

EXPERTÍZNA A PROJEKČNÁ ČINNOSŤ V ELEKTROTECHNICKÝCH ZARIADENIACH

EXPERTISE AND DESIGNING ACTIVITIES IN ELECTROTECHNICAL EQUIPMENT

Kučera Stanislav, Chupáč Milan a Kučera Matej

Katedra teoretickej a aplikovanej elektrotechniky, Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita, Veľký Diel, 010 26 Žilina, e-mail: Stanislav.Kucera@fel.utc.sk

Abstrakt Príspevok informuje o súčasnom stave a systéme riešenia výskumno, vývojovej a projekčnej činnosti KTAE na Elektrotechnickej fakulte ŽU. Po informácii o odbornej činnosti katedry sú v hrubých rysoch prezentované výsledky niektorých prác, ktoré si vyžadovali okrem vedomostí z odboru elektrotechniky, elektroniky, výkonovej elektroniky, teórie regulácie aj znalosť technologického procesu a jeho vplyvu na životné prostredie.

Summary: The article informs about the present state and system of solution by the use of research development and project activity of KATAE at the Faculty of Electrical Engineering at the University of Žilina. Based on the information pertaining to the professional activity of the department, the results of some works are presented in the main features, which require knowledge in the field of electrical engineering, electronics, high-power electronics, theory of regulation also the knowledge of technological process and its influence to the environment.

1. ÚVOD

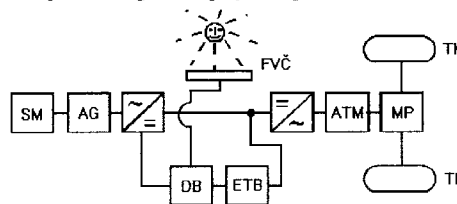
Na Katedre teoretickej a aplikovanej elektrotechniky (KTAE) podobne ako na ostatných katedrách Elektrotechnickej fakulty sa vykonáva pedagogická a výskumná činnosť pre potreby štúdia v inžinierskych a bakalárskych odboroch pre jednotlivé fakulty Žilinskej univerzity. Z uvedeného širokospektrálneho študijného programu a výskumného zamerania vyplýva, že súčasný odborný profil katedry presahuje rámec klasického odboru silno a slabo prúdovej elektrotechniky. Na Slovensku v posledných rokoch došlo k poklesu počtu, a dokonca až k zániku niektorých výskumných ústavov a vývojových organizácií, z hľadiska praxe tento fakt vedie k zosilneniu požiadaviek od rôznych inštitúcií, právnických subjektov až po fyzické osoby na výskumno vývojovú činnosť. Snahou je kontinuálne prispôbovať profil a náročnosť riešenia výskumno - vývojových a projekčných prác v rôznych zloženiach riešiteľského kolektívu s rôznou časovou náročnosťou a to už od niekoľko 10 až po niekoľko 1000 hodín.

2. VÝSKOMNO VÝVOJOVÁ ČINNOSŤ

Vedecko výskumná činnosť vykonávaná na KTAE je orientovaná na oblasti dominujúce z pohľadu potrieb 21 storočia. Slovensko ako prístupová krajina EU by mala do roku 2008-2012 znížiť celkové emisie o 8% oproti základnému roku 1990. Vláda SR na svojom zasadnutí dňa 1.decembra 1999 prijala uznesenie č.90/1999 k trvalému zníženiu energetickej náročnosti, ekologickej zaťaženia a využitia alternatívnych zdrojov energie. SR tak ako krajiny EU ratifikovala Kjótsky protokol zo dňa 31.5.2002. Uvedené skutočnosti sa

