

# SOLAR LABORATORY

Technicko-poradenské laboratórium pre využitie a následnú propagáciu slnečnej energie

Program iniciatívy Spoločenstva INTERREG IIIA AT-SR, č. 141 501 00019

## KATALÓG PROJEKTOV 2008

### Ďalšie témy:

„Malý Rím“	6
Slnečná energia	13
Tepelné systémy	20
Fotovoltické systémy	29
O projekte Solar Laboratory	36
Veľká fotogaléria	52
Riešiteľský tím	64



Materiálovotechnologická fakulta v Trnave, STU  
Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva

ISBN ....

---

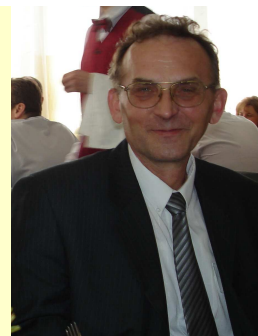
Autori publikácie: Ing. Ivana Ďuricová, Ing. Martin Ondruška, Doc. Ing. Stanislav Hostin, PhD., Ing. Anna Michalíková, CSc.  
Ing. Kristína Gerulová

Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, MTF STU Trnava  
Botanická 49, 917 08 Trnava, Slovensko  
Tel: 033/55 222 44, kl. 307

e-mail: [ivana.duricova@stuba.sk](mailto:ivana.duricova@stuba.sk), [stanislav.hostin@stuba.sk](mailto:stanislav.hostin@stuba.sk)



**Tento projekt je spolufinancovaný Európskym spoločenstvom v rámci programu INTERREG IIIA**



Milí čitatelia,

s potešením pozorujem zvýšený záujem ľudí o nové a progresívne možnosti využívania alternatívnych typov energie, včítane priameho využitia slnečnej energie.

Vybudovanie Solárneho laboratória, ako technicko-poradenského laboratória pre využitie a následnú propagáciu slnečnej energie, poskytlo nášmu pracovisku mimoriadnu príležitosť rozšíriť si svoje vedomosti a skúsenosti v tejto oblasti, čím môžeme efektívnejšie prispieť k prenosu týchto poznatkov k širokým vrstvám obyvateľov. Solárne laboratórium prináša nášmu kolektívu aj nové možnosti vo vedecko-výskumnej oblasti, ako aj vo vzdelávacom procese našich študentov – špecialistov pre ochranu životného prostredia. Je pochopiteľné, že experimentálna činnosť poslucháčov nášho študijného programu v uvedenom laboratóriu je samozrejماً.

Verím, že svojimi aktivitami, najmä propagáciou využívania slnečnej energie prispějeme k trvalo udržateľnému rozvoju našej krajiny – nášho Slovenska.

Stanislav Hostin  
líder riešiteľského tímu



10\_ Materiálovotechnická fakulta v Trnave



22\_ Ploché slnečné kolektory inštalované na streche rodinného domu



26\_ Sústava parabolických zrkadiel

## OBSAH

6\_ TRNAVA  
História v skratke

8\_ Priemysel

9\_ Kultúra a šport

10\_ Vysoké školy

12\_ Trnavské rybníky  
Okolie Trnavy

13\_ SLNEČNÁ ENERGIA

14\_ Slnečné žiarenie  
Množstvo dopadajúceho slnečného žiarenia

18\_ Využívanie slnečnej energie

19\_ Pasívne využívanie slnečnej energie

20\_ Aktívne využívanie slnečnej energie  
TEPELNÉ SOLÁRNE SYSTÉMY

22\_ Komponenty tepelného solárneho systému  
Klasifikácia slnečných kolektorov

24\_ Zásobník tepla, potrubné rozvody, expanzná nádrž, obehové čerpadlo, regulácia





34\_ Slnčná elektrárň v Bušanoviciach



38\_ Technologické centrum pre obnoviteľné zdroje energie, Güssing



55\_ Ploché vákuové kolektory na streche ÚBEI v Trnave

26\_ Koncentrujúce kolektory

28\_ Európsky solárny trh

29\_ FOTOVOLTICKÉ SYSTÉMY

30\_ Fotovoltické články

31\_ Množstvo vyrobenej energie

32\_ Typy fotovoltických systémov

33\_ Fotovoltika v číslach

34\_ (Ne)tradičné možnosti využitia fotovoltiky u nás a vo svete

36\_ INFORMÁCIE O PROJEKTE

38\_ Partneri projektu

42\_ SOLAR LABORATORY  
Budovanie laboratória

44\_ Inštalácia technických zariadení

46\_ Tepelný solárny systém

48\_ Fotovoltický systém

50\_ Malá meteorologická stanica

52\_ FOTOGALÉRIA

58\_ KATALÓG PROJEKTOV

64\_ Riešiteľský kolektív

66\_ Informačné zdroje



TRNAVA



Kupecká osada (1211)



19. storočie



## HISTÓRIA V SKRATKE

Trnava, jedno z najvýznamnejších miest Slovenska, leží v centre Trnavskej pahorkatiny, v nadmorskej výške 146 m, vo vzdialenosti 45 km od hlavného mesta Slovenskej republiky, Bratislavy.

Na križovatke starých obchodných ciest využívaných od praveku, pri rieke Trnávka, bola založená kupecká osada Trnava. Prvá písomná zmienka o nej pochádza z roku 1211. Je to listina ostrihomského arcibiskupa Jána o donácii príjmov miestneho kostola ostrihomskej kapitule.

Trnava bola prvým mestom na území dnešného Slovenska, ktoré dostalo výsady slobodného kráľovského mesta. Udelil jej ich v roku 1238 uhorský kráľ Belo IV. Privilegiom podriadil mesto priamo korune a vymedzil mu také práva, ktoré umožňovali rýchly rozvoj mesta. Pôvodné poľnohospodárske centrum sa začalo

postupne meniť na centrum výroby, obchodu a remesiel. V 13. storočí si mesto vybudovalo mimoriadne rozsiahle opevnenie na ploche takmer 60 hektárov. Konštrukciu opevnenia tvorili tehlové veže pospájané drevozemnými valmi, ktoré boli neskôr nahradené murovanou hradbou.

Výsadné postavenie mesta upevňovali ďalší uhorskí králi. O dôležitom postavení mesta svedčí aj skutočnosť, že Trnava bola miestom stretnutí kráľov.

Význam Trnavy vzrástol najmä v 16. storočí, keď sa sem pred blížiacim tureckým nebezpečenstvom, v roku 1543, presťahovalo ostrihomské arcibiskupstvo s kapitulou. Bratislava sa stala administratívnym centrom krajiny a Trnava prevzala úlohu kultúrneho a náboženského centra krajiny.







20. storočie



21. storočie



Trnavská univerzita

## „MALÝ RÍM“



Sedemnásťte storočie sa pokladá na Slovensku za jedno z najhorších období slovenských dejín. Charakterizujú ho stavovské povstania uhorskej šľachty proti viedenskému dvoru, ktoré sa dotýkajú aj života Trnavy. Je paradoxom, že práve v storočí vojen a požiarov sa stáva Trnava univerzitným sídlom. V roku 1635 založil Peter Pazmany Trnavskú univerzitu, najskôr len s filozofickou a teologickou fakultou. Právnická fakulta bola otvorená v roku 1667 a lekárska až v roku 1769.

V 17. storočí boli postavené stavby, ktoré sú dnes národnou kultúrnou pamiatkou. Staré budovy dominikánskeho kláštora boli prestavané pre potreby univerzity.

Do 18. storočia vstupovala Trnava ako univerzitné mesto známe v celej Európe. V roku 1777, keď na pokyn Márie Terézie presťahovali univerzitu do Budína, túto stratu cítila nielen Trnava, ale celé Slovensko. V roku 1792



Peter Pazmany



Anton Bernolák

Anton Bernolák vytvoril v Trnave hlavný stánok Slovenského učeného tovaríštstva. Budovu divadla si trnavskí mešťania postavili v roku 1831. V júni 1846 bol daný do prevádzky prvý úsek konskej železnice v Uhorsku, trať z Bratislavy do Trnavy. V roku 1870 začal v Trnave pôsobiť Spolok svätého Vojtecha, ktorý v období zákazu činnosti Matici slovenskej pomáhal udržiavať národné povedomie. Bohatá história mesta zanechala výrazné stopy - množstvo architektonických pamiatok. Prechádzka historickým centrom, ktoré tvorí mestskú pamiatkovú rezerváciu, poskytuje možnosť zoznámiť sa s pozoruhodným architektonickým súborom, ktorý sa tu formoval niekoľko storočí. Takmer pravidelný pôdorys centra mesta je vymedzený mestským opevnením. Návštevníci si môžu prezrieť mestskú vežu, radnicu, barokový komplex budov Trnavskej univerzity a najmä známe trnavské kostoly, vďaka ktorým dostala Trnava prívlastok Malý Rím.

Od roku 1996 je Trnava krajským mestom, v ktorom žije takmer 70 000 obyvateľov. Pulzuje tu bohatý spoločenský, kultúrny a športový život. V Trnave sa koná veľa podujatí, ktoré svojím významom presahujú hranice mesta.

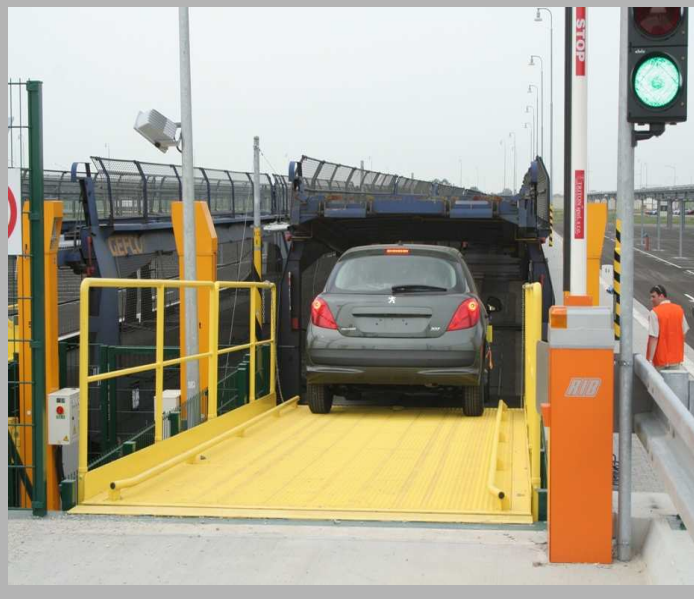




Základný kameň závodu bol položený v lete roku 2003 a výstavba trvala necelé tri roky. Závod má rozlohu takmer 300 ha. Investícia druhej najväčšej európskej automobilky predstavovala 700 mil. eur. Prinesie nielen vytvorenie 3500 priamych pracovných miest a 6 až 7 tisíc miest v sekundárnej sfére, ale predovšetkým zvýšenie exportu, rast hrubého domáceho produktu a pozitívny dopad na podnikateľské prostredie. Sériová výroba sa začala v júni roku 2006.

Dva dni. Toľko času uplynie, kým sa z vylisovaných plechov vyrobí Peugeot 207 v trnavskej automobilke PSA Peugeot Citroën. V súčasnosti opúšťa montážne linky hotové auto približne každú minútu, Peugeot ich denne zmontuje 830.

Každé auto na linke v trnavskom Peugeot vyzerá inak, odlišuje ich nielen farba, ale aj kolesá, doplnky. Vyzerajú presne tak ako si ich želal budúci majiteľ, pretože žiadne z áut neputuje na sklad.



ZF Sachs Slovakia vznikla v decembri 1993 ako spoločný podnik založený firmou Fichtel & Sachs A.G. Nemecko a Trnavskými automobilovými závodmi a.s. Trnava. a od roku 1996 je SACHS Trnava 100% dcérskou spoločnosťou firmy Sachs A.G. Materská firma Sachs je medzinárodná spoločnosť, ktorá má výrobné závody má nielen v Nemecku, ale aj v Španielsku, na Slovensku, Brazílii, Mexiku a Juhoafrickej republike. Základným výrobným programom ZF SACHS Slovakia sú spojky pre osobné a nákladné automobily. Od júna 1987 sa výrobný program rozšíril o výrobu hydrodynamických meničov pre nákladné automobily, autobusy a stavebné stroje a od roku 2000 o generálne opravy spojok pre osobné automobily. V roku 2000 sa firma transformovala na akciovú spoločnosť.



V januári 2001 získal Johns Manville spoločnosť Skloplast a.s. v Trnave a úspešne ju začlenil do svojej celosvetovej organizačnej štruktúry. Jednou z konečných fáz integračného procesu bola zmena názvu spoločnosti Skloplast a.s. na Johns Manville Slovakia a.s., s účinnosťou od 2. októbra 2003, pričom je pozastavené aj používanie loga Skloplastu. Aktuálne sa v Johns Manville Slovakia vyrábajú dve základné komodity – sklené vlákna a netkané materiály. Aktuálne spustenie novej linky umožní rozšíriť sortiment o sklené výstužné rohože.





## KULTÚRA A ŠPORT

Trnavské kultúrne leto zabezpečuje pre Trnavčanov a návštevníkov mesta pomerne bohatý kultúrny program pre všetky vekové kategórie a pre každý vkus. Podujatia sa konajú na rôznych miestach mesta, spestrujú ich Trnavské záhradné slávnosti a Medzinárodný festival v záhradách Západoslovenského múzea.



Futbalový oddiel bol založený 30. mája 1923. V období rokov 1968 - 1973 bola zlatá éra trnavského futbalu. Na Majstrovstvách Európy 1976 v Juhoslávii hral vo víťaznom mužstve Česko-Slovenska aj Trnavčan Karol Dobiáš. Po vzniku Slovenska hrá Trnava 1. slovenskú ligu, iba v sezóne 2000/2001 to bola 2. slovenská liga.



Kalokagatia je medzinárodná športová olympiáda detí a mládeže, ktorá sa organizuje každé dva roky v spolupráci so Slovenským olympijským výborom, Ministerstvom školstva SR a Slovenskou asociáciou športu na školách. Dejiskom letnej časti je Trnava. V športových a kultúrnych súťažiach štartujú chlapci a dievčatá, ktorí si postup vybojovali v okresných a krajských kolách (v kolektívnych športoch na školských majstrovstvách SR). Zahraniční účastníci sú pozývaní prostredníctvom národných olympijských výborov. Športová časť letnej Kalokagatie pozostáva z atletiky, plávania, malého futbalu, futbalu, vybíjanej, basketbalu, hádzanej, volejbalu, stolného tenisu, šachu, streľby, orientačného behu, cyklistiky a detského vytrvalostného behu.



V posledných dvoch dekádach si cestu na slovenské ihriská klesni aj bejzbal. Niekoľko možno prekvapí, že slovenský bejzbal má už aj prvé úspechy a najmä mládežnícke reprezentácie sa nestratia ani na medzinárodnej scéne.



Mesto Trnava má dlhú a bohatú divadelnú tradíciu. Veď už na začiatku 17. storočia bolo jedno z najvýznamnejších centier jezuitského divadla v Uhorsku. Neskôr v Trnave pôsobili mnohé svetové nemecké a maďarské divadelné spoločnosti. Dejiny divadla v Trnave však výrazne ovplyvnili aj rozličné slovenské profesionálne súbory a slovenskí ochotníci.

Divadelnú budovu, v ktorej sa dodnes hráva, dalo ešte pred 170. rokmi (1831) postaviť mesto. Na jej priečelí je dodnes latinský nápis: Isthanc aedem Thaliae po suit senatus ac populus Trnaviensis (Tento dom Tália postavil senát a obyvateľstvo Trnavy). Budova Trnavského mestského divadla, ktorá sa považuje za najstaršiu zachovanú budovu tohto druhu na Slovensku, prešla viacerými vonkajšími a jednou vnútornou prestavbou. (Podrobné informácie môžete získať zo staršej knihy Ladislava Čavojského *Divadlo v Trnave*).

V Trnave pôsobili aj také významné osobnosti slovenskej kultúry ako M. Schneider Trnavský alebo dramatik Ferko Urbánek. Ako prvé profesionálne divadlo v Trnave pôsobil v rokoch 1960 - 1965 Krajské divadlo Trnava. Po jeho zániku žilo divadlo v meste a na jeho okolí najmä zásluhou ochotníkov. V roku 1974 sa konštituovalo v meste profesionálne činoherné zájazdové Divadlo pre deti a mládež. Súbor divadla vytvoril jeden ročník absolventov VŠMU, doplnený o niekoľko príslušníkov staršej generácie. Nastal tak najväčší trnavský divadelný paradox - najmladší súbor hral v najstaršom divadle a dosiahol aj najväčšie úspechy v doterajšej histórii divadla. Divadlo sa špecializovalo na tvorbu pre detského a mládežníckeho diváka. V roku 1990 bolo premenované na Trnavské divadlo. Mnoho z členov jeho najúspešnejšej generácie odišlo pôsobiť do bratislavských divadiel.

Divadlo, ktoré sa na základe rozhodnutia svojho zriaďovateľa Krajského úradu v Trnave premenovalo od 1. 1. 2002 na Divadlo Jána Palárika v Trnave, má v súčasnosti vo svojom repertoári inscenácie pre dospelých aj inscenácie pre deti. Mnohé inscenované predlohy tu vznikajú priamo v divadle ako pôvodné scenáre, dramatizácie prozaických textov alebo podstatné úpravy hier. Po ročnej rekonštrukcii časti priestorov divadla v ňom na začiatku roka 2003 otvorili nový hrací priestor - Divadelné štúdio. K nemu pribudli aj nové priestory centrálnej šatne pre divákov - v starých kľembových pivniciach pod divadlom.



## VYSOKÉ ŠKOLY

### TRNAVSKÁ UNIVERZITA

Historická Trnavská univerzita, založená v roku 1635 kardinálom Petrom Pázmaňom, je jedna z najstarších univerzít na Slovensku. Mala 4 fakulty: teologickú, umenia, právnickú a lekársku. Univerzita sa stala známou aj vďaka hvezdárni zriadenou Maximiliánom Hellom, univerzitnou knižnicou, záhradami a divadlom. Existovala 142 rokov. V roku 1777 prešla univerzita do Budína.

Trnavská univerzita sa hlási k princípom Veľkej Charty európskych univerzít, ktoré obhajujú pre univerzity ich plnú nezávislosť od politickej a ekonomickej moci, ich slobodu uskutočňovať výskum a vyučovať. Trnavská univerzita obhajuje kresťanské princípy, chce chrániť morálne a duchovné hodnoty, vychovávať v duchu ekumenizmu, spolupracovať s univerzitami, výchovnými a vedeckými ústavmi v Slovenskej Republike a v zahraničí. Trnavská univerzita nadviazala kontakty nielen s univerzitami v SR, ale aj s 13 univerzitami v zahraničí (v Českej republike, Nemecku, Veľkej Británii, Taliansku, Švédsku, USA, Poľsku, Maďarsku) s ktorými sa vyvinula spolupráca na dobrej úrovni.

### FAKULTY TRNAVSKEJ UNIVERZITY

- Filozofická fakulta
- Pedagogická fakulta
- Teologická fakulta
- Právnická fakulta
- Fakulta zdravotníctva a sociálnej práce

### UNIVERZITA SV. CYRILA A METODA

Filozofická fakulta UCM sa radí medzi najmladšie filozofické fakulty na Slovensku. Od vzniku Univerzity sv. Cyrila a Metoda (1997) bola trvalou súčasťou univerzity s 12 katedrami a postupne sa stále viac stabilizujúcim výchovno-vedeckým potenciálom. Po siedmich rokoch už môže hovoriť o istej vedeckovýskumnej tradícii, smerujúcej k modernému osobitému profilu v kontexte zjednotenej Európy. Cieľom Fakulty prírodných vied, ktorá zabezpečuje vzdelávanie v oblasti prírodných a aplikačných vied, je výchova absolventa, ktorý bude schopný riešiť okrem úloh



Materiálovotechnologická fakulta bola zriadená nariadením vlády s účinnosťou od 1. 1. 1986 pod pôvodným názvom Strojársko-technologická fakulta so sídlom v Trnave. Spoločenské zmeny a rozvoj fakulty vyvolal nové potreby a pred fakultu postavil požiadavku zmeniť jej orientáciu na technologickú fakultu na širšej báze. V roku 1991 sa mení názov fakulty na Materiálovotechnologickú fakultu Slovenskej technickej univerzity so sídlom v Trnave. Fakulta sa zamerala na výchovu absolventa univerzitného typu pre širokú oblasť priemyselnej, hlavne strojárkej výroby. Zvýšený dôraz sa kladie na ich adaptabilnosť a operatívnosť tak, aby sa zvýšilo ich individuálne a spoločenské uplatnenie v prostredí trhovej ekonomiky. Fakulta sa stáva skladbou študijných programov jedinou svojho druhu na Slovensku. V súčasnosti študuje na fakulte takmer 5000 študentov.

### ÚSTAVY

- Ústav priemyselného inžinierstva, manažmentu a kvality
- Ústav výrobných technológií
- Ústav výrobných systémov a aplikovanej mechaniky
- Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva
- Ústav aplikovanej informatiky, automatizácie a matematiky
- Ústav inžinierskej pedagogiky a humanitných vied



vlastného odboru aj multidisciplinárne projekty s rozsiahlou podporou informačných technológií. Fakulta masmediálnej komunikácie poskytuje vzdelávanie v oblasti teórie komunikácie, filozofie, estetiky, dejín kultúry. Poslucháči sa zoznámia s teóriou masmédií, ich systémom a štruktúrou, ekonomikou a manažmentom, jednotlivými oblasťami žurnalistiky a ich vývojom. Mesto Piešťany sa stalo sídlom Inštitútu fyzioterapie, balneológie a liečebnej rehabilitácie, ktorý bol založený ako súčasť Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnave dňa 3. mája 2005. Inštitút je výchovno-vzdelávacie a vedecko-výskumné pracovisko Univerzity sv. Cyrila a Metoda na prípravu vysokoškolsky vzdelaných odborníkov v študijnom odbore Fyzioterapia. Poslucháči sa štúdiom spoločensko-vedných, medicínskych, psychologických, právnych, prírodovedných a jazykových predmetov pripravujú na vykonávanie vysoko kvalifikovanej práce v oblasti zdravotníckej starostlivosti.



## TRNAVSKÉ RYBNÍKY

Zaujímavou lokalitou Trnavy je chránený areál Trnavské rybníky. Predstavuje významný typ vodného a močiarného biotopu na Trnavskej pahorkatine, ktorý výrazne ovplyvnil zloženie biocenózy, predovšetkým vtáctva tohto regiónu. Prvá zmienka o tejto lokalite pochádza už z roku 1528, celá rybníčná sústava bola dobudovaná v rokoch 1955- 1956. Okolie rybníkov lemujú zvyšky lužného lesa. Prírodné bohatstvo Trnavských rybníkov je veľmi rozmanité. Rôznorodosť rastlin-

stva a charakter územia podmienil veľkú druhovú pestrosť tunajšej fauny. Najväčšiu pozornosť si zasluhujú vtáky, najmä z hľadiska výskytu a hniezdenia. Na rybníkoch sa vyskytuje až 150 chránených druhov vtákov, čo predstavuje 78,5 % z celkového počtu tu zistených druhov, z ornitologického patria k ojedinelým mokraďovým biotopom nadregionálneho významu. V blízkosti Trnavských rybníkov je prírodné kúpalisko Kamený mlyn.



