlivy, udávaná životnost je 20 - 30 let. [18]

Obr.4 : Skladba FV panelu. [18]

Další možností jsou flexibilní tenkovrstvé fotovoltaické panely fungující na bázi propojených monokrystalických křemíkových kuliček se sférickým přechodem PN. Kuličky křemíku o průměru cca 0,5 mm jsou uvnitř typu P a na povrchu typu N, mají tedy pod povrchem sférický přechod PN. Jsou umístěny na hliníkové fólii v dírkách o menším průměru, kterými nemohou projít. Hliníková folie tvoří jednu elektrodu, dole je v každé kuličce část oblasti typu N odleptána a do oblasti typu P je zaveden kontakt, který tvoří druhou elektrodu. Celý článek je zapouzdřen do plastu tak, aby bylo dokonale zamezeno vnikání vlhkosti k PN přechodu. Flexibilní tenkovrstvé moduly se často přichycují lepením na podklad. [19]

Zvýšení účinnosti fotovoltaických panelů lze několika způsoby. Jedním z nich je zvýšení intenzity záření, které na FV článek dopadne a je jím pohlceno. Materiál FV článků má poměrně velký index lomu, dochází tudíž k odrazu části dopadajícího slunečního záření (zvláště když dopadá pod malým úhlem). Použití dokonalejší **antireflexní vrstvy** na přední straně minimalizuje odraz, aby maximum fotonů vniklo do FV článku až do oblasti PN přechodu. Vrstvy nevodivého oxidu (SiO_2 - křemen) chemicky pasivují povrch a jen v určitých místech je vrstva proleptána a jen zde se odvádí elektrický náboj. **Vyleptaná struktura malých jehlanů** na přední straně způsobuje, že fotony snadno vstupují do FV článku. Pokud ale projdou, aniž vyvolají fotovoltaickou přeměnu a odrazí se od zadní elektrody, nemohou na přední straně vystoupit ven z článku a jsou totálním odrazem vráceny zpět. Znovu procházejí přechodem PN a pravděpodobnost fotovoltaické přeměny se tak zvyšuje. [19]

Odvod elektrického proudu ze spodní vrstvy FV článku (spodní kontakt) nepředstavuje problém, sběrné kontakty (mřížka) na vrchní straně článku zastíní určitou část dopadajícího záření. Jednou z možností je použít **průhledné elektricky vodivé vrstvy** (zpravidla oxid cínu). [6]

Elegantní možností jak zvýšit výrazně množství záření dopadajícího na PN přechod je použití **oboustranného FV článku**. Ty mají na zadní straně stejnou strukturu jako na straně přední, fotony tedy mohou dopadat současně z obou stran (na zadní stranu například po odrazu ze země) a množství vyrobené elektrické energie je potom vyšší. Pokud je panel namontován například na bílé nebo stříbrně natřené střeše, je množství záření dopadajícího ze zadní strany významné (uvádí se zvýšení produkce energie až o 30 %). Takové panely se dobře uplatní ve spojení se zrcadlovými koncentrátory a stojanem umožňujícím natáčení za sluncem. [6, 19]

Instalace FV panelů

Pevná instalace

Nejpříhodnější umístění pevné instalace FV panelů je přední stranou k jihu a sklon dle zeměpisné šířky takový, aby v poledne dopadalo sluneční záření kolmo k přední ploše panelů. Pro maximální využití FV systému je vhodné alespoň dvakrát do roka změnit

nastavení sklonu panelů na zimní a letní provoz. Řada aplikací však potřebuje trvalý stejnosměrný celoroční příkon a pokud neměníme během roku sklon panelů, tak se systém optimalizuje na zimní provoz (kdy je slunce nejméně). [19]

Pevné instalace představují nejen umístování na volné plochy, ale i celou kapitolu integrace FV systémů do budov.

Polohovaná instalace

Je proti nepolohované (pevné) instalaci výhodnější, neboť lze funkční plochu fotovoltaických modulů natáčet či naklápět. Polohování má za následek vyšší výstup z modulů, tj. jejich větší účinnost. Polohování lze rozlišit na jednoosé či dvouosé.

Jednoosé polohování je ve většině případů elevačním polohováním, tedy "naklápěním" modulů do co nejvýhodnější polohy. Tyto systémy jsou "pouze" modifikací klasických pevných instalací a proto je pro ně také výhodnější použít spíše polykrystalické moduly. Toto polohování je schopno zvýšit výstup z modulů oproti klasické pevné instalaci zhruba o 5-10 %. Výstup závisí na jemnosti a četnosti nastavování systému, pohybuje se tedy kolem 1050 - 1100 kWh.



Obr. 5 : Polohovací jednotka SunFlex SF40.

Dvouosé polohování je nejlepším možným způsobem instalace fotovoltaických modulů z hlediska jejich optimálního výkonu. Funkční plocha modulů je natáčena (azimut) a naklápěna zároveň (elevace). Pro tyto polohovací jednotky je nejvýhodnější použít monokrystalické moduly s vyšší účinností.

Reálný rozdíl mezi ročním výkonem pevné a polohované instalace činil na základě měření provedených v solárním parku firmy CZ-elektronika, s.r.o. v Passau v roce 2005 plných 37 %, tedy místo 1.000 kWh z 1 kWp ročně plných 1.370 kWh z 1 kWp ročně. [20]

Koncentrátory

Koncentrátor je optické zařízení schopné zachytit sluneční záření z velké plochy a soustředit je na malou plochu FV článku a výrazně tak zvýšit jeho výkon (proud). FV články také často poskytují při vyšším světelném toku vyšší účinnost a navíc lze používat účinnější typy článků, které jsou příliš drahé pro běžné použití a dosud se používaly jen

na kosmických plavidlech.

Koncentrátory použitelných pro FV moduly je celá řada a zpravidla se rozdělují podle toho, jaké optické prvky ke koncentraci používají:

- zrcadlové
 - s rovinným zrcadlem,
 - s parabolickým zrcadlem,
 - CPC (složený parabolický koncentrátor),
- čočkové
 - běžné spojné čočky,
 - Fresnelovy čočky,
- založené na jiných principech - dielektrické nebo fluorescenční.

Koncentrátory soustřeďující záření ze směru dvou prostorových os (v ideálním případě do bodového ohniska) se nazývají 3D koncentrátory. Ty, které soustřeďují záření do ohniskové přímky, se popisují jako 2D koncentrátory.

Použití koncentrátorů má i své nevýhody, a proto se s nimi v praxi tolik nesetkáváme. K nim patří např. malé využití difuzního záření a nutnost natáčení za sluncem, větší tloušťka respektive výška modulu, optické ztráty (část záření se rozptýlí či pohltí), zahřívání (koncentrace více zahřívá FV články, které tak ztrácejí účinnost). [6, 19]

4.5 ŽIVOTNÍ CYKLUS FV PANELŮ

Životní cyklus výrobku zahrnuje všechny fáze od těžby surovin, výroby polotovarů a konečných výrobků přes dobu užívání až po recyklaci nebo likvidaci na konci životnosti. Ve všech fázích mohou být sledovány vstupní toky surovin, polotovarů, paliv a energií a výstupní toky produktů, odpadů a emisí.

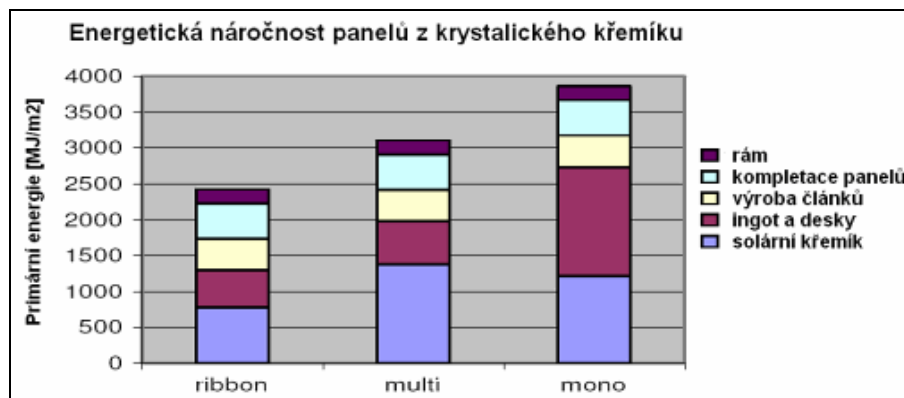
V případě fotovoltaických panelů z krystalického křemíku můžeme rozlišit následující fáze životního cyklu:

- těžba surovin,
- výroba metalurgického křemíku (mg-Si),
- výroba solárního křemíku (sg-Si),
- výroba ingotu a desek,
- výroba článků,
- kompletace panelů,
- montáž fotovoltaického systému,
- provoz - výroba elektřiny,
- demontáž systému,
- recyklace komponent.

K tomu doprava v různých fázích. Podobný řetězec lze vysledovat pro ostatní komponenty fotovoltaického systému - měnič, nosná konstrukce případně tracker a další. [21]

Podíl jednotlivých položek závisí kromě použité metody výroby solárního křemíku a ingotů i na konkrétním výrobcí. Výroba monokrystalických článků je ve srovnání

s multikrystalickými energeticky náročnější, mají však vyšší účinnost. Novější provozy mají v obou případech spotřebu až několikanásobně nižší. Podobně technologie tažení křemíkových pásů přímo z taveniny (tzv. ribbon) je díky nižší spotřebě křemíku energeticky výhodnější, články vyrobené touto technologií však mají nižší účinnost.



Graf 6 : Podíl jednotlivých fází na energetické náročnosti výroby PV panelů.

Snižování energetické náročnosti výroby ostatních komponent fotovoltaické elektrárny - invertor, kabeláž, nosná konstrukce - je věnována zvýšená pozornost teprve v posledních letech, dříve byl jejich podíl na celkové spotřebě energie málo významný. [22]

Recyklace panelů na konci životnosti

Recyklace fotovoltaických panelů je dosud okrajovou záležitostí, v současnosti je vyřazováno z provozu jen několik stovek tun panelů ročně v rámci celé Evropy. Kromě recyklace panelů vyrobených běžnými technologiemi jsou zkoušeny i úpravy konstrukce s cílem recyklaci usnadnit.

Nejvýznamnější komponenty z hlediska hmotnosti jsou sklo (63 %) a hliníkový rám (22 %). Jejich recyklace je dnes zcela běžná, recyklovatelnost se blíží 100 %. Naopak plastové materiály téměř nelze recyklovat. Recyklace skla snižuje spotřebu energie na jeho výrobu asi o 40 %, v případě hliníku dokonce o 95 %. Jsou však nabízeny i panely bez hliníkového rámu. Recyklace těžkých kovů je z hlediska spotřeby materiálů a energií srovnatelná s výrobou z primárních surovin. Tyto materiály jsou recyklovány z důvodu ochrany životního prostředí - jsou toxické.

Samotné fotovoltaické články jsou nejvýznamnější položkou jak z hlediska ceny, tak z hlediska spotřeby energie na výrobu panelu, přestože jejich hmotnost je zanedbatelná. Na konci životnosti panelu jsou přitom články v podstatě nezměněny. [21, 22]

4.6 ENERGETICKÁ NÁVRATNOST A VÝNOSNOST

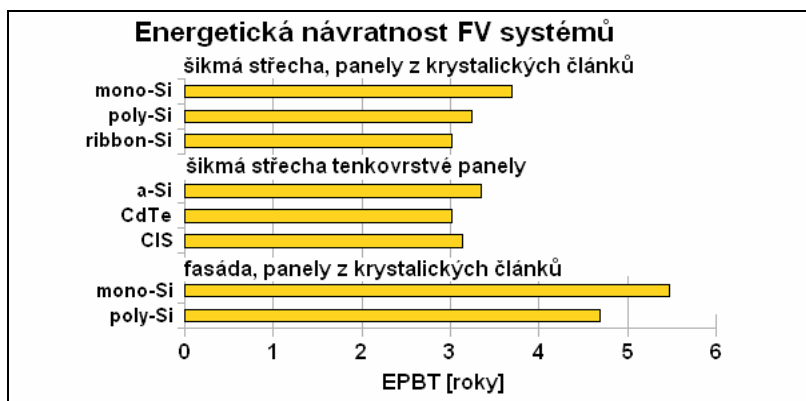
Energetická návratnost (EPBT) a energetická výnosnost (EROEI) jsou jednoduchými metodami pro porovnání různých zdrojů energie, které eliminují nejistoty ekonomického posuzování. Způsoby získávání energie, které mají EROEI nižší než 1 ztrácí smysl, při EROEI výrazně nižším než 10 jsou dlouhodobě neudržitelné, pokud neposkytují jiné výhody.

Obecně lze prohlásit, že technologie druhé a třetí generace jsou v obou parametrech lepší než generace první. U druhé generace je hlavním důvodem výrazně nižší spotřeba polovodičových materiálů. U třetí generace je hlavním důvodem vyšší účinnost

První generaci představují krystalické křemíkové články. Energetická návratnost kompletní elektrárny v klimatických podmínkách ČR klesla v současnosti při použití moderních technologií pod 2 roky. Při životnosti 30 let již EROEI dosahuje hodnoty 15. Prodloužení životnosti, zvýšení účinnosti a další snížení spotřeby materiálů může vést až k hodnotám kolem 40, což je srovnatelné s větrnými elektrárnami. V podmínkách jižní Evropy jsou však dosahované hodnoty asi o polovinu lepší.

Novější podrobnější studie, která se zabývala reálnými instalacemi, ukazuje, že energetická návratnost komerčně dostupných systémů druhé generace se pohybuje v podmínkách ČR kolem 3 let a je srovnatelná s první generací.[14]

Graf 7 :
Porovnání energetické
návratnosti
fotovoltaických systémů,
upraveno pro klimatické
podmínky ČR. [14]

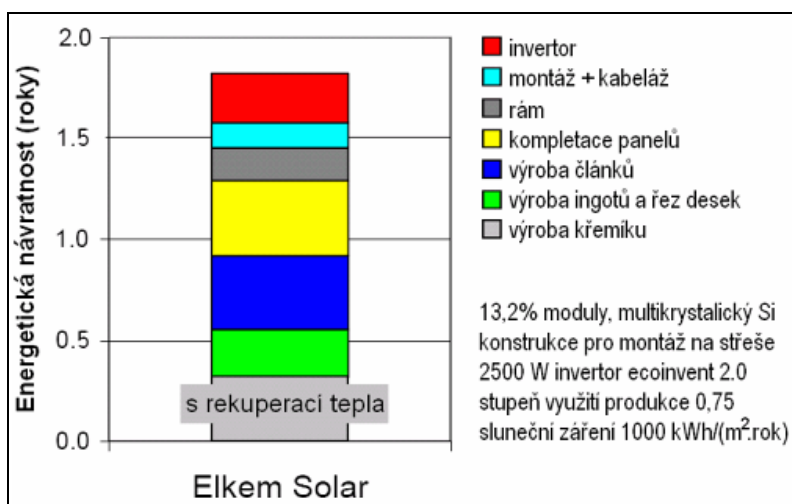


Cesty ke zkracování doby energetické návratnosti (EPBT)

- snižování spotřeby energie ve výrobě solárního křemíku
- snižování spotřeby křemíku
- zvyšování účinnosti článků
- recyklace na konci životnosti

Cesty ke zvyšování energetické výnosnosti (EROEI)

- zkracování energetické návratnosti
- prodlužování životnosti



Graf 8 : Energetická návratnost PV systému s vyznačením podílu jednotlivých komponent. [22]

4.7 FV SYSTÉMY

Podle účelu použití lze fotovoltaické systémy rozdělit do 3 skupin. Nejvýznamnější skupinou jsou jednoznačně síťové systémy, které například v Německu tvoří více než 90 % veškerých instalací a v České republice dokonce 99 %.

Drobné aplikace

Nejnámějším příkladem drobné aplikace FV článků jsou solární kalkulačky. V dnešní době stoupá poptávka i po dalších aplikacích jako jsou nabíječky akumulátorů, které zajistí okamžité dobíjení mobilních telefonů, fotoaparátů, MP3 přehrávačů a notebooků kdekoli na cestách, dovolených či volné přírodě. [18, 23]

Ostrovní systémy grid-off

Ostrovní systémy se používají všude tam, kde není k dispozici rozvodná síť a kde je potřeba střídavého napětí 230 V. Obvykle jsou ostrovní systémy instalovány na místech, kde není účelné anebo není možné vybudovat elektrickou přípojku většinou z ekonomických důvodů, tzn. náklady na vybudování přípojky jsou srovnatelné nebo vyšší než náklady na FV systém. Příkladem jsou odlehle objekty, jako chaty, karavany, jachty, napájení dopravní signalizace a telekomunikačních zařízení, zahradní svítidla, světelné reklamy.

Ostrovní systémy můžeme rozdělit do tří kategorií dle systému napojení, a to na systémy s přímým napojením, hybridní systémy a systémy s akumulací energie.

Systémy s přímým napájením

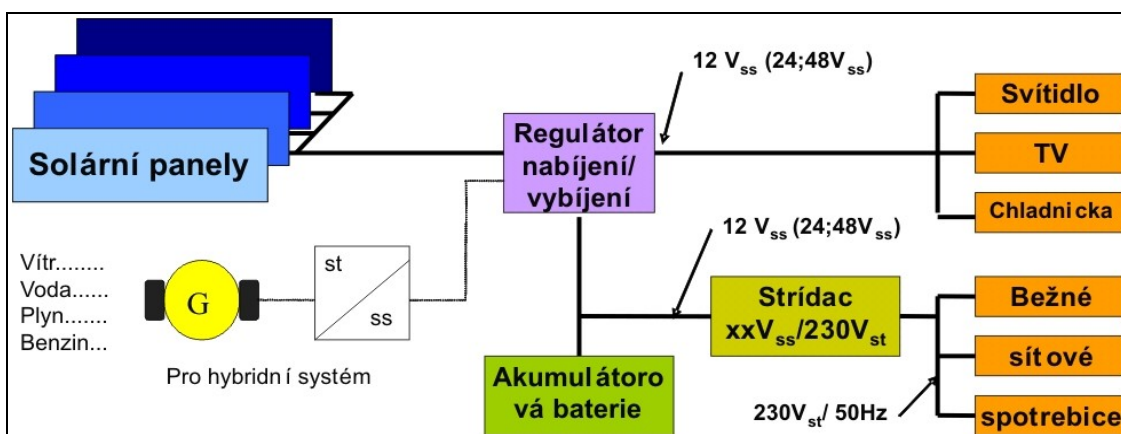
Jedná se o prosté napojení systému a spotřebiče, kdy systém funguje jen při dostatečné intenzitě slunečního záření, př. nabíjení akumulátorů malých přístrojů, čerpání vody pro závlahu, napájení ventilátorů k odvětrání uzavřených prostor.

Hybridní systémy

Hybridní systémy se používají tam, kde je nutný celoroční provoz se značným vytižením. V zimních měsících je možné získat z FV zdroje podstatně méně elektrické energie než v letních měsících, proto je nutné tyto systémy navrhovat i na zimní provoz, což má za následek zvýšení instalovaného výkonu systému a podstatné zvýšení pořizovacích nákladů. Z těchto důvodů jsou FV systémy doplňovány alternativním zdrojem energie, kterým může být větrná elektrárna, malá vodní elektrárna, elektrocentrála, kogenerační jednotka apod.

Systémy s akumulací energie

Systémy s akumulací energie jsou systémy s celoročním provozem nezávislé na síti. Pro uchování elektrické energie na dobu, kdy není dostatek slunečního svitu využívá systém akumulátorové baterie. Jejich optimální dobíjení a vybití je zajištěno elektronickým regulátorem. [18, 23]



Obr.6 : Ostrovni systémy grid-off. [18]

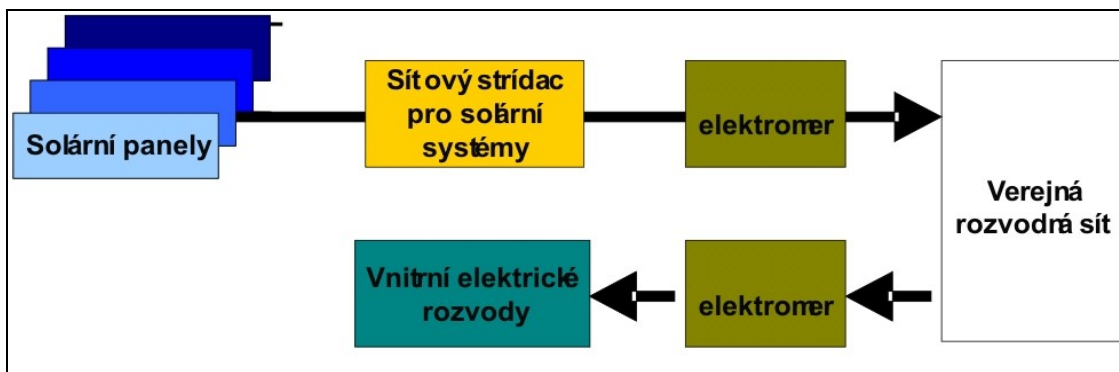
Ostrovni systém se skládá z

- fotovoltaických panelů
- regulátoru dobíjení akumulátorů
- akumulátoru (v 95 % olověný)
- střídače = měniče (pro připojení běžných síťových spotřebičů 230V/~50Hz)
- popř. sledovače Slunce, indikačních a měřících přístrojů

Síťové systémy grid-on

Jsou nejvíce uplatňovány v oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů. V případě dostatečného slunečního svitu jsou spotřebiče v budově napájeni vlastní „solární“ elektrickou energií a případný přebytek je dodáván do veřejné rozvodné sítě. Při nedostatku vlastní energie je el. energie z rozvodné sítě odebírána. Systém funguje

zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení síťového střídače. Připojení k síti podléhá schvalovacímu řízení u rozvodných závodů. Špičkový výkon FV systémů připojených k rozvodné síti je v rozmezí kilowatt až jednotek megawatt. [18, 23]



Obr.7 : Síťové systémy grid-on. [18]

Základními prvky grid on FV systémů jsou

- fotovoltaické panely
- měnič napětí (střídač), který ze stejnosměrného napětí vyrábí střídavé (230V/~50Hz)
- kabeláž
- měření vyrobené elektrické energie (elektroměr)
- popř. sledovač Slunce, indikační a měřicí přístrojů

5 ANALÝZA SWOT

Analýza SWOT je metoda analýzy, díky které je možno zhodnotit silné (anglicky *Strengths*), slabé (anglicky *Weaknesses*) stránky, příležitosti (anglicky *Opportunities*) a hrozby (anglicky *Threats*) spojené s určitým projektem, organizací apod. V případě FV článků můžeme tuto analýzu použít, ke zhodnocení silných stránek neboli výhod a slabých stránek neboli nevýhod, v případě příležitostí a hrozeb zhodnotíme co podporuje instalaci a výrobu FV článků a naopak jaké vnější podmínky jim nepřejí.

Strengths - silné stránky aneb výhody

- sluneční energie, kterou FV články přetváří na elektrickou, je ekologicky čistá a patří mezi obnovitelné zdroje energie
- Slunce nikomu nepatří, svítí zdarma a všude, energii ze Slunce může využít každý, je nevyčerpatelná
- při činnosti FV systému nevznikají odpady, emise ani jiné škodlivé látky
- provoz je zcela bezhlučný, bez pohyblivých dílů
- energie vložená do výroby FV článků se vrátí za 2-5 let a předpokládaná životnost je 30 let [32]
- FV zařízení mají vysokou provozní spolehlivost
- instalace FV systému je jednoduchá
- výroba elektřiny ve slunečních článcích je bezpečná
- po dožití nepředstavují křemíkové články nebezpečný odpad
- FV panely jsou recyklovatelné, materiály z výrobního procesu (křemík, sklo, hliník apod.) mohou být znovu využity
- provoz FV systému vyžaduje minimální údržbu a obsluhu
- komplementarita s jinými tradičními i obnovitelnými energetickými zdroji
- na instalaci FV systémů lze využít části domů (fasády, střechy) nebo je přímo integrovat do objektů, FV elektrárny lze instalovat na jinak nevyužitelné lokality (např. umístění na rekultivovanou skládku)

Weaknesses - slabé stránky aneb nevýhody

- poměrně nízká průměrná roční intenzita slunečního záření
- krátká průměrná roční doba slunečního svitu
- velké kolísání intenzity záření v průběhu roku
- malá účinnost přeměny a z toho plynoucí nároky na plochu článků
- vysoké investiční náklady na instalaci
- poměrně malá životnost v poměru k ceně
- častá potřeba záložního zdroje elektřiny

Opportunities - příležitosti

- jedna z možností jak snížit hodnotu skleníkových plynů v atmosféře
- zbavení se závislosti na fosilních palivech
- celosvětový rozvoj FV sektoru - snížení cen, zvýšení účinnosti
- decentralizace energetických zdrojů
- energetická soběstačnost na všech úrovních - domy, celky, obce, regiony, stát
- FV systémy poskytují přidanou hodnotu venkovským oblastem, zejména lidem v rozvojových zemích bez elektrické rozvodné sítě
- minimalizace rozvodných sítí
- celoplošná dostupnost
- FV průmysl vytváří tisíce pracovních míst (v současnosti se jedná v Evropě o 75 tisíc míst, do roku 2020 by to dle Evropské technologické platformy pro FV mělo být až 200 tisíc) [63]
- přispívá ke zlepšení zabezpečení energetických dodávek v Evropě

Threats - ohrožení, hrozby

- legislativa a politika nepodporující OZE
- počasí - lokální, globální
- výkyvy v energetických ziscích - den/noc, jasno/zataženo, roční období
- stávající finanční náročnost, nedostatek vstupního kapitálu
- neobjektivní informovanost obyvatelstva o získávání a potřebě energie (obnovitelné/neobnovitelné zdroje)
- lobby energetických gigantů
- zloději - především u ostrovních systémů
- vandalismus
- nedostatek pozemků vhodných pro instalaci FV elektrárny
- nedostatečná kapacita přenosové soustavy
- nedostatek surovin na výrobu FV článků a panelů, poptávka převyšuje nabídku

Hodnocení

Z výše uvedené analýzy vyplývá, že FV články mají velkou příležitost stát se v 21.století nedílnou součástí energetické koncepce Evropy i celého světa. Nepřehlédnutelné výhody tohoto zdroje elektrické energie se již dnes promítají do návrhů moderní výstavby, která obsahuje kromě architektonické hodnoty i energetické koncepty. Nicméně je důležité nepodcenit slabé stránky této technologie (podporovat její výzkum a vývoj) a pracovat na strategické eliminaci potenciálních hrozeb.

6 PODMÍNKY NAVRHOVÁNÍ

6.1 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY

Slunce a sluneční záření

Slunce je středem planetární soustavy, do které patří i naše Země. Má přibližně tvar koule s průměrem 1 400 000 km. Skládá se v převážné míře z atomového vodíku s malou příměsí hélia a nepatrným množstvím ostatních prvků. Všechny tyto prvky se nachází ve formě plazmatu. Hmotnost Slunce je $2 \cdot 10^{30}$ kg, teplota povrchu je okolo 6 000 K. Celkový tok energie, který Slunce vyzařuje do kosmického prostoru je $3,8 \cdot 10^{26}$ W. Zdrojem tohoto obrovského množství energie je termojaderná reakce, která probíhá při fúzi vodíku na helium ($4 \cdot 10^6$ t hmoty Slunce se přemění za 1 sekundu na energii, kterou Slunce vyzáří).

Spektrální složení slunečního záření se pohybuje od vlnové délky 10^{-10} m (rentgenové a ultrafialové záření) až řádově metrové (rádiové vlny).

Slunečním zářením dopadá na zemskou a její atmosféru kontinuální výkon $1,7 \cdot 10^{17}$ W. Roční nabídka solární energie představuje $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh, tj. 1500 miliard GWh práce, zatímco současná odhadovaná celosvětová spotřeba je $100 \cdot 10^{12}$ kWh za rok.

Z porovnání vyplývá, že nabídka Slunce převyšuje naše současné potřeby cca 15 000 krát. K uspokojení energetických potřeb lidstva by stačilo při pětiprocentní účinnosti přeměny 0,13% zemského povrchu.

Intenzita slunečního záření nad zemskou atmosférou je cca $1\,350 \text{ Wm}^{-2}$. Z toho atmosférou na zemský povrch pronikne za příznivých podmínek cca $1\,000 \text{ Wm}^{-2}$.

Rozptylem přímého záření na oblacích a nečistotách v atmosféře a odrazem od terénu vzniká difúzní záření.

Součet přímého a difúzního záření se označuje jako záření globální. Ve střední Evropě v závislosti na ročním období a stavu atmosféry může intenzita globálního záření v poledních hodinách kolísat od 100 do $1\,000 \text{ Wm}^{-2}$.

Poměr přímého a difúzního záření je závislý na geografických a mikroklimatických podmínkách. Ve střední Evropě tvoří difúzní záření v celoročním průměru 50 - 70 % z globálního záření, přičemž v zimě dosahuje až 90 % podíl. [19, 24, 25]

Přírodní podmínky v České republice

V letním půlroce dopadne na zem přibližně 75 % z celoročního globálního záření, navíc jsou velké rozdíly v závislosti na geografické poloze, dokonce i v rámci samotné České republiky jsou určité rozdíly mezi jednotlivými regiony. Průměrný počet hodin solárního svitu (bez oblačnosti) se v ČR pohybuje v rozmezí 1400h/rok až 1700h/rok. Nejmenší počet hodin má severozápad území, směrem na jihovýchod počet hodin narůstá. Lokality se od sebe běžně liší v průměru o ± 10 %, v oblastech se silně

znečištěnou atmosférou nebo v oblastech s vysokým výskytem inverzí je nutné počítat s poklesem globálního záření o 5-10 %. Pro oblasti s nadmořskou výškou od 700 do 2000 m n.m. je možné počítat s 5 % nárůstem globálního záření. [19, 24, 25]

Roční sumy globálního záření dopadajícího na 1 m² vodorovné plochy v ČR kolísají od 950 do 1250 kWh/m², tzn. že na plochu jednoho čtverečního metru dopadne ročně průměrně 1100 kWh energie. Při těchto podmínkách jsme schopni získat z 1m² fotovoltaického panelu z monokrystalickými články o špičkovém výkonu 115 - 125 Wp během jednoho roku 80 - 120 kWh elektrické energie v závislosti na podmínkách a typu panelu. [9]

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok [Wh]
Energie [Wh/den]	80	138	213	302	383	390	408	360	265	179	83	60	87 237

Tab 1. Průměrné hodnoty elektrické energie [Wh/den], kterou lze získat během jednoho dne ze solárního panelu s výkonem 110 W_p (cca 1 m²) dle měsíců. [9]

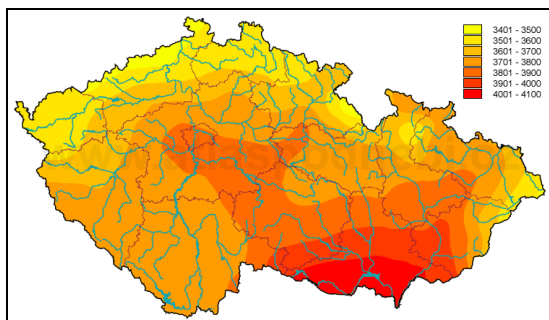
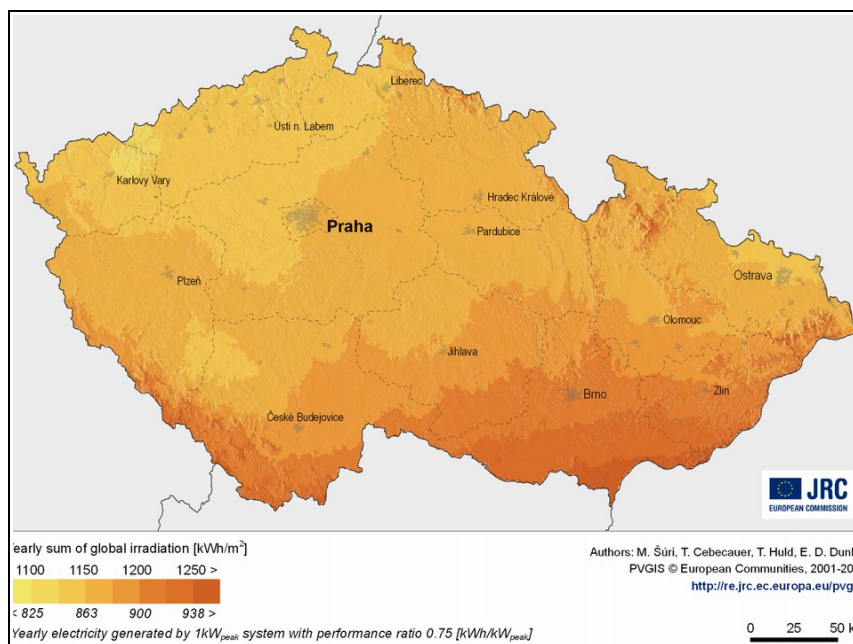
V ČR je globální záření měřeno v síti radiačních stanic. U vybraných stanic reprezentujících klimatická specifika různých nadmořských výšek a zeměpisných poloh jsou uvedeny dlouholeté průměrné roční sumy globálního záření.