stali dôvodom aby časť vedecko výskumnej kapacity na KTAE sa venovala uvedenej problematike, ktorú rieši kolektív ako fakultnú úlohu č.031/29/602/, pre komplexné riešenie danej problematiky boli vytvorené vedecké programy pre Agentúru na podporu vedy a techniky, VEGA a iné [7]. Princiálna schéma riešenia hybridného automobilu s využitím alternatívneho zdrojom energie pomocou fotovoltaických článkov je znázornená na obr. 2.1. Predstavené riešenie výskumnej úlohy dáva možnosť nie len zníženia energetickej náročnosti, ktorá umožní používať automobil i sociálne slabším vrstvám obyvateľstva (*cena energie má stále vzostupný trend*) ale čo je podstatné, zníži ekologické zaťaženie životného prostredia. Pri použití motora na rastlinný olej, (ktorý je možné vyrobiť z produktov vypestovaných na kontaminovaných pôdach) je predpoklad úspor v osobnej doprave až 40% kvapalných palív (*benzín – nafta*) získaním rafinériou ropy [11].

V ostatnom čase stále narastajúce nároky na zvyšovanie kvality životného prostredia v podstatnej miere ovplyvnili kritéria pre zariadenia, ktoré premeňujú energiu ropných produktov na energiu

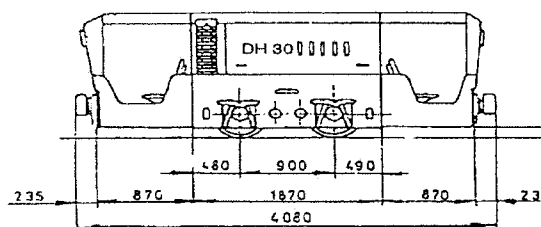


Obr. 2.1. Energetická schéma distribúcie trakčného výkonu

Fig. 2.1. Power scheme of distribution of traction power

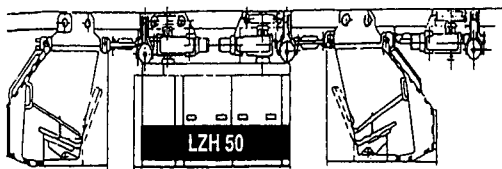
trakčnú. Banské rušne so spaľovacími motormi, ktoré sú v podmienkach Hornonitrianskych baní odštepného závodu Baňa Handlová používané v širokom rozsahu sú typickým predstaviteľom pohyblivého zdroja škodlivých emisií [2]. Výsledky monitorovania spalín vo výfukových plynoch, mechanizmu ich vzniku, pôsobenia na ľudský organizmus v banských podmienkach a realizácia opatrení na zníženie ich koncentrácie v banskom ovzduší, predstavujú dnes súbor zložitých problémov, ktoré boli cieľom riešenia výskumnej úlohy EF/21/1996 „Výskum možností zníženia ekologického zaťaženia životného prostredia efektívnym využitím elektrickej trakcie v aplikáciách konvenčnej a nekonvenčnej dopravy“. Prevádzka banských motorových rušňov rady DH 30 až

DH 100 znázornených na obr.2.2. si vyžaduje vy-



Obr. 2..2. Banský rušeň DH 30
Fig. 2..2. Mining locomotive DH 30

soké náklady na úpravu pracovného prostredia pri technologickej činnosti vykonávanej človekom. K vyriešeniu tejto problematiky viedli závery výskumnej úlohy, ktoré navrhli možnosť riešenia využitia elektrickej energie pre trakčné účely, čo v podstatnej miere alebo takmer úplne odstráni nežiaduce prvky plyných emisií, ktoré zaťažujú pracovné prostredie [12]. Niekoľko vypracovaných alternatív rekonštrukcie motorového rušňa DH 30 na dvojsystémovú elektro akumulátorovú trakciu ponúka možnosť použiť jednosmerný alebo asyn-

