

Niektoré aspekty činnosti fotovoltických modulov



Vladimír Šály

Fakulta elektrotechniky a informatiky STU,
Ústav elektroenergetiky
a aplikovanej elektrotechniky



Juraj Packa

Fakulta elektrotechniky a informatiky STU,
Ústav elektroenergetiky
a aplikovanej elektrotechniky



Milan Perný

Fakulta elektrotechniky a informatiky STU,
Ústav elektroenergetiky
a aplikovanej elektrotechniky



Zoltán Kováč

Fakulta elektrotechniky a informatiky STU,
Ústav elektroenergetiky
a aplikovanej elektrotechniky

ABSTRAKT: Fotovoltické (FV) systémy sú v súčasnosti bežné a štandardné zdroje elektrickej energie, či už veľkého rozsahu v podobe fotovoltických elektrární, alebo malého rozsahu v podobe podporného elektrického zdroja v domácnosti, resp. aj v iných oblastiach. V tomto príspevku je poukázané na niektoré dôležité aspekty, ktoré je potrebné zohľadniť pri navrhovaní alebo prevádzke FV systému s cieľom optimalizovať jeho výkon.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: losses, photovoltaic parameters, electrochemical corrosion, atmospheric electricity

ABSTRAKT: Photovoltaic systems are currently quite common and standard sources of electricity, whether as a large PV plants or small, especially domestic supporting sources. In this paper, some important aspects are emphasised to be consider when designing or operating a PV system to optimize its performance.

KEYWORDS: straty, fotovoltické parametre, elektrochemická korózia, atmosférická elektrina

Fotovoltické moduly

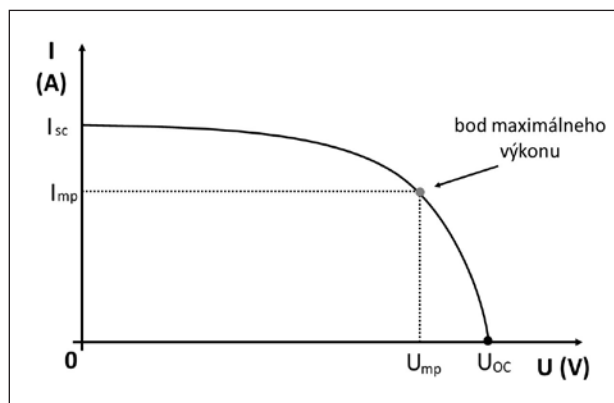
Slnčný (fotovoltický) článok alebo aj fotovoltický (FV) modul, ktorý predstavuje sústavu vhodne poprepájaných slnečných článkov zapuzdrených a prispôbovaných na prácu v reálnych klimatických podmienkach, je pre prax elektrický zdroj s príliš malým výkonom [1]. Jednotlivé slnečné články poskytujú výkon niekoľko wattov, zatiaľ čo výkon FV modulov je desiatky až stovky wattov.

Princíp činnosti FV článku, prípadne aj FV modulu možno adekvátne vyjadriť vzťahom [2], ktorý predstavuje zaťažovaciu volt-ampérovú charakteristiku zdroja (**obr. 1**)

$$I = I_L - I_0 \left[\exp \frac{(I + IR_s)}{U_t} - 1 \right] - \frac{U + IR_s}{R_p} \quad (1),$$

kde $U_t = nkT/e$ a pre teplotu 300 K $U_t = 25$ mV, I_L je generovaný fotoprúd, R_s je sériový odpor a R_p je paralelný odpor náhradnej schémy FV zdroja.

Fotovoltický generátor v podobe fotovoltickej elektrárne, resp. výkonnejšieho elektrického zdroja predstavuje množstvo pospájaných, nie totožných článkov do modulu a viac modulov do FV poľa (systému s požadovaným výstupným elektrickým výkonom a napätím). Stanoviť výsledné napäťovo-prúdové pomery



Obr. 1: Volt-ampérová charakteristika fotovoltického zdroja

takéhoto celku, už aj uvažovaním faktu, že výroba základných fotovoltických elementov s identickými parametrami by bola náročná a neekonomická, je preto aj pri znalosti závislosti (1) jednotlivých článkov obťažné. Praktické aplikácie sú našťastie menej exaktné a môžeme sa uspokojiť s istými zjednodušeniami:

- Efekt bočníkovej vodivosti (shunt conductivity) je zanedbateľný.
- Prúdy I_L a I_{sc} sú totožné.
- Závislosť $\exp \frac{(I + IR_s)}{U_t} \gg 1$ je splnená.

- d) Pospájané články/moduly sú identické a pracujú pri rovnakých podmienkach (teplota, osvetlenie).
e) Úbytky napätia na vodivých spojeniach sú nepatrné.