Svratouch (Žďárské vrchy)	737 m n.m.	1032 kWh/m ²	100 %
Luka u Litovle (Drahanská vrchovina)	510 m n.n.	1049 kWh/m ²	102 %
Košetice u Pelhřimova (Českomor. vrch.)	470 m n.m.	1054 kWh/m ²	102 %
Kuchařovice u Znojma (Dyjsko-Svrat. úval)	334 m n.m.	1115 kWh/m ²	108 %
Hradec Králové (Česká tabule - Polabí)	285 m n.m.	1073 kWh/m ²	104 %

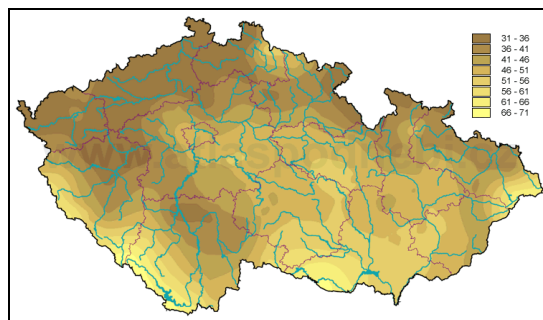
Tab 2. Globální sluneční záření naměřené na jednotlivých stanicích v ČR. [24]

Stanice v různých geografických polohách vykazují srovnatelné hodnoty globálního záření. Od nejvýše položené stanice Svratouch vzaté jako základ 100 % jsou rozdíly do 10 %. To vyvrací obecně vžitou představu o výrazných rozdílech intenzity slunečního záření v nížinách a na vrchovinách a podporuje možnost využití kolektorů na celém území ČR bez ohledu na nadmořskou výšku. [25]

Obr. 8 : Roční suma
globálního záření dle
Photovoltaic
Geographical
Information System
(PVGIS).

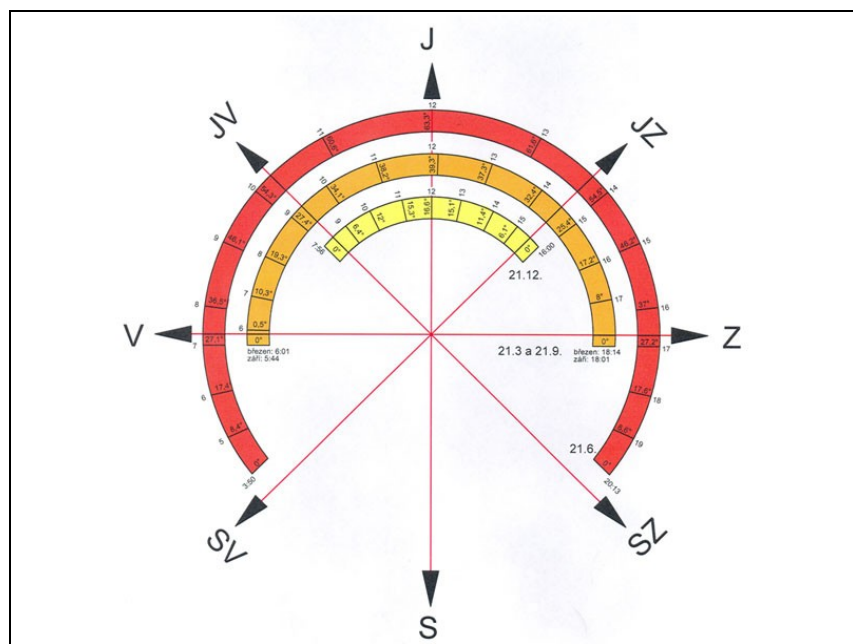


Obr. 9 : Roční suma globálního záření dle Atlasu
podnebí ČR (MJ/m^2).



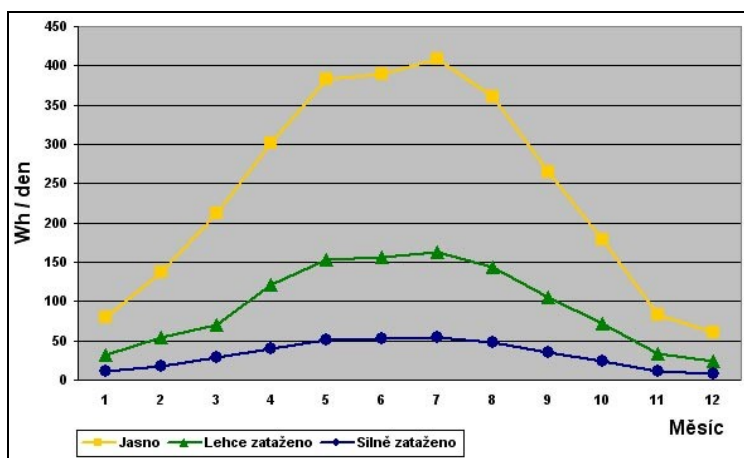
Obr. 10 : Průměrný roční počet jasných dnů. Průměrný
počet bezoblačných dní se v rámci republiky může lišit
až o 40 za rok.

Obr. 11 : Pohyb slunce
po obloze.
Úhel dopadu slunečního
záření závisí na denní
době, na ročním období
a na zeměpisné šířce.
Doba slunečního svitu se
pohybuje od 8 hodin v
zimě až po 16 hodin v
létě.



Vliv oblačnosti

Při oblačné (zatažené) obloze klesá výrazně výkon FV systémů. Tento pokles je až na 10 % nejvyššího výkonu, který má panel za slunečného dne.



Graf 9 : Množství získané energie z 1 m² fotovoltaiky (cca 106 Wp).

Z těchto skutečností vyplývá, že v České republice jsou podmínky pro využití energie slunečního záření pro výrobu elektrické energie obdobné jako v sousedních státech (Rakousko - oblast kolem Vídně, Německo - oblast kolem Berlína a Kolína) a jsou celkově příznivé, přestože množství sluneční energie v průběhu roku a dne kolísá. [32]

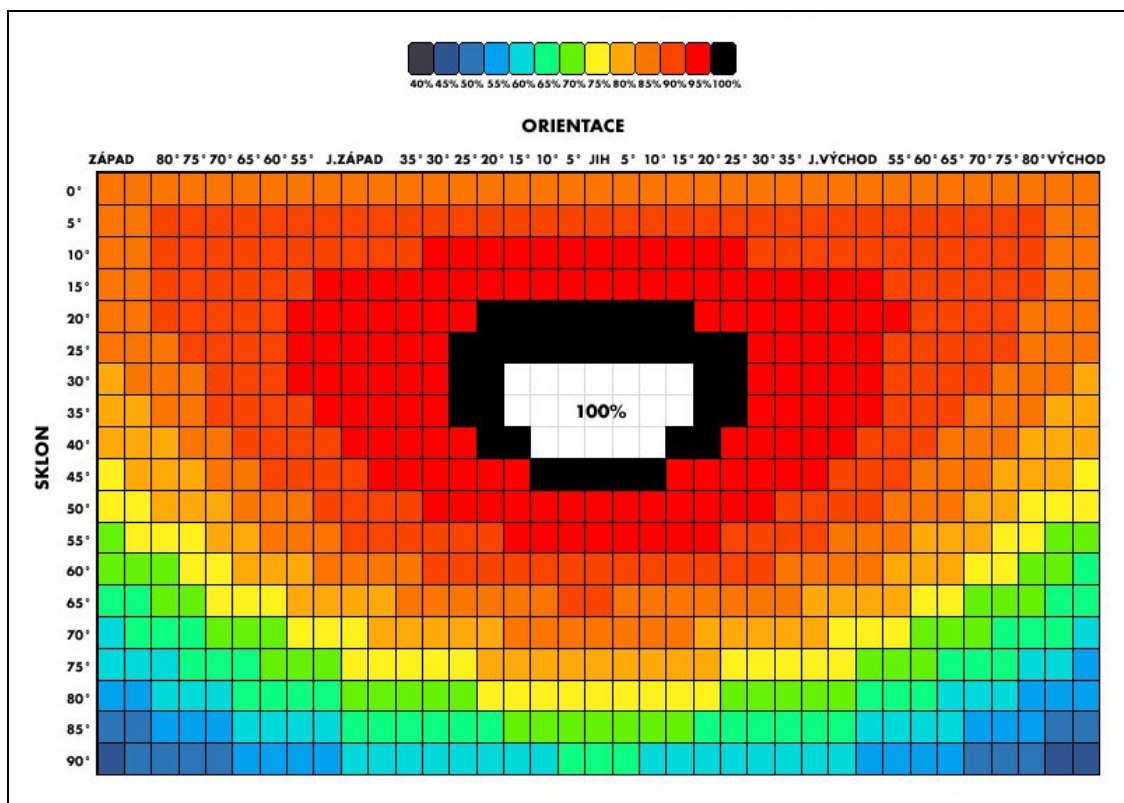
6.2 TECHNICKÉ PODMÍNKY

Navrhování fotovoltaických systémů není jen problematika správného nastavení panelů vůči slunci, ale je třeba si uvědomit širokou škálu vzájemně propojených vstupních podmínek od přírodních, přes konstrukční až po ekonomické a uvést je do vzájemného souladu. K základním vstupním informacím tedy patří:

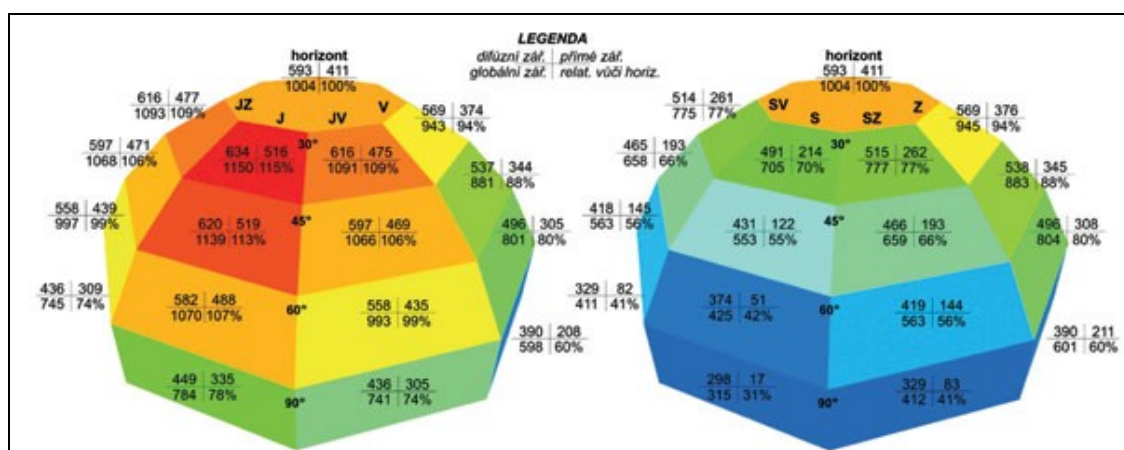
- znalost místních podmínek - množství dostupného slunečního záření - počet hodin slunečního svitu a intenzita slunečního záření, která se mění i podle znečištění atmosféry, odstupová vzdálenost a výška okolních budov a dalších potenciálních zdrojů stínění, síla větru a množství sněhových srážek (dimenzování podpůrné konstrukce a kotevních prvků);
- zamýšlená forma instalace FV panelů - umístění na volné ploše, na budově nebo v rámci budov (integrace FV panelů do obvodových plášťů), optimální sklon a orientace (ideální je jih), geometrie instalace, volba podpůrné konstrukce a způsobu kotvení;
- charakteristiky jednotlivých prvků systému - počet a typ FV panelů, elektrické propojení, nominální výkonové parametry FV panelů a střídačů, životnost;
- způsob využití produkované energie - přímá spotřeba, skladování pomocí akumulátorů, prodej do elektrické sítě či kombinace těchto způsobů. [26]

Sklon a orientace modulů

Nejdůležitějším vstupním údajem pro předpověď produkce elektrické energie je množství dostupného slunečního záření, které je pro vybrané sklony a orientace znázorněno na obrázcích. Tyto parametry mají totiž přímý vliv na účinnost fotovoltaického systému, účinnost systému a množství vyrobené elektřiny pak přímo souvisí s množstvím peněz za výkupní cenu nebo zelené bonusy.



Obr. 12 : Vliv orientace a sklonu modulů na celkový energetický výnos.

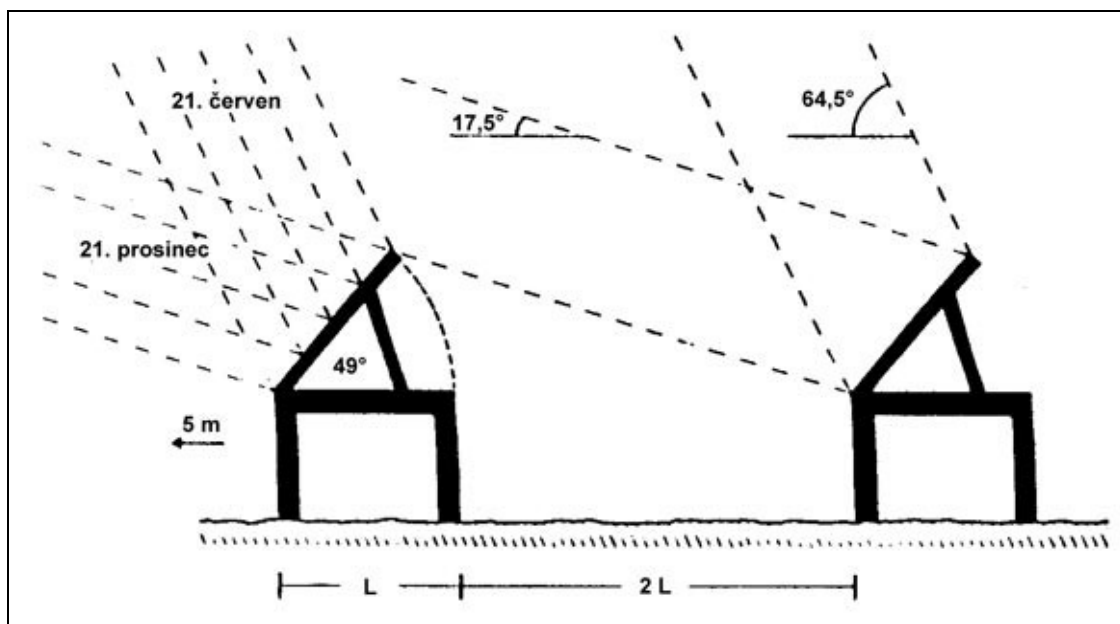


Obr. 13 : Množství dopadajícího difúzního, přímého a globálního záření v kWh/(m².rok) pro jednotlivé sklony a orientace pro lokalitu Praha.

Optimální poloha pro umístění FV panelů v podmínkách ČR je - po započtení optických ztrát a negativního vlivu teploty - na sklonu 36° s jižní orientací. Nicméně u sklonů 20° až 50° a orientaci JJV až JJZ je celoroční pokles energetické produkce oproti optimu menší než 5 %.

Nominální konverzní účinnost komerčně vyráběných FV panelů na bázi krystalického křemíku se pohybuje v rozmezí 12 až 17 %. Pro realistický odhad roční produkce elektrické energie je však nutné nominální účinnost korigovat o provozní ztráty FV systému, zpravidla součinitelem 0,8. [26]

Odstupová vzdálenost budov



Obr. 14 : Odstupová vzdálenost budov vzhledem k úhlu slunečního záření během roku.

Na obrázku je znázorněn úhel ozáření, a sice i s ohledem na zábor prostoru. Při nejnižší poloze slunce (zimní slunovrat) zastíňuje postavený modul vodorovnou plochu, která je dvakrát delší než je délka základů tohoto modulu.

6.3 UMÍSTOVÁNÍ STAVEB A ZAŘÍZENÍ PRO VÝROBU ENERGIE

dle metodiky vydané Ústavem územního rozvoje v červenci 2008. [27]

Stavby a zařízení se umísťují v souladu s předpisy stavebního práva, zejména :

- zákonem č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů,
- vyhláškou č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území,
- vyhláškou č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření.

V souvislosti s rozšiřováním využívání OZE vznikají nové druhy staveb a zařízení pro

výrobu energie, které se považují za technickou infrastrukturu.

Do technické infrastruktury náleží soubory vedení, pozemků, staveb a s nimi provozně související zařízení, které zajišťují zásobování vodou, energiemi (elektřina, plyn, teplo).

Za systémy zásobování energiemi s využitím pojmů ze zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů se považují :

Zásobování elektrickou energií (elektroenergetika) je systém zahrnující zejména pozemky s vedením (nadzemní, podzemní), stavby a s nimi provozně související zařízení pro výrobu, přenos a distribuci elektrické energie, s čímž souvisejí zařízení k její transformaci. Systém zásobování elektrickou energií sestává z výroby elektřiny, elektrizační soustavy (přenosová a distribuční soustava) a elektrických stanic (rozvodna, transformace).

Výroby elektřiny z OZE se nepovažují za veřejnou technickou infrastrukturu dle stavebního zákona. Nemohou být vymezeny v územně plánovací dokumentaci jako veřejně prospěšné stavby a nelze pro ně vyvlastnit podle zákona č. 184/2006 Sb., o odnětí nebo omezení vlastnického práva k pozemku nebo ke stavbě (s vazbou na § 170 stavebního zákona).

Metodika se zaměřuje na stavby a zařízení, které mají svým rozsahem, velikostí a umístěním významný dopad na území. Využívání a ochrana krajiny jako jedinečného fenoménu musí být dlouhodobě ve vzájemné rovnováze. Ústav územního rozvoje doporučuje, aby stavby a zařízení k výrobě energie byly umísťovány přednostně v území, jehož možnosti a předpoklady jsou prověřeny územním plánem nebo územní studií. V obci, která má platný územní plán, lze stavby a zařízení umísťovat jen v souladu s ním.

Fotovoltaické elektrárny včetně svého příslušenství vyžadují přístupovou komunikaci, oplocení a připojení do distribuční (přenosové) soustavy. FV elektrárna je zpravidla stavba s velkým nárokem na plochu, nejlépe jižní svažité expozice.

Její umístění je možné především v plochách výroby a skladování, v plochách technické infrastruktury a v plochách smíšených výrobních, pokud jsou vymezeny územním plánem. Pokud je FV instalace takového rozsahu, že je pouze doplňujícím zařízením jiné stavby, je možné ji umístit jako součást této stavby. Může tak být umístěna v plochách bydlení, rekreace, občanského vybavení apod. Například na střechách staveb, splňují-li především hygienické podmínky.

Umístění FV elektrárny v nezastavěném území lze pouze v souladu s územním plánem.

6.4 LEGISLATIVNÍ RÁMEC V ČESKÉ REPUBLICE

Velmi důležitou roli v oblasti fotovoltaiky hraje zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), jehož hlavním přínosem by měla být stabilizace podnikatelského prostředí v oblasti obnovitelných zdrojů energie (OZE), zvýšení atraktivnosti těchto zdrojů pro investory a vytvoření podmínek pro vyvážený rozvoj OZE v ČR.

Další zákony zabývající se problematikou energetiky jsou zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

Uvedené zákony doplňují mimo jiné vyhlášky :

- vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů, ve znění vyhlášky č. 364/2007 Sb.

Novelizace vyhlášky přináší změnu indikativních hodnot technických a ekonomických parametrů, především ve smyslu předpokládané životnosti fotovoltaické elektrárny, která se z původních 15 let zvyšuje na 20 let.

Hlavní teze vyhlášky s vlivem na energii z fotovoltaických článků:

§ 4 Technické a ekonomické parametry při podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů výkupními cenami

1. Předpokladem pro zajištění patnáctileté doby návratnosti investic při uplatnění podpory výkupními cenami za elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů je splnění hodnot technických a ekonomických parametrů výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, při nichž výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů za stanovených výkupních cen dosáhne

- a. přiměřeného výnosu z vloženého kapitálu za dobu životnosti výroby elektřiny, který je určen průměrným váženým nákladem kapitálu, a
- b. nezáporné velikosti čisté současné hodnoty toku hotovosti po zdanění za celou dobu životnosti výroby elektřiny, při využití diskontní míry ve výši průměrného váženého nákladu kapitálu.

2. Indikativní hodnoty technických a ekonomických parametrů samostatně pro jednotlivé podporované kategorie obnovitelných zdrojů a vybrané technologie, které při výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů umožňují splnit požadovaná ekonomická kritéria podle odstavce 1, jsou uvedeny v příloze č. 3 k této vyhlášce.

Fotovoltaika - technické a ekonomické parametry v příloze č. 3 vyhlášky ERÚ 364/07 Sb.

1. Předpokládaná doba životnosti nové výroby: 20 let
2. Požadavek účinnosti využití primárního obsahu energie: Předpokládá se konstrukce a umístění fotovoltaických článků tak, aby bylo dosaženo roční svorkové výroby elektřiny alespoň 150 kWh na metr čtvereční aktivní plochy solárního panelu. Současně je uvažován pokles výkonu panelů o 0,8 % jmenovitého výkonu ročně.
3. Měrné investiční náklady a roční využití výkonu instalovaného zdroje

Celkové měrné investiční náklady [Kč/kWp]	Roční využití instalovaného špičkového výkonu [kWh/kWp]
< 135 000	> 935

Tab. 3 : Celkové měrné investiční náklady a roční využití instalovaného špičkového výkonu.

Poznámka: Pro výroby uvedené do provozu přede dnem nabytí účinnosti této vyhlášky platí indikativní hodnoty technických a ekonomických parametrů podle přílohy č. 3 k vyhlášce č. 475/2005 Sb.

- vyhláška 150/2007 Sb. o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech při regulaci cen

Tato vyhláška obsahuje z hlediska fotovoltaiky toto zásadní ustanovení: § 2 odst. (11) : „Úřad stanovuje výkupní ceny a zelené bonusy elektřiny z obnovitelných energetických zdrojů podle zvláštních právních předpisů. Výkupní ceny a zelené bonusy jsou uplatňovány po dobu životnosti výroben elektřiny“. Po dobu životnosti výroby elektřiny, zařazené do příslušné kategorie podle druhu využívaného obnovitelného zdroje a data uvedení do provozu, se výkupní ceny meziročně zvyšují s ohledem na index cen průmyslových výrobců minimálně o 2 % a maximálně o 4 %, s výjimkou výroben spalujících biomasu a bioplyn.“

- vyhláška č. 195/2007 Sb., kterou se stanoví rozsah stanovisek k politice územního rozvoje a územně plánovací dokumentaci, závazných stanovisek při ochraně zájmů chráněných zákonem č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, a podmínky pro určení energetických zařízení

Mezi další významné právní normy můžeme zařadit zejména Bílou knihu o obnovitelných zdrojích energie z roku 1997. (Cílem je podporovat to, co bylo nazýváno trvale udržitelnou mobilitou, a to mimo jiné prostřednictvím zajištění rozvoje dopravních systémů, které by přispívaly k systému trvale udržitelného rozvoje a respektovaly životní prostředí a zejména snižování emisí CO₂.) a Směrnice 2001/77/EC Evropského parlamentu a Rady EU ze dne 27. září 2001 „o podpoře výroby elektrické

energie z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu“.

Energetický regulační úřad (ERÚ) je správní úřad pro výkon regulace v energetice. Podle § 17 zákona č. 458/2000 Sb. Je v jeho působnosti podpora hospodářské soutěže, podpora využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie, podpora využívání OZE a ochrana zájmů spotřebitele v těch oblastech energetických odvětví, kde není možná konkurence, s cílem uspokojení všech přiměřených požadavků na dodávku energií.

ERÚ cenové rozhodnutí č. 8/2008 ze dne 18. listopadu 2008, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů pro rok 2009. Pro nové fotovoltaické elektrárny uvedené do provozu v roce 2009 je nová výkupní cena rozdělena podle výkonu systému. Pro systémy do 30 kWp je cena 12,89 Kč/kWh (zelený bonus 11,91 Kč/kWh) a pro větší systémy 12,79 Kč/kWh (zelený bonus 11,81 Kč/kWh).

Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2009 s instalovaným výkonem do 30kW včetně	12 890	11 910
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2008 s instalovaným výkonem nad 30kW	12 790	11 810
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2007 do 31. prosince 2008	13 730	12 750
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	14 080	13 100
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	6 710	5 730

Tab. 4 : Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření.

Finanční nástroje podpory OZE v ČR

Česká republika implementovala do svého právního řádu prostřednictvím zákona č.180/2005 Sb. Směrnici 2001/77/ES, čímž se zavázala splnit cíl 8 % hrubé výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na tuzemské hrubé spotřebě elektřiny k roku 2010 a společně s tím vytvořit takové legislativní a tržní podmínky, aby zachovala důvěru investorů do technologií na bázi OZE. Konkrétní nástroje k dosažení tohoto cíle Směrnice 2001/77/ES ponechává na rozhodnutí členských států. Česká republika se rozhodla zavést mechanismus výkupních cen (tzv. feed-in tariff) v kombinaci se systémem „zelených bonusů“. Ze získaných zkušeností po celém světě dnes můžeme tvrdit, že z pohledu fotovoltaiky a jejího rozvoje se tento systém osvědčil asi nejlépe. Také proto dnes tento systém v Evropě (a nejen tam) dominuje a mnohé další země jej zavádějí, popř. upravují (Francie, Řecko). Existují však i jiné způsoby podpory fotovoltaiky a trhu s těmito produkty, které často feed-in tariff doplňují.

- **Mechanismus výkupních cen**

Ze zákona č. 180/05 Sb. vyplývá povinnost pro provozovatele přenosové soustavy nebo distribuční soustavy připojit fotovoltaický systém do přenosové soustavy a veškerou vyrobenou elektřinu (na kterou se vztahuje podpora) vykoupit. Výkup probíhá za cenu určenou pro daný rok Energetickým regulačním úřadem a tato cena bude vyplácena jako minimální (navyšuje se o index PPI) po dobu následujících patnácti let.

- **Mechanismus zelených bonusů**

Zeleným bonusem se rozumí finanční částka navyšující tržní cenu elektřiny, která zohledňuje snížené poškození životního prostředí využitím obnovitelného zdroje. Tento systém je více ve shodě s liberalizovaným trhem. Výrobce si na trhu musí najít obchodníka, kterému elektřinu prodá za tržní cenu. Cena je nižší než u konvenční elektřiny, protože v sobě obsahuje nestabilitu výroby, a je různá pro různé typy OZE. V momentu prodeje získá výrobce od provozovatele distribuční soustavy tzv. zelený bonus neboli prémii. Regulační úřad stanoví výši premii tak, aby výrobce získal za jednotku prodané elektřiny o něco vyšší částku než v systému pevných výkupních cen.

- **Daňová úleva**

Z hlediska investice do fotovoltaiky je důležitý také zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, který říká, že příjmy z provozu obnovitelných zdrojů energie jsou osvobozeny od daně ze zisku, a to v roce uvedení do provozu a následujících 5 let (§ 4 písmeno e).

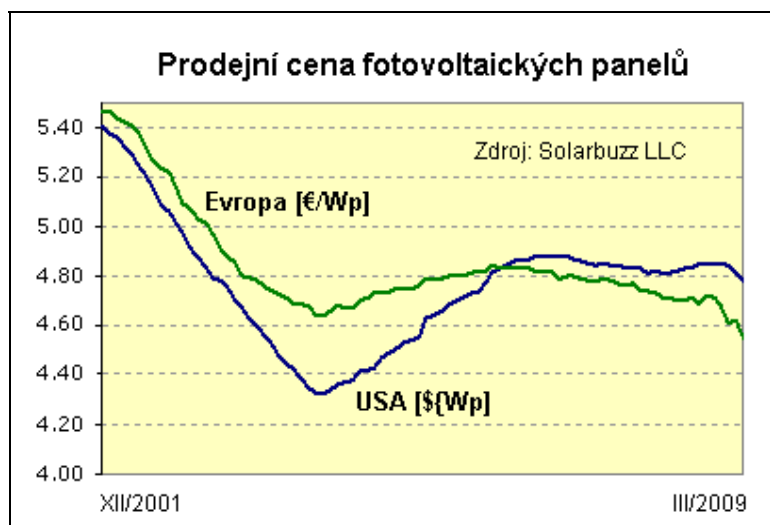
- **Dotační tituly v ČR**

Na investici do fotovoltaického zařízení lze získat finanční příspěvek (dotaci) a to jednak z prostředků státního rozpočtu v rámci národních programů a také v rámci Operačních programů (prostředky Strukturálních fondů).

6.5 EKONOMICKÉ PODMÍNKY

Ceny fotovoltaických elektráren se odvíjejí od cen komponent a nákladů na projekt a montáž. Jsou udávány v korunách na watt špičkového výkonu za standardních podmínek (dopadající záření o výkonu 1000 W/m^2 , spektrum AM 1,5 global, teplota 25°C). Nejlevnější tenkovrstvé panely jsou prodávány za 1,95 €/Wp (2,47 \$/Wp), monokrystalické za 2,75 €/Wp, multikrystalické za 2,60 €/Wp. Ceny vícevrstevných článků se pohybují v rozmezí 7 až 10 \$/Wp. Při nižší účinnosti je však třeba instalovat více kusů panelů, krystalické panely jsou běžně dostupné ve výkonech 200 až 300 Wp, zatímco tenkovrstvé jen ve výkonech 60 až 70 Wp. V důsledku toho rostou náklady na nosné konstrukce a propojovací kabely a následně nároky na lidskou práci při montáži systému. Pro velké instalace na zemi je nutno připočítat zvýšené náklady na koupi nebo pronájem pozemku. Ve výsledku jsou rozdíly v investičních nákladech poměrně malé.

Investiční náklady fotovoltaických elektráren se na začátku roku 2009 pohybovaly kolem 130 000 Kč pro systém o výkonu 1 kWp, asi 600 000 při výkonu 5 kWp a v rozmezí 100 až 110 tis. Kč/kWp pro velké systémy. Ve srovnání s rokem 2008, kdy se ceny velkých systémů na začátku roku pohybovaly kolem 130 tis. Kč/Wp se jedná o výrazný pokles, který je však z velké části způsoben změnami kurzu koruny. [14]



Graf 10 : Prodejní ceny fotovoltaických panelů.

Vize fotovoltaiky pro rok 2030

- 0,05 až 0,12 €/kWh, ploché panely mají účinnost min. 25 % a životnost 40 let,
- roční výroba v Evropě 20 - 40 GW
- nová pracovní místa pro 200 000 až 400 000 osob
- v Evropě instalováno 200 GW
- fotovoltaika zprostředkuje přístup k elektrickému proudu pro 100 milionů rodin, což je půl miliardy lidí

Když srovnáme tuto předpověď se současnou nejnovější předpovědí světové výroby z

roku 2008 (viz níže v tabulce), můžeme usuzovat, že vize pro rok 2030 je zřejmě podceněná.

