Katedra stavieb, Technická fakulta SPU v Nitre

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA KNIŽNICA
Repozitár
SPU NITRA

VIDIECKE STAVBY V EURÓPSKYCH REGIÓNOCH II

Architektúra – konštrukcie – technológie – bezpečnosť – logistika

RURAL BUILDINGS IN EUROPEAN REGIONS II

Architectural – constructions – technology – safety – logistics

Recenzenti:
Ing. Ján Kollár, PhD.
Ing. Mária Bihuňová, PhD.
Ing. Koloman Krištof, PhD.
Ing. Ladislav Bakay, PhD.
doc. Ing. Maroš Korenko, PhD.
Ing. Tomáš Varga, PhD.
Ing. Michaela Užáková, PhD.
prof. Ing. Anton Žikla, CSc.
Ing. Pavol Trebichalský, PhD.
prof. RNDr. Alena Vollmanová, PhD.
Ing. Marián Bujna, PhD.
Ing. Peter Lenďák, PhD.
Ing. Vojtech Brestenský, CSc.
Ing. Michal Valach, PhD.
prof. Ing. Vladimír Tančin, PhD., DrSc.
doc. RNDr. Jozefa Lukovičová, PhD.

Názov publikácie: Vidiecke stavby v európskych regiónoch II – Architektúra, konštrukcie, technológie, bezpečnosť a logistika

Schválil rektor Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 29. 10. 2014 ako zborník recenzovaných vedeckých prác.

ISBN 978-80-552-1242-5
DOI: https://doi.org/10.15414/2014.9788055212425

Druh publikácie: Zborník recenzovaných vedeckých prác

Názov publikácie: Vidiecke stavby v európskych regiónoch II
Architektúra – konštrukcie – technológie – bezpečnosť – logistika

Autori: kolektív

Zborník zostavil: Ing. Milada Balková, PhD.
Ing., Ingrid Karandušovská PhD. a kolektív

Počet strán: 184

Náklad: 50 ks

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Rok vydania: 2014

Vydanie: prvé

Texty neprešli jazykovou a redakčnou úpravou vo vydavateľstve, za obsahovú a formálnu stránku zodpovedajú autori.

ISBN 978-80-552-1242-5 (cc) BY-NC
DOI: https://doi.org/10.15414/2014.9788055212425

Obsah

1. Sekcia
VYUŽITIE POTENCIÁLU REGIONÁLNEJ ARCHITEKTÚRY VIDIEKA

Roman Flóriš - Alexandra Takáčová - Ľuboš Moravčík
VYUŽITIE VEGETAČNÝCH STRIECH V ARCHITEKTÚRE VIDIEKA 1

2. Sekcia
FYZIKÁLNO-TECHNICKÉ A MATERIÁLOVO-KONŠTRUKČNÉ PROBLÉMY STAVIEB

Milada Balková - Dušan Páleš
VPLYV VEĽKOSTI OTVOROVÝCH KONŠTRUKCIÍ NA DENNÉ OSVETLENIE MAŠTALE 8

Ján Jobbágy – Ivan Nedorolík
VÝROBNÝ PROCES PESTOVANIA TOPOĽA A VYUŽITIA ŠTIEPKY NA VYKUROVANIE 17

Jana Lendelová - Tímea Szabóová - Miroslav Žitňák - Štefan Pogran - Matúš Bošanský
KVALITA CHOVNÉHO PROSTREDIA BROJLEROV VO VZŤAHU K OPOTREBOVANIU OBALOVÝCH KONŠTRUKCIÍ 24

Ľuboš Moravčík - Alexandra Takáčová
TERESTRICKÉ LASEROVÉ SKENOVANIE A GRAFICKÝ POSTPROCESING PRI DIGITÁLNEJ DOKUMENTÁCII DREVENÉHO VODOJEMU V PALÁRIKOVE 29

Gabriela Pavlendová
ELECTRO OSMOSIS IN CIVIL ENGINEERING 35

Dušan Páleš - Milada Balková - Ingrid Karandušovská
NUMERICKÁ ŠTÚDIA LOG-NORMÁLNEHO ROZDELENIA S NULOVOU DOLNOU HRANICOU 41

Dušan Páleš - Milada Balková - Ingrid Karandušovská
VÝPOČET PRAVDEPODOBNOSTI PORUCHY KONŠTANTNE ZAŤAŽENEJ KONZOLY METÓDOU FORM 47

Dušan Páleš - Ingrid Karandušovská - Milada Balková
VÝPOČET PRAVDEPODOBNOSTI PORUCHY KONŠTANTNE ZAŤAŽENEJ KONZOLY METÓDOU LAGRANGEOVÝCH MULTIPLIKÁTOROV 53

Sergej Priganc – Eva Terpáková – Iveta Hegedusová
DLHODOBÉ SLEDOVANIE VÝVOJA ODOLNOSTI BETÓNOVÝCH PANELOV V AGRESÍVNOM PROSTREDÍ 59

Peter Sabol - Sergej Priganc
ZOSILNENÉ BETÓNOVÉ PRVKY NEREZOVOU VÝSTUŽOU T-PRIEREZU PRI ZVÝŠENEJ TEPLOTE 68

3. Sekcia
BIOFYZIKÁLNE PROBLÉMY POĽNOHOSPODÁRSKYCH STAVIEB

Ingrid Karandušovská - Matúš Bošanský- Patrik Piterka
PRODUKCIA CO_2, NH_3 A H_2S VO VOĽNOM USTAJNENÍ DOJNÍC
NA HLBOKEJ PODSTIELKE 73

Jana Lendelová - Miroslav Žitňák - Štefan Pogran, CSc. - Ing. Matúš Bošanský - Patrik Piterka
RIZIKO TEPELNÉHO STRESU A MOŽNOSTI OCHLADZOVANIA DOJNÍC VO VZŤAHU
K PARAMETROM CHOVNÉHO PROSTREDIA 79

Zuzana Štefunková - Veronika Kmecová
VPLYV ROZTOKOV DUSIČNANU AMÓNNEHO NA CEMENTOVÉ PASTY 85

František Tóth – Juraj Rusnák – Pavol Čavojský
MOŽNOSTI VYUŽITIA EKOLOGICKÉHO OLEJA HYDROS UNI V OBLASTI
POĽNOHOSPODÁRSTVA 91

Ivan Vitázek - Denisa Michalíková - Radoslav Majdan
KONCENTRÁCIA CHEMICKÝCH ŠKODLIVÍN VO VNÚTORNOM
PROSTREDÍ 97

Ivan Vitázek - Ján Novák - Božena Vitázková - Janko Klúčik
EMISIE OXIDOV UHLÍKA V PRACOVNÝCH PRIESTOROCH 103

4. Sekcia
BEZPEČNOSŤ A POŽIARNA OCHRANA VIDIECKYCH STAVIEB

Matúš Bošanský – Miroslav Žitňák – Jana Lendelová – Štefan Pogran – Martina Prístavková
ZMENA PODIELU SUŠINY V SLAME POČAS USTAJNENIA VOĽNO LEŽIACICH DOJNÍC
V LETNOM OBDOBÍ 109

Miroslav Žitňák - Jana Lendelová - Martina Prístavková - Matúš Bošanský
ANALÝZA ÚRAZOVOSTI V POĽNOHOSPODÁRSTVE 114

5. Sekcia
LOGISTIKA V AGROSEKTORE

Lukáš Filo – Daniela Uhrinová
ANALÝZA PREDAJA VYBRANÝCH DRUHOV MOBILNEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ
TECHNIKY 119

Ľubomír Hujo - Marek Halenár – Ján Kosiba – Vladimír Hajdák
OPTIMALIZÁCIA PREPRAVNÝCH TRÁS NEBEZPEČNÉHO MATERIÁLU VYTVORENÍM
INTERAKTÍVNEJ MAPY ADR V TRNAVSKOM KRAJI 126

Ivan Janoško - Stanislav Lindák - Tomáš Polonec
TECHNICKO – EKONOMICKÁ ANALÝZA LOGISTICKÉHO ZVOZU ODPADOV 139
V NITRE

Michaela Jánošová - Ľubomír Hujo - Juraj Jablonecký - I. Štulajter
OPTIMALIZÁCIA VNÚTROPODNIKOVÝCH MANIPULAČNÝCH TOKOV VO VÝROBNOM
PROCESE 147

Ján Kosiba – Juraj Tulík
PODIEL DOPRAVNEJ LOGISTIKY PRI PREVÁDZKE POĽNOHOSPODÁRSKEHO TRAKTORA 157

Miroslav Mojžiš - František Varga
LOGISTIC AUDIT IN AGRICULTURAL COMPANY 161

Mário Szabó - Michal Angelovič - Stanislav Lindák - Tomáš Polonec - Janko Klúčik - Michaela Jánošová
HODNOTENIE PREVÁDZKY VOZIDIEL AUTOMOBILOVEJ DOPRAVY 168

1. Sekcia

VYUŽITIE POTENCIÁLU REGIONÁLNEJ ARCHITEKTÚRY VIDIEKA

Use of Vegetation Roofs in Countryside Architecture

Využitie vegetačných striech v architektúre vidieka

Roman Flóriš[1], Alexandra Takáčová[2], Ľuboš Moravčík[3]

Abstract
Aim of this scientific paper is to show the application of vegetation roofs in rural areas and addressing their benefits. Application of methodology is based on the definition of ecologically active area environment is mathematically expressed as an usable surface area, which can contribute to improving the ecological stability of the environment. These resources are becoming roofs of houses that would otherwise not be utilized and contribute to the same effect as flat roofs in cities, just on a smaller scale.
Our aim is to apply the theoretical basis of this methodological approach in Slovakia based the design of green roof.

Kľúčové slová: zelená strecha, vidiek, biodiverzita

Úvod

Vegetačné strechy sú od dávna späté s prírodou. Záhrady na plochých strechách majú svoju tradíciu už viac ako 2000 rokov. V rôznych klimatických pásmach od Afriky po Škandináviu mali vegetačné strechy svoje opodstatnenie – ktorým bolo udržanie konštantnej teploty interiéru. Rovnako ako aj konštrukčné hľadisko zodpovedalo príslušnej klimatickej oblasti.
V posledných rokoch sa opätovne pristupuje k ich využívaniu nakoľko zmena životného prostredia so sebou prináša negatíva v podobe vytláčania vegetácie z prirodzeného prostredia. Vidiecka krajina je v tomto smere menej poznačená ako mesto. Avšak expanzia priemyslu prináša so sebou rovnako negatívne dopady aj na vidiek a okolitú krajinu. Dochádza k spájaniu vidieka a mesta, čím trpí aj okolitá krajina.
Zbytkové plochy zelene na vidieku majú v pomere k mestu väčšiu rozlohu, druhová rozmanitosť na nich je obmedzená a poznačená vývojom prostredia.
Tento príspevok má za cieľ poukázať na možnosti využitia vegetačných striech.

Materiál a metódy

Charakteristika základných pojmov
Vegetačná strecha:

- je to konštrukčný systém, základom ktorého je strešná konštrukcia, časť parteru nad úrovňou rastlého terénu,
- je staticky nadimenzovaná na príslušnú záťaž v nasýtenom stave,
- prispieva k zvyšovaniu ekologickej hodnoty prostredia svojimi prínosmi.

Prínosy vegetačných striech pre prostredie môžeme charakterizovať nasledovne:
Ako uvádzajú Browlie (1990), Johnston (1995), Johnston and Newton (1993), Osmundson (1993) a Wells (2001) prínosy môžu byť nasledovne rozdelené:

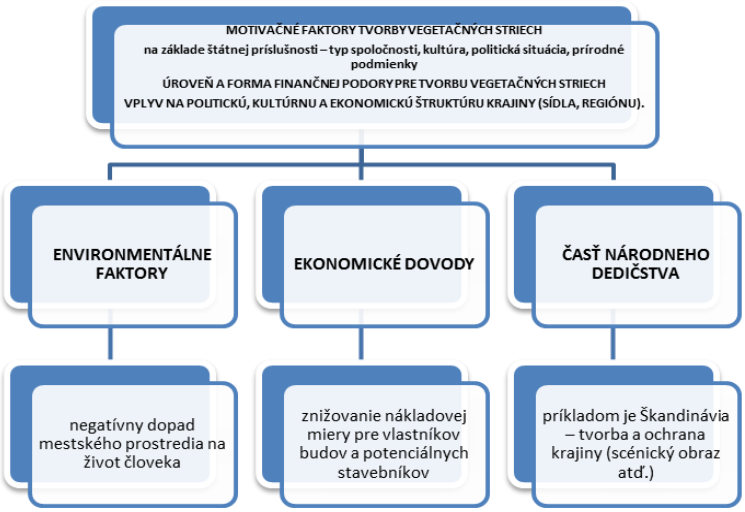
A. ENVIRONMENTÁLNE PRÍNOSY: zrážkové indexy, redukcia záplav zo zrážok, zvyšovanie vlhkosti prostredia, absorbcia hluku, absorbcia elektromagnetického žiarenia, pomoc pri absorbcii skleníkových plynov, pomoc pri recyklácii materiálov (výroba komponentov pre konštrukčné systémy), zmena mikroklímy v meste.

B. PRÍNOSY PRE EKOLÓGIU A BIODIVERZITU A ZDRAVIE: zvyšovanie biodiverzity na základe zvyšovania rozlohy vhodného prostredia, zabezpečenie spojenia pre zelenú sieť v rámci sídelnej štruktúry, tvorba dostupného zeleného priestoru. Vegetačné strechy tvoria prostredie pre flóru a faunu. Udržateľnosť druhovej rozmanitosti na strešnej konštrukcii je podmienená hrúbkou substrátu, klimatickými pomermi a expozíciou konštrukcie, psychologické benefity – kontakt s prírodou, zvyšovanie kvality života – redukcia pľúcnych chorôb, zlepšovanie kvality vody – rastliny viažu živiny obsiahnuté vo vode (tento princíp je uplatnený aj v tvorbe koreňových čistiarní)

D. ARCHITEKTONICKÉ A KONŠTRUKČNÉ DETAILY : ochrana konštrukcie pred UV žiarením, ochrana konštrukcie pred mechanickým poškodením, redukcia sezónnych tepelných výkyvov na streche, možnosť zlepšenia tepelnej izolácie strechy, energetické úspory, možnosť využitia fotovoltaických článkov.
Strešné záhrady v dotyku s parterom predstavujú silný nastroj architektov pri hľadaní nových foriem tvorby predovšetkým mestských priestorov. Použitie tohto typu strešnej záhrady vo voľnej krajine umožňuje začlenenie budovy alebo jej časti do okolitého prostredia. Predovšetkým s ohľadom na extrémne intenzívne strešné záhrady podmienky pre vegetáciu sú tieto extenzívne, prípadne jednoduché
Pri navrhovaní strešnej zelene je najdôležitejším ukazovateľom pre posúdenie možnosti jej uplatnenia na streche statika. STN odporúča navrhovanie a posúdenie strechy s ohľadom na pôsobiace vplyvy vonkajšieho a vnútorného prostredia tak, aby boli schopné zaistiť vplyvy vonkajšieho a vnútorného prostredia.

Tabuľka č. 1 Predpokladanej záťaže extenzívnej vegetačnej strechy pri maximálnom nasýtení vodou

Druh vegetácie	Hmotnosť vegetácie kg/m2	ND – extenzívny substrát hĺbka v mm zaťaženie kg/m2	ND – drenáž zaťaženie kg/m2	ND koreňová zábrana zaťaženie kg/m2	Zaťaženie povrchu kg/m2	Totálna hĺbka v mm
Machy a rozchodníky	10	69/90 80/120	11/3.0	0.5	104 134	71 91
Machy, rozchodníky a trvalky	10	69/90 100/150	11/3.0	0.5	104 164	71 111
Rozchodníky, trvalky a trávy	10	100/150 150/225	11/3.0	0.5	164 239	111 161
Trávy a trvalky	10	150/225 200/300	11/3.0	0.5	239 314	161 211



Obrázok č. 1 Faktory ovplyvňujúce integráciu vegetačných striech do konštrukcií.

