

13.

# HÖFLERJEVI DNEVI

22. in 23. oktober 2018

Portorož, Slovenija

PROGRAM / PROGRAMME



Za dostop do člankov 13. simpozija Höflerjevi dnevi na spletnem naslovu  
<https://www.eimv.si/hofler/articles.html>  
uporabite uporabniško ime **eimv** in geslo **hd2018**.

*For accessing the papers presented at the 13<sup>th</sup> Höfler's Days Symposium on  
<https://www.eimv.si/hofler/articles.html>  
please use the username **eimv** and password **hd2018**.*



13.

# HÖFLERJEVI DNEVI

## HÖFLER'S DAYS

Ogroženost energetske naprave pred strelo v luči masovne uporabe močnostne elektronike

*Endangerment of Electric Power Devices by Lightning in Relation to the Mass Usage of Power Electronics*

**Programska knjižica mednarodnega posvetovanja 13. Höflerjevi dnevi**  
Portorož, Grand Hotel Bernardin, 22. in 23. oktober 2018

***Programme of the 13th Höfler's Days International Symposium***  
*Portorož, Grand Hotel Bernardin, 22 and 23 October 2018*

## Organizacijski odbor za pripravo Höflerjevih dnevov:

**Predsednik:**

dr. Boris Žitnik

**Člani, zadolženi za pripravo strokovnih podlag:**

prof. dr. Maks Babuder, dr. Stane Vižintin, Mladen Iglíč, Miha Bečan

**Člani, zadolženi za organizacijo:**

Pija Hlede, Karmen Rozman, Bojana Vicozi

---

## Höfler's Days Symposium - Organising Committee

**Chairman:**

*Dr. Boris Žitnik*

**Committee members preparing expert documentation:**

*Prof. Dr. Maks Babuder, Dr. Stane Vižintin, Mladen Iglíč, Miha Bečan*

**Secretary and technical support:**

*Pija Hlede, Karmen Rozman, Bojana Vicozi*

Objavljeni prispevki so recenzirani!

*The published papers have been reviewed!*

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

621.316.93[082]

HÖFLERJEVI dnevi (13 ; 2018 ; Portorož)

Ögroženost energetskih naprav pred strelo v luči masovne uporabe močnostne elektronike : programska knjižica mednarodnega posvetovanja 13. Höflerjevi dnevi, Portorož, Grand Hotel Bernardin, 22. in 23. oktober 2018 = Endangerment of electric power devices by lightning in relation to the mass usage of power electronics : programme of the 13th Höfler's Days International Symposium, Portorož, Grand Hotel Bernardin, 22 and 23 October 2018 / [zbrala in uredila Pija Hlede]. - Ljubljana : Elektroinštitut Milan Vidmar, 2018

ISBN 978-961-6688-11-6

1. Gl. stv. nasl. 2. Vzp. stv. nasl. 3. Hlede, Pija

296922880



## UVODNE BESEDE

Spoštovane dame in gospodje, cenjeni partnerji, eksperti in kolegi,

vabim Vas, da se nam pridružite na 13. Höflerjevih dnevih v Portorožu. Simpozij ima v Sloveniji že več desetletij tradicije in se je uveljavil kot mednarodno srečanje strokovnjakov s področja visokonapetostne tehnike.

Področje elektroenergetike je v zadnjih letih postalo zelo dinamično in soočamo se s številnimi spremembami. Dogajajo se globalni procesi, ki presegajo samo področje elektroenergetike, imajo pa nanjo pomemben vpliv - digitalizacija, razogljičenje, razpršena proizvodnja električne energije in decentralizacija, elektrifikacija prometa in toplote, hranjenje električne energije ter razvoj trga in novih poslovnih modelov.

Spremembe predstavljajo velik izziv, hkrati pa tudi priložnost za tiste, ki se jim bodo prilagodili in jih znali izkoristiti. Prav tako pa velja, da brez stabilne proizvodnje električne energije in zanesljivih prenosnih in distribucijskih omrežij tudi digitalizacija, zanesljivost oskrbe, elektrifikacija toplote in elektromobilnost nimajo pravega smisla.

Razvoju in spremembam sledi tudi področje visokonapetostne tehnike. V okviru simpozija Höflerjevi dnevi z osrednjim področjem

### **Ogroženost energetskih naprav pred strelo v luči masovne uporabe močnostne elektronike**

se bomo posvetili predvsem naslednjim temam:

- nove tehnologije in rešitve na področju VN opreme,
- diagnostika in vzdrževanje VN opreme in sistemov,
- zaščita elektronskih naprav in sistemov pred delovanjem strele in prenapetostmi,
- VN kabli in kabelska oprema za AC in DC podzemne vode,
- trajna obratovalna napetost, urejanje njenega profila in staranje izolacije,
- okoljska problematika v povezavi z VN vodi in napravami.

V več kot dvajsetih predstavitev bomo sodelavci Elektroinštituta Milan Vidmar in domači ter tuji eksperti s partnerskih inštitucij, energetskih podjetij in industrije diskutirali, se učili eden od drugega in razvijali ideje za bodoči elektroenergetski sistem.

Zahvalil bi se vsem, ki ste omogočili izvedbo 13. Höflerjevih dnevov – avtorjem prispevkov, sponzorjem, članom organizacijskega odbora ter udeležencem na simpoziju.

Se vidimo v Portorožu.

Dr. Boris Žitnik  
direktor Elektroinštituta Milan Vidmar

## INTRODUCTION

*Dear Ladies and Gentlemen, Esteemed Partners, Experts and Colleagues,*

*I invite you to join us at the 13th Höfler's Days in Portorož. The symposium been a traditional event for decades and it has evolved to an international meeting of experts in the high voltage technology sector.*

*The electric power area has become very dynamic in the recent years and we are facing many changes. Global processes, exceeding the area of electric power, are currently happening, and digitalisation, decarbonisation, dispersed production of electric power and decentralisation, traffic and heating electrification, electricity storage, market and new business models development have a significant impact on electric power.*

*The changes present a major challenge and also an opportunity for those who will adapt to them and know how to use them. Without a stable production of electric power and reliable transmission and distribution networks, digitalisation, supply reliability, heating electrification and electro-mobility have no real importance.*

*The development and changes are also followed by high voltage technology. The Höfler's Days symposium's main theme:*

### **Endangerment of Electric Power Devices by Lightning in Relation to the Mass Usage of Power Electronics**

*will be extended with the following topics:*

- *new technologies and solutions in HV equipment,*
- *HV equipment and system diagnostics and maintenance,*
- *protection of electronic devices and systems against lightning strikes and overvoltage,*
- *HV cables and cable equipment for AC and DC underground lines,*
- *permanent operating voltage, profile arrangement and insulation ageing,*
- *environmental issues in connection to HV lines and devices.*

*At more than twenty lectures and presentations, the associates of the Milan Vidmar Electric Power Research Institute, domestic and foreign experts from partner institutions, energy companies and the industry will discuss, learn from each other and develop the ideas for the future electric power system.*

*I would like to thank all of you who enabled the implementation of the 13th Höfler's Days – authors, sponsors, members of the organisation committee and participants at the symposium.*

*See you in Portorož.*

*Dr. Boris Žitnik*  
*Director of the ElektroInštitut Milan Vidmar*



# PROGRAM / PROGRAMME



# PONEDELJEK, 22. OKTOBER 2018 - SIMULTANO PREVAJANJE

## MONDAY, 22 OCTOBER 2018 - INTERPRETING

10:00	10:20	Boris Žitnik	Otvoritev simpozija <i>Symposium opening</i>
10:20	10:50	Michael Muhr	Razvoj visokonapetostne tehnike <i>Developments in High Voltage Engineering</i>
10:50	11:10	Luigi Calcara in Massimo Pompili	Uporaba naravnih estrov v transformatorjih <i>Natural Esters Application in Power Transformers</i>
11:10	11:30	Alberto Borghetti	Zmogljivost distribucijskih vodov v urbanih okoljih glede na obremenitve ob strelu <i>Lightning Performance of Overhead Power Lines in Urban Areas</i>
11:30	12:00	Odmor/Coffee break	
12:00	12:20	Maks Babuder, Boris Žitnik	Pojasnilen pogled na nesprejemljivost ESE lovilcev strele – slovenski primer <i>Explanatory Perspective of the Early Streamer Emission Air Terminations Non-Acceptance – the Slovenian Case</i>
12:20	12:40	Ivo Uglešič	Meritve udarov strel in uporaba podatkov za preučevanje koordinacije izolacije <i>Lightning Strike Measurements and Data Application for the Study of Insulation Coordination</i>
12:40	13:00	Zdenka Benesova, Rainer Haller, Pavel Karban	Povezovanje elektromagnetnih polj tokov udarov strel v inštalacijskih zankah <i>Electromagnetic Field Coupling of Lightning Currents in Installation Loops</i>
13:00	13:30	Josef Pihera, Pavel Prosr, Radek Polanský	Dielektriki na osnovi netkanih nano-tkanin – vidik delnih razelektritev <i>Nonwoven Nanofabric Based Dielectrics - Partial Discharges Point of View</i>
13:30	14:30	Skupno kosilo/Lunch	
14:30	14:50	Urban Rudež, Rafael Mihalič	Simpatetični vklopni tok vzporednih in serijskih transformatorjev <i>Sympathetic Inrush Current Phenomenon of Parallel-Connected and Series Transformers</i>
14:50	15:10	Nadja Železnik	Ravnanje z radioaktivnimi odpadki v Sloveniji: trenutno stanje in strategija za prihodnost <i>Radioactive Waste Management in Slovenia: Current Status and Future Strategy</i>
15:10	15:30	Uroš Kerin	Prilagoditve tehnične specifikacije naprave STATCOM v projektu SINCRO.GRID <i>Technical Considerations in Developing the Specification for a STATCOM Device in the SINCRO.GRID Project</i>
15:30	15:50	Rainer Haller, Vaclav Kotlan, Zdenka Benesova	Analiza napetostnih in tokovnih valovnih udarov na večsistemске daljnovode, ki jih povzročijo neposredni udar strele v ozemljitveno žico <i>Analysis of Voltage and Current Surge Waves on Overhead Multi-Circuit Transmission Caused by Direct Lightning Strike into Earth Wire</i>
16:00	16:30	Odmor/Coffee break	
16:30	18:00	Panelna diskusija/ <i>Panel Discussion</i>	Prilagajanje slovenskega prenosnega in distribucijskega omrežja novim obratovalnim zahtevam <i>Adapting Slovenian Transmission and Distribution Network to the New Operating Requirements</i>
20:00	20:30	Kulturni program/ <i>Entertaining Programme</i>	Koncert Tinkare Kovač <i>Performance of Tinkara Kovač</i>
20:30		Svečana večerja/ <i>Formal dinner</i>	



TOREK, 23. OKTOBER 2018  
TUESDAY, 23 OCTOBER 2018

9:30	9:45	Leon Valenčič	Vpliv elektrifikacije prometa in ogrevanja na razvoj omrežja <i>The Impact of Traffic Electrification and Heating on the Grid Development</i>
9:45	10:00	Janko Kosmač, Špela Vidrih, Marko Mihorko, Borut Vertačnik	Integracija sistema SUMO z drugimi sistemi <i>Integration of DLR System SUMO with Other Systems</i>
10:00	10:15	Ana Cerk	Izkušnje na poti okoljske odgovornosti in usmeritve na podlagi uspešno zaključenih postopkov <i>Experience on the Path of Environmental Responsibility and Orientations on the Basis of Conducted Procedures</i>
10:15	10:30	Primož Hrobat, Jure Strmec, Dušan Huč	Problematika umeščanja objekta v neposredni bližini stojnih mest visokonapetostnih nadzemnih vodov <i>Problems Relating to the Integration of a Facility in Direct Vicinity of High Voltage Overhead Lines Positions</i>
10:30	10:45	Janez Ribič, Jože Pihler	Izračun ocene tveganja za izbiro zaščite pred delovanjem strele <i>Risk Assessment Calculation for Determining the Lightning Protection</i>
10:45	11:15	Odmor/ <i>Coffee break</i>	
11:15	11:30	Goran Milev, Vladimir Djurica, Klemen Jevnikar, Mihael Perman	Določitev največjega toka strele z 10.000 letno povratno dobo <i>Designation of the Maximum Lightning Current with 10,000-Years Return Period</i>
11:30	11:45	Tim Gradnik, Maja Končan-Gradnik	Vloga fizikalno-kemijske diagnostike pri nadzoru in upravljanju energetskih transformatorjev <i>The Role of Physical and Chemical Diagnostics in the Supervision and Management of Power Transformers</i>
11:45	12:00	Grega Gerjevič, Istok Jerman	Zaščita elektronskih naprav na transformatorju pred prenapetostmi <i>Protection of Electronic Devices on Transformer against Overvoltages</i>
12:00	12:15	Simon Podkoritnik, Ivo Kobal, Marko Janša	Primerjava metod preizkušanja 110 kV kablov po polaganju <i>Comparison of Test Methods of 110 kv Cables after Installation</i>
12:15	12:30	Mladen Igljič in Robert Maruša	Tehnična rešitev za optimalno prenapetostno zaščito v primeru prehoda DV-KB in KB-GIS postroj <i>A Solution for Optimal Performance of Overvoltage Protection in Cases of CABLE-OHL and CABLE-GIS Interconnection</i>
12:30		Skupno kosilo/Lunch	

## Razvoj visokonapetostne tehnike

Ta prikaz osvetljuje široko področje, ki ga zajema visokonapetostna tehnika. Začne z razvojem enosmernih naprav za prenosna omrežja, nadaljuje z novimi materiali in prispe do diagnostike.