Evropská technologická platforma pro fotovoltaiku zveřejnila v červenci 2007 strategickou agendu. Dokument „Strategic Research Agenda“ bude významný pro dosažení cílů 7. rámcového programu EU. V jižní Evropě může být solární proud konkurenceschopný do roku 2015 a v roce 2020 v celé Evropě. [17]

	1980	dnes	2015	2030	dlouhodobě
průměrná cena systémů bez daně (2006 €/Wp)	> 30	5	2,5	1	0,5
průměrné náklady na výrobu slunečního proudu v jižní Evropě (2006 €/kWh)	> 2	0,3	0,15	0,06	0,03
průměrná účinnost standardních FV modulů (%)	až 8	až 15	až 20	až 25	až 40
průměrná účinnost modulů s koncentrátorem (%)	cca 10	až 25	až 30	až 40	až 60
průměrná doba energetické amortizace v letech (jižní Evropa)	> 10	2	1	0,5	0,25

Tab. 5 : Vývoj cen fotovoltaických systémů dle dokumentu „Strategic Research Agenda“.

Firma PHOTO Consulting hodnotila jednotlivé největší výrobce fotovoltaiky (Conergy, First Solar, Hemlock, LDK, M.Setek, Motech, Q-Cells, REC, SolarWorld, SunEdison, SunPower, Suntech a Wacker) a jejich výrobní potenciál; sumarizované výsledky jsou uvedeny v následující tabulce:

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
výroba (GWp) 2005				6,1	10,2	15,1	20,5	
výroba (GWp) 2008	1,7	2,6	4	7,1	14,1	28,8	40,9	52,3
nárůst výroby (YoY%) 2005				54	66	48	36	
nárůst výroby (YoY%) 2008	44	58	53	82	107	96	42	28
průměrná VO cena (USD/Wp)				3,8	3,7	3,5	3,3	
průměrná VO cena (USD/Wp)	3,7	4,3	4,1	3,98	3,55	3,17	2,91	2,66
nárůst ceny modulu (YoY%)	14	16	-5	-7	-4	-4	-6	
prům. cena instalace (USD/Wp)				7	6,6	6,2	5,9	
prům. cena instalace (USD/Wp)	7,1	7,8	7,5	7,65	6,74	6,05	5,66	5,30
nárůst ceny instalace (YoY%)	-2	9	-3	-8	-6	-5	-6	

Tab. 6 : Vývoj cen fotovoltaických systémů dle firmy PHOTO Consulting.

Je pozoruhodné, jak se mění ekonomické a výrobní odhady s postupem doby - nárůst výroby se v rámci pětiletého období za tři roky změnil na dvojnásobek.

Často se uvádí, že fotovoltaické články jsou drahé a stejně drahá je i z nich vyrobená elektřina. Nejnovější vývoj však ukazuje na reálnou tendenci snižování nákladů. Studie „The True Cost of Solar Power“ naznačuje, že ceny fotovoltaických systémů neklesnou na úplnou hodnotu nákladového snížení, protože nabízejí „vynikající možnost podstatně zvýšit výdělky fotovoltaických firem v přicházejících letech“. Ceny solární elektřiny se v roce 2004 odpojily od výrobních nákladů, protože poptávka převyšuje nabídku, nebude se cena automaticky snižovat. Díky velké poptávce tato situace zřejmě vydrží několik let. [17]

Na poklesu cen fotovoltaických systémů se podílí jednak výzkum a vývoj nových technologií a výrobních postupů a jednak růst objemu produkce, který obecně vede ke snížení ceny. Odlišit podíl jednotlivých vlivů je obtížné, je však velmi pravděpodobné, že pokud by nerostla produkce, bylo by zavádění nových postupů pomalejší. Rovněž investice do výzkumu by byly pravděpodobně nižší.

Závislost ceny na objemu produkce se nazývá křivka osvojení, rychlost poklesu cen je pro každý druh zboží jiná. V případě fotovoltaiky byl v minulosti sledován pokles cen o 20 % při každém zdvojnásobení produkce, což nastává v současnosti zhruba každé dva roky. S výjimkou krátkodobých výkyvů způsobených výraznými změnami na trhu (nedostatek solárního křemíku) se předpokládaný trend poklesu cen potvrzuje. Naproti tomu u konvenčních elektráren (uhelné, jaderné, vodní) se vždy bude jednat v nejlepším případě o malosériovou výrobu, kde se výhody opakování mohou projevit jen částečně. Ukázalo se to v případě jaderných elektráren, u nichž byl v 50. letech očekáván výrazný pokles investiční náročnosti. Namísto toho došlo k trvalému růstu investičních nákladů, který pokračuje i v současnosti. [14]

Moderní výrobní postupy s nízkými nároky na materiály a energie ve svém důsledku vedou ke snižování investiční náročnosti fotovoltaických elektráren. Nově technologie mají větší šanci se prosadit v nových výrobních závodech, které však jsou budovány pouze v případě, že stávající kapacity jsou zastaralé nebo nedostatečné. Pro urychlené zavádění moderních metod do praxe je důležitý stabilní rostoucí trh. To je jedním z hlavních důvodů podpory výkupních cen elektřiny z fotovoltaických elektráren ve vyspělých zemích.

Zatímco ceny elektřiny z konvenčních zdrojů v předchozích letech trvale rostly výrazně rychleji než celková míra inflace, ceny fotovoltaických systémů naopak trvale klesají. Je zřejmé, že dříve než v České republice k tomu dojde ve státech jižní Evropy, které mají vhodnější klimatické podmínky. Podpora výkupu elektřiny z fotovoltaických elektráren může tento trend výrazně urychlit. [14]

6.6 OCHRANA PŘÍRODNÍHO A KULTURNÍHO DĚDICTVÍ

„Při výkonu svých práv nikdo nesmí ohrožovat ani poškozovat životní prostředí, přírodní zdroje, druhové bohatství přírody a kulturní památky nad míru stanovenou zákonem.“ [28]

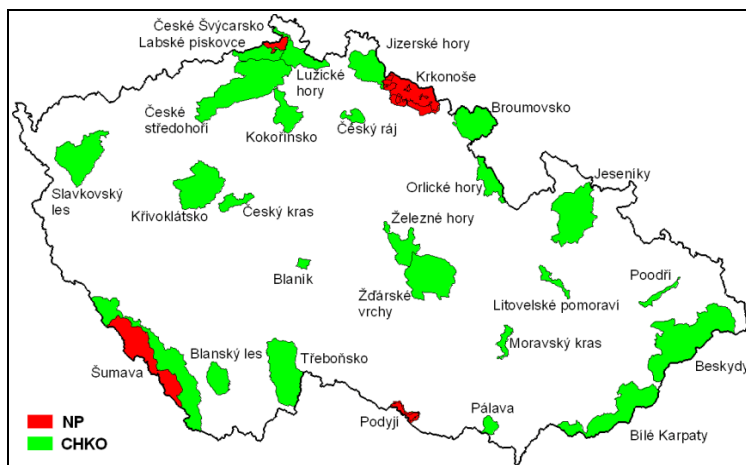
Umísťování obnovitelných zdrojů energie v sídlech a krajině, zejména slunečních a větrných elektráren, je téma, v jehož hodnocení se památková péče a ochrana životního prostředí rozcházejí.

Přitom oba obory ve svých moderních podobách vyšly ze společenského myšlenkového základu osvícenství, romantismu a humanismu. Po staletí se vyvíjely ve vzájemném kontaktu. V některých státech Evropy toto mimořádně úzké propojení přetrvává dodnes, jinde se obory institucionálně a legislativně oddělily (tak jako v České republice).

Ochrana přírody

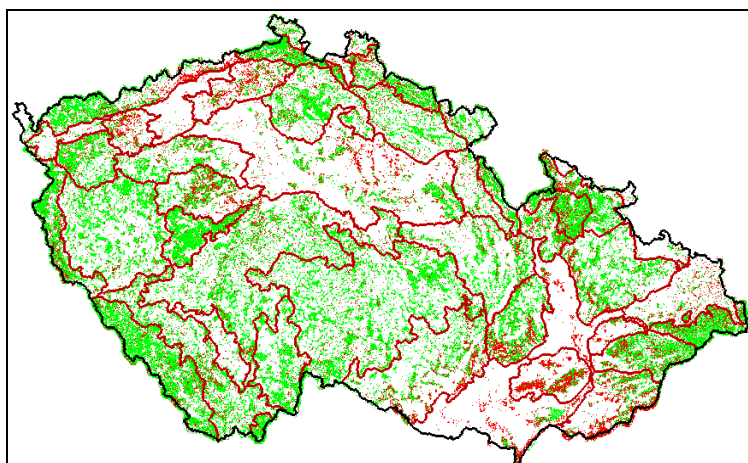
Pokud jde o ochranu přírody a krajiny, má Česká republika vymezeny 4 národní parky, 25 chráněných krajinných oblastí, 112 národních přírodních rezervací, 104 národních přírodních památek, 776 přírodních rezervací a 1190 přírodních památek (stav k roku 2006). Dále jsou na území ČR postupně vymezovány nadregionální, regionální a lokální systémy ekologické stability, jejichž účelem je zachování biologické rozmanitosti a propojení přirozených a přírodě blízkých ekosystémů.

Obr. 15 : Velkoplošná chráněná území v ČR.



Zemědělský půdní fond

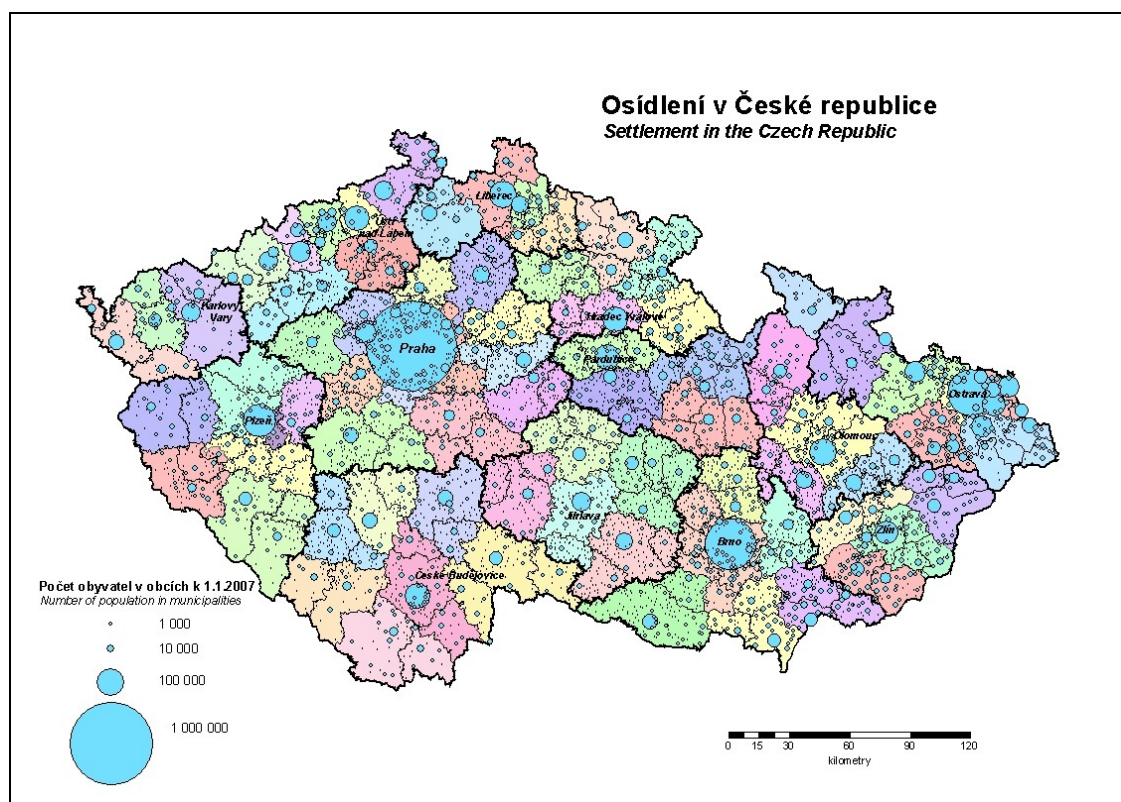
Zemědělská půda nejvyšší bonity se nachází v říčních úvalech zejména v Polabí v Čechách a v Hornomoravském, Dolnomoravském a Dyjsko-svrateckém úvalu na Moravě. Zemědělská půda zaujímá 4 265 tisíc hektarů (z toho 3 047 tis. orná půda, 947 tis. travní porosty, 19 tis. vinice, 11 tis. chmelnice a 214 tis. ostatní plochy) a nezemědělská plocha 3 622 tis. hektarů (z toho 2 647 tis. lesní půda, 161 tis. vodní plochy a 814 tis. ostatní plochy). Území České republiky je zhruba z 30% zalesněno. [29]



Obr. 16 :
Lesní porosty v ČR. Rozhraní
lesních a nelesních ploch
s rozlišením jehličnatých (zelená
barva) a listnatých (červená barva)
porostů.

Osídlení

Česká republika se vyznačuje relativně rovnoměrnou hustotou osídlení a poměrně hustou sítí malých a středních měst, z nichž majoritní část byla založena již ve středověku. Většina měst si také více či méně uchovala své historické jádro. V ČR má 6 249 obcí (ke dni 20.10. 2006) s průměrnou hustotou 130 obyvatel na 1km². Struktura osídlení je značně roztržštěná a vyznačuje se, zejména v jižní a západní části země, enormně hustou sítí nejmenších obcí s méně než 500 obyvateli.[29]



Obr. 17 : Osídlení v ČR k 1.1.2007.

Ochrana kulturního dědictví

Česká republika patří v rámci Evropy ke státům s nejstarší tradicí územní památkové ochrany sídel a jednotlivých objektů. V současné době je evidováno 236 národních kulturních památek, více než 40 000 kulturních památek a dalších zhruba 1300 je v návrhu. Územní památková ochrana čítá 40 městských památkových rezervací, 253 městských památkových zón, 61 vesnických památkových rezervací, 211 vesnických památkových zón, 19 krajinných památkových zón, 10 archeologických památkových rezervací a 2 ostatní památkové rezervace. 12 jich je zapsáno do světového kulturního dědictví UNESCO.

Polovina obyvatelstva České republiky žije v sídlech s počty obyvatel nad 10 000 (131 obcí), ve kterých se z $\frac{3}{4}$ nachází památkově chráněné území (26 MPR, 68 MPZ, 2 VPR). V okolí některých zbývajících obcí se opět nachází památkově chráněné objekty či území (např. Zelená hora ve Žďáru nad Sázavou).

V české krajině s mimořádně hustou a pravidelnou sítí historické zástavby včetně exteriérové architektury, která tvoří propojený přírodně-kulturní celek, je široký prostor pro vzájemnou spolupráci obou oborů. Obecně se bere jako samozřejmé, že ochrana památek a ochrana přírody se společně doplňují, neboť zcela přirozeně vyrostly z původního společného základu péče člověka o svět jeho života. Zároveň se však bere za samozřejmé, že jsou to samostatné disciplíny a aktivity.

Oba obory vidí problémy světa podobnou optikou. Průmyslový a společenský rozvoj, bezohledně využívající přírodní zdroje a lhostejný ke hmotnému i nehmotnému kulturnímu dědictví, nemůže být trvalý. Tentýž ničím nekorigovaný průmyslový rozvoj, který se v oblasti památkového urbanismu projevuje například komercializací center měst a fasádismem, na vesnicích výstavbou satelitních sídlišť, vyčerpává energetické zdroje planety nevídaným tempem. Památková péče se tudíž nemůže soustředit jen na vytyčené specializované pole svého zájmu, ale musí přihlídnout k těmto širším souvislostem.

Z těchto důvodů se po oddělování památkové péče a ochrany přírody a krajiny ve druhé polovině dvacátého století opět objevuje společenská poptávka po bližší spolupráci v obou oborech. Nicméně úplné ztotožnění není možné z několika důvodů, mezi které patří

- 1) památková péče jako praxe založená na historických a uměleckohistorických disciplínách má jiné metodické postupy a jiná kritéria poznání než ochrana přírody, založená na přírodovědeckých disciplínách,
- 2) akcent na odbornost v rámci památkové péče na rozdíl od masivních práv veřejnosti v rámci ochrany přírody a krajiny,
- 3) prvek ochrany kulturního dědictví v rámci městských osídlení, který je přece jen oddělen od ochrany přírody a krajiny.

Dobrym začátkem ke spolupráci obou oborů je fakt, že soudobá památková péče

klade více důraz na celkové uchování historického prostředí než na uchování jen dílčích hodnot v celkově destruovaném prostředí. S tím souvisí i celková tendence ke sbližování ochrany přírody a krajiny a ochrany kulturního dědictví zejména ve vztahu k ochraně kulturní krajiny. [30, 31]

7 FOTOVOLTAICKÉ ČLÁNKY V ARCHITEKTUŘE

Výroba tepla a elektrické energie ze slunečního záření patří mezi aktivní systémy jejího využití. Jako první se na střechách a zahradách domů začaly objevovat solární panely na ohřev vody, tj. fototermické kolektory. Z původních černých hadic stočených na tmavém podkladě se postupně standardizovaly černé obdélníkové moduly s přibližným poměrem stran 1 : 2 : 0,1 (1 x 2 x 0,1 m). Ve chvíli, kdy bylo ekonomicky výhodné pořizování fotovoltaických panelů, výrobci je tvarově přizpůsobily termickým kolektorům, aby tak modulově doplnily jejich majoritní struktury. A tímto způsobem jsou obecně pojmy sluneční či solární kolektory vykládány širokou laickou i odbornou veřejností (dokladem toho je argumentace památkového ústavu), čímž je komplikováno vnímání fotovoltaických článků a jejich uplatnění na poli architektury.

Technologická podstata fototermických kolektorů (přeměna sluneční energie na teplo) je jiná než u fotovoltaických článků, čímž je omezeno jejich designové využití v architektuře na plné tmavé plochy s jasnou modulovou strukturou a šířkou. Z výše uvedených důvodů nelze tyto dvě technologie slučovat do jediného pojmu.

Fotovoltaika je třeba vnímat jako plnohodnotný vícefunkční materiál, který je možné zpracovávat mnoha způsoby a lze ho dle potřeby tvarovat a přizpůsobovat aktuálním potřebám. Můžeme ho vnímat jako povrchovou úpravu, stavební materiál, designový doplněk fasád budov, ale také jako výrazový umělecký prostředek, kterým se chceme vyjádřit. FV články se objevují ve vitrážích, v městském mobiliáři či v uměleckých plastikách. Jsou také samy o sobě reklamou nebo součástí reklamních ploch (iluminační panely). Fotovoltaika se pomalu zapojuje do našeho každodenního života a stávají se jeho součástí. Díky celosvětovému rozmachu této technologie se s nimi budeme nadále setkávat a je třeba se s nimi naučit zacházet. Jsme nyní na mezníku, kdy je třeba zhodnotit, zda se fotovoltaika stranou novou estetickou hodnotou 21. století, či jen dalším energetickým zdrojem bez návaznosti na okolí, krajinu a tradice.

Toto je výzva pro architekty, kteří ve spolupráci se specialisty (konstruktéry, energetiky) a investory, mohou na základě poznání nové technologie, vytvořit nový architektonický styl „solar design“.

7.1 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ V RÁMCI BUDOV

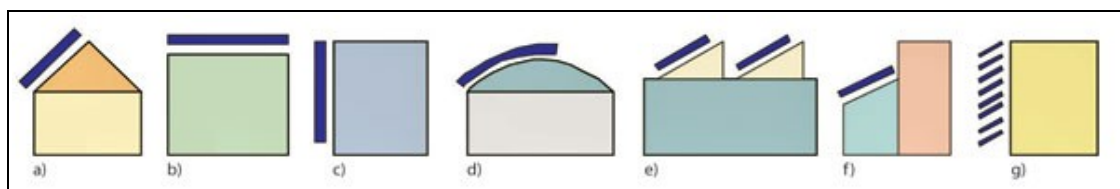
Přeměna sluneční energie v energii elektrickou ve fotovoltaických člancích má všechny předpoklady stát se v 21. století nejrychleji rostoucí oblastí výroby čisté energie. Tato mimořádná důvěra pramení ze samotné podstaty tohoto oboru, tj. elektrická energie není závislá na přítomnosti sítí, nutnosti použití primárních paliv či jiných prostředků, v podstatě stačí dostatek slunečního záření. Tyto předpoklady se musí jednoznačně odrazit v urbanistické a architektonické tvorbě dnešní doby i budoucnosti.

Integrace FV systémů do budov, tj. zastřešení, obvodové pláště a dalších prvků, se stává moderním přístupem k architektuře a vytváří tak nový architektonický výraz „solar design“, který přináší nejenom energetický profit, ale i úspěšně nahrazuje tradiční materiály a jejich užité vlastnosti.

Fotovoltaické systémy, které jsou jednoznačnou součástí obvodové konstrukce, tedy tvoří vnější souvrství, bývají označovány jako integrované systémy (building integrated photovoltaic systems, BIPV-systems).

Na základě stavebního, architektonického a funkčního vztahu fotovoltaika - budova existují tři hlavní kategorie popisující způsob instalace FV panelů:

- FV panely v otevřené poloze - převážně FV panely nesené rámovými konstrukcemi na plochých střechách - nízká míra integrace,
- FV panely v těsné blízkosti jiných konstrukcí - FV panely jako součást fasádních či střešních plášťů či fotovoltaické stínící prvky a systémy - vysoká míra integrace,
- FV panely na rozhraní vnějšího a vnitřního prostředí - zejména transparentní fotovoltaika jako součást výplní otvorů - maximální míra integrace. [26]



Obr. 18 : Způsoby začlenění FV článků do budov.

Zastřešení

Jednou z nejrozšířenějších možností umístění FV panelů je jako zastřešení a na střechách budov. U stávajících objektů se FV panely připevňují na samostatnou konstrukci, u novostaveb nahrazují přímo střešní krytinu. Střechy budov lze výhodně využít pro instalaci velkých výkonů.

Typy zastřešení budov FV panely

- ploché střechy
 - FV na samostatné konstrukci umístěné na střeše
 - FV jako integrované střešní panely
 - FV tenkovrstvá flexibilní krytina
- šikmé střechy
 - FV na samostatné konstrukci umístěné na střešní krytině
 - FV jako střešní taška
 - FV jako náhrada krytiny
 - FV integrovaná do střešní konstrukce
- obloukové střechy - FV tenkovrstvá flexibilní krytina

Zastřešení specifických staveb

- zastřešení drobných staveb (např. zastávky veř. dopravy, přístřešky pro automobily)
- velkoprostorové zastřešení (např. vlakové stanice, sportovní stadiony)

Plochá střecha

FV na samostatné konstrukci umístěné na střeše

Na budovy s plochou střechou a s dostatečnou váhovou dimenzí lze instalovat solární elektrárny pomocí speciálních kovových (popř. dřevěných) konstrukcí přímo na střechu, nebo se používají pro uchycení solárních modulů speciální plastové vany vyrobené z recyklovaného plastu. Tyto vany jsou konstruovány tak, aby poskytly solárním modulům požadované nastavení a zároveň nabízí velmi rychlou a snadnou montáž. Pro statické zatížení těchto van se používá kačírek, který je už většinou součástí plochých střech. Díky mimořádné stabilitě odolává tento montážní systém i velmi intenzivním a silným větrům.



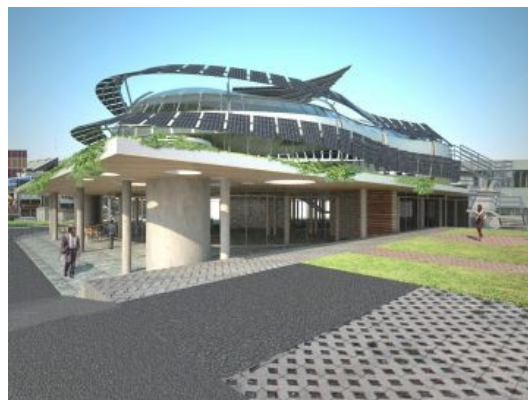
Obr. 19 : Centrum zdravotní péče,
Barcelona, Španělsko.



Obr. 20 : Physics Dept., Bologna University, Itálie.



Obr. 21 : Administrativní budova, Otovice, ČR.



Obr. 22 : Administrativní budova, Modena, Itálie.

FV jako střešní panely

FV panely jsou jednoznačnou součástí střešní konstrukce a mají zde nezastupitelnou funkci. Jednak jako materiál nahrazující střešní krytinu a dále jako energetický profit. Pokud jsou panely instalované na plně střešní konstrukci jsou FV články v panelech umístěny hustě, tak aby byl energetický zisk co nejvyšší. Častěji se však setkáme s FV články umístěnými do izolačních dvoj/trojskel v různé hustotě a tvoří tak více či méně světelně propustnou vrstvu. Tyto plně integrované systémy se uplatňují především v nových konstrukcích a utvářejí nový pohled na architekturu budov a sídel.



Obr. 24 : Vzdělávací středisko v Herne - Sodingenu, Německo.



Obr. 23 : Turistické informační centrum, Hamlen, Německo.

FV jako tenkovrstvá flexibilní krytina

Na budovy s plochou střechou, bez dostatečné váhové dimenze, je vhodné instalovat pružné fotovoltaické moduly. Tento systém se skládá z dlouhých pásů, vyrobených z amorfního křemíku, které jsou aplikovány přímo na hydroizolační fólii. Jednotlivé moduly jsou spojeny vodiči, které probíhají na střeše pod spodní stranou fólie v tepelné izolaci a jsou svedeny pod střešní konstrukci do sběrné sítě. Kompletní systém je mechanicky velmi odolný. Další nespornou výhodou je ten fakt, že fotovoltaické moduly tohoto typu mají asi poloviční teplotní koeficient fotoelektrického napětí a fungují tedy

mnohem lépe na rozpálených střeších domů než krystalické panely. Životnost střechy je přes 25 let.



Obr. 26 : Národní divadlo, Praha, ČR.

Obr. 25 : tenkovrstvá flexibilní krytina,
Národní muzeum, Peking, Čína.



Šikmé střechy

FV na samostatné konstrukci umístěné na střešní krytině

Na budovy, jejichž konstrukce, tvar a ideální sklon vč. orientace ke světovým stranám umožňuje instalaci klasických křemíkových článků lze instalovat solární fotovoltaické systémy pomocí kovových či hliníkových profilů, které slouží pro fixaci jednotlivých modulů. Při montáži na střechu není původní krytina ani konstrukce střechy narušena vč. její vodě odolnosti.



Obr. 28 : Průmyslové objekty, Madrid, Španělsko.



Obr. 27 : Cotswold Water Park, Velká Británie.

FV jako střešní taška

Střešní tašková krytina se zabudovanými fotovoltaickými články je další možností umístění FV systému na střechu budov. „Sluneční tašky“ jsou vyráběny jako náhrada běžných keramických tašek, které jsou ovšem širší než běžná krytina nebo například ve tvaru vláknocementových střešních šablon. Nicméně všechny moduly se na střešní konstrukci pokládají stejným způsobem a tím je možné na střechu položit libovolný počet „slunečních tašek“. Elektrické propojení je řešeno z rubu tašek standardním

způsobem. Tato technologie se začíná vnímat jako možná volba pro historická jádra měst, kde jsou jakékoliv sluneční kolektory ze strany odborů památkové péče zapovězeny.



Obr. 29 : Střešní taška PV Quickstep.



Obr. 30a,b : Střešní taška SolarSklent.

FV jako náhrada střešní krytiny

Jednou z možností umístování slunečních elektráren na střechy budov jsou velkoplošné fotovoltaické prefabrikáty, které slouží jako střešní krytina a zároveň jako fotovoltaický modul. Střecha tak působí kompaktně bez rušivého střídání různých střešních materiálů.

Obr. 32 : Sportovní centrum, Nieuwland, Nizozemí.

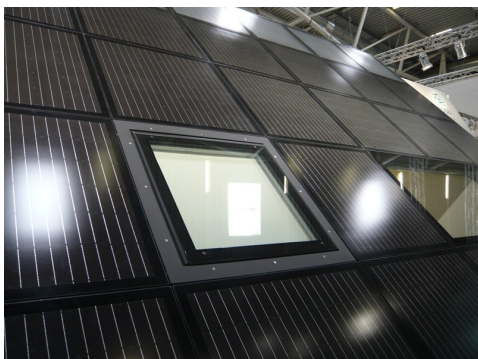


Obr. 31 : Výstava Intersolar,
2008.



FV integrovaná do střešní konstrukce

FV panely v tomto případě nenahrazují jen střešní krytinu, ale celé souvrství střešní konstrukce s dostatečnými tepelnými a vodě odolnými vlastnostmi. Díky různé propustnosti slunečního záření konstrukcí dosáhneme zajímavého ztvárnění vnitřního prostoru. Střešní FV panely mohou být plné či polopropustné až čiré.



Obr. 33 : Výstava Intersolar, 2008.



Obr. 34 : Obytné domy, Utrecht, Holandsko.

Obloukové střechy

FV tenkovrstvá flexibilní krytina

Pro instalaci na všechny druhy střech, které nejsou v ideální orientaci ke světovým stranám, nebo jejich tvar a konstrukce neumožňují instalaci běžných solárních systémů je vhodné instalovat pružné fotovoltaické moduly . Systém se skládá z dlouhých pásů na podkladovém plechu, které se přímo aplikují na plechovou střechu. Pásky jsou vyrobeny z tzv. amorfního křemíku, který zajišťuje velmi dobrý energetický zisk i při stížených

klimatických podmínkách. Na rozdíl od běžných solárních systémů je jejich výkonová křivka více vyrovnaná. Nevýhodou je větší plocha, která je potřeba pro instalaci v porovnání s klasickými krystalickými solárními články.



Obr. 36 : Ocelové haly s BIOSOL PV PLATE.

Obr. 35 : The OpTIC Centre, St. Asaph, Vel.Brit.

Zastřešení drobných staveb

Široké pole působnosti pro kreativní design pomocí FV modulů se naskytuje při navrhování drobných staveb ve veřejném prostoru v podobě zastávek, stanic, přístřešků, altánků apod. Zde se mohou uplatit různé netradiční tvary a zapracování FV materiálu.



Obr. 37 : Parkoviště Vinurglass,
Barcelona, Španělsko.



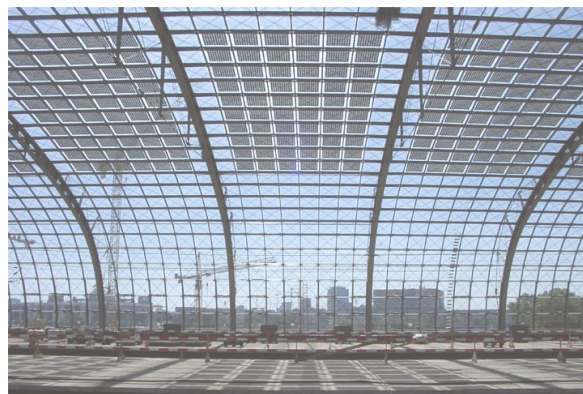
Obr. 38 : Autobusový terminál, Güstrow, Německo.

Velkoprostorové zastřešení

Velkou výzvou pro umísťování FV článků jsou velkoprostorová zastřešení železničních stanic, letištní haly, sportovní stadiony apod. Opět lze vhodně uplatnit jak moduly plné, tak světelně polopropustné dle jednotlivých požadavků. FV články, umístěné v proskleném zastřešení v různé hustotě, optimálně stíní a zabraňují přehřívání vnitřního prostoru při zachování dostatečného osvětlení.



Obr. 40 : Autobusový terminál Kanazawa, Japonsko.



Obr. 39 : Centrální vlaková stanice Lehrter, Berlín, Německo.

Obvodové pláště

V posledním století se na obvodové pláště budov hojně využívá celoplošné zasklení, které je už samo o sobě návodem jak lze vhodně využít FV panelů. Ty mohou být různě světelně propustné (dle hustoty FV článků) a utváří tak kromě vhodné regulace vnitřního klimatu efektní mozaiku na fasádě.