## OKOLIE TRNAVY

V blízkom susedstve mesta Trnava sa rozprestiera pohorie Malých Karpát, CHKO, ktoré poskytujú obyvateľom Trnavy a jej návštevníkom široké možnosti trávenia voľného času. Osobitné čaro pohoriu dodávajú práve zrúcaniny strážnych hradov, ktoré chránili priechody cez Malé Karpaty - Ostrý Kameň, Dobrá Voda, Smolenice. Svoje čaro však majú aj niektoré obce v okolí Trnavy.

### SMOLENICE

Smolenice ležia na okraji trnavskej nížiny pod Malými Karpatmi. Turistický chodník Smolenický kras prechádza územím národnej kultúrnej pamiatky hradiska Molpír /400 m n.m./, kde bolo objavené praveké sídlisko, trácko – skýtske hradisko, keltské sídlisko a veľkomoravská osada a Národnou prírodnou rezerváciou Dolinou Hlboče o výmere 123 ha. V dolnej časti Doliny Hlboče je jediný vodopád v Malých Karpatoch o výške asi 9 m. Súčasťou prírodnej rezervácie je Národná prírodná pamiatka jaskyňa Driny, jediná sprístupnená v Malých Karpatoch. Je to puklinová jaskyňa o dĺžke 680m, sprístupnených je 410 m. Jaskynné priestory s prevládajúcimi puklinovými chodbami sú dekorované bohatou sintrovou výplňou. Objavená bola v roku 1929 J. Baničom a J.Vajsáblom. Nástup na turistický chodník je možný pri kostole v Smoleniciach, ale-



bo na Jahodníku pri ceste do jaskyne Driny. Trasa je terénne nenáročná o dĺžke 7,5 km. Zo Smoleníc je možnosť výstupov na blízke kopce Čiernu skalú, Veterlín, Havranicu a najvyšší vrch Malých Karpát Záruby. Objavením jaskyne Driny sa položil základ pre vznik rekreačného strediska Jahodník, kde je možnosť ubytovania v chato-

vej osade a stravovania v štýlovej reštaurácii. Rekreačným je k dispozícii kúpalisko, táborisko i jazda na koni. Na nevysokom návrší nad Smolenicami stojí Smolenický zámok. Bol to pôvodne strážny hrad postavený pravdepodobne v 14. storočí na ochranu malokarpatských priesmykov a obchodnej Českej cesty. Patril rôznym šľachtickým

rodom, od roku 1777 Pálffyovcom. Za Rákociho povstania bol poškodený, sídlo panstva sa prenieslo do kaštieľa v obci a hrad postupne pustol. Začiatkom 20. storočia začali Pálffyovci na jeho mieste stavať novodobé rodinné sídlo podľa projektov architekta J. Huberta. Z pôvodného hradu zostali len bašty. Architektúra zámku je urobená podľa stredofrancúzskych zámkov. Dnes je domovom vedeckých pracovníkov SAV a je využívaný na rôzne zasadania, vedecké sympóziá, konferencie. V zámku je možnosť ubytovania. Romantický vzhľad zámku zvýrazňuje rozsiahly okolitý park s lúkami, voľne prechádzajúci do malokarpatských lesov. Múzeum Molpír sa nachádza sa v Smoleniciach, súčasťou expozícií sú vykopávky z hradiska Molpír, ukážky z flóry a fauny Malých Karpát.



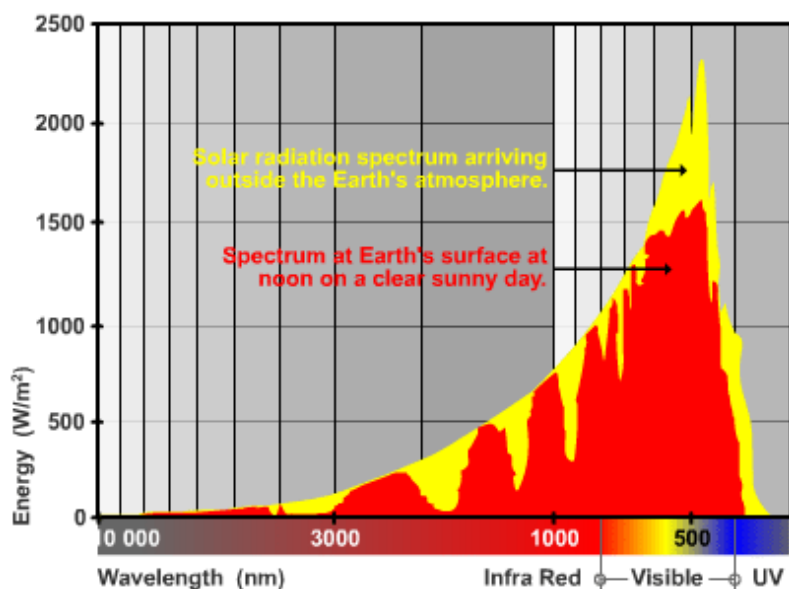
## SLNEČNÁ ENERGIA

Zo všetkých známych zdrojov energie na Zemi je pre život najdôležitejšia slnečná energia. Možno povedať, že okrem prírodného uránu a tória, ktoré sa využívajú pri štiepnych reakciách, ako aj geotermálnej energie, celá energia na Zemi pochádza zo Slnka. Zohrieva atmosféru a Zem, vytvára vietor, zohrieva oceány, spôsobuje odparovanie vody dáva silu vodným tokom, rastlinám aby mohli rásť a z dlhodobého hľadiska vytvára aj fosílna palivá. Slnečná energia a z nej pochádzajúce obnoviteľné zdroje energie (OZE) – veterná, vodná a biomasa môžu byť využité na výrobu všetkých foriem energie, ktoré dnes ľudstvo využíva.

Každý rok dopadne zo Slnka na Zem asi 10 tisíckrát viac energie, ako ľudstvo za toto obdobie spotrebuje. Množstvo dopadajúcej slnečnej energie na územie Slovenska je asi 200 násobne väčšie, ako je súčasná spotreba primárnych energetických zdrojov u nás. Teda možno povedať, že je to obrovský nevyužitý potenciál. Využívanie slnečnej energie je dnes najčistejším spôsobom využívania energie vôbec a na rozdiel od iných zdrojov sú dopady na okolité životné prostredie zanedbateľné. Premena slnečnej energie na iné formy (napr. na elektrickú energiu) je síce ekologicky čistá, deje sa však s veľmi nízkou účinnosťou a možno ju využívať len za určitých podmienok. Zásadnou nevý-

hodou tohto nevyčerpatelného zdroja energie (Slnko má zásobu vodíka ešte asi na 15 mld. rokov) je malá hustota toku energie. To vedie k nízkej účinnosti premeny energie a nereálnosti rovnocennej náhrady z menej koncentrovaných zdrojov, preto by spotreba energie Zeme mohla byť pokrytá kombináciou zariadení zo solárnej energie a zariadení pre výrobu slnečnej elektriny s veternými a vodnými elektrárnami a najrozličnejšími spôsobmi využitia biomasy. Aby sa obmedzil celosvetový rast spotreby energie, musí dôjsť k používaniu úsporných energetických techník. Rýchle vybudovanie solárneho svetového hospodárstva je dôležitým krokom k tomu, aby sa zabránilo vojnám o vyčerpatelné suroviny ako sú nafta, plyn a urán.

Pre Nemecko prezentoval parlament v roku 2002 energetický scenár, podľa ktorého je až do roku 2050 možné realizovať celé zásobovanie energiou obnoviteľnými zdrojmi. Čo je možné v Nemecku, v krajine s malou rozlohou a veľkou hustotou obyvateľstva a energie a s vysokou životnou úrovňou, je možné všade.



Absorpcia slnečného žiarenia

- spektrum slnečného žiarenia kozmického priestoru vo vzdialenosti 150 mil. km od Slnka bez ovplyvnenia atmosférou
- spektrum slnečného žiarenia po prechode bezoblačnou atmosférou

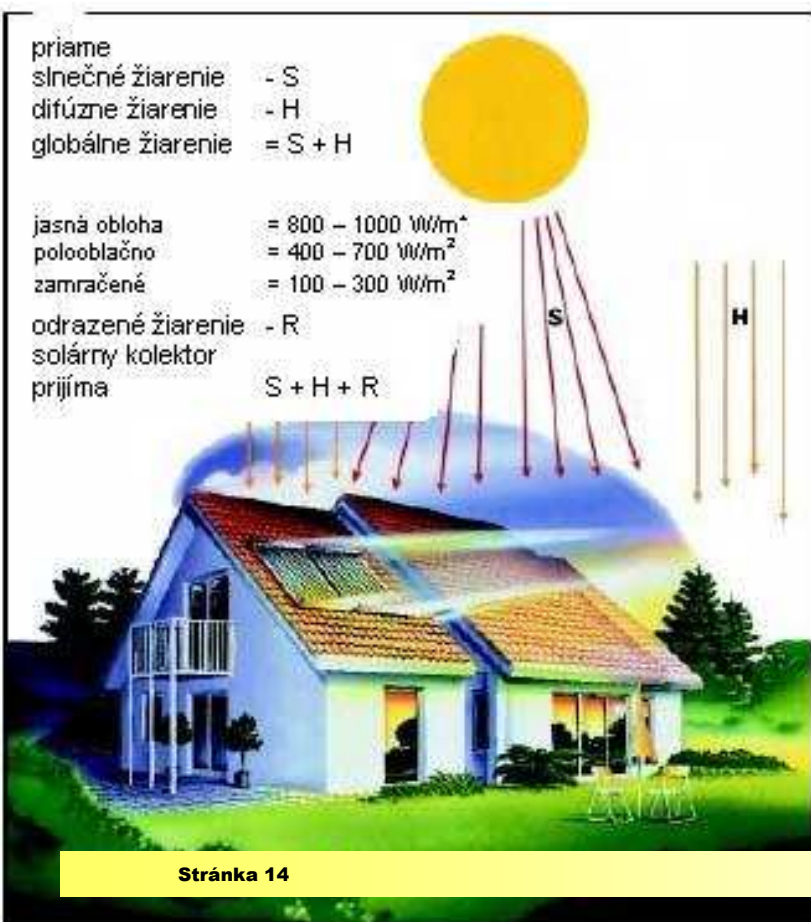
HUSTOTA ENERGIE	kW/m <sup>2</sup>
Slnečné žiarenie nad zemskou atmosférou	1,35
Slnečné žiarenie na povrchu Zeme (SR - priemer)	0,1
Uhlie (spaľovacia pec veľkej elektrárne)	500
Jadrová energia (palivový článok vo veľkej atómovej elektrárni)	650
Elektrický kábel	1 000 000

Tab. 1 Porovnanie hustoty energie pre rôzne zdroje

## SLNEČNÉ ŽIARENIE

Slnečné žiarenie prechádzajúce až do troposféry je elektromagnetické žiarenie s vlnovými dĺžkami v rozsahu 0,28 do 3,0 mm. Slnečné spektrum zahŕňa malý podiel ultrafialového žiarenia 3 %, viditeľného svetla 49 % a zvyšok tvorí infračervené žiarenie. Slnko produkuje neustále obrovské množstvo energie, približne  $1,1 \times 10^{20}$  kWh každú sekundu. V dôsledku odrazu, rozptylu a absorpcie plynmi a aerosólmi v atmosfére dopadá na zemský povrch len asi 47 % z tejto energie. Intenzita priameho slnečného žiarenia nad zemskou atmosférou je približne 1360 W/m<sup>2</sup> – žlté pole, z toho atmosférou na zemský povrch prenikne pri priaznivých podmienkach približne 1000 W/m<sup>2</sup> – červené pole (viď graf). V našich zemepisných podmienkach to znamená, že energia dopadajúca na plochu 1 m<sup>2</sup> obsahuje hodnotu 1000 až 1250 kWh/rok. Z uvedenej intenzity žiarenia vyplýva, že teoreticky pri 100 % účinnosti využitia tejto energie by bolo možné z plochy 3 x 3,3 m získať dostatok energie na pokrytie celoročnej spotreby tepla a teplej vody pre priemernú domácnosť na Slovensku. Žiaľ 100 % účinnosť nemožno dosiahnuť, nakoľko v priebehu roka sa vyskytuje veľa odchýlok v množstve dopadajúceho žiarenia a jeho energetickej hustote. V tab. 1 je znázornená hustota slnečného žiarenia, ktorá je v porovnaní s fosílnymi palivami mnohonásobne nižšia. Na druhej strane je však toto žiarenie homogénnejšie rozložené ako zásoby klasických palív na Zemi.

## MNOŽSTVO DOPADAJÚCEHO SLNEČNÉHO ŽIARENIA



Množstvo dopadajúceho žiarenia na konkrétnom mieste závisí od viacerých faktorov:

- ročné obdobie
- zemepisná poloha
- miestna klíma
- sklon povrchu k dopadajúcemu žiareniu

Rozptylom priameho žiarenia na oblakoch a nečistotách v atmosfére a odrazom od terénu vzniká difúzne žiarenie. Súčet priameho a difúzneho žiarenia sa označuje ako žiarenie globálne. Zatiaľ čo difúzne žiarenie predstavuje v lete asi 50 % globálneho žiarenia, jeho podiel v zime je v dôsledku oblačného počasia podstatne vyšší - cca 60 % v celoročnom priemere.

V tab. 2 sú prehľadne zhrnuté špecifické výkony slnečného žiarenia a podiel difúzneho žiarenia pri rôznych poveternostných podmienkach. Najväčší podiel pri získavaní energie slnečnými kolektormi majú priame a difúzne žiarenie, ktorých intenzita sa počas roka v súvislosti so striedaním ročných období mení.



## ROČNÉ OBDOBIE

Samozrejme, najviac slnečnej energie získame v letných mesiacoch, kedy je intenzita najvyššia. Na obr. je graficky znázornené zastúpenie jednotlivých druhov žiarení počas roka na Slovensku. Maximum slnečného žiarenia u nás zaznamenávame v júli, minimum na prelome decembra a januára.

## ZEMEPISNÁ POLOHA

Vplyvom otáčania Zeme a jej obehu okolo Slnka počas roka kolíše aj množstvo slnečného žiarenia dopadajúceho na povrch Zeme. Tieto zmeny sú dané striedaním dňa a noci a striedaním ročných období. Najviac slnečného žiarenia dopadá na zem na poludnie, kedy poloha slnka na oblohe je najvyššia a cesta prechodu žiarenia atmosférou je najkratšia. Práve vtedy dochádza k najmenšiemu rozptylu a absorpcii žiarenia v atmosfére. Intenzita žiarenia na poludnie je:

- počas zamračených dní 40 – 200 W/m<sup>2</sup>,
- počas jasných dní 600 – 1000 W/m<sup>2</sup>.

Severná pologuľa prijíma v zime menej energie ako v lete, nakoľko dni sú kratšie a aj poloha slnka na oblohe je nižšia. Pokles slnečného žiarenia spolu s pôsobením globálneho veterného systému majú za následok prevažne zamračené a chladné počasie s nízkymi hodnotami slnečného žiarenia. Na južnej pologuli je to opačne. A preto, aby boli solárne systémy schopné dodávať energiu kontinuálne, musia zahŕňať tiež zásobníky alebo prírodné systémy.

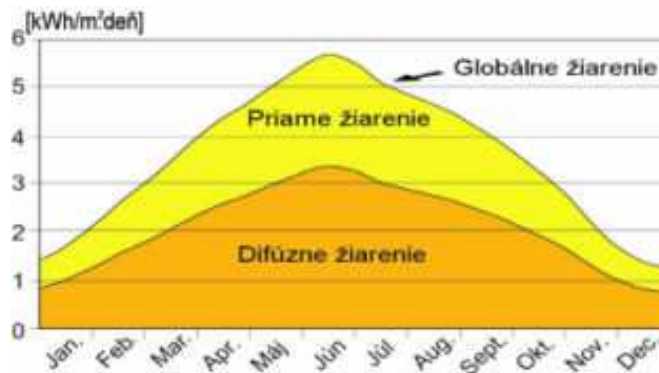
## KLIMATICKÉ PODMIENKY

Možnosti využívania slnečnej energie sú samozrejme dané množstvom dopadajúceho slnečného žiarenia počas roka. Najlepšie podmienky preto majú krajiny s tropickým či subtropickým podnebím. Napriek tomu má využívanie slnečnej energie zmysel aj v krajinách s oveľa chladnejším podnebím ako je na Slovensku. Napr. Rakúsko, ktoré má veľmi podobné klimatické podmienky ako SR, je z pohľadu celkovej plochy inštalovaných slnečných kolektorov na treťom mieste v rámci EÚ.

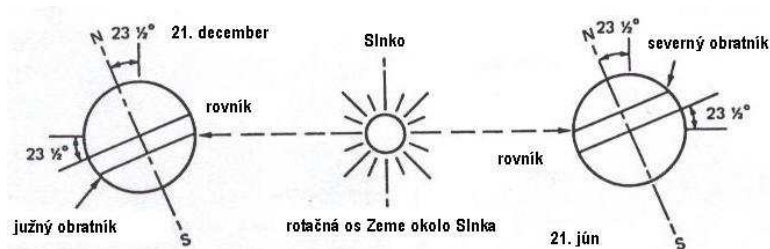
Z pohľadu využívania slnečnej energie prostredníctvom slnečných kolektorov nie je veľký rozdiel medzi jednotlivými regiónmi Slovenska. Na obr. je znázornená hustota toku slnečného žiarenia dopadajúca v jednotlivých oblastiach Slovenska. Najviac slnečného žiarenia zaznamenáme počas celého roka na juhu Slovenska, najmenej Orave a Kysuciach, pričom rozdiel medzi najchladnejšími a najteplejšími regiónmi v dopadajúcom množstve energie je len približne 15%.

Poveternostné podmienky	Žiarenie (W/m <sup>2</sup> )	Podiel difúzneho žiarenia (%)
Jasno (modrá obloha)	800 - 1000	10
Oblačno (zamračená obloha)	600 - 900	až 50
Hmlistý jesenný deň	100 - 300	100
Zamračený zimný deň	50	100
Celoročný priemer	600	50 - 60

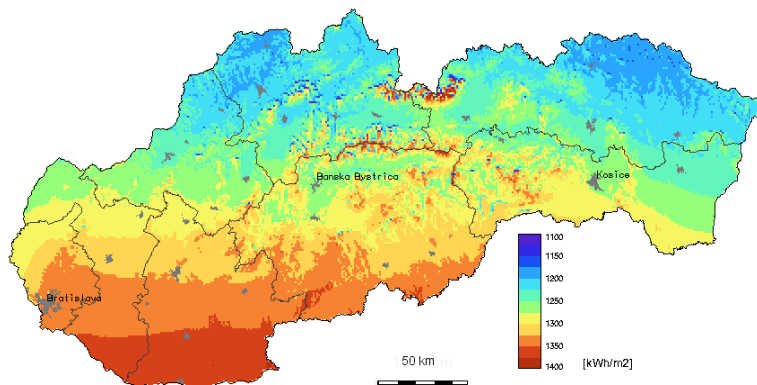
Tab. 2 Intenzita slnečného žiarenia a podiel difúzneho žiarenia v rôznych poveternostných podmienkach



Zastúpenie jednotlivých druhov žiarenia počas roka na Slovensku



Vplyv sklonu zemskej osi na množstvo dopadajúcej slnecnej energie



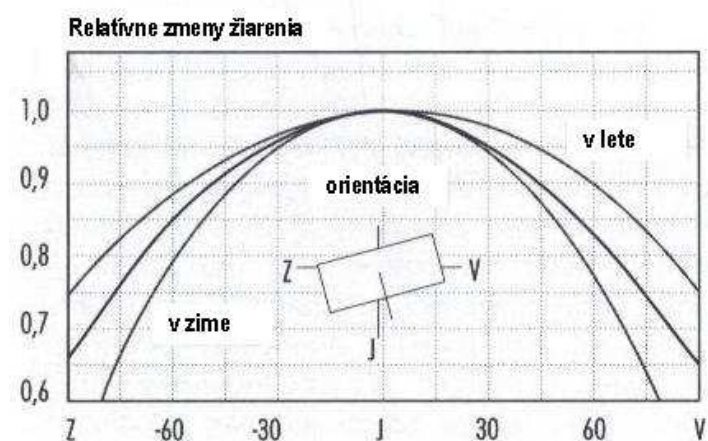
Množstvo dopadajúceho slnečného žiarenia na Slovensku pri optimálnom sklone FV modulov (kWhm<sup>2</sup>/rok)



## ORIENTÁCIA K SLNKU

Dôležitá je aj správna orientácia kolektora, ktorou je možné príjem slnečnej energie optimalizovať. V letnom období možno získať najviac slnečnej energie pri sklone 30°, zatiaľ čo v prechodných obdobiach (marec a október) je vhodnejší sklon od 50° do 60°, pre dosiahnutie relatívne dobrých energetických ziskov. Z toho vyplýva, že pre celoročné využitie sú akceptovateľné sklony medzi 30° a 60°, pričom najbežnejšie sa využíva uhol sklonu 45°.

Optimálne uhly sklonu pre solárne využitie



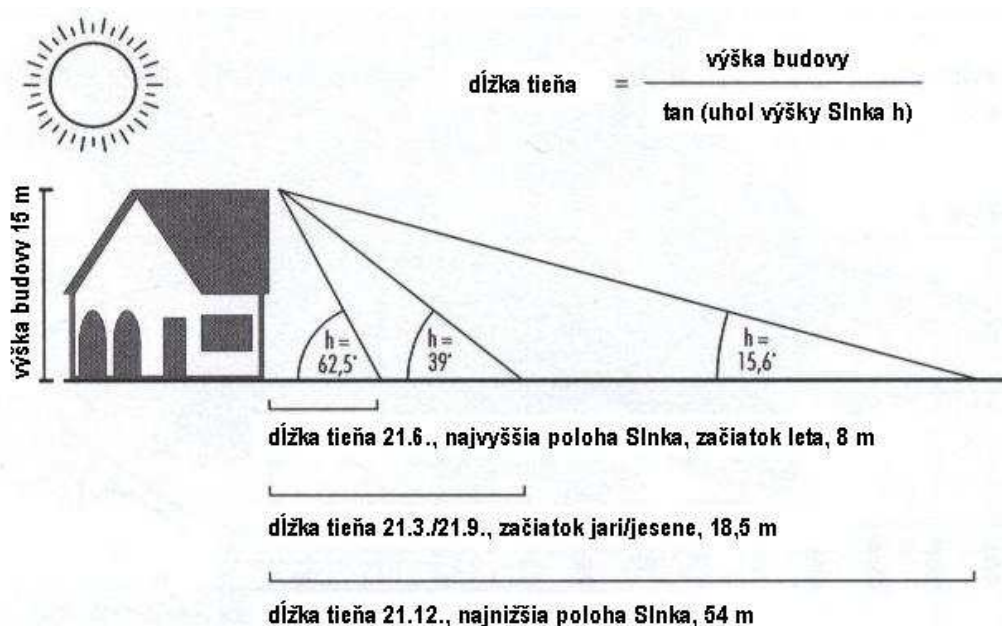
Optimálna orientácia pre kolektory je juh, pričom malé odchýlky na západ alebo východ nemajú veľkú váhu. Na obr. sú znázornené smerné hodnoty pre letné a zimné obdobie, z čoho vyplýva, že odchýlka 40° od južného smeru predstavuje stratu 10 % slnečnej energie. Ako pri sklone, tak aj pri orientácii kolektora existuje relatívne široké pásmo využitia slnečnej energie bez nejakých významných strát.