Veliko novih stvari se je v visokonapetostni tehniki pojavilo v zadnjih letih, pretežno na področju enosmerne prenosa. Enosmerni sistemi se bili že prej dobro poznani, vendar so se v več desetletjih razvojne raziskave usmerjale le na izmenično področje. Zato je na področju enosmerne tehnike, še posebej glede fizikalnih pojavov, preskušanja in standardizacije treba veliko postoriti, ker enosmerna tehnika vse bolj prodira tudi v Evropo.

Ravno tako je treba opraviti še veliko raziskav materialov v povezavi z nanotehnologijo, supraprevodnostjo, izolacijskimi tekočinami, plini in tako naprej. In z roko v roki ob uvajanju novih tehnologij se pojavlja vprašanje diagnostike še posebej za nove materiale. V tem smislu bo prikaz zajel vse razvojne dosežke na področju visokonapetostne tehnike.

## *Developments in High Voltage Engineering*

*This presentation explains a wide area of high voltage engineering. Starting with the development of DC systems for transmission networks, going on with new materials and at last coming to diagnostics.*

*There are a lot of new things in the last year in high voltage engineering mainly in the field of direct voltage transmission. Long before DC was even well known, most investigations and studies had been made with regard to AC. Therefore, a lot should be done with regard to DC, especially in physics, testing, measuring and standardisation, because DC is becoming more important also in Europe.*

*But there are also many investigations in the area of materials like nanotechnology, high temperature superconductivity, new insulating liquids and gases and so on. Along with these new technologies, the question of diagnostics is arising, especially with reference to new materials. Therefore this presentation will give a short overview of all these developments in the area of high voltage engineering.*



## LUIGI CALCARA, MASSIMO POMPILI

### Uporaba naravnih estrov v transformatorjih

V zadnjem času se uporaba naravnih estrov (rastlinskih tekočin) v transformatorjih povečuje zaradi njihovih prednosti glede visokih plamenišč/vnetišč, nižje toksičnosti, višje biorazgradljivosti in možnosti recikliranja. V tem članku je predstavljena eksperimentalna primerjalna ocena o vžigu tako mineralnih olj in naravnih estrov. Prav tako so bile izvedene preliminarne obravnave produktov razgradnje dima v primeru požara mineralnih olj ali naravnih estrov. Rezultati, prikazani v članku, prispevajo k ugotovitvam, da lahko uporaba naravnih estrov v transformatorjih prispeva k bistvenemu znižanju tveganj za ljudi in okolje.

### *Natural Esters Application in Power Transformers*

*In recent times, the use of natural esters (vegetable fluids) in power transformers has considerably increased due to their advantages in terms of high flash/fire points, lower toxicity, higher biodegradability and the possibility of recycling. This paper presents an experimental comparative evaluation on fire ignition of both mineral oil and natural esters. Also, preliminary considerations on smoke decomposition products in case of fire of mineral oils or natural esters are reported. The results shown in the present paper give a contribution to ascertain that the use of a natural ester transformer may positively contribute to a significant reduction of risks to humans and the environment.*

# ALBERTO BORGHETTI

## Zmogljivost distribucijskih vodov v urbanih okoljih glede na obremenitve ob strelu

Predavanje ima dva dela. V prvem je obravnavana uporaba metode Monte Carlo za ocenjevanje obnašanja srednjenapetostnih in nizkonapetostnih nadzemnih elektroenergetskih vodov. Prikazana je uporaba ponavljalne stopenjske vzorčevalne tehnike pri izboljšavi natančnosti in znižanju računalniških obremenitev, temelječ na preskusnih primerih in brez uporabe odvodnikov prenapetosti. V drugem delu je težišče obravnave na vrednotenju zaslonskega vpliva bližnjih poslopij v bližini mestnih vodov. Prisotnost poslopij v urbanem okolju omejuje število direktnih udarov v vodnike nadzemnih vodov in znižuje strelin elektromagnetni udar LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse). Vpliv slednjega je mogoče oceniti in prikazati ob pomoči krivulj zaščitnega faktorja, prikazanih v standardu IEEE Std 1410. V zvezi s tem dejavnikom predavanje pojasnjuje uporabo utežnostnih funkcij, ki jih lahko uporabimo pri analitičnih izrazih za LEMP na odprtem prostoru. V obeh primerih, tako ob predpostavki idealnih tal in pa tal z upoštevanimi izgubami, se parametri utežnostnih funkcij ugotavljajo na podlagi minimiziranja najmanjših kvadratov diferenc glede na reference, dobljene z modelom oziroma metodo končnih elementov v obeh primerih analiziranih konfiguracij. Preskusi so pokazali, da lahko uporabimo utežnostne funkcije pri obliki udarnega toka povratnega udara in pri razdalji med mestom udara in vodom, ki se razlikuje od tiste za identifikacijo, z zadovoljivo točnostjo.



## ***Lightning Performance of Overhead Power Lines in Urban Areas***

*The lecture is divided in two parts. The first part provides a review of the Monte Carlo method for the assessment of the lightning performance of overhead medium voltage and low voltage power distribution lines. The application of a recursive stratified sampling technique for improving the accuracy and to reduce the computational effort is presented and illustrated through test cases with and without surge arresters. The second part is focused on the shielding effect provided by buildings near urban power lines. The presence of nearby buildings reduces the number of direct strikes to line conductors and attenuates the lightning electromagnetic pulse (LEMP) radiated by indirect lightning strokes. The former effect can be represented by using the shielding factor curves provided by IEEE Std 1410. For the latter effect, the paper describes specific weighting functions that can be applied to the LEMP analytical expressions valid for an open terrain. For both cases of ideal ground and ground where losses are considered, the parameters of the weighting functions are identified through the least-square minimisation of the differences with the results provided by a finite-element method model that is assumed as reference for the configurations analysed. As shown by the tests, the weighting functions can be used for lightning return strike current waveform and distances between the line and the stroke location differ from those used for their identification with reasonable accuracy.*

## Pojasnilen pogled na nesprejemljivost ESE lovilcev strele – slovenski primer

O ESE lovilcih kot del strelovodnih naprav je v zadnjih desetletjih v Evropi potekala intenzivna razprava in bile so sprejete razne rešitve v zvezi z njihovo uporabo. Najpomembnejše diskusije in pomembni argumenti so bili predstavljeni in obravnavani na konferenci ICLP (Mednarodna konferenca o zaščiti pred strelo), ki se je redno udeležujejo člani Slovenskega društva za geoelektriko, statično elektriko in streloводе (SDGSS). Eksperti iz Slovenije sodelujejo tudi s Tehničnim odborom 81 IEC – Zaščita pred strelo (IEC TC 81 – Lightning protection) in tako pri nas skrbijo za sodobni pristop pri obravnavi zaščite pred strelo. Kljub posameznim prizadevanjem nekaterih pri nas zainteresiranih za uvajanje cenejših, enostavnejših in manj zahtevnih strelovodnih naprav, je bila sprejeta rešitev določena v seriji standardov IEC 62305 ter uradno potrjena in uveljavljena kot Slovenski standard SIST EN 62305.

Ne glede na omenjeno je bil narejen poskus uvedbe ESE Strelovodnih naprav, izdelanih po francoskih standardih NF C 17 – 100, NF C 17 – 102 in NF C 17 – 106, ki so ga uvozniki teh naprav začeli v Sloveniji.

V tem članku poročamo o celotnem poteku tega poskusa in navajamo pregled postopkov in udeležencev v slovenskem primeru.

### ***Explanatory Perspective of the Early Streamer Emission Air Terminations Non-Acceptance – the Slovenian Case***

*ESE air termination as a part of the Lightning Protection System (LPS) has been intensively studied, debated and various decisions in terms of its implementing were taken in the past decades in Europe. The most meaningful discussions and weighty arguments were made and presented at several ICLPs that are regularly attended by Slovenian experts, members of the Slovenian Society on Geoelectricity, Static Electricity and LPS (SDGSS). Slovenian experts cooperate with IEC TC 81 Lightning protection providing for the state-of-the-art technique in suitable handling of lightning protection issues in the country. Despite singular endeavors by some interested parties striving to achieve lightning protection level with minimum cost and the lowest possible effort, the IEC 62305 Series was adopted and approved by CENELEC as the EN 62305 Series and later also as the SIST EN 62305 Slovenian standard.*

*Nevertheless, there was an attempt made by ESE LPS manufacturers to introduce the implementation of these devices in Slovenia which would be installed according to the French Standards NF C 17 – 100, NF C 17 – 102 and NF C 17 – 106. This paper reports on the whole process and gives an overview of events and participants in the Slovenian case.*

## Meritve udarov strel in uporaba podatkov za preučevanje koordinacije izolacije

V članku so predstavljene meritve udarov strel, ki jih izvajajo različni merilni sistemi, ter uporaba podatkov, pridobljenih iz meritev tokov pri udarih strel v koordinaciji izolacije. Opisan bo nadzorni sistem aktivnosti strel, nameščen na stebri Lovćen. Neposredne meritve v realnem času beležijo obliko in amplitudo tokov udarov strel. Gora Lovćen stoji v bližini morske obale, na področju z relativno visoko gostoto udarov strel, zaradi česar je ta merilna postaja edinstvena v primerjavi z ostalimi nadzornimi sistemi za aktivnosti udarov strel v Evropi, nameščenih na stebrih »znotraj« celine. Primerjava pojavov udarov strel na stebri Lovćen s podatki, pridobljenimi s sistemom za lociranje udarov strel, je pokazala veliko ujemanje. Vendar pa je sistem za lociranje udarov strel zaradi visoke občutljivosti in širokega območja obravnave zabeležil več udarov. Uporaba podatkov o udarih strel je pomembna zaradi novih težav z namestitvami vetrnih turbin. Poškodbe na lopaticah nekaterih vetrnih turbin so sprožile namestitev sistemov za zaznavanje udarov strel na vsaki lopatici, s čimer je bilo mogoče pridobiti natančnejše informacije o neposrednih udarih v lopatice vetrnih turbin. Podatki, ki jih zberejo različni merilni sistemi za merjenje toka udarov strel, pomagajo pri preučevanju koordinacije izolacije vetrnih elektrarn. Simulacije udarov strel na vrhu lopatic turbin, izvedene z računalniškim programom EMTP-RV, so pokazale, kako pomembna je nizka ozemljitvena upornost za učinkovito prenapetostno zaščito opreme vetrnih elektrarn.

