

Mladá veda

Young Science



Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 2, ročník 11., vydané v júni 2023

ISSN 1339-3189, EV 167/23/EPP

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Saint-Tropez. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

doc. Ing. Peter Adamišin, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

Mgr. Jakub Köry, PhD. (School of Mathematics & Statistics, University of Glasgow, Glasgow)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra veřejné ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

Mgr. Michal Garaj, PhD. (Katedra politických vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava)

REDAKCIA

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

Mgr. Martin Hajduk, PhD. (Banícke múzeum, Rožňava)

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSS UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

VPLYV DOČASNÝCH OBJEKTŮ NA SPOTREBU ELEKTRICKEJ ENERGIE V STAVENISKOVEJ PREVÁDZKE

IMPACT OF TEMPORARY FACILITIES ON ELECTRICITY CONSUMPTION IN SITE OPERATIONS

Štefan Krištofič¹

Autor pôsobí ako interný doktorand na Katedre technológie stavieb, Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave a zároveň je študentom na Ústave elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Vo svojom štúdiu sa venuje analýze možností využitia premiestniteľných kontajnerov na budovanie vertikálnych fariem priamo v mestách. Výsledky z experimentálneho návrhu zabezpečenia potrieb energie pre vertikálne farmy využije pri výskume aplikácie obnoviteľných zdrojov v staveniskovej výrobe.

The author works as an internal doctoral student at the Department of Building Technologies, Faculty of Civil Engineering of the Slovak University of Technology in Bratislava and is also a student at the Institute of Electrical Power Engineering and Applied Electrical Engineering, Faculty of Electrical Engineering and Informatics of the Slovak University of Technology in Bratislava. In our study, we analyze the possibilities of using movable containers to build a vertical farm directly in the cities. He will use the results from the experimental design of energy needs for vertical farms in research into the application of renewable resources in onsite production.

Abstract

This paper is concerned with the analysis and identification of opportunities for optimising electricity consumption in the context of temporary buildings. The study is based on real data obtained from electricity consumption measurements in a construction site. The main findings of the study include that temporary objects - mobile construction containers - have a significant share in the total electricity consumption during the construction period. The data analysis will focus on identifying the factors that influence electricity consumption and energy losses associated with these temporary objects. In particular, the proposed measures include upgrading electrical appliances to energy efficient systems and setting a fixed heating mode during the night in the cold months. The results of this study have the potential to contribute to improving the energy performance of construction projects and promote

¹ Adresa pracoviska: Ing. et Ing. Štefan Krištofič, SvF STU v Bratislave, Radlinského 2766/11, 810 05 Bratislava
E-mail: stefan.kristofic@stuba.sk

sustainability in the construction industry. Optimising electricity consumption in the context of temporary buildings can have a positive impact on the environment and reduce site operating costs.

Key words: temporary buildings, electricity consumption, energy efficiency, site operations, optimisation

Abstrakt

Tento článok sa zaoberá analýzou a identifikáciou možností optimalizácie spotreby elektrickej energie v súvislosti s dočasnými objektmi. Štúdia sa opiera o reálne dáta získané z merania spotreby elektrickej energie v staveniskovej prevádzke. Medzi hlavné zistenia štúdie patrí, že dočasné objekty – mobilné stavebné kontajnery majú výrazný podiel v celkovej spotrebe elektrickej energie počas obdobia výstavby. Analýza údajov sa sústreďí na identifikáciu faktorov, ktoré ovplyvňujú spotrebu elektrickej energie a energetické straty v súvislosti s týmito dočasnými objektmi. Navrhnuté opatrenia predovšetkým zahŕňajú modernizáciu elektrických spotrebičov na energeticky efektívne systémy a nastavenie pevného režimu vykurovania počas noci v chladných mesiacoch. Výsledky tejto štúdie majú potenciál prispieť k zlepšeniu energetickej hospodárnosti stavebných projektov a podporiť udržateľnosť v stavebnom priemysle. Optimalizácia spotreby elektrickej energie v súvislosti s dočasnými objektmi môže mať pozitívny vplyv na životné prostredie a znižovanie prevádzkových nákladov staveniska.