- FV panely jako vnější opláštění budov
 - provětrávané fasády
 - neprovětrávané fasády
 - kombinace ne/provětrávané fasády
- FV panely montované na fasády

Provětrávané fasády

FV panely mohou být klíčovým prvkem při navrhování provětrávaných fasád a to hned ze dvou důvodů. Dobře větraný FV systém výrazně neztrácí na svém elektrickém výkonu v důsledku vyšších teplot na zadní straně panelů (v řádu 10 %) a zároveň se souvislý FV systém chová jako vnější, pro vodní páry prakticky (kromě styků prvků) nepropustná vrstva. Provětrávání je tedy vhodné i pro omezení rizika kondenzace vodní páry.

K těmto účelům se používají moduly s dvojítm zasklením s jedním bezpečnostním sklem. Polykrysalické či monokrysalické solární články, které lze vyrobit v různých barvách při minimální ztrátě účinnosti, se takto stávají výrazným efektním designovým prvkem, kdy fasáda září ve třpytivých tónech.



Obr. 41 : BP Solar Skin, Trondheim, Norsko.



Obr. 42 : CIS Solar Tower,
Manchester, Velká Británie.

Neprovětrávané fasády

Solární neprovětrávané fasády s FV panely, které tvoří obvodový plášť budovy (jsou na rozhraní vnějšího a vnitřního prostředí), mají kromě svého energetického profitu také funkci tepelné izolace, ochrany proti hluku, osvětlení. Tedy funkce klasického obvodového pláště.

Transparentní a polopropustné moduly v izolačním sklu mají vynikající hodnotu U a tudíž jsou předurčeny k užití všude tam, kde se používá klasické izolační dvoj/trojsklo. Celková technologická a architektonická integrace všech fasádních komponent včetně výroby elektrické energie ze slunce do jedné vrstvy umožňuje neobvyklé designové možnosti s přímou a plnou integrací do fasády.



Obr. 43 : Tobias Grau, Hamburg, Německo.



Obr. 44 : Rembrandt College, Veenendaal, NL.

Kombinace provětrávané a neprovětrávané fasády

Vzhledem k tomu, že FV panely mohou být výhodně užity v obou případech, tj. v provětrávané i neprovětrávané fasádě (příp. i jako sokly, parapety ...), dostává se nám další možnosti užití atraktivního strukturálního zasklení s uniformní vnější sítí. V případě neobvyklých fasádních tvarů lze panely a buňky ořezávat laserovým paprskem do požadovaných tvarů budovy.



Obr. 45 : Ředitelství firmy Isofoton, Malaga, Španělsko.



Obr. 46 : EPZ Damme, Německo.

FV panely montované na fasády

S FV panely montovanými na obvodovém plášti na samostatné konstrukci použijeme převážně na stávající budovy. Při navrhování FV systému je důležité zohlednit efektivnost a vhodnost takové instalace a to nejen z hlediska solárního zisku, ale i konstrukčních možností budovy (tj. její statiku, únosnost konstrukcí apod.).

Instalací FV panelů na obvodový plášť lze získat nový неотřelý architektonický prvek, který doplní stávající fasádu a oživí ji o novou energetickou funkci.



Obr. 47 : Ředitelství firmy Acciona Solar company, Surriguren, Španělsko.

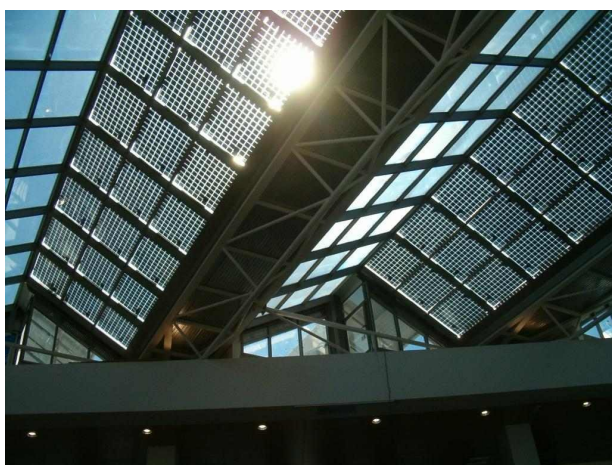


Obr. 48 : RD, Hörbranz, Rakousko.

Světlíky a zimní zahrady

S výhodou lze použít FV články v zasklených plochách světlíků a zimních zahrad a tím ochránit vnitřní prostředí před nadměrným slunečním zářením, horkem, leskem a účinkem počasí. Díky polopropustným FV panelům dostaneme požadované množství přirozeného osvětlení, které lze jednoduše v návrhu regulovat. Různou hustotou a barevností FV článků v zasklení je možno dosáhnout široké palety architektonického řešení vnitřního i venkovního prostoru. Navíc jsou garantovány vysoké solární zisky díky velké ploše umístěné pod vhodným sklonem FV modulů.

- polopropustné FV panely
- FV panely požadovaných tvarů



Obr. 49 : Ředitelství firmy Isofoton, Malaga, Španělsko.



Obr. 50 : Café Ambiente, Bremen, Německo.

Stínidla

Zajímavou výzvou pro FV jsou stínící prvky, protože jsou umístovány na osluněné části budov. Kromě markýz a pevně uchycených instalací se stále více objevují otáčivé lamely, které reagují na pohyb slunce. Tím stále využívají celého svého potenciálu a také efektivněji stíní. Stínidla se použijí nejen na novostavbách, ale i na stávajících objektech, pro které se mohou stát vhodným oživením.

Markýzy

Instalace markýz s FV články nad okna, vstupy, atria apod. nejen zastiňují horké slunce, ochraňují před deštěm a sněhem, ale přináší také nezanedbatelný energetický profit. Instalace v optimálním úhlu 30 - 45° spolu s vhodným provětráváním vytváří vysoký stupeň solární účinnosti. Fotovoltaické markýzy mohou být kreativním prvkem jak zatraktivnit, doplnit či vylepšit architektonický návrh fasády.



Obr. 51 : Obytný dům, Malmö, Švédsko.



Obr. 52 a,b : Trommelschläger, Nüziders, Rakousko.

Lamely

Velkoplošné zasklení fasád vyvolávají požadavky přidavného venkovního stínění s efektivními stínícími prvky. Jednou z možností jsou právě stínící lamely s FV články, které stíní pasivně (tj. jsou instalované na pevné konstrukci) či aktivně (s natáčecí konstrukcí). Svoji ideální pozici ke slunci jsou efektivní z hlediska energetického zisku. Stínící lamely jsou především výhodně využitelné pro potřeby rozměrných komerčních a administrativních objektů.

Sdružují v sobě ideální kombinaci transparentního venkovního stínění, vysoké zisky energie a neobvyklé možnosti architektonického ztvárnění.



Obr. 53 : Kancelářská budova firmy SBL,
Linz, Rakousko.



Obr. 54 : Kancelářská budova firmy SDED, Valence, Francie.

Výplně otvorů

FV panely jako výplně otvorů těsně hraničí s použitím na obvodové plášti. Kromě již výše zmíněných profilů je třeba zvláště vyzdvihnout použití FV jako vitráží či iluminačních panelů.

- polopropustné (transparentní) FV panely
- vitráže
- iluminační solární panel

Polopropustné panely

Transparentní FV panely lze chápat jako zdobné měřítko celoprosklených obvodových plášťů. FV panely jsou používány jen na částech objektu a dotváří celkovou koncepci. Také je tento přístup vhodný při rekonstrukcích stávajících objektů, kde je již dána struktura zastavění nebo v kombinaci s jiným umístěním (např. na střeše).



Obr. 55 : Centrum zdravotní péče "Roger de Flor", Barcelona, Španělsko.

Vitráže

FV clánek v tomto případě musíme vnímat jako výrazný výtvarný prostředek, který už v první řadě nepodléhá energetické funkci (tak jako tomu bylo ve všech doposud uvedených realizacích), ale je především vnímán pro svou estetickou kvalitu a je s ním dle toho zacházeno. Tak jako na příkladu skla, které neslouží jen k funkčnímu oddělení vnějšího a vnitřního prostředí, ale je v mnoha případech samostatným výtvarným prvkem.



Obr. 57 : Vitráž výtvarnice Sarah Hall.

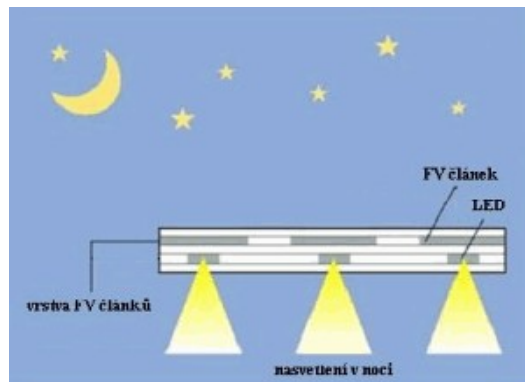
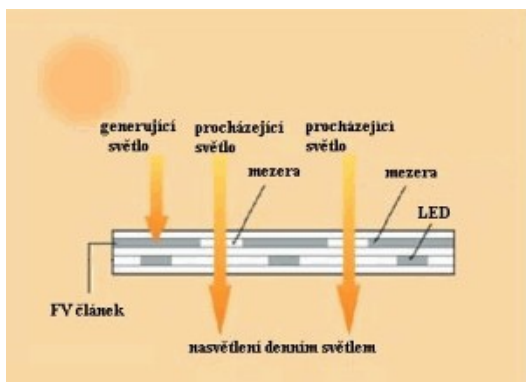


Obr. 56 : True North Wind Tower, Vancouver, Canada.

Iluminační solární panely

Iluminační solární panel (LumiWall apod.) je tvořený kombinací fotovoltaických článků s vysoce energeticky účinnými světelnými diodami v jednom modulu. Ve dne mění FV články světelné paprsky v energii elektrickou, tuto energii akumulují do připojených vnějších akumulátorů a v noci tato energie napájí světelné diody, které mohou pomocí vnějších předřazených obrazových předloh vytvářet různé obrazce. Iluminační panel je použitelný jako architektonický prvek jak pro novostavby, tak pro rekonstrukce budov. Své místo nalézá i jako reklamní nasvětlené poutače, billboardy a různé světelné tabule.

Vzhled iluminačního panelu je patrný z následujícího obrázku. Během dne celoskleněný panel ukládá elektrickou energii přeměněnou ze světelné energie do vnějšího akumulátoru. Panel má vzhled kouřového skla. V noci se uložená elektrická energie přeměňuje pomocí LED diod v měkce zářící plochu panelu. [33]



Obr. 58 : Řez iluminačním panelem ve dne a v noci.



Obr. 59 : Osvětlení hotelu v Japonsku.



Obr. 60 : Mike Birmingham Bullring, Velká Británie.

Další možnosti instalací na budovách

Použití polopropustných skleněných FV modulů jako zábradlí na balkónech či lodžích a příp. jako okenic je skvělou cestou jak zachovat žádoucí prostup světla a přitom zvýšit nedostatečné soukromí obyvatel. Moduly mají stejné strukturální vlastnosti jako bezpečnostní sklo a navíc přináší zajímavý vizuální prvek do fasád převážně bytových domů.

- zábradlí lodžii a balkónů
- okenice



Obr. 61 : Klinikum GroShadern, Mnichov, Německo.

Obr. 62 : Obytné domy Spinnereistrasse, Hard, Rakousko.

7.2 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ V RÁMCI VOLNÝCH PLOCH

Velké FV elektrárny umístěny na volných plochách v sídle

Volné plochy v rámci sídel pro instalace FV systémů můžeme vnímat různými způsoby. Jednak jako různé volné plochy v rámci sídel, tj.

- volná nezastavěná území, která nejsou nijak kulturně zapojená do utváření městského prostoru, zejména se jedná o území mezi komunikacemi,
- rozvojové plochy dané územním plánem,
- brownfields,
- rekultivované skládky (výhodou je stávající komunikace, elek. síť, oplocení),
- průmyslové, technologické areály,

nebo jako rozsáhlé plochy střech (průmyslové haly, výrobní haly, zemědělská stavení, stadiony, ale i panelové domy). Vzhledem k tomu, že rapidně ubývá pozemků vhodných k instalaci FV systémů je více než pravděpodobné, že se plochy střech začnou výrazně využívat.

FV panely na volné plochy umísťujeme na dřevěné nebo kovové konstrukce, které jsou založeny na betonových nebo ocelových zavrtávacích patkách (ty jsou výhodnější z hlediska pozdějšího odstranění dožilé technologie). Panely jsou na konstrukcích umístěny buďto pevně nebo na pohyblivém stojanu, který se natáčí za sluncem. Další možností je použití koncentrátorů, které zvyšují účinnost



Obr. 64 : Dubňany, ČR.



Obr. 63 : Ostrožská Lhota, ČR.

Solitéry ve veřejném sídelním prostoru

FV články se mohou uplatnit v širokém spektru utváření městského či vesnického veřejného prostoru a dodat mu nové estetické hodnoty. Tyto instalace mohou fungovat jako ostrovní systémy či mohou být napojeny na veřejnou síť.

- FV jako součást uměleckého díla

Na veřejných prostranstvích sídel lze solitérně uplatnit FV články ve formě uměleckého díla - prostorové plastiky, která dotváří esteticky městský prostor. Takové

instalace lze umístit především na zelených plochách (parky, oddychové zóny, dětská hřiště), náměstích či volných prostranstvích mezi jednotlivými domy.



Obr. 65 : The Brain, Graz, Rakousko.



Obr. 66 : Pergola „Forum for Cultures 2004“, Barcelona, Španělsko.

- FV jako součást městského mobiliáře

Další možností je ve veřejném sídelním prostoru užití FV článků v rámci městského mobiliáře. Jedná se především o osvětlovací hlavní i poziční prvky, ale mohou to být i parkovací automaty, automaty na vydávání jízdenek veřejné dopravy či telefonní (dnes spíše internetové) budky.



Obr. 68 : Solar mallee trees, Sydney, Austrálie - ve dne.

Obr. 67 : Solar mallee trees, Sydney, Austrálie - v noci.

Liniové stavby

Linie jsou tvořeny dopravními komunikacemi, kolem nichž často vzniká prostor, který se dá výhodně využít i k instalacím FV systémů. Slabou stránkou může být snadnější dostupnost k těmto instalacím a tím možnost vandalizmu.

- v rámci protihlukových a optických bariér u silnic a dálnic (příp. u železnic, VRT)

Rozvoj automobilismu posílil budování silnic a dálnic a tím se mnohonásobně zvýšila hluchnost v jejich prostoru. Jako opatření se začaly budovat rozsáhlé protihlukové zábrany a to je jedna z výzev pro umístění FV panelů. Jejich nevýhodou je poměrně malá absorpce hluku, a proto je nutná kombinace se zvukově pohltivými materiály. FV může sloužit jako odrazivá plocha pro usměrnění šíření hluku.



Obr. 69 : Protihluková bariéra, Švýcarsko.



Obr. 70 : Protihluková bariéra u Gleisdorfu, Rakousko.

- terénní úpravy liniových staveb

Na umístění FV elektráren se dají využít terénní úpravy, tj. násypy a zářezy silnic, dálnic a železnic, pokud je jejich sklon a orientace ke světovým stranám vhodná.

- FV sloupy

FV instalace jako aleje a stromořadí kolem cest. Jeden z názorů jak by se daly aplikovat FV systémy do prostoru pro poziční osvětlení komunikací či billboardů. Umístěním na vysokém kovovém sloupu zajistíme jejich bezpečnost proti vandalizmu.



Obr. 71 : Solar-Tracking Photovoltaic, Palo Alto, USA - California.



Obr. 72 : Osvětlení Streetsun, firma EPS Soltec.

- FV na pergolách

V parcích a na městských bulvárech se FV články uplatní na pergolách, které lemují pěší cesty, popř. cyklistické. Mohou tak esteticky dotvořit prostor liniovou stavbou a případně posloužit jako zastínění proti nadměrnému slunečnímu záření či úkryt před drobným deštěm.



Obr. 73 : Pergola v technologickém parku, Malaga, Španělsko.



Obr. 74 : Europa-Park Gangway, Rust, Německo.

7.3 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ V KRAJINĚ

Krajina je dynamická veličina, má svého předchůdce i následovníka, tzv. krajinný precedent a antecendent. Současná krajina je vlastně mozaikou různě starých krajin, která díky výstavbě a globalizaci postupně chudne.

Volná krajina tu vždy byla a stále je, z pohledu člověka se zdá být rozlehlou ba přímo nekonečnou, a proto k ní nechováme takovou úctu a respekt jaký by si zasloužila. Růst měst a jejich dopravních propojení nemá konce. Obytné domy hromadně pronikají do volné krajiny, rostou průmyslové a obchodní zóny kolem měst, ovzduší je kontaminováno automobilovým provozem. [34]

I díky těmto fenoménům vzniká ochrana přírody a krajiny. V České republice to bylo počátkem 20. století, kdy vznikla právní úprava ochrany životního prostředí a později v roce 1956 bych schválen první zákon o státní ochraně přírody na území dnešní ČR. Předmětem ochrany byla chráněná území, chráněné přírodní výtvořky a chráněné přírodní památky a dále chráněné druhy živočichů, rostlin, nerostů a zkamenělin. Počátkem 70. let 20. století však neutěšený stav přírody i ve zvláště chráněných územích dokazoval, že nestačí chránit přírodu jen na vybraných územích, ale že je nezbytné chránit ji v rámci území celého státu. Jednou z příčin špatného stavu přírody a krajiny byla i skutečnost, že socialistický stát dával často přednost hospodářským zájmům. Proto po roce 1989 bylo přikročeno, též v souvislosti s rozsáhlými politickými, hospodářskými a společenskými změnami, k přijetí nové právní úpravy ochrany.

V roce 1992 byl přijat dosud platný zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Tato úprava již vychází ze zásad prevence, udržitelného využívání přírodních

zdrojů, integrované ochrany atd. a doplňuje stávající konzervační přístup k ochraně dochovaného přírodního prostředí aktivním přístupem za účasti jak státu tak soukromých osob, často vlastníků pozemků či nevládních ekologických sdružení. Rovněž je v České republice platná celá řada dalších právních norem s víceméně přímým vztahem k ochraně přírody. [35]

Velké FV elektrárny umístěné ve volné krajině

Umísťování velkých FV elektráren ve volné krajině není předmětem této disertační práce. Nicméně je nutné připomenout, že s instalací takové elektrárny je spojeno dovedení distribuční sítě, vybudování příjezdové komunikace a oplocení k zabezpečení jejich prostor. Všechny tyto vícenáklady je třeba nejen ekonomicky posoudit, ale především si uvědomit, že dochází k dalšímu zastavování volné krajiny, zvyšuje se její neprůchodnost a celkově se rozměšňuje přirozené prostředí. A především odběratelé energie jsou vzdálení.

Ostrovní systémy

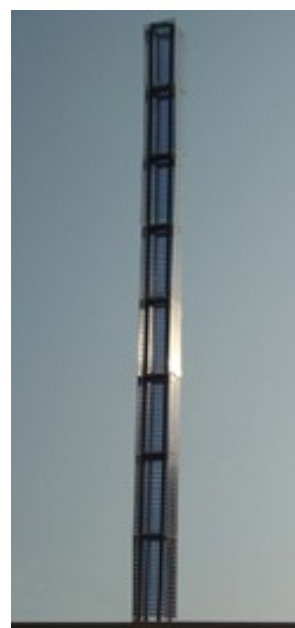
Častěji se setkáme se solitérními stavbami s ostrovním systémem grid-off, kdy jsou napájeny přímo požadované objekty. Mezi taková zařízení mohou patřit např. majáky, výzkumné stanice, bivaky či horské chaty v odlehlých horách, čerpadla na vodu, telekomunikační zařízení či v našich podmínkách oblíbené rozhledny.



Obr. 75 : Schiestelhaus,
Hochschwabmassiv, Rakousko.



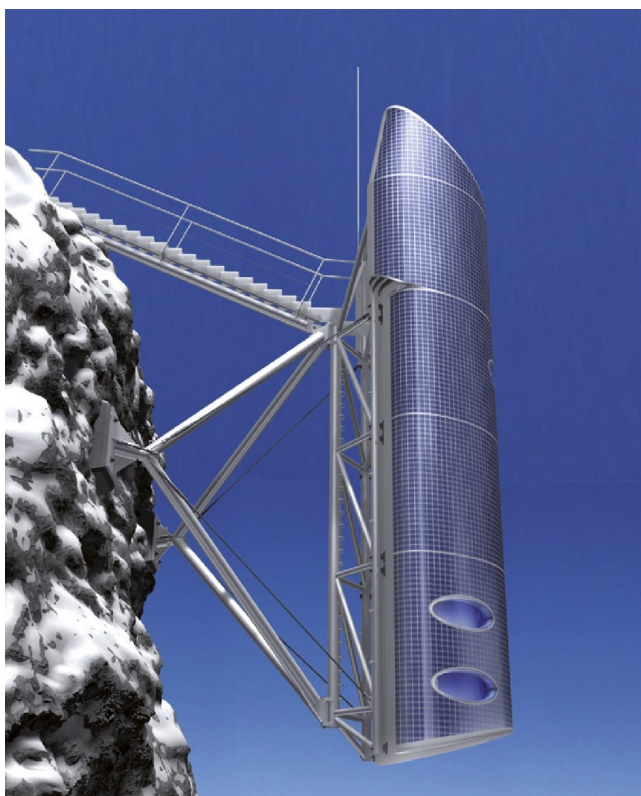
Obr. 76 :
Solarobjekt in Kreuzlingen.



Mobilní systémy

Další možnosti využití energie z FV článků je na mobilních lehkých zařízeních, např. stanech či dokonce na oblečení. Pružné tenkovrstvé FV články jsou integrovány přímo do tkaniny. Lze je vzít v podstatě kamkoli a tím si zajistit bezpečnost, tj. dobíjení vysílačky, GPS, satelitního telefonu nebo jiného elektronického zařízení v nedostupné krajině.

Tyto instalace, díky své snadné mobilitě, jsou vhodné i pro pořádání open-air akcí, jako jsou festivaly, koncerty, akce pro děti (sportovní akce v přírodě) apod. Také by se výhodně daly využít při příležitostných akcích na památkově chráněných objektech (hrady, bojiště, zříceniny), kde je pevná instalace FV systému nežádoucí.



Obr. 77 : Výzkumná stanice Peak_Lab., Kl. Matterhorn, Švýcarsko.



Obr. 78 : Armádní přístřešek s FV články.

7.4 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ V MĚSTSKÉM PROSTORU

FV systémy jsou zdrojem energie, který svojí charakteristikou umožňuje umístění přímo v místě spotřeby, tj. v sídlech. Je to dáno především jejich konstrukční jednoduchostí, možností integrace do budov a v neposlední řadě zdravotní nezávadností.

Pro město jako nositele nových myšlenek a místa s největší koncentrací kapitálu, tj. finančních prostředků, je výroba elektrické energie ze slunce velkou výzvou. Je to nejen jedna ze strategických možností energetické nezávislosti na vzdálených centralizovaných energetických zdrojích, ale také výzva pro nový architektonický obraz města. FV systémy se výhodně uplatní jak na stávajících objektech, kde lze využít především velké plochy

střech, tak při návrzích nových budov, bloků i urbanistických celků. V tomto případě jsou FV nedílnou součástí konceptu navrhování budov šetrných k životnímu prostředí.

Při navrhování FV systémů ve městech má architekt poměrně volné pole působnosti, jelikož určujícím prvkem tu není krajina, ale město samotné. Instalace FV systémů jsou limitovány pouze svými technologickými a technickými parametry a parametry konstrukcí, na které jsou umísťovány. Je tedy mnoho možností na jejich zakomponování do obrazu města.

Jediným, ale velmi důležitým, omezením pro instalace FV článků ve městech je ochrana kulturního dědictví vyplývající ze zákona č. 20/1987 Sb. o státní památkové péči. Tato omezující podmínka se může na první pohled zdát zanedbatelná, ale opak je pravdou. Ze 131 měst s počtem obyvatel nad 10 000, kde žije zhruba polovina obyvatel, je v 96 z nich územní památková ochrana (26 MPR, 68 MPZ, 2 VPR). V okolí některých zbývajících obcí se opět nachází památkově chráněné objekty či území (např. Zelená hora ve Žďáru nad Sázavou). Z výše uvedeného vyplývá, že památková ochrana má značný vliv na utváření našich měst a je třeba s touto podmínkou při navrhování FV systémů počítat. Proto je tomuto tématu věnována zvláštní kapitola. [29]

Jakým způsobem lze pracovat s FV články na budovách a na volných plochách je obšírně popsáno v předchozích kapitolách. Zde bych jen obecně zopakovala tyto možnosti a dala je do souvislosti s městským prostorem a uvedla konkrétní příklady.

Rozsáhlé, především střešní, plochy

Velmi vhodné je pro instalaci FV elektráren využití rozsáhlých ploch, především střech, v průmyslových, výrobních či technologických areálech, obchodních centrech, na železničních a autobusových stanicích, letištních halách, sportovních stadionech apod. S výhodou lze využít možnosti transparentnosti FV panelů a přímo je integrovat do obvodových konstrukcí.

FV články se můžou stát i výrazným architektonickým prvkem a zářit do okolí jako reklama dané instituce. Takovým způsobem je například pojatá FV elektrárna v Japonsku na okraji města Gifu s názvem Solar Ark.

Solar Ark, Gifu Prefecture, Japonsko

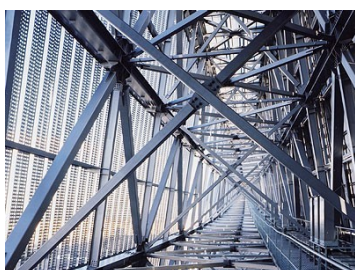
Projektant : Kajima Corporation

Realizace : 2005

Solar Ark je symbolem čisté energie a nachází se v Gifu Prefecture, tj. v geografickém centru Japonska. Je to 315 m dlouhá a 37 m vysoká ocelová konstrukce, která svým tvarem připomíná archu. Její přední část v celkové ploše 7500 m² je pokryta fotovoltaickými panely o výkonu 630 kWp. Uprostřed Solární archy je Solar Lab - jedno z nejnavštěvovanějších muzeí solární energie na světě. [36]



Obr. 79 : Solar Ark, Gifu Prefecture, Japonsko.



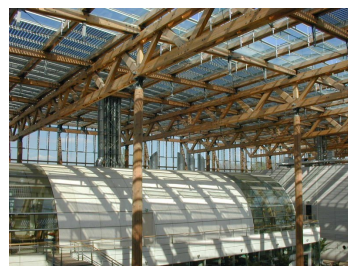
Vzdělávací akademie v Herne - Sodingenu, Německo

Architekt : Jourda & Perraudin

Realizace : 1999

Architekti v návrhu vzdělávací akademie využili princip „skleněné krabice“ do které jsou umístěny budovy. Celý komplex je tak chráněn před nepřízní počasí a uvnitř je vytvořeno specifické mikroklimatické prostředí.

Obr. 80 : Vzdělávací akademie, Herne - Sodingen, Německo.



Aby nedocházelo v letním období k přehřívání prostoru jsou na střеше instalovány fotovoltaické panely a díky různé hustotě fotovoltaických článků, vytváří dojem mraků plujících nad hlavou. V době instalace to byla největší solární elektrárna na světě. [37]

BMW Welt, Mnichov, Německo

Architekt : COOP Himmelb(l)au

Realizace : 2007

Na rozsáhlé střešní platformě budovy BMW Welt (okolo 16 000 m²) instalovala firma SunStrom střešní integrovaný FV systém s 3 660 panely a nominálním výkonem 824 kWp. Vzhledem k lokaci stavby v pohledově exponovaném místě v Mnichově a to nejen z uliční perspektivy, ale i z ptačí (v blízkosti se nacházejí výškové budovy Olympia Tower a BMW Group-Building), bylo nutné střešní rovinu pojmout nejen z funkčního hlediska, ale především z hlediska estetického. Proto byl kladen důraz na architektonické ztvárnění střešní roviny, která tvoří tzv. „pátou fasádu“. Mezi černé lesklé pole jsou vloženy menší nerezové prvky, které křížují plochu a vytváří tak strukturální vzor. [38]



Obr. 81 : BMW Welt, Mnichov, Německo.

Hartmann AG, Muggensturm, Německo

Realizace : 2006

Příkladem jak využít rozsáhlé plochy střechy hal na výrobu elektrické energie ze slunce jsou objekty firmy Hartmann AG. Na ploše 80 000 m², což odpovídá asi 16 fotbalovým hřištím, bylo nainstalováno během sedmi měsíců 20 900 FV panelů z monokrystalického křemíku. Sluneční elektrárna má výkon 3 839 kWp.

Tento příklad je zařazen jako ukázka vhodného, byť ne příliš estetického využití rozsáhlých střech hal. [38]



Obr. 82 : Hartmann AG,
Muggensturm, Německo.

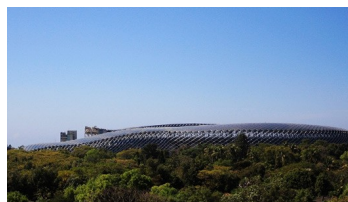
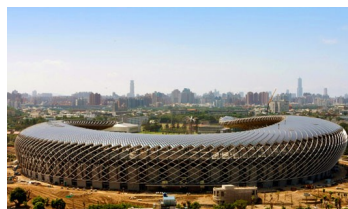
Solární stadion, Taiwan

Architekt : Toyo Ito

Realizace : 2009

Na Taiwanu bude letos dokončena stavba sportovního stadionu, jehož 100 % potřebu elektrické energie budou pokrývat fotovoltaické články. Design stadionu s 50 tisíci sedadly připomíná tělo draka, jehož povrch je tvořen „šupinami“ z 8 844 FV panelů. Provozní náklady takového objektu znamenají značné finanční výdaje v milionech dolarů, mnoho fyzické práce a v neposlední řadě ohromné množství elektrické energie. Architekt Toyo Ito umístěním 14 155 m² FV panelů na střechu, které dodávají energii 3 300 světlům a dvěma obřím obrazovkám, potlačil tyto negativní jevy. V konstrukci stadionu jsou obsaženy další ekologické prvky jako například propustná dlažba a použití recyklovatelných místních materiálů. Objekt zaujímá kolem 19 ha a dalších 7 ha je určeno pro veřejný zelený prostor s cyklostezkami, hřišti a ekologickým rybníkem. [39]

Obr. 83 : Solární stadion, Taiwan.



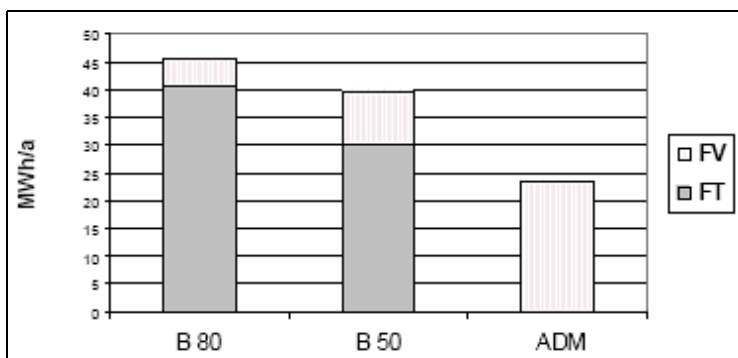
Administrativní a kancelářské budovy

Zajímavou možnost skýtají administrativní a kancelářské budovy, kde je největší potřeba elektrické energie přes den, tj. v pracovní době. Z tohoto důvodu lze s výhodou využít na pokrytí potřebné energie právě FV články. Z posledních průzkumů také vyplývá, že největší spotřeba elektrické energie je na klimatizaci budov, tedy na jejich chlazení, které je logicky nejvíce potřeba při maximálním oslunění.