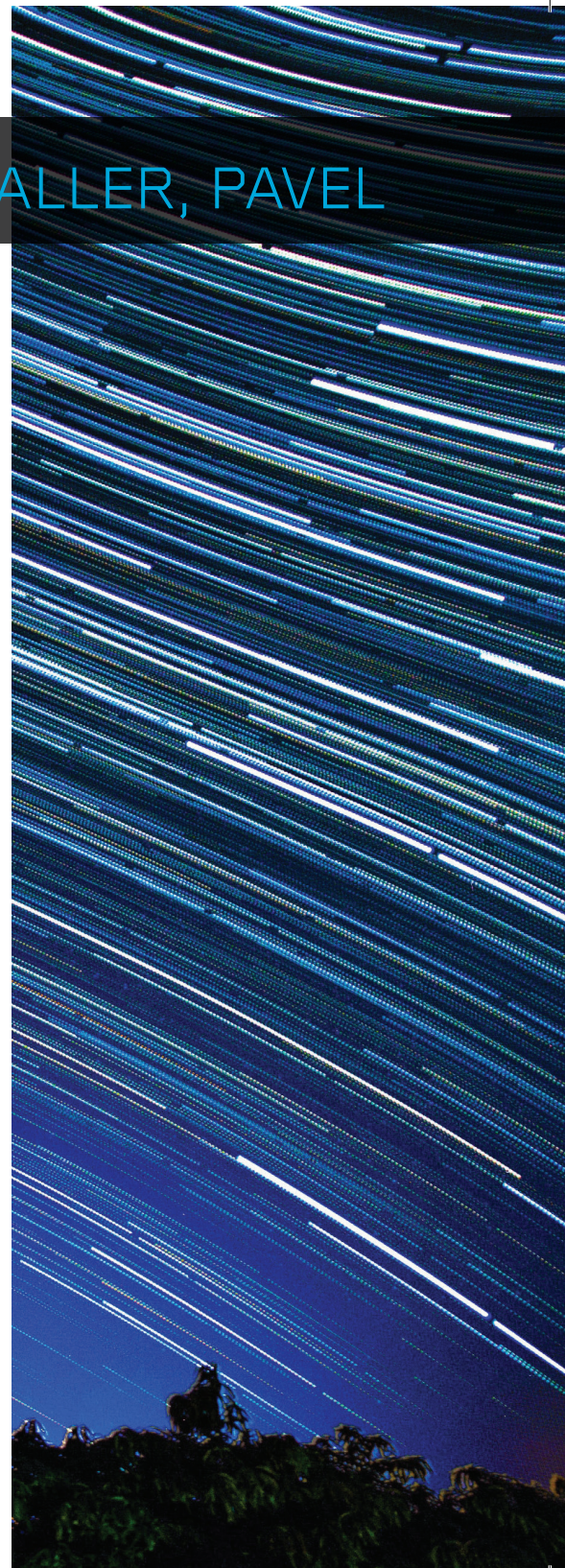
### ***Lightning Strike Measurements and Data Application for the Study of Insulation Coordination***

*The lightning strike measurements performed by different measurement systems will be presented and the use of data obtained from lightning current measurements in insulation coordination studies will be shown. The lightning activity monitoring system at Lovćen tower will be described. Direct real-time measurement records the shape and amplitude of the lightning currents. The Lovćen mountain is located close to the sea coast, in the area with relatively high lightning flash density, which makes the measurement station unique compared to other lightning activity monitoring systems in Europe, placed on towers 'inside' the continent. The comparison of a lightning event recorded at Lovćen tower and with data obtained with the lightning location system (LLS) showed a good congruence. However, the LLS recorded more strokes due to high system sensitivity and wider area considered. The application of the lightning data is important due to the new problems of wind turbine installations. Experienced blade damages on some wind turbines lead to lightning event counter installation in each blade, which enabled more accurate information on direct strikes to wind turbine blades. The data collected by the different lightning current measurement systems are helpful in the insulation coordination studies of wind power plants. Simulations of lightning strikes at the top of the turbine blades conducted with the EMTP-RV computer programme have demonstrated the importance of low grounding resistance for the efficient overvoltage protection of wind power plants equipment.*

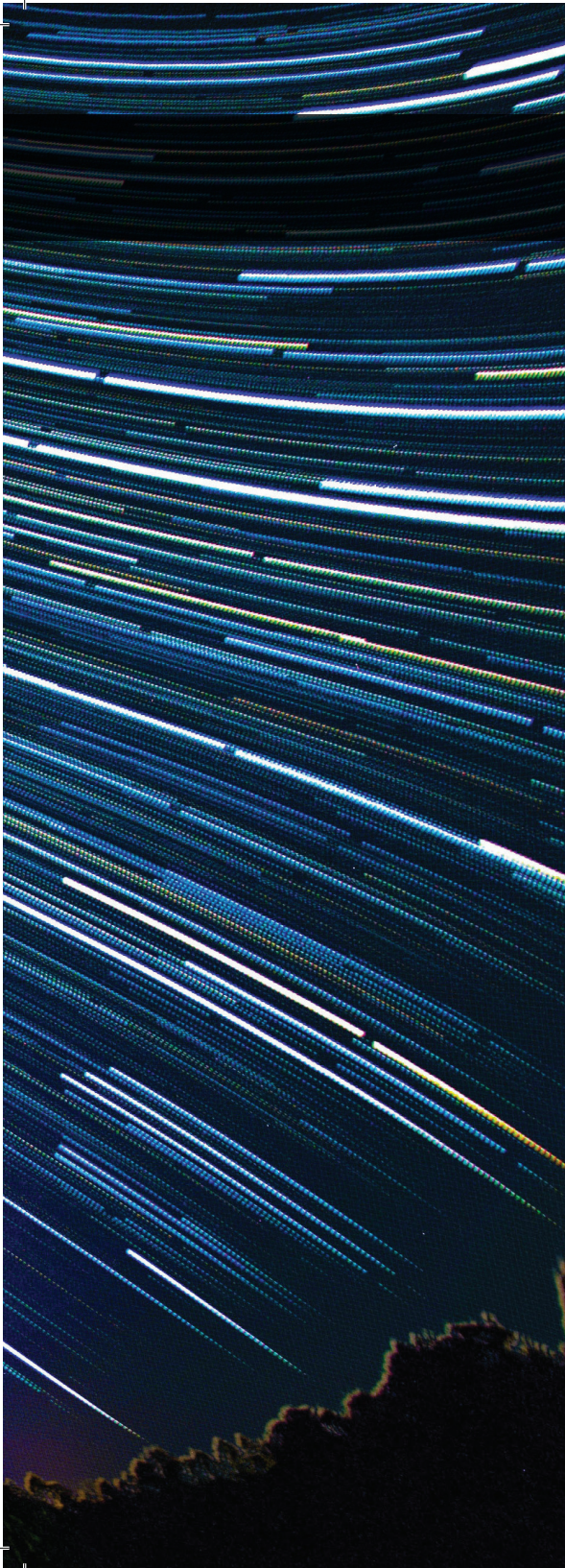
## Povezovanje elektromagnetnih polj tokov udarov strel v inštalacijskih zankah

Prisilna uporaba območij za zaščito proti udarom strel (Lightning Protection Zones) je privedla do višje ravni varnosti elektronskih naprav, ki so nameščene na takšnih območjih. Kot je znano, je vnos LPZ zavarovan z ustreznim SPD, ki je odvisen od pričakovanih parametrov udara strele v določenem LPZ. Vendar se v praksi pri obstoječih zankah, vgrajenih v tipične nizkonapetostne inštalacije, lahko pojavijo prenapetosti in/ali tokovne preobremenitve, ki lahko zmanjšajo varnost zaradi SPD. Te napetosti in tokovi nastanejo zaradi učinka povezovanja polj toka udara strele in se ne upoštevajo kvantitativno z običajno uporabljeno formulo približkov.

Članek se ukvarja z metodo za natančnejšo določanje napetosti in tokov, povezanih s poljem, na prototipu takšne inštalacijske zanke, ki je primerna za druge praktične aplikacije. Načelo opisanega postopka je ustvariti enakovreden tokokrog za dano zanko, pri čemer je treba parametre tokokroga pridobiti tako z izračunom FEM predvidene komponente, ki je odprona na tokovno polje strele, in izračunom induktivne komponentne zanke in vzajemnih induktivnosti. S pomočjo tega modela se lahko določijo vsi zanimi toki in napetosti v zanki; še več, lahko se izračuna varnostni učinke obstoječe SPD, če proizvajalec da na razpolago model. Kot pričakovano pa ima največji vpliv na povezovanje polja dejansko posledični udar. Na enak način je bilo ugotovljeno, da takšen udar strele obremeni izhodno napetost uporabljene SPD, ki je lahko bistveno višja, kot je pričakovano od značilnosti, ki se uporabljajo za zasnovano varnostnih ukrepov. Opisani postopek je bil preverjen z izbranim praktičnim merjenjem v laboratoriju za tokove udarov strel, zato je namenjen tudi za drugačno praktično uporabo.







## ***Electromagnetic Field Coupling of Lightning Currents in Installation Loops***

*The forced application of the Lightning Protection Zones (LPZ) concept has led to a higher safety of electronic devices located in such zones. As known the "input" of a LPZ is secured by an appropriate SPD, which depends on the expected lightning parameter in the defined LPZ. However, in practical cases of existing loops in a typical low voltage installation, some overvoltages and/or overcurrents may occur and lead to a decreased protective effect given by the SPDs. Those voltages and currents are caused by the field coupled effect of the lightning current and are not considered quantitatively by the commonly used approximation formula.*

*The paper deals with the method for a more accurate determination of field coupled voltages and currents on a prototype of such installation loop that can also be applied differently. The principle of the described procedure is to create an equivalent circuit for a given loop, whereby the circuit parameter should be obtained by both a FEM calculation of the assumed lightning current field resistant component and the calculation of the inductive component loop and mutual inductivities. Using that model all interesting currents and voltages into the loop and the security effect of the existing SPD, if its model is available from the manufacturer, can be determined. As expected, the highest influence of the field coupling is given by the subsequent stroke. It was found in the same manner that at such lightning stress the output voltage of the used SPD could be significantly higher as expected by the given UI characteristic used for the design of the security effect. The described procedure was verified by selected practical measurements in a lightning current laboratory and it can also be applied in other ways.*

## Dielektriki na osnovi netkanih nano-tkanin – vidik delnih razelektritev

Raziskave nano-materialov in dielektrikov že več let potekajo v visokonapetostnih izolacijskih kompozitih. Nano-kompoziti običajno temeljijo na organski ali anorganski snovi, njihove lastnosti pa se preučujejo in raziskujejo z različnih vidikov in z uporabo različnih testnih in ocenjevalnih metod. Običajno je nano-dielektrik izveden na osnovi polnila, kjer so nano-delci vgrajeni v matrično kompozita. Ti nano-kompoziti so običajno napolnjeni z različnimi nano-polnili (kovinski oksidi, aluminij, kremen, ogljikova nano-vlakna in nano-cevke). Ugotovljeno je bilo, da vsa ta nano-polnila več ali manj izboljšujejo nekatere električne, mehanske in toplotne značilnosti nano-kompozitov. Žal pa ima ta tehnologija kar nekaj težav s homogenostjo in razpršitvijo delcev. Nadalje pa sta potratnost in tendenca k aglomeraciji slabosti te tehnologije. Predstavljena študija se osredotoča na izdelke, proizvedene z brezizgelno elektrospining tehnologijo, iz plasti nano-vlaken z dielektričnimi lastnostmi. Ta metoda in izdelki se danes obravnavajo kot alternativa dobro poznanim dielektrikom iz nano-delcev. V nasprotju s kompoziti iz delcev pa je netkana nano-vlakna mogoče uporabiti kot tkanino čez celo površino kompozita, pri čemer se ne ustvarjajo aglomeracije kot pri nano-kompozitih iz nano-delcev.

Delne razelektritve smo preučevali v kompozitih, ojačanih z nano-vlakni, proizvedenimi z elektrospining tehnologijo. Eksperimentalni vzorci, predstavljeni v tej študiji, temeljijo na modifikaciji trikomponentnega elektroizolativnega materiala, ki temelji na sljudi (lepoksi, sljuda in steklena vlakna). Modifikacije običajnih kompozitov sljude so bile pripravljene z vključitvijo različnega števila nano-vlakanastih plasti (1, 2 ali 3) in z različno ploščinsko težo nano-vlaken (1, 3 in 5 g/m<sup>2</sup>) v njihovo strukturo. Nosilni kompoziti so bili dostavljeni v obliki smolnatih toplotno nastavljenih prepregov, na katere so bile ročno nanosene plasti netkanih nano-vlaken, izdelanih iz poliamida 6 (PA6). Vzorci so nato posušili s tipičnim smolnatim postopkom sušenja.

Rezultati delnih razelektritev kažejo razlike v različnih vzorcih, odvisno od prisotnosti nano-vlaken, števila plasti, površinske gostote vlaken. Zmanjšanje aktivnosti delnih razelektritev je vidno, ko se netkane nano-tkanine ustalijo v kompozitu.