Kľúčové slová: dočasné objekty, spotreba elektrickej energie, energetická efektívnosť, stavenisková prevádzka, optimalizácia

Úvod

Technologický rast spoločnosti umožnil nárast kvalitu života, poskytovanie lepších budov a služieb, komodít a ostatných aspektov. Tieto výhody však majú svoju cenu. S nárastom počtu obyvateľov rastie aj neustále dopyt po energii, dokonca až do bodu, keď sa objavujú obavy z ťažkostí so zásobovaním energiou, vyčerpania zdrojov energie a závažných vplyvov na životné prostredie [1]. V mestách môžu budovy spotrebovať až 75 % celkovej primárnej energie a produkujú 39 % energie súvisiacej s oxidu uhličitého ročne [2].

V stavebnom priemysle je spotreba elektrickej energie kritickým aspektom, ktorý má významný dopad na životné prostredie, ekonomiku a udržateľnosť. Jedným z hlavných faktorov ovplyvňujúcich energetickú efektívnosť a spotrebu elektrickej energie počas výstavby sú dočasné objekty, ktoré zohrávajú dôležitú úlohu v plynulom fungovaní staveniska. Dočasné objekty ako mobilné stavebné kontajnery sú nasadené na prevádzkové, výrobné, sociálne a hygienické účely [3].

Cieľom tohto vedeckého článku je analyzovať a identifikovať možnosti optimalizácie spotreby elektrickej energie v súvislosti s dočasnými objektmi na stavenisku. Zameriavame sa na zhodnotenie ich vplyvu na energetický výkon stavebných projektov a hľadanie opatrení na zlepšenie energetickej efektívnosti. Táto analýza je podopretá reálnymi dátami z meraní spotreby elektrickej energie na viacerých stavebných projektov, ktoré nám poskytujú podklady na hodnotenie vplyvu dočasných objektov na spotrebu elektrickej energie.

Na základe získaných výsledkov je možné si uvedomiť, že vylepšenie energetickej efektívnosti dočasných objektov môže mať významný pozitívny dopad na životné prostredie a ekonomiku stavebného priemyslu. Optimalizácia spotreby elektrickej energie v dočasných objektoch nielenže znižuje energetické straty, ale aj znižuje prevádzkové náklady pre stavebné projekty.

V tejto vedeckej práci je snaha prispieť k pochopeniu vplyvu dočasných objektov na spotrebu elektrickej energie v staveniskovej prevádzke a ponúknuť konkrétne odporúčania a opatrenia na optimalizáciu spotreby elektrickej energie v týchto objektoch.

Súčasný stav riešenej problematiky

Prevádzkové zariadenia staveniska tvoria objekty a zariadenia, ktoré zabezpečujú ochranu práce a bezpečnosť na stavenisku a v jej okolí, komunikácie a zariadenia pre dopravu, objekty pre skladovanie stavebných materiálov a výrobkov pre stavbu, pre administrovanie, údržbárske dielne a objekty pre odber a rozvod elektrickej energie a vody po stavenisku [3]. Riešením staveniskovej prevádzky sa stanoví priestorová, časová a finančná náročnosť. Návrh jednotlivých potrieb je preto kľúčovou úlohou a má zásadný vplyv na plynulosť výstavby.

Riešenie problematiky zásobovania staveniska elektrickou energiou je opísané v publikácií Stavenisková prevádzka a zariadenie staveniska od autorov O. Makýš a P. Makýš z roku 2003. Spracovanie neodzrkadľuje súčasné nové trendy v rámci staveniska, ktoré kladú nové požiadavky na odberné miesto a teda na celkovú dimenziu. Vo všeobecnosti sa od vtedy nikto nezaoberal manažmentom potreby elektrickej energie pri výstavbe a ani nie sú u nás uvedené štandardy pre prípadné nasadenia obnoviteľných zdrojov na dočasné napájanie staveniska. Z toho dôvodu sú návrhy zastaralé a je nutné ich aktualizovať, verifikovať a uviesť do praxe.

