

# VÝSKUM NA SLOVENSKU POMÁHA ZRÝCHLIŤ TRANSFORMÁCIU ENERGETIKY

**Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky STU, ÚMMS SAV, spoločnosť SFÉRA, a. s. a Atos IT Solutions and Services s. r. o. sa spoločne od roku 2020 v rámci Medzinárodného centra excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov (CE) zapojili do medzinárodnej vedecko-technickej spolupráce v oblasti energetiky a informačno-komunikačných systémov pri budovaní inteligentných sietí a decentralizovaných sústav.**

## Požiadavky na rýchlosť transformácie energetiky sa zvýšili

Pôvodne evolučná stratégia transformácie energetiky v Európskej únii plánovaná až do roku 2050, primárne zameraná na zmierňovanie klimatických zmien a zlepšovanie životného prostredia, čelí akútnej výzve sa v čo najkratšom čase zbaviť závislosti na dovoze energetických surovín a vybudovať sebestačný, ekologický a dlhodobu udržateľný model, ktorý by zabezpečil bezpečnú a spoľahlivú dodávku energií za prijateľných ekonomických podmienok pre jej obyvateľstvo, verejnú aj podnikateľskú sféru.

To vytvára veľký tlak na hľadanie alternatívnych riešení, z ktorých sa javí využívanie výroby z obnoviteľných zdrojov a decentralizácia sústav s využitím najnovších technologických možností ukladania energií a digitalizácie procesov pre autonómne riadenie a zabezpečenie interoperability sietí ako jedno z najvýznamnejších.

## Aktívni odberatelia, energetické spoločenstvá a komunity vyrábajúce energiu z obnoviteľných zdrojov ponúkajú nové možnosti

Predmetom výskumu projektu sú decentralizované inteligentné siete (Mikrogridy), ktoré ponúkajú jednu z možností riešenia transformácie energetiky a poskytujú pre aktívnych odberateľov, energetické spoločenstvá a komunity vyrábajúce energiu z obnoviteľných zdrojov energie alebo biometánu.

Tiež vyspelé informačno-komunikačné systémy a technologické zariadenia na účel výroby, dodávky, zdieľania a uskladňovania elektriny, činnosti agregácie a prevádzky nabíjacej stanice alebo výkonu iných činností či poskytovania iných služieb súvisiacich so zabezpečovaním energetických potrieb jej členov s cieľom realizácie environmentálnych, hospodárskych alebo sociálnych komunitných prínosov, ktoré zvýšia sebestačnosť a odolnosť sústavy.

## Výskum a vývoj v oblasti modelovania a simulácie mikrogridov (Digital Twin) a ich vplyvu na nadradenú elektrizačnú sústavu

Vytváranie digitálnych dvojčiat mikrogridov má význam pri optimalizácii prevádzky v existujúcich decentralizovaných energe-

tických sústavách, ale aj pri návrhu nových, hlavne z hľadiska maximalizácie prínosov a návratnosti investícií.

Časť tejto výskumnej úlohy sa zameriava na optimalizáciu dátových štruktúr prvkov elektrizačnej sústavy pre modelovanie a simuláciu inteligentných sietí s ich statickými a dynamickými parametrami, spôsobmi prepojenia, analýzou vonkajších vplyvov a vzájomných interakcií v ustálených a prechodových javoch vo vzťahu k nadradenej elektrizačnej sústave s overením spoľahlivosti algoritmov porovnaním s dátami z laboratórnych mikrogridov v laboratóriu obnoviteľných zdrojov energie a Laboratóriu fotovoltiky FEI STU a na ÚMMS SAV.