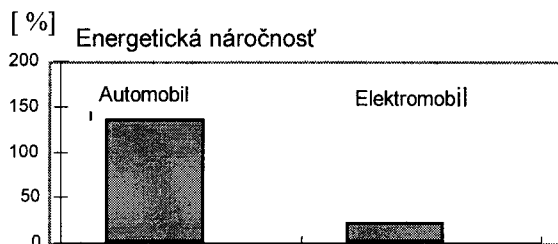


Obr. 2. 4. Závesný rušeň LZH50
Fig. 2. 4. Hanging locomotive LZH50

chrónny trakčný motor. Pri použití AM ako trakčného motora napájaného z polovodičového meniča nastáva problematika vzniku a potlačanie pulzačných zložiek momentu. Pri vykonaní uvedenej rekonštrukcie, ktorej hlavným cieľom bolo zníženie ekologického zaťaženia nie sú zanedbateľné i energetické úspory. Grafické zobrazenie energetickej náročnosti pri vykonaní trakčnej práce na vzdiale-

nosť 100 km zrekonštruovaným vozidlom ŠKODA FAVORIT s benzínovým a elektro - akumulátorovým pohonom je znázornená na obr. 2.3. Navrhovaný zrekonštruovaný trakčný systém umožňuje i podstatné vylepšenie s manipuláciou a skladovaním ropných produktov, ktoré majú tiež svoj negatívny vplyv na ekológiu v banských podmienkach. Pokračovaním riešenia, zníženie ekologickej i energetickej zaťažnosti v banských pracovných priestoroch bol návrh rekonštrukcie závesného rušňa LZH50 znázorneného na obr. 2.4, výsledkom riešenia bolo hlavne zníženie ekologického zaťaženia pracovného prostredia poklesom obsahu škodlivých plyných emisií až o 55%. Vhodnou voľbou distribúcie trakčného výkonu rušňa LZDEA spolu s využitím rekuperácie zabezpečia sa i energetické úspory. Neodeliteľnou súčasťou riešenia problému ekologického a energetickej zaťažnosti životného prostredia bolo i riešenie nekonvenčnej dopravy vo fakultnej úlohe č.EF-B-128/98 a to hlavne v oblasti lanovej dopravy, ktorá slúži pre technologické a komerčné účely (*lanovky osobné - nákladné, lyžiarky vleky a pod.*) [10].

Zníženie ekologickej zaťažnosti životného prostredia plynými emisiami z prevádzky cestnej a mestskej dopravy využitím technológie palivových článkov v súčasnosti riešime v spolupráci s viacerými univerzitami a výskumno vývojovými inštitúciami.



Obr. 2.3. Energetická náročnosť automobilu ŠKODA FAVORIT

Fig. 2.3. Power efficiency of SKODA FAVORIT car

3. EXPERTÍZNA ČINNOSŤ

Expertízna činnosť vykoná za ostatných 10 rokov bola realizovaná vo väčšine formou podnikateľskej činnosti. Požiadavky zadávateľa na vykonanie expertíznych posudkov, sú v oblasti teoretickej a najmä aplikovanej elektrotechniky, ktorých závery viedli k návrhu riešenia zadanej problematiky a v niektorých prípadoch i vykonanie projektu. Najčastejšie sa jednalo o expertíznu činnosť, ktorá mala interdisciplinárny charakter a vyžadovala si tímovú prácu. Rozsahom prác v oblasti časovej a finančnej náročnosti je uvedená činnosť rôznorodá. Od časovo a finančne nenáročných expertíz akou je napr. energetická a ekologická zaťažnosť menšej pekárne, ktorá má 11 zamestnancov, až po náročnej

expertízy aké boli vykonané napr. vo VAS s.r.o Žilina a v papierni MARTAP a.s. v Martine.

Vplyv blúdivých prúdov na všetky druhy kovových inžinierskych sietí uložených pod zemským povrchom sme vykonali vo viacerých lokalitách Slovenska. Veľmi zaujímavé výsledky sme zistili pri doplňujúcom koróznom prieskume diaľnice D1 v tunely Branisko – Behárovce

V oblasti vplyvu elektromagnetického poľa na ľudský organizmus sme vykonali expertízne vyšetrenie v elektro rozvodniach s rôznou výškou VVN.