Zásobovanie staveniska elektrickou energiou

Elektrická energia vytvára podmienky pre chod stavebných a montážnych prác, pretože do procesu výstavby sú zapojené či už priamo alebo nepriamo všetky spotrebiče elektrickej energie nachádzajúce sa na stavenisku. Elektrina slúži pre pohon stavebných strojov a zariadení, osvetlenie vnútorných a vonkajších priestorov staveniska, napájanie dočasných objektov staveniska, najmä pre potreby osvetlenie, kúrenie a príprava teplej vody. Vo všeobecnosti elektrické spotrebiče na stavenisku môžeme rozdeliť na svetelné, tepelné a rotačné.

Pre distribúciu elektrickej energie na stavenisku je potrebné zabezpečiť vodiče, ktorými sú káble vedené v zemi alebo po povrchu a vo vzduchu. Priestorové umiestnenie vedení musí zohľadňovať organizáciu výstavby a spĺňať bezpečnostné požiadavky. Dôležitými súvisiacimi predpisy, ktoré stanovujú požiadavky na elektrické inštalácie nízkeho napätia na staveniskách, sú:

- STN 33 2000-7-704 (33 2000), ktorou sa opisujú kritéria na tzv. staveniskový rozvádzač, prírodný kábel, staveniskový rozvod, prúdové chrániče atď. Požiadavky v uvedenej norme sa vzťahujú na pevné alebo presúvateľné elektroinštalácie používané v čase vykonávania stavebných prác. Ide napr. o stavebné práce na nových budovách, opravy, úpravy, prístavby alebo ich častí. Požiadavky sa nevzťahujú na priestory

stavieb pre zamestnancov, ako napr. kancelárie, šatne, zasadačky, bufety, toalety či ubytovne [4].

- STN EN 61439-4 (35 7107), ktorou sa definujú špecifické požiadavky na rozvádzače, určené na použitie na staveniskách, vo vnútornom aj vonkajšom prostredí, t. j. na dočasných pracoviskách, na ktoré nemá vo všeobecnosti verejnosť prístup a na ktorých sa realizuje stavba budov, inštalovanie, opravy, úpravy alebo demolačné práce objektov (budov) alebo všeobecne všetky stavebné práce (verejné práce) alebo kde sa realizujú výkopové práce, prípadne akékoľvek iné podobné činnosti [5].
- STN 33 2000-4-41, predpis pre elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 4-41: Zaistenie bezpečnosti. Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom [6].
- STN 34 1610, ktorou sa stanovujú elektrotechnické predpisy STN. Elektrický silnoprúdový rozvod v priemyselných prevádzkach [7].

Pre bezproblémové napájanie staveniska je potrebné vypočítať maximálny požadovaný príkon elektrických spotrebičov použitých na stavenisku v kW. V závislosti od napäťovej úrovne je následne dôležité určiť maximálnu rezervovanú kapacitu pre uzavretie zmluvy o združenej dodávke elektriny. Zmluva je uzatvorená medzi dodávateľom elektriny a oprávneným odberateľom, na základe ktorej sa dodávateľ elektriny zaväzuje zabezpečiť distribúciu a dodávku elektriny do odberného miesta oprávneného odberateľa vrátane ostatných regulovaných služieb a prevziať zodpovednosť za odchýlku oprávneného odberateľa. Na napäťovej úrovni „NN“ – nízke napätie 0,4kV sa hodnota maximálnej rezervovanej kapacity rovná hodnote rezervovanej kapacity určenej menovitou hodnotou hlavného ističa v ampéroch [8]. Maximálna rezervovaná kapacita je maximálna hodnota výkonu, ktorý je technicky možné odoberať z distribučnej sústavy.