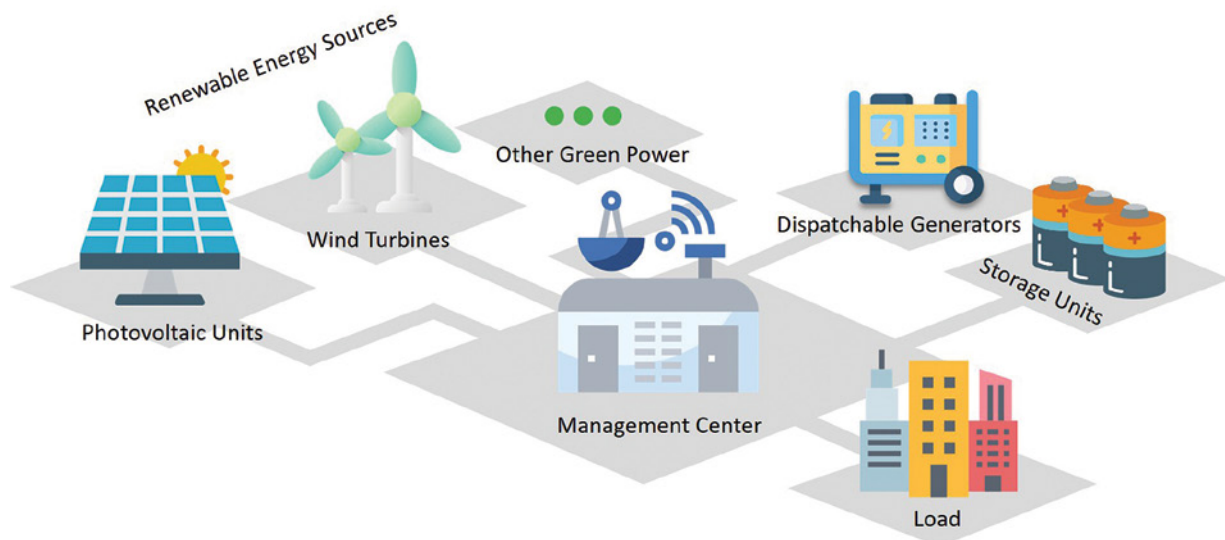
V ďalšej časti výskumnej úlohy bol zostavený počítačový model inteligentnej siete (vrátane rôznych energetických zdrojov, vedení, záťaží, meracích a regulačných prvkov) a na tomto modeli prebieha analýza nameraných elektrických veličín, spracovanie a vyhodnotenie kvalitatívnych ukazovateľov elektrickej energie. Z výsledkov analýz budú navrhnuté opatrenia pre predchádzanie nepriaznivým stavom v sieti aplikovaním vhodných inteligentných meracích a riadiacich systémov.

## Výskum a vývoj v oblasti optimalizácie synergie využívania energie z obnoviteľných zdrojov a akumulčných zariadení v inteligentných sieťach

Táto časť výskumu sa zameriava na vytvorenie metodiky umiestnenia inteligentných meracích systémov, ich minimálnych výpočtových vlastností nevyhnutných pre prevádzku a návrh metodiky hospodárneho využívania energie využitím vhodných obnoviteľných zdrojov (pre danú oblasť), energetických akumulčných zariadení a konfigurácie elektrickej siete. Tieto výsledky povedú tiež k výberu merania vhodných elektrických veličín pre monitorovanie stavu mikrosiete a indikovanie možných systémových porúch (pre on-line/off-line režim).

## Výskum v oblasti ekonomického modelovania decentralizovaných energetických sústav a vývoj ekonomického modelu investičnej a prevádzkovej návratnosti mikrogridu

Táto aktivita projektu analyzuje ekonomické aspekty budovania, prevádzky a využívania komunitných mikrosietí vrátane



nástrojov pre realizáciu vzájomného zúčtovania energie v prostredí energetických komunit. Na tomto základe sa navrhuje architektúra modelovacieho nástroja a štandardy podporujúce realizáciu týchto funkcií.