Teraz môžeme využiť vzťah (1) na výpočet napätia prúdu generátora. Platí:

$$I_G = IN_p \quad (2)$$

$$\text{resp. } U_G = UN_s \quad (3)$$

kde I_G a U_G je prúd a napätie generátora a N_s , N_p sú počty článkov/modulov v sérii alebo paralelne. Tieto vzťahy platia aj pre $I = I_{sc}$, resp. $U = U_{oc}$. Ak využije vzťahy (1) až (3), pre generovaný prúd, potom platí rovnica

$$I_G = \left[I_L - I_0 \left[\exp \left(\frac{(U_G / N_s) + (I_G R_s / N_p)}{U_t} \right) - 1 \right] - \left[\frac{(U_G / N_s) + (I_G R_s / N_p)}{R_p} \right] \right] N_p \quad (4).$$

Ak sú splnené predpoklady a), b), a c), potom rovnicu (1) môžeme prepísať na tvar

$$I = I_{sc} - I_0 \exp \left(\frac{U + IR_s}{U_t} \right) \quad (5),$$

z čoho vychádza pre $I = 0$

$$U_{oc} = U_t \ln \frac{I_{sc}}{I_0} \quad (6).$$

Keď z rovnice (6) vyjadríme I_0 a dosadíme do rovnice (5), výsledok je

$$I = I_{sc} \left[1 - \exp \left(\frac{U - U_{oc} + IR_s}{U_t} \right) \right] \quad (7).$$

V tejto rovnici sa I vyskytuje na obidvoch stranách, čo predpokladá iteratívne riešenie. Vzťah (7) však dáva dostatočné výsledky v oblasti bodu maximálneho výkonu na voltampérovej charakteristike fotovoltického generátora. Ak R_s je sériový odpor jednotlivého článku, sériový odpor generátora R_{sG} , keď ho prepíšeme pre generátor, sa vypočíta

$$R_{sG} = \frac{R_s N_s}{N_p} \quad (8).$$

Rovnice (2), (3) platia aj pre prúd nakrátko a napätie naprázdno. Potom prúd generátora

$$I_G = I_{scG} \left[1 - \exp \left(\frac{U_G - U_{ocG} + I_G R_{sG}}{N_s U_t} \right) \right] \quad (9).$$

kde I_{scG} , U_{ocG} sú prúd nakrátko a napätie naprázdno generátora. Na výpočet maximálneho výkonu sa používajú približné empirické riešenia [3].

Straty v moduloch

Výpočty uvedené v predchádzajúcej kapitole predpokladajú, že elektrické parametre všetkých spájaných článkov sú úplne totožné. Tento predpoklad je v praxi nespĺniteľný, a veci v skutočnosti nie sú také jednoduché. Odlišnosti vznikajú jednak v procese výroby – nedajú sa vyrobiť dva úplne totožné slnečné články, jednak vyplývajú z činnosti fotovoltických modulov, keď istá časť článkov v module môže byť napr. zatienená. Výsledkom je, že maximálny výkon modulu je menší, ako by sa predpokladalo na základe súčtu maximálnych výkonov jednotlivých článkov. Tomuto javu hovoríme straty neprispôbením (mismatch loss) [4].

Okrem strát neprispôbením vznikajú aj iné straty. Za istých okolností sa jednotlivý poškodený článok začne správať ako záťaž. Spotrebúva teda výkon generovaný ostatnými článkami. To vedie k vzrastu teploty a ak teplota presiahne asi 85 °C, najčastejšie to vedie k nevratnému poškodeniu materiálov, ktoré sa používajú na puzdrenie článkov do modulu.

Exaktné riešenie napäťovo-prúdových pomerov je značne náročné už pri dvoch spojených článkoch s rôznymi fotovoltickými parametrami. V reálnom module je niekoľko desiatok spojených článkov (najčastejšie 30 alebo 36 do série) podľa požadovaných hodnôt výstupného napätia a prúdu. Vo väčších systémoch sa potom ešte spája veľké množstvo modulov [5].

Pozorovaním a meraním sa zistilo, že parametre spojené s napätím (U_{oc} , U_{mp} , F_p) sú distribuované podľa normálneho rozdelenia, zatiaľ čo parametrom spojeným s prúdom (I_{sc} , I_m) lepšie zodpovedá Weibullovo rozdelenie.

Najjednoduchšia cesta vedúca k riešeniu strát neprispôbením jednotlivých článkov, resp. modulov je dôkladné triedenie článkov pri výrobe modulu a triedenie modulov pri ich montáži do väčších celkov. Ak sa charakteristiky jednotlivých článkov nelíšia viac ako o 10%, straty neprispôbením nepresiahnu 4%. Významnejšie straty vyplývajúce s rôznosťou parametrov spájaných článkov (nepripôbených parametrov) sa ukazujú pri článkoch spojených do série. Najrozhodujúcejším porovnávacím parametrom je prúd nakrátko jednotlivého článku. Pri sériovom spojení sú dôležité aj prepojenia, kontakty a sériový odpor, pretože sú zdrojom zvýšených strát výkonu. S počtom článkov v sérii stúpa dôležitosť sériového odporu a aj nejednotnosť názoru, podľa ktorého parametra majú byť spojené články porovnávané. Vo všeobecnosti pre riešenie problému z neprispôbenia spájaných článkov existuje niekoľko východiskových predpokladov.