Relatívne zmeny slnečného žiarenia pri odchýlkach orientácie





Zvlášť dôležité je aj celodenné osvetlenie kolektorov. Krátkodobé zatienenie napríklad budovami je možné len v dopoludňajších hodinách, pretože maximum výkonu nastáva okolo 14 hodiny. Príklad pre stanovenie dĺžky tieňa je znázornený na obr. dole. Na ovplyvňovaní intenzity slnečného žiarenia sa podieľajú nielen prírodné javy, ale aj vplyvy spôsobené ľudskou činnosťou, ako je znečistenie vzduchu v mestách, dym z lesných požiarov a iné zdroje znižujúce intenzitu svetla v dôsledku absorpcie a rozptylu. Najviac postihnuté oblasti sa nachádzajú blízko miest, kde je vzduch silne znečistený smogom, v dôsledku čoho je hustota žiarenia nižšia až o 40 %.



Dĺžka tieňa, ktorú vrhá budova vysoká 15 m, v závislosti od polohy Slnka





## VYUŽÍVANIE SLNEČNEJ ENERGIE

Energia získaná zo slnka je v prvom rade prakticky nevyčerpatelný, bezpečný a obnoviteľný zdroj energie prístupný počas väčšej časti roka. Využívanie energie slnka prispieva k trvalo-udržateľnému spôsobu života a nezaťažuje budúce generácie. Samotné využívanie energie slnka nemá nijaké negatívne ekologické vplyvy počas celej doby životnosti, ktorá sa v našich podmienkach pohybuje okolo 20 až 30 rokov. Solárne zariadenia sú dnes technicky vyzreté a v Európe miliónkrát osvedčené. Nezanedbateľný je aj ekonomický efekt rozvoja nového hospodárskeho odvetvia výrobcov a dodávateľov technológií v oblasti OZE. Podľa štúdie Európskej federácie tepelného využívania slnečnej energie (ESTIF), v porovnaní s fosílnou a jadrovou energetikou, vytvára využívanie slnečnej energie neporovnateľne viac pracovných príležitostí. Na 1000 GWh dodanej primárnej energie pripa-

dá 90 vytvorených pracovných miest v sektore uhoľnej energetiky, 72 pracovných miest v sektore jadrovej energetiky a až 3960 pracovných príležitostí v sektore slnečnej energie. Ide najmä o výrobu, projektovanie, inštaláciu a údržbu solárnych systémov, ktorá nie je na rozdiel od veľkých energetických zdrojov centralizovaná na jednom mieste, ale poskytuje možnosti vo všetkých regiónoch. Navyše, ak si odmyslíme obmedzené zásoby hnedého uhlia, OZE sú jediným domácim primárnym energetickým zdrojom budúcnosti. Využívanie obnoviteľných zdrojov môže Slovensku priniesť desiatky tisíc nových kvalifikovaných pracovných miest, ktoré sa v budúcnosti nebudú sťahovať za lacnejšou pracovnou silou do iných regiónov sveta.

***Dnes je už slnečná energia využívaná najrozličnejšími spôsobmi – od prvkov solárnej architektúry, cez vykurovanie budov a ohrev teplej úžitkovej vody, výrobu elektrickej energie na chatách až po slnečné elektrárne, verejné osvetlenie či prvé prototypy solárnych automobilov.***







Vo všeobecnosti môžeme túto energiu využívať aktívne – pomocou slnečných kolektorov alebo bazénových absorbérov na ohrev vody alebo pasívne – tak, že prispôsobíme naše bývanie slnečnému žiareniu využitím tzv. solárnej architektúry.

## PASÍVNE VYUŽÍVANIE SLNEČNEJ ENERGIE

Pasívna slnečná architektúra je v súčasnosti využívaná v budovách pomocou existujúcich technológií, materiálov s jediným cieľom a to maximálne využívanie tepelnej energie dopadajúceho slnečného žiarenia (ohrievať, príp. osvetľovať priestory budov). Preto sa už pri samotnom projektovaní kladie veľký dôraz na umiestnenie domu v danej lokalite a rozmiestnenie vnútorných priestorov tak, aby boli tepelné straty čo najmenšie. Solárna architektúra môže v budovách prispieť k úsporám až 15 % energie, ktorú je potrebné vynaložiť na vykurovanie. Hlavnou zásadou je orientovať všetky veľké okná na juh. Takto navrhnutá stavba spotrebuje až o 20 % menej energie na vykurovanie oproti domu, ktorý je orientovaný na východ, či západ. Ďalšou zásadou je umiestňovať obytné priestory (obývacie a detské izby) na juh a ostatné časti (kuchyňa, kúpeľňa, skladovacie priestory, chodba) v severných častiach domu, či bytu. Veľké

okná sa kombinujú s tieniacimi prvkami, ktoré v lete zabránia nadmernému oslneniu. Zimná záhrada je jednou z častí domu, ktorá plne využíva slnečnú energiu. Funguje ako dodatočná izolačná vrstva. Slnečné žiarenie vyhrieva presklenný priestor, čím sa znižujú tepelné straty budovy. Vzduch, ktorý sa v týchto priestoroch predhreje, sa dá použiť na dokurovanie ostatných miestností. Ďalšou z možností ako pasívne využívať slnečnú energiu je tzv. eko-architektúra domov s obytným podkrovím so strešnými oknami. Z energetického hľadiska je bývanie pod šikmou strechou veľmi výhodné. Z hľadiska energetickej bilancie má dom so šikmou strechou a strešnými oknami vo väčšine prípadov vyšší zisk zo slnečnej energie a zároveň dosahuje nižšie tepelné straty oproti domu s plochou strechou. Zošikmené steny podkrovia znižujú objem vykurovaného priestoru asi o 20 až 25 %. V porovnaní s fasádny oknom má okno osadené

v šikmej streche najväčšiu výhodu v tom, že má podstatne vyšší tepelný zisk zo slnečnej energie. Je všeobecne známe, že každé pridané okno prináša ďalšie tepelné straty. V prípade strešného okna to však nemusí byť pravda. Ak napr. strešné okno s nízkymi tepelnými stratami veľkosti 78 x 140 cm osadíme na južnú stranu strechy so sklonom 45°, v určitých klimatických podmienkach vykazuje plusovú energetickú bilanciu. V bežných panelákových bytoch sú jedinou možnosťou, ako využiť slnko vo svoj prospech pasívnym spôsobom, presklenné balkóny a lodžie. V zimných mesiacoch sa takto dosiahne nezanedbateľná úspora tepla. Presklená lodžia či balkón funguje na rovnakom princípe ako zimná záhrada, t. j. dodatočne izoluje, vyhrieva presklený priestor a predhrieva vzduch.

Zimná záhrada



Strešné okná



Presklenné balkóny



# TEPELNÉ SOLÁRNE SYSTÉMY

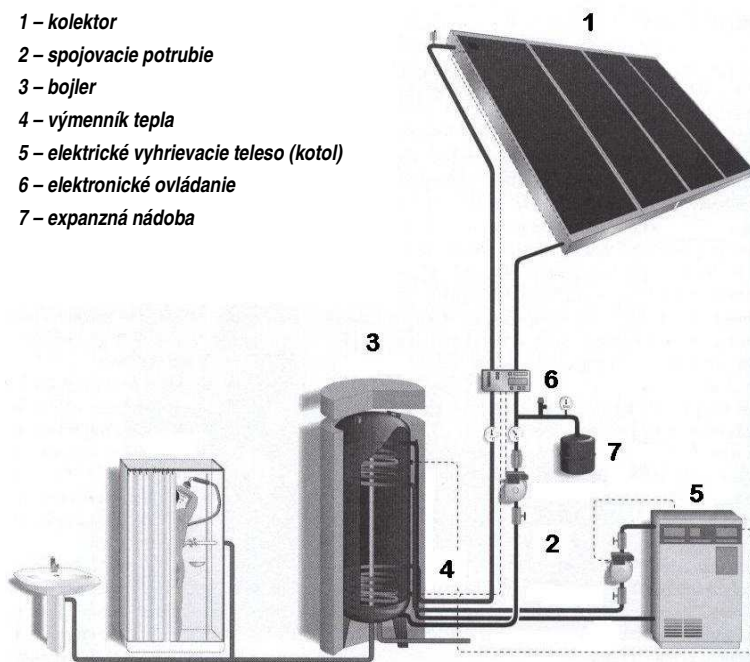
## AKTÍVNE VYUŽÍVANIE SLNEČNEJ ENERGIE

Aktívne solárne systémy sa odlišujú od pasívnych tým, že k využívaniu energie slnečného žiarenia nedochádza priamo, ale prostredníctvom buď fotovoltických článkov premieňajúcich slnečné žiarenie na elektrinu, alebo slnečných kolektorov a absorbérov, ktoré pohlcujú slnečné žiarenie a premieňajú ho na teplo.



## PRINCÍP FUNKCIE SYSTÉMU

Základnou súčasťou každého solárneho systému je kolektor. Jeho princíp spočíva v tom, že slnečné žiarenie dopadajúce na absorbér sa mení na teplo, ktoré sa vďaka dokonalému zaizolovaniu kolektora akumuluje a odovzdáva ho teplonosnej kvapaline (nemrznúca zmes) prúdiacej v nerezovom absorbéri kolektora. Naakumulovaná energia sa prostredníctvom tejto nemrznúcej zmesi odovzdáva zohrievanej úžitkovej vode vo výmenníku. Umožňuje celoročnú prevádzku a vďaka uzavretému cyklu nedochádza k jej styku s úžitkovou vodou. Elektrické vyhrievacie teleso, príp. iný zdroj tepla (kotel) dohrieva vodu počas zamračených dní. Elektronické ovládanie zabezpečuje automatickú prevádzku, vypína a zapína obehové čerpadlo. Expanzná nádrž udržiava rovnomerný tlak a vyrovnáva zmeny objemu kvapaliny.

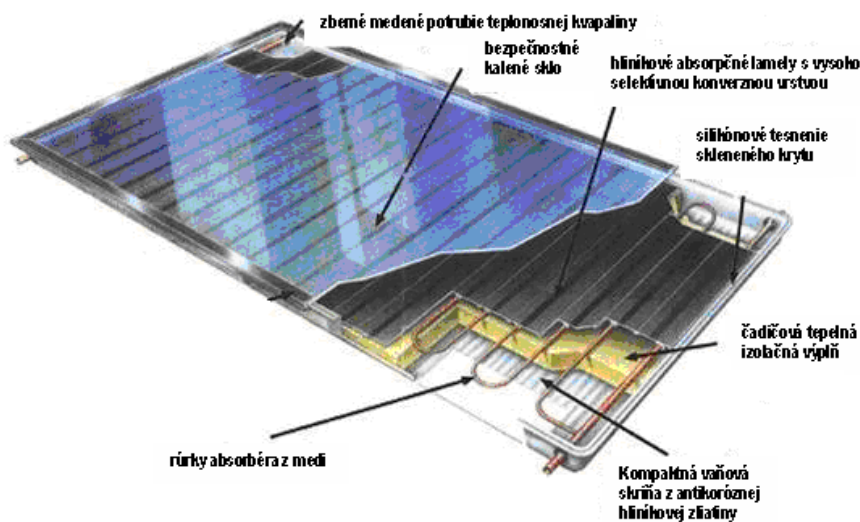


Solárne systémy sa najčastejšie využívajú na tieto účely:

- **Príprava TUV**
- **Prikurovanie budov**
- **Ohrev vody v bazénoch**
- **Priemyselné teplo**
- **Klimatizácia**

## SLNEČNÝ KOLEKTOR

Slnečný kolektor je plocha, ktorá zachytáva slnečné žiarenie a premieňa ho na teplo. V podstate ide o zdokonalený absorbér, ktorý umožňuje celoročnú prevádzku. K zlepšeniu funkcie a účinnosti kolektora podstatne prispieva dobrá tepelná izolácia. Na vrchnej strane je transparentný kryt (sklo, polykarbonát), ktorý prepúšťa krátkovlnné slnečné žiarenie a zabraňuje spätnému vyžarovaniu dlhovlnného žiarenia (skleníkový efekt). Zo spodnej strany a po bokoch je absorbér izolovaný klasickými izolačnými materiálmi (minerálne vlákna, polyuretán a pod.) Nosnú konštrukciu kolektora tvorí rám, ktorý by mal mať nízku hmotnosť, veľkú mechanickú pevnosť, odolnosť proti korózii a vodotesnosť. Teplo sa prostredníctvom vedenia tepla v absorbéri prenáša na teplonosné médium, ktoré preteká v rúrkach absorbéra a následne sa prepravuje do zásobníka. Aby mohol túto úlohu optimálne splniť, absorbér pozostáva z dobre vodivého kovového plechu (meď alebo hliník) a zo selektívnej konverznej vrstvy, ktorá musí vykazovať čo najvyššiu absorpčnú schopnosť slnečného žiarenia a má mať minimálnu emisivitu (vyžarovanie tepla).





## KOMPONENTY TEPELNÉHO SOLÁRNEHO SYSTÉMU

### Klasifikácia slnečných kolektorov

#### KOLEKTORY S INTEGROVANÝM ZÁSOBNÍKOM



#### PLOCHÉ KOLEKTORY



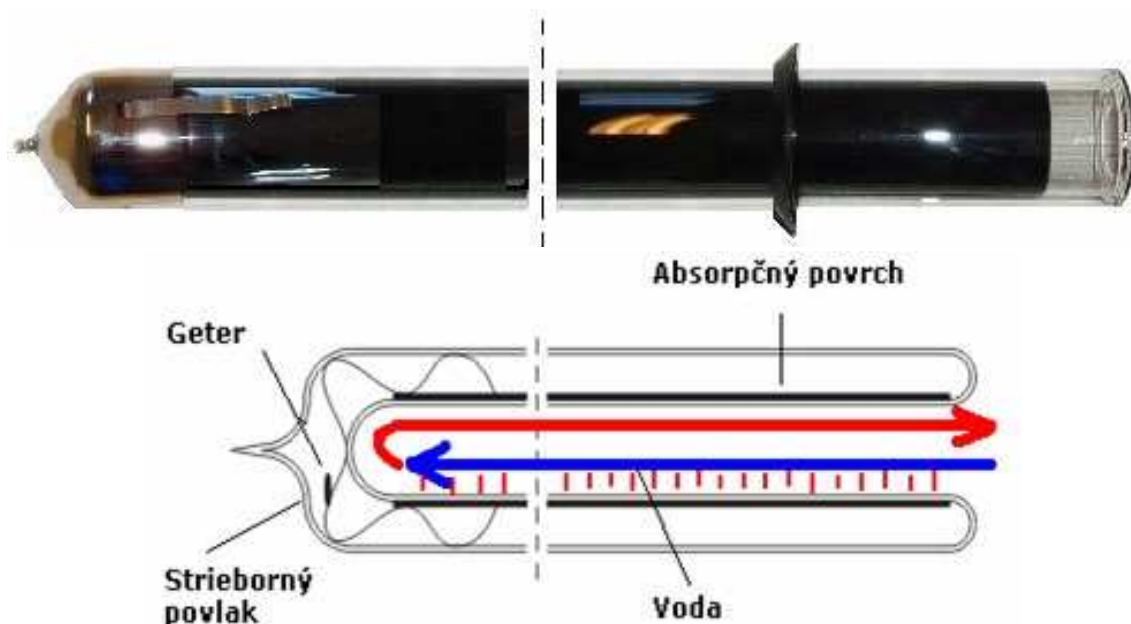
#### VÁKUOVÉ TRUBICOVÉ KOLEKTORY



Kolektory s integrovaným zásobníkom patria medzi najjednoduchšie typy slnečných kolektorov. Dostali označenie zásobníkový typ (thermosifón), pretože kolektor je súčasne absorberom i zásobníkom teplej vody. Používajú sa na ohrev, prípadne na predohrev vody, keďže znižuje náklady na energiu v domácnosti. V porovnaní s inými kolektormi sa vyznačujú tým, že nemajú žiadne pohyblivé časti, nepotrebujú takmer žiadnu údržbu a majú nulové prevádzkové náklady. Pozostávajú z čiernej nádrže naplnenej vodou umiestnenej do tepelno-izolačného boxu nad absorberom. Nevýhodou v porovnaní s inými je, že musia byť chránené pred mrazom a ich využiteľnosť v zimnom období je nulová.

Na ohrev vody a v rastúcej miere i na účely podpory vykurovania sa využívajú v prevažnej miere ploché kolektory. Plochý kolektor sa skladá z pláštja kolektora (väčšinou v podobe hliníkovej vane), absorbera, tepelne odolnej izolácie s hrúbkou 40 - 70 mm z minerálnej vlny a priehľadného krytu. Absorbér býva vyrobený z medeného alebo hliníkového plechu so solárnym lakom alebo selekčnou povrchovou vrstvou, vďaka ktorej takmer úplne premieňa slnečné žiarenie na teplo. Používané sklo je chudobné na železo a odolné voči krupobitiu. Slnečné žiarenie prechádza krycím sklom a dopadá na absorbér, v ktorom dochádza k premene energie žiarenia na tepelnú energiu teplonosnej kvapaliny.

Vákuové trubicové kolektory je možné rozdeliť na kolektory s priamym prúdením a kolektory pracujúce podľa princípu tepelnej trubice. Pri kolektoroch s priamym prúdením preteká teplonosné médium od rozdeľovača ku koncu rúry, odoberá teplo absorbera, ktorý sa nachádza vo vákuu a tečie opäť do zbierača. Prednosťou kolektorov s priamym prúdením je, že nie je potrebný ani minimálny sklon kolektorov. V prípade kolektorov pracujúcich na princípe tepelnej trubice sa v rúre nachádza kvapalina, väčšinou alkohol, ktorá sa odparuje pri nízkej teplote. Táto para stúpa v rúre až na horný koniec, na ktorom je umiestnený malý výmenník tepla. Na tomto výmenníku tepla (kondenzátore) para kondenzuje a odovzdáva svoje teplo nepriamo teplonosnému médiu. Odtekajúca kvapalina sa opäť zohrieva, vyparuje a kolobeh začína od začiatku. Aby tento kolobeh fungoval, kolektor musí mať sklon minimálne 30°. Veľkou prednosťou tohto systému je, že kolektor je vlastnou konštrukciou bezpečný proti prehriatiu, pretože po úplnom vyparení kvapaliny – teda keď sa neuskutočňuje odber tepla – sa kolobeh zastaví.

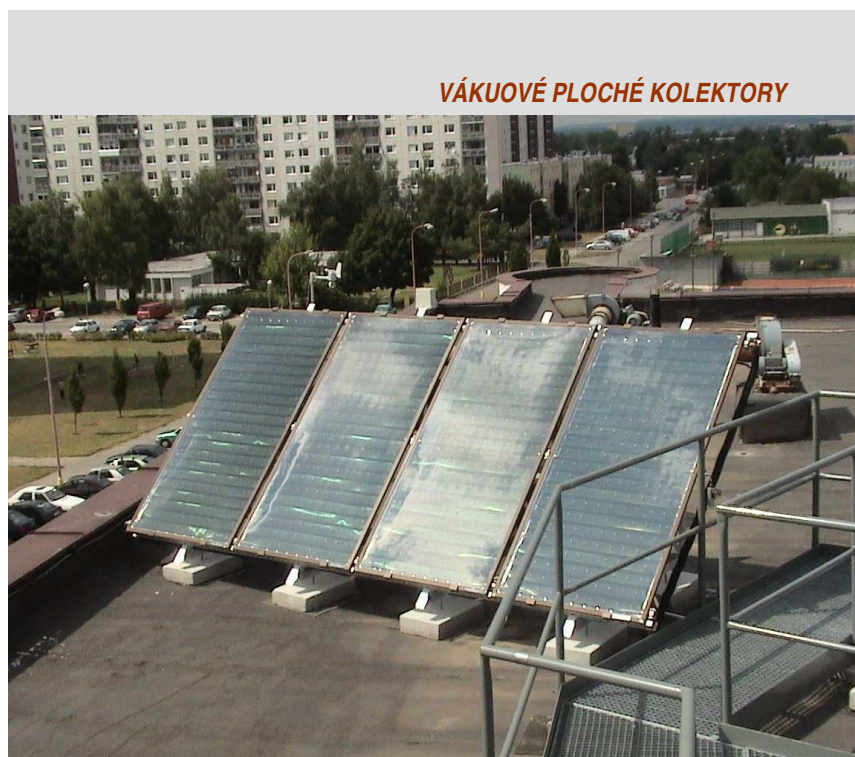


Vákuové kolektory sa používajú v prípadoch, ak je potrebné ohriať vodu na vyššiu teplotu. V porovnaní s ostatnými kolektormi ohrievajúcimi vodu, sú v oblastiach s nižším slnečným svitom oveľa účinnejšie. Vákuum zamedzuje vedeniu tepla, čiže tepelným stratám prúdením, a tiež stratám spôsobeným tepelnou vodivosťou vzduchu. Vákuové kolektory bývajú väčšinou z výrobnotechnických dôvodov prevedené vo forme radu trubíc.

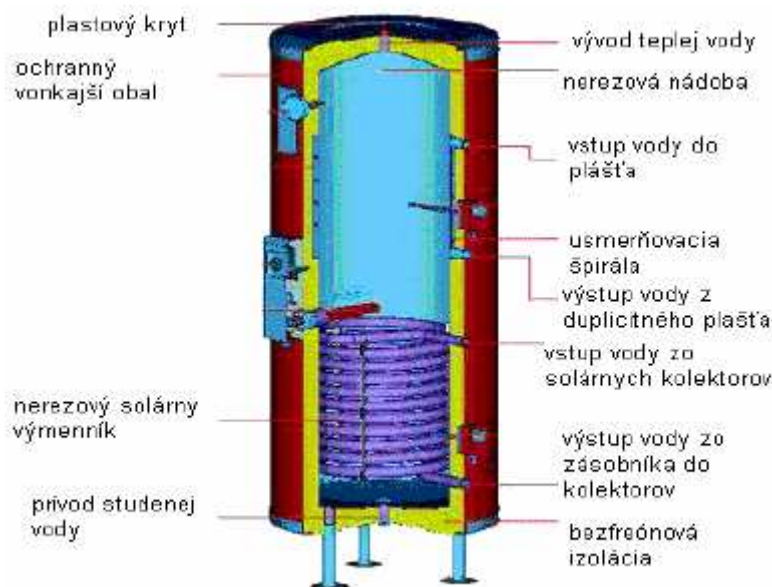
Prvenstvo v oblasti technologického prevedenia vákuových kolektorov v podobe vákuových plochých kolektorov patrí Slovensku. THERMO/SOLAR Žiar s.r.o. ako prvý a zatiaľ jediný výrobca plochých kolektorov na svete využíva výhody vákuovej izolácie. To zaručuje ich mimoriadne dlhú životnosť, ktorá je dvojnásobkom životnosti kolektorov s nevákuovou izoláciou. Priemerný ročný energetický zisk je približne o 20 až 30 % vyšší ako u porovnateľného nevákuového plochého kolektora.