Elektroinštalácie na staveniskách sú považované za dočasné a po ukončení prác sa musia vyradiť z prevádzky. Za rozhranie medzi trvalou a dočasnou elektroinštaláciou sa považuje hlavný staveniskový rozvádzač.

Metodika

Metodika práce v rámci výskumného projektu sledovania spotreby elektrickej energie dočasných objektov na staveniskách zahŕňa nasledujúce kroky:

- a) Výber sledovaných stavenísk
- b) Inštalácia meracieho prístroja
- c) Spracovanie dát z merania
- d) Vizualizácia dát z merania
- e) Predbežný návrh optimalizácie spotreby energie

a) Výber sledovaných stavenísk

Na začiatku projektu sa vybrali tri staveniská, ktoré reprezentovali základné stanovené parametre. Staveniska museli mať minimálne 10 mobilných kontajnerov, tieto mobilné kontajnery museli byť napájané z jedného staveniskového rozvádzača a na stavenisku musel byť prístup k wifi sieti.

b) Inštalácia meracích zariadení

Na sledovaných staveniskách bolo potrebné inštalovať meracie zariadenia, ktoré slúžilo na sledovanie spotreby elektrickej energie na dočasných objektoch. Tieto meracie zariadenia boli umiestnené do staveniskového rozvážača tak, aby presne zaznamenávali spotrebu energie.

c) Spracovanie dát z meraní

Sledovanie a zaznamenávanie spotreby elektrickej energie na sledovaných staveniskách bolo prostredníctvom meracích zariadení a získané dáta sa prenášajú do cloudového miesta. Dáta sú zhromažďované v pravidelných intervaloch a správne dokumentované.

Jednou z hlavných predností tohto systému je jeho schopnosť pracovať na cloudovom mieste, čo umožňuje používateľom prístupovať k svojim údajom odkiaľkoľvek a kedykoľvek. Avšak softvér má aj svoje obmedzenia. Napriek tomu, že dokáže poskytnúť podrobné informácie o spotrebe energie a napätí, nie je schopný vypočítať príslušné štatistiky týkajúce sa emisií uhlíka alebo ďalších environmentálnych aspektov. Taktiež neumožňuje používateľom analyzovať údaje na vyššej úrovni, ako napríklad porovnávať spotrebu medzi rôznymi obdobiami alebo identifikovať trendy v spotrebe energie.

d) Vizualizácia dát z merania

Zhromaždené dáta o spotrebe elektrickej energie boli analyzované s cieľom identifikovať vzťahy, trendy a faktory, ktoré ovplyvňujú spotrebu energie. Boli použité štatistické metódy a techniky analýzy dát na odhalenie súvislostí. Na základe analýzy dát je potrebné identifikovať hlavné faktory, ktoré majú vplyv na spotrebu elektrickej energie v dočasných objektoch na staveniskách. Tieto faktory môžu zahŕňať veľkosť staveniska, typ a vek dočasných objektov, sezónne vplyvy, pracovný režim a ďalšie relevantné faktory.

e) Predbežný návrh optimalizácie spotreby energie

Na základe identifikovaných faktorov je stanovená predbežný návrh a stratégie na optimalizáciu spotreby elektrickej energie dočasných objektov. Tieto opatrenia môžu zlepšiť energetickú efektívnosť mobilných kontajnerov v podobe využívajúce obnoviteľných zdrojov energie. Medzi ďalšie opatrenia patria ako optimalizácia osvetlenia, využívanie inteligentných riadiacich systémov pre vykurovanie.

Výsledky

V rámci výskumného projektu sledovania spotreby elektrickej energie dočasných objektov na staveniskách sa získali dôležité poznatky týkajúce sa energetickej náročnosti výstavby. Zhromaždili sa a analyzovali dáta o spotrebe elektrickej energie na rôznych sledovaných staveniskách a na základe výskumu sa identifikovali hlavné zdroje spotreby elektrickej energie na staveniskách.