Ekonomický model mikrosiete analyzuje náklady na vybudovanie a prevádzku (OPEX a CAPEX) verzus ekonomické vyhodnotenie návratnosti v kontexte možností úspor využívania výroby z obnoviteľných zdrojov na vlastnú spotrebu, zdieľania a uskladňovania energie v komunitách na princípoch vzájomného zúčtovania v mikrosieti, resp. využitím agregácie pri ktorej agregátor zlučuje flexibilitu z viacerých odberných miest a odozvádacích miest na účel ponuky a predaja agregovanej flexibility na organizovaných trhoch s elektrinou.

Z výsledkov analýz prebieha návrh metodiky výpočtu návratnosti investícií pri budovaní decentralizovaných inteligentných sietí vrátane ich vplyvu na životné prostredie.

**Garantom je medzinárodný výskumný tím, zložený zo špičkových domácich aj zahraničných výskumníkov**

Na úlohách výskumu a vývoja sa v tomto projekte podieľa kvalitný kolektív výskumníkov, vrátane prenosu know-how špičkových vedcov zo Slovenska, Českej republiky, Holandska a z Talianska. Projektový tím má vyvážené zastúpenie od špičkových výskumníkov až po mladých začínajúcich vedcov. Vedenie výskumných aktivít je v zodpovednosti skúsených špičkových výskumníkov. To je zárukou, že logika a spôsob navrhovaných vedeckých postupov vychádza z dlhoročnej praxe kvalitných výskumných organizácií, navyše s realizáciou na modernej výskumnej infraštruktúre.

**Záver**

Budovanie decentralizovaných inteligentných sietí ponúka alternatívu, ktorá má veľký potenciál pre riešenie budúcnosti energetiky a jednoznačne prispieje k vytvoreniu komplexného energie-

tického systému s menšou závislosťou na dovoze energetických surovín, odolnejšieho voči výkyvom trhu a prijateľnejšom pre životné prostredie. Pred masovým nasadzovaním mikrogridov je však potrebné vyriešiť niekoľko výziev, na časť ktorých sa snaží nájsť odpovede aj tento projekt. Veríme, že výstupy projektu pomôžu aktívnym odberateľom, energetickým spoločnostiam, komunitám vyrábajúcim energiu z obnoviteľných zdrojov a prevádzkovateľom sústav zrýchliť proces transformácie energetiky a čo najskôr dosiahnuť očakávané ciele.

**Podakovanie**

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov – II. etapa, Kód ITMS: 313021W404, ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

*prof. Ing. František Janíček  
Fakulta elektrotechniky a informatiky,  
Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky,  
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava  
Telefón: (421 2) 602 91 298  
frantisek.janicek@stuba.sk*

*Ing. Peter Chochol, PhD.  
SFÉRA, a.s.  
Karadžičova 2, 811 08 Bratislava  
Telefón: (421) 905 478 196  
peter.chochol@sfera.sk*



# RESEARCH IN SLOVAKIA HELPS TO ACCELERATE THE TRANSFORMATION OF THE ENERGY SECTOR

**Since 2020, as part of the International Centre of Excellence for Research of Intelligent and Secure Information-Communication Technologies and Systems (CE) project, the Institute of Power and Applied Electrical Engineering of the Slovak University of Technology, the Institute of Materials & Machine Mechanics of the Slovak Academy of Sciences, the company SFÉRA, a. s. and Atos IT Solutions & Services s. r. o. have been jointly engaged in international science & technology cooperation in power engineering and information-communication systems for building intelligent networks and decentralised systems.**

## **Increased requirements on the speed of transformation of the energy sector**

Originally, an evolutionary strategy for the transformation of the energy sector in the European Union, scheduled until 2050 and primarily focusing on mitigating climate change and environment improvements, now faces the current challenge of how to get the countries rid of their dependence on the imports of energy raw materials at the shortest possible time and to build a self-sufficient, and environmentally friendly model that would be sustainable on a long-term basis and ensure secure, reliable and affordable energy for their inhabitants, as well as the public and business sectors.