## ***Nonwoven Nanofabric-Based dielectrics – Partial Discharges Point of View***

*Nano-based materials and especially dielectrics have been investigated for many years in the high voltage insulation composites.*

*The nano-composites are usually based on organic or inorganic matter and their properties are studied and investigated from various points of view using different testing and evaluating methods. Usually, the nano-dielectric is prepared filler based, where the nano-particles are incorporated in the composite matrix.*

*Usually these nano-composites are filled by various nano-fillers (metallic oxides, alumina, silica, carbon nanofibers or nanotubes). All of these nano-fillers have been found, more or less, to improve some of the electrical, mechanical and thermal properties of nanocomposites. Unfortunately, this technology faces a lot of problems with homogeneity and particles dispersion. Furthermore, its expensiveness and tendency to agglomeration remain as their disadvantages.*

*The presented study focuses on a promised needle-less electrospinning technology products of nano-fibrous layers with dielectrics properties.*

*This method and resulting products are studied nowadays as an alternative to well-known nano-particle dielectric.*

*On the contrary to particle based composites, the nonwoven nano-fibers can be applied as a fabric over the all particular layer surface of the composite with no tendency to create the cluster agglomeration as the nano-composites with nano-particles.*

*The partial discharges behaviour was studied in electro spun nano-fibre reinforced composites. The experimental specimens presented in this study are based on the modification of commonly used three-component mica-based electrical insulating material (epoxy, mica and glass fibres).*

*The modifications of common mica composites were prepared by incorporating a various number of nano-fibrous layers (1, 2 or 3) and with a various areal weight of the nano-fibres (1, 3 and 5 g/m<sup>2</sup>) to its structure.*

*Carrier composites were delivered in the form of resin-rich thermoset prepregs on which the layers of the nonwoven nano-fibers made from Polyamide 6 (PA6) were manually applied. Specimens were subsequently cured using typical resin-rich curing process.*

*Partial discharges results show differences in various specimens depending on nano-fibres presence, the number of layers and the surface density of fibres. The decrease of the partial discharge activity is recognisable when the nonwoven nano-fabrics are settled in the composite.*

## Simpatetični vklopni tok vzporednih in serijskih transformatorjev

Postopek magnetenja transformatorjev je neizbežno povezan s pojavom vklopnega toka, ki običajno izzveni v nekaj sto milisekundah. V praksi so posledice pojava uspešno obvladovane že desetletja, na primer s pomočjo funkcije zaznavanja vsebnosti druge harmonske komponente toka v diferenčni zaščiti transformatorja. Malo manj znan pa je pojav t. i. simpatetičnega vklopnega toka transformatorja, do katerega lahko pride v primeru serijsko in vzporedno povezanih transformatorjev v električni bližini, med katere nedvomno spadajo tudi merilni transformatorji (na primer tokovni merilni transformator). Simpatetični pojav je mogoče pričakovati v omrežjih z višjim deležem ohmske komponente sistemske impedance. Najbolj očitna lastnost tega pojava je njegovo trajanje, saj v primerjavi z običajnim vklopnim tokom transformatorja traja desetine sekund. Posledično lahko sproži delovanje zaščite transformatorja, kar se je leta 2013 nekajkrat že zgodilo v RTP Krško v slovenskem elektroenergetskem sistemu. Po mnenju avtorjev je smiselno pojav raziskati podrobneje, še posebej v smislu morebitnih posledic pri projektu SINCR0.GRID, magnetenjih močnostnih transformatorjev v RTP postajah, ustrezni interpretaciji WAMS meritev, morebitnih nasičenjih sinhronskih generatorjev v elektrarnah itd.

## *Sympathetic Inrush Current Phenomenon of Parallel-Connected and Series Transformers*

*The magnetisation process of a transformer is associated with the phenomenon of inrush current, which by itself diminishes in a few hundred milliseconds. Its handling is successful in practice for decades, e.g. by applying second-harmonic restraint in transformer differential protection. However, depending on the connected elements in the electrical vicinity, inrush current does not only affect the transformer being switched on. Instead, it has a significant impact also on all parallel and series-connected transformers, which most certainly includes measurement transformers (e.g. current measurement transformers). This is known as a sympathetic inrush phenomenon. The sympathetic inrush is expected in situations where the ohmic part represents a significant portion of the total system impedance. Most eye-catching feature is its time duration, which is expressed in tens of seconds. It can therefore trigger transformer protection, which actually happened a couple of times at the Krško substation in the Slovenian power system in 2013. From authors' viewpoint, it is reasonable to investigate the potential impact of this phenomenon in several situations, e.g. related to the SINCR0.GRID project, power-transformer magnetising in substations, WAMS-data interpretation, potential generator saturation, etc.*

## Ravnanje z radioaktivnimi odpadki v Sloveniji: trenutno stanje in strategija za prihodnost

V Sloveniji proizvajamo več vrst radioaktivnih odpadkov (RAO). V Nuklearni elektrarni Krško (NEK) nastajajo nizko in srednje radioaktivni odpadki (NSRAO) in izrabljeno gorivo, ki bi lahko postalo, če ne bo predelano, visoko radioaktivni odpadki (VRAO). V prihodnosti bodo nastali tudi radioaktivni odpadki iz razgradnje NEK. Drugi mali proizvajalci, kot so medicina, industrija in raziskovalne dejavnosti, proizvajajo tudi manjše količine radioaktivnih odpadkov. Zelo majhne količine odpadkov nastajajo tudi v raziskovalnem reaktorju TRIGA.

Za vse te odpadke so sprejeti načini njihovega upravljanja. Splošno določilo je, da so upravljavci jedrskih objektov dolžni ravnati z odpadki na kraju njihovega nastanka, za male proizvajalce pa je zgrajeno centralno skladišče RAO v Brinju, ki ga upravlja nacionalna agencija za ravnanje z radioaktivnimi odpadki (ARA0). ARA0 je odgovorna tudi za načrtovanje in razvoj prihodnjih odlagališč. Državni zbor redno sprejema resolucije o nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim jedrskim gorivom, zadnji sprejet dokument obravnava obdobje od leta 2016 do 2025. Prispevek bo predstavil trenutno stanje upravljanja z radioaktivnimi odpadki v Sloveniji in prihodnjo strategijo z najpomembnejšimi projekti.

## *Radioactive Waste Management in Slovenia: Current Status and Future Strategy*

*In Slovenia, several types of radioactive wastes (RW) are produced. The Krško nuclear power plant (NPP) generates low and intermediate level radioactive waste (LILW) and spent fuel, which might become, if not reprocessed, high level radioactive waste (HLW). In the future, radioactive waste from NPP decommissioning will arise. Other small producers in the areas of medicine, industry and research activities also produce radioactive waste. There is also the TRIGA research reactor in operation with some smaller quantities of RW.*

*There are many adopted management methods in force for all such RW. Basically, the operators of nuclear facilities have the obligation to manage the waste on site, for small producers there is a central interim storage facility in operation by national Agency for radioactive waste management, which is also responsible for planning and development of future disposals. The Slovenian Parliament periodically adopts the Resolution on the National Programme for Managing Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel, the latest adopted resolution applies for the 2016-2025 period. The paper presents the current status of RW management in Slovenia and the future strategy with most important projects.*

## Priprava tehnične specifikacije naprave STATCOM v projektu SINCRO.GRID

SINCRO.GRID je slovensko-hrvaški projekt izboljšanja napetostnega profila v prenosnih omrežjih družb ELES, Slovenija in HOPS, Hrvaška. Projekt bo z inštalacijo naprav FACTS omogočil celovito reševanje prenapetosti in optimizacijo izmenjave jalove moči med omrežjema. Predvidene so različne naprave. ELES načrtuje inštalacijo ene kondenzatorske enote, dveh variabilnih dušilk in ene naprave STATCOM. HOPS bo vgradil dve variabilni dušilki in SVC.

Naprava STATCOM je namenjena hitri dinamični regulaciji napetosti in omogoča uporabo v namene, ki presegajo običajno rabo klasičnih kompenzacijskih naprav. Tehnična specifikacija naprave je temu ustrezno zahtevna in tematsko obsežna. Zaradi neposrednih učinkov na energetske sistem mora biti usklajena z načrtovalnimi in obratovalnimi aspekti omrežja ter posebnostmi uporabe. Kredibilna osnova za tehnično specifikacijo so strokovne analize in koordiniran angažma ekspertov različnih tehničnih disciplin.

Prispevek poroča o izzivih, s katerimi se družba ELES pri pripravi tehnične specifikacije za napravo STATCOM sooča, in implikacijah umestitve te naprave v omrežje. Analizirani bodo morebitni indirektni učinki na podjetje in širše.

### *Technical Considerations in Developing the Specification for a STATCOM Device in the SINCRO.GRID Project*

*High voltages during times of low load are a major issue in the high-voltage transmission networks of ELES, Slovenia, and HOPS, Croatia operators. To solve this issue on the intercountry level the operators initiated a common project called SINCRO.GRID. The project aims at optimising voltage and reactive power flows between the networks. A major part of the project is the deployment of FACTS devices. The operators will place a different set of devices. ELES will install a STATCOM capacitor bank and two variable shunt reactors, whereas HOPS plans to install two variable shunt reactors and an SVC device. Although they are collaborators in the project and work hand in hand on the implementation, the technology selection is in their individual domain.*

*STATCOM is a device primarily designed for fast voltage regulation during dynamic network events; however, the use for steady state voltage compensation is also possible. Even more, several control modes are available, each designed to suit a special purpose and with its own set of parameters. Preparing a technical specification is therefore a key challenge in the procurement of the device. The main driver behind the specification is the voltage problem. Nevertheless, the share possibility to use the device also in other control modes requires many additional inputs and definitions. Powerful tools supporting the development of the specification are power system studies and expert knowledge combined with experience.*

*The report includes the presentation of ELES' experience on the preparation of the technical specification for the STATCOM device and the implications for the power system as well as for established operational strategies.*

# RAINER HALLER, VACLAV KOTLAN, ZDENKA BENESOVA

## **Analiza napetostnih in tokovnih valovnih udarov na večsistemske daljnovode, ki jih povzroči neposredni udar strele v ozemljitveno žico**

Članek obravnava zelo hiter prehodni pojav na daljnovodih, ki ga povzroči neposredni udar strele v ozemljitveno žico. Model daljnovoda vključuje tokokrog za razdeljenimi parametri, ki jih lahko opišemo s sistemom delnih diferencialnih enačb. Ta sistem enačb rešujemo numerično z lastno razvito kodo MATLAB, ki temelji na metodi FDTD. Zaradi induktivnih in kapacitivnih spojev med vsemi prevodniki na vodu potujoči tokovni valovni udar v ozemljitveni žici povzroči tokovne in napetostne valove v drugih prevodnikih. Njihove konične vrednosti lahko dosežejo visoko raven in jih je treba upoštevati pri oblikovanju sistema zaščite. Položaj ozemljitvene žice je odvisen od potrebne zaščite daljnovoda in od tipa stebra. Razdalja ozemljitvene žice od ostalih prevodnikov vpliva na spoje med prevodniki, prav tako pa na sprožene konične vrednosti toka in napetosti. Čeprav se nujni zaščitni kot ohrani, strela pa ne udari neposredno v fazni prevodnik, pa povzročena napetost lahko povzroči izpad daljnovoda.

## ***Analysis of Voltage and Current Surge Waves on Overhead Multi-Circuit Transmission Caused by Direct Lightning Strike into Earth Wire***

*The paper deals with very fast transient phenomena on overhead transmission lines which are caused by direct lightning strikes in the earth wire. The transmission line is modelled by a circuit with distributed parameters which can be described by a system of partial differential equations. That system of equations is solved numerically by our own developed MATLAB code which is based on the FDTD method. Because of inductive and capacitive couplings among all line conductors the traveling current surge wave in the earth wire induces surge current and voltage waves in other conductors. Their peak values can reach very high levels and they should be taken into account by the protection system design. A position of the earth wire depends on the necessary protection angle for the given shielding of a transmission line and on the tower type. The distance of the earth wire from other conductors influences on couplings between conductors and it also impacts the induced current and voltage peak values. Although the necessary protection angle is kept and the lightning strike does not directly hit the phase conductors, the induced voltage can cause a line outage.*

## Vpliv elektrifikacije prometa in ogrevanja na razvoj omrežja

Ker obnovljiva elektrika domnevno ne povzroča izpustov ogljikovega dioksida, ki naj bi povzročali segrevanje našega planeta, je temeljna usmeritev evropske energetske politike ukinitve rabe vseh fosilnih goriv, prehod na obnovljive vire električne energije in elektrifikacija praktično vse rabe energije, s ciljem doseganja ničelnih izpustov CO<sub>2</sub>. Bistveni del usmeritev evropske in slovenske energetske politike je množična elektrifikacija osebnega prometa in ogrevanja.