- » Optimálnym parametrom na sledovanie prispôbenia je prúd I_{mp} , nie I_{sc} .
- » Vyšší faktor plnenia a dlhé reťazce sériovo spájaných článkov sú zdrojom vyšších strát.
- » Pri štandardných podmienkach, ak sa použije prispôbenie článkov podľa I_{mp} s distribúciou menej ako

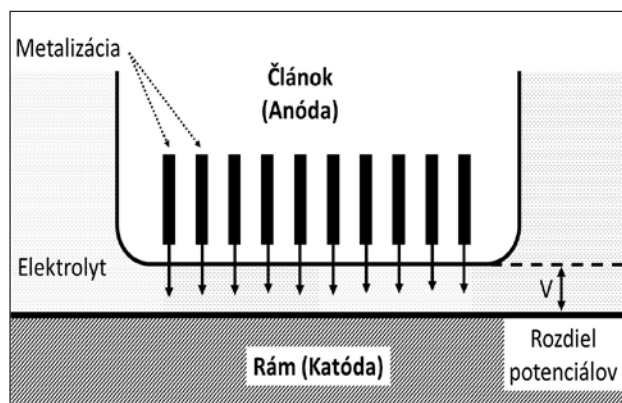
5 %, má distribúcia ostatných parametrov zanedbateľný vplyv.

- » Straty z neprispôsobenia sú významnejšie pri nízkej úrovni osvetlenia ($< 500 \text{ W/m}^2$) a napätí menšom ako U_{mp} .
- » Veľké panely s veľkým počtom článkov nie sú zdrojom podstatne väčších strát z neprispôsobenia ako malé panely [6].

Elektrická izolácia a elektrochemický prieraz

Elektrické pole medzi dvomi elektródami je homogénne v prípade optimálneho – guľového tvaru elektród. Na ostrých výčnelkoch a nerovnostiach vznikajú nehomogenity. Na ostrých okrajoch a rohoch vznikajú lokálne maximá intenzity elektrického poľa, čo môže viesť k elektrickému prierazu aj v prípade nie veľmi vysokých napätí. Napätie sériovo pospájaných článkov môže pri vhodných hrúbkach izolantu dosiahnuť také hodnoty, že na spomínaných nerovnostiach intenzita elektrického poľa lokálne presiahne elektrickú pevnosť izolantu. Najcitlivejšie miesta sú rohy pravouhlých článkov a okraje veľmi tenkých článkov na miestach, kde sa približujú uzemnenej kovovej konštrukcii – kovovému rámu modulu alebo panelu, alebo na miestach tesnej blízkosti dvoch článkov s rôznym potenciálom. Na vyhodnotenie predpokladu elektrického prierazu sa sleduje pomer r/w , kde r je polomer článku a w je jeho hrúbka. Z hľadiska elektrického prierazu majú najkritickejší tvar veľmi tenké články a články s ostrými okrajmi. Ak je tvar článku daný, pokles maximálnej intenzity elektrického poľa E_m možno dosiahnuť zväčšením hrúbky izolantu. Ak je známa hodnota intenzity poľa medzi paralelnými platňami, je možné pre daný tvar článku odhadnúť hodnotu E_m medzi článkom a uzemneným rámom fotovoltaického panelu.

S elektrickým polom medzi článkom a rámom súvisí aj iný možný zdroj poškodenia fotovoltaických panelov – elektrochemická korózia (**obr. 2**). Napätový rozdiel medzi článkom pod napätím a uzemneným rámom panelu môže byť hnacou silou rozpúšťania sa materiálu metalizácie článku do izolačnej hmoty puzdriaceho



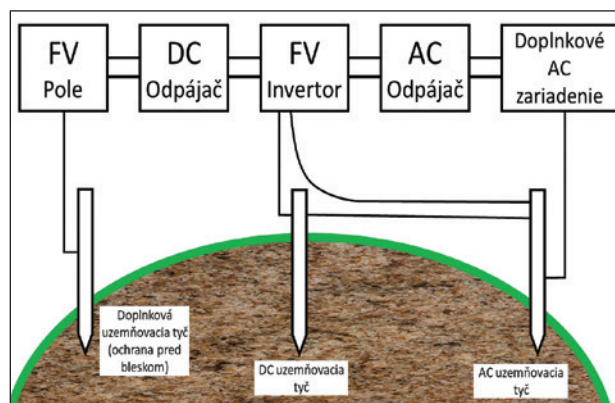
Obr. 2: Princíp vzniku elektrochemickej korózie vo FV paneli

materiálu. V procese je aktívna difúzia vzhľadom na koncentračný spád a spomínané elektrické pole. Uvoľnené atómy difundujú cez izolant na katódu (uzemnený rám), kde sa usádzajú a tvoria kovové dendritické štruktúry rastúce a smerujúce oproti článku, z ktorého boli uvoľnené. Kovová metalizácia článku teda tvorí anódu. Tento proces je dlhodobý, vedie k poklesu elektrickej pevnosti izolantu a v konečnom dôsledku k elektrickému prierazu.