Stanovenie ekologicky aktívnej plochy

Metodický postup vychádza z programu na ochranu druhov a krajiny a redukciu environmentálnych vplyvov pre mesto Berlín. Zlepšenie ekosystému funkčnosť a podpora rozvoja biotopov, pri zachovaní súčasného využitia územia, sú kľúčové pre toto úsilie.
Metodický je pôvodne zvolený pre urbanizované prostredie, kde sú silnejšie antropogénne vplyvy na mestskú krajinu.
Mieru ekologickej kompenzácie (EK) matematicky vyjadruje vzorec na výpočet ekologicky aktívnej plochy na základe typu povrchu, kde sa bude nový biotop nachádzať. Súčasne prispieva k štandardizácii a uvedenie do konkrétnych podmienok nasledujúce environmentálne ciele a kvality:
• Ochrana a zlepšenie mikroklímy a atmosférickej hygieny,
• Ochrana a rozvoj pôdy funkcie a vodnej bilancie,
• Vytváranie a zvyšovanie kvality rastlinných a živočíšnych biotopy,
• Zlepšenie obytného prostredie.
EK možno chápať ako právne záväzný nástroj udávajúci minimálne štandardy pre tvorbu plôch zelene - v zásade sú to opatrenia, ktoré vedú k rozšíreniu plochy vegetácie a formulujú ekologické minimálne štandardy pre štrukturálne zmeny a nové vývojové v prostredí.
Hoci sa indexové hodnoty miery ekologickej kompenzácie vzťahujú na mestské formy využitie - obytné, obchodné a infraštruktúry - Zahŕňa všetky potenciálne zelené plochy, ako sú dvory, strechy, steny a požiarne steny.
Výpočet hodnoty miery ekologickej kompenzácie:
Ide o matematicky vypočítanú aktívnu plochu, ktorá sa potom zrealizovaním uvedie do praxe. Pre každý typ stanovišťa, na ktorom sa môže nachádzať príslušná forma vegetácie je stanovená indexová hodnota (napr. spevnené nepriepustné povrchy majú hodnotu EK 0.0. polo priepustné 0.5, povrchy s vegetáciou 0.7 atď).

$$EK = \frac{\text{m2 povrchu } \mathbf{x} \text{ indexová hodnota povrchu}}{\text{celková rozloha územia}} = \text{indexová hodnota}$$

Výsledná indexová hodnota je ukazovateľom stanovujúcim hodnotu EK pre prostredie
Údaje pre plochy nachádzajúce sa na pozemku resp. hodnotenom území sa následne vložia do tabuľky (tabuľka 2). Výsledný prepočet udá rozlohu ekologicky aktívnej plochy, prípadne sa vyvodia závery, ktoré prispejú k zlepšeniu hodnoty prostredia. Hodnota ekologickej kompenzácie je stanovená pre jednotlivé typy priestorov (napríklad obytné jednotky, výrobné podniky, verejné budovy, školy, nemocnice a technickú infraštruktúru).

Charakteristika územia

Obec H. Lefantovce leží v Podunajskej nížine - v severnej časti Nitrianskej sprašovej pahorkatiny okrajovo v dotyku s tokom rieky Nitra .
Oblasť obce H. Lefantovce a jej okolie je možné z environmentálneho hľadiska zaradiť medzi územia s narušeným životným prostredím. V tejto časti podávame stručné zhodnotenie ich pôsobenia pre vymedzené hlavne priestorovo-funkčné krajinné celky územia.
Územie je charakteristické intenzívnym poľnohospodárskym využitím, v ktorom dominuje veľkobloková orná pôda. Najvýznamnejším environemntálnym problémom územia je nízka

biodiverzita a ekologická stabilita. Potenciálnym ohrozujúcim faktorom je veterná erózia. Možné je sekundárne znečistenie podzemných vôd podložných štrkov v dôsledku poľnohospodárskej veľkovýroby. Estetická hodnota tohto typu krajiny je pomerne nízka. Jedinými bioticky pozitívnymi prvkami územia sú liniové medze, ktoré však v súčasnosti nedosahujú významnejšiu ekologickú hodnotu.
Zastavané územie je pomerne silno antropicky zaťažené. Najvýznamnejším problémom je absencia systému sídelnej zelene s prepojením na krajinu, nízka biodiverzita a nízka ekologická stabilita územia. V dôsledku prevažujúcej poľno-hospodárskej činnosti v užitkových záhradách je možné sekundárne znečistenie podzemných vôd, ktoré sú ohrozené aj technickými prvkami (neexistencia kanalizácie, nezabezpečené parkovacie miesta a používanie mechanizácie v zlom technickom stave, netesnosť žúmp, nevhodne upravené miesta pre nádoby určené na komunálny odpad apod.) (Rehák a kol., 2009).

Výsledky a diskusia
Miera ekologickej kompenzácie sa stáva motivátorom pre zakladanie nových foriem zelene v prostredí. Suma ekologicky aktívnej plochy sa stáva orientačnou hodnotou, ktorá len podporí celkovú ekologickú hodnotu prostredia. Ide o relatívnu výmeru plochy, ktorá je stanovená pre konkrétne prostredie.
Výpočet:
Celková rozloha územia 1000 m^2
Spevnené nepriepustné plochy 318 m^2
Čiastočne priepustné plochy 200 m^2 x 0,3= 60
Zeleň na rastlom teréne 200 m^2 x 1 = 200

$$EK = \frac{260}{1000} = \mathbf{0.26}$$

Plocha strechy zachytávajúca zrážkovú vodu 30m^2

Tabuľka č 3 Hodnotiaca tabuľka

Ulica/krajina príklady kalkulácie		Celková rozloha (m^2) 1000	Plocha určená na výstavbu 178	Nezastavaná plocha (m^2) 822	Súčasný indexEK 0.06 BAF 0.6
Druh povrchu/zaťaženie m^2		Časť povrchu k celkovej m^2			
		suma	EK* suma	Plán	EK* plán
1.	Spevnený povrch nepriepustný 0.0	318			
2.	Čiastočne priepustný povrch 0.3			200	120
6.	Povrchy s vegetáciou na rastlom teréne 1.0	200	200	200	120
7.	Infiltrácia dažďovej m^2 0.2			30	18
8.	Vertikálna zeleň maximálne do 10 m výšky 0.5			30	18
9.	Zeleň na strechách 0.7			30	18
	Ekologicky efektívny povch		200		294
	Ekologicky efektívny povch Celková rozloha		Ek = časť ekologicky aktívnej plochy povrchu v podobe indexu ekologickej kompenzácie		
EK			Súčasná hodnota EK	0.26	Plán 0.6

Dosiahnutie cieľovej hodnoty EK sa môžeme priblížiť využitím vegetácie na rastlom povrchu, ak je to terénom a stavebnými úpravami umožnené. Dosiahnutie zvýšenia ekologickej hodnoty prostredia je pomocou vertikálnej zelene a vegetačnej strechy.

Návrh vegetačnej strechy

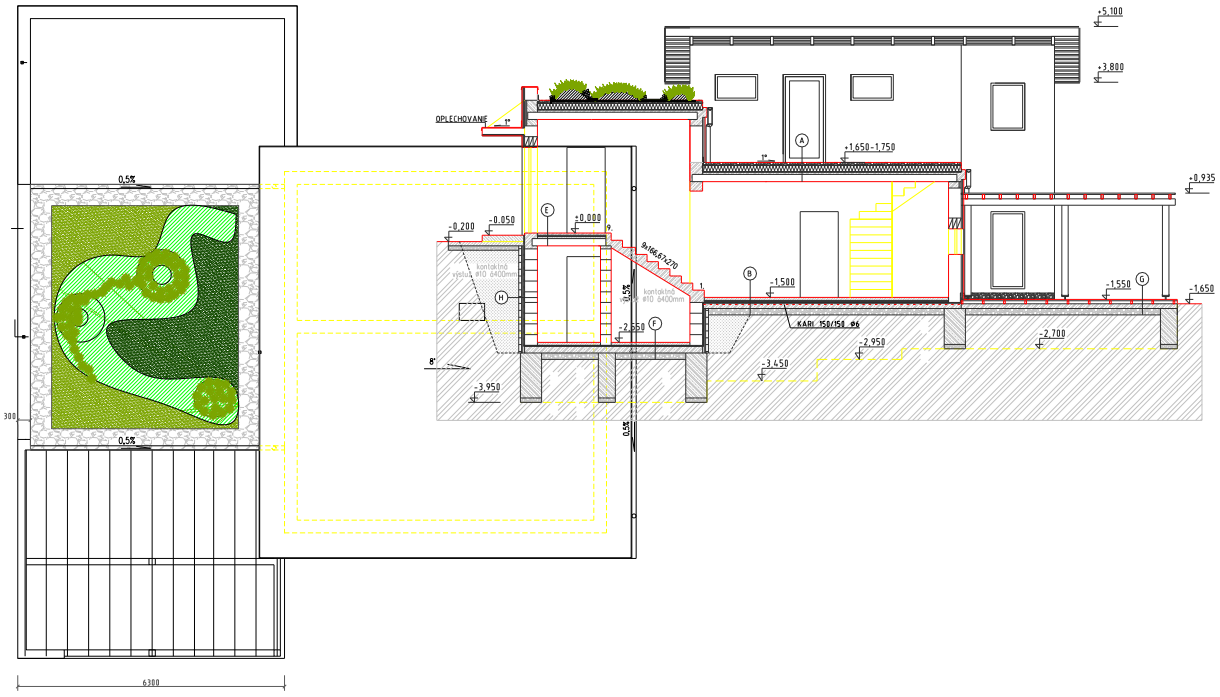
Celý konštrukčný systém ako každá stavebná konštrukcia je podmienená smernicami a vyhláškami, ktorí je potrebné dodržiavať a rešpektovať pre funkčnosť strechy a jej bezpečnosť., v tomto prípade prestavuje norma FLL, pod ktorú spadajú zelené strechy. Strecha tvorí zložitý konštrukčný systém, ktorý pre svoje dokonalé fungovanie potrebuje jednak také materiálové zloženie a postupy pri zakladaní, ktoré nespôsobia žiadne sekundárne škody na strešnej konštrukcii, prípadne neznehodnotia interiér budovy Na základe prieskumu trhu sa budeme opierať o konštrukčné postupy firmy Optigreen, ktorá sa riadi direktívami na základe smernice FLL.

Tabuľka 4 Technické parametre prírodnej strechy (zdroj www.1)

TYP STRECHY	TECHNICKÉ DETAILY								
	Hmotnosť kg/m²	Výška vrstvy mm	Sklon strechy	Druh vegetácie	Retencia vody [%]	Odtokový koef.	Akumulácia vody [m²]	Ekol.hod.	údržba
Prírodná strecha	cca. 100-230	100-200	0-5	byliny-trávy-sedum	cca. 60-70	0,4-0,3	priem. 30-60	vysoká	nízka

TYP STRECHY Prírodná strecha	TECHNICKÉ DETAILY
Hmotnosť kg/m²	cca. 100-230
Výška vrstvy mm	100-200
Sklon strechy °	0-5
Druh vegetácie byliny trávy sedum	Achillea millefolium , Thymus montanus, Thymus serpyllum, Veronica teucrium Carex flacca,Poa compressa Sedum album `Coral Carpet`, Sedum reflexum, Sedum sexangulare `Weiße Tatra`, Sedum spurium
Retencia vody [%]	cca. 60-70
Odtokový koef.	0,4-0,3
Akumulácia vody [m²]	priem. 30-60
Ekologická hodnota	vysoká
Náročnosť údržby	nízka

Potenciálny prínos vegetačnej strechy - Redukcia zrážkovej vody – odvedenie časti zrážkovej vody zo strechy do kanalizácia, schopnosť zadržať časť vody v závislosti od vodnej kapacity substrátu a drenážneho materiálu;
Redukcia a odvod zrážkovej vody - Vyššia teplota mestského priestoru (na rozdiel od voľnej krajiny) vplyvom asfaltu, betónu alebo dlažby, ktoré vyžarujú naakumulované teplo do okolia. Zmena povrchu strechy pomocou vegetácie, ktorá má chladiaci účinok . Redukcia tepelných ostrovov a zlepšovanie kvality vzduchu - produkcia kyslíka ako produktu fotosyntézy, ozdravovanie kvality ovzdušia v porostredí, funkcia strechy ako filtra
Zvýšenie biodiverzity - Fytocenóza na seba viaže nové formy zoocenózy, nové druhy živočíchov zvýšenie plošnej výmery ich životného prostredia.



Obrázok č.2 Návrh vegetačnej strechy – pôdorys a rez

Vidiecke prostredie sa stáva čoraz narušenejším, vplyvy priemyslu a poľnohospodárskej produkcie sa premietajú aj do vidieckej krajiny. Dochádza dokonca k spájaniu dedín s mestom.

V zahraničí sa stretávame s prístupom, ktorý priamo integruje strechy do plánovacej politiky miest, ktorá spätne vyvíja tlaky na investorov. Títo sú povinní priznať najmenej polovicu výmery, ktorú svojou stavbou zabrali z rastlého terénu spätne strešnej vegetácii. Sú teda vytvorené funkčné nástroje v podobe normatívov pre alternatívne formy zelene.

Naša plánovacia politika žiaľ takého nástroje neobsahuje. S využitím vegetačných striech sa stretávame v dokumente o hospodárení s dažďovou vodou v rámci TUR . Zlepšenie prostredia na vidieku, prinavrátenie vidieku jeho pôvodný charakter a zníženie škodlivých vplyvom z priemyslu a poľnohospodárstva je dôležitou úlohou pre obyvateľov. Aj tento fakt nás viedol k integrácii vegetačnej strechy do vidieckeho prostredia.

Záver

Vegetačné strechy majú široké možnosti použitia aj vo vidieckom prostredí. Ich prínos nie je len vo zvýšení estetickej hodnoty prostredia, ale v možnosti zvýšenia celkovej biodiverzity prostredia. Vegetačné strechy sú súčasťou vidieckeho prostredia najmä v severských krajinách. Šikmé či ploché strechy sú vždy priznané vegetácii, ktorá vytvára zjednocujúci prvok medzi stavebným prvkom a krajinou.

Príspevok mal poukázať na možnosti uplatnenia takejto vegetačnej strechy aj vo vidieckom prostredí v podmienkach Slovenska. Výpočet pre sumu ekologicky aktívnej plochy strechy je v tomto prípade len motivátorom pre jej využitie.

Abstrakt:
Príspevok sa venuje potenciálnemu využitiu vegetačných striech vo vidieckom prostredí a súčasne sa snažíme demonštrovať potrebu tohto typu konštrukcie na vidieku. Na konkrétnom príklade demonštruje využitie tohto typu strešnej konštrukcie a zároveň poukazuje na možné prínosy pre prostredie. Hoci sú vegetačné strechy využívané najmä v urbanizovanom prostredí, nachádzajú svoje využitie aj na vidieku – príkladom sú vegetačné strechy z Islandu, či Škandinávie.
Na základe zahraničných výskumov, bolo dokázané, že aplikáciou vegetácie na strechu podporujeme ekologickú hodnotu prostredia – znižujú prašnosť, hlučnosť, odvádzajú dažďovú vodu a súčasne podporujú biodiverzitu prostredia – sú domovom pre vtáky a hmyz.
Metodicky sme vychádzali z výskumu, ktorý prebehol v roku 1997 vo švajčiarsku, ktorý bol zameraný na podporu biodiverzity v prostredí pomocou využitia vegetačných striech. Na základe týchto poznatkov sme vytvorili modelový typ strechy, ktorý bude mať uplatnenie vo vidieckom prostredí.
Klúčové slová: vegetačná strecha, videcke prostredie, biodiverzita

Poďakovanie:
Poďakovanie: Príspevok vznikol s finančnou podporou Európskeho spoločenstva v rámci projektu: Vybudovanie výskumného centra "AgroBioTech", projekt číslo 26220220180.