Zajímavým průzkumem je výsledek parametrické studie výpočtu osazení fototermického (FT) a fotovoltaického systému na štítovou jižní stěnu osmipodlažního domu o celkové ploše 300 m². Celková plocha oken tvoří 25 %, spodní 1/3 výšky je významně stíněna okolní zástavbou, a tedy pro solární systémy nepoužitelná. Výsledky jsou uvedeny ve variantách pro bytový dům s 80 a 50 ekvivalentními obyvateli a pro administrativní budovu.

Pro bytový dům je v obou případech použit fasádní FT systém na ploše potřebné k přibližně 60 % pokrytí roční potřeby teplé vody, což se obvykle považuje za ekonomicky nejvhodnější. Zbýlá plocha po odečtení plochy oken je pokryta FV systémem. Osluněná část jižní stěny administrativní budovy je pokryta FV systémem celá (kromě oken). Výsledky jsou uvedeny v hodnotách ušetřené primární energie (zemní plyn pro jinak obvyklý ohřev teplé vody, konvenční elektřina v el. síti). [40]

Graf 11 : Výsledek ilustračního výpočtu: roční hodnoty ušetřené primární energie díky produkci tepla a elektřiny fasádním systémem. Bytový dům s 80 obyvateli (B 80), 50 obyvateli (B 50) a administrativní budovu (ADM).



Administrativní budova v Gleisdorfu, Rakousko

Architekt : Georg Wolfgang Reinberg

Realizace : 1997 - 1998

Z úkolu vybudovat novou kancelářskou budovu pro společnost specializovanou na solární výzkum vznikl nápad vyvinout současně ekologicky zaměřený systém z hotových stavebních dílců. Byl tedy současně vypracován nový koncept dřevěné stavby.

V budově jsou dvě různá klimatizační pásma, mezi nimiž se nachází objemná, hlinou omítnutá akumulací stěna. Nosné stěny a stropy jsou z masivních dřevěných desek. Zimní zahrada se stala otevřenou rekreační oblastí, osvětlení přichází ze severu a pouze nepřímo z jihu. Na budovu je severně připojen jako „nárazník“ sklepní prostor. Kvalitním zateplením celé budovy (desky z měkkého dřevěného vlákna - na stěně 20 cm a na střeše

36 cm) byly dosaženy hodnoty U pro stěny $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ a pro střechu $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$. FV panely byly použity v atice z jižní strany jako výrazný výtvarný prvek. [41]



Obr. 84 : Administrativní budova v Gleisdorfu, Rakousko.

Administrativní budova, st. Veit, Rakousko

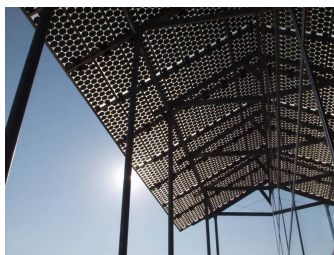
Architekt : Georg Wolfgang Reinberg

Realizace : 2001 - 2002

Dvoupodlažní administrativní budova firmy Sonnenkraft v technologickém parku v St. Veit/Glan splňuje požadavky na nízkoenergetickou ekologickou výstavbu. Jižní fasáda je z větší části prosklená a tak je jímána solární energie zvláště v zimním období. Naopak v létě je tato fasáda efektivně chráněna stínící konstrukcí, jejíž krytinu tvoří fotovoltické panely. [41]



Obr. 85 : Administrativní budova firmy Sonnenkraft, st. Veit, Rakousko.



Kancelářská budova ENERGY base, Vídeň, Rakousko

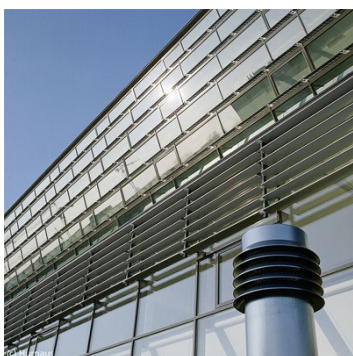
Architekt : pos architekten ZT-KG

Realizace : 2008

Ve Vídni vyrostla nová „zelená“ kancelářská budova ENERGYbase. Aktuálně byla nominována na Statní cenu Rakouska za životní prostředí. ENERGYbase je koncipována jako pasivní dům. Pomocí technologií jako jsou fotovoltaické články, solární chlazení, pokročilé zateplení, využití solární energie a nových systémů osvětlení dokáže oproti běžné kancelářské budově uspořit až 50 % energie. Výroba solární a geotermální energie přímo v budově pokrývá 30 % spotřeby energie. ENERGYbase představuje mezinárodní vzorový projekt. Náklady na jeho výstavbu činily 14 milionů euro. Přitom měsíční náklady na údržbu budovy mají činit asi €18 000 (532 000 Kč), u klasických budov srovnatelné velikosti to je ovšem až €90 000 (2,52 milionu korun). [42]



Obr. 86 : Kancelářská budova firmy ENERGYbase, Vídeň, Rakousko.



Plochy pro bydlení

K návrhu nových budov, jejich souborů a především nových urbanistických celků je nutné přistupovat koncepčně s ohledem na životní prostředí a trvale udržitelný rozvoj. Jedním z přístupů k těmto problémům je navrhování ucelených solárních sídlišť. Ty v sobě snoubí nejen energetický profit ze Slunce, ale i propojení moderních poznatků se starými kulturními tradicemi a respektování místa, světových stran, natočení a geometrie staveb.

Aktivní solární stavby se nespokojují pouze s možností využívat sluneční energii, ale zároveň se snaží i co nejvíce omezovat spotřebu energie. FV články jsou nedílnou součástí komplexního navrhování těchto urbanistických celků.

Takový přístup k architektuře a urbanismu má následující prvky :

- celkově vyšší hustotu osídlení a vhodné měřítko výstavby
- odstupňovaná výška zástavby a hustoty osídlení s důrazem na soukromí obyvatel
- jednoduchá struktura budov
- energetická koncepce - pasivní a aktivní využívání solární energie, dostatečné zateplení obvodových konstrukcí, větrání rekuperačními jednotkami atd.
- respektování historie a sociologie místa
- integrovaný přístup k bezpečnému životu dětí a dospělých, chodců, cyklistů
- integrální řešení zeleně, soukromých a veřejných rekreačních prostorů a sportovních zařízení
- oddělení dopravy jako hlavního zdroje znečištění, hluku a prachu od obytných a rekreačních zón
- rozvíjení možností zaměstnání v sektoru služeb, kultury, sportu a rekreace.

Přínos architekta nespočívá ani tak v novém koncepčním řešení společného bydlení, ale v aplikaci alternativních technologií, využívajících sluneční energii a snižujících tak zásadně provozní náklady domu.

Obytný komplex „Gneis - Moos“, Salzburg, Rakousko

Architekt : Georg Wolfgang Reinberg

Realizace : 1998 - 2000

Zásadními myšlenkami projektu se stala orientace směrem k jižně ležícímu Untersbergu - a tím zároveň otevření budovy slunci. Otevření stavby směrem k rašeliništi a začlenění této krajiny do koncepce stavby (západním směrem), výškové odstupňování budov od jihu na sever tak, aby vyšší budovy na severu měly výhled na město (pevnost), lineární, jednoduchá, a tím cenově výhodná struktura budovy umožňující snadné zásobování a odvoz odpadu, komplexní ekologická a energetická koncepce. [41]



Obr. 87 : Obytný komplex „Gneis - Moos“, Salzburg, Rakousko.

Solární sídliště Schlieberg, Freiburg, Německo

Architekt : Rolf Disch

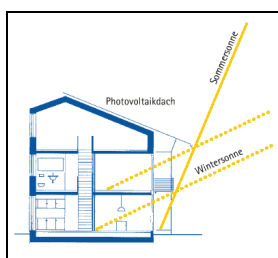
Realizace : od 1996

Sídliště se nachází na území 1,5 ha bývalého francouzského armádního areálu, naproti studentskému městečku Vaubau. Skládá se z několika hloubkově situovaných řadových rodinných domů směrem k Merzhauserově ulici a je propojeno pravidelnou komunikační sítí. Dostatečnou kvalitu bydlení zajišťují dva základní předpoklady - světlo a slunce. Architekt se nezřídka výhod moderní civilizace, ale usiluje o jejich optimální využívání.

Nízké zimní slunce prohřívá polopropustné čelní skleněné stěny bytů, vysokému letnímu slunci naopak stojí v cestě fotovoltaické panely. Dokonalá několikavrstvá izolace hlídá požadovanou teplotu uvnitř, přesto vnější konstrukce balkonů dodává domu vzdušný vzhled. FV články vyrábějí výrazné přebytky elektrické energie, které jsou určeny do veřejné sítě. Tyto takzvané plusové energetické domy vyprodukují ročně přebytek elektřiny 10 až 20 kWh/m². [43]



Obr. 88 : Solární sídliště
Schlieberg, Freiburg, Německo.



Solární sídliště Solar City, Linz, Rakousko

Urbanistický koncept : Roland Rainer

Architekti : READ (Renewable Energy in Architecture and Design): Thomas Herzog + Partner; Sir Norman Foster and Partners; Richard Rogers Partnership

Realizace : od 1995

Solar City je satelitní sídliště o rozloze 32,5 ha, včetně 20 ha otevřené plochy, vzdálené 7 km od centra Lince. V současné době v něm žije kolem 4500 obyvatel, čímž se Slunečné Město stalo největším realizovaným sídlištěm vybudovaným na principech trvale udržitelného rozvoje. Sídlíště je navrhované jako ekologické a nízkoenergetické s minimalizací zátěže na životní prostředí. Mottem je využití sluneční energie jak pasivním, tak aktivním způsobem. Autorem celkové urbanistické koncepce je rakouský architekt Roland Rainer. Město Linc oslovilo architekty jako Sir Norman Foster and Partners, Thomas Herzog + Partners, Richard Rogers Partnership, kteří se věnovali architektuře jako takové - bytovým a rodinným domům a nezbytným zázemím - sociálním, kulturním, vzdělávacím, sportovním, zdravotním aj. Architektonický výraz domů je velmi osobitý. Pestrá je nabídka nejen dispozičního uspořádání bytů, ale i materiálové řešení. Tím, že jednotlivé skupiny bytových domů mají odlišnou architekturu, se usnadní orientace v celém satelitu. Člověk se v něm neztrácí, naopak je

mu na ulici, která má lidské měřítko, dobře.

Výstavba sídliště je etapová. Plánuje se, že sídliště se stane domovem až šesti tisícům obyvatel. Důležitá byla i ekonomická stránka. Bytové domy byly značně dotované a svojí cenou se staly přístupné i pro sociálně slabší rodiny. Lidé si mohli byty jen pronajmout nebo koupit za velmi výhodných podmínek. [44]



Obr. 89 : Solární sídliště Solar City, Linz, Rakousko.



Nieuwland Waterkwatier, Amersfoort, Nizozemí

Urbanistický koncept : Stedenbouwkundig Bureau Wising

Architekti : Galis Architecten, Delft+Atelier, Z-Zavrel Architecten BY

Realizace : od 1999

V roce 1999 byl zahájen největší městský fotovoltaický projekt čítající více než 500 domů a dalších desítek budov občanské vybavenosti, jako jsou školy, sportoviště apod. Všechny objekty obsahují FV panely integrované do střech či fasád. Sídlíště leží v okrese Waterkwatier, v rozvojové ploše Nieuwland města Amersfoort. Celkový výkon FV elektrárny je 1,3 MWp na rozloze cca 12 000 m². Očekává se roční produkce 1 000 kWh, což pokryje spotřebu elektrické energie 300 domů.

Od samého začátku plánování sídliště byl brán zřetel na „solární faktor“. Pozemky byly rozděleny tak, aby zajistily maximum střešních ploch pro možné instalace FV článků. Od všech zúčastněných architektů a developerů byla vyžadována spolupráce při implementaci FV systémů.



Obr. 90 : Solární sídliště
Nieuwland Waterkwartier,
Amersfoort, Nizozemí.



Pro návrhy jednotlivých budov nového okrsku bylo osloveno přes 10 architektů. Jejich jediné omezení při projektování představovalo využití FV článků průměrně 20 m² na budovu a jejich orientace mimo jih nesměla přesáhnout ve výsledku 10 - 20 % a muselo být zahrnuto stínění. Díky tomu, že jednotlivé části sídliště zpracovávali různí architekti, vznikla různorodá řešení aplikací rozměrných FV systémů. [38]

Panelová sídliště

Všechny výše uvedené příklady se týkají nové výstavby, která je od začátku koncipována na principech trvale udržitelného rozvoje. Nicméně v České republice se nachází mnoho stávajících panelových sídlišť, se kterými je také možné pracovat. Tvar těchto obytných budov je opět výzvou pro umístování solárních systémů (viz. parametrická studie popsáná v kapitole Administrativní a kancelářské budovy), jak fototermálních, tak fotovoltaických.

FV systémy lze instalovat na ploché střechy (kde je možné optimální natočení ke světovým stranám) nebo na jižně orientované fasády domů. Ploché střechy jsou vhodné pro FV panely montované na samostatnou konstrukci, lze využít i otočné systémy. Problémy s umístěním můžou nastat v rámci kolize s dalšími stavbami na střeše. Jedná se především o strojovny výtahů, zakončení větracích soustav nad střechou, zařízení komunikačních sítí GSM, Wi-Fi, reklamní poutače.

Jižní fasády panelových domů jsou dalším místem vhodným pro FV systémy. Instalaci

FV panelů jako druhé provětrávané fasády můžeme získat nejen elektrickou energii z FV článků, ale také tepelný zisk. FV panely můžeme také použít jako doplněk fasády, tj. jako markýzy, balkonové zábradlí nebo okenice.

Dalším problémem může být estetické hledisko FV instalace. Proto je nutno přistupovat k FV materiálu kreativně a vytvářet nové hodnoty. FV systémy se v případě užití na fasády panelových budov dostávají na pomezí architektury a grafiky. Obzvláště při rozsáhlejších renovacích lze s nimi vhodně tvořit abstraktní obrazce, spolu s fasádními barvami komponovat vzhled objektu, potlačovat nebo naopak zvýrazňovat jeho dominantu. Architekt tak může při renovaci přistupovat k fasádě jako k čistému malířskému plátnu a ani použití FV nemusí jeho invenci omezovat.

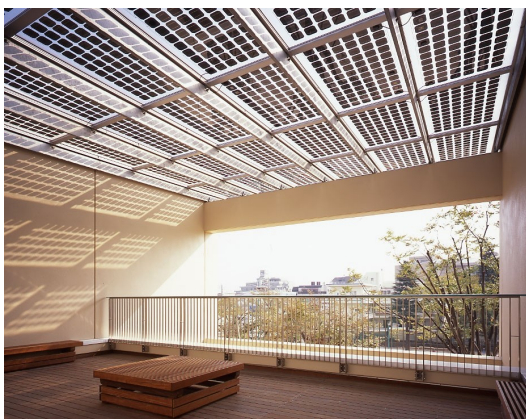


Obr. 91 : Příklad umístění na střeše, obytný dům, Kolding, Dánsko.



Obr. 92 : Čistě funkční užití FV systémů, Obytné domy, Vénissieux, Francie.

Součástí panelových sídlišť jsou také objekty občanské vybavenosti. Povětšinou vznikaly jako typizované stavby jasného účelu v místech pohledově významných při otevřených prostranstvích. Výhodou při návrhu FV systému u rekonstrukcí staveb vybavenosti jsou jednak méně komplikované vlastnické vztahy, silnější finanční zázemí veřejné a obchodní sféry a z technického hlediska odstup těchto budov od okolních staveb. Tím je možno dosáhnout požadovaných slunečních zisků bez zastínění.



Obr. 93a,b : Základní škola Kowa, Tokyo, Japonsko.

Veřejný prostor

FV články se uplatní v širokém spektru utváření městského veřejného prostoru, jako městský mobiliář či prostorová plastika, a dodá mu nové estetické hodnoty. Výhodou je také energetický zisk z FV článků, který pokryje energetické nároky daného prvku. Tak se například můžeme setkat s veřejným osvětlením fungujícím na solární energii.

Eco - flower, Londýn, Velká Británie

Architekt : Laurie Chetwood

Realizace : 2006

Velká zářící květina rozsvítila Londýnský Clerkenwellský park s použitím energie z FV článků umístěných na okvětních lístcích otáčejících se na vrcholu „stonku“. Jedná se o 12-ti metrovou interaktivní eko-skulpturu, přezdívanou také jako Londýnská Oáza.

Oáza je široce viditelnou demonstrací udržitelných technologií s FV listy, svislou větrnou turbinou a vodíkem poháněnou filtrací vzduchu a chladícím mechanismem. Květina také shromažďuje dešťovou vodu, kterou je zavlažována zahrádka na úpatí skulptury. Transparentní obal umožňuje přímý pohled do vnitřních mechanismů a informační panely pomáhají pochopit jednotlivé funkční prvky.

Vedoucí projektu Laurie Chestwood říká : „Oáza umožňuje Londýňanům uniknout hluku, znečištění a přeplněným ulicím. Ukazuje oázu v městském prostoru, kde si mohou lidé užít mnohem komfortnějšího životního prostředí, setkat se s přáteli, odpočívat.“

Oáza byla postavena při příležitosti London's Architectural Biennale 2006, jako ukázka architektury, která není striktně spjata s funkcí. Vizuálně nesmírně přitažlivá 12-ti metrová květina, která po nocích modře a fialově září, je efektivní reklamou pro obnovitelné zdroje a trvale udržitelný život obecně. Na projektu se podílelo na 20 architektů, projektantů a inženýrů, a skulptura byla postavena za 5 měsíců. [54]



Obr. 94 : Eco - flower, Londýn, Velká Británie.

Fotovoltaická pergola, Barcelona, Španělsko

Architekt : Martínez Lapena - Torres Arquitectos

Realizace : 2004

Fotovoltaická pergola se nachází na Esplande Forum v Barceloně a byla postavena při příležitosti oslav Světového kulturního fóra v roce 2004. Nosná konstrukce pergoly je z monolitického pohledového betonu. Velikost plochy, na které jsou umístěny fotovoltaické články s nominálním výkonem 443 kWp, je 112 x 50 metrů a její maximální výška je 50 metrů. Obrovská pergola je součástí širší oddechové zóny Barcelony při pobřeží Středozemního moře a návštěvníkům kromě potřebného stínu přináší profit z generování elektrické energie. [38]



Obr. 95 : Fotovoltaická pergola v Barceloně, Španělsko.

Solar tensile pavilion

Architekt : Nicholas Goldsmith, FAIA, FTL Happold Architects + Engineers

Realizace : 1998

Stany patří k nejstarším formám přístřeší, jsou přenosné, adaptabilní, poskytují ochranu před nepřízní počasí. Tento solární pavilon poskytuje nejen stín a ochranu před deštěm, ale navíc aktivně transformuje sluneční záření na elektrickou energii. Architekt Nicolas Goldsmith navrhl tuto konstrukci pro výstavu s názvem „Under the Sun“, aby

demonstroval, jak mohou být stanové konstrukce pomocí moderních technologií (fotovoltaických článků) využity pro získání energie a nové moderní materiály mohou fungovat jednak jako konstrukce a zároveň jako povrch.



Pavilon je orientovaný svou plochou na jih a i jeho sklon je dán potřebou maximálního slunečního zisku. Povrch stanu je tvořen amorfními křemíkovými články o tloušťce 0,01 cm, které jsou zhuštěné a laminované do tenkovrstvých panelů na tkanině. Tyto FV tkaninové moduly byly složeny a propojeny a tím vytvořily konstrukci solárního pavilonu. [55]

Obr. 96 : Solární pavilon.

Závěr

Na tiskové konferenci uspořádané v rámci fotovoltaického setkání představilo rakouské technologické ministerstvo (BMVIT) fotovoltaický plán pro Rakousko. Do roku 2050 by mělo Rakousko pokrývat spotřebu elektřiny z dvaceti procent ze slunečního proudu z panelů integrovaných do budov. Technický potenciál fotovoltaiky integrované do budov představuje cca 140 km² střech a 50 km² fasád, přičemž 20% celkové elektrické spotřeby v roce 2050 představuje pouze 85 km² střech a 28 km² fasád. To je jenom 60 % uvedených potenciálů.

Podle studie, kterou zpracovala kolínská firma Ecofys GmbH je v současných německých městech asi třikrát více ploch pro instalaci slunečních panelů nebo solárních kolektorů, než se soudilo před deseti lety. Tolik výsledky výzkumného projektu, který se zabývá vzorovými projekty a potenciály solární městské výstavby v rámci programu „Udržitelné městské struktury“. Největší plochy představují panelové domy a sociální výstavba z padesátých až sedmdesátých let. V celém Německu se jedná o 2344 milionů čtverečných metrů. Podle vedoucí projektu Dagmar Everding odpovídá tento potenciál elektrárně o výkonu 40 GW což představuje téměř polovinu dnes instalovaného výkonu v Německu. V České republice nebude situace v tomto ohledu zásadně odlišnou. [17]

Dle těchto studií se dá předpokládat, že se s instalacemi FV článků v rámci sídel, budeme stále častěji setkávat. Je třeba porozumět této technologii a efektivně ji zapojit do našeho každodenního života.

7.5 NAVRHOVÁNÍ FV V PAMÁTKOVĚ CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍCH

Ochranou kulturního dědictví v České republice se zabývá zákon č. 20/1989 Sb., o státní památkové péči. Zákon umožňuje jednak ochranu jednotlivých budov, které jsou prohlašovány za kulturní památky, a dále plošnou ochranu ve formě památkových rezervací a zón a jejich ochranných pásem. Umísťování nových technologií, včetně fotovoltaických článků, v těchto územích spadá do kompetencí památkové ochrany.

Z dostupných zdrojů je možné definovat obecná východiska umísťování solárních zařízení dle památkové péče. Avšak nadále platí, že každý konkrétní případ je nutné posuzovat individuálně, což zákon o státní památkové péči předpokládá.

- Památky zapsané v Listině světového přírodního a kulturního dědictví UNESCO - sluneční kolektory umísťovat zásadně nelze a to ani tam kde by byly viditelné ze vzduchu.
- Nemovité kulturní památky - sluneční kolektory umísťovat nelze.
- Plochy okolo památek - ve většině případů bude umístění nemožné.
- Městské památkové rezervace - sluneční kolektory nelze umísťovat na budovách. Na plochách pouze pokud není památkově chráněná a instalace se nebude pohledově uplatňovat.
- Vesnické památkové rezervace - sluneční kolektory umísťovat nelze.
- Městská a vesnická památková zóna - sluneční kolektory lze umístit na místa, kde se nebudou pohledově uplatňovat a to i z vnějšku, tedy nebudou narušovat jeho obraz v krajině.
- Krajinné památkové zóny - sluneční kolektory umísťovat nelze.
- Památková ochranná pásma městských rezervací a zón a vesnických památkových zón - sluneční kolektory lze umístit na místa, kde se nebudou pohledově uplatňovat v souvislosti s památkou či chráněným územím.
- Památková ochranná pásma vesnických památkových rezervací a kulturních památek - sluneční kolektory umísťovat nelze.
- Prostředí kulturní památky - sluneční kolektory lze umístit tak, aby nebyly nepříznivou změnou prostředí kulturní památky, tj. neznemožnili ji vnímat v celistvosti a v souvislostech s okolím. [45]

Tyto obecné zásady byly definovány v roce 2005 a vycházely především z umísťování fototermických solárních kolektorů, které mají obecně méně designových možností než fotovoltaické články. Je jasné, že umísťování těchto technologií přímo na památkově chráněné objekty bude výjimečné a podléhající individuálnímu posouzení, jak tomu bylo například při umístění FV článků na Říšský sněm v Berlíně.⁵

⁵ Podrobnější popis na konci kapitoly.

Mnohem větší možnosti představují památkově chráněná území a jejich ochranná pásma, kde je možné v rámci rekonstrukcí stávajících objektů či při výstavbě nových instalací FV systémů počítat a vhodně dotvořit architekturu jednotlivých budov. Proto se v následujícím textu budu věnovat tomuto tématu.

Shoda mezi památkáři a architekty panuje především v základní myšlence, že na novostavbě má být jasně patrné, že je novostavbou. To je ovšem charakteristika natolik široká, že sama o sobě nemůže stačit a vést k obecně dobrému výsledku.

Ze strany památkové péče existuje pochopitelná snaha o formulování a prosazování jednoznačných regulativů s cílem zamezit nejhorším excesům nové výstavby. Bohužel právě tyto snahy, vedené do extrémů, často znemožňují vznik skutečně kvalitního a okolí obohacujícího architektonického díla. Úkolem památkové péče v žádném případě není „projektovat místo projektanta“.

Podrobnější regulativy lze uplatnit v situaci jednotlivých proluk ve slohově příbuzné řadové zástavbě nebo v pravidelném rytmu vesnických usedlostí. Horší situace nastává, kdy jde o výstavbu v urbanisticky a architektonicky komplikovanější situaci, zvláště na větší ploše. Zde jsou regulativy obecnější povahy. Skutečně kvalitní dílo může vzniknout jen při dostatečné vnímavosti architekta a samozřejmě i pracovníka památkové péče, v ideálním případě ve vzájemné diskusi.

Orgány památkové péče mají na vysoké kvalitě nové zástavby velký zájem mimo jiné proto, že hodnotné novostavby mohou být výhledově také památkami. Důležitým předpokladem je, že si navrhující architekti uvědomí urbanistickou skladbu historického města, široké konstrukční, dispoziční i materiálové možnosti moderní architektury a konečně, že architektonická kvalita stavby není podmíněna velkou výrazovostí (Frank Lloyd Wright: „méně je někdy více“). [49]

Principy posuzování novostaveb v památkově chráněných územích⁶

Základním principem péče o památkově chráněná sídla je zachování všech dochovaných prvků historické urbanistické struktury, tedy půdorysu, parcelace, hmotové struktury i architektonických prvků historické zástavby. Při prosazování tohoto cíle však nemůže v žádném případě jít o požadavek zastavení dalšího vývoje a života sídla či jeho chráněné části. Jde o to, aby v památkově chráněných sídlech měly památkové hodnoty přednost před ekonomickými zájmy konkrétního investora, aby v sídlech nadále vznikaly nové urbanistické a architektonické hodnoty, avšak nikoli na úkor hodnot starých, ale vedle nich a v souladu s nimi.

Neméně důležitým cílem působení památkové péče v chráněných sídlech musí být omezení negativního působení dřívějších rušivých zásahů.

⁶ Následující text o umístování FV článků v památkově chráněných územích vychází z odborné a metodické publikace Novostavby v památkově chráněných sídlech, kterou vydal Národní památkový ústav. Zdroj viz. [49].

Architektonické pojetí novostaveb ve vztahu k zaniklé zástavbě na daném místě

Rozeznáváme tři základní typy řešení :

- kopie zaniklé stavby

Jde o základní otázku, zda se za rozhodující hodnotu považuje hmotná podstata památky (tedy originální materiály) nebo podstata ideová (tedy architektonická forma). Kopie nemůže být plnohodnotnou náhradou zaniklé stavby, a to ani kdyby byla kopií po všech stránkách zcela přesnou. Stavby kopií zaniklých staveb budou vždy spíše výjimkami. V tomto případě lze jen těžko uvažovat o užití moderních materiálů a tedy i FV panelů. Nicméně stavění tímto způsobem ani sami památkáři neobhajují.

- parafráze zaniklé stavby

Takto koncipovaná stavba nezastírá, že jde o nové dílo, současně však zachovává některé charakteristiky zaniklé stavby. Z hlediska architektonické tvorby jde o mimořádně obtížný úkol, na druhé straně bezpochyby o lákavou tvůrčí výzvu. Realizací tohoto typu je velmi málo.

- nové tvůrčí dílo.

Nové tvůrčí dílo

Tato kategorie je v současnosti nejčastějším případem navrhovaných novostaveb. Obecně lze vymezit několik základních koncepcí :

- historizující pojetí

Historizující pojetí je chápáno jako jakýsi nadslohový či někdy spíše bezslohový, v každém případě však tradiční způsob ztvárnění fasády. Toto řešení může být v některých případech zaměnitelné s nejjednoduššími fasádami z 18. a 19. století. Nejedná se o řešení příliš tvůrčí, nicméně takto koncipovaný objekt se velmi dobře začlení do téměř jakéhokoli historického architektonického prostředí. Z hlediska architektonické pravdivosti je žádoucí, aby taková fasáda byla datována a obsahovala nějaký drobný detail, který by se na starších fasádách vyskytnout nemohl. Takový drobný novodobý detail by mohly představovat FV panely nejlépe ve formě markýz, zábradlí, lamel či žaluzií. Přirozeně, že předpokladem dobrého zapojení novostavby je tradiční celková hmota a proporce objektu odpovídající okolní zástavbě.

- kontextuální pojetí

Za kontextuální navrženou novostavbu lze pokládat takový objekt, který vědomě navazuje na tradiční architektonické postupy z hlediska utváření hmoty, formy i použitých materiálů a reaguje vstřícně na kontext místa, jímž je inspirován. Usiluje o citlivé začlenění do existujícího kontextu a omezuje případné existující negativní rysy prostředí. Citlivého začlenění lze často dosáhnout i velmi moderními výrazovými prostředky. Kontextuální může být pouhé užití tradiční hmotové formy a zcela

nečleněných hladkých fasád, doplněných tradičními více-tabulovými okny. To je řešení vhodné i pro vesnické prostředí. Právě tradiční rozměry, konstrukce a dělení oken mají pro začlenění jakékoli novostavby v historickém prostředí zcela zásadní význam.

Výše zmíněná hladká fasáda může být tvořena FV panely plnými či polopropustnými, každopádně integrovanými do konstrukce.

- neutrální pojetí

Stavby tohoto směru sice historické prostředí obvykle zásadním způsobem nerozrušují, současně je ničím neobohacují, hodnotu památkového prostředí spíše snižují. Instalací FV panelů na nevhodnou stavbu, jen snížíme jejich estetickou hodnotu.

- kontrastní pojetí

Kontrastní pojetí novostaveb má pro FV instalace nejširší pole působnosti.

V minulosti, zejména v sedmdesátých a osmdesátých letech 20.století, bylo navrhování novostaveb vědomě kontrastních ke stávajícím historickým objektům obvykle podporováno jak ve studijních materiálech pro projektanty, tak i ze strany památkové péče. Je nutno objektivně říci, že se tak dělo pod vlivem úspěchů funkcionalistické tvorby. Také v současné době má toto kontrastní pojetí zastánce ve velké části tvůrčí architektonické obce.

Pod kontrastním pojetím rozumějme takové řešení, které záměrně usiluje o co největší kontrast s okolím, ať už výškou, hmotou, ztvárněním fasády, materiálovým řešením či kombinací těchto vlastností. Do této kategorie patří vedle svébytných architektonických děl, které jako solitéry jsou kvalitní, tak i stavby podřadné architektonické kvality. Je to riziko, bez kterého by nebyl možný pokrok. Tančící dům je příklad zvládnuté architektury a představme si prosklenou část s FV články.

Zástavba vedle funkcionalistických domů - energetická fasáda, střecha či jen prvky plně korespondují s principy funkcionalistů.

Nová stavba jako dílčí doplnění existujícího objektu

Jde o menší stavby, které mají doplnit stávající objekt na dané parcele, ať již jako náhrada zaniklé části nebo jako doplnění, zvětšení současného objemu.

- dvorní části parcel a uličního bloku

Tyto plochy mají specifický charakter. V historických sídlech vždy sloužili jako zázemí jednotlivých obytných a jiných objektů, a byly proto v určitém stupni zastavěny různými hospodářskými a účelovými stavbami bez výraznějšího architektonického řešení. Zástavba dvorních partií prodělala poměrně komplikovaný vývoj a její skladba podléhala četným změnám.

Ve dvorních partiích se naskytuje příležitost pro využití FV panelů z hlediska historické hodnoty objektů (nemají jasnou strukturu zastavění, je to v podstatě chaos). Nicméně z hlediska optimálního umístění těchto technologií se bude řešení hledat obtížněji.