Elektrochemickú koróziu veľmi efektívne podporuje vlhkosť. Proces je známy z článkov s trojkovovou vrstvou, z článkov s elektródami pripravenými sieťotlačou (používa sa strieborná pasta) a aj z iných oblastí polovodičovej techniky. Pozorovania elektrochemickej korózie boli robené aj pri skúškach fotovoltaických panelov používaných na fotovoltaických zariadeniach v činnosti a pri skúškach urýchleného starnutia v laboratórnych podmienkach [7].

Prepojenia

Moduly do väčších celkov – solárnych polí – sú obvykle pospájané štandardnými spojovacími prvkami – konektormi. Spoje a použité prvky musia byť navrhnuté tak, aby zásahy pri oprave a výmene jednotlivých modulov boli čo najjednoduchšie. Zároveň musia byť dostatočne chránené voči vonkajším negatívnym vplyvom, najčastejšie počasia. Usporiadanie tvorí sériovo-paralelnú maticu tak, aby sa minimalizovali straty z neprispôsobenia, ako to bolo uvedené vyššie. Zároveň musia byť zohľadnené požiadavky na ochranu pred nebezpečným dotykcom. Jednotlivé prepojenia sú realizované prostredníctvom izolovaných káblov, vzájomne prepojených v konštrukčnom boxe chránenom krytím. V súčasnosti sú na komerčných paneloch kladný a záporný pól pri sebe a prepojenia sa robia pomocou káblov. Pre prípad, že by sa využili neizolované spojenia ako je to vo výkonových systémoch, boli navrhnuté progresívne spôsoby zjednodušujúce montáž. Systém predpokladá, že plus a mínus pól sú na opačných koncoch panelu a na prepojenia sa použijú nosné prvky.



Obr. 3: Príklad konkrétnej realizácie uzemnenia FV poľa a pridružených súčastí v zmysle NEC (National Electrical Code)

Inštalácia sa takto značne zjednoduší. Takéto usporiadanie je možné na veľkých panelových poliach, kde je ochrana pred nebezpečným dotykovým napätím zabezpečená polohou.

Na obr. 3 je príklad uzemnenia panelového poľa s uzemneným stredom. Výhodou je zníženie maximálneho napätia a získanie viacerých úrovní napätia. Možné sú tiež alternatívy uzemnenia kladného alebo záporného pólu. Uzemnenie má viac významov a všetky súvisia s bezpečnosťou:

- » Zvod indukovaného statického náboja.
- » Zvod unikajúcich prúdov. V obvode môže byť zapojený detektor, ktorý signalizuje prípadnú poruchu a s ňou súvisiaci nárast unikajúceho prúdu.
- » Uzemnenie je hlavným prvkom ochrany pred atmosférickou elektrinou [8].

Ochrana pred atmosférickou elektrinou

Solárne moduly (panely) sú v činnosti uložené vo vonkajšom prostredí a často na vyvýšených miestach. Vzhľadom na to je možné poškodenie a vzniká nebezpečie pri zásahu blesku. Pravdepodobnosť zásahu bleskom závisí od búrkovej aktivity v oblasti inštalácie, teda od geografických podmienok, od spôsobu inštalácie panelového poľa a od prítomnosti alternatívnych terčov pre zásah blesku.

Vo všeobecnosti vplyv blesku je priamy – pri priamom zásahu, a nepriamy – ktorý súvisí s indukciou napätia v uzavretých slučkách pri blízkom zásahu blesku. Priame účinky zahŕňajú aj účinky v postranných vedeniach z efektov súvisiacich s prudkou časovou zmenou dU/dt napäťového impulzu pri zvide veľkého prúdového impulzu do zeme. Zásah nechráneného zariadenia bleskom je neakceptovateľný. Inštalácia musí teda obsahovať také ochranné prvky (známe z oblasti ochrany elektrických zariadení a objektov pred atmosférickou elektrinou), ktoré spoľahlivo zabezpečia záchyt blesku a zvod jeho prúdového impulzu do zeme. Ochrana pred indukovaným napätím v postranných vedeniach sa rieši vzájomným pospájaním všetkých kovových častí, spoľahlivým uzemnením a prostredníctvom prepäťových ochrán na rôznej úrovni (bleskoistky, varistor, supresorové diódy) [9].