Zoznam použitej literatúry:

1. BROWLIE, S. 1990: Roof Gardens - a review. Urban Wildlife Now, No 7. Peterborough: NatureConservancy Council.
2. FUSKA, J., HÚSKA, D., 2008: Močiarne rastliny a ich využitie vo vegetačných čistiarňach. In: MendelNet'08 Agro - Brno : Mendel University of Agriculture and Forestry, 2008. - ISBN 978-80-7375-239-2
3. Hrušovský, Rehák, Turáni 2009: Krajinno-ekologický plán obce Lefantovce. www.hornelefantovce.sk/download_file_f.php?id=57901 (31.06.2010)
4. JOHNTSON, J.- NEWTON, J., 1993: Building Green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements. London Ecology Unit
5. OSMUNDSON, T, 1999: Roof gardens: history, design and construction. New York: Norton & Co.
6. ŠIMEK, P., 2005: Čas v životě, zahradě, krajině. Sborník přednášek ze semináře konaného v Luhačovicích v roce 2005, Společnosť pro zahradní a krajinářskou tvorbu, občanské sdružení: Praha, 2005, s. 81-85. ISBN 80-902910-9-0
7. TAKÁČOVÁ, A., KLIMANTOVÁ, I., 2011: *Aplikovaný dizajn v záhradnej a parkovej tvorbe v mestskom prostredí*. Vyd. 1. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2011, 111 s. ISBN 978-80-552-0638-7.
8. WELLS,M.,2001: Rarity on the roof? Finding partial solution to challeges of brownfield site development. In Practice, p.33, 14-15
9. WERTHAM, CH. 2007: Green Roof – A Case Study. NY: Architectural press, 2007. 160 pp. ISBN 978-1-56898-685-2

www.stránky:
www.optigreen.de
www.sustainable-eastside.net/Green%20Roofs%20Report%202.07.05.pdf
www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/en/recht.shtml

Kontaktná adresa: Ing. Alexandra Takáčová, PhD., Katedra záhradnej a krajinnej architektúry, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika

2. Sekcia

FYZIKÁLNO-TECHNICKÉ A MATERIÁLOVO-KONŠTRUKČNÉ PROBLÉMY STAVIEB

SIZE EFFECT OF OPENINGS STRUCTURES ON DAYLIGHT OF STALL

VPLYV VEĽKOSTI OTVOROVÝCH KONŠTRUKCIÍ NA DENNÉ OSVETLENIE MAŠTALE

Milada Balková[1] – Dušan Páleš[2]

Abstract:

The paper deal with size effect of openings structures on daylight of stall. By the program Wdls to calculate daylight factor is simulated the stall, where in the first version were the original windows. In the second version is simulated stall, where the original windows replaced with open sidewalls. Calculation of daylight factor is calculated in two comparative levels. At 0.85 m and 0.5 m above the floor. The resulting values were shown in the tables as well as by using isolines in figures.

From the resulting values can be stated that the opening of the side walls will mainly affect to the lying boxes located at the longitudinal walls. With such a large span of stables, the impact of open side walls towards the inside stall significantly reduced.

Keywords: daylight, daylight factor, the dairy stall, skylight, software Wdls 4.1

Úvod

Dostatočné osvetlenie je jedným zo základným faktorom pracovného prostredia, ktoré vplýva nielen na ľudí ale aj na zvieratá. Podľa Doležala (2006) doba osvetlenia by mala byť 16 až 17 hodín denne. Najlepším riešením nielen z ekonomického hľadiska je prirodzené osvetlenie. Osvetlenie vnútorného priestoru môžeme zisťovať meraním osvetlenosti v kontrolných bodoch, z ktorých môžeme následne vypočítať činiteľ dennej osvetlenosti (D) alebo priamym meraním činiteľa dennej osvetlenosti. Zisťovať hodnoty D môžeme aj pomocou programu Wdls 4.1, čo je program na výpočet denného osvetlenia. Tieto hodnoty následne posudzujeme podľa vyhlášky č. 206 (2011), kde požiadavky na osvetlenie pri práci udávajú hodnotu D.

Materiál a metódy

V článku sme posudzovali vplyv zmeny otvorových konštrukcií v bočných stenách na denné osvetlenie maštale pomocou simulácie v programe Wdls 4.1. Rozmery maštale boli 66 160 mm x 28 000 mm. Výšku maštale sme zobrali v mieste, kde sa nachádzal strešný svetlík, tá je 6 000 mm. Ďalšie údaje, ktoré boli potrebné pre simuláciu osvetlenia, boli činitele odrazu pre jednotlivé časti maštale a čistota interiéru a exteriéru. Prekážky, ktoré boli v maštali sú stĺpy v strednej časti maštale ako aj pri pozdĺžnych stenách. Prechod svetla cez výplne otvorov je upresnený pomocou koeficientov. Denné osvetlenie v maštali sme posudzovali pomocou činiteľa dennej osvetlenosti, pričom porovnávacia rovina bola v dvoch úrovniach. Vo výške 0,85 m nad podlahou, čo je hodnota pri posudzovaní pracovných priestorov a vo výške 0,5 m nad podlahou, čo je hodnota, ktorá sa používa pri veľkých druhoch zvierat, teda aj pri hovädzom dobytku.

V prvom prípade sme riešili osvetlenie v maštali, kde v pozdĺžnych stenách maštale bolo spolu 40 okien, ktoré mali rozmery 900 x 900 mm. Vráta v čelných stenách boli zatvorené, preto sme s nimi neuvažovali. Prívod denného svetla do maštale je okrem okien aj cez strešný svetlík. Veľkosť otvoru strešného svetlíka je 2,4 m x 54 m.

V druhom prípade boli bočné steny vybúrané, v spodnej časti stien bol múrik, ktorý je vo výške 830 mm nad podlahou. Strešný svetlík je rovnaký ako v prvom prípade.

Výsledky a diskusia

Výsledné hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v kontrolných bodoch sú uvedené v súhrnných tabuľkách 1 až 8.

Pre maštaľ s oknami v bočných stenách, pri porovnávacej rovine 0,85 m je:

- minimálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_{min} = 0,2 %,
- priemerná hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_m = 2,5 %,
- maximálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_{max} = 7,7 %,
- rovnomernosť denného osvetlenia (to je pomer najmenšej a najväčšej hodnoty, činiteľa dennej osvetlenosti) r_{denne} = 0, 024.

Pre maštaľ s oknami v bočných stenách, pri porovnávacej rovine 0,5 m je:

- minimálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_{min} = 0,2 %,
- priemerná hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_m = 2,5 %,
- maximálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_{max} = 7,5 %,
- rovnomernosť denného osvetlenia (to je pomer najmenšej a najväčšej hodnoty, činiteľa dennej osvetlenosti) r_{denne} = 0, 024.

Pre maštaľ s otvorenými bočnými stenami, pri porovnávacej rovine 0,85 m je:

- minimálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_{min} = 0,3 %,
- priemerná hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_m = 3,3 %,
- maximálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_{max} = 7,8 %,
- rovnomernosť denného osvetlenia (to je pomer najmenšej a najväčšej hodnoty, činiteľa dennej osvetlenosti) r_{denne} = 0, 036.

Pre maštaľ s otvorenými bočnými stenami, pri porovnávacej rovine 0,5 m je:

- minimálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_{min} = 0,3 %,
- priemerná hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_m = 3,7 %,
- maximálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti D_{max} = 8,4 %,
- rovnomernosť denného osvetlenia (to je pomer najmenšej a najväčšej hodnoty, činiteľa dennej osvetlenosti) r_{denne} = 0, 039.

Minimálne hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti boli vo všetkých prípadoch najnižšie v miestach pri vrátach. Vzhľadom k tomu, že vráta v čelných stenách maštale bývajú prevažnú časť dňa otvorené je predpoklad, že táto hodnota sa zvýši. V strednej časti maštale, pod svetlíkom sú hodnoty D vysoké vo všetkých prípadoch napriek tomu, že vyššie sú v tej maštali, kde sú otvorené bočné steny. Najväčší rozdiel je v boxoch, ktoré sú umiestnené pri bočných stenách maštale. V maštali s pôvodnými oknami sú tieto hodnoty minimálne o 50 % nižšie ako pri maštali s otvorenými bočnými stenami. Obzvlášť veľký rozdiel je pri výške porovnávacej roviny rovnej 0,5 m. Smerom do vnútra maštale sa tieto rozdiely vyrovnávajú. Vplyv otvorených bočných stien klesá. Podľa vyhlášky 206 (2011) by mali byť vo vnútorných priestoroch s dlhodobým pobytom ľudí pri hornom a kombinovanom osvetlení D_{min} = 1,5 % a D_m = 3 %. Táto hodnota nie je splnená v častiach maštale pri zatvorených vrátach a v boxoch pri bočných stenách v maštali, kde sú pôvodné okná. Podľa STN 36 00 88 by mala byť minimálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti pri voľnom ustajnení dojníc rovná 1,0 %. Táto hodnota nie je splnená predovšetkým pri zatvorených vrátach.

Nepriaznivé sú vo všetkých prípadoch hodnoty rovnomernosti denného osvetlenia. Požadované hodnoty pre r_{denne} sú z hľadiska pracovného prostredia pri stredne presnej zrakovej činnosti väčšie ako 0,2. Podľa Chloupka (2008) by pri vnútorných priestoroch ustajňovacích objektov s horným alebo kombinovaným osvetlením požadovaná hodnota r mala byť ≥ 0,3. Ani v jednom prípade táto hodnota nevyhovuje.

Tab. 1 Hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v kontrolných bodoch, pôvodné okná, výška porovnávacej roviny 0,85 m (vzdialenosť osi x-ovej od počiatku do 46500 mm)

Y\X vzdial. od poč. súr. sús. (mm)	1500	6000	10500	15000	19500	24000	28500	33000	37500	42000	46500
	D, %										
1000	0.2	1.2	1.9	1.3	2.0	1.4	2.0	1.4	2.0	1.4	2.0
3900	0.4	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1
6800	0.4	0.9	1.3	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5
9700	0.6	1.9	3.2	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6
12600	0.7	3.7	7.1	7.6	7.6	7.7	7.6	7.7	7.6	7.6	7.6
15500	0.7	3.7	7.0	7.5	7.5	7.6	7.5	7.6	7.5	7.5	7.5
18400	0.6	1.8	3.1	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5
21300	0.4	0.9	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
24200	0.4	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
27100	0.2	1.2	1.9	1.3	2.0	1.4	2.1	1.4	2.0	1.4	2.0

Tab. 2 Hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v kontrolných bodoch, pôvodné okná, výška porovnávacej roviny 0,85 m (vzdialenosť osi x-ovej od 51000 mm do 64 500mm)

Y\X vzdial. od poč. súr. sús. (mm)	51000	55500	60000	64500
	D, %			
1000	2.0	1.4	1.9	1.2
3900	1.1	1.1	1.0	0.8
6800	1.5	1.5	1.3	0.9
9700	3.6	3.6	3.2	2.0
12600	7.6	7.6	7.0	4.1
15500	7.5	7.5	6.9	4.0
18400	3.5	3.5	3.2	1.9
21300	1.5	1.4	1.3	0.9
24200	1.2	1.1	1.0	0.8
27100	2.0	1.3	2.0	1.2

Tab. 3 Hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v kontrolných bodoch, pôvodné okná, výška porovnávacej roviny 0,5 m (vzdialenosť osi x-ovej od počiatku do 46500 mm)

Y\X vzdial. od poč. súr. sús. (mm)	1500	6000	10500	15000	19500	24000	28500	33000	37500	42000	46500
	D, %										
1000	0.2	0.9	1.4	1.0	1.4	1.1	1.5	1.1	1.5	1.0	1.4
3900	0.4	0.9	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
6800	0.4	1.0	1.4	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6
9700	0.6	2.0	3.3	3.7	3.8	3.9	3.8	3.8	3.8	3.9	3.7
12600	0.7	3.6	6.8	7.3	7.4	7.4	7.3	7.5	7.4	7.4	7.3
15500	0.8	3.6	6.7	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2
18400	0.6	1.9	3.2	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6
21300	0.4	0.9	1.4	1.6	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.6
24200	0.4	1.0	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
27100	0.2	0.8	1.3	0.9	1.3	1.0	1.4	1.0	1.4	1.0	1.3

Tab. 4 Hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v kontrolných bodoch, pôvodné okná, výška porovnávacej roviny 0,85 m (vzdialenosť osi x-ovej od 51000 mm do 64 500mm)

Y\X vzdial. od poč. súr. sús. (mm)	**51000**	**55500**	**60000**	**64500**
	D, %			
1000	1.0	1.4	0.9	0.2
3900	1.2	1.2	0.9	0.4
6800	1.6	1.4	1.0	0.4
9700	3.7	3.3	2.0	0.6
12600	7.3	6.8	4.0	0.7
15500	7.2	6.6	3.9	0.7
18400	3.6	3.3	2.0	0.6
21300	1.5	1.4	0.9	0.4
24200	1.3	1.2	0.9	0.4
27100	1.0	1.3	0.8	0.2

Tab. 5 Hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v kontrolných bodoch, otvorené bočné steny, výška porovnávacej roviny 0,85 m (vzdialenosť osi x-ovej od počiatku do 46500 mm)

Y\X vzdial. od poč. súr. sús. (mm)	**1500**	**6000**	**10500**	**15000**	**19500**	**24000**	**28500**	**33000**	**37500**	**42000**	**46500**
	D, %										
1000	3.0	4.4	4.8	5.0	4.8	4.6	4.9	3.3	4.8	4.6	4.9
3900	0.8	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5
6800	0.6	1.1	1.5	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7
9700	0.7	2.0	3.4	3.8	3.8	3.9	3.8	3.8	3.8	3.9	3.8
12600	0.8	3.8	7.2	7.7	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.7	7.7
15500	0.8	3.8	7.1	7.6	7.7	7.7	7.6	7.7	7.7	7.6	7.6
18400	0.7	1.9	3.3	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
21300	0.6	1.1	1.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
24200	0.8	1.3	1.4	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
27100	3.3	4.6	5.2	5.3	5.2	4.5	5.3	5.4	5.2	4.5	5.3

Tab. 6 Hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v kontrolných bodoch otvorené bočné steny, výška porovnávacej roviny 0,85 m (vzdialenosť osi x-ovej od 51000 mm do 64 500mm)

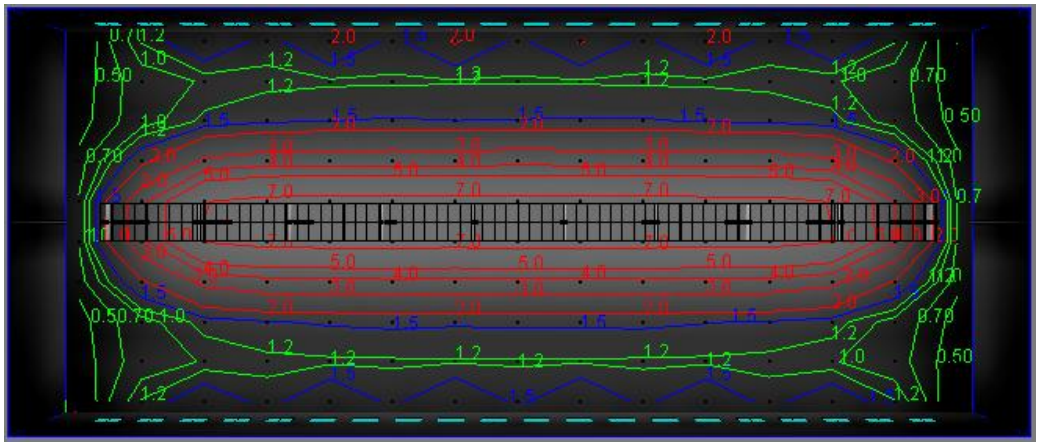
Y\X vzdial. od poč. súr. sús. (mm)	**51000**	**55500**	**60000**	**64500**
	D, %			
1000	4.9	4.8	4.1	0.3
3900	1.5	1.4	1.0	0.4
6800	1.7	1.5	1.0	0.5
9700	3.7	3.4	2.0	0.6
12600	7.7	7.1	4.2	0.7
15500	7.6	7.1	4.1	0.8
18400	3.6	3.3	2.0	0.7
21300	1.6	1.5	1.1	0.6
24200	1.5	1.4	1.3	0.9
27100	5.3	5.1	4.8	4.5

Tab. 7 Hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v kontrolných bodoch, otvorené bočné steny, výška porovnávacej roviny 0,5 m (vzdialenosť osi x-ovej od počiatku do 46500 mm)