Nevýhodou vákuových kolektorov je pomer medzi cenou a výkonom. Vďaka vákuu dosahujú vyššiu účinnosť a vyššie teploty, na druhej strane sú náročnejšie na výrobu a udržanie vákua, a teda aj drahšie. Keďže na jednotku plochy, ktorú zaberajú na streche s nimi nemožno pri ohreve pitnej vody získať vyššie ročné tepelné výnosy oproti kvalitným plochým kolektorom, vákuové kolektory nachádzajú využitie najmä v technologických procesoch s potrebou teplej vody nad 60°C. V niektorých prípadoch sa ekonomicky uplatnia v oblasti ešte vyšších teplôt.

Ploché vákuové kolektory HELIOSTAR 400V sú inštalované aj v solárnom laboratóriu, na streche ÚBEI TT







Bojler na teplú vodu slúži na akumuláciu tepla a skladovanie teplej vody pred jej využitím. Od klasických zásobníkov sa líšia najmä väčším objemom, pretože solárne systémy pracujú s nízkoenergetickým teplom a preto potrebujú väčšie objemy na akumuláciu tepla. Obsahuje výmenník tepla napojený na solárny okruh, ktorý odovzdáva teplo získané z kolektorov a ohrieva vodu, príp. v kombinovaných systémoch aj druhý výmenník zabezpečujúci doohrev vody z klasického systému. Najčastejším konštrukčným tvarom je stojatý valcový oceľový zásobník, ktorý umožňuje ukladanie vody vo vrstvách s rôznymi teplotami – chladná voda je špecificky ťažšia a klesá na dno. Jeho vnútro je opatrené ochrannou vrstvou, ktorá je odolná voči korózii a spĺňa požiadavky potravinárskych predpisov.

### TEPELNÁ KAPACITA ZÁSOBNÍKA

Pre uchovávanie tepla sa uplatňujú len termické, resp. tepelné zásobníky, ktoré možno rozdeliť do dvoch skupín:

#### Zásobníky pre teplo citel'né resp. senzibilné

V tomto prípade je teplota média v zásobníku pri prívode tepla zvýšená, pri odbere tepla klesá. Najlepším médiom pre tepelné zásobníky v solárnej technike je bezpochyby voda. Oproti ostatným akumulárnym médiám (napr. vzduch, olej, granit a pod.) má najväčšie špecifické teplo, je lacná a všade dostupná.

#### Požiadavky kladené na teplotnosné kvapaliny:

- vysoká špecifická tepelná kapacita,
- nízka viskozita, t.j. optimálne vlastnosti pre tok a prúdenie kvapaliny,
- v oblasti prevádzkových teplôt sa nesmie prejavovať var,
- nesmie podporovať koróziu potrubia.

V stredoeurópskych klimatických podmienkach sa pre solárne systémy používajú prevažne zmesi vody s nemrznúcimi prípravkami (napr. glykol) a antikorozívnymi prísadami.



### TEPELNÉ STRATY

Nechceným sprievodným javom pri využívaní senzibilného tepla sú tepelné straty, ku ktorým dochádza po tom, ako médium v zásobníku dosiahlo vyššiu teplotu ako okolie a sú o to väčšie o koľko je väčší teplotný rozdiel.

Úniku tepla zamedzuje tepelná izolácia hrubá min. 50 mm, ktorá musí priliehať tesne na zásobník, aby nemohla vzniknúť cirkulácia vzduchu spôsobujúca ochladzovanie zásobníka. Straty tepla môže spôsobiť aj smerom nahor vyčnievajúci odber teplej vody. Preto musí byť vybavený takzvaným termosifónom príp. musí byť vedený vodorovne. Termosifón zabraňuje cirkulácii vody, ktorá stúpa v rúre nahor, na stene potrubia sa opäť ochladzuje a klesá späť. Zásobníky pozostávajú z jednej nádrže hlavne kvôli čo najnižším tepelným stratám a nízkym investičným nákladom.



### Zásobníky pre latentné teplo

Latentná energia nie je vnímaná ako citeľná, tzn. že nevedie k žiadnej zmene teploty (vzniká pri zmene skupenstva). Ibaže tepelná energia, ktorá vzniká mrznutím vody pri  $0^{\circ}\text{C}$  sa vzhľadom k nízkym teplotám nedá využiť pre vykurovanie alebo prípravu teplej vody. V súčasnosti boli objavené materiály, u ktorých zmeny skupenstva prebiehajú pri vyšších teplotách, ako napr.:

parafín, pri  $20-90^{\circ}\text{C}$ ,  
rôzne hydráty solí, medzi  $25-70^{\circ}\text{C}$ .

Výhodou týchto zásobníkov je výrazne vyššia akumulačná kapacita, ako aj fakt, že sa hladina teploty pri nabíjaní a vybíjaní (zmenou skupenstva) mení len nepatrne. Hlavný nedostatok týchto látok spočíva v tom, že niektoré v dôsledku častého nabíjania a vybíjania menia svoje vlastnosti a strácajú akumulačnú kapacitu; u iných je problém materiál tuhnući na tepelnom výmenníku. Na vývoji týchto zásobníkov sa stále pracuje.

### SOLÁRNY OKRUH

#### Potrubné rozvody

Slúžia na prenos tepla medzi kolektorom a zásobníkom pomocou teplotnosného média. Výber materiálu závisí od veľkosti sústavy a tiež materiálu absorbéra. Pre potrubia v solárnych systémoch pripadajú do úvahy nasledovné materiály:

- medené rúrky (tvrdé, mäkké),
- ocelové rúrky a rúrky z mäkkej ocele,
- rúrky so sieťovaného polyetylénu (pre teplovodné inštalácie).

#### Expanzná nádrž

Expanzná nádoba v solárnej sústave by mala pohltiť objemové zmeny teplotnosnej kvapaliny vplyvom tepelnej rozťažnosti bez jej strát a udržať pretlak v solárnej sústave v predpísaných medziach pri všetkých prevádzkových stavoch. Musí byť dimenzovaná na:

- zaistenie minimálneho objemu teplotnosnej látky v nádobe v studenom stave,
- zmenu objemu teplotnosnej látky v sústave zo studeného stavu daného minimálnou teplotou na maximálnu prevádzkovú teplotu,
- vytlačenie objemu teplotnosnej kvapaliny z kolektora pri nožnej tvorbe pary.

#### Obehové čerpadlo s armatúrami

Obehové čerpadlo má spotrebovať čo najmenej energie. Pomocou troch až štyroch prepínateľných výkonových stupňov môže byť objemový prietok zvolený tak, aby pri max. výkone kolektora (pri silnom slnečnom žiarení) vznikol teplotný rozdiel medzi prítokom a spätným tokom asi  $8 - 12^{\circ}\text{C}$  a to pri strednom stupni. V prípade potreby sa ešte môže prepnúť nahor alebo nadol. Príkion obehového čerpadla obvykle nie je väčší ako 65 W.

#### Regulácia

Riadenie, resp. koordinačné centrum solárneho systému, má plniť nasledovné úlohy:

- riadenie obehového čerpadla v solárnom okruhu za účelom optimalizácie ziskov z kolektorov a zásobníka,
- udržiavanie hraničných teplotných hodnôt v zásobníku.





## KONCENTRUJÚCE KOLEKTORY

Koncentrujúce kolektory sústreďujú priame slnečné žiarenie pomocou valcových, väčšinou parabolických zrkadiel na potrubie alebo pomocou kruhových zrkadiel do jedného ohniska, čím sa dajú dosiahnuť značne vysoké teploty. Takéto kolektory sa používajú najmä v solárnych elektrárňach na ohrev pracovnej látky na vysokú teplotu (250 až 800°C). Zariadenia sú vybavené natáčacím mechanizmom, ktorý ovláda počítač. Ten mení ich polohu počas celého dňa, keďže najväčší zisk sa dosiahne pri kolmom dopade žiarenia na zrkadlá. Umožňujú im to dve osi, ktoré sledujú pohyb slnka nielen od východu na západ, ale aj od severu na juh, čím dosiahnu optimálnu polohu počas celého roka.

Ku kolektorom koncentrujúcim žiarenie pomocou reflexie je možné počítať aj rovinné zrkadlá, ktoré môžu byť navádzané pomocou jednej alebo dvoch osí. Väčšinou sa jedná o viacej zrkadiel, ktoré odrážajú slnečné žiarenie do prijímacieho zariadenia, v

ktorom sa na základe koncentrácie žiarenia vytvárajú vysoké teploty. K získavaniu tepla pre technologické procesy sa používajú kolektory koncentrujúce svetlo, ktoré majú za úlohu priviesť slnečné žiarenie na určité miesto. Rad heliostatov odráža slnečné svetlo na prijímač (vežový princíp na obrázku v pravo), kde vzniká dôsledkom koncentrácie slnečného žiarenia vysoká teplota. Tam sa sústredená tepelná energia privádza pomocou transportného média (napr. kvapalného sodíka) do zásobníka a využíva sa k výrobe pary vo výparníku. Para potom poháňa parný stroj, ktorý otáča generátorom, vyrábajúcim elektrický prúd.

Nevýhodou týchto zariadení je nákladné natáčanie zrkadiel za slnkom a skutočnosť, že nedokážu zvýšiť hustotu toku rozptýleného žiarenia, preto svoje uplatnenie nachádzajú v púštnych oblastiach, kde je vysoká intenzita slnečného žiarenia s minimálnym počtom oblačných dní.

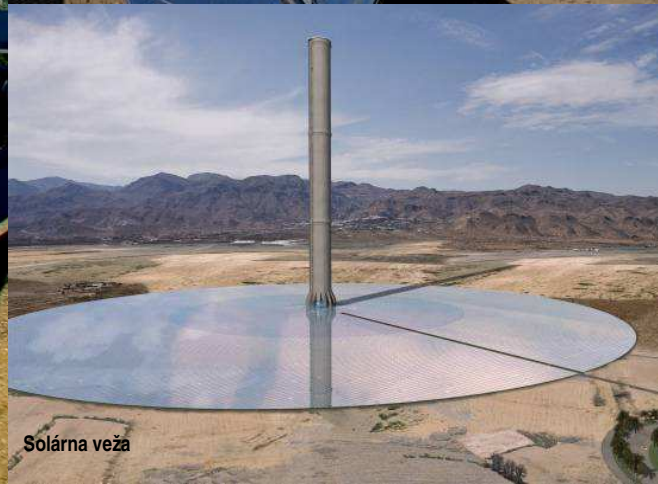




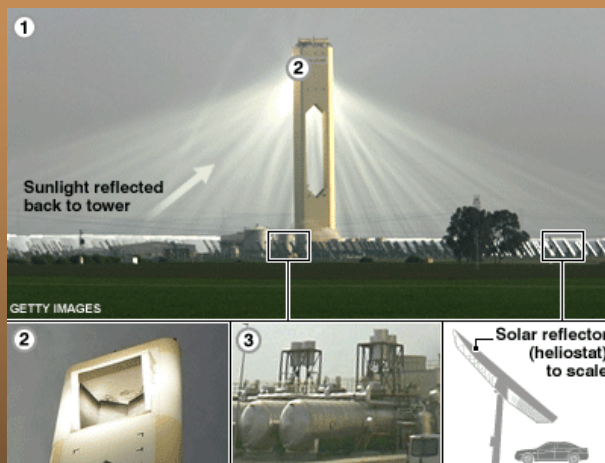
Sústava parabolických zrkadiel



Solárne parabolické korytá

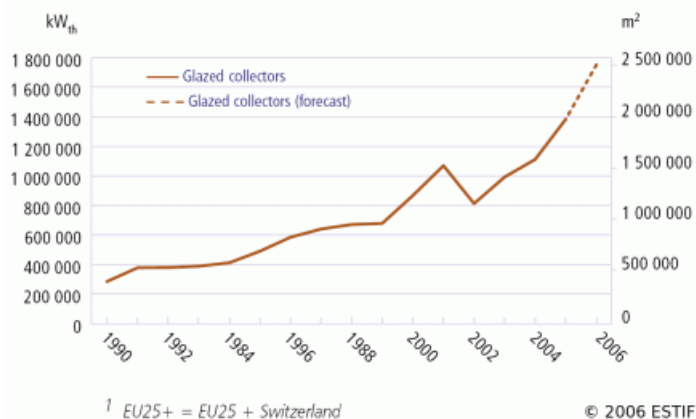


Solárna veža



1. Solárna veža je obklopená oceľovými reflektormi (heliostatmi), ktoré sledujú slnko a odrážajú jeho lúče na zásobník tepla umiestnený na vrchole veže.
2. Zásobník konvertuje koncentrovanú slnečnú energiu z heliostatov na paru.
3. Para sa uschováva v nádržiach a využíva na pohon turbín, ktoré vyrábajú elektrickú energiu.

## EURÓPSKY SOLÁRNY TRH

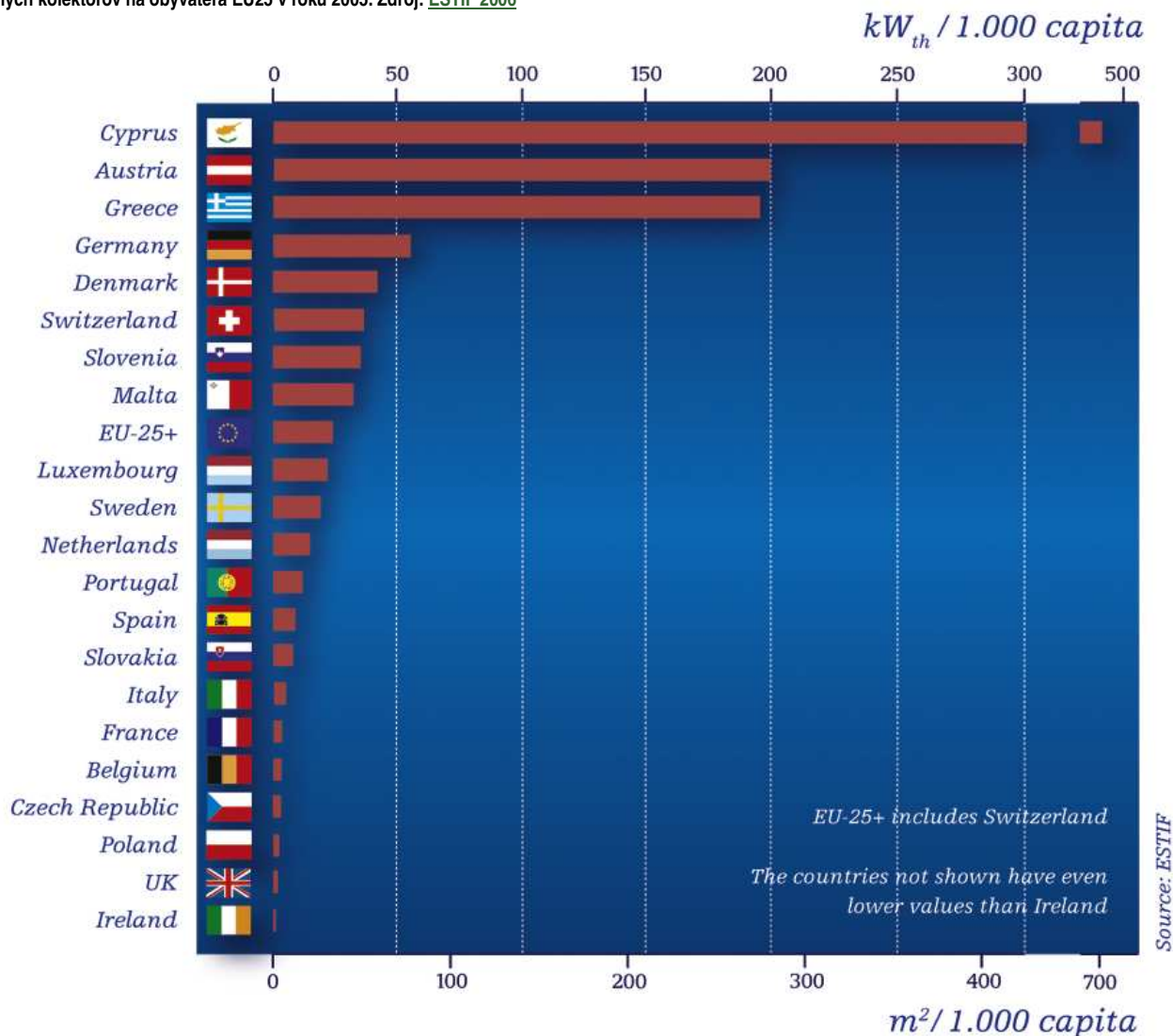


Nárast inštalovanej kapacity solárnej termálnej energie v období rokov 1990-2005 v krajinách EÚ + Švajčiarsko. Zdroj: [ESTIF 2006](#)

Trh so slnečnými tepelnými technológiami sa začal intenzívnejšie rozvíjať v 90-tych rokoch a to predovšetkým v Nemecku, Rakúsku a Grécku, kde v roku 2001 bolo skoncentrovaných až 82% funkčných inštalácií. Na druhej strane, napríklad v roku 2002 už malo Dánsko väčšiu solárnu termálnu kapacitu ako Francúzsko alebo Španielsko. Porovnávajúc údaje z roku 2001, napr. za Taliansko (6m² na 1000 obyvateľov), Švédsko (18m²), Francúzsko (4m²) a Nemecko (44m²) je zrejmé, že (podobne ako vo fotovoltike) klimatické podmienky nie sú rozhodujúcim kritériom rozvoja trhu. V roku 2005 narástol trh oproti predchádzajúcemu roku o 26% a dosiahol tak-

mer 2 milióny m² inštalácií. Obrovský nárast zaznamenalo Francúzsko (134%), za ktorým nasledovalo Rakúsko (28%) a Nemecko (27%). Spolu s Gréckom tieto krajiny reprezentovali viac ako 70% trhu krajín EÚ. V prepočte na obyvateľa je Cyprus svetovým lídrom v rozvoji týchto technológií (800m² na 1000 obyvateľov). Využívajú sa na 98% domov a 53% hotelov, pričom ide dominantne o termosifónové kolektory, u ktorých je návratnosť investícií v tomto prípade štyri roky. Naproti tomu na Malte, ktorá má podobné klimatické a geografické podmienky a tiež štruktúru byvania, je využitie solárnych termálnych systémov minimálne.

Plocha slnečných kolektorov na obyvateľa EÚ25 v roku 2005. Zdroj: [ESTIF 2006](#)





# FOTOVOLTICKÉ SYSTÉMY

Fotovoltaika (FV) je súbor technológií, ktoré s využitím polovodičových materiálov premieňajú slnečné svetlo (fotóny) na elektrinu. Proces energetickej premeny je priamy (bez medzistupňov) a nevyvolávajú sa pri ňom žiadne emisie skleníkových plynov alebo častíc. FV sa stala jedným z najrýchlejšie sa rozvíjajúcim odborom (v celosvetovom merítku) s ročným nárastom inštalovaného výkonu prevyšujúcim 30 %. Z hľadiska vývojových trendov sa význam FV ako energetického zdroja neustále zvyšuje.



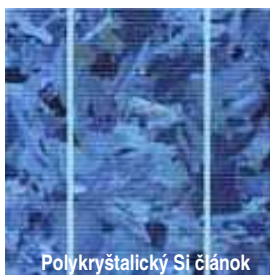
## FOTOVOLTICKÉ ČLÁNKY

FV články tvoriace FV panely slúžia na výrobu elektriny v podobe jednosmerného prúdu. Hoci sa články navonok javia ako jednoduché zariadenia, skrývajú v sebe čisté polovodičové materiály podobné tým, ktoré sa používajú v mikroprocesoroch počítačov.

Dnešné FV články sa takmer výlučne vyrábajú z kremíka (Si) - extrémne čistého, zbaveného akýchkoľvek prímiesí, preto je ich výroba finančne náročná. Hoci je Si najrozšírenejším prvkom na Zemi, jeho spracovanie do formy polovodiča je technologicky náročné. V laboratórnych podmienkach sú dnes už vyvíjané aj články založené na iných materiáloch ako je Si. So svojimi vlastnosťami však zatiaľ nenašli širšie uplatnenie na trhu so solárnou technikou.



Monokryštalický Si článok



Polykryštalický Si článok

### Najpoužívanějšíe typy FV článkov

články z amorfneho Si

Stupeň účinnosti premeny slnečnej energie v laboratórnych podmienkach dosahuje 10 %, v praxi 4 – 8 %. Nevýhodou je nedostatočná dlhodobá stabilita, ktorá je podstatne menšia ako u iných článkov.

monokryštalické Si články

V súčasnosti najpoužívanější a najdôslednejšie prepracovaný. V laboratórnych podmienkach možno dosiahnuť účinnosť až 20 %, v praxi 14 – 16 %. Zvýšenie účinnosti sa dosahuje povrchovým štruktúrovaním a antireflexnou vrstvou na prednej strane článku.

polykryštalické Si články

Jedná sa napr. o články vyrobené z liateho Si. V porovnaní s monokryštalickým Si je ich účinnosť nižšia (11 – 14,5 %) a aj rýchlejšie klesá s dobou použitia.

tenkovrstvové články

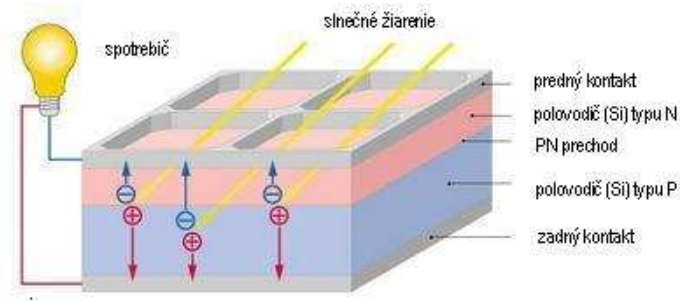
Sú vyrábané z teluridu kadmátneho (CdTe), zliatiny CIS (CuInSe), CIGS (CuInGaSe, príp. CuInGaS) a pod. Súčasné využitie je zanedbateľné.

články z arzenidu gália (GaAs)



Základnou jednotkou FV systémov na báze kryštalického Si sú články, ktoré sa spájajú do modulov resp. panelov. Panel tvorí väčší počet článkov zapojených do série, aby sa súčtom napätí jednotlivých článkov vytvorilo použiteľné výstupné napätie celého modulu. Pri sériovom zapojení tečie prúd všetkými článkami rovnako. Pri zatienení jedného z článkov v paneli, prestane prúd tiecť do iných článkov aj v prípade dostatočného osvetlenia ostatných.





## PRINCÍP FUNKCIE FV ČLÁNKU

FV článok pracuje na fyzikálnom princípe toku elektrického prúdu medzi dvoma prepojenými polovodičmi s rozdielnymi elektrickými vlastnosťami, na ktoré dopadá svetelné žiarenie. Jedna vrstva Si sa vďaka prímеси atómov fosforu vyznačuje nadbytkom elektrónov (záporných nábojov) a označuje sa ako "N-vrstva". Druhá vrstva kremíka je obohatená atómami bóru, čím v nej vzniká nedostatok elektrónov, označuje sa ako "P-vrstva" a má kladný náboj. Medzi oboma vrstvami vzniká tzv. P-N prechod, ktorý je pri dopade slnečného žiarenia aktivo-

vaný a pripojenými vodičmi tečie medzi oboma vrstvami elektrický prúd. P-N prechod je polovodič, pretože na rozdiel od striedavých elektrických zariadení prúd tečie len jedným smerom – od záporného pólu ku kladnému. Pri dopade slnečného žiarenia, alebo iného svetelného zdroja na polovodič má napätie medzi oboma pólmi hodnotu približne 0,5 V. Pretekajúci prúd závisí od intenzity slnečného žiarenia (množstva dopadajúcich fotónov) a veľkosti článku, ktorých je v paneli umiestnených niekoľko (napätie býva zvyčajne 12 - 24 V).