Rýchle zmeny prúdu z blesku vedeného do zeme vyvolávajú v uzavretých slučkách s plochou A indukované napätie

$$U_{ind} = A \frac{dB}{dt} \quad (10).$$

Uzavreté slučky najčastejšie tvoria sériové reťazce pospájaných článkov. Magnetické pole okolo zvodu po zásahu bleskom nie je možné ovplyvniť. U_{ind} možno minimalizovať geometrickým usporiadaním, teda minimalizovaním plochy panelu, alebo jeho umiestnením do kovového rámu. V ráme sa indukuje prúd

vyvolávajúci opačné účinky ako pole, ktoré ho vyvolalo. Potom je vnútri panelu nulové magnetické pole. Nenulová impedancia rámu však vedie k tomu, že magnetické pole blesku nie je dokonale eliminované. Vplyv rámu závisí od spôsobu usporiadania článkov vnútri rámu, teda v paneli.

Experimentálne bolo ukázané, že prúdové impulzy okolo 10 kA vyvolávajú indukované napätia 200 V na reťazci článkov na vzdialenosti 1,5 m (sklenený modul bez rámu). Indukované napätie bolo znížené na 30% pôvodnej hodnoty použitím tenkej kovovej fólie na zadnej strane rámu. S rastom veľkosti poľa fotovoltaického systému rastú aj nároky na dôkladnejšiu ochranu pred atmosférickou elektrinou a prepätiami.



Podakovanie

Tento článok bol podporovaný Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-19-0049, APVV-18-0029 a Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov – II. etapa, kód ITMS: 313021W404, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Literatúra:

- [1] M. Perný, Elektrické meranie slnečných článkov a modulov. In DUŠIČKA, Peter – HUTŇAN, Miroslav – JANIČEK, František – KUTIŠ, Vladimír – MURÍN, Justín – PAULECH, Juraj – PERNÝ, Milan – ŠÁLY, Vladimír – ŠULC, Igor – ŠULEK, Peter – ŠURINA, Igor. Obnoviteľné zdroje energie II: biomasa – slnko – voda. 1. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2014, s. 185 – 212. ISBN 978-80-89402-68-7.
- [2] H. Maammeura, A. Hamidatb, L. Loukarfia, A numerical resolution of the current-voltage equation for a real photovoltaic cell, *Energy Procedia* 36 (2013) 1212 – 1221.
- [3] A. Zegaoui, P. Petit, M. Aillerie, J. P. Sawicki, A. Belarbi, M. Krachai, J.P. Charles, Photovoltaic Cell/Panel/Array Characterizations and Modeling Considering Both Reverse and Direct Modes. *Energy Procedia*. 6. (2011). 695 – 703.
- [4] Thomas S. Wurster, Markus B. Schubert, Mismatch loss in photovoltaic systems, *Solar Energy*, Volume 105 (2014) 505 – 511.
- [5] M. Dhimish, V. Holmes, B. Mehrdadi, M. Dales, The impact of cracks on photovoltaic power performance, *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, Volume 2, Issue 2 (2017) 199 – 209.
- [6] D. Roche, H. Outhred and R. John Kaye, Analysis and Control of Mismatch Power Loss in Photovoltaic Arrays PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS, VOL 3 (1995) 115 – 127.
- [7] M. Ohmukai, A. Tsuyoshi, Simulation Suggests Origin of Potential Induced Degradation of Solar Cell. *Journal of Power and Energy Engineering*, 5, (2017) 43 – 49. doi: 10.4236/jpee.2017.56004.
- [8] John C. Wiles, Jr., Photovoltaic System Grounding, Southwest Technology Development Institute College of Engineering New Mexico State University, October 2012 (<http://solarabcs.org/about/publications/reports/systemgrounding>) 1 – 30.
- [9] Y. Zhang, H. Chen, P. Du, Ya. Lightning protection design of solar photovoltaic systems: Methodology and guidelines. *Electric Power Systems Research*. (2019). doi: 174. 10.1016/j.epr.2019.105877.

Vladimír Šály was born in Slovakia in 1956. Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology in Bratislava (SUT FEI) finished as Diploma Engineer (MSc.) in Electrotechnology and in 1985 he received the scientific degree PhD. from the same university. Since 2003 he was employed as Associated Professor at SUT FEI. He works in material science, interesting especially in dielectric and semiconductor structures and photovoltaic renewable energy sources research. In 2015, was appointed as a professor in the field of power engineering.

Juraj Packa was born in Slovakia in 1971. Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology in Bratislava (SUT FEI) finished as Diploma Engineer (MSc.). He received the scientific degree PhD in Electrotechnology and Materials from the same university in 2004. Since 2018 he was employed as Associated Professor at SUT FEI. He works in material science, photovoltaics and electrical insulation systems.