	Konštrukčný systém	Sledované obdobie		Spotreba celého staveniska	Spotreba mobilných kontajnerov		
				kWh	počet	kWh	%
Stavenisko A	železobetónový	sep'22 - apr'23	8 mesiacov	47 294,0	10	35 409,0	74,9
Stavenisko B	železobetónový	júl'22 - apr'23	10 mesiacov	59 628,0	12	42 853,0	71,9
Stavenisko C	železobetónový	nov'22 - apr'23	6 mesiacov	134 360,0	28	102 517,0	76,3

Tabuľka 1 – Prehľad spotreby elektriny na staveniskách

Zdroj: Vlastné spracovanie

Tieto výsledky nám umožňujú analyzovať a porovnávať spotrebu energie medzi jednotlivými staveniskami a sledovať závislosti na sledovanom období a použitom konštrukčnom systéme. Dopĺňovanie takýchto súvislostí a analýza údajov prispievajú k vedeckému kontextu a dôkladnejšiemu pochopeniu problematiky spotreby energie na staveniskách.

Dôležitým zistením bolo, že veľkosť staveniska má vplyv na spotrebu energie. Väčšie staveniská s väčším počtom dočasných objektov majú tendenciu mať vyššiu spotrebu elektrickej energie.

Sledované obdobie pre každé stavenisko bolo individuálne určené. Stavenisko A bolo sledované počas 8 mesiacov, od septembra 2022 do apríla 2023. Stavenisko B bolo sledované počas 10 mesiacov, od júla 2022 do apríla 2023. Stavenisko C bolo sledované počas 6 mesiacov, od novembra 2022 do apríla 2023.

Na všetky staveniskách sa realizoval železobetónový konštrukčný systém. Analyzovala sa spotrebu celého staveniska a spotrebu mobilných kontajnerov na každom stavenisku. Zistilo sa, že stavenisko C malo najvyššiu spotrebu energie, s celkovou spotrebou dosahujúcou 134 360,0 kWh. Taktiež malo najvyššiu spotrebu mobilných kontajnerov, ktorá dosiahla 102 517,0 kWh. Naopak, stavenisko A malo najnižšiu spotrebu energie, s celkovou spotrebou 47 294,0 kWh, a najnižšiu spotrebu mobilných kontajnerov, ktorá dosiahla 35 409,0 kWh.

Tieto výsledky naznačujú, že existuje značná variabilita vo spotrebe energie medzi jednotlivými staveniskami. Okrem toho, zdá sa, že sledované obdobie a použitý konštrukčný systém môžu ovplyvňovať spotrebu energie na stavenisku. Ďalšie detailné analýzy a štúdie by mohli poskytnúť lepšie porozumenie týchto súvislostí a prispieť k vytváraniu efektívnejších a udržateľnejších stavebných projektov.

Sezónne vplyvy tiež ovplyvňujú spotrebu energie na staveniskách. Napríklad zimné obdobie so zvýšenou potrebou kúrenia môže viesť k výraznejšiemu nárastu spotreby elektrickej energie. Je dôležité zohľadniť sezónne fluktuácie a navrhnúť opatrenia na úsporu energie v týchto obdobiach.

Diskusia

V rámci tejto metodiky sa zameriavalo na sledovanie spotreby elektrickej energie dočasných objektov na staveniskách a na identifikáciu možností optimalizácie tejto spotreby. Zhromaždené dáta a ich analýza poskytla dôležité poznatky o vzťahoch medzi spotrebou energie medzi staveniskovou prevádzkou a dočasnými objektami na stavenisku. Tieto poznatky umožňujú navrhnúť opatrenia na zlepšenie energetickej efektívnosti a dosiahnutie úspor energie.