Jednosmerný prúd, ktorého zdrojom je sústava FV článkov tvoriacich modul, využíva mnoho jednoduchých elektrických zariadení, ako sú napr. prenosné elektrospotrebiče na batérie. Striedavý prúd je dodávaný verejnou elektrickou sieťou a využíva ho väčšina bežných elektrospotrebičov. V najjednoduchších solárnych aplikáciách je jednosmerný prúd vyrábaný FV článkami využívaný elektrospotrebičmi priamo. V aplikáciách, kde je potrebný striedavý prúd je potrebné použiť tzv. menič, ktorý z jednosmerného vyrába prúd striedavý.

## MNOŽSTVO VYROBENEJ ENERGIE

Pre zhodnotenie množstva energie, ktorú možno v našich podmienkach článkami získať, je nutné poznať množstvo dopadajúceho slnečného žiarenia a výkon článku.

### VÝKON FV ČLÁNKU

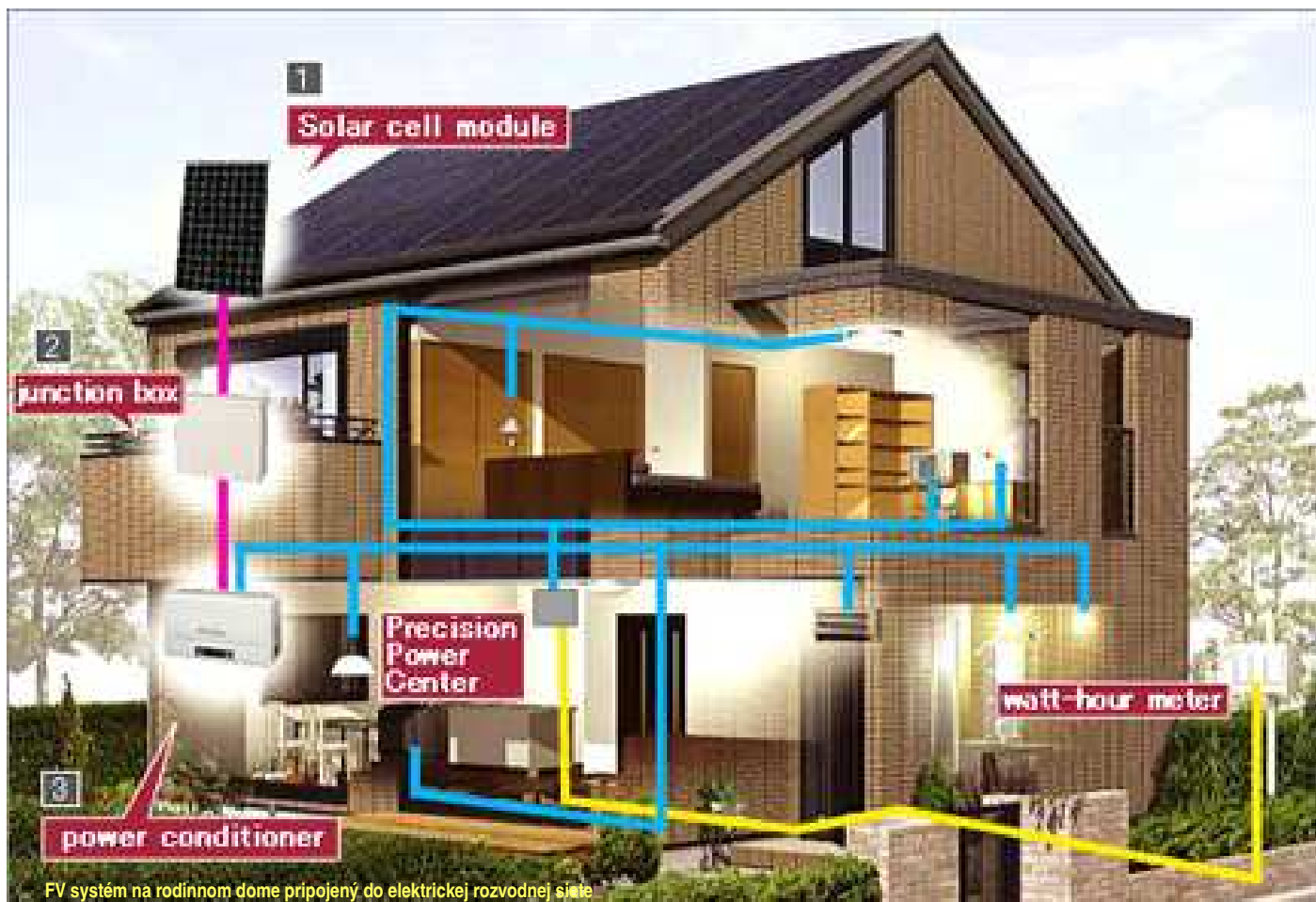
Bežný FV článok veľkosti 100 cm<sup>2</sup> s účinnosťou 10 % dokáže za jasného dňa vyrobiť 1 W elektrickej energie. Tým, že sa pre amorfne Si články vyrobené z tenkého filmu vyžaduje len tak málo aktívneho materiálu, je 1g Si schopný počas svojej životnosti vyrobiť porovnateľné množstvo elektriny ako 1g uránu v atómovej elektrárni. Výkon panelov sa vyjadruje hodnotou špičkového výkonu  $W_p$ . 1  $W_p$  je výkon zariadenia pri špecifických podmienkach (pri intenzite slnečného žiarenia 1000 W/m<sup>2</sup> dopadajúceho na článok pri teplote 25°C). Tieto podmienky dosiahneme pri dobrom počasí, kedy je slnko na oblohe v najvyššom bode. Na dosiahnutie 1  $W_p$  výkonu je potrebný článok cca 10 × 10 cm (panel rozmerov 1m × 40 cm má špičkový výkon 40 – 50  $W_p$ ). Vzhľadom na to, že intenzita slnečného žiarenia (podmienky strednej Európy) je nižšia ako 1000 W/m<sup>2</sup> možno očakávať priemerný denný zisk 2,5 - 3 Wh z každého  $W_p$ .

### INTENZITA SLNEČNÉHO ŽIARENIA

Množstvo dopadajúcej energie sa mení počas roka a predstavuje napr. menej ako 0,8 kWh/m<sup>2</sup> za deň počas zimy v Severnej Európe až po viac ako 4 kWh/m<sup>2</sup> za deň počas leta v tomto regióne. Tento rozdiel sa znižuje pre regióny, ktoré ležia bližšie k rovníku, kde je intenzita žiarenia najvyššia. Je evidentné, že geografické a sezónne rozdiely sú značné a musia byť brané do úvahy pri navrhovaní solárnych aplikácií. Úrovně slnečného žiarenia dopadajúceho na plochu 1 m<sup>2</sup> (pri sklone 30°) v závislosti na ročnej dobe sú znázornené v tabuľke.

MESIAC	Európa			Karibská
	južná	stredná	severná	oblasť
	kWh/m <sup>2</sup> .deň			
január	2,6	1,7	0,8	5,1
február	3,9	3,2	1,5	5,6
marec	4,6	3,6	2,6	6,0
apríl	5,9	4,7	3,4	6,2
máj	6,3	5,3	4,2	6,1
jún	6,9	5,9	5,0	5,9
júl	7,5	6,0	4,4	6,0
august	6,6	5,3	4,0	6,1
september	5,5	4,4	3,3	5,7
október	4,5	3,3	2,1	5,3
november	3,0	2,1	1,2	5,1
december	2,7	1,7	0,8	4,8
ROK	5,0	3,9	2,8	5,7

Tab. 3 Zmeny intenzity slnečného žiarenia v niektorých oblastiach sveta (sklon povrchu 30 stupňov)



FV systém na rodinnom dome pripojený do elektrickej rozvodnej siete

- Electricity which is produced by HT solar cell modules run to power conditioner (direct current electric power)
- The electricity is changed and run to the house (alternating current)
- sell or buy electricity (alternating current)

## TYPY FOTOVOLTICKÝCH SYSTÉMOV

**Systémy pracujúce v samostatnom režime** (off-grid) pozostávajú z FV modulov, batérie a kontrolného mechanizmu chrániaceho batériu pred nadmerným nabíjaním a vybitím. Väčšie systémy môžu obsahovať aj menič napätia na transformáciu jednosmerného prúdu na striedavý s napätím 220 V. Vyznačujú sa nízkymi prevádzkovými, stavebnými nákladmi a ich mobilitou. Ich nevýhodou je, že sú navrhnuté pre podmienky pokrytia spotreby v zimnom období a energia nimi vyrobená v letnom období je takmer nevyužitá. Malé systémy (niekoľko desiatok až stoviek  $W_p$ ) sa používajú na napájanie telekomunikačnej, navigačnej a signalizačnej techniky. Väčšie systémy (niekoľko stoviek  $W_p$  až  $kW_p$ ) sa používajú na zásobovanie sídel mimo dosahu rozvodnej siete a horských chat, často však aj v prípadoch keď sa prevádzkovateľ chce vyhnúť komplikáciám spojeným z pripojením na sieť. Očakáva sa, že zohrajú kľúčovú úlohu pri elektrifikácii vidieckych oblastí tretieho sveta.

**Hybridné systémy**, ktoré sa skladajú z kombinácie FV článkov a iných zdrojov energie, napr. dieselových alebo veterných generátorov prúdu. Obsahujú tiež jednu alebo viac batérií; vyžadujú zložitejšie regulačné a riadiace prvky. Uplatnenie nachádzajú pri potrebe nepretržitého spoľahlivého zdroja energie, prípadne vyššieho výkonu ako je schopný dodať len samotný solárny systém. Keďže iný druh zdroja do systému dodáva energiu len do doby, pokiaľ sa solárne batérie nenabijú, možno ho nazvať záložným. Popri bežných generátoroch prúdu je možné nainštalovať aj

malé vodné elektrárne, prípadne veterné generátory a tým vytvoriť väčší hybridný systém. Automatický chod zabezpečujú moderné elektronické regulačné zariadenia. V porovnaní so samotnými pracujúcimi systémami majú väčší zisk energie a sú navrhované tak, aby bola spotreba energie v lete čo najefektívnejšia, pričom záložný zdroj pracuje najmä v zime.

**Systémy pripojené do elektrickej rozvodnej siete** (grid-connected) pracujúce ako samostatné elektrárne dodávajú energiu do siete. Obsahujú súbor FV modulov, menič napätia, zariadenie na meranie a sieťovú ochranu. Pripojenie do siete zvyčajne zabezpečujú dva elektromery, jeden meria sľučnú elektrinu dodávanú do siete a druhý elektrinu, ktorú domácnosť zo siete odoberá. Vyznačuje sa veľkou účinnosťou, pretože všetka vyrobená energia sa spotrebuje priamo na mieste, alebo sa dostáva do siete. Hlavným dôvodom inštalácie je zníženie kúpenej energie zo siete, prípadne finančný zisk z predaja prebytočnej energie. V praxi to funguje tak, že v prípade ak solárny systém dodáva energiu do siete, merač spotreby elektriny sa točí naopak. Ak FV články nestačia pokryť spotrebu, sieť nahrádza batériu a v prípade potreby slúži ako záložný zdroj. Najčastejšie sa používajú systémy s kapacitou 1 – 5  $kW_p$  na strechách rodinných domov. Z hľadiska investora je atraktívne budovať väčšie inštalácie na strechách polyfunkčných budov a sľučných elektrární mimo zastavaného územia s výkonom 1 – 5  $MW_p$ .



## FOTOVOLTIKA V ČÍSLACH

Vývoj FV technológií bol motivovaný pred viac ako 50 rokmi potrebou zabezpečiť energiu pre satelity. Pre vysoké ceny sa ich ďalšie využitie obmedzilo len na vybrané aplikácie, napr. v spotrebnej elektronike. Až zníženie cien polovodičov v 90. rokoch bolo impulzom rozvoja systémov na distribuovanú výrobu elektriny. Rýchly rast účinnosti FV článkov na začiatku 50. rokov sa spája s vývojom základných princípov konštrukcie a technológie článkov.

Začiatok výroby FV článku sa spája s monokryštalickým Si, ale potreba znížiť ceny vstupného materiálu viedla k vývoju blokov multikryštalického Si. Technológia výroby oboch typov článkov je veľmi podobná. Mono- alebo multikryštalické ingoty sa režu na dosičky hrúbky 0,3 mm a povrch dosičiek zdeformovaný rezaním sa odleptá. Príprava dosičiek je relatívne nákladný proces, pri ktorom sa znehodnotí takmer 50 % materiálu ingotu.

Zdokonaľovanie technológie a zavedenie hromadnej výroby sa prejavilo na výraznom znižovaní ceny FV článkov, pričom rádoové zvýšenie produkcie FV modulov malo za následok zníženie ceny o polovicu ako možno vidieť z prvých dvoch grafov napravo.

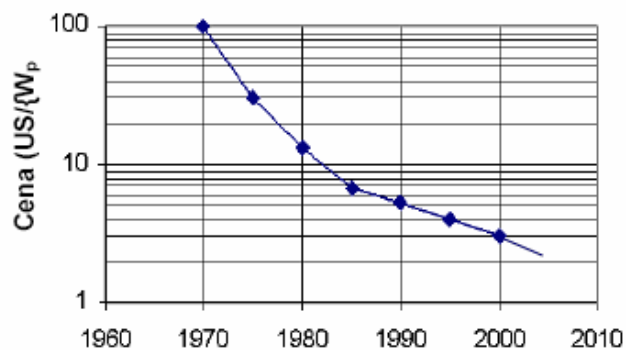
Medzi významné prednosti FV článkov z kryštalického Si patrí relatívne vysoká účinnosť, vysoká spoľahlivosť a dlhá životnosť, čím ich podiel na celkovej výrobe neustále rastie. Napriek tomu vývoj tenkovrstvových technológií doteraz nenašiel širšie uplatnenie. Zaujímavý je aj vývoj cenovej relácie FV článkov vyjadrený podielom ceny Si a ceny použitej technológie (tab. 4), z čoho vyplýva, že v období r. 1985–1995 bol vývoj zameraný predovšetkým na zlacnenie technologického procesu.

V období 1995 – 2005 sa technologický proces stabilizoval a cieľom sa stalo zníženie ceny vstupného materiálu. Súčasný podiel jednotlivých nákladov na výrobe FV článku z kryštalického Si je prehľadne zobrazený koláčovým grafom. Tu možno vidieť, že najväčší podiel z celkových nákladov predstavujú Si dosičky a odkedy sa FV stala najväčším odberateľom Si (zhruba pred 2 rokmi), začala jeho cena opäť pomerne prudko rásť (posledný graf napravo). Tento vývoj len zdôraznil potrebu ďalšieho výskumu v oblasti nových materiálov a štruktúr pre FV.

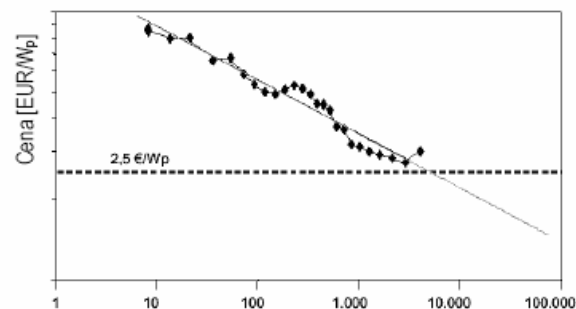
### SÚČASNÉ TRENDY

Základným trendom je neustále znižovanie výrobných nákladov na jednej strane a zvyšovanie účinnosti a životnosti článkov na strane druhej s cieľom znížiť výsledné ceny inštalovaného výkonu. Jedná sa predovšetkým o:

- znižovanie energetickej náročnosti prípravy kryštalického Si,
- znižovanie spotreby Si, t. j. znižovanie hrúbky Si dosičiek a rezu (a to zo súčasnej hrúbky dosičky 300 nm pri reze 250 nm na úroveň hrúbky dosičky 180 nm pri reze 160 nm),
- znižovanie materiálovej náročnosti, predovšetkým spotreby drahých materiálov ako napr. striebra (pasty) a pod.,
- zvyšovanie kapacity automatizovaných liniek,
- zvyšovanie spoľahlivosti a životnosti modulov (zo súčasných 20 na 30 rokov).



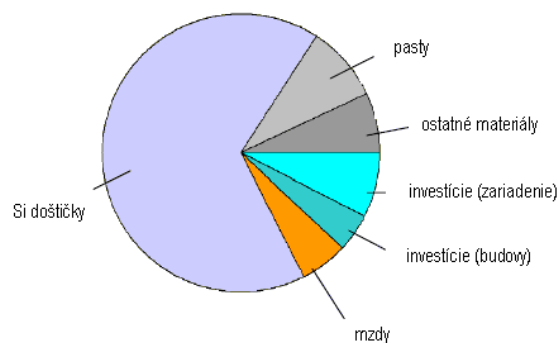
Vývoj ceny FV článkov v období 1960–2010



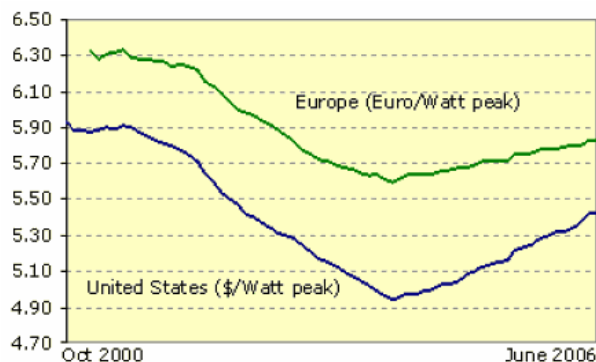
Vývoj ceny v závislosti od objemu produkcie

rok	cena Si	cena technológie
1985	50%	50%
1995	78%	22%
2005	66%	34%

Tab. 4 Podiel ceny Si dosičiek na cene FV článku



Podiel jednotlivých nákladov na výrobe FV článku



Vývoj ceny/kg polykryštalického Si

## (NE)TRADIČNÉ MOŽNOSTI VYUŽITIA FOTOVOLTIKY U NÁS A VO SVETE

Pre mnoho aplikácií sú FV články výhodnou alternatívou ku klasickým palivám, alebo všade tam, kde je problém s dodávkou elektrickej energie zo siete. Využitie vo svete je veľmi pestré.

Na napájanie vesmírnych satelitov a družíc elektrickou energiou sa FV články používajú od roku 1960. Parametre takýchto FV článkov sa výrazne líšia od bežných článkov, keďže nie sú limitované trhovou cenou a vyžaduje sa maximálna účinnosť pri minimálnej hmotnosti a rozmeroch a tiež vysoká spoľahlivosť a extrémna mechanická a klimatická odolnosť.

V poslednom čase sa začali malé FV články používať na prevádzku verejných telefónnych automatov, na osvetlenie autobusových zastávok, diaľničných odpočívadiel, dopravných značiek, parkovacích automatov, ako aj všade tam, kde nie je elektrická energia bežne dostupná. Keďže sa osvetlenie využíva hlavne v noci je potrebné zabezpečiť akumuláciu energie vyrobenej počas dňa pomocou batérií špeciálne na to určených. Také isté požiadavky platia aj pre výstražné zariadenia s tým rozdielom, že je nutné zabezpečiť aj napájanie z verejnej siete v prípade nepriaznivého počasia.

Príkladom inštalácie FV článkov je aj prvá česká slnečná elektrárňa v Dukovanoch s plochou 75 m<sup>2</sup>, ktorú tvorí celkovo 200 FV panelov s výkonom 10 kW. Špičkový výkon je 53 W/čl. a optimálne napätie 17,5 V/čl. V súčasnosti slúži na demonštračné účely v rámci informačného strediska Jadrovej elektrárne Dukovany a ročne sa tu vyrobí 8000 kWh energie. Celkové investičné náklady po premiestnení elektrárne do Dukovan, doplnení chýbajúcich panelov a vývoji softvéru, presiahli 10 mil. Kč.

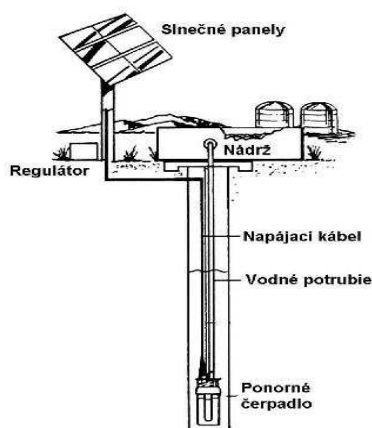
Avšak najväčšia FV elektrárňa v strednej Európe, ktorá zaberá plochu dvoch futbalových ihrísk, sa nachádza v Bušanoviciach. Výstavba stála 85 mil. Kč, na ktorých sa sumou 30 mil. podieľalo aj Ministerstvo priemyslu a obchodu ČR. Elektrárňa je v prevádzke od 1. februára 2007 a za prvý rok vyrobila 800 000 kWh energie, čo je o 1/4 viac než sa odhadovalo. V súčasnosti sa plocha panelov zdvojnásobila a odhaduje sa, že v roku 2008 elektrárňa vyrobí viac než 1,26 GWh energie. Náklady na druhú etapu dostavby dosiahli 77 mil. Kč. Štvorcový meter panelov pritom vyprodukuje za rok toľko energie, ktorá sa údajne rovná spáleniu 250 kg uhlia, čím sa usporí cca 750 t CO<sub>2</sub> vypusteného do ovzdušia za rok.



Slnečná elektrárňa v Dukovanoch



Slnečná elektrárňa v Bušanoviciach



### Solárne čerpanie vody

Solárne systémy poháňajúce vodné čerpadlá sú vhodnou alternatívou k dieselovým generátorom alebo ručným čerpadlám, ktoré sa na tieto účely tiež používajú. Zariadenia na slnečný pohon dodávajú najviac vody, keď je spotreba najväčšia, t. j. keď slnko svieti najviac. Solárne čerpadlá pozostávajú z jedného alebo viacerých FV panelov priamo napojených na ponorné čerpadlo. Hlavný rozdiel v porovnaní s klasickými čerpadlami je v tom, že solárne napájané čerpadlá pracujú na jednosmerný prúd. Navyše intenzita čerpania vody závisí na intenzite slnečného žiarenia. Nakoľko je výhodnejšie skladovať odčerpanú vodu než energiu, solárne čerpadlá nepotrebujú batériu, ale nádrž na skladovanie vody. Solárne čerpadlá majú na rozdiel od klasických nižší výkon s pomalým čerpaním vody.