V oblasti vysokých frekvencií sme v spolupráci so zdravotníkmi Žilinskej nemocnice a Štátnym zdravotným ústavom SR vykonali niekoľko expertíznych meraní, ktorých výsledky boli určené iba pre zadávateľa. Niektoré výsledky expertíz, ktorých výsledky zadávateľ nebránil zverejniť, sme publikovali na vedeckých konferenciách [5].

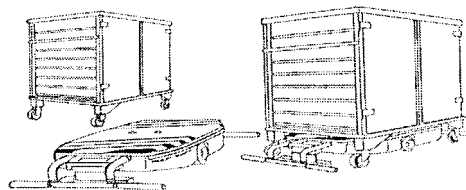
Medzi neoddeliteľnú súčasť expertíznej činnosti je pripomienkovanie návrhu noriem STN, spôsob komplexnej identifikácie elektro komponentov a technologických procesov [6] [8]. Odborná terminológia, ktorá je aplikovaná nielen pri posudzovaní normy STN, ale je súčasťou verbálneho a písomného prejavu výsledných dokumentov, ktoré sú nutnou podmienkou k zvládnutiu a využitiu komplexných záverov, skúseností a myšlienok vo všetkých odboroch riešenej problematiky [4]. Prostriedkom pre zrozumiteľnosť a jednoznačnosť využívame medzinárodný elektrotechnický slovník IEC – IEC 50 obsahujúci termíny a definície v stanovených jazykoch – angličtina, francúzština, ruština, ktoré sú postupne prekladané do veľmi rozsiahleho súboru noriem sústavy STN pod označením STN IEC 50.

4. PROJEKČNÁ ČINNOSŤ

Vyústenie expertíznej činnosti vykonanej pracovníkmi katedry KTAE vo väčšine požiadaviek od zadávateľa práce, končí úvodným a v niektorých prípadoch i vykonávacím projektom. Medzi už vykonané projekty patria:

Elektródový kotol na ohrev nedestilovanej vody. Podľa experimentálnych výsledkov vykonaných na prototypovej vzorke elektródového kotla, možno o ňom tvrdiť, že si svoje uplatnenie získa predovšetkým ako doplnkový zdroj tepla predovšetkým ku kotlom na pevné palivo. Vykonávací projekt spolu s patentom a právom na výrobu uvedeného kotla sa stal výhradne majetkom zadávateľa. Z našej strany možno dodať, že výhodou elektródového kotla je vysoká účinnosť až 94%, malé rozmery (kotol s výkonom 30 kW má rozmer $\Phi 0,22 \times 0,30$ m) a v súčasnosti, keď rastie cena plynu, nie je zanedbateľný i finančný efekt.

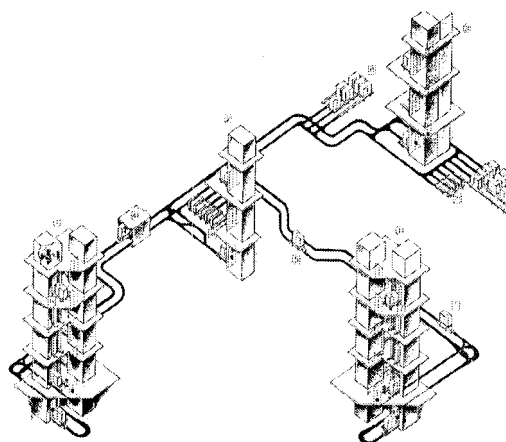
Návrh horizontálnej a vertikálnej dopravy vo fakultnej nemocnici Bratislava – Rázsochy [1].