Výsledky analýzy ukazujú, že dočasné objekty na staveniskách majú významný vplyv na spotrebu elektrickej energie. Identifikovali sa hlavné zdroje spotreby dočasných objektov, kúrenie a prevádzka elektrospotrebičov. Na základe týchto zistení by sa mali navrhnúť opatrenia na optimalizáciu spotreby energie, ako je použitie energeticky efektívnejších technológií, riadenie spotreby energie a využívanie obnoviteľných zdrojov energie.

Záver

Implementácia navrhnutých opatrení by mohla viesť k významným úsporám energie, zníženiu negatívneho vplyvu na životné prostredie a zlepšeniu ekonomickej udržateľnosti stavebných projektov. Z výsledkov sú preukázané vysoké nároky dočasných objektov na celkovú spotrebu staveniska. Na každom stavenisku sa podiel spotreby mobilných kontajnerov pohyboval cez 70 %.

Navrhnuté opatrenia, ako je používanie energeticky efektívnejších technológií, riadenie spotreby energie a využívanie obnoviteľných zdrojov energie, poskytujú praktické riešenia pre stavebný priemysel. Ich implementácia a dodržiavanie by mali byť podporované a propagované v rámci priemyselných noriem a regulačných rámcov.

Výsledky tejto metodiky majú potenciál ovplyvniť budúce rozhodovanie v stavebnom priemysle a prispieť k udržateľnejšiemu a energeticky efektívnejšiemu prostrediu. Je dôležité, aby tieto výsledky boli šírené medzi odbornou verejnosťou, stavebnými firmami a regulačnými orgánmi, aby mohli byť prijaté a implementované vo väčšom rozsahu.

Celkovo je táto metodika práce krokom smerom k energeticky efektívnejšiemu a udržateľnejšiemu stavebnému priemyslu. Je nevyhnutné, aby výskum v oblasti optimalizácie spotreby energie v dočasných objektoch pokračoval a aby sa na základe získaných poznatkov vyvíjali nové technológie a inovácie, ktoré prinesú ďalšie zlepšenia a úspory energie v stavebnom procese.

Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:

Ing. Patrik Šťastný, PhD.

Článok vznikol za podpory v rámci programu na motiváciu a podporu zvyšovania kvality a efektívnosti vedecko-výskumnej činnosti mladých vedecko-výskumných pracovníkov 2022 s registračným číslom 1656.

Použitá literatúra

1. S. Ferrari, M. Beccali, P. Caputo, and G. Zizzo, 'Electricity Consumption Analysis of Tertiary Buildings: An Empirical Approach for Two University Campuses', J. Archit. Eng., vol. 26, no. 2, p. 05020005, Jun. 2020, doi: 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000415.
2. X. Gui, Z. Gou, and Y. Lu, 'Reducing university energy use beyond energy retrofitting: The academic calendar impacts', Energy Build., vol. 231, p. 110647, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.110647.
3. Makýš, O., Makýš, P. Stavenisková prevádzka a zariadenie staveniska: technologický projekt. Bratislava: STU v Bratislave, 2003. ISBN 80-227-1847-5
4. STN 33 2000-7-704 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 2007, Časť 7-704: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Inštalácie na staveniskách a búraniskách
5. STN EN 61439-4 - Nízkonapäťové rozvádzače. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 2013, Časť 4: Osobitné požiadavky na staveniskové rozvádzače
6. STN 33 2000-4-41, Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 2019, Časť 4-41: Zaistenie bezpečnosti. Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom
7. STN 34 1610, Elektrotechnické predpisy STN. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 1963, Elektrický silnoprúdový rozvod v priemyselných prevádzkach
8. Vyhláška č. 24/2013 Z. z. Vyhláška Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, ktorou sa ustanovujú pravidlá pre fungovanie vnútorného trhu s elektrinou a pravidlá pre fungovanie vnútorného trhu s plynom.

Mladá veda

Young Science

ISSN 1339-3189