Verejné osvetlenie



Výstražné zariadenie

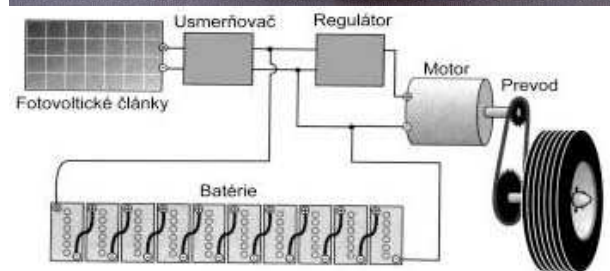
Solárne automobily sú elektroautomobily s optimalizovanou spotrebou energie vyrobenou FV článkami. Solárne automobily dnes spotrebávajú také množstvo energie zo siete, aké vyrobia FV články v slnečnej elektrárni. Názov solárny automobil je odvodený od vozidiel, ktoré nosili na strechách solárne (FV) články. Nakoľko tieto vozidlá sa vzhľadom na veľké plochy, ktoré články zaberali (8-10 m<sup>2</sup>) v praxi neosvedčili, boli tieto zdroje energie stabilne inštalované na jednom mieste (slnečná elektráreň), z ktorej sa energia čerpá pri dobíjaní akumulátorov slnečných automobilov. V prípade, keď výroba presahuje spotrebu, dodávajú tieto zdroje elektrinu do elektrickej siete. Rozdiel medzi čisto elektrickým automobilom a solárnym automobilom je len v optimalizácii účinnosti využitia energie a minimalizácii spotreby energie vyrobenej FV článkami. Na zabezpečenie energie pre automobilový park pozostávajúci z 10 solárnych vozidiel je potrebných cca 100 m<sup>2</sup> FV článkov s výkonom 10 kW. Solárne automobily môžu byť využité všade tam, kde sa nevyžaduje doprava na väčšie vzdialenosti. Ideálnym prípadom je doprava v mestách.

Zásobovanie horských chát a sídel mimo dosahu rozvodnej siete; tieto projekty sú riešené ako hybridné systémy (kombinujú solárne systémy s inými zdrojmi energie, ako je biomasa, veterné turbíny, dieslové generátory). Automatický chod zabezpečujú elektronické regulačné zariadenia, ktoré v prípade nedostatku dodávanej energie prepnú na záložný zdroj.

FV články nachádzajú uplatnenie aj pre napájanie majákov odkázaných na akumulátory, pri orientačno-bezpečnostných bójach, ktoré sa používajú pri vstupoch do prístavov, napájani klimatizačných zariadení či telemetrických staníc, ktoré sa nachádzajú v odľahlých a ťažko dostupných oblastiach.



Solárny automobil



Loď na solárny pohon



## INFORMÁCIE O PROJEKTE

### *Problémy, ktoré by mal projekt riešiť*

Otázky spotreby energie vo svete, vývoj, súčasná spotreba ako aj rozvojové tendencie a nárast cien všetkých energií patria medzi aktuálne problémy spoločnosti. Zásobovanie energiou na celom svete musí vychádzať zo sociálnych, politických, hospodárskych a ekologických podmienok.

Potreba energie v budúcnosti vychádza z nárastu populácie a je základným faktorom ekonomického a sociálneho rozvoja spoločnosti, s dôrazom na zlepšovanie kvality života. Nárast cien všetkých energií spôsobil zvýšený záujem o technológie, ktoré využívajú namiesto drahých fosílnych zdrojov obnoviteľné energetické zdroje. V záujme zabezpečenia trvalo udržateľného rozvoja by sa energia mala využívať spôsobom, ktorý rešpektuje potrebnú kvalitu ovzdušia, ľudské zdravie a životné prostredie ako celok. To vyžaduje aj využívanie environmentálne vhodných energetických systémov, predovšetkým na báze nových a obnoviteľných zdrojov energie, akou je aj solárna energia.

Na Slovensku je využívanie týchto zdrojov stále na veľmi nízkej úrovni. Problémy sú predovšetkým pri zabezpečovaní potrebných technológií ale aj pri samotnej implementácii a udržiavaní projektov zameraných na využívanie obnoviteľných zdrojov. Nedostatok finančných prostriedkov a potrebných technológií sú najčastejšie príčiny odstúpenia od realizácie projektov využívajúcich obnoviteľné zdroje, ktoré sú v prevažnej väčšine finančne a technologicky náročné.

### *Cieľové skupiny projektu*

Cieľovými skupinami projektu sú obyvatelia Trnavy a celého mikroregiónu Vážska vodná cesta, Mesto Trnava, mestá a obce, ktorým realizácia tohto projektu ukáže spôsob ako efektívne využívať obnoviteľné zdroje a uľahčí vypracovanie vlastných projektov z tejto oblasti. Ďalej sú to organizácie zaoberajúce sa problematikou využívania solárnej energie, ktoré získajú cenné skúsenosti a možnosť nadviazať spoluprácu s rakúskymi organizáciami pôsobiacim v rovnakej oblasti.

### *Aktivity projektu*

Tento projekt mal pôvodne trvať 19 mesiacov so začiatkom realizácie 1.8.2006, avšak ku koncu roka 2007 bola podaná žiadosť na Ministerstvo výstavby a regionálneho rozvoja SR o jeho predĺženie do mája 2008, ktorej bolo vyhovené.

Projekt má 4 etapy a niekoľko aktivít:

#### **Etapa 1: Prípravná a iniciačná etapa.**

V rámci tejto etapy sa uskutočnilo niekoľko seminárov a stretnutí nielen s rakúskymi partnermi, ale aj zástupcami domácich špičiek zaoberajúcich sa využívaním solárnej energie.

#### **Etapa 2: Zriadenie technicko - poradenského laboratória pre využitie a následnú propagáciu solárnej energie.**

Technicko-poradenské laboratórium spustilo svoju činnosť 30. marca 2007. Od začiatku činnosti laboratória, prebiehali v jeho priestoroch exkurzie pre školy a poradenská činnosť nielen pre verejnosť ale i pre rôzne firmy. Naďalej sa usporadúvali stretnutia s partnermi a uskutočňovali sa workshopy a semináre.

#### **Etapa 3: Príprava kooperačných projektov v oblasti využitia solárnej energie.**

V rámci 3. etapy sa začali pripravovať návrhy na rôzne kooperačné projekty v rámci využitia solárnej energie ako výsledok činnosti zriadeného technicko-poradenského laboratória. Začali sa tiež prípravné aktivity zamerané na tvorbu katalógu projektov, publikačnej činnosti a propagačnej činnosti. Uskutočnilo sa viacero stretnutí partnerov a niekoľko seminárov.

#### **Etapa 4: Záverečná etapa**

Záverečná etapa je zameraná prednostne na publicitu a stretnutia partnerov projektu.



## Interreg IIIA

### Základné ciele projektu

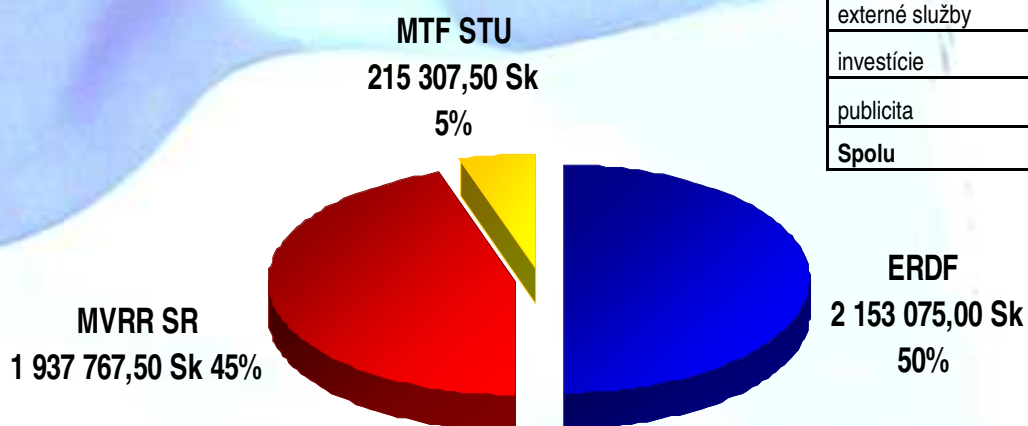
V spolupráci s rakúskym partnerom iniciovať a realizovať aktivity v oblasti využitia solárnej energie (výskum, vývoj, príprava a realizácia projektu...).

Vytvoriť trvalé kooperačné štruktúry medzi slovenskými a rakúskymi organizáciami pôsobiacimi v oblasti využitia solárnej energie.

Vytvoriť Technicko - poradenské laboratórium pre využitie a následnú propagáciu solárnej energie, ktorého úlohou bude:

- vytvoriť databázu organizácií pôsobiacich v oblasti využitia solárnej energie z oboch partnerských regiónov
- spolupracovať s odbornými centrami na Slovensku aj v Rakúsku
- iniciovať a sprostredkovať spoluprácu medzi organizáciami na projektoch zameraných na výskum, vývoj a výstavbu zariadení, ktoré využívajú solárnu energiu
- poriadat' pravidelné odborné semináre a workshopy zamerané na túto oblasť
- poskytovať poradenské služby pri tvorbe projektov na využitie solárnej energie - pomáhať pri implementácii týchto projektov
- spolupracovať s rakúskym partnerom na ďalších projektoch a spoločne organizovať pravidelné stretnutia

### Financovanie projektu



Náklady projektu	Suma
osobné náklady	802 300,00 Sk
prevádzkové náklady	451 800,00 Sk
externé služby	1 047 550,00 Sk
investície	1 024 000,00 Sk
publicita	749 500,00 Sk
<b>Spolu</b>	<b>4 306 150,00 Sk</b>

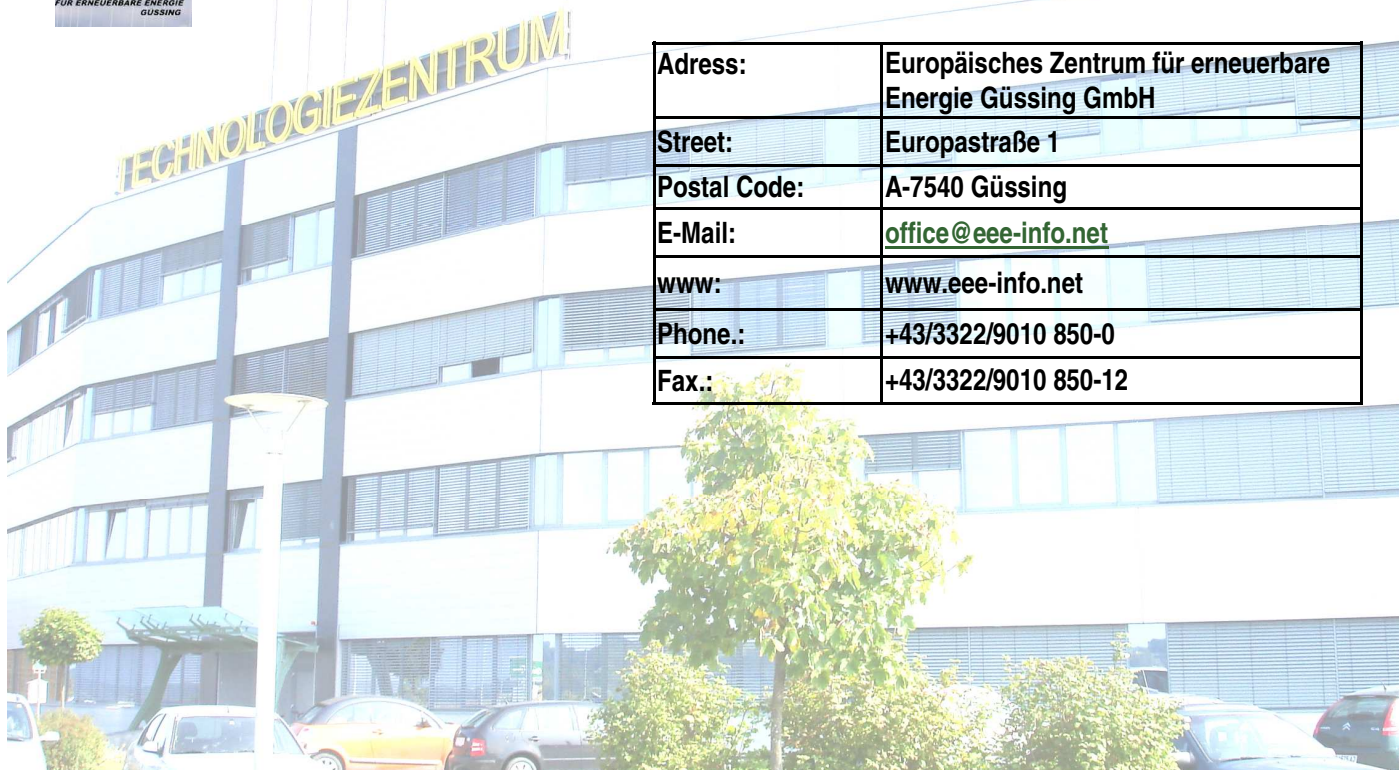


## PARTNERI PROJEKTU



**Europäisches Zentrum für erneuerbare Energie Güssing GmbH**

European Center for Renewable Energy Güssing Ltd.



Adress:	Europäisches Zentrum für erneuerbare Energie Güssing GmbH
Street:	Europastraße 1
Postal Code:	A-7540 Güssing
E-Mail:	<a href="mailto:office@eee-info.net">office@eee-info.net</a>
www:	<a href="http://www.eee-info.net">www.eee-info.net</a>
Phone.:	+43/3322/9010 850-0
Fax.:	+43/3322/9010 850-12



**DANUBE - European Programmes for Training, Research and Technology**



Name:	DANUBE
Adress:	Zieglergasse 28
Postal Code:	1070 Vienna, Austria
E-Mail:	<a href="mailto:office@danube.or.at">office@danube.or.at</a>
www:	<a href="http://www.danube.or.at">www.danube.or.at</a>
Phone.:	+43-1-524 06 06 - 0
Fax.:	+43-1-524 06 06 - 99

Danube is the regional representative for European training, research and technology programs in Vienna, Lower Austria and Burgenland. It is a partner in the Austrian Leonardo network and a founding member of LeoNet - The Leonardo Network for Academic Mobility for training and further education programs in Europe. Danube is organized as an association whose members include large and small enterprises, research companies, vocational institutions, social partners and public bodies. Target groups are companies, research and educational institutions, universities as well as technical and business colleges.





**THERMOSOLAR**

<b>Názov:</b>	<b>THERMO/SOLAR Žiar s.r.o.</b>
<b>Adresa:</b>	<b>Na vartičke 14 965 01 Žiar nad Hronom Slovenská republika</b>
<b>E-Mail:</b>	<b><a href="mailto:info@thermosolar.sk">info@thermosolar.sk</a></b>
<b>www:</b>	<b><a href="http://www.thermosolar.sk">www.thermosolar.sk</a></b>
<b>Tel.:</b>	<b>+421-45-6016080</b>
<b>Fax.:</b>	<b>+421-45-6722844</b>

Spoločnosť THERMO/SOLAR Žiar s.r.o. Žiar nad Hronom, jeden z najvýznamnejších európskych výrobcov termických slnečných kolektorov, bola založená 1.1.1992. Už v dobe vzniku stávala na viac ako 20 ročných vývojových a výrobných skúsenostiach svojich zakladateľov, hliníkarenského podniku ZSNP a.s. Žiar nad Hronom a thermosolar Energietechnik Regensburg, vtedy jedného z najväčších výrobcov slnečných kolektorov v Nemecku. Zakladatelia spoločnosti THERMO/SOLAR Žiar s.r.o. Žiar nad Hronom, vrátane spoločnosti samotnej, vyrobili počas svojej viac ako

30 ročnej existencie okolo 700.000 m<sup>2</sup> termických slnečných kolektorov. Toto množstvo predstavuje tisíce solárnych zariadení používaných na prípravu teplej úžitkovej vody, ohrev vody v bazénoch, solárne prikurovanie budov a rôzne iné špeciálne účely.

Spoločnosť kladie prvoradý dôraz na kvalitu, výskum a vývoj. Vlastní unikátne zariadenia na meranie kvality selektívnych vrstiev, solárnych skiel a výkonových parametrov kolektorov. Spolupráca s domácimi i zahraničnými univerzitami a výskumnými ústavmi prináša neustále zdokonaľovanie výrobných procesov a výrobkov. Na kolektory poskytuje záruku na dobu 12 rokov.

THERMO/SOLAR Žiar s.r.o. Žiar nad Hronom permanentne investuje nielen do výskumu a vývoja, aj do ekologizácie výroby. Výsledkom tohto snaženia je 100 % regenerácia anodizačného a vyfarbovacieho roztoku z galvanickej linky na výrobu selektívnych konverzných vrstiev.

## **EKOSOLAR**

<b>Názov:</b>	<b>EKOSOLAR s.r.o.</b>
<b>Adresa:</b>	<b>Bratislavská cesta 50 921 01 Piešťany, Slovak republic</b>
<b>E-Mail:</b>	<b><a href="mailto:korvin@ekosolar.sk">korvin@ekosolar.sk</a></b>
<b>www:</b>	<b><a href="http://www.ekosolar.sk">www.ekosolar.sk</a></b>
<b>Tel.:</b>	<b>0905 648 232</b>
<b>Fax.:</b>	<b>033/77 440 40</b>
<b>Poštová adresa:</b>	<b>Žilinska cesta 19 921 01 Piešťany</b>



Firma EKOSOLAR – Jaroslav Korvín vznikla v roku 1991 na základe poskytnutej technológie Rakúskej spoločnosti ARGE v Gleisdorfe, výroba a montáž slnečných kolektorov výlučne zo Slovenských materiálov. Už od roku 1991 je firma EKOSOLAR zmluvným partnerom v montážnej činnosti najväčšieho Slovenského výrobcu slnečných kolektorov THERMO-SOLAR Žiar nad Hronom. V roku 2005 sa založila firma EKOSOLAR s.r.o. Do roku 2007 firma úspešne vyrobila a namontovala do rodinných domov a iných objektov 4596 m<sup>2</sup> plochy slnečných kolektorov. Viac ako 561 spokojných zákazníkov.



## PROSOLAR

Názov:	PRO SOLAR s.r.o.
Adresa:	Matejková 15, 841 05 Bratislava, Slovak republic
E-Mail:	<a href="mailto:prosolar@prosolar.sk">prosolar@prosolar.sk</a>
www:	<a href="http://www.prosolar.sk">www.prosolar.sk</a>
Tel.:	+421 2 654 11 919, 0903 467 562 0905 649 428
Fax.:	+421 2 654 11 920

Spoločnosť PRO SOLAR s.r.o. vznikla v apríli 2001 ako pokračovateľ firiem pracujúcich v oblasti ÚK a MaR. Činnosť spoločnosti je zameraná na komplexnú realizáciu termosolárnych a fotovoltaičných systémov. Našou snahou je využívať doterajšie skúsenosti a zohrávať významnú úlohu pri zavádzaní solárnych systémov na Slovenskom trhu. Naším cieľom je úspešné presadzovanie a realizácia efektívnych a ekologických zdrojov akými nepochybne solárne systémy sú.

## DUEL



Názov:	Duel Námestovo, s.r.o
Adresa:	Vasíľov 43, 029 51 Lokca, Slovak republic
E-Mail:	<a href="mailto:duel@duel-ltd.sk">duel@duel-ltd.sk</a>
www:	<a href="http://www.duel-ltd.sk">www.duel-ltd.sk</a>
Tel.:	+421 43 5523 472
Fax.:	+421 43 5591 091

Spoločnosť DUEL Námestovo s.r.o. vznikla 21.11.1995 so zámerom podnikat' v oblasti automatizačnej a regulačnej techniky vykurovacích systémov. Vyrába produkty, ktoré vznikajú činnosťou vlastnej konštrukčnej kancelárie. Cieľom firmy je prispievať v čo najväčšej miere k šetreniu tepelnej energie, k jej optimálnemu využívaniu a taktiež k rozširovaniu alternatívnych druhov energií. Pracovníci spoločnosti (väčšinou vysokoškolsky vzdelaní) majú dlhodobé praktické skúsenosti z odboru automatizačnej a výpočtovej techniky a aj poznatky z množstva nasadených regulačných systémov v rodinných domoch, školách, hoteloch, priemyselných objektoch a podobne.

## AREKO



Názov:	Areko s.r.o.
Adresa:	Ivánska cesta 4, 821 04 Bratislava, Slovak republic
E-Mail:	<a href="mailto:areko@areko.sk">areko@areko.sk</a>
www:	<a href="http://www.areko.sk">www.areko.sk</a>
Tel.:	02 / 43 63 40 44 - 6
Fax.:	02 / 43 63 40 44 - 6

AREKO, s.r.o. bola založená v roku 1994.

- Od roku 1994 obchodná činnosť, montáž a servis meracej techniky zamerané na výroby nemeckého výrobcu meracej a regulačnej techniky firmy **Ahlborn AMR**, známe pod značkou **ALMEMO**. Dodávky prístrojov, meracích a regulačných zostáv a komplexných riešení.
- Montáže, opravy a revízie vyhradených plynových zariadení a potrubných systémov pre rozvod vody a kanalizácie.

## TUKE KOŠICE

Názov:	Technická univerzita v Košiciach
Adresa:	Letná 9 042 00 Košice
E-Mail:	<a href="mailto:Vasil.Demko@tuke.sk">Vasil.Demko@tuke.sk</a>
www:	<a href="http://www.tuke.sk">www.tuke.sk</a>
Tel.:	+421 55 602 21 38

Technická univerzita v Košiciach bola založená v roku 1952. Dnes má TU v Košiciach deväť fakúlt a vyše 16 tisíc študentov riadneho štúdia, pracuje na nej okolo 900 profesorov, docentov a asistentov a rovnaký počet výskumných a technicko-hospodárskych pracovníkov.

Technická univerzita v Košiciach pokrýva široké spektrum potrieb vzdelávania nielen pre región východného Slovenska, ale v mnohých odboroch je jediným centrom vedy, výskumu a vzdelávania nielen na Slovensku, ale aj v stredoeurópskom priestore. Úzko spolupracuje s inými univerzitami a s priemyselným zázemím regiónu i celého Slovenska.

## HORMANN

Názov:	Hörmann Energietechnik GmbH & Co KG
Adresa:	Rudolf Hörmann Str. 1, D-86807 Buchloe
E-Mail:	<a href="mailto:info@hoermann-energie.de">info@hoermann-energie.de</a>
www:	<a href="http://www.hoermann-energie.de">www.hoermann-energie.de</a>
Tel.:	(08241) 96 82 -200
Fax.:	(08241) 96 82 -700

The team working at our main factory situated in the town of Buchloe in the Bavaria/Germany, at our second factory in Austria HÖRMANN-INTERSTALL in St. Peter / Au and at our Swiss office consists of around 280 employees. We are locally represented in Germany, Austria and Switzerland ,but we also build livestock buildings and sheds with or without photovoltaic systems in other European countries. Production is carried out exclusively in our German and Austrian factories, which supports the local job market and makes us independent, fast and versatile.

We offer complete service from the planning to the completion of the building. As opposed to the present trend of "outsourcing", our philosophy is to maintain a close cooperation between the in-house areas dealing with planning, concrete construction, superstructure, doors and gates and the various departments involved in the construction of livestock housing. The concentration of expertise within one company, combined with our modern in-house production, has enabled us to become a versatile and powerful manufacturer in this field. We are able to stay abreast of any developments on the energy market with a special department for energy technology.

The area of power engineering focuses on the development and marketing of technical processes to produce electricity and heat from renewable energy sources. The use of photovoltaic systems to win electricity is an important part of this. In addition to installing systems on existing roofs, the HÖRMANN company also plans and constructs complete halls with photovoltaic systems. In doing so, we ensure that the installation of the photovoltaic system is consistent with the optimal use of the hall.