V praksi se elektrifikacija ogrevanja s toplotnimi črpalkami, izdatno podprta z državnimi subvencijami in Uredbo o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije, dogaja že nekaj let. Poleg subvencioniranih toplotnih črpalk se odjemalci, zaradi nizke cene, odločajo tudi za ogrevanje z navadnimi ohmskimi grelci ali IR paneli. Med ogrevanjem s toplotnimi črpalkami in ogrevanjem z ohmskimi grelci ali IR paneli v hudem mrazu pravzaprav ni večje razlike.

Takšna energetska politika vodi do zelo velikega povečanja porabe električne energije in predvsem do izjemno velikega povečanja obremenitev omrežja na vseh napetostnih nivojih, najprej se težave pokažejo v NN omrežju. Tipično slovensko gospodinjstvo, ki danes porabi 4.000 kWh na leto, bi, opremljeno s toplotno črpalko in dvema električnima avtomobiloma, porabilo približno 16.000 kWh/leto. Najmanj sorazmerno s tem bi se povečale tudi obremenitve omrežja, ki jih povzročijo gospodinjstva.

V primeru uresničevanja take energetske politike nas mora skrbeti predvsem povečanje obremenitev v omrežju in njihova temperaturna odvisnost. Poseben poudarek moramo posvetiti temperaturni odvisnosti obremenitev zaradi ogrevanja s toplotnimi črpalkami in ohmskimi grelci za dogrevanje v hudem mrazu, pa tudi električni avtomobili pozimi porabijo vsaj 35 % več električne energije od povprečja. Porabo energije povečajo večja gostota hladnega zraka, višja notranja upornost baterije in ogrevanje kabine. V hladni zimi lahko pričakujemo še dodatno porabo in obremenitve zaradi jutranjega ogrevanja vozila pred odhodom v službo. V hudem mrazu je treba ogrevati tudi baterijo, da se preveč ne ohladi, ker sicer ne deluje.

Pri razmišljanju o vplivu množične elektrifikacije osebnega prometa in ogrevanja na razvoj omrežja se moramo zavedati, da je današnji slovenski elektroenergetski sistem kot celota zgrajen za delež povprečnega slovenskega gospodinjstva v konični obremenitvi elektroenergetskega sistema enak 1 kW in da bi bistveno povečanje te obremenitve pomenilo zelo zahtevno nalogo za cel sistem.







## The Impact of Traffic Electrification and Heating on the Grid Development

Since renewable electricity presumably does not cause carbon dioxide emissions that also cause the global warming, the fundamental focus of the European energy policy encompasses the termination of use of all fossil fuels, the transfer to renewable electric power resources and the electrification of practically all energy use with the aim to achieve zero CO<sub>2</sub> emissions. The main part of European and Slovenian energy policies is mass electrification of traffic and heating.

Heat pump heating electrification, which is substantially supported by national subsidies and with the Decree on self-supply of electricity from the renewable energy sources, has been implemented into practice for several years. Besides subsidised heat pumps consumers choose, due to low prices, to opt for heating with ordinary Ohm heaters or IR panels. There is no major difference between heat pump heating and Ohm heater or IR panel heating in severe cold.

Such energy policy leads to a very large increase of electricity consumption and also to extreme increase of loads on the grid on all voltage levels, while initially the problems occur in the LV grid. A typical Slovenian household, which currently consumes 4,000 kWh per year, would, equipped with a heat pump and two e-vehicles, consume approximately 16,000 kWh/year. The grid loads would increase proportionally due to the needs of households.

If such energy policy would be realised, we should worry about the increase of loads in the grid and their temperature dependency. We must dedicate special attention to temperature dependency of loads caused by heat pump heating and Ohm heaters used for co-heating in severe cold, and e-vehicles also use at least 35 % more electricity than average in winter. The energy consumption is increased by greater cold air density, higher internal resistance of the battery and the heating of the cockpit. In cold winters we can expect additional consumption and loads due to morning heating of vehicles before leaving for work. The battery must also be heated in severe cold, so that it does not get too cold, otherwise it does not function.

When thinking about the impact of mass electrification of traffic and heating on the development of the grid we must be aware of the fact that the current Slovenian electric power system has as a whole been built for the share of an average Slovenian household in peak burden of 1 kW and that a significant increase of such load would present a very demanding task for the entry system.

# JANKO KOSMAČ, ŠPELA VIDRIH, MARKO MIHORKO, BORUT VERTAČNIK

## Integracija sistema SUMO z drugimi sistemi

V prispevku bo izpostavljena pomembnost integracije različnih informacijskih sistemov za potrebe obratovanja EES. Še pred 10 leti je bila glavna paradigma dobava sistemov, ki so delovali samostojno, brez posebnih interakcij z drugimi sistemi. Sodobni pristop temelji na izboljšani integraciji, kjer se sistem, ki ga uvajamo, prilagodi in po možnosti globoko integrira v okolje, kamor prihaja. Uvajanje kompleksnih sistemov, v redno obratovanje in vodenje EES, zahteva izdelavo podrobnih integracijskih načrtov, ki upoštevajo vrsto robnih pogojev, ki krojijo izbrane integracijske rešitve. Tak načrt je bil izdelan tudi za integracijo sistema za ugotavljanje meja obratovanja (SUMO) z drugimi sistemi. SUMO se namreč najprej povezuje s svojimi moduli (ONAP, DTR, NOV-LF-N1, DTRi, ETR-DTR), nadalje se povezuje s SCADA/EMS, vizualizacijsko platformo ODIN, različnimi sistemi za merjenje atmosferskih spremenljivk (DAMOS, SEMART, SMD-MAP, MAS) in merilniki temperature (OTLM in VALCAP). Predstavljene bodo uporabljene rešitve in njihov vpliv na zanesljivost delovanja.

## *Integration of DLR System SUMO with Other Systems*

*The paper will highlight the importance of integration of different information systems for the needs of EPS operation. Ten years ago the main paradigm was the delivery of systems that operated independently and without special interaction with any other systems. However, the modern approach is based on an improved integration of the upcoming system in the local environment. The introduction of the complex systems in the regular operation and management of the EPS requires the development of detailed integration plans which are taking into account a set of the boundary conditions that influence the selected integration solutions as well. Such a plan was also designed in order to integrate the system for determining the allowed operating limits (SUMO) with other systems. SUMO is natively integrated with its own modules (ONAP, DTR, NOV-LF-N1, DTRi, ETR-DTR), then with SCADA/EMS, the ODIN visualisation platform, various atmospheric variables measurement systems (DAMOS, SEMART, SMD-MAP, MAS) as well with some temperature metering systems (OTLM and VALCAP). The solutions used and their impact on the operation reliability will be presented.*

## Izkušnje na poti okoljske odgovornosti in usmeritve na podlagi uspešno zaključenih postopkov

Aarhuška konvencija celovito ureja vprašanje sodelovanja javnosti pri sprejemanju odločitev organov javne oblasti, povezanih z okoljem. Ta oblika sodelovanja ne vključuje neposrednega soodločanja po načelih participativnega, ampak posrednega sodelovanja.

Pomembnost vključitve zainteresiranih javnosti v postopke projektov višjega družbenega pomena je varovanje zasebnih interesov pred morebitnimi vplivi teh projektov. S predpisi omogočeno sodelovanje javnosti je treba razumeti v duhu temeljne ureditve, pri kateri funkcije družbe izvajajo imenovani predstavniki in omogoča izražanje interesov pri vprašanjih, povezanih z ravnanjem z okoljem ter njegovim varstvom v najširšem smislu. S tem organi javne oblasti prenesejo del svojih odgovornosti za odločitve in ravnanje na različne javnosti oziroma deležnike.

Zavedajoč se tega, je pri realizaciji energetskih objektov smotrno ciljno sodelovanje nosilcev te dejavnosti v vseh fazah, od strategije do prenehanja njihovega delovanja. Skozi sodelovanje se vzpostavi dialog, s pomočjo katerega nosilec dejavnosti pridobiva koristne informacije o interesih deležnikov in možnih dogovorih oziroma rešitvah. Navedenih je nekaj tovrstnih dogovorov in rešitev, ki so omogočili zaključiti težavne upravne postopke.

## ***Experience on the Path of Environmental Responsibility and Orientations on the Basis of Conducted Procedures***

*The Aarhus Convention comprehensively regulates the issue of public collaboration in the adoption of public authorities, connected to the environment. This form of collaboration does not include direct co-decision-making according to the participative principles, but according to indirect collaboration.*

*The importance of including interested public in the procedures related to projects of greater social importance involves also the protection of private interest against potential impacts of such projects. The collaboration of the public, enabled by regulations, should be understood as a fundamental regulation, where the functions of the society are implemented by the appointed representatives, and it enables the expression of interests at issues connected to environment management and environment protection in the broadest sense. Thus, public authorities transfer a part of their responsibilities for decision-making and conduct on various audiences or stakeholders.*

*By considering this fact, the energy facilities must be realised with target collaboration of carriers of such activity in all phases, from a strategy to the termination of their operation. Collaboration introduces a dialogue which enables the holder of an activity to acquire useful information about the interests of stakeholders and possible agreements or solutions. Some agreements and solutions that enabled the conclusion of difficult administrative procedures are indicated.*

## ***Problematika umeščanja objekta v neposredni bližini stojnih mest visokonapetostnih nadzemnih vodov***

*V članku je predstavljena problematika umeščanja objekta v neposredni bližini stojnih mest visokonapetostnih nadzemnih vodov s stališča zahtev ozemljitev in prenesenih potencialov. V neposredno bližino stojnih mest visokonapetostnih nadzemnih vodov se lahko umeščajo objekti, kot so garaže, postaje, parkirišča, ograje, industrijske stavbe in podobno. V takih primerih pride do prenesenih potencialov na objekte, kateri predstavljajo nevarnosti za ljudi, živali in električne ter telekomunikacijske inštalacije in naprave. Nevarnosti se lahko pojavijo pri direktnem udaru strele v nadzemni vod in pri nastanku enofaznega kratkega stika. Enofazni kratek stik na stebru nadzemnega voda povzroči prenesen potencial na okoliške objekte kot tudi na sosedne stebre nadzemnega voda. Predstavljen je primer umeščanja objekta na "pamet" brez predhodnega načrtovanja ter podane so pomanjkljivosti takega ravnanja in eventualne možne rešitve. Na splošno je tudi predstavljeno pravilno načrtovanje takih primerov.*

## ***Problems Relating to the Integration of a Facility in Direct Vicinity of High Voltage Overhead Lines Positions***

*The paper presents the problems related to the integration of a facility in the direct vicinity of high voltage overhead lines positions from the aspect of grounding and transferred potentials standpoints. Various facilities like garages, stations, car parks, fences, industrial buildings and similar can be integrated in the direct vicinity of high voltage overhead lines positions. Potentials can be transferred to facilities in such cases, representing hazards for people, animals, electrical and telecommunications installations and devices. There are also hazards at direct lightning strikes in overhead lines and at the occurrence of single-phase short circuit. Single-phase short circuit on the overhead pillar can cause transferred potential to surrounding facilities as well as to neighbouring overhead lines pillars. The paper presents the integration of the facility without any preliminary planning and the deficiencies of such operation as well as eventual possible solutions. Proper planning in such cases is also presented.*

## Izračun ocene tveganja za izbiro zaščite pred delovanjem strele

Članek obravnava izračun ocene tveganja in izbiro ukrepov za ustrezno zaščito objektov pred delovanjem strele. Postopek izbire določa Tehnična smernica: Zaščita pred delovanjem strele – TSN-003:2013. V smernici je navedena družina standardov SIST EN 62305 1-4, ki predstavljajo temelj za ustrezno izvedbo zaščite pred delovanjem strele. Standard SIST EN 62305-2 navaja postopke za izračun tveganja in izbiro ukrepov za ustrezno stopnjo zaščite pred delovanjem strele. Postopek vključuje izbiro strelovoda kot tudi ukrepov za zaščito pred strelo v notranjosti objekta (prenapetostna zaščita, ozemljevanje, oklopljanje prostorov in kablov ter galvansko povezovanje). Za izbiro teh ukrepov je potrebna poglobljena analiza stanja objekta, dobro poznavanje postopka in ustrezno programsko orodje za izračune tveganj.