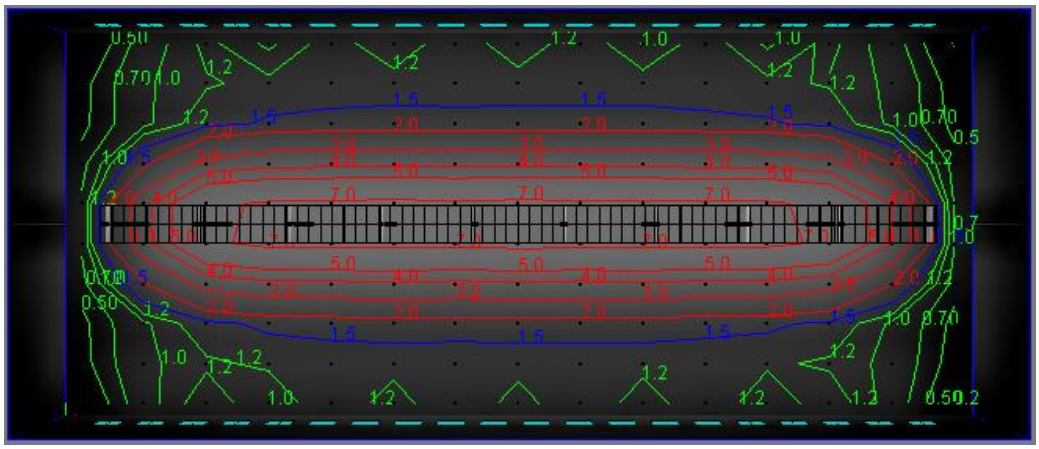
Y\X vzdial. od poč. súr. sús. (mm)	**1500**	**6000**	**10500**	**15000**	**19500**	**24000**	**28500**	**33000**	**37500**	**42000**	**46500**
	D , %										
1000	3.3	4.9	5.5	5.6	5.4	5.7	5.5	3.9	8.0	7.6	8.3
3900	1.0	1.5	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	2.2	2.5	2.5
6800	0.7	1.2	1.6	1.8	1.9	2.0	1.9	1.9	2.1	2.1	2.1
9700	0.7	2.1	3.5	3.9	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.0
12600	0.9	3.8	6.9	7.5	7.5	7.6	7.5	7.6	7.6	7.6	7.5
15500	0.9	3.7	6.8	7.3	7.4	7.5	7.4	7.5	7.5	7.5	7.4
18400	0.7	2.0	3.4	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8
21300	0.7	1.2	1.6	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
24200	1.0	1.5	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
27100	3.6	5.1	5.7	5.9	5.8	5.4	5.8	6.0	5.8	5.5	5.8

Tab. 8 Hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti v kontrolných bodoch, otvorené bočné steny, výška porovnávacej roviny 0,5 m (vzdialenosť osi x-ovej od 46500 mm do 64 500mm)

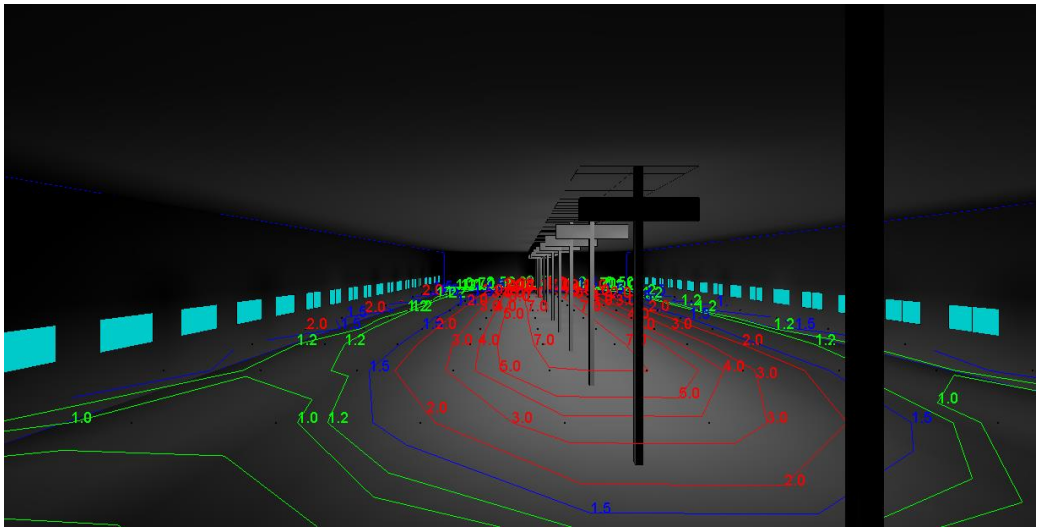
Y\X vzdial. od poč. súr. sús. (mm)	**51000**	**55500**	**60000**	**64500**
	D, %			
1000	8.4	8.1	6.9	0.3
3900	2.4	2.3	1.7	0.6
6800	2.1	1.8	1.3	0.6
9700	4.0	3.6	2.2	0.7
12600	7.5	7.0	4.1	0.8
15500	7.4	6.8	4.1	0.8
18400	3.8	3.4	2.2	0.7
21300	1.8	1.6	1.2	0.7
24200	1.8	1.8	1.6	1.1
27100	5.9	5.7	5.2	4.9



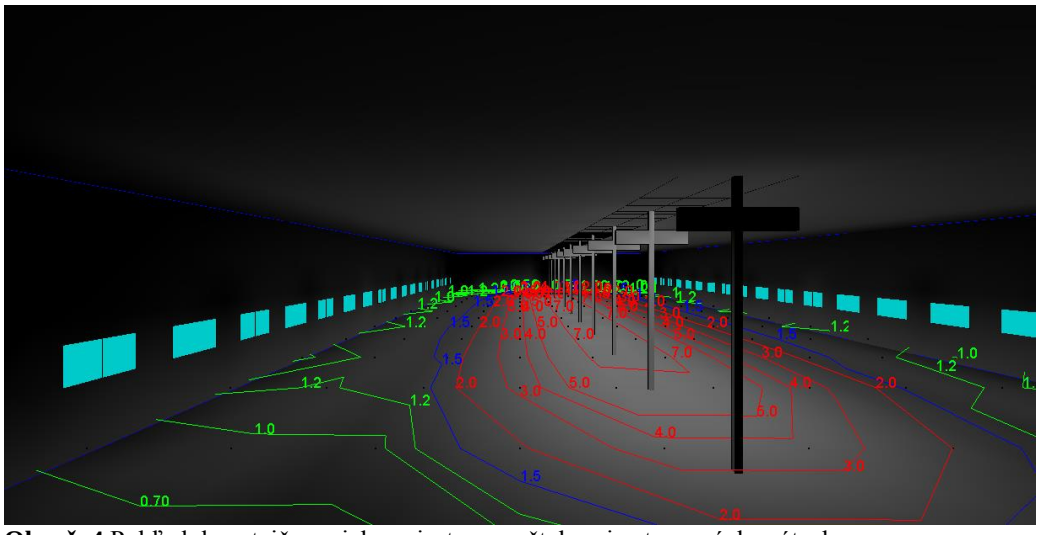
Obr. č. 1 Grafické zobrazenie činiteľa dennej osvetlenosti v ustajňovacom priestore maštale, kde v bočných stenách maštale sú okná, výška porovnávacej roviny je 0,85 m



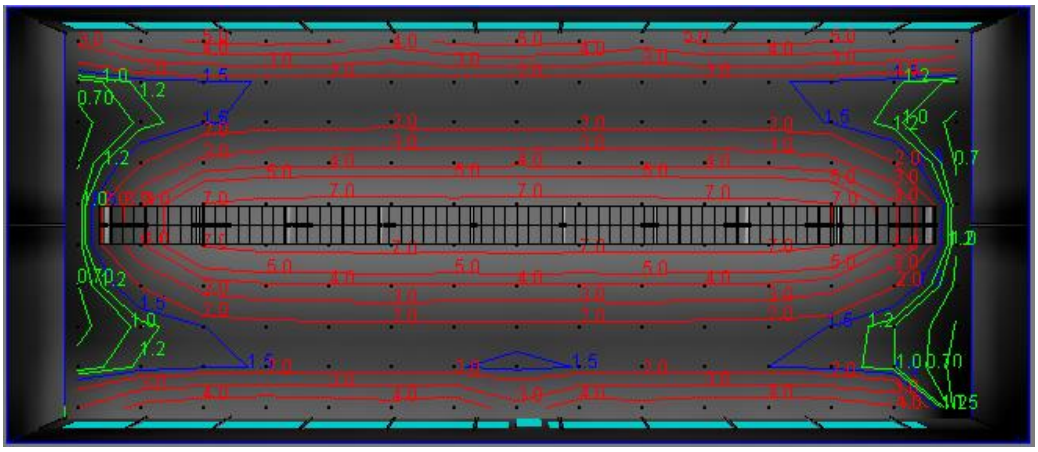
Obr. č. 2 Grafické zobrazenie činiteľa dennej osvetlenosti v ustajňovacom priestore maštale, kde v bočných stenách maštale sú okná, výška porovnávacej roviny je 0,5 m



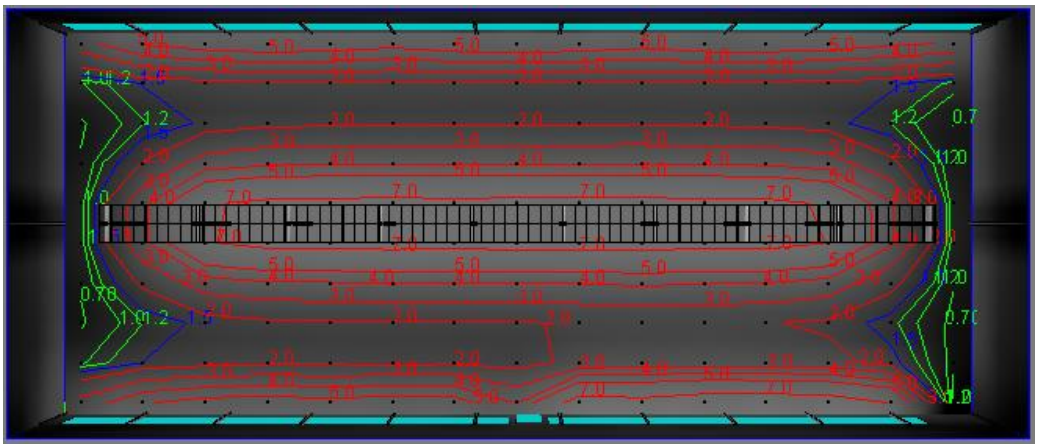
Obr. č. 3 Pohľad do ustajňovacieho priestoru maštale pri zatvorených vrátach, kde v bočných stenách maštale sú okná, výška porovnávacej roviny je 0,85 m



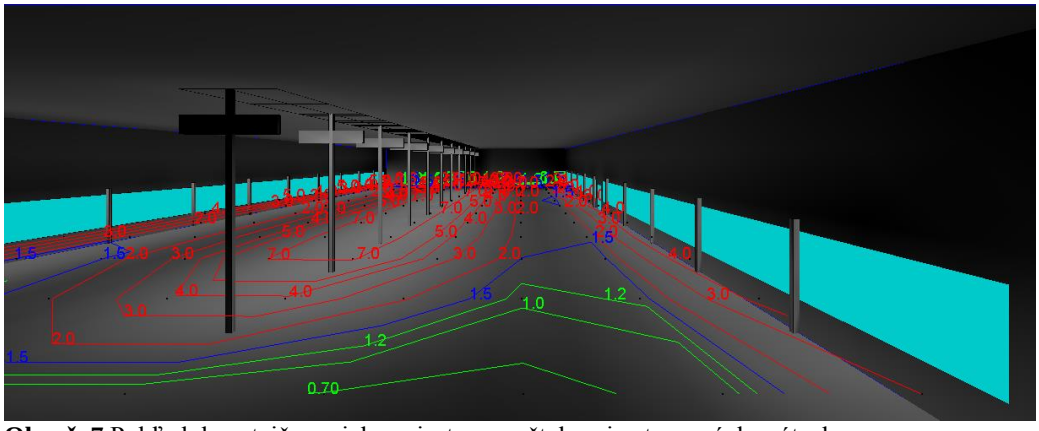
Obr. č. 4 Pohľad do ustajňovacieho priestoru maštale pri zatvorených vrátach, kde v bočných stenách maštale sú okná, výška porovnávacej roviny je 0,5 m



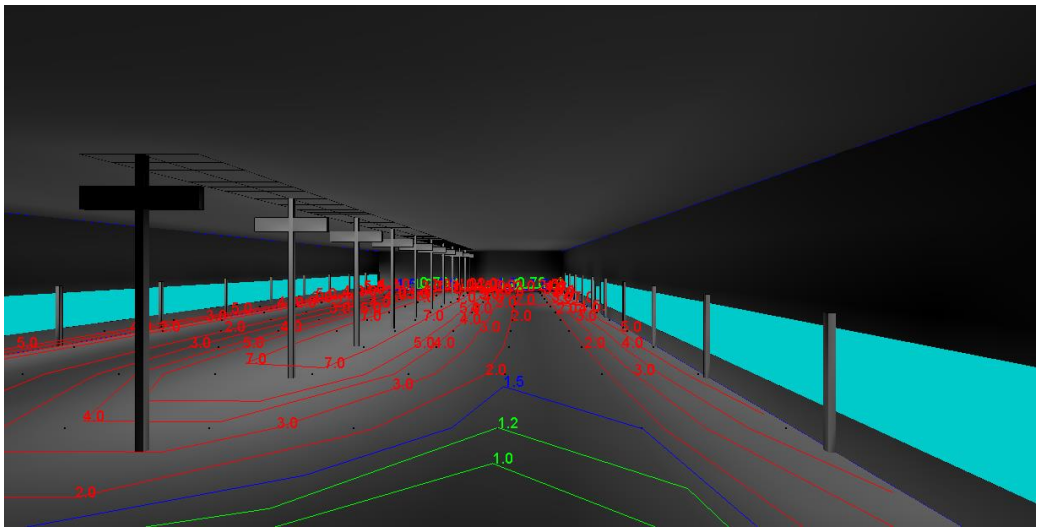
Obr. č. 5 Grafické zobrazenie činiteľa dennej osvetlenosti v ustajňovacom priestore maštale, kde bočné steny sú otvorené, výška porovnávacej roviny je 0,85 m



Obr. č. 6 Grafické zobrazenie činiteľa dennej osvetlenosti v ustajňovacom priestore maštale, kde bočné steny sú otvorené, výška porovnávacej roviny je 0,5 m



Obr. č. 7 Pohľad do ustajňovacieho priestoru maštale pri zatvorených vrátach, kde bočné steny sú otvorené, výška porovnávacej roviny je 0,85 m



Obr. č. 8 Pohľad do ustajňovacieho priestoru maštale pri zatvorených vrátach, kde bočné steny sú otvorené, výška porovnávacej roviny je 0,5 m

Záver

Podľa všeobecných technických požiadaviek kladených na stavby musia byť budovy určené pre chov hospodárskych zvierat zhotovené tak, aby zabezpečovali zdravé vnútorné prostredie a neohrozovali ustajnenie a chov zvierat (Pogran, 2011). V ustajňovacích objektoch sledujeme mikroklimatické vlastnosti prostredia ako aj ovzdušie obsahujúce plyny, prach a mikroorganizmy, ktoré sú vedľajším produktom pri rozklade exkrementov zvierat vďaka často nedokonalej látkovej premene živín (Karandušovská, 2012). Okrem týchto parametrov je z hľadiska vnútorného prostredia nemenej dôležité aj prirodzené osvetlenie maštale.

Z výsledkov vyplýva, že najväčší vplyv na prirodzené osvetlenie má strešný svetlík. Zmena otvorových konštrukcií v bočných stenách maštale otvorením bočných stien tiež priamo vplýva na prirodzené osvetlenie. Nevýhodou pri takomto type maštale je jej veľké rozpätie. V častiach, ktoré sa nachádzajú medzi strešným svetlíkov a okrajovými časťami je osvetlenie podstatne nižšie. Z toho dôvodu je rozloženie prirodzeného svetla veľmi nerovnomerné, čo nepriaznivo vplýva aj na zvieratá. Riešením by v takomto prípade bolo rozmiestnenie strešných okien, čím by sa zlepšila rovnomernosť denného osvetlenia.