This exerts a huge pressure on us to look for alternative solutions, from among which one of the most relevant alternatives appears to be the utilisation of renewables-based energy production and decentralisation of systems with the use of latest technology advances in energy storage and digitalisation of processes for the autonomous management and interoperability of networks.

## **Prosumers, energy communities and renewable energy communities offer new opportunities and options**

Subject to the research going on under this project are decentralised smart grids (microgrids), which offer one of the possible solutions for the transformation of the energy sector and provide a basis for prosumers, energy communities and renewables-based or biomethane-based energy communities.

Also, advanced information-communication systems and technology equipment for the production, supply, sharing and storage of electricity, the aggregation and operation of charging stations, and/or the performance of other activities or rendering of other services associated with the satisfaction of energy needs of their members with a view to accomplishing environmental, economic or social benefits for the communities, which will enhance the system's self-sufficiency and resilience.

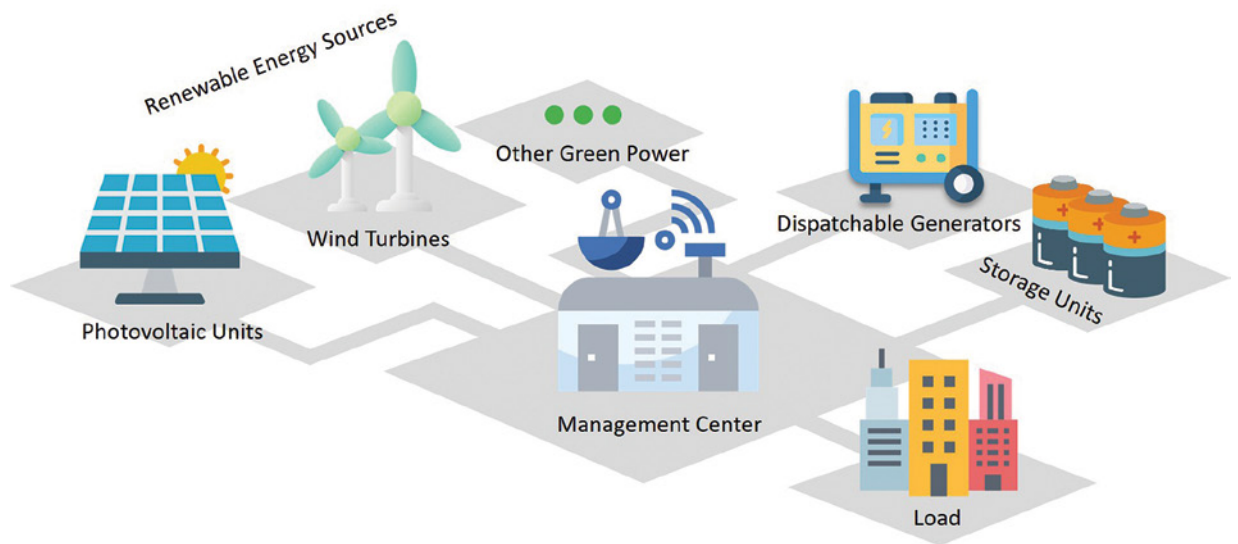
## **Research & development in the area of microgrid modelling and simulation (Digital Twin) and their impact on the superordinate electricity transmission system**

The establishment of microgrid digital twins is relevant both for the optimisation of operation of the existing decentralised energy systems and for the design of new ones, especially in terms of the maximisation of benefits and the return on investment.