Ob nakupu družine standardov je priloženo še programsko orodje "Risk Assessment Calculator" – RAC. To je sicer primerno orodje za izračune tveganj za preproste objekte, vendar določeni podatki iz standarda niso dostopni ali zajeti. Za izračune tveganj za zahtevnejše objekte preostane analitični izračun, ki pa je zamuden in nepregleden. V tem članku predstavljamo novo izdelano univerzalno aplikacijo za izračune tveganj pred delovanjem strele in izbiro ustreznih ukrepov za zmanjšanje teh tveganj. Prednost tega novega pristopa izračuna tveganj je v univerzalnosti vrste objektov in poljubnem spreminjanju parametrov.

## *Risk Assessment Calculation for Determining the Lightning Protection*

*The article deals with the calculation of the risk assessment for the selection of measures for appropriate protection of objects against lightning. The selection procedure is defined in the Technical Guideline: Lightning Protection – TSN-003: 2013. The guideline presents SIST EN 62305 1-4 standards for the appropriate realization of lightning protection. The standard SIST EN 62305-2 specifies the procedures for risk calculation and the selection of measures for lightning protection. The procedure includes the choice of external lightning protection system as well as the measures for internal lightning protection system inside the building (overvoltage protection, grounding, shielding of rooms and cables, and bonding network). For selecting these measures, an in-depth analysis of the condition of the facility, good knowledge of the process and an appropriate software tool for risk calculations are required. When purchasing a family of standards, the software tool "Risk Assessment Calculator" (RAC) is also included. This is a convenient tool for calculating the risks for simple objects, but certain data from the standards is not accessible or covered. For calculating the risks for more demanding objects, the analytical calculation remains, but it is time-consuming and non-transparent. In this article we present a newly developed universal application for lightning risk calculations and a selection of appropriate measures to reduce these risks. The advantage of this new approach to calculating the risks lies in the universality of the type of objects and arbitrary changes in parameters.*

# GORAN MILEV, VLADIMIR DJURICA, KLEMEN JEVNIKAR, MIHAEL PERMAN

## Določitev največjega toka strele z 10.000-letno povratno dobo

Referat opisuje statistični model za izračun maksimalnih vrednosti amplitude strel.

Na EIMV je bil leta 1998 ustanovljen sistem za daljinsko zaznavanje atmosferskih razelektritev. Od takrat je sistem zaznal 0,0098 % udarov strel z amplitudo toka večjo od 200 kA. Obstoječi standardi za zaščito naprav in objektov navajajo najvišjo stopnjo zaščite pri največjem toku strele 200 kA, sistem za lokalizacijo strel pa podaja, da je vsaka tisoča strela večja od 200 kA. To dejstvo od nas zahteva, da ugotovimo, kakšen je največji tok strele, ki se lahko pojavi na območju Slovenije s povratno dobo 10.000 let. Tok strele s tako povratno dobo potrebujemo pri zaščiti kritične infrastrukture z novimi zahtevami, ki predpisujejo zaščito pred udari strel večjo od 99-% verjetnosti porazdelitve maksimalnega toka strele. V praksi je težko z veliko gotovostjo zadostiti tovrstnim kriterijem, saj ekstremne vrednosti amplitude toka in energij udara strele v preteklosti tudi zaradi same redkosti takega pojava niso znane ali preverjanje. Zato smo morali razviti nekaj matematičnih modelov, ki na osnovi do zdaj zaznanih udarov strel sistema SCALAR simulirajo ekstremne vrednosti amplitude toka udara strel. Modeli izračunavajo maksimalne amplitude toka udara strele s povratno dobo 10, 100, 1000, 10.000 let. Testirali in primerjali smo rezultate štirih različnih matematičnih modelov.

## *Designation of the Maximum Lightning Current with 10,000-Years Return Period*

*The study describes a statistical model for calculating the maximum values of lightning amplitudes.*

*The remote system for detecting atmospheric discharge was established in 1998 at the EIMV. Since then, the system has detected 0.0098% of lightning strikes with current amplitude higher than 200 kA. The current standards for device and facilities protection indicate the highest protection level at 200 kA lightning current, the lightning localisation system shows that one in every thousand lightning is greater than 200 kA. Therefore, it is required to establish the maximum lightning current that emerges in Slovenia with the return period of 10,000 years. The lightning current with such return period is needed for protecting the critical infrastructure with new requirements, stipulating the protection against lightning strikes, greater than 99% of probability of maximum lightning current distribution. It is very difficult to satisfy such criteria with a large level of certainty, because the extreme values of current amplitudes and lightning strike energy in the past were unknown and the verification has been very difficult due to the rarity of such phenomenon. We have developed some mathematical models which on the basis of the detected lightning strikes within the SCALAR system simulate extreme values of the lightning strikes' current amplitudes. The models calculate the maximum lightning strike current amplitudes with the return periods of 10, 100, 1000 and 10.000 years. We have tested and compared the results of four different models.*

## Vloga fizikalno-kemijske diagnostike pri nadzoru in upravljanju energetskih transformatorjev

Energetski transformator predstavlja dragoceno osnovno sredstvo, katerega obratovalna zanesljivost in življenjska doba sta odvisni od kakovosti vgrajenih materialov, od obratovalnih pogojev ter od učinkovitosti nadzora in vzdrževalnih ukrepov transformatorja. V referatu so prikazane uveljavljene sodobne metode za nadzor izdelave in spremljanje stanja visokonapetostnih transformatorjev skozi njihov življenjski cikel. Rezultati, pridobljeni z različnimi fizikalno-kemijskimi preskusi vzorcev transformatorskega olja, ne zagotavljajo le podatkov o kakovosti izolacijskega sistema transformatorja; omogočajo tudi oceno obratovalne zanesljivosti in oceno preostale tehnične življenjske dobe transformatorja. Sistem ekspertnega vrednotenja in sinteze rezultatov fizikalno-kemijskih analiz vzorcev olja omogoča nadzor stanja, diagnostiko skritih okvar ter načrtovanje optimalnih vzdrževalnih ukrepov med neprekinjenim obratovanjem transformatorja. V referatu sta zbrana tudi pregled sodobnih naprav za sprotni nadzor (on-line monitoring) transformatorjev ter obravnava njihove funkcije pri nadzoru, diagnostiki in upravljanju energetskih transformatorjev.

## *The Role of Physical and Chemical Diagnostics in the Supervision and Management of Power Transformers*

*Power transformers represent one of the most critical and valuable assets within electrical transmission and distribution networks. Their operational reliability and service lifetime depend on the quality of its built-in materials, on operating conditions as well as on the effectiveness of the transformer supervision and maintenance programmes. The paper presents modern established testing methods for service monitoring and diagnostics of oil-filled HV transformers throughout their life-cycle. The results obtained by the physical-chemical tests of transformer oil samples do not just provide quality information on transformer insulation system; they also enable the assessment of transformer operational reliability and the estimation of the transformer residual technical lifetime. Expert system evaluation and synthesis of the of physical-chemical test results further enable transformer condition monitoring, the diagnosis of incipient faults and the planning of optimal maintenance measures without interruption of transformer operation. The report also includes an overview of modern on-line monitoring devices and describes their role in condition monitoring, diagnostics and management of power transformers.*



## Zaščita elektronskih naprav na transformatorju pred prenapetostmi

Razvoj zaščitnih naprav na transformatorju (sušilci, oddušniki, Buchholz rele ...) gre v zadnjih letih v smer pametnih oz. e-naprav. Ker so nekatere transformatorske postaje ponekod zelo oddaljene od večjih središč, je želja po daljinskem vodenju transformatorja na mestu. Težava takšnega razvoja naprav so okvare elektronike. Pred desetletjem naprave na transformatorjih niso vsebovale elektronike. Glavni in edini razlog kupcev za to je bil 'zakaj menjati nekaj, kar deluje že štirideset let'. Kasneje so se z zamenjavo starih transformatorjev z novimi začele uporabljati naprave z vgrajeno elektroniko. Danes težko najdemo transformator, ki ne bi imel vgrajene vsaj ene takšne naprave. Z vse večjo uporabo teh naprav so se začele tudi okvare zaradi prenapetosti, kar ima za posledico precej, pred časom, nepredvidenih stroškov. Posledično smo začeli z dobavo zaščitnih naprav, ki imajo vgrajen OVP (Over Voltage Protection) modul, poleg tega pa smo tudi v krmilne omare transformatorja začeli vgrajevati prenapetostno zaščito. Ker ne poznamo ozadja nastanka pojava prenapetosti, se mi kot tudi ostali dobavitelji poskušamo od problema distancirati, predvsem z vidika nepredvidljivih stroškov, ki so posledica prenapetosti.

## *Protection of Electronic Devices on Transformer against Overvoltages*

*The development of protective devices on a transformer (dehydrating breathers, pressure relay, Buchholz relay ...) has evolved in the direction of smart or e-devices. Since some of the transformer stations are very far from large centres, the desire for remote control of them is in place. The problem of such device development trend is electronics failure. A decade ago, devices on the transformers did not contain any electronics. The main and only reason for this was »why change something that has been working for forty years.« Later, devices with built-in electronics began to be used by replacing old transformers with new ones. Today, it is hard to find a transformer that does not have at least one such device installed. Due to the increasing use of these devices, overvoltage defects also began, resulting in considerable, unforeseen costs. In addition, we started supplying protective devices with OVP (overvoltage protection) module and we started installing overvoltage protection in transformer control cubicles. Since we do not know the background of the occurrence of overvoltage, we, as well as other suppliers, try to distance ourselves from the problem, especially from the point of view of unpredictable costs resulting from overvoltages.*

# SIMON PODKORITNIK, IVO KOBAL, MARKO JANŠA

## ***Primerjava metod preizkušanja 110-kV kablov po polaganju***

*Število 110-kV kabelskih sistemov se v zadnjih letih povečuje, predvsem zaradi gradenj GIS postrojev, širitev stikališč in rekonstrukcij, nekaj pa je tudi zaradi kabelskih povezav med stikališči.*

*Pomembna naloga sistemskih operaterjev je med drugim tudi zagotavljanje zanesljivosti obratovanja 110-kV kabelskih sistemov, ki jo je mogoče povečati (izboljšati) z izvajanjem preventivnega vzdrževanja, ki obsega sistematično uporabo preizkusnih postopkov ter diagnostičnih metod za spremljanje stanja glavne kabelske izolacije in predstavljajo temelj pravočasne in pravilne izbire vzdrževalnih ukrepov.*

*Najosnovnejša metoda za preverjanje kvalitete polaganja kabla in izdelave zaključkov ter spojk je preskušanje zunanjega plašča kabla po polaganju, ki pa daje le osnovno informacijo o celovitosti plašča. Višjo obratovalno zanesljivost kablovoda je možno zagotoviti le z izvedbo preskusa s povišano napetostjo. Ta se ne izvaja dosledno zaradi nerazpoložljivosti napajalnih virov oziroma previsokih zahtev po preskusni moči, zato se v takih primerih opravi le alternativni priklop kabla na obratovalno napetost v trajanju 24 ur. Pomanjkljivost takega načina preverjanja celovitosti glavne kabelske izolacije je v tem, da je z njim mogoče ugotoviti le ekstremne napake pri polaganju oziroma izdelavi kabelskih zaključkov in spojk. Predstavitel opisuje metode, ki se v svetu uporabljajo in priporočila, ki jih je smiselno upoštevati za preizkušanje predvsem po polaganju pa tudi v namene diagnostike 110-kV kabelskih sistemov.*





## **Comparison of Test Methods of 110 kv Cables after Installation**

*In recent years, the number of 110-kV cable systems has been increasing, mainly due to the construction of GIS stations, the expansion of substations and reconstructions, and some cable connections between substations as well.*

*An important task of system operators is, among other things, to ensure the operation reliability of 110 kV cable systems, which can be enhanced (improved) by performing preventive maintenance. This includes the systematic use of test procedures and diagnostic methods for monitoring the condition of the main cable insulation and represents the basis of timely and correct choice of maintenance measures.*