Súhrn

Článok sa zaoberá vplyvom veľkosti otvorových konštrukcií na denné osvetlenie maštale. Pomocou programu Wdls na výpočet činiteľa dennej osvetlenosti sa nasimulovala maštaľ, kde v prvej verzii boli pôvodné okná. V druhom prípade sa nasimulovala maštaľ, kde sa pôvodné okná nahradili otvorenými bočnými stenami. Výpočet činiteľa dennej osvetlenosti sa vypočítal v dvoch porovnávacích rovinách. Vo výške 0, 85 m a 0,5 m nad podlahou. Výsledné hodnoty sa zobrazili v tabuľkách ako aj pomocou izolínií v obrázkoch. Z výsledných hodnôt môžeme konštatovať, že otvorenie bočných stien má vplyv predovšetkým na ležiskové boxy umiestnené pri pozdĺžnych stenách. Pri takom veľkom rozpätí maštale sa vplyv otvorených bočných stien smerom do vnútra maštale výrazne zmenšuje.

Kľúčové slová: denné osvetlenie, činiteľ dennej osvetlenosti, maštaľ pre dojnice, strešný svetlík, program Wdls

Poďakovanie

Tento príspevok vznikol za finančnej podpory Grantovej agentúry VEGA SR v rámci riešenia úlohy 1/0575/14.

Literatúra

DOLEŽAL, O. – ČERNÁ, D. (2006) Technika a technologie chovu skotu – dojnice: Světlo ve stájích a dojírnách. In: Metodické listy. 1. ed. Praha Uhříněves: VÚŽV, v.v.i., 2006, no. 3, 8 p., ISBN 80-86454-74-6

CHLOUPEK, J., SUCHÝ, P., (2008) Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata. Multimediální učební text. Brno 2008. p. 104-119

KARANDUŠOVSKÁ, Ingrid - MIHINA, Štefan - BOĎO, Štefan. Effect of differently deisigned systems of housing for dairy cows on ammonia and carbon dioxide concentration. In *Acta technologica agriculturae*. ISSN 1335-2555, 2012, vol.. 15, č. 4, p. 106-109.

POGRAN, Š. – BIEDA, W. – GÁLIK, R. – LENDELOVÁ, J. ŠVENKOVÁ, J. (2011) Kvalita vnútorného prostredia ustajňovacích objektov. 1. ed. Nitra: SPU, 2011. 242 p. ISBN 978-80-552-0557-1.

STN 36 0088: 1993. Osvetľovanie v poľnohospodárskych závodoch

Vyhláška 206/2011 Z.z. MZSR. Požiadavky na osvetlenie pri práci.

Kontaktná adresa

[1]Ing. Milada Balková, PhD., SPU, Technická fakulta, Katedra stavieb, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: milada.balkova@uniag.sk,
[2]Ing. Dušan Páleš, CSc., SPU, Technická fakulta, Katedra konštruovania strojov, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: dusan.pales@uniag.sk

VÝROBNÝ PROCES PESTOVANIA TOPOĽA A VYUŽITIA ŠTIEPKY NA VYKUROVANIE

PRODUCTION PROCESS OF POPULUS GROWING AND WOOD CHIPS UTILIZATION ON HEATING

Ján Jobbágy – Ivan Nedorolík

Abstract

In the article we are focused on the growing research and post processing of fast-growing trees. The manufacturing process of the fast-growing trees on a plantation near Zeliezovce is analyzed. Its unused agricultural land, which could also be used for other activities (building, etc..). The production company has leased plot of land. The production company focus is the production of the heat. The plantation is planned to six 3-year cycles (18 years). The planting of fast-growing poplar was set out agricultural land with an area of 110 ha^{-1}. After three years is the planned production from the plantation of fresh wood chips about 50-60 $t.ha^{-1}$ with humidity 45-50%. This assumption is of course conditioned by good manufacturing practices for plantation establishment and care of the crop during vegetation.

Key words: wood chips, dendromass, establishment of crop, energy use

Úvod

Na bielych plochách sa v súčasnosti nachádza približne 340 tisíc ton palivovej dendromasy, do roku 2025 vzrastie tento ukazovateľ na takmer 380 tisíc ton. Potenciál ďalších stoviek tisícov kubíkov vhodnej dendromasy sa nachádza v brehových porastoch a líniových výsadbách (Marko, 2008).

Životný cyklus rýchlo rastúcich drevín v európskych podmienkach je asi 20-30 rokov. Výber vhodného stanovišťa je preto zásadným krokom, pretože má do budúcna veľký ekonomický vplyv a je skoro nemožné napraviť predošlé mylné rozhodnutia. (Stupavský, 2009).

Pri zisťovaní možností energetického využívania rýchlo rastúcich drevín je nutné sledovať výnos drevnej hmoty vo väzbe na určitú lokalitu a jej rozlohu. Základným podkladovým údajom je produkcia čerstvej drevnej hmoty (pri určitom obsahu vody), resp. produkcia sušiny z hektáru poľnohospodárskej alebo lesníckej pôdy (Celjak, Boháč, 2008).
Na energetické účely sa výhodne využíva drevná štiepka (Angelovič a kol., 2012). Na energetické účely je možné využiť aj kukuričné steblá (Krištof a kol., 2011).

Materiál a metódy

Cieľom príspevku bolo analyzovať výrobný proces pri výrobe biomasy. Výstupom daného príspevku bola aj celková cenová kalkulácia od založenia porastu, ošetrovania až po logistiku a energetické využitie štiepky.

Vybraná spoločnosť poskytuje služby v oblasti energetiky a na Slovensku pôsobí od roku 1992. Okrem samotnej výroby a dodávky tepla sa zaoberá aj riešením súvisiacim s efektívnou a úspornou prevádzkou tepelno-technických zariadení v bytovo-komunálnej, priemyselnej a terciárnej sfére. Vybraná spoločnosť spravuje a udržiava tepelno-technické zariadenia, veľké teplárne, zariadenia na výrobu pary, chladu a stlačeného vzduchu. V posledných rokoch sa spoločnosť začala zaoberať problematikou pestovania rýchlorastúcich drevín a využívaním drevnej štiepky v oblasti vykurovania domácností, administratívnych budov a priemyselných parkov.

Topoľ (Populus L.) je drevinou rýchleho vzrastu, patrí medzi najrýchlejšie rastúce dreviny. Klimatické podmienky sú jedným z rozhodujúcich činiteľov ovplyvňujúcich vegetáciu topoľov. V rovnakých pôdnych podmienkach u rovnakého klonu sa dosahuje väčších prírastkov v lokalite s dlhou vegetačnou dobou a s priemernou dennou teplotou v júni,

júli a auguste vyššou než 14°C. Ďalším rozhodujúcim faktorom je vodný režim v pôde. Vyhovujúce stanovištia sú také, kde priemerná hĺbka podzemnej vody je 0,6 – 1 m. Topoľom sa najlepšie darí v hlbokých, vlhkých hlinitých pôdach. Sucho znáša skupina bielych topoľov. Významný je výber klonov s vysokým vzrastom v mladosti, výbornou obrastacou schopnosťou, znášanlivosťou a odolnosťou proti chorobám a škodcom. Zber topoľov sa prevádza v zimných mesiacoch, kedy sú stromy bez listov a sušina drevín dosahuje 50 % hmotnosti. K energetickému využitiu je nutné drevnú hmotu štiepkovať.

Pri výsadbe bol použitý topoľ čierny (Populus nigra L.). Je to mohutný strom, dorastajúci do výšky 30 až 35 m, s priemerom kmeňa viac ako 2 m. Vytvára mohutnú, rozložitú korunu, olistenú najmä na obvode. U nás je topoľ čierny zastúpený iba v lužných lesoch pri väčších riekach, v teplých povodiach Dunaja a vo Východoslovenskej nížine. Vysadzovaná bola odroda AF8, je to odroda nenáročná na pôdu. rovný vzrast, vhodná na pestovanie do vodou dobre zásobených hlinitých pôd, proti poliehaniu je odolná a má vysokú rezistenciu proti chorobám. Dosahuje vysokú úrodu takmer na všetkých stanovištiach.

Výsledky a diskusia

Výsadba

Pre dosiahnutie dostatočnej úrody je treba venovať pozornosť príprave vhodnej lokality a ochrane drevín pred burinou a ostatnými biotickými škodcami. Poslednú fázu pozornosti tvorí zber materiálu a jeho finálna úprava pre energetické využitie. S prípravou pôdy sa začalo rok pred výsadbou. Na jeseň bola vykonaná orba. Keďže vysádzané odrezky (sadenice) topoľa majú dĺžku 22 cm, bola táto orba vykonaná do hĺbky 450 mm. Zlepšilo sa tým prevzdušnenie pôdy na viac rokov. Následná príprava pôdy bola vykonaná kultivátorom.

Obrázok 1 Sadenica Topoľa, hybrid AF8 a ročný porast

Na výsadbu rýchlorastúceho topoľa bola vytýčená poľnohospodárska pôda o rozlohe 110 ha^{-1}. Na jar bol použitý kompaktor pre urovnanie pôdy po hlbokej jesennej orbe.

Výsadba bola realizovaná dodávateľským spôsobom a vykonaná mechanizovane špeciálnym sadzačom (dvojriadkový, medziriadková vzdialenosť 3 m, vzdialenosť v riadku 380 mm, obr.2). Samotná výsadba sadeníc trvala niekoľko dní až týždňom v závislosti od veľkosti parcely. Na danej parcele bolo vysadených 10 000 $ks.ha^{-1}$. Vysadzovacie ústrojenstvo je poháňané hydromotorom. Pojazdová rýchlosť traktora bola v rozpätí 1,1 – 3 $km.h^{-1}$.

Ošetrovanie porastu počas vegetácie a zber

Počiatočné práce ošetrovania spočívajú v kyprení pre lepší príjem vlahy a prevzdušnenie koreňového systému. Počas prvého roku sa pôda ošetrí 2-4 x diskami (obr.3). V prípade silného zaburinenia môžeme ošetriť porast proti burinám aj počas druhého roku, čo už ale nie je veľmi rentabilné. V prípade napadnutia porastu pásavkou, ktorá požiera listy topoľa, odporúča sa vykonať ošetrenie topoľa insekticídom, keď sa začnú objavovať dospelí jedinci. Toto býva spravidla začiatkom apríla.

Obrázok 2 Dvojriadkový nesený sadzač, vkladanie sadeníc

Zber sa prevedie v zimných mesiacoch , kedy je pôda zamrznutá, vetvy sú bez lístia a sušina dreva je najvyššia (asi 50 %). V tomto období dosahujú topole výšku 6-8 m a priemer 4-8 cm. Zber je plánovaný každé tri roky a tento cyklus sa bude opakovať 6 krát. Životnosť plantáže je počítaná na 18 rokov.
Ak to je treba, po zbere sa burina odstráni chemicky a to len dovtedy ,pokiaľ nezačali pučať nové výhonky. Inak sa musí burina odstrániť mechanicky. Na zber bude použitá rezačka Class rady Jaguár 800 so zberaciou hlavou HS-2(obr.3).

Obrázok 3 Diskovanie štvormesačného porastu, zber (Claas Jaguar)

Kalkulácia nákladov pre vysadenú drevinu

Pre plantáže sú vhodnejšie umiestnenia pozemkov na takých miestach, kde by klasicky pestované poľnohospodárske plodiny nevynikali ako napr. skládky odpadu a pod.. Na vegetáciu topoľov má značný vplyv priemerná teplota v letných mesiacoch a vodný režim v pôde. Tieto faktory ovplyvňujú produkciu drevnej hmoty. Založenie produkčnej plantáže je veľmi nákladné. Na 1 ha sa v priemere počíta 10 000 sadeníc podľa kvality miesta. Cena jednej sadenice sa pohybuje v rozmedzí 0,12 € - 0,24 €. Pri kalkulácií nákladov treba uvažovať s ďalšími nákladovými faktormi ako sú príprava pôdy, ošetrenie porastu, zber a náklady na sušenie, skladovanie a dopravu. Prehľad nákladov na vybranej lokalite počas jedného cyklu sme uviedli v tabuľke 1.

Na cenu drevnej biomasy na Slovenskom trhu má vplyv niekoľko faktorov ako napr. drevina dendromasy, technológia spracovania, čistota dendromasy, vlhkosť, spôsob uskladnenia (silo alebo je voľne uložená), spôsob nakládky a dopyt. Cena dendromasy sa odvíja aj od momentálneho ročného obdobia. Prelom rokov 2006 a 2007 nebol ideálny, pretože bolo tropické leto a teplá zima. Táto situácia spôsobila zánik niekoľko malovýrobcov, či už peliet alebo brikiet, pretože nie len na Slovenskom trhu bol prebytok materiálu a nemali zabezpečený a zmluvne dohodnutý odbyt.

Tabuľka 1 Kalkulácia nákladov odrody AF8

Operácia	Náklady v €.ha^{-1}
Na jeseň pred založením	
Podmietka	20 €
Hnojenie organickým hnojivom (vrátane hnojiva)	30 €
Stredná orba (zaorávka)	25 €
Hlboká orba (podrývanie 450 mm)	40 €
Chemické ošetrenie proti burinám	85 €
Na jar pred sadením	
Príprava pôdy (urovnanie kombinátorom)	30 €
Hnojenie priemyselným hnojivom (vrátane hnojiva)	75 €
Nákup sadeníc a výsadba špeciálnym sadzačom	1 300 €
Plečkovanie 2x (rotačná plečka)	60 €
Ošetrenie proti škodcom (vrátane prípravku)	45 €
2. rok	
Chemické ošetrenie proti burinám (podlistový postrek)	85 €
Chemické ošetrenie proti škodcom	45 €
3.rok	
Zber vrátane štiepkovania	350 €
Spolu	
Spolu priame náklady Spolu nepriame náklady* Celkové náklady	2 190 € 660 € 2 850 €

*zahŕňajú nájomné pôdy, odpisy, opravy budov, úroky a réžiu za 3 roky

Logistika štiepky

Úlohou logistiky je skĺbiť vecnú, priestorovú a časovú dimenziu výroby, predaja a spotreby výrobku v styčných plochách medzi jednotlivými hospodárskymi subjektmi logistickým a hospodárnym spôsobom. Najdôležitejším článkom logistiky je samotná doprava štiepky. Dopravu môžeme charakterizovať ako účelne organizovanú činnosť zameranú na premiestňovanie produktov, v našom prípade štiepky.

V našom prípade je uvažovaná doprava veľkoobjemovým návesom formou služby. Cena prepravy sa odvíja hlavne od ceny pohonných hmôt, momentálne sa pohybuje od 1,2 – 1,4 €.km^{-1} u konkrétnej prepravnej spoločnosti. K preprave sa používajú veľkoobjemové návesy „walking – floor“. Walking floor je náves s pohyblivou podlahou (obr.4), tzn. s posuvným hydraulickým podlahovým systémom**.** Celkové jednotkové náklady predstavovali 1,377 €.km^{-1}. Tieto náklady boli tvorené nákladmi závislých od prejdených ciest v km (variabilné náklady), fixnými nákladmi a nákladmi súvisiace s prepravnou reláciou.

Pred samotným založením plantáže okrem iných analýz je potrebné vhodne zvoliť takú polohu plantáže rýchlo rastúcich drevín, ktorá bude ekonomický výnosná. Vo výrobnom podniku je vopred vypočítaná kalkulácia nákladov na dopravu pri topoľovej plantáži, kde sa doprava štiepky vypláca do maximálnej vzdialenosti 100 km.

Ďalším dôležitým aspektom v logistike je skladovanie štiepky (obr.4). V prípade prebytku drevnej štiepky alebo nízkej výkupnej ceny na Slovenskom trhu je možné štiepku v tomto období uskladniť. Skladovací priestor musí štiepku chrániť voči vonkajším vplyvom počasia ako je predovšetkým dážď a vietor. Materiál by mal byť perfektne prevzdušnený, nezačne z vnútra proces rozkladu – hnilobný proces. Sklady sa môžu využiť okrem preklenutia obdobia aj na presušenie štiepky. Vlhkosť znižuje jej cenu, ale aj úžitkovosť.

Obrázok 4 Náves s pohyblivou podlahou Walking Floor, sklad štiepky

Energetické využitie drevnej štiepky pri príprave tepla

Drevná štiepka má niekoľko možností využitia. Používa sa na technologické spracovanie napr. v stavebníctve na výroby stavebných prvkov (panely Velox, murovacie tvárnice Durisol), v drevárskom priemysle (výroba nábytku Swedwood Malacky, Bučina Zvolen), ale predovšetkým však na energetické účely.