# SOLAR LABORATORY



## BUDOVANIE LABORATÓRIA

Vybudovanie Solárneho laboratória pozostávalo z nasledujúcich etáp:

- príprava priestorov,
- dobudovanie inžinierskych sietí - elektroinštalácia, odpad a prívod pitnej vody,
- zabezpečenie priestorov laboratória proti požiaru a krádeži,
- vybavenie laboratória nábytkom,
- inštalácia solárneho tepelného a fotovoltického systému,
- uvedenie do prevádzky v marci 2007.

Budovanie laboratória začalo ešte koncom septembra r. 2006, kedy sa začali pripravovať priestory pre výstavbu. Zo začiatku nebolo nič len prázdna miestnosť a holé steny. Na nákup technologického zariadenia a zriadenie samotného laboratória sa preinvestovali finančné prostriedky vo výške 1 922 800 Sk.

Medzi prvé kroky patrilo vybudovanie inžinierskych sietí; do laboratória bola zo spodného poschodia privedená voda, umývadlo bolo premiestnené a bol zmenený aj systém odvodu odpadovej vody. Pôvodná elektroinštalácia musela byť rozšírená z dôvodu osadenia viacerých nových zásuviek a prívodu trojfázovej siete pre potreby fotovoltického systému.

Musel sa vybrať stavebný otvor pre osadenie dverí. Od dverí bola vybudovaná konzola pre jednoduchý a bezpečný prístup k panelom umiestneným na streche. Prostredníctvom plošiny sa **zabezpečil prístup na strechu pre potreby montáže, prezentácií a údržby solárnych panelov.**

Posledným krokom prípravy bolo zabezpečenie priestorov laboratória pred požiarom, krádežou a poškodením zariadenia. Na tento účel boli inštalované železné mreže s bezpečnostným zámkom a elektronický bezpečnostný a protipožiarový systém.

Na začiatku bolo iba ...







## INŠTALÁCIA TECHNICKÝCH ZARIADENÍ



Nákup najväčšej časti technického zariadenia a podporného vybavenia laboratória bolo potrebné realizovať do konca roka 2006. Finančné prostriedky 1 734 600 Sk boli viazané harmonogramom pre čerpanie prostriedkov určených na nákup technologických zariadení laboratória určených na rok 2006. Aby sme dodržali časový plán pre čerpanie finančných prostriedkov z projektu museli sme preinvestovať 90% finančných prostriedkov určených na nákup zariadení laboratória v posledných dvoch mesiacoch roku 2006.

Samotnému nákupu predchádzal zložitý proces výberu **partnerov**—dodávateľov pre dodanie technológií a zariadení potrebných pre realizáciu projektu.

Po dodaní objednaného technického zariadenia sa čakalo na vhodné počasie pre inštaláciu solárnych systémov. Ako prvá sa inštalovala na strechu konzola pre bezpečný prístup na strechu pre potreby prezentácie, údržby a inštalácie solárnych systémov. Potom museli byť práce pre nepriazň počasia nízke teploty a dážď odložené.

Prvé sa inštalovali tepelné vákuové kolektory. Následne sa inštalovali aj fotovoltické. Všetky panely boli upevnené na konštrukcii pod uhlom 45° voči zemi smerované na juh s odklonom 5° na západ pre optimalizáciu zisku energie z dopadajúceho slnečného žiarenia.

Po inštalácii panelov sa pracovalo na systémoch už vo vnútri, kde sa inštalovalo všetko potrebné vybavenie oboch technologických celkov. Tieto práce prebiehali **v druhej polovici januára a prvej polovici februára**. Inštalovanie tepelného systému zabezpečovala firma Ekosolar Piešťany. Pre potreby nášho prezentačného, propagačného a poradenského laboratória boli zvolené vákuové slnečné kolektory od najväčšieho slovenského výrobcu Thermosolar Žiar nad Hronom. Pri fotovoltickom systéme bol zvolený systém monokryštalických fotovoltických panelov, ktorý dodala firma Prosolar spolu s celým fotovoltickým systémom. Oba tieto systémy dosahujú najvyššiu účinnosť spomedzi bežných komerčne dostupných riešení.







## TEPELNÝ SOLÁRNY SYSTÉM



Slnéčné žiarenie dopadajúce na kolektory pri absorbovaní ohrieva vodu v kolektore. Studená voda je tlačaná na ohrev kolektoroch kde ju absorbované slnečné žiarenie ohrieva a putuje ďalej do zásobnej nádrže s výmenníkom tepla. Ohriata voda je následne používaná ako teplá úžitková voda na oplach laboratórneho skla; alebo sa využíva aj na ohrev vzduchu v miestnosti prostredníctvom radiátorov.

→ ohriata voda  
→ ochladená voda

„Hlavou“ celého systému je radiacia jednotka DX4102.S, ktorá na základe podnetov zo snímačov riadi celú činnosť čerpadla a zabezpečuje tak efektívny ohrev vody v kolektoroch. Radiacia jednotka je vybavená datalogerom, ktorý spracováva a posíla hodnoty do počítača cez univerzálny sériový port.

↔ dátový tok medzi PC a datalogerom



Akumulačná nádrž, ktorá slúži zároveň aj ako výmenník tepla pre ohrev TUV a vody pre vykurovanie.

„Srdcom“ celého systému je čerpadlo, ktoré tlačí chladnejšiu vodu na ohrev do kolektorov.

Pre vyrovnávanie zmien tlaku v tepelnom systéme je inštalovaná expanzná nádrž.

Na vstupe do čerpadla je nainštalovaný prietokomer, ktorý spolu s teplotu a tlak merajúcimi snímačmi slúžia pri regulovaní celého procesu.

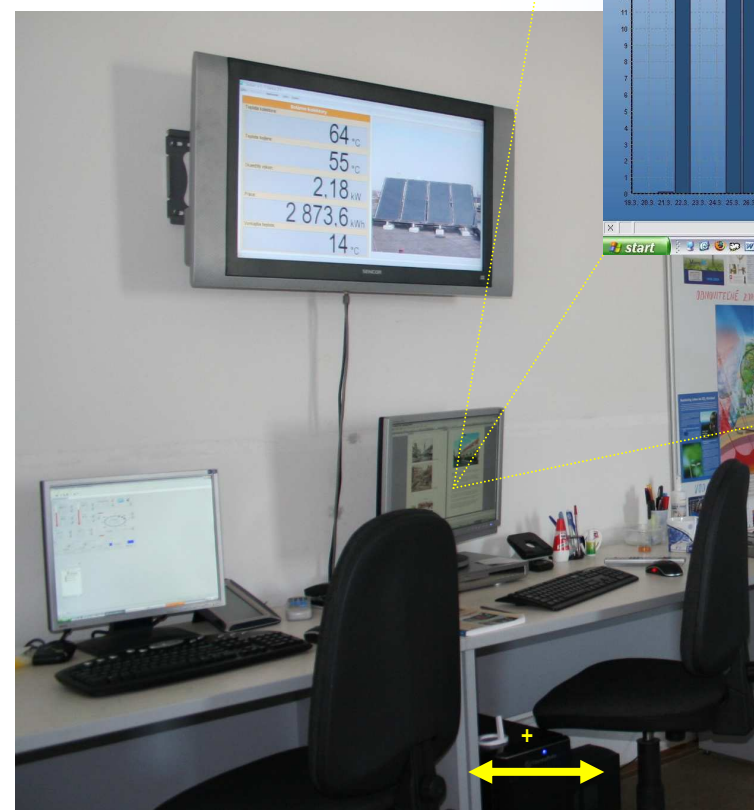
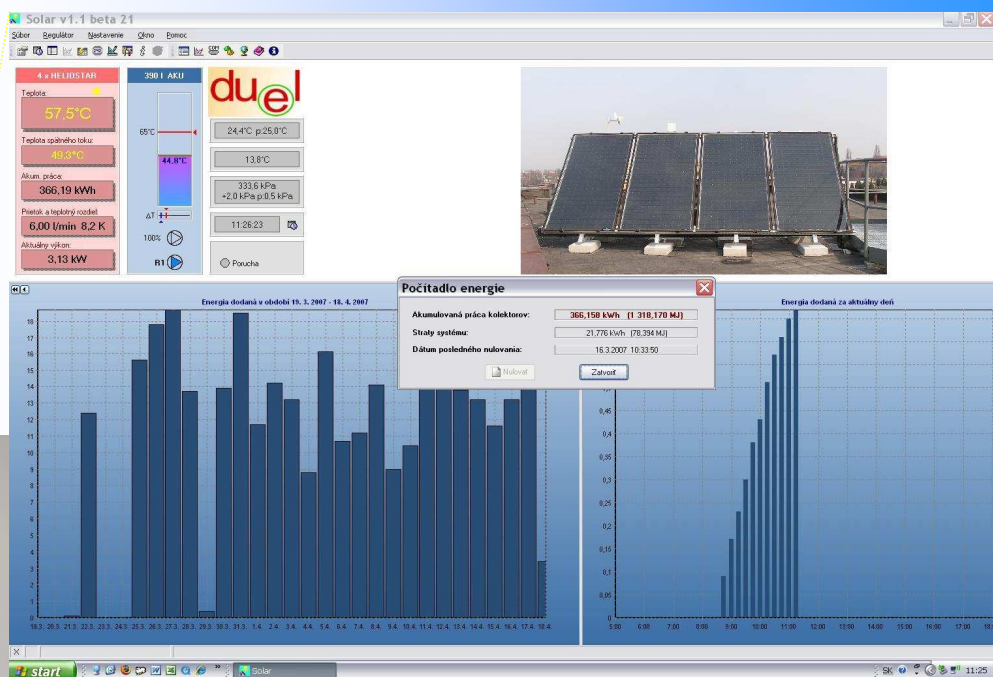
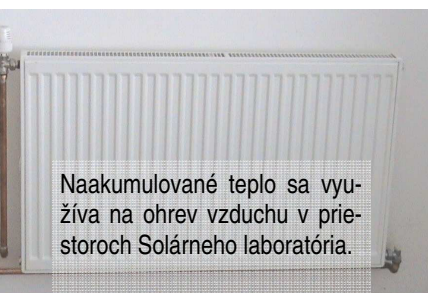


Zostava inštalovaného tepelného systému na ÚBEI TT:

- 4 kusy vákuových kolektorov TS400V s celkovou plochou kolektorov 8m<sup>2</sup>, podstavová konštrukcia pre upevnenie panelov
- potrubný systém s izoláciou
- akumulčná nádrž teplej vody (SOLAR akumulčný bojler SISS/150L) s celkovým objemom 550l a objemom na ohrievanú vodu 150l
- obehové čerpadlo s pre primárny kruh príslušenstvom (plniaci a uzavierací ventil, spätná klapka, poistný ventil, tlakomer, teplomer, expanzná nádrž). Teplonosné médium voda plus nemrznúca zmes.
- obehové čerpadlo pre sekundárny okruh s ohriatou vodou, expanzná nádrž, a dva radiátory ako spotrebiče tepelnej energie
- riadiaca jednotka – datalogger DX4120.S s digitálnym výstupom veličín do počítača, softvérom pre vyhodnocovanie nameraných údajov

Vákuové kolektory poskytujú výhodu pre získavanie tepla aj v chladnejších mesiacoch z dôvodu nižších strát tepla do okolia. Priemerný ročný energetický zisk H400 V je približne o 20 až 30% v porovnaní s nevákuovým plochým kolektorom.

Náš solárny tepelný systém je volený aby reprezentoval najlepšie a najefektívnejšie riešenie tepelného predohrevu vody v našich podmienkach preto sú inštalované kolektory vákuové a sú nasmerované smerom na južnú stranu so sklonom 45° voči zemi pre optimálny zisk tepelnej energie počas celého roka.



+ počítač slúži za pomoci programu Solar na vyhodnocovanie a nastavovanie tepelného systému. Program umožňuje kontinuálne meranie zobrazovanie a zaznamenávanie nameraných hodnôt

↔ dátový tok medzi datalogerom a PC





## FOTOVOLTICKÝ SYSTÉM

Inštalácia fotovoltického systému prebiehala v prvej polovici mesiaca február roku 2007.

Fotovoltický systém bol dodaný firmou Prosolar z Bratislavy pozostávajúci z:

- 4 fotovoltických panelov typu PM125 s celkovým inštalovaným výkonom 500W s účinnosťou 16%,
- menič napätia Sunville 1500W, ktorý premieňa jednosmerné napätie na striedavé sieťové napätie 230V a 50Hz,
- spínacie a istiacie prvky pre jednosmerný okruh, prepäťová ochrana, prúdový istič, bleskoistka pre striedavý okruh, prúdový chránič, prepäťová ochrana, merač súlednosti a vyváženosti fáz,
- datalogger pre zber a vysielanie informácií do siete odkiaľ je možné informácie prehliadať v bežnom internetovom prehliadači a následne ich spracovávať a vyhodnocovať.

Fotovoltické panely boli inštalované na vopred pripravenú konštrukciu. U Nás nainštalovaný systém je takmer identický so systémom, ktorý je inštalovaný v Českej republike v rámci programu Slunce do škol. Ide o sieťový systém kedy sa vyrobená energia priamo dodáva do siete, čím znižuje naša spotreba. Tieto sieťové systémy majú neporovnateľnú výhodu oproti ostrovným systémom. Neobsahujú systémy na akumuláciu energie, ktoré sú drahé a ekologicky náročné na výrobu, údržbu a následnú likvidáciu.

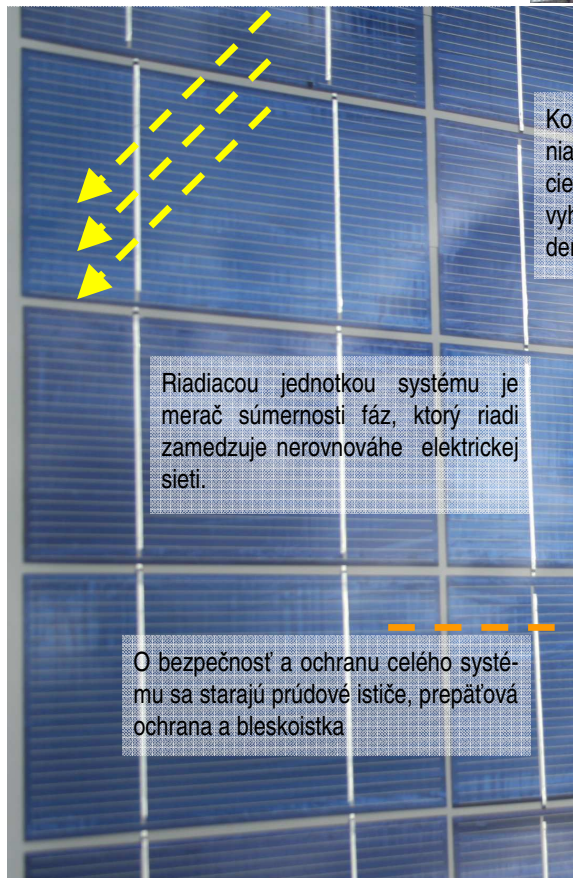




Srdcom fotovoltického systému sú fotovoltické panely z monokryštalického kremíka tie menia energiu dopadajúceho slnečného žiarenia na elektrickú energiu s účinnosťou 16%.

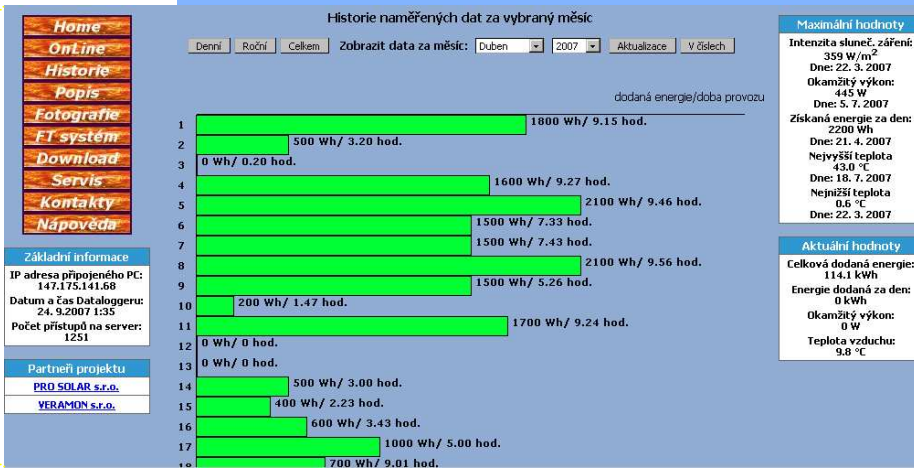
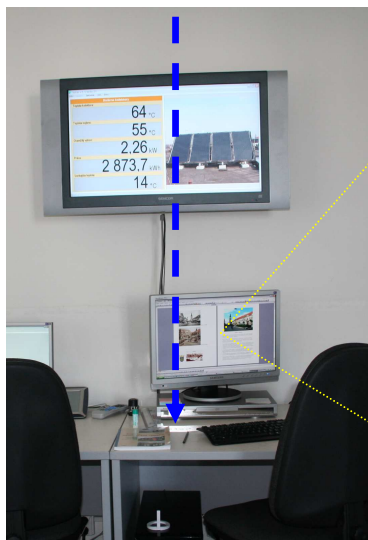
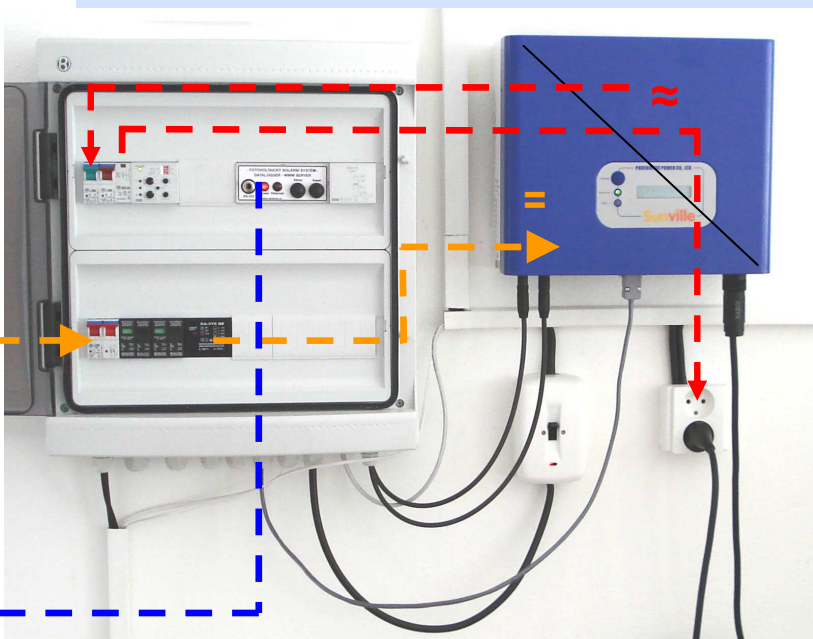
Parametre fotovoltického panelu:

Optimálny výkon 120W  
Nominálne napätie 24V  
Optimálne napätie 35.2V  
Napätie naprázdno 44V  
Optimálny prúd 3.4A  
Rozmer panela 1575x800x35mm  
Hmotnosť panela: 17.5 Kg  
Prevádzková teplota -30 až 95°C

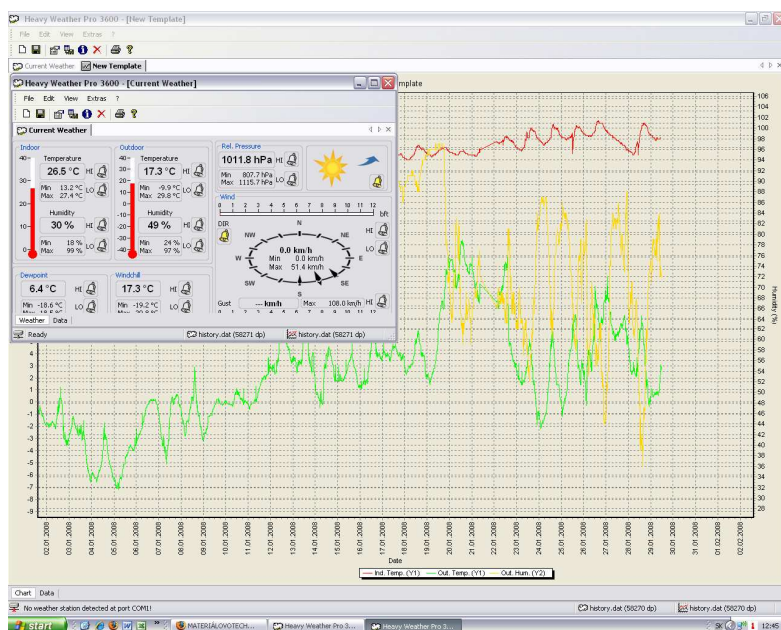


Komunikačnou zložkou celého zariadenia je dataloger ktorý posiela informácie na internet a tie potom slúžia na vyhodnocovanie činnosti celého zariadenia.

Jednosmerné napätie sa v meniči mení na striedavé o intenzite 230V a frekvencii 50Hz. Menič priamo dodáva všetku vyrobenú elektrickú energiu naspäť do siete.







## MALÁ METEOROLOGICKÁ STANICA

Súčasťou technologického zariadenia Solárneho Laboratória je aj meteorologická stanica pre sledovanie poveternostných podmienok. Tieto informácie slúžia na lepšie dodatočné sledovanie a hodnotenie solárnych systémov. Meteorologická stanica zaznamenáva kontinuálne údaje o vonkajšej a vnútornej teplote, vlhkosti vzduchu, rosný bod, atmosférický tlak, rýchlosť a smer vetra a množstvo zrážok. Tieto hodnoty sú prenášané do počítača kde sú zaznamenávané v počítači a po vyhodnotení sú súčasťou experimentov prebiehajúcich u nás v Solárnom Laboratóriu.







## NA ZÁVER

Od začiatku realizácie projektu sa uskutočnilo niekoľko odborných seminárov a workshopov, na ktorých sa zúčastňovali partneri projektu ale aj odborníci z oblasti solárnej techniky z Rakúska a Slovenskej republiky. V rámci seminárov sa hľadali partneri pre realizáciu projektu, diskutovalo sa o technických riešeniach a informovala sa laická verejnosť o možnostiach využitia slnečnej energie. Tieto workshopy a semináre boli neoddeliteľnou súčasťou pre zlepšenie a skvalitnenie celkových výsledkov projektu.

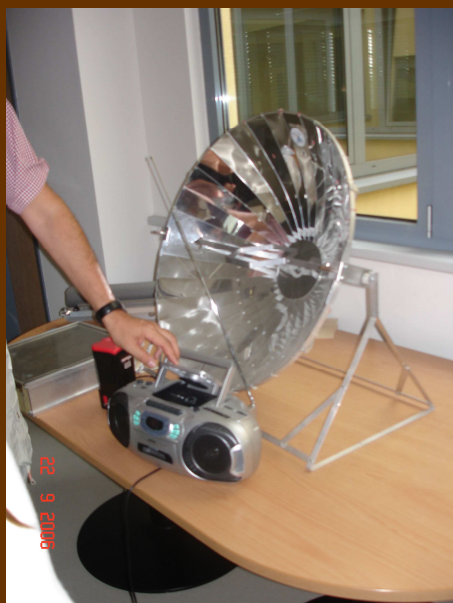
Po otvorení koncom marca 2007 sa naše Solárne Laboratórium stretlo s veľkým ohlasom. Na zariadenia solárnej techniky sa prišli pozrieť nielen študenti okolitých stredných škôl, ale aj jednotlivci, ktorí prejavili záujem o oblasť vyžívania obnoviteľných zdrojov energie.