*The most basic method for determining the quality of the laying of the cable and making the terminations and joints is to test the outer sheath of the cable after laying it; however, this provides only the fundamental information on the integrity of sheath. The higher operational reliability of the cables can only be guaranteed by performing an elevated voltage test. This is not done consistently because of the inaccessibility of supply sources or excessive demands on the test power, so in such cases the cable is only alternatively connected to the operating voltage for 24 hours.*

*The disadvantage of this method for determining the integrity of the main cable insulation lies in the fact that it is possible to detect only the extreme errors in installation or making cable terminations and joints. The presentation describes the methods used and the recommendations that should be taken into consideration for testing and especially after installation as well as for diagnosing 110 kV cable systems.*

## Tehnična rešitev za optimalno prenapetostno zaščito v primeru prehoda DV-KB in KB-GIS postroj

Prispevek obravnava tehnične ukrepe za znižanje atmosferskih in stikalnih prenapetosti, ki se pojavljajo na mestih prehoda DV-KB in priključkih KB-GIS postroj. Razlog za nastanek teh je predvsem v spremembi valovne impedance v teh točkah prehoda. Različne konfiguracije kovinsko oksidnih odvodnikov (MOA), merilnih senzorjev in izvedbe ozemljitvenih povezav lahko znatno vplivajo na višino zaščitnega nivoja prenapetostne zaščite. Z računalniškimi simulacijami je bila opravljena analiza prenapetostnih razmer. Na podlagi dobljenih rezultatov se je ocenila in izbrala najprimernejša lokacija prenapetostnega odvodnika in njihovih ozemljitvenih povezav. Valovna impedanca daljnovodnega stebra in ozemljitvene povezave pomembno vplivajo na velikost prenapetosti, ki se lahko pojavijo tako v glavni izolaciji kabla kot na ekranu kabla. Še posebej stikalne manipulacije v GIS postroju lahko na ekranu kabla povzročijo zelo visoke prenapetosti z izjemno visoko frekvenco. Prenapetosti so v določenih primerih tako visoke, da lahko poškodujejo plašč kabla.

### *A Solution for Optimal Performance of Overvoltage Protection in Cases of CABLE-OHL and CABLE-GIS Interconnection*

*This paper deals with the measures to alleviate overvoltages (lightning and switching) that occur in positions of cable-overhead line and cable-gas insulated switchgear connections. The reason for the emergence of excessively high transient overvoltages is mostly the alteration of surge impedance in these interconnecting points. In reported cases the metal oxide arresters (MOA) embedded sensors are installed, and grounding connections may contribute to the protection level increment and harm the protection efficiency. A thorough analysis with a series of computer simulations was carried out to assess and select the most suitable arrester location, arresters and cable-screen grounding conductor cross section and placement. The surge impedance of overhead line tower and grounding resistance also significantly impacts the level of overvoltages which can occur in the main insulation of cable as well on the screen of a cable. Especially switching operations in gas insulated switchgear can cause very high over voltages on the screen with extreme high frequency which may damage the outer sheet of the cable.*



# SPONZORJI

SREBRNI SPONZOR



PRENAŠAMO ENERGIJO,  
OHRANJAMO RAVNOVESJE.

SPONZOR COFFEE BREAK



SPONZOR PLUS



BRONASTI SPONZORJI



SPONZORJI



ELTIMA



# *Energetska prihodnost*

Elektroinštitut Milan Vidmar je vodilna slovenska inženirska in znanstveno-raziskovalna organizacija na področju elektroenergetike in splošne energetike, ki v svojih raziskovalnih študijah, ekspertnih poročilih, ekoloških, kemijsko-fizikalnih in drugih analizah obravnava proizvodnjo, prenos in distribucijo slovenskega elektroenergetskega sistema ter izvaja nadzor nad njegovo kakovostjo in delovanjem.



*Elektroinštitut Milan Vidmar,  
Milan Vidmar Electric Power Research Institute,  
Hajdrihova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija  
Tel.: +386 1 474 36 01, e-mail: info@eimv.si*

# Sevanje je povsod okoli nas. Kako dobro ga poznaš?

Sevanje je sestavni del narave in življenja. Prisotno je že od nekdaj. Brez sevanja ne bi bilo vesolja, zvezd in planetov. Poznamo ga v različnih pojavnih oblikah, na primer kot sončno svetlobo, radijske valove in sevanje radioaktivnih snovi. V vsakdanjem življenju smo nenehno izpostavljeni različnim naravnim in umetnim virom sevanja.

Različne vrste sevanj so sestavni del naravnega okolja, v katerem ljudje živimo od začetkov svojega obstoja na planetu Zemlja. Naravnim sevanjem smo že od nekdaj izpostavljeni in nanje dobro prilagojeni. Nismo pa prilagojeni na večje presežne vrednosti sevanj.

**GOSPODINJSKE IN DRUGE NAPRAVE**, ki jih vsakodnevno uporabljamo, poganja električna energija. Delujejo, če so priključene na električne vodnike, ki so pod električno napetostjo in po katerih teče električni tok. Zato se okoli vodnikov in naprav ustvari električno in magnetno polje. Naprave so viri elektromagnetnega valovanja (sevanja) z omrežno frekvenco (50 Hz).

Po **DALJNOVODIH** prenašamo električno energijo od elektrarn v naše domove, tovarne, šole, bolnišnice in druge ustanove. Daljnovodi in drugi elementi elektroenergetskega omrežja so viri nizkofrekvenčnih električnih in magnetnih polj, ki se raztezajo v okolico.

Sevanje je prisotno v okolici vsake **ELEKTRARNE**. Posebnost jedrske elektrarne je, da je s sevanjem povezan tudi proces proizvodnje električne energije, kjer v jedrskem reaktorju zaradi cepitve atomskih jeder nastaja toplota.

V **MEDICINI** koristno uporabljamo različne vrste sevanj v diagnostične in terapevtske namene, torej za ugotavljanje, spremljanje in zdravljenje bolezni. Sevanje je eno temeljnih orodij, brez katerega si sodobne medicine ne moremo več predstavljati. Vendar nam zdravniki predpiše radiološke postopke le, kadar koristi pretehtajo z njimi povezana tveganja oziroma možno škodo.

**NAPREDNE TELEKOMUNIKACIJSKE NAPRAVE** so pomemben del našega vsakodnevnega komuniciranja. So viri visokofrekvenčnega neionizirajočega EM-sevanja.



Za odgovorne in strokovno utemeljene odločitve o energiji in energetiki potrebujemo znanje. Zato si v družbi ELES prizadevamo za krepitev energetske pismenosti. Raziščite iSevanje – prosto dostopno interaktivno animacijo o sevanju v vsakdanjem življenju [www.i-sevanje.si](http://www.i-sevanje.si).





The logo for ENDAL, featuring a stylized white icon of a double-headed arrow with a diagonal line through it, followed by the word "ENDAL" in a bold, italicized, white sans-serif font.

**ENDAL**

The logo for OMAC ITALY, featuring the word "OMAC" in a bold, white sans-serif font with a blue horizontal line through the middle of the letters, and the word "ITALY" in a smaller, white sans-serif font below it.

**OMAC**  
ITALY

SINCE 1954

# BIVANJU DAJEMO UTRIP.

*Vašemu vsakdanu  
zagotavljamo  
najbolj ugodno  
energetsko oskrbo.*



080 2882

[bivanjudajemoutrip.si](http://bivanjudajemoutrip.si)

 energetika ljubljana





www.dalekovod.com

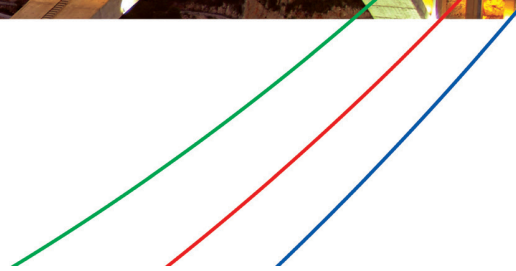
V času geografskega in tržnega globalnega povezovanja, podjetje, ki povezuje, postane most med mesti, regijami in državami.

Dalekovod v dobesednem smislu besed povezuje z daljnovodi, kablji, konstrukcijami, kontaktnimi mrežami, telekomunikacijsko infrastrukturo, stebri in to v več kot 80ih držav po celem sveta.



 **DALEKOVOD**  
povezuje svetove

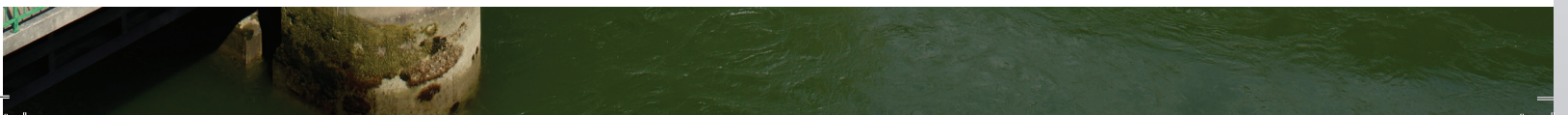
Dalekovod d.o.o. Ljubljana  
Zavetiška ulica 1, Ljubljana  
info@dalekovod.si





Skupina *hse*  **dem**  
dravske elektrarne maribor

Energija iz narave za človeka in naravo. Že celo stoletje.



 **ELEKTROTEHNA**  
**ELEX** international trade, d.o.o.



*VN stikalna oprema za prosto-zračna in oklopljena stikališča*



*OPGW kabli in vodniki*



*visokonapetostne kableske povezave*



*daljnovodna obesna in spojna oprema*



*spončni material za stikališča*

# KOLEKTOR



Z več kot 85 let neprekinjenega delovanja v industriji energetskih transformatorjev je **Kolektor Etra eden vodilnih evropskih proizvajalcev energetskih transformatorjev** z dolgoletno tradicijo in bogatimi izkušnjami na številnih različnih trgih.

Naša izkušena in visoko usposobljena ekipa je **sposobna načrtovati, proizvajati in dobavljati energetske, generatorske in posebne transformatorje** v razponu **do 500 MVA nazivne moči in 420 kV nazivne napetosti**.



**Kontakt: Kolektor Etra d.o.o.**

Šlandrova ulica 10, 1231 Ljubljana Črnuče, Slovenija  
Tel.: +386 1 530 28 00

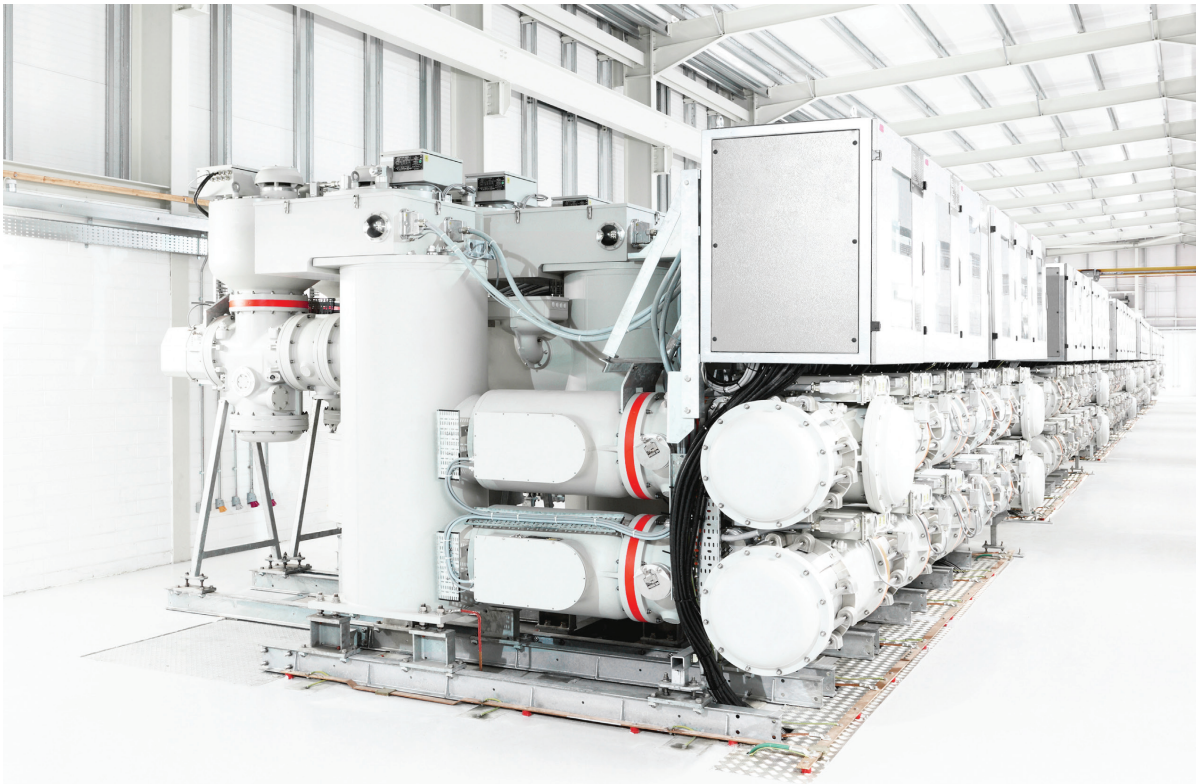
**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

# Energija, ki ustvarja energijo

Inteligentno, digitalizirano  
upravljanje z energetskim  
prenosom in distribucijo

[siemens.com/energy-management](https://www.siemens.com/energy-management)



---

## **GIS – s plinom izolirana stikalna naprava**

zagotavlja stabilno, pametno,  
zeleno omrežje.