-
- přístavby

V památkově chráněných územích jsou naprosto nežádoucí různé utilitární přístavby typu krytých zádveří či garáží v předzahrádkách a obecně směrem k veřejnému prostoru. Neplatí však zjednodušující představa, že přístavba představuje vždy problematický a z hlediska památkové péče nežádoucí prvek. Například v situaci, kdy na historické parcele v posledních desetiletích vznikla nevhodná novostavba, která ustoupila oproti historické stavební čáře dále do hloubky pozemku, je přístavba směrem k veřejnému prostoru naopak potřebná. V těchto případech lze využít FV panely a to z odkazem na formuli, že se novostavby mají jasně odlišit od původních staveb.

Pohledová exponovanost novostaveb a nové dominanty

- dominanty

Vznik nových dominant v chráněném sídle obecně není žádoucí. V odůvodněných případech a při citlivém a tvůrčím řešení je však nelze zcela vyloučit - opět by však měla signalizovat funkční významnost takto zvýrazněného objektu, nikoli ego majitele. Fotovoltaická dominanta může sloužit jako poselství budoucnosti - věž, nároží ...

- střešní krajina

Při posuzování navrženého objektu v památkově chráněném území nelze opomenout ještě další aspekt, totiž uplatnění jednotlivých novostaveb i dílčích architektonických zásahů z ptačí perspektivy. Ve většině měst bývají přístupné věže, z nichž se nabízejí jedinečné pohledy na celou urbanistickou strukturu sídla i na nesourodé a nevhodné prvky ve střešní krajině. Proto má posouzení nových stavebních záměrů i z této perspektivy velký význam.

Je otázkou do jaké míry jsou integrované FV panely do střech objektů rušivé, když vezmeme v úvahu kolik neatraktivních zařízení střechy obsahují - antény, satelity, žebříky, vikýře všech tvarů a velikostí, střešní okna, ventilační jednotky, odvětrávací vývody, přehršel materiálů na střešní krytinu apod. Vždy záleží na kvalitě díla jako celku, nelze apriori některé materiály a prvky zatracovat, jen kvůli tomu, že jsou nové a neumíme s nimi zatím náležitě pracovat.

Obecné architektonické principy pro novostavby

Nezbytným předpokladem příznivého začlenění novostavby do existujícího prostředí je především její vhodné hmotové řešení. Obecně platí, že hmotově nevhodně řešenou novostavbu v podstatě nelze přijatelně architektonicky (z vnějšku) vyřešit.

Ztvárnění fasád v intaktní historické a tvaroslovně velmi zdobné zástavbě bude podléhat podrobným a přísným regulativům z hlediska památkové péče a prosazení užití moderních materiálů bude velmi problematické. Zato v zástavbě, kde se mísí stavby z několika období a výraz souborů je nejednotný, skýtá větší možnosti užití FV panelů buď jako jednotlivých prvků nebo jako integrované přímo do fasád či střech. Tento nový materiál může také posloužit jako scelující prvek v nesourodé zástavbě.

- střešní krajina

V drobnějších sídlech jsou nejčastěji sedlové střechy se sklonem v rozmezí 38-45°, dle místních zvyklostí. Naopak v řadě měst, kde například po požárech zanikly historické krovy a byla změněna orientace hřebene střech, jsou běžné střechy s mírnějším spádem. Kromě základního tvaru střechy by měly novostavby respektovat i vazbu římsy a okapové hrany, vztah ukončení štítové stěny ke konstrukci střech atd. Již při návrhu střechy lze tedy přihlédnout k vhodnému sklonu pro integraci FV panelů.

Velkou kapitolou je osvětlení podkrovních prostorů. Obytná podkroví je prvek naprosto novodobý a přistupuje se k němu zcela individuálně. Víkyně, terasy, střešní okna jsou obecně rušivé prvky ve střešní krajině, které pozměňují její vzhled i hmotu. Za zamýšlení stojí požití FV panelů k velkoplošnému zastřešení tak, že některé části jsou plné a další polopropustné či úplně bez FV článků (okna). V tomto případě jsou panely plně integrovány do střešní konstrukce, popř. ji mohou nahrazovat. Tímto ztvárněním pomocí moderního přístupu docílíme zcela nového architektonického výrazu jak zvnějšku, tak zevnitř.

Obecně nelze na FV panel pohlížet jako na přívěšek architektury, ale vnímat ho jako plnohodnotný vícefunkční materiál, se kterým se dá kreativně pracovat.

- krytiny

Krytiny střech novostaveb by měly respektovat charakter střešní krytiny v daném sídle a oblasti, měřítko, strukturu, charakteristickou formu i barevnost typickou pro historickou zástavbu. Neměly by být užívány krytiny zcela podřadného charakteru, tj. bitumenové pásy, velkoplošné plastové šablony, vláknocementové, plechové, povlakové krytiny a krytiny s výraznou netradiční barevností.

Na trhu se objevily FV střešní tašky keramické, vláknocementové apod. Je nutno zdůraznit, že FV panely nejsou podřadnou krytinou a to především kvůli své energetické funkci. Krytiny se v průběhu času měnily a mění a tudíž je naprosto legitimní uvažovat o další změně, která je také reakcí na globální environmentální problémy. Původní došky a šindele nahradila z praktických (požárních) důvodů keramická taška a dnes z energetických důvodů přicházejí vícefunkční krytiny (jako jsou FV panely a tašky), které mají vlastnosti klasických krytin a k tomu vyrábějí energii.

Navíc FV články se vyrábějí ve více barevných variantách a výrobci se snaží zvýšit jejich účinnost snížením odrazivosti světla od skleněných částí.

- kompozice průčelí domu

Průčelí domů, obracející se k veřejnému prostoru, bylo ve městech i na vesnicích vždy považováno za nejreprezentativnější, neslo většinu výzdoby a byly k němu orientovány i hlavní obytné místnosti. FV panel, jako reprezentant 21.století, se může vhodně uplatnit právě při komponování nových či obnově stávajících průčelí.

U kompozice hlavního průčelí novostavby jsou správně zvolená velikost a členění oken velmi významné pro zapojení do okolní historické zástavby, vždy nejlépe působí okna obdélná s větším rozměrem orientovaným na výšku. V místech, kde dominuje

neofunkcionalistické pojetí, se uplatňují okna podélná, šířkově orientovaná nebo dokonce pásová.

Tvarové pojetí oken je podmíněno architektonickým konceptem celé novostavby či alespoň jeho uličního průčelí. Při vhodném zvládnutí se mohou uplatnit i okna historicky netradiční, včetně oken nečleněných. Užitím harmonického členění průčelí okny pro danou lokalitu nic nebrání tomu, použít pro zbylé části strukturální zasklení FV panely.

Materiálové regulace

Největším regulacím z hlediska památkové péče podléhá vnější povrchová úprava novostaveb v pohledově exponovaných částech chráněného území. Nicméně nelze apriori vylučovat citlivé užití některých moderních materiálů a konstrukcí. Jejich použití bude vždy posuzováno individuálně s ohledem na konkrétní situaci. Obecně ale nejsou žádoucí různé materiálové výstřední povrchy.

FV panel nelze vnímat jako okno, římsu, zábradlí, tj. jako tvar, ale jako tvárný materiál, který můžeme přirovnat k omítce, obkladu, krytině či také zdivu, betonu či sklu.

FV panely můžeme instalovat

- jako drobné doplňky fasád - zábradlí, markýzy ...,
- plošně jako obvodový plášť.

Fasády městských domů v sídlech mají svoji časovou osu postupného vývoje : omítka na fasádě - kamenné obklady na významných budovách (reklama majetných lidí) - nové materiály, tj. keramické obklady - velkoplošná zasklení - energetické fasády. Všechny fasádní materiály vznikly v určité době a jsou dodnes používány, avšak je v nich jasný pokrok a vývoj k technologicky i esteticky novým formám.

Barevnost novostavby

V památkově chráněných územích jsou zcela nežádoucí výrazné umělé barvy a to jak ve vlastním pojednání povrchů materiálů, tak v doplňcích průčelí. Barevnost historických staveb, které tvoří podstatu památkově chráněného území, je založena na přírodních stavebních materiálech a omezené škále barevných nátěrů, podmíněných přírodními pigmenty v nátěrových vrstvách. Umírněné barevné řešení fasády byť z nových materiálů je vždy vhodnější než výrazně křiklavá fasády klasické nátěrové hmoty.

Doplňky průčelí

Dle památkářů by satelitní antény a sluneční kolektory neměly být viditelné z veřejného prostoru. Problémem je, že se sluneční panely zosobňují do termických solárních panelů neesteticky umístěných na střechy stávajících budov. FV instalace mají úplně jiný charakter a daleko větší možnosti užití. Jsou tvárné a designově přesvědčivější.

Závěr

Památková péče nemůže zavírat oči před vývojem a vznikem nových technologií a materiálů a naopak nové trendy mají respektovat historii a tradice. Je žádoucí, aby tyto dva „protipóly“ společně komunikovaly a našly vhodná řešení, která budou navazovat jak na naši historii, tak naši budoucnost.

Z výše uvedeného pojednání jasně vyplývá, že místo pro vzájemný konsenzus existuje, jen je třeba ho hledat. FV články se mohou vhodně zakomponovat do stávajících sídelních struktur a mohou naopak přispět k jejich dalšímu estetickému zhodnocení. Datování památkově chráněných staveb není jen věcí minulých století, ale i předmětem současnosti.

Je zřejmé, že se nové technologie jako FV články, lépe zakomponují v památkově chráněných průmyslových objektech a územích než v městských středověkých centrech. Avšak i v nich vzniká prostor pro diskuzi a jak bylo už mnohokrát řečeno, záleží na individuálním posouzení.

Příklady - památkově chráněné objekty

Lokomotivní depo, Bern, Švýcarsko

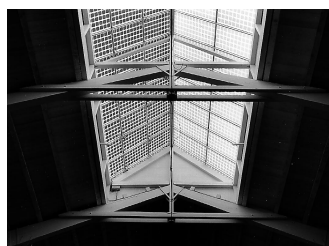
Architekt : Halle 58 Architekten

Rok výstavby : 1912

Obnova : 1996 - 1998

Při přestavbě nevytápěného lokomotivního depa použil architekt FV transparentní panely, aby byla obnovena funkce původních světlíků. Památkáři původně požadovali obnovu světlíků z drátoskla na dřevěné příčle. Světlíky byly v šedesátých letech odstraněny a hřeben střechy od té doby pokrývaly vlnité plastové desky. Na jihovýchodní straně světlíků byly nakonec použity FV panely s 20 % průchodem světla (zaujímají plochu 750 m² se špičkovým výkonem 65 kWp) a na druhou stranu skla se sítotiskem. [50]

Obr. 97 : Lokomotivní depo, Bern, Švýcarsko.



Centrum pro umění a mediální technologie, Karlsruhe, Německo

Architekt : Schweger+Partner

Rok výstavby : 1915

Obnova : 1997

Halová budova A bývalé zbrojní firmy patří k největším budovám ve městě. I přesto, že je památkově chráněná, byly při obnově do střechy zabudovány fotovoltaické články, z nichž je elektřina vedena přímo do elektrické sítě tramvají. Deset na sebe navazujících výrobních hal má prosklené shedové střechy a tím působí obrovský obestavěný objem uvnitř lehce a světle. Střešní plochy historické budovy byly pokryty FV panely a také jižní strana shedové střechy. Světlík u vchodu má FV články zabudované do skel. [50]



Obr. 98 : Centrum pro umění a mediální technologie, Karlsruhe, Německo.

Říšský sněm v Berlíně, Německo

Architekt : Sir Norman Foster

Rok výstavby :

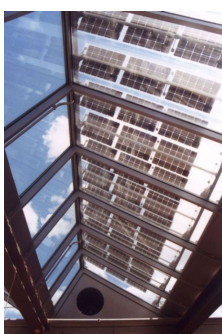
Obnova : 2001

V roce 1992 sdružení EUROSOLAR otevřelo symposium „Solárně zásobovaná vládní čtvrť“ pro nový vládní okrsek v Berlíně. Většina z nově postavených vládních budov byla vybavena FV systémy s celkovým výkonem přibližně 1 MWp. Příklad Říšského sněmu je téměř symbolickým obrázkem pro téma památkové péče versus fotovoltaika. Za dob NDR stál sněm v zóně nikoho a historická budova pomalu chátrala až z ní na počátku 90.let zbyla fakticky jen fasáda. Při totální energetické přestavbě této prestižní berlínské památky došlo k neobvyklému konsenzu architektonického týmu a památkové ochrany. Na rozměrné ploše prosklené střechy Říšského sněmu byly instalovány FV otáčivé lamely generující elektrickou energii a zároveň chránící interiér před přílišným osluněním. FV

lamely sledují dráhu slunce otáčením kolem své osy a tím zvyšují energetické zisky a zefektňují zastínění. Nutno však podotknout, že tomuto projektu výrazně pomohla doba vzniku v euforických dobách sjednocení Německa. Dnes však opatrnějším projektům jdou naproti obrovské posuny v technologiích. [38]



Obr. 99 : Říšský sněm
v Berlíně, Německo.



- Stavby v památkově chráněném území

Na následujících příkladech je možno sledovat možnosti tvorby nových objektů či prvků s využitím FV článků v památkově chráněných územích. Jde především o inspiraci a možnosti architektonického ztvárnění.

Vestfálské muzeum archeologie, Herne, Německo

Příklad FV článků jako designového doplňku střešní roviny.

Architekt : Busse Klapp Brüning

Realizace : 1997

Nové archeologické muzeum tvoří kontrast k poblíž stojícímu gotickému cihelnému kostelu. Na samotnou novostavbu je také použita klasická cihla, ale v moderním pojetí. Shedová střecha nad horním výstavním sálem nabízí velmi dobré místo na umístění FV panelů. Plochy střechy orientované na jih a západ jsou jimi pokryty a přitom osvětlení sálu je zajištěno vhodným severním rozptýleným světlem. FV panely jsou umístěny na

subtilní konstrukci, která je zároveň konstrukcí světlíků.

Shedové střechy nad halami, ateliéry a výstavními sály jsou jednou z nejlepších možností užití FV. Nutné severní osvětlení s jemným difuzním světlem dovoluje použít kdy panely na jižně orientovanou plochu, kterou si jinak nárokuje požadavky osvětlení a oslunění. [51]

Obr. 100 : Vestfálské muzeum archeologie, Herne, Německo.



Centrum zdravotní péče "Roger de Flor", Barcelona, Španělsko

Příklad FV článků jako doplňku fasády.

Architekt : Francisco Gallardo

Realizace : 2007

Nové centrum zdravotní péče bylo postaveno pod záštitou Evropského projektu SARA (Udržitelná architektura aplikovaná na opakovatelných se projektech veřejných budov). Projekt objektivně zkoumá navrhování a výstavbu demonstračních veřejných budov tak, aby byly ekonomicky návratné, vysoce energeticky efektivní a opakovatelné v měřítku celé Evropy. Tato budova představuje odpověď na to jak skloubit požadavky na sezónní komfort během roku a zároveň klade důraz na redukci nákladů na energie. Jde především o užití materiálů šetrných k životnímu prostředí, efektivní rozvody sítí a využití obnovitelných zdrojů energie, tj. fototermických a fotovoltaických kolektorů, a lokálních vodních zdrojů. Budova také obsahuje Building Management systém, který zaznamenává data v jednotlivých částech budovy pro kontrolu nastavení.

FV panely jsou orientovány na jihozápad, stejně jako celá budova, a architektonicky začleněny do dvou rovin. Na fasádě mají články kromě energetické funkce ještě funkci stínící. Jsou estetickým doplňkem fasády s 60% světelnou propustností. Na střeše je

umístěno 54 FV panelů na kovové konstrukci se sklonem 5° a s výkonem 5,6kW. [38]



Obr. 101 : Centrum zdravotní péče „Roger de Flor“, Barcelona, Španělsko.

Obchodní dům ZARA, Kolín nad Rýnem, Německo

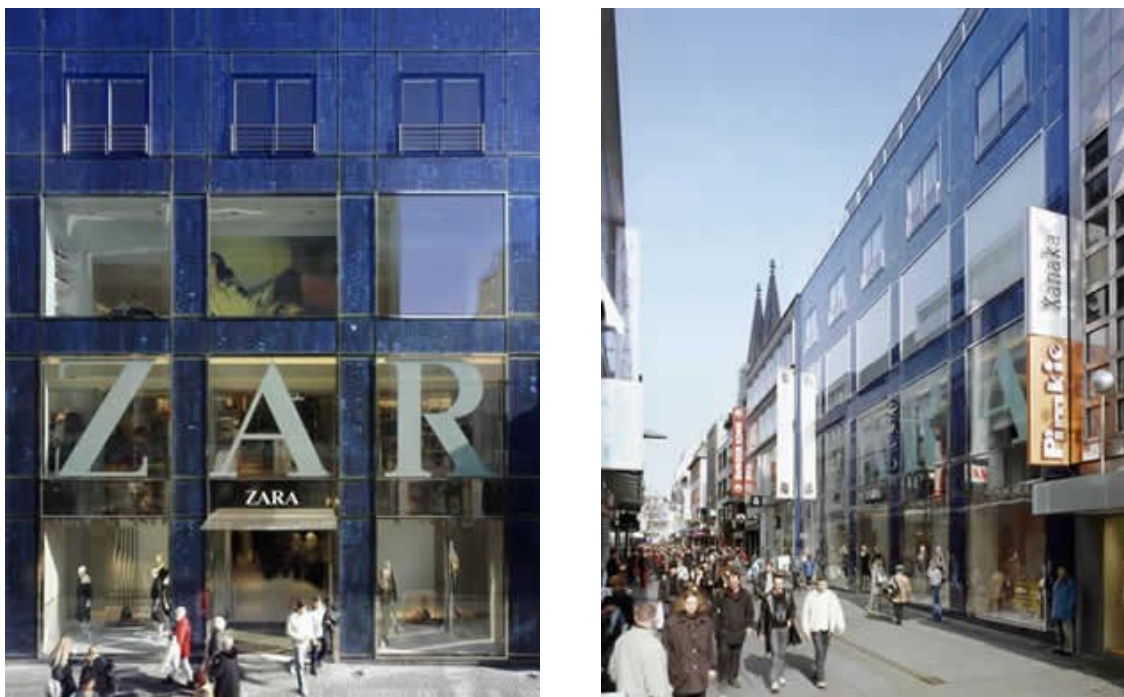
Příklad FV článku jako designově určujícího prvku ztvárnění fasády.

Architekt : Architekturbüro Angela und Georg Feinhals

Realizace : 2003

V architektonickém návrhu módního butiku ZARA v centru Kolína nad Rýnem bylo rozhodnuto použít pro jasný výraz fasády modrých třpytivých křemíkových krystalů namísto obvyklého leštěného kamenného obkladu. Velmi neobvyklá fotovoltaická fasáda denně útočí na davy kolemjdoucích a kromě patřičné reklamy na firmu výrazně zvyšuje jejich vnímání na možnosti solárních technologií. Fotovoltaika umístěná na rušné městské ulici působí jako reklamní plocha nejen pro samotný obchodní dům, ale i jako vizitka moderního FV průmyslu. [38]

Obr. 102 : Obchodní dům ZARA, Kolín nad Rýnem, Německo.



- Církevní stavby

Zajímavým příkladem pro instalace FV článků do církevních budov je sousední Německo, kde v letech 1999 - 2001 Spolková nadace pro životní prostředí (DBU) podpořila v programu "Církevní společenství pro sluneční energii" 768 těchto instalací.

Památková péče a využití solární energie byly postaveny na opačné strany nepřilíš harmonické rovnice. U instalací na střechy kostelů - velmi citlivých historických staveb - to představovalo velkou námahu ze strany církevních zastánců i úředníků z oblasti památkové péče nalézt oboustranně přijatelné kompromisy. Každý takový projekt si obvykle vyžádal individuální přístup a také samostatné povolení.

Kostel sv. Nikolaje a sv. Jana v Lipsku

Instalace solárního systému na tomto kostelu znamenala svého času mírumilovnou revoluci v přístupu památkářů. Zástupci církve zde konečně prosadili možnost využívat šance pro budoucí generace i na církevních objektech. Místní kostel se stal i díky tomu mediálně nejznámějším místem instalace podpořeným v programu DBU. Souhlas se stavbou vydalo až prezidium památkového úřadu na úrovni spolkové země a to s podmínkou, že nebude viděn z frekventovaného centra města. Systém byl instalován při rekonstrukci jižně orientované střechy kostela a to jako integrovaný do střechy (umístěný na speciální dřevěnou konstrukci místo břidlicových tašek). [52]



Obr. 103 : Kostel sv. Nikolaje a sv. Jana v Lipsku, Německo.

Kostel sv. Nikolaje v saském Zwickau

Tento kostel je instalací v programu DBU s 260 m² FV panelů. Památkáři si zde dali podmínku, že solární panely musí být v černém či antracitovém provedení, který měl připomínat vzhled břidlice. Vše mělo být provedeno tak, aby zůstal zachován původní vzhled kostela, což celou investici značně prodražilo díky použití méně častých

technologií. Naštěstí se po jednání se zainteresovanými projekty podařilo uspořít zvýšené náklady na jiné části projektu. [52]



Obr. 104 : Kostel sv. Nikolaje v saském Zwickau, Německo.

Kostel sv. Petra a Pavla v Neufrachu u Salemu

Netradiční instalace fotovoltaického systému ve tvaru kříže byla umístěna na střechu kostela tak, aby byla znatelná již z velké dálky. Freiburská diecéze ji dokonce označila za příkladnou propagaci náboženství a církevní obec za ní získala i jednu z deseti celoněmeckých cen životního prostředí za rok 2002. Pro vedoucího projektu Winfrieda Neumanna cena představovala příjemné potvrzení, že lze změnit počáteční absolutně kritické až odmítavé názory na solární systémy na vesměs pozitivní pohledy na zmíněnou problematiku. [52]



Obr. 105 : Kostel sv. Petra a Pavla v Neufrachu u Salemu, Německo.

Vatikán

Nejmenší země světa anoncovala nedávno záměr vytvořit v budoucích letech největší solární elektrárnu v Evropě s výkonem 100 MWp a hodlá na ni vyčlenit 660 mil.\$. FV systém má poskytnout tolik energie, aby byla pokryta veškerá spotřeba elektrické energie v celém Vatikánu, tj. 40 000 domácností. Ten se tak stane prvním „solárním“ státem světa.

Pilotní rozměrná instalace je situována ve střešní rovině budovy poblíž hlavního náměstí. Zvlněným povrchem připomíná proudící řeku, je ukázkou kontrastního přístupu k památkové ochraně.

Vatikán k redukci skleníkových plynů přistupuje komplexně, užívá elektromobily, solární systémy na vytápění a chlazení, využívá metan z koňských stájí apod. [56]



Obr. 106 : Fotovoltaická elektrárna ve Vatikánu.

7.6 UMÍSTĚNÍ FV ČLÁNKŮ VE VENKOVSKÉM PROSTŘEDÍ

Pro tradiční venkovskou zástavbu bylo charakteristické jednotné působení celku, vytvářející obraz vesnice v krajině. Při obnově našich vesnic je tedy důležité dbát na zachování jejich organického sepětí s krajinou, specifického rázu venkovské zástavby, jeho přirozené a jedinečné působivosti v místě a v krajině.

V mnoha zemích EU se působivý specifický obraz venkovských obcí zachoval v důsledku přísné ochrany. U nás je zatím stále potřeba přibližovat jak typické regionální principy vesnické zástavby, včetně umístění stavby na pozemku, tak příklady stavebních konstrukcí, které se u nás dlouhodobě osvědčily a mají význam i pro budoucnost.⁷ [53]

Vesnice a venkovská krajina

Vesnice je svou donedávna hlavní hospodářskou základnou - zemědělstvím - daleko více spjata s okolní krajinou než město. Reliéf krajiny, způsob jejího využívání i charakter vegetačních prvků, vstupuje do obce a naopak obec svými humny a v oblastech s rozptýlenou zástavbou jednotlivými objekty volně přechází do krajiny.

Takzvaná socialistická zemědělská velkovýroba se svým zrušením vlastnického vztahu k půdě znamenala pro krajinu i vesnici změny, které mimo jiné spočívaly v existenci rozsáhlých zemědělských chovných a skladovacích areálů bez respektu k tradiční venkovské zástavbě a bez dostatečného ozelenění dnes obvykle jen částečně využitých a chátrajících a v přetrvání neúměrně rozsáhlých a nepřehledných celků orné půdy, a to i v polohách značně ohrožených vodní a větrnou erozí.

Po roce 1989 zemědělství i lesní hospodářství prošly zásadní restrukturalizací, tvář naší krajiny se však podstatně nezměnila.

Zásady a doporučení pro novou výstavbu

Různé historické, kulturní a přírodní podmínky ovlivňovaly podobu obce i charakter krajiny kolem ní. Její struktura určila vzhled veřejného prostoru - ulice nebo návsi, i siluetu sídla. Pokud chceme tuto jedinečnost zachovat, musíme při nové výstavbě respektovat prvky, které původní osídlení utvářely.

Při vymezení oblastí sídel se stejnými nebo příbuznými znaky je potřeba zohlednit tato kritéria:

- urbanistická struktura jádra,
- typ kulturní krajiny,
- typ tradičního domu.

⁷ Následující text vychází z publikace *Vesnice, nové stavby pro venkov*, kterou vydal Ústav územního rozvoje za podpory Ministerstva pro místní rozvoj. Zdroj viz. [53].

Zásady a doporučení pro urbanistické začlenění nové zástavby

Důležitým urbanistickým prvkem je struktura zástavby s dodržением následujících zásad:

- typickým půdorysem je obdélníkový tvar,
- usedlost v kontaktu s děním venku na návsi a s hospodářským zázemím, dvorem, chlévy,
- dům situován na okraji pozemku tak, aby vznikla co největší plocha dvora,
- do sousedova dvora byl objekt bez oken, aby nebyla narušena intimita vnitřních prostorů,
- domy jednopodlažní se sedlovými střechami si navzájem nestínily.

Výstavba na volných plochách

Pokud si obce chtějí zachovat svůj vesnický urbanismus jako nenahraditelnou kulturní hodnotu, nejdůležitější zásadou pro plánování je rozvíjet ji tak, aby nová výstavba respektovala a navazovala na stávající urbanistickou strukturu. V současnosti jsme svědky častého nedodržování této urbanistické zásady - porušením způsobu parcelace, zavedením čtvercového půdorysu, situování domů do středu parcel, apod., což v porovnání s tradičním způsobem zástavby přináší celou řadu nevýhod a narušuje zásadně rytmus i řád urbanistické struktury. Jestliže dodržování základních zásad a principů pro venkovskou výstavbu je žádoucí při plánování rozvoje na volných plochách, ještě důležitější je respektování vazeb stávající urbanistické struktury při dostavbě proluk.

Z výše uvedeného vyplývá, že při navrhování nové zástavby je jednoznačně nejdůležitější její struktura, tj. dodržení hmoty, měřítka, souladu s okolím a dominantami, která utváří malebnost celku. Použité stavební materiály již nejsou tak výrazným, určujícím faktorem. Ty se mnohem rychleji vyvíjí v čase a v minulosti zaznamenaly četné změny.

Zásady a doporučení pro řešení nových objektů

„Zkušenosti s poznáním naší historické vesnické architektury, její jednoduché logiky a výtvarných kvalit, a naopak její porovnání s neradostnými výsledky snažení současných stavebníků i projektantů vedou v podstatě vždy k poznání, že nová výstavba by dopadla pro vnějšího pozorovatele i uživatele lépe, kdyby se inspirovala těmi způsoby řešení daného problému, které uplatňovala zdejší tvorba v minulosti. Nejedná se o řešení detailní a povrchové, ale o zásady tradiční tvorby a její základní znaky“ Jiří Škabrada.

Architekturu domů a obraz vesnice neničí užití nových materiálů včetně FV článků, ale nevhodný tvar, měřítko, hmota, umístění na pozemku apod. Naopak FV panely mohou přinášet novou hodnotu ve střechní krajině a dodat nový-moderní architektonický výraz.

FV není možné přirovnávat k nevhodným zásahům jako jsou přístavby, dostavby,

garáže, kůlny, vikýře. FV panely jsou materiál, se kterým se dá volně pracovat a vhodně integrovat jak do střech, tak fasád domů.

Velký zájem o bydlení na vesnicích vzrostl především okolo velkých měst, kde tak vznikají nevzhledné, do stávající obce většinou nezapadající a na ní nenavazující tzv. satelity. Tyto projekty využívají volné stavební pozemky k uspokojení poptávky po bydlení ve vlastním rodinném domě, ale už nemají další přesah ve vztahu k vlastní obci. Nevytvářejí žádné kulturně-sociální vazby, pouze co nejefektivněji umísťují komunikace a rozparcelují pozemky. Obyvatelé těchto lokalit pracují ve městě, kde si také zajišťují nákupy a společenský život. V samotné obci pak jenom přespávají, nevyužívají místních služeb a nepodporují místní rozvoj.

Po urbanisticky-architektonické stránce jsou satelity v 99 % naprosto nevhodně řešené. Jak bylo výše uvedeno nemají žádnou návaznost na stávající zástavbu obcí, nerespektují její svébytnost a vzhled v krajině. Většinou v těchto okresech nevznikají ani žádné plochy pro služby (vybavenost) ani zelené plochy pro odpočinek a scházení se. Satelity mají jedinou logiku a to z hlediska investora, který chce mít co největší zisk.

Při navrhování satelitů je úplně ignorována možnost jejich koncepce dle nejnovějších pravidel navrhování solární architektury, která nejen respektuje přírodní podmínky, tj. energetický profit ze slunečního záření jak pasivní, tak aktivní, ale také potřeby obyvatelstva a návaznosti na bezprostřední okolí. Solární architektura je navrhována jako celkový koncept, který neopomíná žádnou složku příjemného života s ohledem na naše životní a kulturní prostředí.

Rodinné domy

Převládajícím a osvědčeným tvarem střechy na našem území, který vyhovuje klimatickým podmínkám, je střecha sedlová, se sklonem 42° - 45° podle použité krytiny a specifických zvyklostí v jednotlivých oblastech. Původní krytiny (slaměné došky a štípané dřevěné šindele) byly od počátku 19.století, kdy se začala i na venkově uplatňovat zděná výstavba, nahrazovány keramickou krytinou. Nasazení střechy doznalo rovněž od konce 19.století změnu oproti dosavadní zvyklosti se začaly objevovat domy s půdními nadezdívkami, jejichž prostory jsou přisvětleny typickými obdélníkovými okny.

Není možné se dívat na střechy jako na historicky neměnnou červenou střešní krajinu.

Původní střešní krytina (došky a šindele) byla z praktických důvodů (trvanlivost, požární odolnost) nahrazena modernějším materiálem, tj. keramickou taškou. V dnešní době je důležitým ukazatelem při výstavbě či obnově objektů energetická úspora a soběstačnost, což lze mimo jiné dosáhnout i užitím nových energií vyrábějících materiálů v podobě FV tašky či panelu. Tyto materiály nahradí střešní krytinu nebo i střešní konstrukci, stejně jako běžné materiály a navíc pokrývají alespoň částečně energetickou potřebu obyvatel objektu.

V dnešní době není možno FV panely odmítat, většina stavebníků používá jako střešní

krytinu eternit, plastové tašky a šindele, betonové tašky, ale také glazované lesklé keramické tašky v mnoha barevnostech, které mají oproti FV přinejmenším sporný estetický výraz.

Dalším vývojovým prvkem, který reagoval na nové potřeby obyvatel domu je vytvoření zápraží chráněného přesahem střechy. To zajišťovalo nejen krytí vstupních dveří před nepohodou, ale nabízelo i dobré podmínky pro posezení a hovory rodiny.

Na taková nadpraží mohou být z výhodou použity FV panely a to ve formě plně i světelně polopropustné a lze tak vhodně dotvářet intimitu prostředí.



Obr. 107: Příklad umístění FV panelů na stávajících venkovských staveních, Rakousko.