Obr. 4.1. Mobilný robot

Fig. 4.1. Mobile robot

Slovensko v súčasnosti nakupuje množstvo kompletných technológií, ktorých výsledný efekt je rôzny. Pôvodný projekt navrhoval riešiť dopravnú činnosť s vodičmi aku-řahačov a s pomocou ručných manipulantov. Nami navrhnutý projekt takéto riešenie úplne zavrhol. Z pohľadu vstupných investícií je finančne náročnejší, avšak z pohľadu požiadaviek zdravotníctva najmä po vstupe do EU je nutnosťou. V tomto príspevku prezentujeme výsledky, projektu technológie dopravy, kde celá doprava je riešená pomocou mobilných robotov. Mobilne roboty sú symbolicky znázornené na obr. 4.1. Pracovná komunikácia medzi mobilnými robotmi a riadiacim centrom je vykonávaná rádiovým a súčasne laserom. Takto riešená doprava pomocou mobilných robotov je včlenená do celkového riadiaceho centra nemocnice a je schopná reagovať v niekoľkých minútach na zmeny v prísune potravín pacientom, zmenu polohy pracoviska, zmenu



Obr. 4.2. Celkový pohľad na mobilnú dopravnú cestu

Fig. 4.2. Total view of the traffic road

času vykonania dopravnej činnosti a pod.. Celkový pohľad na projekčné riešenie plne robotizovanej mobilnej dopravnej cesty je znázornený na obr.4.2. Projekty osvetlenia diaľničného tunela Branisko – Behárovce a pri Čadci. Cieľom osvetlenia diaľničných tunelov je, aby boli splnené všetky požiadavky, ktoré zabezpečia v priebehu 24 hodín denne bezpečnosť, plynulosť a zrakovú ostrážitnosť účastníkov premávky, podobnú ako na príľahých úsekoch otvorenej diaľničnej komunikácie, pri plnom

rešpektovaní navrhovanej dopravnej rýchlosti vozidla [3]. K dosiahnutiu tohoto cieľa je potrebné oboznámiť sa s vytvoreným "jazykom" prostredníctvom ktorého sú sprostredkované potrebné informácie. Pre dokonalé sprostredkovanie zrakových informácií je nutné rešpektovať adaptačné mechanizmy ľudského oka. Ľudské oko je schopné vďaka svojej adaptabilnosti pozorovať dej v rozmedzí od $0,25\text{lx}$ až po 10^5lx (avšak vnímať je schopné ešte i pri $2 \cdot 10^9\text{lx}$). Hlavným adaptačným mechanizmom je fotochemický dej - rozklad zrakových pigmentov. Rýchlosť rozpadu pigmentu závisí na parametroch svetelného predmetu. Pri presnom výpočte osvetlenia dopravných komunikácií, najmä tunelov je nutné rešpektovať adaptáciu oka z nižšieho jasu na vyšší tzv. adaptácia na svetlo a naopak z vyššieho denného jasu na otvorenom priestranstve, na jazdu v tunely, ktorý sa pri vjazde chová ako „čierna diera“ je adaptácia na tmu. Zrakový vnem nevzniká a ani nezániká súčasne ale má určitú zotrvačnosť. Rýchlosť vnímania, ktorá závisí od jasu predmetu v zornom poli sa zvyšuje do hodnoty $300\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ a napr. svetelný záblesk, ktorý trvá niekoľko mikrosekúnd vyvoláva vnem trvajúci až $0,3\text{s}$. Všetky tieto fyziologické adaptačné činnosti zraku je nutné rešpektovať, v opačnom prípade sú vodiči vystavení psychickej námahe, ktorá znižuje možnosť identifikovať dynamické svetelné zmeny v dlhom tunely a konečný výsledok takto vytvoreného projektu je nežiadúci [9].

I keď význam svetla a osvetlenia je pre človeka i pre celú ľudskú spoločnosť známy, je obtiažne túto skutočnosť v konkrétnych prípadoch vyjadriť ekonomicky, napríklad tam, kde chceme kvalitu a prínos osvetlenia (*anatómia a fyziológia zrakového systému*, *metodika výpočtu osvetlenia*, *prevádzka a údržba osvetlenia*, *technické parametre osvetlenia a pod.*) vyjadriť finančne vopred ako podklad pre technicko ekonomické hodnotenie. Medzinárodná komisia pre osvetlenie CIE pozorovaním a výskumom zistila, že zlepšenie osvetlenia na sledovaných úsekoch viedlo k zníženiu dopravnej nehodovosti, napr. o 57% v Austrálii, o 22% v SRN, o 29% v Nórsku, o 25% vo Fínsku. Pozoruhodné je zistenie vo Veľ. Británii, že zvýšením jasu na auto-ceste o $1\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ sa znížil činiteľ nehodovosť až o 35%. Ak tento príspevok o projektovaní diaľničného osvetlenia pomôže čo i len malým percentom zvýšiť bezpečnosť na našich auto cestách, potom je jeho cieľ splnený.