ABB je že v šestdesetih letih prejšnjega stoletja lansiral na trg s plinom izolirano visokonapetostno stikalno napravo (GIS) in je še vedno vodilni z inovacijami na tem področju. ABB GIS tehnologija zagotavlja največjo zanesljivost z minimalnim učinkom na okolje in napredno tehnologijo za digitalne postaje. Kot vodilni proizvajalec na trgu, ponuja ABB rešitve od 72,5 kV do 1200 kV in ima inštalirano bazo več kot 30 000 polj, po celem svetu. [abb.com/highvoltage](http://abb.com/highvoltage)

**ABB**



# Energija je vir življenja

Življenje brez energije ne obstaja. Zato si vsak trenutek prizadevamo za varno, zanesljivo in stroškovno učinkovito distribucijo električne energije do vaših vrat.

Za nas so pomembne okolju prijazne rešitve, ki prinašajo višjo kakovost življenja in uresničujejo sodobne potrebe vsakega posameznika.



Elektro Celje

**GREMO NA  
ELEKTRIKO**



Največja mreža polnilnic.

[www.gremonaelektriko.si](http://www.gremonaelektriko.si)

 **ELEKTRO LJUBLJANA**

# ELTIMA



*Podjetje Eltima d.o.o. je bilo ustanovljeno leta 1991. Je renomirano podjetje, ki se ukvarja s trgovino, zastopanjem in posredovanjem na področju elektro energetike s posebnim poudarkom na kabljih, kabelskem priboru, prenapetostni zaščiti, transformatorjih, stikalni in betonski ter drugi opremi. Uspešno pa samo ali skupaj s partnerji izvaja tudi projekte, ki vključujejo elektromontažna dela za SN in VN kablovode in pripadajočo SN in VN opremo.*

***Naši kontaktni podatki:***

***Eltima d.o.o., Poslovna cona Žeje pri Komendi, Pod brezami 3, 1218 Komenda  
Tel: 00386 1 5602 130 – Fax: 00386 1 5602 140  
e-MAIL: [macek.primoz@eltima.si](mailto:macek.primoz@eltima.si)***

ENERGIJO NARAVE PREVAJAMO V ELEKTRIKO.



VODA + SONCE + JEDRSKA ENERGIJA

---

Valovanje je izmenjava energije med delci snovi. Gibanje vode, svetloba, toplota so valovanja, trajnostni viri energije, ki omogočajo življenje. V skupini GEN ta valovanja zanesljivo, varno in okolju prijazno spreminjamo v električno energijo, s katero oskrbujemo porabnike.

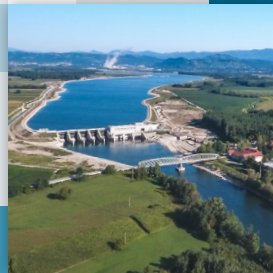
---

**gen**

SKUPINA

[www.gen-energija.si](http://www.gen-energija.si)

# HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI



Hidroelektrarne na Spodnji Savi, d.o.o., Cesta bratov Cerjakov 33A, 8250 Brežice  
T +386 7 49 92 860 • F +386 7 49 92 880 • E info@he-ss.si • W www.he-ss.si





Elektroenergetika

Potrebujete sistem **ZANESLJIVEGA NAPAJANJA** z električno energijo?



**20 LET**  
razvoja in izkušenj!



**KONTAKTIRAJTE NAS**  
in z veseljem bomo  
poskrbeli za vašo  
najprimernejšo rešitev

**PRINSIS** d.o.o.  
Peske 15, 1236 Trzin  
T: +386 (0)1 563 65 10  
F: +386 (0)1 563 65 11  
E: [info@prinsis.si](mailto:info@prinsis.si)  
W: [www.prinsis.si](http://www.prinsis.si)

**ZAKAJ JE PRINSIS VAŠA NAJBOLJŠA ODLOČITEV?**

**Ker je kakovost naša najpomembnejša vrednota!**

- » Nudimo tehnološko sodobne in celovite rešitve
- » Imamo odlične servisne in poprodajne storitve
- » Sodelujemo s preverjenimi in svetovno znanimi dobavitelji
- » Vlagamo v razvoj in inovativnost zaposlenih
- » Izpolnjujemo zahteve in pričakovanja naših strank

**NAŠA PONUDBA OBSEGA:**

- » Integracija napajalnih virov v "smart grids"
- » Nadzorni sistemi
- » Električni agregati
- » UPS sistemi
- » Usmerniški in razsmerniški sistemi
- » NN razvodi
- » Baterije
- » Kakovostni servis in vzdrževanje



**RAP-ING**  
advanced automation solution provider



# CONTROL CENTERS

## ADVANCED VIDEOWALL SOLUTIONS

*"Our mission is to cooperate with our customers from an early stage in the project and help them develop their ideas into future proof solutions."*

**RAP-ing d.o.o.** has extensive expertise and knowledge on latest technologies and audiovisual communications market and our effort to study customer's requirements allows us to adapt new technologies within the spaces, furniture and ergonomics, in such a way that we can provide the best solution possible.

On the European market we represent world renowned manufacturers with whom we are able to offer our customers operational reliability and highest solution quality, with an ear for customer's specific wishes. We carry out total integration of the necessary hardware and develop our own software systems

to operate the equipment. Innovative design process together with the creativity of our experts enables us to anticipate your dreams and immerse them in latest technologies, even in environments where space is a luxury. Concepts are developed by applying an efficient design process, incorporating the designers' creativity.

We offer special solutions that run around the clock (24/7) for control centers which deal with huge amount of important data and need to have them visualized on one reliable display wall that is seen to all the users in the control room.





Renomiran dolgoletni partner slovenskega gospodarstva za dobavo elektroenergetskega in telekomunikacijskega materiala in opreme.

TELMA TRADE  
Telekomunikacije, el. energetika Ljubljana, d.o.o.  
Motnica 13, 1236 Trzin  
telefon: 01 562 31 00, faks: 01 562 14 70  
info@telma-trade.si, www.telma-trade.si



- svetovanje
- projektiranje
- proizvodnja
- montaža
- servisiranje

TSN Tovarna stikalnih naprav je vodilni slovenski proizvajalec elektroenergetske stikalne opreme



Nadaljujemo s tradicijo, sprejemamo nove izzive

# TSN TOVARNA STIKALNIH NAPRAV SWITCHGEAR MANUFACTURER

TOVARNA STIKALNIH NAPRAV d.o.o.  
 Šentiljska cesta 49, 2000 MARIBOR  
 SLOVENIJA

tel.: +386 (0)2 228 66 00

fax: +386 (0)2 252 50 05

e-mail: [tsn@tsn.si](mailto:tsn@tsn.si)

Domača stran / Home page: [www.tsn.si](http://www.tsn.si)



8/30 - 220V DC 2L -

E1952  
E1951



# 13. HÖFLERJEVI DNEVI

## HÖFLER'S DAYS

Izdal:

Elektroinštitut Milan Vidmar

Za izdajatelja:

Direktor dr. Boris Žitnik, univ. dipl. inž. el.

Zbrala in uredila:

Pija Hlede, univ. dipl. bibl.

Oblikovanje:

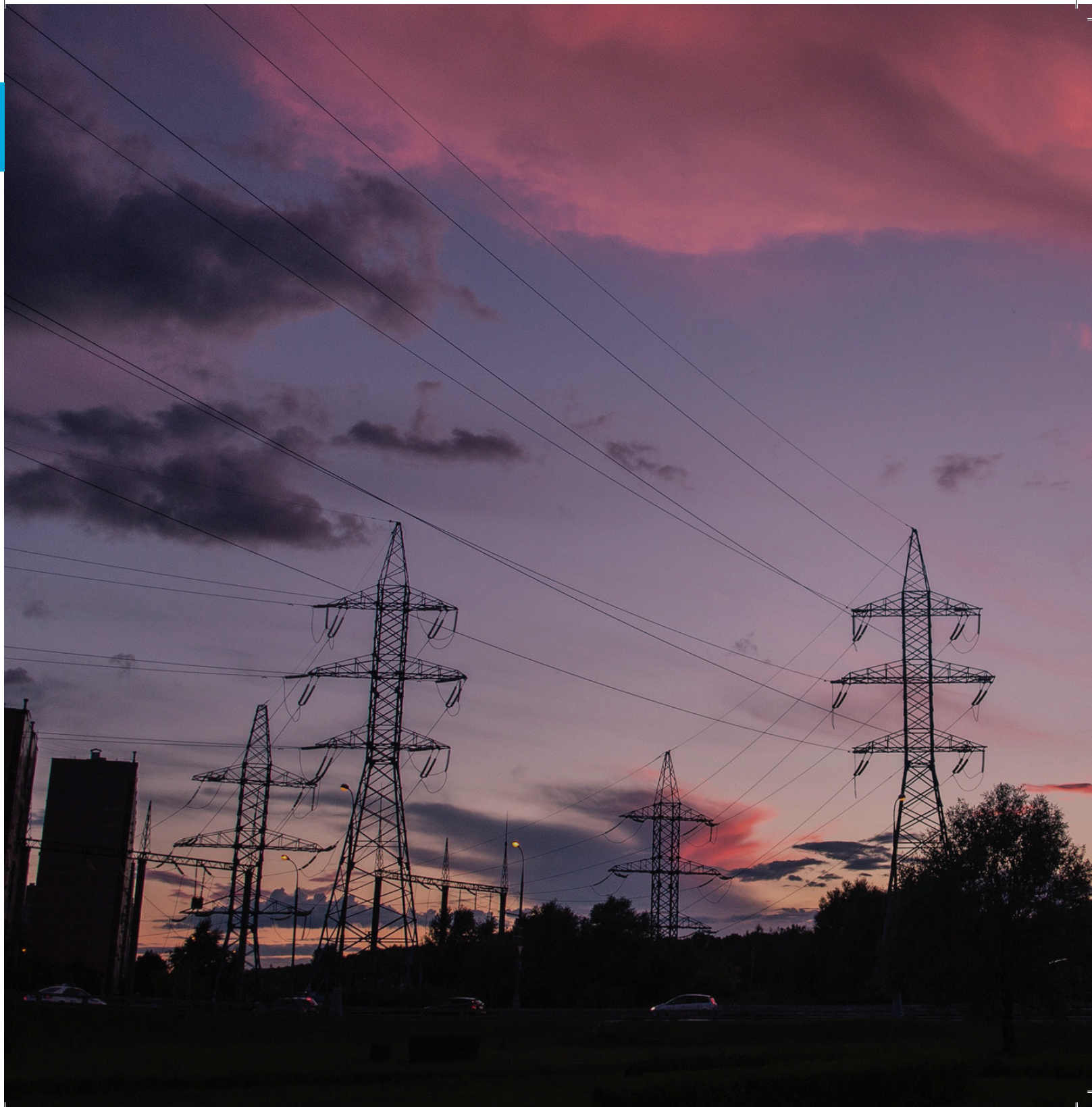
Bojan Senjur, Fabrika Studio

Fotografije:

[www.unsplash.com](http://www.unsplash.com)

Naklada:

150 izvodov





# 13. HÖFLER'S DAYS