Milan Perný was born in Slovakia in 1985. He graduated from the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology in Bratislava in 2009 in materials science. In 2013, after the successful

defense of the dissertation „Properties of thin amorphous SiC layers and their use in photovoltaics“, Milan was awarded the scientific degree of PhD. He was the solver of two important domestic scientific projects „Research of amorphous silicon carbide alloys for photovoltaics“ and „Research of energy efficiency of asynchronous drives with a frequency converter, their negative feedback effect on the grid and the possibility of its elimination“. He works in materials science, photovoltaics, renewable energy sources, health and safety at work and drives and power electronics and electric traction. At present he works at the Institute of Power and Applied Electrical Engineering, Slovak Technical University in Bratislava. Main interests of his research include DC and AC diagnostic methods in the field of homojunction and heterojunction solar cells.

Zoltán Kováč was born in Slovakia in 1986. He graduated from the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology in Bratislava in 2010 in power engineering. Started his practice as a lighting designer and sales representative. Then he worked for a major electricity producer in Slovakia. All his previous work experiences and knowledge led him to return to the University and start his new research in Innovations of waste lighting heat utilisation.

ETCSEE²⁰²¹

ENERGY | CENTRAL & SOUTH
TRADING | EASTERN EUROPE

Endorsed by:

EFET European Federation
of Energy Traders
and their members and their clients

20-21 October 2021
Prague, Czech Republic

**The in-person networking event
you have been waiting for!**

Register

www.energytradingcsee.com

ENERGETIKA

ROZHOVOR
S PŘEDSEDOU
PŘEDSTAVENSTVA
OTE, a.s.,

**Michalem
Puchelem**

Fit for 55:
Evropská unie
na cestě
ke klimatické
neutralitě

Zrod a život
„energetických
šmejdu“

70 let Fakulty
elektrotechnické
ČVUT

Fit for 55: jak zajistit,
aby padl na míru
i české ekonomice



Obsah



ROZHOVOR
s **předsedou**
představenstva OTE, a.s.,
Michalem Puchelem

strana 269

ROZHOVOR

s **Miroslavem Marvanem, který stál u zrodu**
společnosti OTE, a.s.

strana 271

EVROPSKÁ LEGISLATIVA

Fit for 55: Evropská unie na cestě
ke klimatické neutralitě

Pavel Zámyslický, Tereza Koubková

strana 272

EVROPSKÁ LEGISLATIVA

Fit for 55: jak zajistit, aby padl na míru
i české ekonomice

Tomáš Pirkel

strana 276

AKTUÁLNĚ

Virtuální realita přiblíží práci montérů EG.D
a zvýší bezpečnost práce

strana 278

EVROPSKÁ LEGISLATIVA

Fit for 55 z pohledu plynárenství

Veronika Vohlídková

strana 279

EVROPSKÁ LEGISLATIVA

Evropský boj za nulové emise

Zdeněk Petzl

strana 282

ERÚ

Zrod a život „energetických šmejdu“

Stanislav Trávníček

strana 285

ODBORNÉ ŠKOLSTVÍ

70 let Fakulty elektrotechnické ČVUT

Milena Josefovičová, Jan Sláma

strana 288

ENERGETICKY NEZÁVISLÉ STAVBY

Energeticky nezávislé bydlení

Jan Skála

strana 292

INFORMUJEME VÁS

Informace o výzkumu a vývoji v energetice

Miroslav Marvan

strana 296

AKTUÁLNĚ

Měření střídavých proudů ohebnými snímači

Karel Kohout, Ladislav Pospíchal

strana 299

JADERNÁ ENERGETIKA

Francouzský jaderný blok EPR1200 –
jediná nabídka z EU na nový jaderný blok JEDU5

Petr Neuman

strana 302

FOTOVOLTAICKÉ MODULY

Niektoré aspekty činnosti fotovoltaických modulov

Vladimír Šály, Milan Perný,

Juraj Packa, Zoltán Kováč

strana 311

MODEL FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

Dynamický model fotovoltaické elektrárny
pro ověření schopnosti překlenout poruchu

Karel Máslo

strana 316

EVROPSKÝ TRH S ELEKTRINOU

Algoritmus Euphemia – základní kámen
propojeného evropského denního trhu
s elektřinou

Martina Gabriel

strana 322

PRÁVO A ENERGETICKÝ SEKTOR

Vliv právního prostředí
na energetický sektor

Zdeněk Petrášek

strana 328



[3] Hron, Jan. *Kybernetika v řízení*. 5. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2001.

[4] SEDLÁČEK, Tomáš. *Ekonomie dobra a zla: po stopách lidského tázání od Gilgameše po finanční krizi*. 3. vydání. Praha: 65. pole, 2017.

Poznámky:

¹SEDLÁČEK, Tomáš. *Ekonomie dobra a zla: po stopách lidského tázání od Gilgameše po finanční krizi*. 3. vydání. Praha: 65. pole, 2017. s. 160.

²DAMOHOŘSKÝ, Milan. *Základy ochrany životního prostředí*. s. 10–11 in: DAMOHOŘSKÝ, Milan a kol. *Právo životního prostředí*. 3. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010.