# FOTOGALÉRIA

Návšteva partnera v Gussingu – EEE Europäische Erneuerbare Energie Gussing (22. 9. 2006)





## Iničiačný odborný seminár (28. 9 2006)



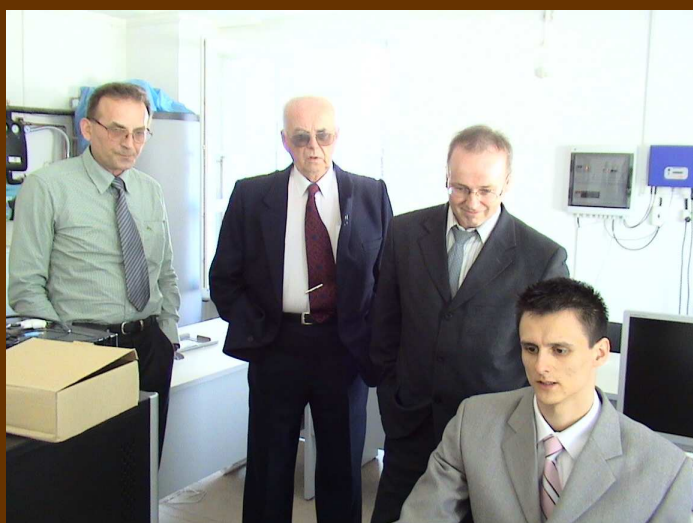
## Odborné pracovné stretnutie partnerov projektu (16. 11. 2006)







Odborný seminár spojený s návštevou Solárneho laboratória (14. 3. 2007)





Slávnostné otvorenie Solárneho laboratória (30. 3. 2007)







## Seminár (30.3.2007)





## Pracovné stretnutia s partnerom projektu—DANUBE



## Exkurzie pre študentov MTF STU v Trnave a študentov stredných škôl





# KATALÓG PROJEKTOV

Katalóg projektov predstavuje prehľad výskumných a vývojových úloh v oblasti priameho využitia slnečnej energie, ktoré sú už predmetom navrhovaných grantových projektov, alebo tvoria námety budúcej spolupráce s partnerskými organizáciami.

## Štúdium produkcie vodíka fotovoltickými panelmi

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, akumulácia energie, elektrolyza vody, produkcia vodíka

Štúdium ekonomicky prijateľnej možnosti výroby vodíka elektrolyzou vody pomocou fotovoltických zariadení. Vývoj a konštrukcia zásobníkov vodíka, ako aj možnosti jeho praktického využitia.

## Štúdium možnosti využitia slnečnej energie pre elektrochemickú úpravu materiálov

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, akumulácia energie, elektrolytické rozpúšťanie, vylučovanie, elektrolytické čistenie a úprava materiálov

Štúdium možnosti využitia elektrickej energie z fotovoltických panelov na vybrané techniky elektrochemickej úpravy materiálov, najmä kovov (čistenie, leštenie a pod.). Návrh ekonomicky prijateľného zariadenia a technológie využiteľných najmä u malých a stredných podnikateľov.

## Štúdium možnosti využitia slnečnej energie pre galvanické pokovovanie

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, akumulácia energie, elektrochemické rozpúšťanie, vylučovanie, galvanická úprava materiálov, galvanické pokovovanie

Štúdium možnosti využitia elektrickej energie z fotovoltických panelov pre elektrochemickú úpravu materiálov, najmä pre galvanické pokovovanie. Návrh ekonomicky a environmentálne prijateľných zariadení a technológií využiteľných najmä u malých spracovateľov.

## Štúdium možnosti využitia slnečnej energie pre elektrochemické vylučovanie vybraných znečisťujúcich látok z odpadových vôd

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, elektrochemické vylučovanie, čistenie odpadových vôd

Štúdium využitia elektrickej energie z fotovoltických panelov pre elektrochemické vylučovanie polutantov z vody, ako možnosti pred čistenia odpadovej vody z prevádzok galvanickej úpravy kovov. Návrh ekonomicky



Čerpacia stanica na vodík vyrobený elektrolýzou z vody pomocou solárnych panelov



a environmentálne prijateľných zariadení a technológií využiteľných najmä u malých podnikateľov.

### Štúdium využitia fotovoltických panelov pre generáciu ozónu

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, generátory ozónu, ozonizácia vody a ovzdušia, eliminácia nežiaducich látok

Využitie elektrickej energie z fotovoltických panelov pre elektrické generovanie ozonizovaného vzduchu. Štúdium možnosti využitia ozonizácie pre progresívne metódy odstraňovania perzistentných organických látok z vody, pre dezinfekciu pracovného prostredia a vody, pre elimináciu nežiaducich prchavých aromatických látok.

### Štúdium možnosti produkcie chlóru fotovoltickými panelmi pre dezinfekciu vody

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, elektrochemická výroba chlóru, dezinfekcia a úprava vody

Využitie elektrickej energie z fotovoltických panelov pre elektrochemické generovanie chlóru. Vývoj nezávislého mobilného zariadenia pre dezinfekciu a úpravu vody v odľahlých lokalitách, pre domácnosti, priemysel a vojsko.

### Vývoj nezávislého hydroenergetického zdroja v kombinácii s fotovoltickými panelmi

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, hydropotenciál, malé vodné elektrárne

Vývoj a optimalizácia nezávislého energetického zdroja pre domácnosť, priemysel a vojsko, ktorý predstavuje kombináciu vodnej turbíny na malé vodné toky a fotovoltické zariadenia. Takéto konjugované zariadenie by predstavovalo stabilný elektrický zdroj pre napájanie rôznych elektrospotrebičov, pre zabezpečovanie, meranie a regulačnú techniku a pod.

### Použitie slnečných kolektorov v strojárskom priemysle

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, tepelné kolektory, strojárské technológie, meranie a regulácia

Štúdium ekonomicky prijateľnej využiteľnosti solárnej techniky v technológiách strojárskych výrob. Možnosti použitia fotovoltických zariadení pri regulácii technologických procesov, využitie tepelnej energie zo solárnych kolektorov.

### Štúdium progresívnych možností aplikácie zariadení na získavanie slnečnej energie pri výstavbe budov

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, tepelné kolektory, stavebníctvo, architektúra budov, klimatizácia budov

Prehľad možností uplatnenia nových poznatkov pasívnych a aktívnych spôsobov získavania slnečnej energie pre vykurovanie a klimatizáciu budov, prípravu teplej úžitkovej vody, netradičné možnosti využitia fotovoltických zariadení, možnosti akumulácie energie. Využitie týchto zariadení pri výstavbe nových budov, ako aj implementácia na existujúce stavby.





### **Uplatnenie nezávislých energetických zdrojov na báze slnečných panelov v poľnohospodárstve pre zavlažovanie**

**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, slnečná energia, fotovoltika, hydropotenciál, poľnohospodárstvo, zavlažovanie

Vývoj a optimalizácia ekonomicky prijateľného, nezávislého energetického zdroja pre transport vody a zavlažovanie v poľnohospodárstve. Takýto zdroj môže predstavovať kombinácia viacerých typov zariadení na získavanie alternatívnych druhov energie (vodná turbína, slnečné kolektory, biomasa a pod.)

### **Štúdium možností financovania investičných zámerov na báze získavania slnečnej energie**

**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, slnečná energia, ekonomické náklady, návratnosť, energetická koncepcia SR, bankové úvery, dotácie

Optimalizácia nákladov súvisiacich s aplikáciou zariadení na báze využitia slnečnej energie, štúdium ich efektívnosti a ekonomickej návratnosti. Porovnanie s inými alternatívnymi druhmi energie. Prehľad možností financovania investičných zámerov na báze slnečných kolektorov (bankové úvery, nenávratné pôžičky, dotácie a pod.) v Slovenskej republike a zahraničí.

### **Štúdium environmentálnych dopadov získavania slnečnej energie**

**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, slnečná energia, posudzovanie vplyvov na životné prostredie

Štúdium dopadov využívania zariadení na priame získavanie slnečnej energie na životné prostredie, metódy hodnotenia environmentálnych dopadov, vývoj a návrh možností

spracovania sekundárnych produktov, eliminácia rizikových faktorov, ktoré súvisia so získavaním slnečnej energie. Prehľad zásad súvisiacich s posudzovaním dopadov na životné prostredie (EIA), ktoré sú potrebné pred realizáciou investičného zámeru výstavby slnečných zariadení.

### **Hodnotenie LCA slnečných tepelných kolektorov a fotovoltických panelov**

**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, slnečná energia, tepelné kolektory, fotovoltické panely, posudzovanie životného cyklu (LCA)

Posúdenie životného cyklu (LCA) slnečných kolektorov, metódou zhromaždenia informácií o komplexných environmentálnych vplyvoch výrobkov, kedy sa hodnotia environmentálne dôsledky alternatívnych výrobných postupov a analyzujú sa ekologické dopady a vplyvy produktov, procesov a služieb v priebehu ich celého životného cyklu – od získavania suroviny – cez výrobu – použitie – až po konečné uloženie resp. manipuláciu s odpadom pochádzajúcim z ich použitia – na životné prostredie.

### **Štúdium ekonomickej efektívnosti použitia slnečných kolektorov v domácnostiach a priemysle**

**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, slnečná energia, ekonomické náklady, návratnosť, životnosť

Štúdium nákladov súvisiacich s aplikáciou zariadení na báze využitia slnečnej energie, ich efektívnosti a ekonomickej návratnosti v domácnostiach a rôznych oblastiach priemyslu. Porovnanie s inými alternatívnymi druhmi energie. Dlhodobé sledovanie životnosti rôznych typov slnečných kolektorov.

### **Štúdium ekonomickej efektívnosti použitia slnečných kolektorov v rôznych lokalitách Slovenska**



**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, slnečná energia, intenzita slnečného žiarenia, účinnosť premeny energie, ekonomické náklady, návratnosť

Štúdium nákladov súvisiacich s aplikáciou zariadení na báze využitia slnečnej energie, ich efektívnosti a ekonomickej návratnosti z pohľadu geografickej polohy na Slovensku. Porovnanie s inými alternatívnymi druhmi energie. Dlhodobé sledovanie intenzity slnečného žiarenia a účinnosti rôznych typov slnečných kolektorov.

#### **Štúdium ekonomickej efektívnosti výroby elektrickej energie fotovoltickými panelmi pripojenými na elektrizačnú sieť**

**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, slnečná energia, účinnosť fotovoltických systémov, elektrizačná sieť, ekonomické náklady, návratnosť

Štúdium nákladov súvisiacich s výrobou elektrickej energie zo slnečnej energie, efektívnosť a ekonomická návratnosť fotovoltických sústav s dodávkou elektriny do elektrizačnej siete. Porovnanie s inými alternatívnymi druhmi energie.

#### **Štúdium možnosti využitia fotovoltických panelov pre napájanie meracích a regulačných zariadení na odľahlých lokalitách**

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, meranie a regulácia, zabezpečovacia technika, vodné hospodárstvo, dopravné značenie, komunikačné prostriedky

Vývoj a optimalizácia nezávislého energetického zdroja na báze fotovoltických systémov pre priemysel, poľnohospodárstvo, vodné hospodárstvo, cestnú dopravu a pod., ktorý možno uplatniť na odľahlých lokalitách, bez pripojenia elektriny. Takéto zariadenie by predstavovalo stabilný elektrický zdroj pre napájanie rôznych elektrospotrebičov,

zabezpečovacích systémov, meracej a regulačnej techniky, dopravného značenia a pod.

#### **Štúdium netradičných možností využitia fotovoltických zariadení**

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, osvetlenie, čerpanie, vetranie, pohon automobilov

Vývoj netradičných možností využitia fotovoltických zariadení napr. na solárne osvetlenie, čerpanie, vetranie, tepelnú úpravu potravín, nabíjanie akumulátorov telefónov, počítačov, pohon motorov a automobilov a pod.

#### **Štúdium možnosti využitia slnečnej energie fotovoltickými panelmi pre zváranie kovov**

**Kľúčové slová:** slnečná energia, fotovoltika, spájanie materiálov, zváranie kovov

Vývoj a optimalizácia ekonomicky prijateľného fotovoltického zariadenia určeného na spájanie rôznych typov materiálov: tavením, letovaním, oblúkovým zváraním, prostredníctvom generovania zmesi vodíka a kyslíka na plameňové zváranie a pod.

#### **Progressívne metódy akumulácie energie zo slnečných tepelných kolektorov**

**Kľúčové slová:** slnečná energia, tepelné kolektory, akumulácia tepelnej energie, tepelná kapacita, latentné teplo, kryštalizačné teplo, reakčné teplo

Štúdium možností akumulácie tepelnej energie s využitím modifikovaných teplotných látok, resp. s využitím latentného tepla súvisiaceho so skupenskou premenou látok alebo s využitím reakčného tepla súvisiaceho s chemickými reakciami kryštalizáciou a pod. Technické, ekonomické a environmentálne porovnanie rôznych spôsobov akumulácie tepelnej energie.



### **Možnosti využitia slnečných tepelných kolektorov pre klimatizáciu budov**

**Kľúčové slová:** slnečná energia, tepelné kolektory, Carnovov cyklus, chladiace agregáty, klimatizácia budov

Vývoj a optimalizácia ekonomicky prijateľného zariadenia na báze tepelných kolektorov určeného na chladenie a klimatizáciu budov. Technické, ekonomické a environmentálne porovnanie rôznych spôsobov klimatizácie budov.

### **Porovnanie účinnosti získavania slnečnej energie pomocou vybraných typov tepelných kolektorov**

**Kľúčové slová:** slnečná energia, tepelné kolektory, účinnosť tepelných kolektorov, stanovenie základných charakteristík tepelných kolektorov

Zriadenie diagnostického laboratória pre stanovenie a hodnotenie základných charakteristík tepelných kolektorov. Aplikácia metód posudzovania vlastností tepelných kolektorov. Porovnávacie štúdium vlastností rôznych typov tepelných kolektorov.

### **Štúdium možností merania charakteristík tepelných kolektorov s výhľadom na vybudovanie akreditovaného laboratória**

**Kľúčové slová:** slnečná energia, tepelné kolektory, účinnosť tepelných kolektorov, stanovenie základných charakteristík tepelných kolektorov

Vývoj nových analytických metód posudzovania vlastností tepelných kolektorov s výhľadom na zriadenie akreditovaného diagnostického laboratória pre stanovenie a hodnotenie tepelných kolektorov vyrábaných na Slovensku a blízkom zahraničí.

### **Monitorovanie intenzity slnečného žiarenia vo vybraných lokalitách Slovenska**

**Kľúčové slová:** slnečná energia, intenzita slnečného žiarenia, energia žiarenia, vlnová dĺžka žiarenia, monitorovanie intenzity žiarenia

Dlhodobé monitorovanie intenzity slnečného žiarenia vo vybraných lokalitách Slovenska z aspektu ekonomickej efektívnosti a návratnosti solárnych zariadení. Posudzovanie a návrh optimálnej technológie na získavanie slnečnej energie.

### **Vplyv meteorologických podmienok na efektívnosť získavania tepelnej a elektrickej energie zo slnka**

**Kľúčové slová:** slnečná energia, monitorovanie intenzity slnečného žiarenia, meteorologické údaje, geografická poloha

Štúdium meteorologických podmienok vplyvujúcich na účinnosť a efektívnosť získavania slnečnej energie tepelnými a fotovoltaickými zariadeniami. Dlhodobé monitorovanie vybraných meteorologických údajov a intenzity slnečného žiarenia. Možnosti eliminácie vplyvu nepriaznivých meteorologických a geografických podmienok (zariadenia na zmenu pozície kolektorov, optimalizácia pomocných komponentov solárnych zariadení a pod.).

### **Ekonomické porovnanie získavania slnečnej energie s inými alternatívnymi druhmi energie**

**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, obnoviteľné zdroje, slnečná energia, účinnosť zariadení, ekonomická efektívnosť zariadení, návratnosť

Ekonomické štúdium efektívnosti získavania slnečnej energie priamymi a nepriamymi metódami (slnečné žiarenie – biomasa, slnečné žiarenie – biopalivá, slnečné žia-

Ekodom v Rusku



renie – hydropotenciál a pod.). Dlhodobé porovnávacie štúdium využitia slnečnej energie na vybranej lokalite Slovenska.

#### **Možnosti propagácie zariadení na báze slnečných kolektorov v komunálnej sfére**

**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, obnoviteľné zdroje, slnečná energia, vzdelávanie, propagačné metódy, označovanie výrobkov, komunálna sféra

Zvyšovanie environmentálneho povedomia obyvateľstva zabezpečovaním kontinuálneho vzdelávania a propagácie využívania slnečnej energie v komunálnej sfére. Uskutočňovanie propagačných akcií, výstav, konzultácií pre širokú verejnosť v trnavskom regióne.

#### **Vzdelávanie žiakov základných a stredných škôl v oblasti využívania slnečnej energie**

**Kľúčové slová:** alternatívne druhy energie, obnoviteľné zdroje, slnečná energia, vzdelávanie

Poradenská a konzultačná činnosti v oblasti vzdelávania žiakov základných a stredných škôl. Tvorba učebných pomôcok a modelov, realizovanie prednášok, cvičení a súťaží pre poslucháčov, tvorba audiovizuálnych a e-learningových programov.

#### **Envirodom**

**Kľúčové slová:** nízkoenergetický dom, alternatívne druhy energie, obnoviteľné zdroje, slnečná energia, vzdelávanie a propagácia

Vybudovanie prezentačného nízkoenergetického domu v areáli bývalej botanickej záhrady v Trnave s využitím rôznych technológií využitia obnoviteľných zdrojov energie. Zhodnotenie ich výhodnosti a možností kombinácie. Poradenská a konzultačná činnosť.



## RIEŠITEĽSKÝ KOLEKTÍV

### KOORDINÁTOR PROJEKTU



**Prof. Dr. Oliver Moravčík**

dekan MTF STU v Trnave

Zameranie: Aplikovaná informatika, automatizácia a matematika

Softvérové inžinierstvo, informatika, ekonomika a riadenie, programové zabezpečenie ASR-TP, automatizované systémy riadenia, strojo-  
voorientované programovanie

### ODBORNÍ PRACOVNÍCI

#### Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva



**Prof. Ing. Karol Balog, PhD.**

riaditeľ ústavu

Zameranie: Požiarne inžinierstvo, integrovaná bezpečnosť

Ochrana pred požiarimi, nakladanie s nebezpečnými látkami, bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci, závažné priemyselné havárie, posudzovanie skúšobných laboratórií

Účasť na projekte: subkoordinátor projektu



**Doc. Ing. Stanislav Hostin, PhD.**

pedagogický pracovník

Zameranie: Obnoviteľné zdroje energie

Monitorovanie zložiek životného prostredia, procesy a zariadenia environmentálnych technológií, spoluautor patentového riešenia vodnej turbíny SETUR

Účasť na projekte: líder riešiteľského tímu



**Ing. Anna Michalíková, CSc.**

pedagogický pracovník

Zameranie: Problematika povrchových a spodných vôd, analýza vôd, čistenie a úprava vôd, kaly a odpady, využívanie biomasy ako energetického zdroja, poskytovanie konzultácií verejnosti

Účasť na projekte: odborný konzultant

**Ing. Kristína Gerulová**

pedagogický pracovník

Zameranie: Posudzovanie vplyvov na životné prostredie

Fytoremediácie, ekotoxická látok, biodegradabilita, hodnotenie vplyvu rezných kvapalín na životné prostredie

Účasť na projekte: projektový manažér



**Ing. Ivana Ďuricová**

doktorand

Zameranie: Obnoviteľné zdroje energie - slnečná energia

Financovanie projektov zameraných na energetickú efektívnosť a využívanie obnoviteľných zdrojov energie

Účasť na projekte: PR manažér, odborný konzultant



**Ing. Martin Ondruška**

doktorand

Zameranie: Obnoviteľné zdroje energie - vodná energia

Charakteristika a možnosti použitia Hydromotora SETUR ako zdroja energie na malom vodnom toku

Účasť na projekte: odborný konzultant, technické zabezpečenie



**RNDr. Maroš Sirotiak**

pedagogický pracovník

Zameranie: Problematika pôd, aktívnych riečnych a priehradných sedimentov, hodnotenie banských odpadov, ochrana prírody a krajiny.

Účasť na projekte: odborný konzultant







## INFORMAČNÉ ZDROJE

### Webové stránky

**TRNAVA:** <http://www.trnava.sk>  
<http://tyrnavia.sk/>  
<http://trnava.webpark.sk/>  
<http://www.slovakia.com>  
<http://tourist-channel.sk>  
<http://globalgeografia.com/>

### Informácie o slnečnej energii a jej využívaní:

<http://www.fns.uniba.sk> - Fond pre alternatívne zdroje energie  
<http://www.kolektory.sk> - BtPro, s. r. o. – montáž slnečných kolektorov a solárnych systémov  
<http://www.solarenergy.sk> - Solar Energy System  
<http://www.tzb-info.sk> - Technická zařízení budov  
<http://www.pre.cz> - Pražská energetika  
<http://www.hyperbyvanie.sk>  
<http://www.solarbuzz.com> - Solarbuzz, Portal to the World of Solar Energy  
<http://www.ea-nrw.de> - EnergieAgentur.NRW  
<http://re.jrc.ec.europa.eu/> - European Commission, Joint Research Centre.  
Údaje o energii slnečného žiarenia  
<http://www.estif.org> - News from around Solar Thermal. In *Home of the European Solar Thermal Industry*



### Literatúra

GONDA, P., WITTLINGER, V. *Racionalizácia spotreby elektrickej energie*. Bratislava: KONTAKT PLUS, s. r. o., 2004. 191 s. ISBN 80-88855-51-9

ILIAŠ, I. a kol. *Možnosti využívania slnečnej energie*. Energetické centrum Bratislava, 2006, 60 s. ISBN 80-969466-0-9

LADENER, H., SPATE, F. *Solární zařízení*. Praha : Grada, 2003. 268 s. ISSN 80-247-0362-9


MALLON, K. *Renewable Energy Policy and Politics. A Handbook of Decision – making*. London, Sterling, VA : 2006. 268 p. ISBN 1-84407-126-X

ŠÚRI, M. Slnečná elektrina a perspektívy jej výroby na Slovensku. In *Životné prostredie*, roč. 40, č. 3/2006, s. 127 – 132.

HARA, N. *Renewable energy: RD&D Priorities. Insights from IEA Technology Programmes*. OECD/IEA, 2006. 221 p. ISBN 92-64-10955-2

ŠÁLY, V., RUŽINSKÝ, M. Fotovoltaika v kontexte vývoja na začiatku 3. tisícročia a SR. In *Časopis pre elektrotechniku a energetiku*, roč. 2/2005, s. 17 – 20.





MATERIÁLOVOTECHNOLÓGICKÁ FAKULTA  
v TRNAVE, STU  
ÚSTAV BEZPEČNOSTNÉHO A  
ENVIRONMENTÁLNEHO INŽINIERSTVA

Ústav  
bezpečnostného a environmentálneho  
inžinierstva, MTF STU Trnava  
Botanická 49, 917  
08 Trnava, Slovensko  
kl. 307

Tel: 033/55 222 44,

[www.solarlab.stuba.sk](http://www.solarlab.stuba.sk)

ISBN ...