One part of this research task is focusing on the optimisation of data structures of elements of electricity transmission systems for the purposes of modelling and simulation of static and dynamic parameters of smart grids, their interconnection modes, the analysis of external impacts and interactions of stable and transient phenomena in relation to the superordinate electricity transmission system, including the verification of reliability of algorithms by comparing the data relating to laboratory microgrids in the Renewable Energy Sources Laboratory and the Photovoltaics Laboratory at the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology of the Slovak University of Technology (FEI STU) and at the Institute of Materials & Machine Mechanics of the Slovak Academy of Sciences. Another part of the research task involves the compilation and running of a computer model of a smart grid (including various energy sources, lines, loads, measurement & control instruments) in order to conduct the analysis of metered electricity values, as well as the processing and evaluation of electric power qualitative indicators. On the basis of such analysis, there will be proposed measures to prevent adverse conditions of the grid through the application of appropriate meter & control solutions for smart management.

## **Research & development in optimisation of synergies from the use of renewable energy sources and energy accumulation equipment in smart grids**

This part of research is focusing on the development of methodology for placing the smart metering devices, the minimum computing properties necessary for their operation and a proposed



methodology for cost effective employment of energy with the use of suitable renewables (for the given geographic area), energy accumulation equipment and the electric grid configuration. These results will also lead to the selection of suitable measurement parameters for monitoring the status of a microgrid and indication of potential faults in the microgrid (for both on-line/off-line modes).

#### **Research & development in economic modelling of decentralised energy systems and the elaboration of an economic model for determining the return on investment in a microgrid and the cost effectiveness of its operation**

This project activity is to provide for the analysis of economic aspects of building, operating and utilising the community microgrids, including the implementation of energy settlement in the environment of energy communities. On this basis, the architecture of the modelling tool and standards facilitating the performance of those functions are under preparation.

Such economic model of a microgrid is to analyse the costs of building and operation (CAPEX and OPEX) versus the economic quantification of returns in the context of potential savings from the use of renewables-based production for own consumption, energy sharing and storage in communities along the principles of settlement applicable in the microgrid, and/or the application of aggregation, in which case an aggregator gathers flexibility from the prosumer's devices for the purposes of offering and selling such aggregated flexibility in organised electricity markets.

On the basis of results of such analysis, there is a methodology being prepared for calculating the return on investment in building up decentralised smart grids, including their impact on the environment.

#### **This is guaranteed by an international research team comprising top domestic as well as foreign researchers**

The research & development tasks under this project are jointly explored by a quality team of researchers, including the transfer of know-how of top scientists from Slovakia, the Czech Republic, the Netherlands and Italy. There are top researches through to beginning scientists represented on the team in a balanced manner. Experienced top researches are in charge of leading these research activities. This will guarantee that the logic and mode of proposed scientific procedures all draw upon a multiyear practice of quality

research organisations, and what is even more, implemented on the basis of a modern research infrastructure.

#### **Conclusion**

The building of decentralised smart grids offers an alternative with a huge potential for addressing the energy sector issues in the future, and will definitely contribute towards the building of a complex energy system that is less dependent on imports of energy raw materials, more resilient to market fluctuations and more environmentally friendly. Nevertheless, before microgrids can be rolled out on a large scale, several challenges have to be resolved and this project is designed to answers to some of those challenges too. We are convinced that the project deliverables will help prosumers, energy communities, renewables-based energy communities and network operators to speed up the process of transformation of the energy sector and to achieve the expected targets at the earliest possible time.

#### **Acknowledgements**

This publication was born thanks to the funding under the Operational Programme Integrated Infrastructure allocated to the project International Centre of Excellence for Research of Intelligent and Secure Information-Communication Technologies and Systems – II. Stage, ITMS Code: 313021W404, which is co-financed under the European Regional Development Fund.

*prof. Ing. František Janiček*

*Faculty of Electrical Engineering and Information Technology (FEI),*

*Institute of Power and Applied Electrical Engineering,*

*Slovak University of Technology in Bratislava, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava*

*Phone: (421 2) 602 91 298*

*frantisek.janicek@stuba.sk*

*Ing. Peter Chochol, PhD.*

*SFÉRA, a.s.*

*Karadžičova 2, 811 08 Bratislava*

*Phone: (421) 905 478 196*

*peter.chochol@sfera.sk*