Vykurovanie biomasou patrí v dnešnej dobe k najlacnejším. Náklady na investíciu sú o niečo vyššie, ale návratnosť tejto investície je len zopár rokov. Štiepka vypestovaná na plantáži pri Želiezovciach sa použila na energetické účely v biomasovej kotolni vo Vrábľoch. Kotolňa vykuruje mestskú časť na ktorú je pripojených 1250 bytových jednotiek. Výkon nového kotla je 1,9 MW. Vyrába 30 005 GJ tepla ročne. Výhrevnosť štiepky súvisí s vlhkosťou a je v rozpätí od 6,2 do 15,5 $GJ.t^{-1}$ (vlhkosť od 55% až do 15 %). Vo výrobnom podniku sme analyzovali aj vlastné pokusy, kde pri vlhkosti 35 až 45 % sme dosiahli výsledky 9,5 až 8,9 $GJ.t^{-1}$.

Na Slovensku a v zahraničí sú kvalitatívne parametre palivových štiepok vecou dohody medzi výrobcom štiepok a ich odberateľom. Odberateľ štiepok má zvyčajne požiadavky na parametre ako sú vlhkosť štiepky, podiel prímesí resp. nežiaducich látok a frakcia štiepky (veľkosť, zrnitosť tiepky). Energetická štiepka sa posudzuje ako ostatné základné druhy palív podľa kritérií ako obsah vody v palive – vlhkosť, chemické zloženie paliva, obsah popola, obsah prchavej horľaviny a výhrevnosť paliva. K nákladom je treba uvažovať aj položky na vývoz popoľa, ktoré závislosti od mesiaca v roku boli od 0 do 505,63 €. Celkové poplatky za vývoz popoľa činili 2313,91 €. Celkové vyvozené množstvo popoľa činili 57,96 T, z čoho vyplýva, že priemerné jednotkové náklady na vývoz boli 39,92 $€.t^{-1}$.

Optimálna relatívna vlhkosť drevných štiepok na spaľovanie je 30 až 35 % pre spaľovacie zariadenia, ktoré sú vybavené stupňovitým roštom. Ak je štiepka príliš suchá, má proces horenia explozívny charakter a v kombinácii s nevhodnou konštrukciou kotla môže veľká časť tepelnej energie uniknúť prostredníctvom horúcich spalín do atmosféry .Pri relatívnej vlhkosti štiepky 50 až 60 % je spaľovanie ťažšie a účinnosť kúreniska klesá. Štiepka s touto vlhkosťou je preto na energetické využitie nevhodná. Ak je relatívna vlhkosť štiepky v rozsahu 60 až 70 % , nie je jej výhrevnosť už dostatočná ani na udržanie spaľovacieho procesu.

Kľúčovou otázkou vo vzťahu výrobcu štiepky a odberateľa je meranie množstva dodanej drevnej štiepky a ich energetická hodnota. Vo výrobnom podniku je zaužívaný tento postup merania hmotnosti dodaných štiepok, odvážením dopravného prostriedku pred vyprázdnením a po jeho vyprázdnení a zistením vlhkosti štiepok z odobratých vzoriek pomocou halogénového analyzátora vlhkosti obr. 5. Je v záujme dodávateľa minimalizovať obsah vody v drevnej štiepke z hľadiska zníženia dopravných nákladov a pre odberateľa z hľadiska zvýšenia efektívnosti výroby energie.

Obrázok 5 Zásobník na štiepku v kotolni, halogenový analyzátor vlhkosti

Predpokladom zvládnutia produkcie biomasy z plantáži rýchlorastúcich drevín sú rozhodnutia, ktoré je možné rozdeliť do troch okruhov. Je to v prvom rade výber a príprava vhodnej lokality, správne určenie dreviny a voľba klonu. Následne je potrebné venovať pozornosť ochrane drevín pred burinou a ostatnými biotickými škodcami. Poslednú fázu tvorí zber materiálu a jeho finálna úprava pre energetické využitie. Zvládnutie týchto krokov dáva predpoklad, že výsledná ekonomická bilancia bude priaznivá (Trenčiansky et al. 2007).

Pri zakladaní plantáže na poľnohospodárskej pôde by sa mal vykonať rozbor mechanických a chemických vlastností pôdy. Bez znalostí pôdnych pomerov nie je možné zakladať energetické porasty. S prípravou pôdy je vhodné začať rok pred výsadbou. Preoranie a skyprenie pôdy podporuje ľahší rast koreňového systému a zabraňuje zaburineniu pozemku. Na zaburinených plochách je nutné vykonať odburinenie. Odporúča sa mechanické ošetrenie, ale v prípade pôdy pri Želiezovciach bol použitý totálny herbicíd. Na vysadzovanie sa väčšinou používajú zväčša upravené poľnohospodárske alebo lesnícke stroje. Vo výrobnom podniku bol použitý dvojriadkový vysadzovací stroj, ktorý zabezpečil dodávateľ sadeníc aj s obsluhou. Ošetrenie porastu sa zvyčajné robí alebo plánuje počas prvého roku. Je potrebné skypriť pôdu, prinášame tým lepší príjem vlahy a prevzdušnenie koreňového systému, je to taktiež vhodný mechanický spôsobom ako kontrolovať rast burín. V prípade výrobného podniku sa počas prvého roku pôda ošetrila 2-4 krát diskami. Zber sa vykonal v zimných mesiacoch, kedy je pôda zamrznutá, vetvy sú bez lístia a sušina dreva je najvyššia (asi 50 %). V tomto období dosahujú topole výšku 6-8 m a priemer 4-8 cm. Zber je plánovaný každé tri roky a tento cyklus sa bude opakovať 6 krát. Životnosť plantáže je počítaná na 18 rokov.

Nakoľko výrobný podnik má aj iné výrobné aktivity, zatiaľ nie je rentabilné vlastniť vlastnú mechanizáciu a ani dopravné prostriedky na prepravu vyrobenej štiepky z produkcie rýchlorastúcich drevín.

Kalkulácia nákladov odrody AF8 počas jedného cyklu, to znamená za 3 roky podľa analýzy výrobného podniku bude predstavovať náklad asi okolo 2 850€.ha^{-1}. Je predpoklad, že úroda z jedného cyklu bude asi 50 – 60 t.ha^{-1}. Pri cene štiepky okolo 50 €.t^{-1} bude zisk výrobného podniku z produkcie štiepky 90 €.ha^{-1}, to znamená 9 900€ z celkovej výmery plantáže počas jedného cyklu. Za 18 rokov, to znamená 6 cyklov bude zisk 59 400€ pri zachovaní vstupných požiadaviek a hodnôt. Samozrejme suma je orientačná nakoľko náklady na ha počas jednotlivých cyklov sa menia. Vyprodukovaná štiepka však bude slúžiť na energetické účely vo vlastných biomasových kotolniach.

Hlavným zdrojom dendromasy na Slovensku je lesné hospodárstvo. Na energetické účely je možné okrem časti vyťaženého dreva, ktorá nie je z hľadiska kvality vhodná pre použitie v drevospracujúcom priemysle, využiť aj tzv. zvyšky po ťažbe (vrcholové časti stromov, konáre a vetvy), tenšina a hrubina stromov, kalamitné drevo (vyvrátené pne, koreňové časti stromov), drevo z výchovných zásahov (prebierky a prerezávky) a pod (Piszczalka a Jobbágy, 2011).

Záver

V príspevku sme sa zamerali na výrobný postup a proces pestovania rýchlorastúcej dreviny Topoľa čierneho, odrody AF8. Plodina bola pestovaná na prenajatej poľnohospodárskej pôde o výmere 110 ha, ktorá nebola dlhšiu dobu využívaná z dôvodu častých záplav a znehodnocovania úrody. Výrobný podnik predpokladá úrodu na tejto ploche počas jedného cyklu 50 – 60 t. ha^{-1}.

Abstrakt

V danom príspevku sme sa zamerali na problematiku pestovania a následného využitia rýchlorastúcich drevín na vybranom pozemku blízko Želiezoviec. V podstate ide o nevyužívanú poľnohospodársku pôdu, ktorá by mohla byť využitá aj na inú činnosť (stavebnú atď.). Vybraný výrobný podnik má parcelu prenajatú, jeho globálnym zameraním je výroba tepla. Na parcele sa počíta s pestovaním rýchlorastúcej plodiny a to na šesť cyklov (1 cyklus = 3 roky, celkový čas pestovania = 18 rokov). Na výsadbu rýchlorastúceho topoľa bola vytýčená poľnohospodárska pôda o rozlohe 110 ha^{-1}. Po troch rokoch je uvažovaná produkcia z danej plantáže čerstvej drevnej štiepky pri vlhkosti 45–50 % asi 50-60 $t.ha^{-1}$. Tento predpoklad je samozrejme podmienený správnym výrobným postupom pri zakladaní plantáže ako aj starostlivosťou o porast počas vegetácie.
Kľúčové slová: drevná štiepka, dendromasa, založenie porastu, energetické využitie

Literatúra

1. ANGELOVIČ, M. - FINDURA, P. - KRIŠTOF, K. - BLAŠKO, M. 2012. Využitie drevnej štiepky na energetické účely a niektoré poznatky pri jej spaľovaní = Use of wood chips for energy purposes and selected parameters of the burning process. In Nové směry ve využití zemědělské, dopravní a manipulační techniky ve vztahu k životnímu prostředí. Praha: Profi Press, 2012, s. 312--317.
2. CELJAK, I., BOHÁČ, J. 2008 *Využití biomasy rychle rostoucích dřevin v energetice sídel*. *Biom.cz* [online]. 2008-12-01 [cit. 2010-04-08]. Dostupné z WWW: http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-biomasy-rychle-rostoucich-drevin-v-energetice-sidel. ISSN: 1801-2655.
3. KRIŠTOF, K. - BLAŠKO, M. - ANGELOVIČ, M. - CHUDÁ, Z. 2011. Využitie kukuričných stebiel na energetické účely a niektoré poznatky pri ich spaľovaní. In Mechanizace zemědělství. Roč. 61, (2011), s. 178--185. ISSN 0373-6776.
4. MARKO, J. 2008. *Budíček značky dendromasa*. In *Farmár,* 2008, č.28 Dostupné z WWW http://www.agroserver.sk/news/polnohospodarske-stroje-budicek-znacky-dendromasa.html.
5. PISZCZALKA, J. – JOBBÁGY, J. 2011. BIOENERGETIKA zelená energia. *In: Odborná monografia*. SPU: Nitra, 143 strán, ISBN 978-80-552-0645-5
6. STN 48 0058. 2004. Sortimenty dreva. Listnaté štiepky a piliny.
7. STUPAVSKÝ, V. 2009 *Výběr vhodného stanoviště pro založení plantáže rychle rostoucích dřevin*. *Biom.cz* [online]. 2009-04-27 [cit. 2010-04-23]. Dostupné z WWW: http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyber-vhodneho-stanoviste-pro-zalozeni-plantaze-rychle-rostoucich-drevin. ISSN: 1801-2655.
8. TRENČIANSKY Marek, LIESKOVSKÝ Martin, ORAVEC Milan 2007. *Energetické zhodnotenie biomasy.* 1. vydanie Zvolen: Národné lesnícke centrum. ISBN 978-80-8093-050-9
9. Týždenné priemerné ceny PHM v SR od r. 2006. Dostupné z WWW http://natankuj.sme.sk/?go=vyhladavanie&submenu=priemerne_ceny
10. www.probstdorfer.sk [online]. [cit. 2010-08-26].

Kontakt

Corresponding author:
Doc. Ing. Ján Jobbágy, P.hD. Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Department of Machines and Production systems, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovak Republic
phone: : + 421 376 414 796, e-mail: Jan.Jobbagy@uniag.sk

Kvalita chovného prostredia brojlerov vo vzťahu k opotrebovaniu obalových konštrukcií

[1/] **Jana Lendelová,** [1/] **Tímea Szabóová,** [1/] **Miroslav Žitňák** [1/] **Štefan Pogran,** [1/] **Matúš Bošanský**

Abstract

The paper give consideration about risk analysis in the degradation of the quality of building envelope in poultry hall. Calculation method has been developed for thermal balance of this building in winter and thermo continuous measurements were carried out during three winters and three transition period. The significant anomalies were detected by examining the development of interior and exterior temperatures in three winter turns - in comparison with the evolution of temperatures in the transitional period. Increased energy consumption due to wear of structures and materials is not the only one negative impact of insufficient thermal protection of the buildings for poultry farming. In winter - except of heat losses through the envelope - due to insufficient insulation properties of ceiling occurs the ship´s sweat on its surface. Condensed water drips into the litter, increases its moisture content, increases its thermal conductivity, synchronize decreases the temperature of the floor. Wet litter causes an increasing of the production of emissions that cause the need to increase the cost of electricity for power fans providing ventilation, moreover, takes the heat out of the building. Subsequent increasing in the fuel demand in the period with decreasing desired air temperature causes less profitability of farming and poor breeding environment.

Keywords: poultry houses, heat balance, sanitation

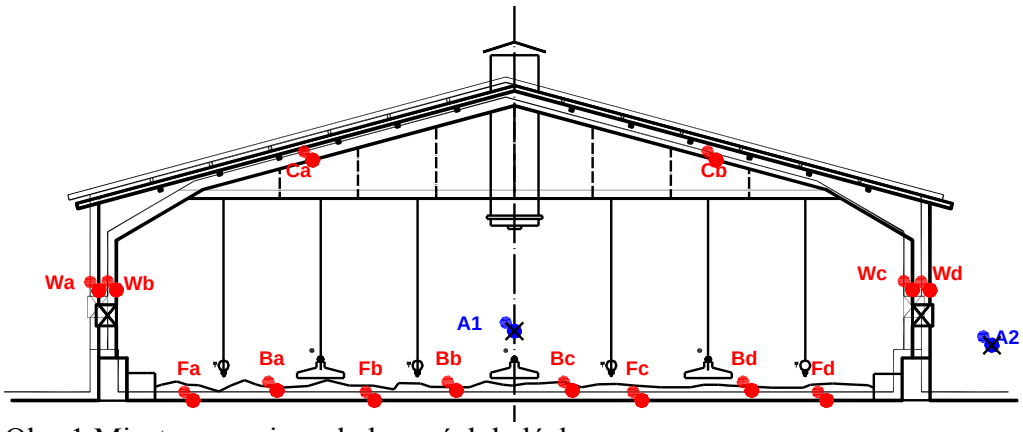
Úvod

Najnegatívnejší dopad klimatických faktorov, technicko-technologických riešení a fyzického stavu produkčných hál pre chov hydiny vo vzťahu ku kvalite prostredia nastáva v extrémne chladnom zimnom a extrémne horúcom letnom počasí, najmä u starších budov. Podľa Smernice Európskeho parlamentu a Rady č. 2012/27/EÚ sa energetickou efektívnosťou zlepšuje bezpečnosť dodávky energie Únie znížením primárnej energetickej spotreby a znížením dovozov energie. Uvedeným nariadením sa majú znížiť emisie skleníkových plynov nákladovo efektívnym spôsobom, a tým zmierniť zmenu klímy.
Tepelná strata vetraním predstavuje z veterinárneho a hygienického hľadiska stratu nutnú pre zohriatie zodpovedajúceho množstva privádzaného vzduchu k udržaniu optimálnych mikroklimatických podmienok (vlhkosť vzduchu, koncentrácia maštaľných plynov, prašnosť, mikrobiálna kontaminácia vzduchu) ako bližšie rieši Tittl a kol. (2012). V zimnom období v počiatočných fázach produkcie brojlerov je prvoradá regulácia teploty vzduchu a zahŕňa použitie externého prívodu tepla počas prvých štyroch týždňov výrobného cyklu, v letnom období iba o 1-2 týždne kratšie. Požiadavka na teplo je zvyčajne znížená v neskorších fázach cyklu. Obvykle sa na priame vykurovanie hydinární používajú fosílne palivá. Rastúce náklady na energie viedli u niektorých poľnohospodárov ku zníženiu odvetrania objektov, ako miera úspory nákladov na vykurovanie. To však môže byť škodlivé pre zdravie zvierat, ďalej to môže zvýšiť obsah vlhkosti podstielky, čo vedie ku kĺbnym zápalom a kožným

ochoreniam. Môže to tiež viesť k hromadeniu škodlivých emisií, ako je čpavok a oxid uhoľnatý, čo spôsobuje zvyšovanie úmrtnosti hydiny (DEFRA, 2002 a Nagaraj et al., 2007). Udržiavanie optimálnej teploty a dôkladné odvetranie nežiaducich plynných zlúčenín pri zvýšenej intenzite vetrania by vyžadovalo neustále vykurovanie, z čoho vyplýva nárast nákladov na energie a nadmerné hromadenie CO_2 v maštaľnom ovzduší (Knížatová et.al., 2008). V letnom období je možné zvyšovať ventiláciu aj na stopercentnú výkonnosť, niekedy sú potrebné i ďalšie opatrenia.