Bytové domy

Uspokojení poptávky po bydlení na venkově pomocí nájemních domů a bytů bylo podporováno zejména v období socialismu. Těmito objekty je poznamenána urbanistická struktura velkého počtu vesnic, jejich situování je zcela nahodilé bez respektování okolního prostředí a parcelace. Navíc postupně v jejich okolí vyrostly různé přístavky a seskupené objekty diskutabilní kvality.

Hlavním požadavkem při výstavbě nových objektů či rekonstrukci stávajících je zajištění dostatečného zázemí pro obyvatele tak, aby nevznikaly nevhodné přístavby, dále uvážit jejich situování a velikost pozemku. Architektonické ztvárnění objektu musí reagovat hmotově a tvarově na okolí, ale můžeme s výhodou použít nových materiálů a technologií.

Obyvatelé bytových domů by měli mít zajištěno pohodlí bydlení v městském bytě spojené s výhodami bydlení na venkově - návaznosti na zahradu a přírodu.

Pokud architekt dodrží při návrhu výše uvedené zásady, nic nebrání s výhodami použít FV panely kromě fasád a střech na zábradlí balkonů a lodžii, markýzy, zimní zahrady.



Obr. 108 : Obytný dům Wohnhaus, Villach, Rakousko.

Občanská vybavenost

Významné objekty veřejného charakteru, tvořící zařízení občanského vybavení obce, bývaly zpravidla soustředěny v prostoru návsi, tj. v nejexponovanějším a nejvýznamnějším prostoru vesnice. Byly to zejména radnice, kostel, hostinec, prodejny i některé provozovny řemesel, popř. i škola.

Úprava a vzhled tohoto centrálního prostoru byla odedávna vizitkou kulturní a hospodářské úrovně obce.

Objekty občanského vybavení jsou výrazným prvkem obce, jsou nositelem kultury a odráží její charakter. Použitím FV panelů na tyto nové či rekonstruované objekty sdělujeme světu náš pohled na svět, je reakcí na současné energetické trendy. Je to reklama : chceme ochraňovat naše životní prostředí a tímto způsobem to chceme sdělit veřejně.

Ve druhé polovině 20.století se výraznými objekty centrálního prostoru mnoha obcí stala, vedle historických dominant, typizovaná nákupní střediska nebo rozsáhlé kulturní domy. V převažujících případech jde o rušivé stavby, vymykající se kontextu ostatní zástavby. Jejich architekturu i celkový výraz je možné přizpůsobovat prostředí vesnice jen obtížně a tím zůstávají na okraji zájmu a mnohde chátrají.

Tyto rušivé objekty jsou velkou výzvou pro nové architektonické hodnoty vesnic. Historizující přístup při jejich rekonstrukcích není vhodný, jelikož je velká pravděpodobnost, že vytvoříme pouze nevzhledné klišé. Tyto stavby vyžadují, již ze své podstaty, moderní a neotřelý architektonický návrh s využitím moderních technologií, a tím vytvoření nové hodnoty. Jedním z přístupů může být využití FV technologií s jejich širokou škálou možností integrace do jednotlivých částí budov. Jejich energetický profit obvodových konstrukcí bude jen další přidanou hodnotou a přispěje k energetické soběstačnosti obce. Navíc moderní přestavbou můžeme zvednout turistický zájem o danou lokalitu.



Obr. 109 : Zdravotní škola, Amstetten, Rakousko.

Mezi nejefektivnější nástroje k ovlivnění sítě občanského vybavení obcí patří kromě jiného nepřímá podpora podnikání (např. formou daňových úlev, nízkým nájmem) a účast obce v rozvojových projektech (např. spoluúčast na budování technické infrastruktury, dotační tituly programů z ministerstev, EU). Jedním z výsledků mohou být FV elektrárny.



Obr. 110 : Solarcafé „Sonnenzeit“, Kirchzarten, Německo.

Objekty pro zemědělskou výrobu

Architektura staveb pro zemědělskou výrobu vyplývala vždy logicky z jejich funkce. Vyznačovala se jednoduchostí forem i detailů a byla v dokonalém sepětí s okolní přírodou i zástavbou.

Instalace FV panelů na zemědělské stavby zcela dodržuje původní formy - tj. jednoduchost a harmonii s okolním přírodním prostředím.

Navázat na tyto tradice bylo zpočátku snahou i poválečné výstavby, ale později v důsledku preferování ekonomických přístupů se postupně vytrácely (byly potlačovány) potřeby estetického vzhledu zemědělských objektů i ohledy na specifické urbanistické a krajinné podmínky místa.

Typy hospodářských objektů :

- hospodářské příslušenství vesnického RD, které je s obytnou částí situováno na jednom pozemku,
- hospodářská usedlost (statek),
- rodinná farma, ležící mimo intravilán obce na obdělávané půdě,
- středisko zemědělské výroby, skladování a služeb, využívající areál bývalého zemědělského družstva (státního statku).

K prvním třem typům hospodářských objektů lze přistupovat obdobně jako k rodinným domkům.

Hlavní zásady pro modernizaci a dostavbu středisek zemědělské výroby, skladování a služeb jsou :

- odstranění nefunkčních zchátralých a závadných objektů a staveb, přístavků a provizorií
- opravy a modernizace zbylých objektů a jejich úpravy pro nové využití,
- účinná likvidace odpadních vod,
- úprava vnitřních komunikací,
- obnova a nová výsadba zeleně.

V první fázi je opravdu nutné areály zemědělských středisek vyčistit od nefunkčních staveb a tak zkulturnit jejich prostředí. V rámci modernizace stávajících objektů lze s výhodou využít nových technologií jako například FV panelů v podobě střešních krytin a fasádních pláštů. Tyto zemědělské objekty nemají žádnou historickou ani kulturní hodnotu, jsou to socialistické novotvary, a proto je velmi lákavé jejich konstrukce využít k nové funkci, tj. jako energetického zdroje. Areály jsou plné stávajících technologických zařízení (siláže, vodojemy, bioplynové stanice ...), které můžeme buď využít nebo doplnit novou technologií například ve formě FV systémů. Výhodou pro takové instalace je i stávající oplocení středisek, vybudované přístupové cesty a dovedená elektrická síť. Stávající zemědělské areály dostanou novou společensky vítanou funkci a mohou si tak obhájit opodstatněnost svojí další existence.

Zásahy a úpravy je nezbytné provádět v souladu s dobře promyšlenou provozní koncepcí, která se zabývá i vazbami a působením střediska na širší okolí a v souladu s územně plánovací dokumentací obce. Spojení logiky provozu, efektivity zařízení a dalších technických podmínek s požadavky na estetiku je pro prostředí nutné.

V této souvislosti je potřeba připomenout nezbytnou návaznost na komplexní pozemkové úpravy, které mají vést k posílení ekologické stability krajiny a zlepšení její dopravní dostupnosti. V současnosti jsou obrovské nepřehledné lány polí v celkovém pohledu na krajinu daleko rušivější než novodobé instalace OZE, jako jsou sluneční či větrné elektrárny.



Obr. 111 : Zdárný příklad využití bývalých objektů pro zemědělskou výrobu k výrobě elektrické energie je fotovoltaická elektrárna v Opatově v České republice. Investor umístil 369 FV panelů z polykrystalického křemíku s nominálním výkonem 60 kWp na střechu bývalé drůbežárny.

Střediska zemědělské výroby a chovu hospodářských zvířat jsou dnes již pro vesnice typická, bohužel však téměř vždy narušují jejich obraz. Vysoké ocelokolny, sýpky, silážní věže, sila i rozsáhlé soubory budov chovu zvířat jen málokdy zapadají do měřítek tradiční venkovské zástavby a ve volné krajině působí dosud velmi cize. Jedním ze

společných znaků takových areálů je jejich malá začleněnost do okolí trvalé dřevinné zeleně.

Jak bylo dříve řečeno upevnění funkční pozice zemědělských areálů v rámci vesnic lze modernizací stávajících objektů a instalací OZE. Tímto počinem je možné vytvořit prostředí vhodné pro podnikání a vytvoření pracovních příležitostí. Nezbytným požadavkem je zapojení areálů do celkového estetického působení obce v krajině.

Stávajících středisek zemědělské výroby lze přeměnit na technologická centra venkova za těchto podmínek :

- OZE do areálů středisek (areály jsou bezpečné, přístupné, zasítované),
- budovy modernizovat pomocí FV instalací (střechy, fasády),
- uvnitř budov může být jakákoliv funkce (sklad, výroba, apod.),
- doplnění zelení - především na obvodu areálu a pak solitérně uprostřed (předejít zastínění energetických střešů).

Vytvoří se podmínky pro nové podnikatelské aktivity, areály již nebudou chátrající nepotřebnou částí venkova, ale vhodně se zapojí do života obce, budou mít novou energetickou hodnotu pro soběstačnost sídla. Budou představovat moderní přístup k utváření sídel v 21. století svou udržitelností a estetickou kvalitou spojenou s ekologickým myšlením.

Hospodářské objekty, které byly původně v majetku JZD nebo státu, bývají často zatíženy dlouhodobou ekologickou zátěží, což odráží případné zájemce o podnikání a celkově působí v rámci obcí pro obyvatele i návštěvníky velmi neatraktivně. Umístěním OZE (bioplyn, VTE, FVE + celková rekultivace, zeleň) do areálu středisek je možné veřejnosti ukázat, že to co bylo dříve ekologickou zátěží, je dnes díky těmto instalacím naopak chloubou ekologického přístupu ke krajině venkova.



Obr. 112 : Výtopna na biomasu, která se nachází v rakouském Lienzu, je zajímavým příkladem spojení kvalitní architektury v technologickém prostředí a ekologického přístupu. Objekty výtopny jsou propojeny slunečním solárním deštníkem, který zastřešuje venkovní manipulační prostor. Jeho tvar vyšel z optimálního využití sluneční energie. V tomto případě se jedná o termické solární kolektory, ale z hlediska architektonického výrazu to není podstatné.



Obr. 113 : Výstavní hala Floriade, Nizozemí. Floriade je mezinárodní veletrh zahradnictví, který probíhá jednou za 10 let, vždy na jiném místě v Nizozemí. V roce 2002 byla výstava ve vesnici Vifhuizen blízko Schiphol Airport. Nově postavená výstavní hala byla koncipována v tradičním vzhledu holandského skleníku, avšak střecha je pokryta FV panely místo obvyklých skleněných tabulí. FV systém je na SV a JZ orientovaných střechách se sklonem 18,5°.

Závěr

Využití starých objektů k novým účelům je pro vesnici žádoucí, prospěšné a potřebné, neboť zabrání chátrání objektů, zlepší a zkvalitní prostředí obce a umožní úsporu volných pozemků, které jsou cenným přírodním bohatstvím venkova, případně pomůže uchovat cenné historické hodnoty.

8 BUDOUCNOST

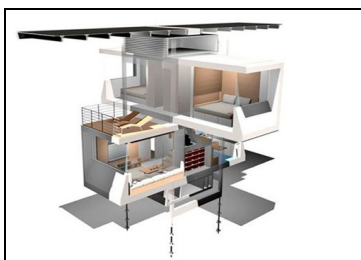
V dalším vývoji lze předpokládat velké městské celky solárních měst, které se budou rozvíjet od dnešních solárních sídlišť po celá města, megalopole až státy. Do projekčního procesu se významně zapojí další specialisté, tedy kromě architektů, projektantů a techniků to budou především urbanisté, sociologové a energetici.

Architekt jako integrátor FV článků do budov a urbanistických celků je v této chvíli tvůrce jedné části z celkové struktury, jeho kreativita se může neomezeně rozvíjet, bude mít k dispozici urbanistickou koncepci navrženou na principech výstavby šetrné k životnímu prostředí, tj. solární výstavby, s využitím dalších obnovitelných zdrojů energie.

V budoucnosti se FV stanou nedílnou součástí celkového konceptu.

zeroHouse

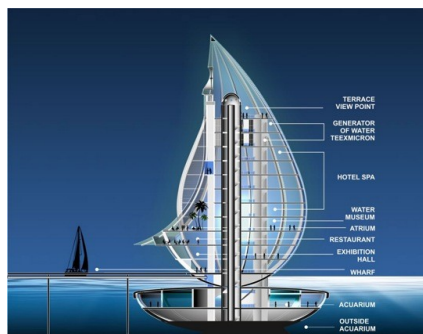
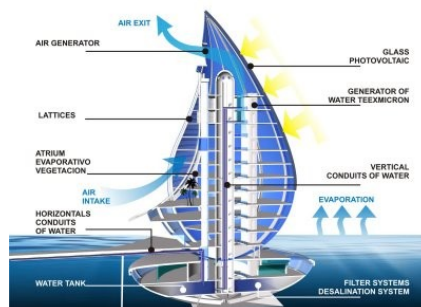
Pasivní dům jako skládačka, to je zeroHouse newyorského architekta Scotta Spechta. Solární panely na střeše slouží k produkci a skladování energie. Při plném nabití dokáží zásobovat zeroHouse i týden bez slunečního svitu. Jinak při slunečném dnu stačí bohatě napájet elektrinou kompletně celý dům. zeroHouse sbírá svou vlastní dešťovou vodu do obrovské cisterny (přes 10 000 l), která je pak silou gravitace distribuována po celém domě. Veškerý organický odpad je zpracován v jednotce umístěné pod domem do kompostu, který je třeba pouze dvakrát ročně přesunout. Celý pasivní dům zeroHouse je navíc plně automatizovaný, ovládá se pomocí počítače a řady senzorů umístěných po celém domě. Najdete v něm obývací pokoj, dvě ložnice, kuchyň a koupelnu, je vhodný jako chata i k dlouhodobějším pobytům. Proti klasickému domu se na něj spotřebuje mnohem méně materiálu (vyrábí se z prefabrikovaných částí), takže je levnější a i po této stránce ekologický. Okna i stěny jsou vyrobeny z dobře izolujících materiálů, využívá se také LED osvětlení. [57]



Obr. 114 : zeroHOUSE.

TeexMicron Tower

Španělská architektonická kancelář Orlando De Urrutia navrhla krásnou budovu TeexMicron Tower ve tvaru padající kapky vody. Konstrukce celé budovy umožňuje využívání obnovitelných zdrojů energie. Jižně orientovaná fasáda bude pokryta transparentními FV panely, které budou dodávat elektrickou energii objektu. Severní fasáda slouží mimo jiné jako ventilace a navíc bude vybavena speciálním zařízením, které dokáže zachycovat vlhkost vzduchu a přeměňovat ji na pitnou vodu. V přízemí budovy je umístěna čistička dešťové vody a odsolovací zařízení. Veškeré vybavení v budově - restaurace, hotel, tělocvičny a další podniky budou mít společné téma a to vodu. Pod objektem je umístěno velké podmořské akvárium. [58]

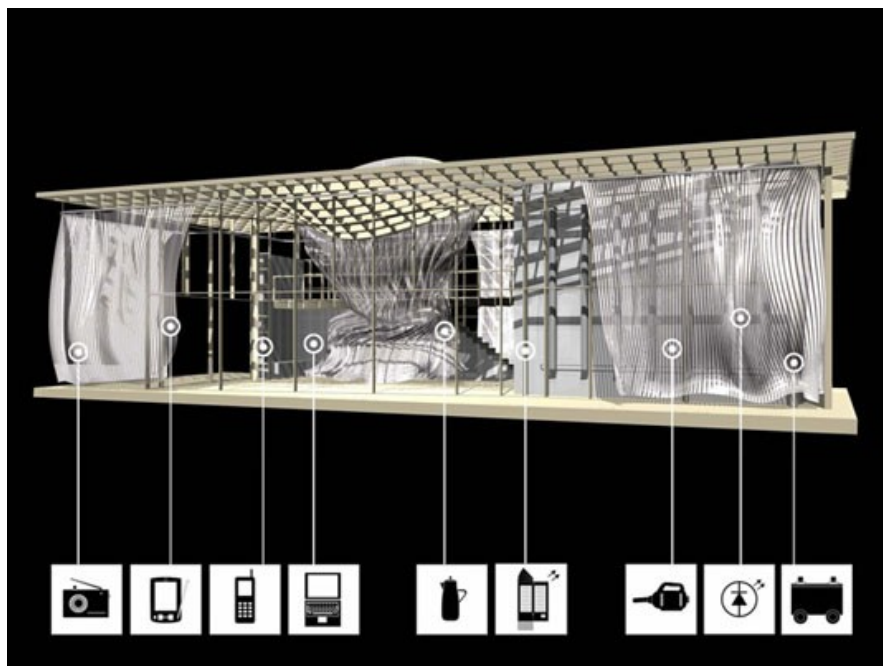


Obr. 115 : TeexMicron Tower.

Soft House

Americká společnost Kennedy & Violich Architecture, Ltd. přišla s návrhem nízkoenergetického bydlení zvaného "Soft House". Ten využívá aktivních textilií, které dokáží generovat energii skrze solární články. Organické fotovoltaické články vyrobené

pomocí nanotechnologií (tenkovrstvé solární články) jsou propleteny s odrazovým materiálem a vytvářejí tak zdroj například pro domácí osvětlení, dobíjení notebooků, mobilních telefonů a podobně. Cena solárních textilií je v současné době stále ještě příliš vysoká na to, aby se vyplatilo vyrábět podobné výrobky v masovějším měřítku. Projekt nicméně dobře ukazuje, jak relativně snadné může být zakomponování obnovitelných zdrojů energie přímo do architektury či vybavení domácnosti. [59]



Obr. 116 : Soft House.

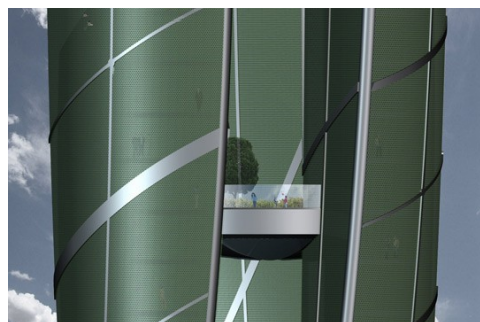
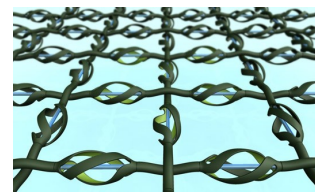
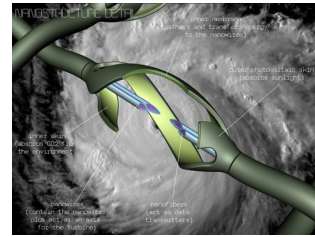


Nano Vent-Skin

Původem mexický designér Agustin Otegui, v současné době žijící v Londýně, přišel se zajímavým nápadem alternativního zdroje energie. Nano Vent-Skin je organický nanomateriál, který dokáže získávat energii třemi různými způsoby. Je fotovoltaiický, takže dokáže měnit energii slunce na elektřinu a skrze nanodrátky ji skladovat například v bateriích. Za druhé, miniaturní mikro-turbíny jsou pak postaveny z “polarizovaných organismů”, které vyvolávají chemickou reakci a následně i generování energie kdykoliv se dostanou do kontaktu s budovou. Za třetí, tyto organismy dokáží skrze turbíny absorbovat oxid uhličitý.

Jádrem nové technologie Oteguiho jsou pokročilé mikroorganismy, které spolupracují

A tall, green, curved tower with a spiral design, surrounded by palm trees and lush greenery, under a blue sky with birds. The tower has a unique, organic shape with a central void and is set against a backdrop of tropical vegetation and a clear sky.

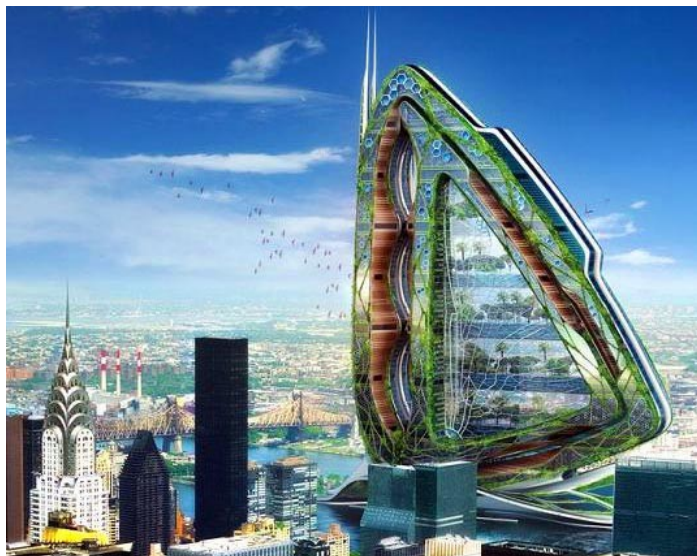


Ve městech budoucnosti se možná dočkáme konkurence stavebních firem a dodavatelů energie. Agentura Reuters přináší zajímavý článek nadepsaný “Chytrá města znamenají rivalitu ve stavebnictví i energetice”. Podle něj v Evropě pomalu ale jistě vyrůstá hnutí, které hodlá stavět “chytrá města” - energeticky alespoň částečně soběstačná, která nejen že budou bojovat proti změně klimatu, ale zároveň sníží svou energetickou závislost například na zemním plynu z Ruska.

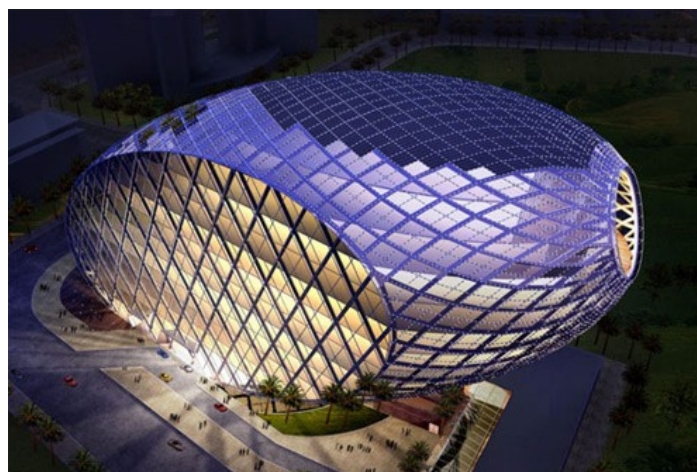
Samozřejmě, že všechny takové iniciativy mají jak své příznivce, tak i odpůrce.

Například nedávno byl v Bruselu zamítnut návrh na výzkum “chytrých měst” v hodnotě 500 mil. €. [61]

Obr. 118 : Projekt „Dragonfly“, New York, USA. Vertikální farma se rozprostírá přes 132 poschodí a 600 metrů, přitom se do ní vejde 28 různých zemědělských oblastí pro produkci ovoce, zeleniny, obilnin, ale třeba i chování dobytka a drůbeže. energii získává gigantická budova za pomoci solárních panelů a větrných turbin.



Obr. 119 : Projekt „Cybertecture Egg“, Bombaj, Indie. James Law Cybertecture International. Budova kombinuje ikonickou architekturu, inteligentní systémy, cit pro životní prostředí a nové způsoby stavby, tak aby vznikla nová dominanta města. Ke snížení teploty v budově je využito solární stínění, stejně jako vysutá zahrada s přírodní vegetací. Na střeše budovy jsou umístěny fotovoltaické panely a větrné turbíny pro získání energie. Budova by měla být dokončena v roce 2010.



Obr. 120 : Projekt „Super Sustainable City“, Gothenburg, Švédsko. Kjellgren Kaminsky Architects. Jde o hustou městskou zástavbu, která je však navržena tak, aby využívala všechny dnešní poznatky o ekologii, energiích a dopravě.





Obr. 121 : Projekt „Food City“, Dubaj, Spojené Emiráty. Architektonické studio GCLA. Celá čtvrť v sobě spojuje celou řadu ekologických přístupů - solární kolektory, věže pokryté tenkovrstvými solárními články, větrné elektrárny, recyklaci užitkové vody, střechy pokryté zelení, odsolování mořské vody za pomoci solární energie a další. S výstavou se má začít v nejbližší době.



Obr. 122 : Solární město na Floridě, USA. Na rozloze 17 000 akrů se bude stavět 19 500 domů v minimálně nízkoenergetickém standardu a více než 6 milionů čtverečních stop pro obchod a lehký průmysl. Hlavním zdrojem energie bude rozsáhlá fotovoltaická elektrárna o výkonu 75 MWp. Město se má začít stavět tento rok.



Obr. 123 : Projekt „Harvest Green Tower“, Vancouver, Kanada. Romses Architects. Věž dokáže posloužit jako zdroj energie, potravin, vzduchu i pracovních příležitostí.

Obr. 124 : Věž „Crystal Island“, Moskva, Rusko. Sir Norman Foster and Partners. Zhruba 500 m vysoká věž bude ukrývat 900 bytů, 3000 hotelových pokojů, mezinárodní školu pro 500 studentů, kina, divadla, sportovní komplexy a další. Vnější fasáda bude pokryta solárními panely, které budou společně s větrnými turbínami generovat část elektřiny. Věž bude stát pět miliard dolarů a v Moskvě vyrostе během pěti let.



Obr. 125: Projekt „Solar Water Lily“, Glasgow, Velká Británie. ZM Architecture. „Solární lekníny“ se mají stát ozdobou glasgowské řeky Clyde a dodávat elektřinu do sítě. Otázkou jsou zatím dopady na životní prostředí a řeku samotnou, především život v ní.



Obr. 126 : Zelený mrakodrap v La Defense, Paříž, Francie. Architektonický atelier Valode & Pistre. Kancelářská budova by měla být dokončena v roce 2012 s maximálním důrazem na nové standardy týkající se spotřeby energie a trvale udržitelného života. Energii bude budově dodávat 18 větrných turbín, 1700 m² fotovoltaických článků a dalších 600 m² solárních panelů.

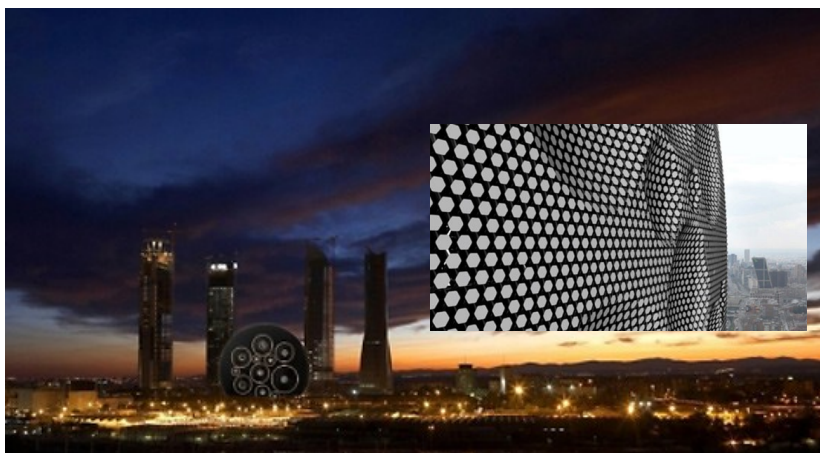




Obr. 127 : Projekt "Protismogová zelená budova pro Paříž", Francie. Vincent Callebaut Architectures. Jedná se o prototyp budovy, která dokáže čistit vzduch od smogu a dalších nečistot, přičemž slouží jako veřejná galerie a místo pro setkávání. Skládá se v podstatě ze dvou propojených budov - "solární kapky", což je eliptická struktura, jejíž exteriér je pokryt 250 m² fotovoltaických panelů a na povrch je navíc nanesen oxid titaničitý. Druhou budovou je "větrná věž", která je vybavena vertikálními větrnými turbinami a je zhusta pokryta vegetací.



Obr. 128 : Zelený městský blok v Singapuru. Sir Norman Foster and Partners. Fasády objektů budou obsahovat solární panely, konstrukce využije tenkovrstvé fotovoltaické články, zachycený vítr se využije pro chlazení spodních pater, vytápět se bude pomocí geotermální energie a dešťová voda bude zachycena a využita.



Obr. 129 :
Mezinárodní konvenční centrum, Madrid, Španělsko.
Mansilla + Tunon Architects.
Budova má být 110 m vysoká a nabídne především obrovské auditorium pro 5000 návštěvníků, řadu menších hal a expozičních center. Zakřivená strana budovy bude pokryta

solárními panely, v čelní straně cylindru budou vytvořeny křivky, které pomohou směřovat světlo dovnitř, čímž se ušetří náklady na osvětlení.

9 ZÁVĚR

Fotovoltaická technologie umožňuje transformaci slunečního světla přímo na elektrickou energii a FV systémy ji přivádějí přímo do konkrétního spotřebiče a/nebo elektrické sítě. Je schopna sehrát důležitou roli při přechodu k dlouhodobě udržitelným energetickým systémům 21. století a pokrývat významný podíl na spotřebě elektrické energie v Evropě. Fotovoltaika by mohla přispět k budoucímu zabezpečení zásobování elektrickou energií, poskytovat ekologicky příznivé energetické služby a zlepšovat hospodářský a společenský blahobyt. Spolu s dalšími opatřeními založenými na obnovitelných zdrojích a zvýšenou energetickou účinností by se fotovoltaika mohla stát klíčovou technologií budoucnosti.

Tyto předpoklady s sebou přinášejí další otázky mimo jiné z hlediska umísťování nových zdrojů energie v sídlech i krajině. Nyní se ocitáme na mezníku, kdy se fotovoltaické články mohou stát novou estetickou hodnotou 21. století či jen dalším energetickým zdrojem bez návazností na okolí a tradici. A právě zde je prostor pro architekty, kteří ve spolupráci se specialisty (konstruktéry, energetiky) a investory, mohou na základě poznání nové technologie vytvořit nový architektonický styl „solar design“.

Fotovoltaika je třeba vnímat jako plnohodnotný vícefunkční materiál, který je možné zpracovávat mnoha způsoby a lze ho dle potřeby tvarovat a přizpůsobovat aktuálním potřebám. Můžeme ho vnímat jako povrchovou úpravu, stavební materiál, designový doplněk, ale také jako výrazový umělecký prostředek. Fotovoltaika mají široké uplatnění při návrzích obvodových plášťů, šikmých, plochých či obloukových střechech, jako součást světlíků, zimních zahrad, jako stínících prvky - lamely, markýzy, také zábradlí, okenice, vitráže atd. Dále mohou být součástí liniových staveb podél komunikací, FV články se objevují jako solitéry v městském mobiliáři či v uměleckých plastikách.

Role architekta je velmi obsáhlá od grafika, který vhodně zakomponovává fotovoltaika do stávajících budov a zástavby po tvůrce nových urbanistických struktur navrhovaných dle moderních zásad trvale udržitelného rozvoje, kde jsou fotovoltaika jejich nedílnou součástí.

Je důležité, aby architekt pochopil podstatu nové technologie a dokázal ji vhodně a efektivně využít při navrhování. Působnost architekta v tomto případě zasahuje především do sídelních prostor, v menší míře i do volné krajiny. Fotovoltaika lze využít při obnově stávajících budov a ploch nebo komplexněji při nové výstavbě. Architekt musí dbát na specifická omezení dané lokality (přírodní, technické, ekonomické, legislativní - např. památková péče a ochrana přírody a krajiny) a pružně na ně reagovat.

Při stanovování strategií, která dovolí rozsáhlejší zavádění fotovoltaických systémů do praxe, je třeba z architektonického hlediska brát na zřetel 3 kategorie - volná krajina, zastavěná území - vesnice a zastavěná území - města. Každá kategorie má své

jedinečné podmínky a omezení, které je třeba respektovat a nacházet vhodná řešení. Především se do potencionálního konfliktu dostává nová technologie s historií, tj. s tradicemi daného místa a ochranou památek. Zde se najednou střetávají architekt - „novátor“ s architektem - „památkářem“ a dochází k mnoha zbytečným a vyhraněným konfliktům. Je tedy žádoucí, aby tyto dvě názorové skupiny společně komunikovaly a našly vhodná řešení, která budou navazovat jak na naši historii, tak na naši budoucnost.

Volná krajina

Umísťování velkých FV elektráren ve volné krajině není předmětem této disertační práce. Nicméně je nutné připomenout, že s instalací takové elektrárny je spojeno dovedení distribuční sítě, vybudování příjezdové komunikace a oplocení k zabezpečení jejich prostor. Všechny tyto vícenáklady je třeba nejen ekonomicky posoudit, ale především si uvědomit, že dochází k dalšímu zastavování volné krajiny, zvyšuje se její neprůchodnost a celkově se rozměňuje přirozené prostředí. A především odběratelé energie jsou vzdálení.