Projekty napájania diaľničného tunela elektrickou energiou. Hlavnou úlohou napájania diaľničného tunela elektrickou energiou je zabezpečiť pre prevádzkovo technické zariadenia bezporuchový chod a podľa požiadaviek prevádzky odsúhlasený režim. V rámci technického vybavenia diaľničných tunelov musí zásobovanie elektrickou energiou vyhovovať zvláštnym prevádzkovým podmienkam (*vlhkosť, soľ, výfukové splodiny, znečistenie a pod.*). Preto všetky elektrotechnické zariadenia pracujúce

v diaľničnom tunely musia byť vyhotovené v krytí IP 65. Výkonovo musí napájacia sústava byť navrhnutá tak, aby zabezpečila požadovaný výkon a krátkodobu svojou preťažiteľnosťou i zvýšenie spotreby. Celkový požadovaný príkon ako základ zmluvy o dodávke elektrickej energie s príslušným energetickým záväzkom, je nižší ako súčet inštalovaných výkonov jednotlivých spotrebičov – vzhľadom na koeficient súčasnosti.

Dodávku elektrickej energie pre daný diaľničný tunel podľa súčasne platných predpisov zabezpečujú dve VN rozvodne napájané dvoma samostatnými prípojkami VN. Podružné rozvodne nízkeho napätia sa umiestňujú čo najbližšie k technológii ktorú napájajú. Dôležité technologické zariadenia sú napájané zo zdroja nepretržitého napájania. Indikácia napájaného napätia na svorkách príslušného rozvádzača ako aj okamžitý prevádzkový stav: zapnutý, vypnutý, porucha, lokálne ovládanie, ovládanie spínacích a ovládacích prvkov v rozvádzači je odovzdaná do centrálného riadiaceho systému.

Zabezpečiť napájanie el. energiou pre všetky zariadenia v tuneli vyžaduje uložiť v určených priestoroch tunela kilometre káblov rôznych typov a prierezov. Typ a prierez kábla musia byť navrhnuté tak, aby vyhovovali elektrickým, mechanickým a chemickým vplyvom, ktorým sú v tuneli vystavené. Takto uložené káble musia byť podľa IEC 331 vyhotovené ako nehorľavé - bezkalogénové s funkčnou schopnosťou i počas požiaru.

5. ZÁVER

Tendencie na Slovensku naznačujú, že pracovníci katedier univerzít sú priamo predurčení podieľať sa vo vedeckovýskumnej oblasti najmä pre svoju širokospektrálnu vedeckú orientáciu. Veľkou motiváciou pri riešení výskumno vývojových programov je predovšetkým osobný rast každého člena katedry a v neposlednom rade i spoločenské ohodnotenie. V rámci vedeckovýskumnej kapacity má snahu každá katedra úzko spolupracovať s rôznymi katedrami, inštitúciami a výrobnými spoločnosťami na regionálnej ale i medzinárodnej úrovni pre dosiahnutie kvalitných výsledkov. Všetky doteraz vykonané práce, ktorých nepatrná čiastka je predstavená v tomto príspevku nasvedčujú výhodnosť spolupráce pre zadávateľa i riešiteľa konkrétneho problému.