³Definice slova Definition, pictures, pronunciation and usage [online]. 2020 Oxford University Press. Dostupné z: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/environment>. [cit. 10. 7. 2021]

⁴DAMOHOŘSKÝ, Milan a SMOLEK, Martin. *Ochrana životního prostředí v mezinárodním a unijním právu*. s. 120 in: DAMOHOŘSKÝ, Milan a kol. *Právo životního prostředí*. 3. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010.

⁵Text Pařížské dohody (dále jen Dohoda), jejíž znění mají dle čl. 29 Dohody v jazyce anglickém, arabském, čínšském, francouzském, ruském a španělském stejnou platnost [názvy jazyků jsem upravil dle české abecedy] je např. v anglickém jazyce dostupný na: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/FCCC_CP_2015_10_Add.1.pdf. [cit. 10. 7. 2021]

⁶GUTERRES, António. *Carbon neutrality by 2050: the world's most urgent mission*. Vyd. 11. 12. 2020. Dostupné z: <https://www.un.org/sg/en/content/sg/articles/2020-12-11/carbon-neutrality-2050-the-world%E2%80%99s-most-urgent-mission>. [cit. 15. 7. 2020]

⁷SIMSON, Kadri. *Speech by Commissioner Simson at the European House Ambrosetti Technology Forum 2021*. Projev ze dne 28. 5. 2021. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2019-2024/simson/announcements/speech-commissioner-simson-european-house-ambrosetti-technology-forum-2021_en [cit. 24. 6. 2021]

⁸Srov.: PETRÁŠEK, Zdeněk. *Právní aspekty transformace energetiky*. *Energetika: odborný časopis pro elektrárství, teplotrenství a použití energie*. Praha: Průmyslové vydavatelství, 2021, Roč. 71, č. 2, s. 100–101. a PETRÁŠEK, Zdeněk. *Význam kapitálových trhů pro transformaci energetiky – první pohled*. *Energetika: odborný časopis pro elektrárství, teplotrenství a použití energie*. Praha: Průmyslové vydavatelství, 2021, Roč. 71, č. 3, s. 171–172.

⁹Dokumenty, včetně sdělení Evropské komise – Sdělení: „Fit for 55“ – plnění klimatického cíle EU do roku 2030 na cestě ke klimatické neutralitě jsou dostupné z: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_cs. [cit. 15. 7. 2021]

¹⁰Vládní návrh zákona, kterým se mění zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů je dostupný z: <https://www.psp.cz/en/sqw/historie.sqw?o=8&t=870>. [cit. 24. 7. 2021]

¹¹Vládní návrh zákona, kterým se mění zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích

a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů je dostupný z: <https://www.psp.cz/sqw/historie.sqw?o=8&t=799>. [cit. 24. 7. 2021]

¹²Hron, Jan. *Kybernetika v řízení*. 5. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2001. s. 3–4.

¹³EVROPSKÁ KOMISE. *Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému sociálnímu výboru a výboru regionů „Fit for 55“: plnění klimatického cíle EU pro rok 2030 na cestě ke klimatické neutralitě Unie*. Bod 2.1. an. Ze dne 14. 7. 2021. COM(2021) 550 final. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550>. [cit. 20. 7. 2021]

¹⁴SIMSON, Kadri. *Speech by Commissioner Simson at the 10th InnoGrid event 'Living the Transition'*. Projev ze dne 4. 6. 2021. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2019-2024/simson/announcements/speech-commissioner-simson-10th-innogrid-event-living-transition_en [cit. 29. 6. 2021]

¹⁵Tamtéž

¹⁶Pro definici a analýzu ekonomických příčin energetické chudoby v ČR – viz článek: KUBEČEK, Vladimír, BUREŠOVÁ, Lucie a ŠAFR, Karel. *Energetická chudoba – způsoby měření a její rozsah v České republice*. *Energetika: odborný časopis pro elektrárství, teplotrenství a použití energie*. Praha: Průmyslové vydavatelství, 2021, roč. 71, č. 3, s. 163–165.

¹⁷SIMSON, Kadri. *Speech by Commissioner Simson at the UN High Level Dialogue on Energy – Thematic Forum on Enabling SDGs through Inclusive, just Energy Transitions*. Projev ze dne 24. 6. 2021. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2019-2024/simson/announcements/speech-commissioner-simson-un-high-level-dialogue-energy-thematic-forum-enabling-sdgs-through_en [cit. 20. 7. 2021]

¹⁸DROBNÍK, Jaroslav. *Právo životního prostředí*, s. 27 in: DAMOHOŘSKÝ, Milan a kol. *Právo životního prostředí*. 3. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010.