Zastavěné území - vesnice

Pro tradiční venkovskou zástavbu bylo charakteristické jednotné působení celku, vytvářející obraz vesnice v krajině. Při obnově našich vesnic je tedy důležité dbát na zachování jejich organického sepětí s krajinou, specifického rázu venkovské zástavby, jeho přirozené a jedinečné působivosti v lokalitě.

Při navrhování nové zástavby či rekonstrukce stávající je jednoznačně nejdůležitější její struktura, tj. dodržení hmoty, měřítka, souladu s okolím a dominantami, která utváří malebnost celku. Použité stavební materiály již nejsou tak výrazným, určujícím faktorem. Ty se mnohem rychleji vyvíjí v čase a v minulosti zaznamenaly četné změny.

Velký zájem o bydlení na vesnicích vzrostl především okolo velkých měst, kde tak vznikají nevzhledné, do stávající obce většinou nezapadající a na ní nenavazující tzv. satelity. Při jejich navrhování je úplně ignorována možnost jejich koncepce dle nejnovějších pravidel navrhování solární architektury, která nejen respektuje přírodní podmínky, tj. energetický profit ze slunečního záření jak pasivní, tak aktivní, ale také potřeby obyvatelstva a návaznosti na bezprostřední okolí.

Druhým významným cizorodým prvkem narušujícím obraz venkova jsou dnes mnohdy nefunkční střediska zemědělské výroby a chovu hospodářských zvířat. Ty jsou již jeho nedílnou součástí, přičemž působí velmi neatraktivně. Umístěním obnovitelných zdrojů energie (bioplyn, VTE, FVE + celková rekultivace, zeleň) do areálů středisek je možné veřejnosti ukázat, že to co bylo dříve ekologickou zátěží, je dnes díky těmto instalacím naopak chloubou ekologicky příznivého přístupu k prostředí venkova.

Zastavěné území - město

Při navrhování FV systémů ve městech má architekt poměrně volné pole působnosti, jelikož určujícím prvkem tu není krajina, ale město samotné. Instalace FV systémů jsou limitovány pouze svými technologickými a technickými parametry a parametry konstrukcí, na které jsou umísťovány. Je tedy mnoho možností na jejich zakomponování do obrazu města.

Jediným, ale velmi důležitým, omezením pro instalace FV článků ve městech je ochrana kulturního dědictví vyplývající ze zákona č. 20/1987 Sb. o státní památkové péči. Tato omezující podmínka se může na první pohled zdát zanedbatelná, ale opak je pravdou. Ze 131 měst s počtem obyvatel nad 10 000, kde žije zhruba polovina obyvatel ČR, je v 96 z nich územní památková ochrana (26 MPR, 68 MPZ, 2 VPR). V okolí mnohých obcí se opět nachází památkově chráněné objekty či území. Z výše uvedeného vyplývá, že památková ochrana má značný vliv na utváření našich měst a je třeba s touto podmínkou při navrhování FV systémů počítat.

Fotovoltaika se mohou vhodně zakomponovat do stávajících sídelních struktur a mohou naopak přispět k jejich dalšímu estetickému zhodnocení. Datování památkově chráněných staveb není jen věcí minulých století, ale i předmětem současnosti.

V dalším vývoji stavebnictví lze předpokládat velké městské celky solárních měst, které se budou rozvíjet od dnešních solárních sídlišť po celá města, megalopole až státy. Do projekčního procesu se významně zapojí další specialisté, tedy kromě architektů, projektantů a techniků to budou především urbanisté, sociologové a energetici.

Fotovoltaika mají velkou příležitost stát se v 21. století nedílnou součástí energetické koncepce Evropy i celého světa. Nicméně je důležité nepodcenit slabé stránky této technologie (podporovat její výzkum a vývoj) a pracovat na strategické eliminaci potencionálních hrozeb. Nepřehlédnutelné výhody tohoto zdroje elektrické energie se již dnes promítají do návrhů moderní výstavby, která obsahuje kromě architektonické hodnoty i energetické koncepty.

Problematika instalací fotovoltaických článků je v současné době řešena po stránce technické, technologické, energetické, legislativní či ekonomické, ale její význam a přínos z hlediska architektury není doceněn a v české literatuře není zpracován. Jejich užití v praxi naráží na nepochopení či dokonce odpor, jak u pracovníků státní správy, tak u laické veřejnosti. Tento názor vychází ze soudobého trendu instalací fotovoltaických elektráren velkých výkonů na volné plochy. Přitom fotovoltaika mohou přinést nové filosofické přístupy k utváření architektury, urbanismu sídel i designu. Téma FV článku jako prvku základní architektonické koncepce je zcela nové.

Přínos disertační práce spočívá v komplexním zpracování fotovoltaických článků z hlediska jejich estetické hodnoty a možnosti kvalitního zapojení do designu, architektury budov i jako určujícího prvku v urbanistických konceptech. Práce se zabývá

konkrétními podmínkami umístování fotovoltaiky v sídlech ve specifických podmínkách České republiky.

Výsledky disertační práce rozšíří povědomí o fotovoltaických člancích jako o výrazné estetické hodnotě. Tyto poznatky mohou využít jak projektanti a architekti, tak pracovníci státní správy a samosprávy k vytváření strategií, které dovolí rozsáhlejší zavádění fotovoltaických systémů do architektury.

10 SEZNAM VLASTNÍCH PRACÍ

Domácí konference

- BIDLOVÁ, Jitka. Fotovoltaické systémy na budovách a v krajině. In: *Mezioborová konference Udržitelná energie a krajina*. 1. ročník. ZO ČSOP Veronica, Hostětín 2008. ISBN 978-80-904109-0-9.
- BIDLOVÁ, Jitka. Aktuální dotační politika pro instalaci fotovoltaických článků. In: *XI. Vědecká konference doktorandů*. Fakulta architektury VUT v Brně, 2007. ISBN 978-80-214-3405-9.
- BIDLOVÁ, Jitka. Fotovoltaické články v architektuře, In: *X. Vědecká konference doktorandů*. Fakulta architektury VUT v Brně, 2006. ISBN 80-214-3492-X.
- BIDLOVÁ, Jitka. Energetický park - výzkumné a vzdělávací centrum alternativních zdrojů energie, In: *Životní prostředí a ekologie*. Krajský úřad Jihomoravského kraje, 2003. ISBN 80-239-1910-5.

Mezinárodní konference

- BIDLOVÁ, Jitka. Fotovoltaické články v architektuře a zónách památkové péče, In: *4. Česká fotovoltaická konference*. Rotunda BVV Brno, 2009, odborná přednáška.
- BIDLOVÁ, Jitka. Fotovoltaické články v architektuře, In: *Zdravé domy II*. Fakulta architektury VUT v Brně, 2006. ISBN 80-214-3146-6.
- BIDLOVÁ, Jitka. Františky - motorest Maštale, In: *Rozvojový projekt pro mikroregion Toulouvcovy maštale*. Obecní úřad Proseč, 2003, ISBN 80-214-2637-3.

Časopis

- BIDLOVÁ, Jitka. Architektonické ztvárnění fotovoltaiky v městském prostoru. In: *PRO-ENERGY 4/09*, Praha 2009. ISSN 1802-4599.
- BIDLOVÁ, Jitka; ŠUSTROVÁ, Veronika. Solar City - budoucnost městského bydlení. In: *Kurs 3/09, str. 7.*, Praha 2009. ISSN 1801-8882.
- BIDLOVÁ, Jitka; ŠUSTROVÁ, Veronika. Solar City. In: *ERA21 3/06, str. 58-60.*, Brno 2006. ISSN 1801-089X.

Grant

- Grant z FRVŠ 2381/2005/G2, spoluřešitel projektu - Architektura podzemních ekologických staveb, Fakulta architektury VUT v Brně, 2005.

Soutěž

- 1. místo v Celostátní soutěži diplomových prací z oblasti ochrany a tvorby životního prostředí 031110, pořadatel : Ministerstvo životního prostředí, nadace ENVIOPTIMUM, Žďár nad Sázavou 2003.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

- [1] Pracovní skupina I ke čtvrté hodnotící zprávě Mezivládního Panelu změny klimatu (IPCC). *Změna klimatu 2007: Fyzikální základy*. Shrnutí pro politické představitele. Paříž. 2007.
- [2] KUKLIŠ, Libor. Zpráva IPCC: Globální oteplování - fakta a prognózy. *Gnosis9* [online]. 2007, únor [cit. 5. února 2007]. Dostupný na WWW:
<http://www.gnosis9.net/view.php?cislocclanku=2007020004>
- [3] Stanovisko Ministerstva životního prostředí k obnovitelným zdrojům energie. *Energetik* [online]. 2007, duben [cit. 18. dubna 2007]. Dostupné na WWW:
http://www.energetik.cz/hlavni3.html?m1=/ekonomika/stanovisko_sfzp.html
- [4] FEJFAR, Antonín. Fotovoltaické články pro využití sluneční energie. *Otevřená věda* [online]. Praha. Dostupné na WWW :
<http://www.otevrena-veda.cz/o/users/Image/default/C1Kurzy/Fyzika/10fejfar.pdf>
- [5] CENKA, Miroslav; kol. autorů. *Obnovitelné zdroje energie*. 2. vyd. Praha : FCC PUBLIC 2001. 208 s. ISBN 80-901985-8-9.
- [6] MURTINGER, Karel; BERANOVSKÝ, Jiří; TOMEŠ, Milan. *Fotovoltaika, elektřina ze slunce*. 1. vyd. Brno : Vydavatelství ERA 2007. 81 s. ISBN 978-80-7366-100-7.
- [7] IEA Photovoltaics Power Systems Programme. Dostupné na WWW :
http://www.iea-pvps.org/products/rep1_17.htm
- [8] Kolektiv autorů. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. 2. vyd. Praha : ČEZ, a.s. 2007. 183 s. Odborná studie skupiny ČEZ, a.s.
- [9] BERANOVSKÝ, Jiří; TRUXA, Jan; kol. autorů. *Alternativní zdroje energie pro váš dům*. 2. vyd. Brno : Vydavatelství ERA 2004. 125 s. ISBN 80-86517-89-6.
- [10] BAŘINKA, Radim. FV systémy pro výrobu elektrické energie v ČR. *Materiály pro stavbu*, 2004, č. 2/2004, s.56 - 57.
- [11] BENDA, Vítězslav. Solární články z krystalického křemíku - základní technologie současné fotovoltaiky. *TZB - info* [online]. 2006, září [cit. 25. září 2006]. Dostupné na WWW:
<http://voda.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3553&h=13&pl=49>
- [12] VANĚČEK, M. Přeměna sluneční energie v energii elektrickou. *FZÚ AV ČR* [online]. 2000, srpen [cit. 8. listopadu 2000]. Dostupné na WWW:
http://www.fzu.cz/texty/brana/fotovoltaika/slunecni_energie.php#uvod
- [13] Silicon Genesis claims new solar wafer thickness record with 20 µm mono c-Si PV foil. *Solarserver* [online]. Dostupné na WWW:
<http://www.solarserver.de/solarmagazin/news-ea2009m03.html#topbanner>
- [14] BECHNÍK, Bronislav. Historie a perspektivy OZE - fotovoltaika, méně rozšířené technologie. *TZB - info* [online]. 2009, březen [cit. 30. března 2009]. Dostupné na WWW:
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5517&h=303&pl=49>
- [15] WADIA, Cyrus; ALIVISATOS, A. Paul; KAMMEN, Daniel M. Materials Availability Expands the Opportunity for Large-Scale Photovoltaics Deployment. *Environ. Sci. Technol.* [online]. 2009, únor [cit. 13. února 2009]. Dostupný na WWW:
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es8019534?prevSearch=wadiasearchHistoryKey>

-
- [16] FEJFAR, Antonín. Fotovoltaika druhé a třetí generace. *TZB - info* [online]. 2006, září [cit. 25. ledna 2009] Dostupné na WWW :
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3506&h=303&pl=49>
- [17] Fotovoltaika. *Eurosolar.cz* [online]. 2008. Dostupné na WWW :
<http://www.eurosolar.cz/phprs/showpage.php?name=fotovoltaika>
- [18] Fotovoltaika. *Czech RE Agency* [online]. 2007. Dostupné na WWW :
<http://www.czrea.cz/?CLANEK=135#panel>
- [19] LIBRA, Martin; POULEK, Vladislav. Solární energie, fotovoltaika - perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti. 1. vyd. Praha : Česká zemědělská universita v Praze 2005. 122 s. ISBN 80-213-1335-8
- [20] Možnosti instalace fotovoltaických elektráren. *TZB - info* [online]. 2007, prosinec [cit. 30. března 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4536&h=303&pl=49>
- [21] BECHNÍK, Bronislav; BAŘINKA, Radim; ČECH, Pavel. Analýza životního cyklu fotovoltaických systémů. *Czech RE Agency* [online]. 2008, listopad [cit. 20. února 2009]. Dostupné na WWW:
<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/ziv-cyklus>
- [22] BECHNÍK, Bronislav. Historie a perspektivy OZE - fotovoltaika, technologie krystalického křemíku. *TZB - info* [online]. 2009, březen [cit. 30. března 2009]. Dostupné na WWW:
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5470&h=303&pl=49>
- [23] Energie Slunce - výroba elektřiny. *i - EKIS* [online]. 2007. Dostupné na WWW:
<http://www.i-ekis.cz/?page=slunce-elektrina>
- [24] Solární zařízení v ČR. *SolarHit* [online]. 2008. Dostupné na WWW :
<http://www.solarhit.cz/index.asp?menu=775>
- [25] Sluneční energie. *Solarenvi* [online]. 2008. Dostupné na WWW :
<http://www.solarenvi.cz/show.php?ids=2>
- [26] MACHÁČEK, Zdeněk; STANĚK, Kamil. Integrace fotovoltaiky do budov. *ABS portál* [online]. 2008, únor [cit. 20. ledna 2009]. Dostupné na WWW:
<http://www.asb-portal.cz/2008/02/04/stavitelstvi/konstrukce-a-prvky/integrace-fotovoltaiky-do-budov.html>
- [27] *Stavby a zařízení pro výrobu energie z vybraných obnovitelných zdrojů*. 1.vyd. Brno : Ústav územního rozvoje Brno, 2008. 39 s. Metodický pokyn.
- [28] Článek 35. Ústavní listina základních práv a svobod.
- [29] HALASOVÁ, Hana; ŠILAROVÁ, Vlasta. *Územní plánování v České republice 2007*. 1.vyd. Brno : Ústav územního rozvoje Brno, 2007. 34 s.
- [30] HORYNA, Mojmír; HÁJEK, Tomáš; BUKAČOVÁ, Irena. *Koncepce památkové péče Plzeňského kraje*. 1. vyd. Plzeň : Plzeňský krajský úřad, 2003. 54 s.
- [31] HÁJEK, Tomáš. *Památková péče a větrná energetika*. Praha : Národní památkový ústav, 2006. Metodický list č. 1/2006.
- [32] GAIDDON, Bruno; JEDLICZKA, Marc; kol. autorů. *Compared assessment of selected environmental indicators of photovoltaic electricity in OECD cities*. International energy agency, Photovoltaic power systems programme. 2006. 54 p. Report IEA-PVPS T10-01:2006
- [33] TOMEŠ, Milan. LumiWall - nový iluminační solární panel. *TZB - info* [online]. 2007, červenec [cit. 30. března 2009]. Dostupné na WWW :
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4224&h=303&pl=49>
- [34] CÍLEK, Václav. *Krajiny vnitřní a vnější*. Praha : nakladatelství DOKOŘÁN, 2002. 231 s. I SBN 80-86569-29-2
- [35] Historie ochrany přírody a krajiny v České republice. *Cittadella* [online]. Dostupné na WWW:
-

-
- http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=historie_ochrany&site=zakladni_udaje_cz
- [36] Solar Ark [online]. Dostupné na WWW: <http://www.solar-ark.com/english/index.html>
- [37] ŠANDA, Josef; PREININGEROVÁ, Miroslava. Vzdělávací centrum HERNE. *Stavba*, 2000, č.4, s.64-71.
- [38] PV Database [online]. Dostupné na WWW: <http://www.pvdatabase.org/>
- [39] stadion Taiwan, Dostupné na WWW: <http://www.inhabitat.com/2009/05/20/taiwan%e2%80%99s-solar-stadium-100-powered-by-the-sun/#more-29872>
- [40] TYWONIAK, Jan. Fotovoltaické systémy integrované do budov jako velká výzva. TZB - info [online]. 2006, říjen [cit. 20.dubna 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3563&h=303&pl=49>
- [41] Architekturbüro Reinberg ZT GmbH [online]. Dostupné na WWW: <http://www.reinberg.net>
- [42] Ekobydlení [online]. Dostupné na WWW: <http://www.ekobydlení.eu/>
- [43] DISCH, Rolf. Solární sídliště Schlieflberg, Freiburg im Breisgau (SRN). Fórum ABF, 2003, č.3, s.65-67.
- [44] BIDLOVÁ, Jitka; ŠUSTROVÁ, Veronika. Solar City. *ERA21*, 2006, č.3, s.58-60. ISSN 1801-089X
- [45] VOZÁBLOVÁ, Jana. Sluneční moduly a památky z pohledu ochrany kulturního dědictví. *Veřejná správa*, 2006, č.18, příl. Slunce pro památky, s.IV-VI.
- [46] KOČ, Břetislav. Historické objekty a solární energetika. *Veřejná správa*, 2006, č.18, příl. Slunce pro památky, s.I-III.
- [47] FEIT, Jitka. Památková péče a (nebo?) solární technika - příklady a zkušenosti, zejména ze SRN. *Veřejná správa*, 2006, č.18, příl. Slunce pro památky, s.I-III.
- [48] PLAMÍNKOVÁ, Jana. Památky versus moderní ekologické zdroje energie. *Moderní obec*, 2006, č.2, s.8-9.
- [49] KUČA, Karel; KUČOVÁ, Věra; KIBIC, Karel. Novostavby v památkově chráněných sídlech. 1.vyd. Praha : Národní památkový ústav - ústřední pracoviště, 2004. 151 s. ISBN 80-86234-54-1.
- [50] HALLER, Andreas; HUMM, Othmar; VOSS, Karsten. *Solární energie. Využití při obnově budov*. 1.vyd. Praha : Grada Publishing, 2001. 184 s. ISBN 80-7169-580-7.
- [51] BACHMANN, Wolfgang. Westfälisches Museum für Archäologie in Herne. Baumeister, 2003, č. 3, s. 46-53.
- [52] Architektura a památková péče : ochota k přijímání kompromisů. *Solární liga* [online]. Dostupné na WWW: <http://www.solarniliga.cz/dbu.html>
- [53] KAŠPAROVÁ, Ludmila; ROZEHNALOVÁ, Eva; kol. autorů. Vesnice, nové stavby pro venkov. 2.vyd. Brno : Ústav územního rozvoje, 2008. 115 s. ISBN 978-80-903928-6-1
- [54] ROMANOWICZ, Goska. Clockwork eco-flower will be London's oasis. Dostupné na WWW: http://www.edie.net/news/news_story.asp?id=11616
- [55] Solar tensile pavilion. Dostupné na WWW: http://www.acadia.org/competition-98/sites/integrus.com/html/library/tech/www.si.edu/ndm/exhib/sun/2/obj_tent.htm
- [56] CHAPA, Jorge. Vatican to build Europe's largest solar power plant. Dostupné na WWW: <http://www.inhabitat.com/2009/04/20/vatican-to-build-europes-largest-solar-power-plant/>
- [57] zeroHOUSE. Dostupné na WWW: <http://www.zerohouse.net/>
- [58] TeexMicron Tower. Dostupné na WWW: http://deurrutia.blogspot.com/2009/06/water-building-resort_03.html
- [59] Soft House. Dostupné na WWW: <http://www.inhabitat.com/2008/06/12/solar-harvesting-textiles-energize-soft-house/#more-11694>
-

-
- [60] Nano Vent-Skin. Dostupné na WWW:
<http://www.inhabitat.com/2008/06/04/agustin-otegui-nano-vent-skin/>
- [61] „Smart cities“ mean rivalry in power, construction. Dostupné na WWW:
<http://www.reuters.com/article/environmentNews/idUSTRE5190L820090210?sp=true>
- [62] Webové stránky *Ekologické bydlení* [online]. Dostupné na WWW:
<http://www.ekobydleni.eu/>
- [63] 10 základních důvodů pro fotovoltaiiku. Evropská fotovoltaiická průmyslová asociace (EPIA).

Obrázky

- Obr. 1 <http://www.solarenavi.cz/show.php?ida=30&ids=6>
- Obr. 2 <http://www.jergym.hiedu.cz/%7Ecanovm/elektro/slunce/slunce.htm>
- Obr. 3 <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3506&h=303&pl=49>
- Obr. 4 <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika#panel>
- Obr. 5 <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4536&h=303&pl=49>
- Obr. 6 <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika#panel>
- Obr. 7 <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika#panel>
- Obr. 8 http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmaps/eu_opt/pvgis_solar_optimum_CZ.png
- Obr. 9 <http://www.atlaspodnebi.cz/uvod.html>
- Obr. 10 <http://www.atlaspodnebi.cz/uvod.html>
- Obr. 11 <http://www.solarenavi.cz/show.php?ids=2>
- Obr. 12 <http://www.solarenavi.cz/show.php?ida=13&ids=1>
- Obr. 13 <http://www.asb-portal.cz/2008/02/04/stavitelstvi/konstrukce-a-prvky/integrace-fotovoltaiiky-do-budov.html>
- Obr. 14 <http://www.eles-solar.cz/?id=teorie>
- Obr. 15 <http://www.infodatasys.cz/lesnioblasti/default.htm>
- Obr. 16 <http://www.infodatasys.cz/lesnioblasti/default.htm>
- Obr. 17 [http://www.czso.cz/csu/2007edicniplan.nsf/t/AD00473A5F/\\$File/130207m02.jpg](http://www.czso.cz/csu/2007edicniplan.nsf/t/AD00473A5F/$File/130207m02.jpg)
- Obr. 18 <http://www.asb-portal.cz/2008/02/04/stavitelstvi/konstrukce-a-prvky/integrace-fotovoltaiiky-do-budov.html>
- Obr. 19 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=335
- Obr. 20 <http://www.scienzagiovane.unibo.it/English/solar-energy/5-Physics-Dept.html>
- Obr. 21 <http://www.reinberg.net/architektur/234>
- Obr. 22 <http://www.reinberg.net/architektur/209>
- Obr. 23 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=255
- Obr. 24 <http://www.arch.hku.hk/teaching/cases/herne/herne.html>
- Obr. 25 http://www.pvdatabase.org/projects_view_detailsmore.php?ID=408
- Obr. 26 <http://www.allforpower.cz/clanek/ceske-narodni-divadlo-bude-napajet-energie-slunce/>
- Obr. 27 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=331
- Obr. 28 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=332
- Obr. 29 http://www.pvdatabase.org/products_view_details.php?ID=10
- Obr. 30 http://www.pvdatabase.org/products_view_details.php?ID=7
- Obr. 31 <http://www.solarenavi.cz/show.php?ida=26&ids=6&par>
- Obr. 32 http://www.pvdatabase.org/projects_view_detailsmore.php?ID=153
- Obr. 33 <http://www.solarenavi.cz/show.php?ida=26&ids=6&par>

-
- Obr. 34 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=286
- Obr. 35 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=213
- Obr. 36 <http://solarteam.cz/index.php?clanek=include/firmy/firmy>
- Obr. 37 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=238
- Obr. 38 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=244
- Obr. 39 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=271
- Obr. 40 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=228
- Obr. 41 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=86
- Obr. 42 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=363
- Obr. 43 http://www3.ndr.de/ndrtv_pages_special/0,,SPM5114,00.html?mode=item&IID=17458&LID=33
- Obr. 44 <http://www.studiopothoff.nl/>
- Obr. 45 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=219
- Obr. 46 firemní leták firmy Schüco - Schüco Synergiefassaden und -lichtdächer
- Obr. 47 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=336
- Obr. 48 <http://www.stromaufwaerts.at/en/content/referenzen.php?catID=6>
- Obr. 49 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=219
- Obr. 50 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=258
- Obr. 51 <http://www.i-sustain.com/learningCenter/photoAlbum/Energy/Solar/slides/Photovoltaic%20panels.html>
- Obr. 52 <http://www.stromaufwaerts.at/en/content/referenzen.php?catID=13>
- Obr. 53 <http://www.coltinfo.co.uk/products-and-systems/architectural-solutions/solar-shading-systems/projects/sbl/>
- Obr. 54 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=110
- Obr. 55 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=335
- Obr. 56 <http://www.sarahhallstudio.com/regent>
- Obr. 57 <http://www.sarahhallstudio.com/presskit/release/5.html>
- Obr. 58 <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4224&h=303&pl=49>
- Obr. 59 <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4224&h=303&pl=49>
- Obr. 60 <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4224&h=303&pl=49>
- Obr. 61 firemní leták firmy Schüco - Schüco Synergiefassaden und -lichtdächer
- Obr. 62 <http://www.stromaufwaerts.at/en/content/referenzen.php?catID=6>
- Obr. 63 <http://www.solarniliga.cz/mats02.html>
- Obr. 64 <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5115&h=303&pl=49>
- Obr. 65 http://www.arsenal.ac.at/pvtagung/news_events_pv_pk_de.html
- Obr. 66 http://www.pvdatabase.org/projects_view_detailsmore.php?ID=277
- Obr. 67 http://www.arsenal.ac.at/pvtagung/news_events_pv_pk_de.html
- Obr. 68 http://www.arsenal.ac.at/pvtagung/news_events_pv_pk_de.html
- Obr. 69 <http://www.tnc.ch/energysystems/pvsoundbarrier.en.php>
- Obr. 70 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=349
- Obr. 71 <http://xconn.cityofpaloalto.org/public/Council%20Agenda%20Email/3201%20E.%20Bayshore%20Photovoltaic%20Panels.EML/>
- Obr. 72 http://www.arsenal.ac.at/pvtagung/news_events_pv_pk_de.html
- Obr. 73 http://www.pvdatabase.org/projects_view_detailsmore.php?ID=220
- Obr. 74 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=317
- Obr. 75 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=232
- Obr. 76 <http://www.halle58.ch/de/Fotovoltaiik.html>
- Obr. 77 <http://www.bielefelder->
-

-
- kunstverein.de/fileadmin/content/images/2009_Micro_House/BKV_Peak_Lab.jpg
- Obr. 78 <http://www.natick.army.mil/about/pao/pubs/warrior/04/novdec/index.htm>
- Obr. 79 <http://www.solar-ark.com/english/index.html>
- Obr. 80 <http://www.arch.hku.hk/teaching/cases/herne/herne.html>
- Obr. 81 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=262
- Obr. 82 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=254
- Obr. 83 <http://www.inhabitat.com/2009/05/20/taiwan%E2%80%99s-solar-stadium-100-powered-by-the-sun/#more-29872>
- Obr. 84 <http://www.reinberg.net>
- Obr. 85 <http://www.reinberg.net>
- Obr. 86 <http://www.pos-architecture.com/Arch/Arch.htm>
- Obr. 87 <http://www.reinberg.net>
- Obr. 88 <http://www.solarsiedlung.de/default.asp?sid=1871419397&id=25>
- Obr. 89 fotoarchiv autora
- Obr. 90 http://www.pvdatabase.org/urban_view_detailsmore.php?ID=3
- Obr. 91 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=170
- Obr. 92 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=83
- Obr. 93 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=226
- Obr. 94 <http://www.inplas.co.uk/architecture/index.html>
- Obr. 95 http://www.pvdatabase.org/projects_view_detailsmore.php?ID=277
- Obr. 96 http://www.acadia.org/competition-98/sites/integrus.com/html/library/tech/www.si.edu/ndm/exhib/sun/2/obj_tent.htm
- Obr. 97 <http://www.halle58.ch/de/Fotovoltaiik.html>
- Obr. 98 http://www.schwegerarchitekten.eu/projekte/index_html?cpath=/DE/Projekte/realisiert/Kultur/Winterhuder%20Faehrhaus
- Obr. 99 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=311
- Obr. 100 <http://www.panoramio.com/photo/2428338>
- Obr. 101 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=335
- Obr. 102 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=241
- Obr. 103 <http://www.solarniliga.cz/dbu.html>
- Obr. 104 <http://www.solarniliga.cz/dbu.html>
- Obr. 105 <http://www.solarniliga.cz/dbu.html>
- Obr. 106 <http://www.inhabitat.com/2009/04/20/vatican-to-build-europes-largest-solar-power-plant/>
- Obr. 107 http://www.arsenal.ac.at/pvtagung/news_events_pv_pk_de.html
- Obr. 108 http://www.arsenal.ac.at/pvtagung/news_events_pv_pk_de.html
- Obr. 109 <http://www.reinberg.net/architektur/195>
- Obr. 110 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=322
- Obr. 111 <http://www.solarniliga.cz/mats02.html>
- Obr. 112 http://www.baunetzwissen.de/objektartikel/Heizung_Biomasse-Fernheizkraftwerk-in-Lienz_A_187318.html
- Obr. 113 http://www.pvdatabase.org/projects_view_details.php?ID=362
- Obr. 114 <http://www.zerohouse.net/>
- Obr. 115 http://deurrutia.blogspot.com/2009/06/water-building-resort_03.html
- Obr. 116 <http://www.inhabitat.com/2008/06/12/solar-harvesting-textiles-energize-soft-house/#more-11694>
- Obr. 117 <http://www.inhabitat.com/2008/06/04/agustin-otegui-nano-vent-skin/>
- Obr. 118 - 129 <http://ekobydleni.eu/>

Grafy

- Graf 1 <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/vykon-fv2008>
- Graf 2 <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5021&h=13&pl=49>
- Graf 3 <http://www.czrea.org/files/images/mapy/inst-vykon.jpg>
- Graf 4 http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_program_mypp_2008-2012.pdf
- Graf 5 [14] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5517&h=303&pl=49>
- Graf 6 [22] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5470&h=303&pl=49>
- Graf 7 [14] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5517&h=303&pl=49>
- Graf 8 [22] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5470&h=303&pl=49>
- Graf 9 <http://www.eles-solar.cz/?id=teorie>
- Graf 10 [14] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5517&h=303&pl=49>
- Graf 11 <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3563&h=303&pl=49>

Tabulky

- Tab. 1 [9] Průměrné hodnoty elektrické energie [Wh/den], kterou lze získat během jednoho dne ze solárního panelu s výkonem 110 W_p (cca 1 m²) dle měsíců.
- Tab. 2 [24] Globální sluneční záření naměřené na jednotlivých stanicích v ČR.
- Tab. 3 [vyhláška č. 475/2005 Sb.] Celkové měrné investiční náklady a roční využití instalovaného špičkového výkonu.
- Tab. 4 [Energetický regulační úřad] Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření.
- Tab. 5 [17] Vývoj cen fotovoltaických systémů dle dokumentu „Strategic Research Agenda“.
- Tab. 6 [17] Vývoj cen fotovoltaických systémů dle firmy PHOTO Consulting.

Seznam zkratek

BIPV-systems	Building Integrated Photovoltaic Systems, fotovoltaika integrovaná do budov
EPBT	Energy PayBack Time, energetická návratnost
EROEI	Energy Return on Energy Invested, energetická výnosnost
ERÚ	Energetický regulační úřad
EU	Evropská Unie
FV	fotovoltaický/é
FVE	fotovoltaická elektrárna
FT	fototermický/é
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JZD	Jednotné zemědělské družstvo
MPR	městská památková rezervace
MPZ	městská památková zóna
OZE	obnovitelné zdroje energie
SWOT	analýza - Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
VPR	vesnická památková rezervace
VRT	vysokorychlostní železnice
VTE	větrná elektrárna
WMO	World Meteorological Organization