Materiál a metódy

V priebehu troch zimných 40 dňových turnusov vybraných v rokoch 2011, 2012 a 2013 boli sledované vnútorné i vonkajšie klimatické parametre v hale pre výkrm 20 000 brojlerov situovanej na juhozápade Slovenska v nadmorskej výške 250 m.n.m. s pôdorysnými rozmermi 100,6 m x 12,5 m, výškou bočných stien 2,7 m a výškou strešného hrebeňa 3,8 m (obr. 1). Podlahu haly tvorila vrstva 20 mm cementového poteru, 150 mm vrstva betónu, 100 mm škvárobetónový podsyp uložený na 150 mm hrubej vrstve štrkopiesku. Obvodové steny boli vyhotovené zo sendvičových panelov (zloženie: 7 mm ezalitové dosky, 50 mm polystyrén a 7 mm ezalitové dosky). Stropno-strešná konštrukcia pozostávala z podhľadu tiež zo 7 mm ezalitových dosiek, 50 mm izolácie, 10 mm troskocementových dosiek, 7 mm ezalitových dosiek a plechovej vlnovkovej strešnej krytiny. Výkrm bol uskutočňovaný na hlbokej podstielke zo sekanej slamy (3,5 kg.m^{-2}), ktorej hrúbka bola od 100-150 mm.



Obr. 1 Miesta merania v sledovaných halách
A_1 – datalogger pre snímanie teploty a relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu
A_2 – datalogger pre snímanie teploty a relatívnej vlhkosti vonkajšieho vzduchu

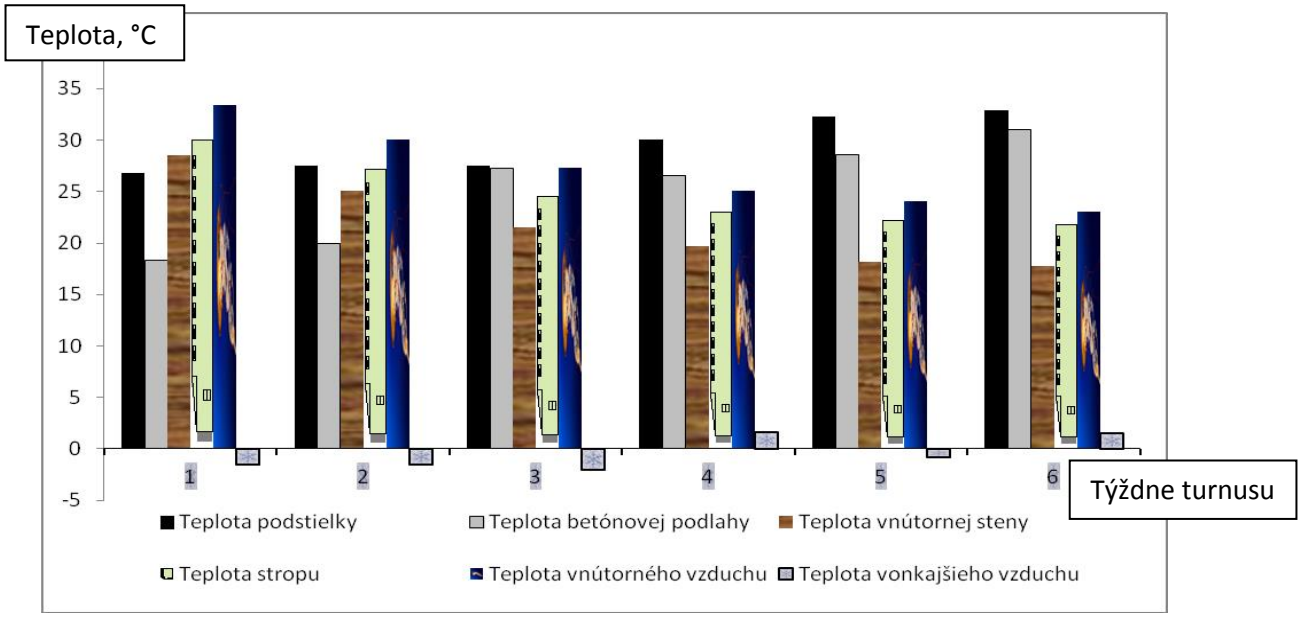
C_a, C_b – miesta merania povrchovej teploty na strope
W_a, W_b, W_c, W_d – miesta merania povrchovej teploty steny
F_a, F_b, F_c, F_d – miesta merania povrchovej teploty podlahy
B_a, B_b, B_c, B_d – miesta merania vnútornej teploty podstielky

Snímačmi DS 18 B20 boli zisťované (prostredníctvom záznamov s 5 minútového frekvenciou) povrchové teploty betónovej podlahy a vnútra podstielky, teploty vnútorného povrchu steny a stropu (obr. 1). Pomocou STN 730540 a STN 12 831 boli vyhodnotené základné tepelnotechnické charakteristiky a vypočítané tepelné straty objektu. Štatistické výsledky boli spracované pomocou softvéru STATISTICA 2007. Pre zjednodušenie každej

meranej veličiny s rádovo 10000 hodnotami boli spracované priemerné hodnoty týždňových záznamov z vnútorného i vonkajšieho prostredia (Obr. 2).

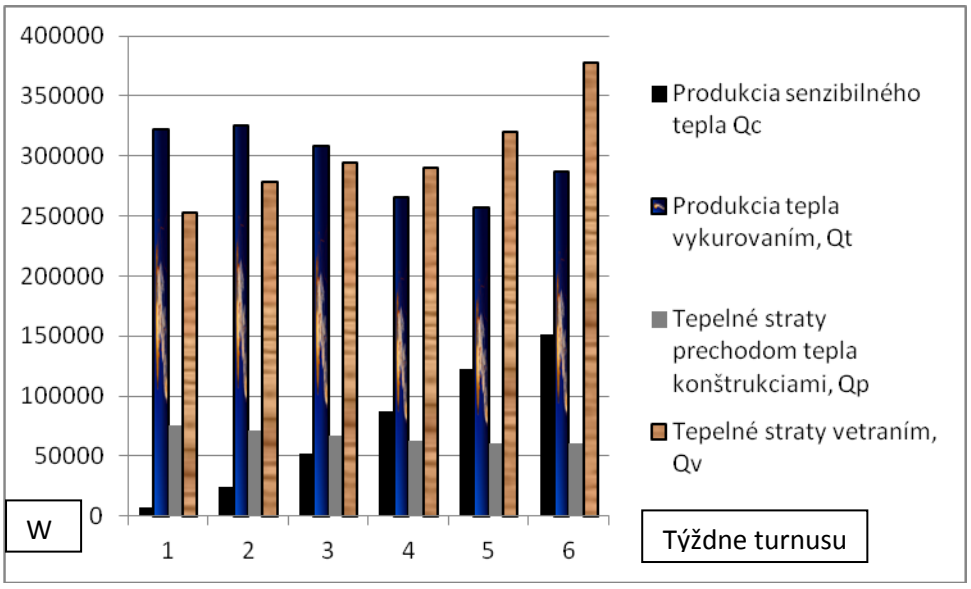
Výsledky

V hale pre výkrm brojlerov bola i pri klesajúcich nárokoch na teplotu vnútorného vzduchu počas 6-týždňového zimného turnusu v roku 2013 zistená zvýšená spotreba energie nielen v prvej tretine výkrmového obdobia, ale i v posledných dvoch týždňoch turnusu (Obr. 3.). Podrobne bol analyzovaný priebeh povrchových teplôt jednotlivých konštrukcií a vzduchu, ako i prevádzkové poruchy. I napriek poklesu teploty vzduchu a povrchových teplôt stropu a steny - zaznamenaných v celom výkrmovom období - teplota podlahy a podstielky sa vo všetkých meraných pásmach zvyšovala.



Obrázok 2 Priebeh interiérových a exteriérových teplôt (1 až 6 na vodorovnej osi označujú jednotlivé týždne turnusu, na zvislej osi je príslušná teplota, °C)

Po vyskladnení zvierat sa harmonizoval teplotný stav konštrukcií a podlaha sa teplotne správala ako štandardná betónová konštrukcia na zemine. K postupnému ohrevu podlahových vrstiev a podstielky počas vykurovacieho obdobia prispela produkcia citeľného tepla zvierat a zrejme i fermentačný proces v slamenej podstielke, ktorý konduktívnym transportom tepla ovplyvnil aj teplotu betónovej podlahy.
Podľa výsledkov korelačnej matice bola medzi vnútornou teplotou vzduchu a vnútorným povrchom steny zistená na hladine $p < 0,05$ kladná korelácia ($r = 0,952$) a kladná korelácia pre $p < 0,05$ i medzi vnútornou teplotou vzduchu a vnútornou povrchovou teplotou stropu ($r = 0,953$). Najvýraznejšia kladná korelačná závislosť bola zistená medzi vnútornou povrchovou teplotou stropu a vnútornou povrchovou teplotou steny ($r = 0,983$). Ostatné korelačné vzťahy boli negatívne. No skúmaním vývoja teplôt v troch tretinách turnusu boli zistené anomálie v porovnaním s vývojom teplôt v prechodnom období. V 1. a 2. týždni bola medzi vnútornou povrchovou teplotou steny a vnútornou teplotou vzduchu zistená tiež kladná korelačná závislosť ($r = 0,924$), rovnako v kladnom korelačnom vzťahu sú povrchová teplota steny a povrchová teplota stropu ($r = 0,905$).



Obr. 3 Tepená bilancia v zimnom období

Negatívna korelácia pri $p < 0,05$ bola zistená medzi teplotou podstielky a teplotou vzduchu ($r = - 0,715$), teplotou povrchu steny ($r = - 0,662$) a stropu ($r = - 0,721$). V 3. a 4. týždni turnusu došlo k disharmónii vývoja teploty podlahy a teploty podstielky. Bol to dôsledok opakujúceho sa javu, kedy v zimnom období v dôsledku nedostatočných izolačných vlastností stropu dochádza ku zrážaniu vody na jeho povrchu. Kondenzovaná voda kvapká do podstielky, pričom sa zvyšuje jej vlhkosť, zvyšuje jej súčiniteľ tepelnej vodivosti, sprievodne sa znižuje i teplota podlahy.

Záver

Zvýšená spotreba energie nie je jediným negatívnym dopadom nedostatočnej tepelnej ochrany budov pre chov hydiny. Sprievodným nežiaducim javom je vlhnutie konštrukcií, hygienické problémy a zvýšenie vlhkosti podstielky. Aj v prípade použitia na biopalivo na pelety je vysoký obsah vlhkosti prekážkou a je nutné ju najskôr upraviť. Vlhká podstielka spôsobuje zvýšenie produkcie emisií, ktoré vyvolá potrebu zvýšenia nákladov na elektrickú energiu potrebnú na pohon ventilátorov zabezpečujúcich odvetranie, ktoré navyše bude odvádzať „kupované“ teplo von z objektu. Následné zvýšenie potreby paliva v období s požadovanou klesajúcou teplotou vzduchu spôsobuje menšiu rentabilitu chovu a zhoršenie kvality chovného prostredia.

[1/] Katedra stavieb, Technická fakulta SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 NITRA, e-mail: Jana.Lendelova@uniag.sk

Príspevok bol vypracovaný s podporou projektu VEGA 1/0575/14

Abstrakt

Príspevok je venovaný problematike rozboru rizík pri degradácii kvality obalových plášťov výrobnej haly pre chov hydiny. Výpočtovou metódou bola vypracovaná tepelná bilancia objektu v zimnom období a vykonané tepelnotechnické kontinuálne merania počas troch zimných a troch prechodných turnusov. Skúmaním vývoja interiérových a exteriérových teplôt v troch tretinách turnusu boli zistené anomálie v porovnaním s vývojom teplôt

v prechodnom období. Zvýšená spotreba energie v dôsledku opotrebovania konštrukcií a materiálov nie je jediným negatívnym dopadom nedostatočnej tepelnej ochrany budov pre chov hydiny.
V zimnom období - okrem tepelných strát obalovým plášťom - v dôsledku nedostatočných izolačných vlastností stropu dochádza ku zrážaniu vody na jeho povrchu. Kondenzovaná voda kvapká do podstielky, pričom sa zvyšuje jej vlhkosť, zvyšuje jej súčiniteľ tepelnej vodivosti, sprievodne sa znižuje i teplota podlahy. Vlhká podstielka spôsobuje zvýšenie produkcie emisií, ktoré vyvolá potrebu zvýšenia nákladov na elektrickú energiu potrebnú na pohon ventilátorov zabezpečujúcich vetranie, ktoré navyše transportuje teplo von z objektu. Následné zvýšenie potreby paliva v období s požadovanou klesajúcou teplotou vzduchu spôsobuje menšiu rentabilitu chovu a zhoršenie kvality chovného prostredia.

Kľúčové slová: objekty pre chov hydiny, tepelná bilancia, hygiena

Zoznam použitej literatúry

1. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC
2. KNÍŽATOVÁ, M. - MIHINA, Š. - ORSÁG, J. - KARANDUŠOVSKÁ, I. - ŠOTNÍK, J. 2008. Intenzita ventilácie a emisie skleníkových plynov z objektu na výkrm brojlerových kurčiat. In Journal of Central European Agriculture. ISSN 1332-9049, 2008, vol. 9, no. 3, s. 527-531.
3. TITTL, K.-NOVÁK, P.-MALÁ, G.: Protection of animals against the spread of dangerous infections In: Current Issues Bioclimatology animals 2012 : ČHMU Brno. Praha : Czech Bioclimatological Company, 1. issue. 2012., 124 p.
4. DEFRA. 2002: Meat chickens and Breeding chickens - Code of Recommendations for the Welfare of livestock Department for Environment, Food and Rural Affairs, London (July 2002) 28 pp. PB7275
5. NAGARAJ, M.-WILSON, C.A.P.,-SAENMAHAYAK, B.-HESS J. B.-BILGILI, S.F. : Efficacy of a litter amendment to reduce pododermatitis in broiler chickens. J. Appl. Poult. Res., 16 2007, pp. 255–261
6. STN EN 730540 - 2 : 2012 Thermal protection of buildings. Thermal performance of buildings and components. Part 2: Functional requirements
7. STN EN 12 831 : 2003 Heating systems in buildings. Method for calculation of the design heat load

[1/] Katedra stavieb, Technická fakulta SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 NITRA, e-mail: Jana.Lendelova@uniag.sk

Terrestrial Laser Scanning and a Graphical Postprocessing in Digital Documentation of Wooden Water Tower in Palarikovo

Terestrické laserové skenovanie a grafický postprocesing pri digitálnej dokumentácii dreveného vodojemu v Palárikove

Ľuboš Moravčík[1] - Alexandra Takáčová[2]

Abstract:
Laser scanning describes a method based on measurement of a laser beam motion, whereby the data of object's shape and their appearance are collected. The main advantage of laser scanning is the possibility of recording a huge number of points with high speed and accuracy. This contribution deals with the use of laser scanning in the field of modeling and digital visualization of historical water tower in Palarikovo. The papers describe the way how to prepare a precise drawings for complex restoration of damaged wooden structure.