¹⁹Viz bod 4.4.27 an. Rozsudku nizozemského Okresního soudu ze dne 26. 5. 2021 č. j. (anglického znění rozsudku) C/09/571932 HA ZA 19-379. Dostupný z: <https://uitspraken.rechtspraak.nl/inziendocument?id=EC-LI:NL:RBDHA:2021:5339> [cit. 20. 7. 2021]

²⁰ЦИНДЕЛИАНИ, Имеда Анатольевич. *Принципы финансового права как средства правового регулирования публичных финансов*. s.17 in: *Труды кафедры финансового права Российского государственного университета правосудия: сборник научных трудов / под ред. И. А. Цинделиани*. Москва, nakl. Prospekt, 2020. ISBN 978-5-392-30815-6. 368 s.

Mgr. Zdeněk Petrášek – právník, absolvent Právnické fakulty Univerzity Karlovy v Praze, aspirant Diplomacické akademie Ministerstva zahraničních věcí Ruské federace se zaměřením na evropské a mezinárodní právo.

Členové redakční rady:

Ing. Markéta Čapková, Ing. Josef Fiřt, Ing. Martin Hájek, Ph.D., Ing. Ladislav Havel, Mgr. Petr Holubec, prof. Ing. František Janiček, Ph.D., Ing. Jan Kanta, Ing., Mgr. Vít Klein, Ph.D., Mgr. Hana Klímová, Mgr. Aleš Laciok, prof. Ing. Pavel Noskovič, CSc., Ing. Ludmila Petráňová, Ing. František Plecháč, Ing. Roman Portužák, CSc., prof. PO, Dipl.-Ing. Tadeas Rusnok, Ing. Pavel Šolc, Bc. Zuzana Šolcová, Ing. Zdeněk Špaček, prof. Ing. Josef Tlustý, CSc., Ing. Aleš Tomec, Ing. Vladimír Vácha, Ing. Miroslav Vrba, CSc.

Vědecká rada:

Ing. Jiří Bartoň, CSc., Ing. Josef Bubeník, doc. Ing. Jiří Dudorkin, CSc., doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D., doc. Ing. Břetislav Janeba, CSc., Ing. Petr Karas, CSc., Ing. Pavel Kraják, doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc., doc. Ing. Karel Máslo, CSc., Mgr. Jan Mertl, Ing. Jan Rataj, Ph.D.

Vydavatel a nakladatel:

Český svaz zaměstnavatelů v energetice
Vyskočilova 1481/4, 140 00 Praha 4, Česká republika

Vedoucí redaktorka:

Ing. Kateřina Hamzová, tel.: 602 513 006
e-mail: katerina.hamzova@casopisenenergetika.cz

Sledujte ČSZE na sociálních sítích.



ČSZE je členem



Předplatné v ČR:

Distribuci pro předplatitele provádí v zastoupení vydavatele společnost SEND Předplatné, spol. s r.o.,
Ve Žlíbku 1800/77, Hala A3, 193 00 Praha 9 Horní Počernice,
tel.: 225 985 225, 777 333 370, e-mail: send@send.cz

Předplatné v zahraničí:

MediaCall s.r.o., Vídeňská 546/55, 639 00 Brno, tel.: +420 532 165 165,
e-mail: export@mediacall.cz, www.predplatnedozahranici.cz

Předplatné v SR:

Distribuci předplatitelům provádí Mediaprint-Kapa Pressegrasso, a.s.,
oddelenia inej formy predaja, Vajnorská 137, P.O.Box 183, 830 00 Bratislava 3,
tel.: 00421 244 458 821, 00421 244 458 816, 00421 244 442 773,
fax: 00421 244 458 819, e-mail: predplatne@abompkapa.sk;
Magnet-Press Slovakia, s.r.o., Šustekova 10, P. O. Box 169, 833 00 Bratislava, SR,
tel.: 00421 267 201 931-33, fax: 00421 267 201 910, e-mail: casopisy@press.sk,
predplatne@press.sk; Slovenská pošta, SPT, nám. Slobody 27, 810 05 Bratislava,
tel.: 00421 254 416 912, fax: 00421 254 419 906, e-mail: predplatne@slpostas.sk

Sazba: Renata Brtnická

Tisk: Grafotechna Plus, s.r.o.

Termín vydání: 11. 10. 2021

Vychází jako dvouměsíčník. Cena 90 Kč. Otisk povolen se souhlasem redakce a se zachováním autorských práv. Index 46 507, ISSN 0375-8842, E 2922.

© Český svaz zaměstnavatelů v energetice (ČSZE)



ZELENÁ
1000KČ
SLEVA

Žádná složitá gesta.

Přírodě pomůže, když jednoduše přejdete na PREEkoproud.

Ruku na to a ještě slevu **1000 Kč.**

Nabídka platí do 31. 12. 2021 pro nově uzavřené smlouvy.
Více info na preekoproud.cz.

PRE EKOPROUD



Řešíme Vaše problémy
v oblasti energetiky a průmyslu

www.egc-cb.cz