LITERATÚRA

- [1] KUČERA, S., KRÁLOVENSKÝ, J., MARKO, R., ŠTALMACH, S.: *Návrh hori zontálnej a vertikálnej dopravy vo fakultnej nemocnici Bratislava - Rázsochy*. Výskumná úloha riešená v rámci PČ medzi VŠDS a Min. zdravotníctva SR v roku 1996
- [2] KUČERA, S., BOROŠKA, J., DOBRUCKÝ, B., MALCHO, M., LABAY, J., POSPÍŠIL, M., SMATANOVÁ, H., KUČERA, M.: *Výskum možností zníženia ekologického zaťaženia životného prostredia efektívnym využitím elektrickej trakcie v aplikáciách konvenčnej a nekonvenčnej dopravy*. Výskumná úloha riešená v rámci PČ medzi VŠDS a Min. životného prostredia SR a Hornonitrianske bane Prievidza a.s. v roku 1996
- [3] MICHALÍK, J., KUČERA, S.: *Projekt diaľnice D1 Právý tunel, TC 462 – osvetlenie, TC 442 – napájanie tunela elektrickou energiou*. Projekt riešený v rámci PČ medzi ŽU v Žiline a Křížik Prešov a.s. v roku 1998
- [4] KUČERA, S., *Vypracovanie odborného posudku k podnikovej norme energetiky PN SE „Požiadavky na zariadenia pripájané do elektrizačnej sústavy z hľadiska harmonických a účinníka“*. Posudok vypracovaný v rámci PČ medzi ŽU v Žiline a Stredoslovenské energetické závody Žilina š.p. v roku 1999
- [5] KUČERA, S., MICHALÍK, J., FABO, P., ŠTENCHLÁK, V., KUČERA, M., CHUPÁČ, M.: *Meranie intenzity elektromagnetického poľa a jeho vplyv na ľudský organizmus*. Výskumná úloha riešená v rámci PČ medzi ŽU v Žiline a SPP Slovtmngáz Veľ. Kapušany v roku 2000
- [6] KUČERA, S., MICHALÍK, J., CHUPÁČ, M., SMATANOVÁ, H., KUČERA, M.: *Spracovanie metodiky pre meranie celistvosti uzemňovacej sústavy v transformačných staniách 400/220/22kV*. Výskumná úloha riešená v rámci PČ medzi ŽU v Žiline a Stredoslovenské energetické závody Žilina a.s. v roku 2001
- [7] KUČERA, S., TRGIŇOVÁ, J., CHUPÁČ, M., ŠALY, V., KUČERA, M., JANDAČKA, J.: *Návrh osobného hybridného automobilu*. Úloha riešená vo fakultnom výskume EF pod číslom: 03/602/2001 ukončená v roku 2002
- [8] KUČERA, S., MICHALÍK, J., FABO, P., ŠTENCHLÁK, V., KUČERA, M., CHUPÁČ, M.: *Meranie intenzity elektromagnetického poľa v rozvodni el. Energie s napätím 110 kVa 400kV. VARÍN*. Výskumná úloha riešená v rámci PČ medzi ŽU v Žiline a Stredoslovenské energetické závody Žilina a.s.v roku 2002
- [9] KUČERA, S., MICHALÍK, J.: *Mechanizmy ľudského oka pri osvetlení diaľničného tunelaTUNEL – ISSN 1211-0728, 3/1998 Praha./CZ/ str.10 – 1*
- [10] HANULIAK, I., KUČERA, S., MICHALÍK, J.: *Microprocessor Control of High-speed Lift Groups*. Conference Proceedings ISSE 99 – Technogy Drivers in Electronics May 18-20 1999, Dresden, Germany. Str.214-219
- [11] KUČERA, S., SALY, V.: *Distribution of Power Output in the Hybrid Passenger Automobile*. 23rd International Spring Seminar on Electronics Technology Balatonfured, ISSE 200, Hungary May 6-10.2000, str.429-431
- [12] BOROŠKA, J., KUČERA M., KUČERA, S.: *Możliwość poprawy ekologicznych warunków w kopalni poprzez modernizację pracującej tam jednostki napędowej DH 30. MASZYNY DŻWGOWO-TRANSPOTOWE, ISSN 1233-419. Katowice Nr.4/2002 str.33-37*