Kľúčové slová: terestrické laserové skenovanie, grafický postprocesing, mračno bodov, počítačové modelovanie, digitálny model objektu

Úvod:

Terestrické laserové skenovanie (TLS) patrí medzi najmodernejšie metódy merania geometrických tvarov objektov v oblasti architektúry a krajiny, pričom sa získavajú dáta o viditeľných komponentoch krajiny (terén, konštrukcie, infraštruktúra, vegetácia) vo forme bodových mračien. Tieto dáta obsahujú informácie o priestorovej polohe bodov a intenzite odrazeného svetla. V prípade kombinácie 3D laserového skenera s fotoaparátom je možné prideliť jednotlivým bodom mračna aj hodnoty farby v kolorimetrickom modeli RGB. Meranie odrazeným laserovým lúčom je iba primárnym krokom, po ktorom nasleduje počítačové spracovanie nameraných dát – grafický postprocesing pomocou sofistikovanej počítačovej grafiky. Článok predstavuje aplikáciu týchto metód v procese tvorby digitálnej dokumentácie významnej historickej technickej pamiatky Slovenska – dreveného vodojemu v Palárikove.

Materiál a metódy:

Súčasné laserové skenery sa rozdeľujú na 2 základné kategórie: statické a dynamické. V prípade statických skenerov sa jedná o získavanie dát z pevných stanovíšť. Táto metóda je charakteristická vysokou presnosťou a relatívne veľkou hustotou nameraných dát. Pri dynamickom skenovaní sú skenery pripevnené na mobilných dopravných prostriedkoch. Tieto systémy požadujú určenie polohy meracieho zariadenia v čase pomocou GPS. Dynamické skenovanie je finančne náročnejšie a vykazuje v porovnaní so statickým nižšie presnosti, na druhej strane má väčší akčný rádius. S súčasnosti sa aplikuje dynamické skenovanie zo špeciálne vybavených áut a z bezpilotných (UAV) a pilotovaných lietajúcich strojov

Objekt dreveného vodojemu v Palárikove postavený v roku 1869 je významnou historickou technickou pamiatkou SR, ktorá potrebuje presnú grafickú dokumentáciu pre nastavenie a spustenie procesu komplexnej obnovy z pohľadu architektonického, statického aj materiálového (obr. 1).

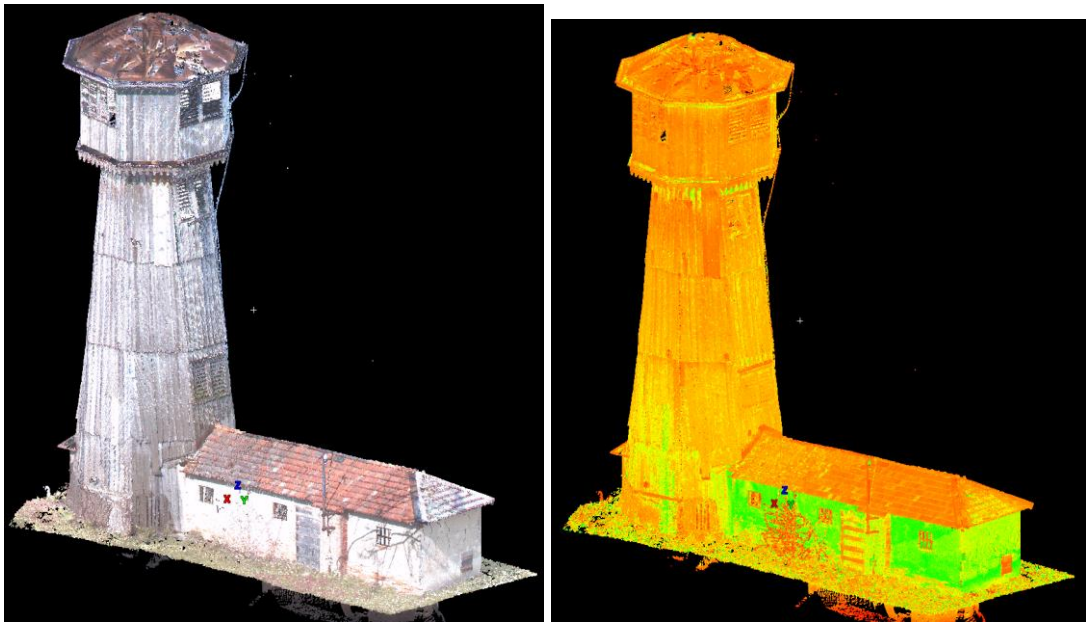
Obr. 1 Pohľad na drevený vodojem v Palárikove a 3D skener Leica C10

Metóda laserového skenovania

Technika laserového skenovania je založená na aplikácii svetelného lúča a principálne ju delíme na aktívnu a pasívnu. Pasívne skenery neemitujú žiadne svetlo, ale spoliehajú sa iba na detekciu odrazeného ambientného žiarenia. Presnosť merania je však slabým miestom tejto metódy, pretože meranie je závislé na vzájomnom súlade meraných obrazov, čo (napr. pri opakovaných vzoroch) vedie ku zmätočným výsledkom. Aktívne skenovanie je založené na emitovaní kontrolovaného žiarenia a detekcie jeho odrazu. V súčasnosti existuje celá škála aktívnych skenerov, ktoré sa odlišujú v spôsobe prijímania odrazeného laserového lúča a jeho tiež a metódach jeho analýzy.
Metódy a techniky aktívneho skenovania sa v súčasnosti delia na:

- Triangulačné, založené na trigonometrii
- Časové, založené na meraní doby odrazu laserového lúča; delia sa na pulzné a fázové
- Interferometrické , založené na interferencii rôznych svetelných vĺn

V našom prípade sme na akvizíciu modelu použili aktívny pulzný skener Leica C10 s dvojosím kompenzátorom s maximálnou hodnotou akvizície 50000 bodov/s. Vlastné skenovanie bolo realizované zo 14 stanovíšť – 4 z exteriéru a 10 v interiéri objektu vodojemu so strednou hustotou skenovania nastavenou na 0,2x0,2m /100 m. Jednotlivé čiastkové mračná bodov boli registrované pomocou softwaru Cyclone/Register do výsledného bodového mračna (obr. 2).



Obr. 2 Perspektívny na drevený bodový model vodojemu – registrované mračno s RGB-hodnotami farby bodov (vľavo) a intenzitou odrazeného svetla (vpravo)

Po registrácii, odstránení šumu a vyčistení výsledné mračno obsahovalo 39188930 bodov.

Presnosť a chyby merania

Chyby merania metódou laserového skenovania je možné rozdeliť do štyroch kategórií (Alkan et al., 2012):

- Prístrojové chyby (šírenie laserového lúča, zmiešané hrany, uhlová nepresnosť, chyba horizontálnej, vertikálnej a kolimačnej osi)
- Chyby spôsobené v súvislosti s meraným objektom
- Chyby prostredia (teplota, atmosféra, interferujúce žiarenie)
- Metodické chyby (nastavenie nesprávnej hustoty merania, výber nevhodného skenera, nevhodná voľba vlicovacích bodov, atď.).

Maximálna vektorová chyba registrácie dvoch za sebou registrovaných mračien v cykle neprekročila hodnotu vektorovej chyby 3mm.

Postprocesing registrovaného mračna bodov a reprezentácia modelu vodojemu

Výstupom laserového skenovanie je obrovské množstvo dát vo forme mračien priestorových bodov definovaných súradnicami x,y,z a hodnotou intenzity odrazeného svetla. Zobrazenie modelu objektu pomocou priestorových bodových polí je neprehľadné, čo je možné čiastočne eliminovať zobrazením farby bodov prostredníctvom RGB-hodnôt. Ďalšou možnosťou zobrazenia objektu je použitie tzv. hĺbkovej mapy, pričom sa jedná o maticovú štruktúru zápisu s priradenou hĺbkou bodu, ktorá reprezentuje vzdialenosť od skenera s vyjadrením v šedej škále (gray scale).

Pri použití komplexnej siete typu MESH sa spájaním susedných bodov vytvárajú zoskupenia malých netransparentných plôšok.

Priame 2D modelovanie z mračien bodov

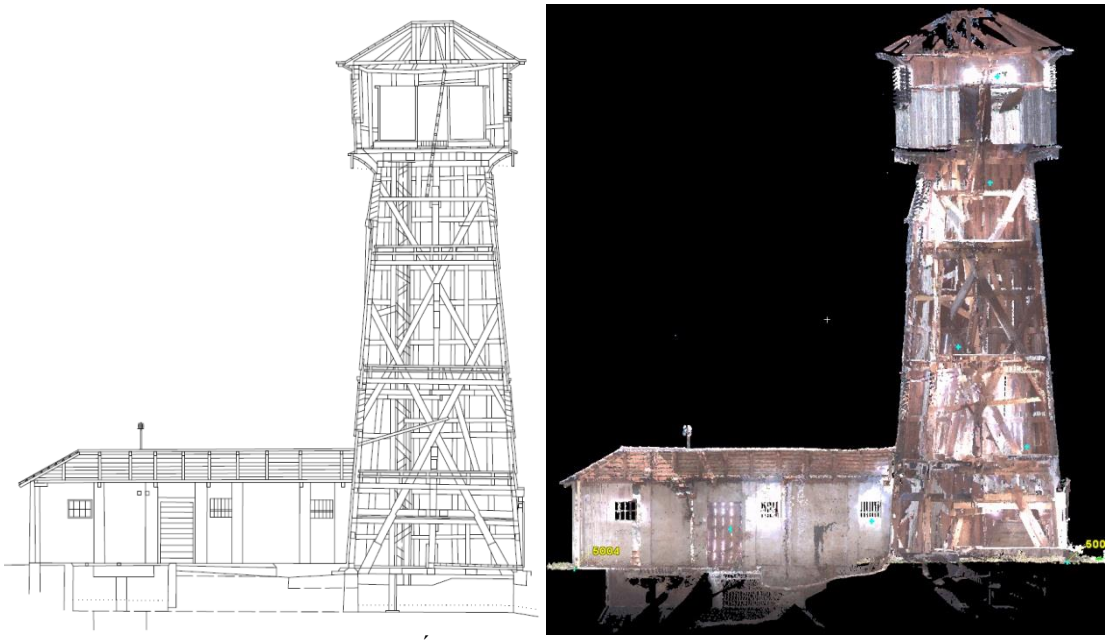
Priame rovinné modelovanie z bodových mračien je subjektívna interpretácia človeka CAD-operátora. Medzi najpoužívanejšie aplikácie patria CAD-systémy ako sú AutoCAD a Microstation (Url-1). V technickej výkresovej dokumentácii sa štandardne používajú pôdorysy, rezy a pohľady, ktoré je možné generovať ako tenké rezy cez mračno bodov premietané na plochu. Vlastné grafické výstupy sa tvoria manuálnym spájaním bodov pomocou elementárnych vektorových entít ako sú úsečky, krivky a oblúky alebo aplikáciou vhodných vektorizačných funkcií integrovaných do grafického postprocesoru.

Priame 3D modelovanie z mračien bodov

Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že výsledným produktom 3D modelovania je komplexná sieť reprezentujúca povrch objektu pozostávajúca z menších trojuholníkových alebo štvoruholníkových plôšok (MESH). Existuje viacero algoritmov na vytvorenie siete z množiny priestorových bodov. Najpoužívanejšou metódou je tvorba štvoruholníkov s využitím Delaunayového kritéria.
Proces tvorby a optimalizácie povrchovej siete pozostáva z určitých krokov:
- Čistenie dát (redukcia šumu, eliminácia hrán),
- Prevzorkovanie mračna bodov,
- Vlastná tvorba siete / triangulácia,
- Vyplnenie dier v sieti,
- Optimalizácia siete (decimácia).

Výsledky:

Exteriér a interiér objektu bol skenovaný osobitne a následne bolo pomocou manuálnej registrácie vytvorené jedno komplexné mračno bodov.
Výsledkom je komplexné mračno bodov, ktoré reprezentuje bodový digitálny 3D model skenovaného objektu a jeho blízkeho okolia. Z takto vytvoreného modelu boli v priebehu ďalšieho grafického spracovania derivované vodorovné a zvislé 2D rezy a pohľady (obr. 3). Dôležitým výstupom je aj transformácia modelu do aplikačného programu SiteView, ktorý dokáže pracovať s formátmi HTML s možnosťou priestorového web-prehliadania prostredníctvom bežne používaného prehliadača - Internet Explorer.



Obr. 3 Vektorový postprocesing: Pozdĺžny zvislý rez objektom vodojemu (vľavo) vytvorený z 2D rezu mračnom bodov (vpravo)

Diskusia a záver:

Príspevok dokumentuje proces akvizície a grafického spracovania dát získaných pomocou terestrického laserového skenovania. Na príklade chátrajúcej technickej pamiatky – dreveného vodojemu v Palárikove je prezentovaný postup vypracovania digitálnej vizualizácie historického objektu pre účely jeho komplexnej obnovy. Príspevok popisuje využitie registrovaného bodového mračna ako dátového zdroja na tvorbu presných technických výkresov (pôdorysy, 2D zvislé rezy, pohľady, atď.), ktoré predstavujú nevyhnutné podklady pre architektonickú, statickú a materiálovú analýzu skúmaného objektu.

Abstrakt:
Laserové skenovanie je moderná metóda založená na meraní dráhy a pohybu laserového0, ktorou sa získavajú informácie o tvare a vzhľade objektov v prostredí reálneho sveta. Výhodou 3D-laserového skenovania je vysoká rýchlosť a veľká presnosť polohy bodových mračien. Príspevok pojednáva o aplikácii TLS v oblasti modelovania a digitálnej vizualizácii súčasného stavu objektu historického vodojemu v Palárikove. Jedná sa o metodiku tvorby presnej grafickej dokumentácie, ktorá predstavuje významný podklad pre komplexnú obnovu poškodenej drevenej konštrukcie.

Poďakovanie:
Príspevok vznikol s finančnou podporou Európskeho spoločenstva v rámci projektu: Vybudovanie výskumného centra "AgroBioTech", projekt číslo 26220220180.

Literatúra:

Alkan, R.M., Karsidag, G., 2012: Analysis of The Accuracy of Terrestrial Laser Scanning Measurements, FIG Working Week 2012,Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage, Rome, Italy, 6-10 May 2012.

Kersten, T., Sternberg, H. and Mechelke, K., 2009: Geometrical Building Inspection by Terrestrial Laser Scanning, FIG Working Week, Surveyors Key Role in Accelerated Development, Eilat, Israel, May 3-8.

Moravčík, Ľ., Štrba, L., Pikalík, M., 2013: Modelovanie objektov krajinnej architektúry s použitím terestrického laserového skenovania. In Aktuálne problémy krajinnej architektúry a krajinného plánovania. Bratislava: Veda, 2013, s. 140--147. ISBN 978-80-224-1296-4.

Elektronické zdroje:
Url-1<http://jllerma.webs.upv.es/pdfs/Leonardo_Tutorial_Final_vers5_ENGLISH.pdf>, (10.10.2014)

Kontaktná adresa: doc. Ing. Ľuboš Moravčík, PhD., Katedra záhradnej a krajinnej architektúry, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika.

Electro osmosis in Civil Engineering

Gabriela Pavlendová

Key words : electro osmosis, dewatering, moist masonries

Abstract:

The beginning of electro osmosis started with an experiment demonstrating that water could be forced to flow through a clay-water system when an external electric field was applied to it. Research since then has enabled to solve the problem of groundwater intrusion, which can cause serious damage to a structure's foundation and interior. However research of electro osmotic transport in porous construction materials and dehumidification of masonry is of younger data. The main areas of research are to clearly define its actual technological applicability for the dehumidification of moist walls, find techniques for monitoring of the humidity changes for a quantitative evaluation of beneficial effects of drying techniques and define factors influencing the process.

Introduction

Building materials e.g. bricks, limestone, concrete, sandstone, timber are all porous. In many practical problems the process of fluid flow through porous media is involved. In the case of a completely saturated porous medium, the flow is well described by Darcy's law. When the porous medium is only partially saturated with liquid, the flow through the porous medium is much more complicated. To understand the mechanism of this transport it is necessary to understand surface tension, capillarity, moisture storage and moisture transport characteristics.

Elektrokinetic phenomena and electro osmosis

All electrokinetic effects are based on understanding the electro osmotic flow and the connective electric surface current within the electric double layer (EDL). For nonconducting solids Smoluchowski in 1903 derived equations between the quantitative characteristics of such a phenomenon and those of the applied electric field. However the theory has its limits. Smoluchowski's theory is valid for any shape of a particle or pores inside a solid, provided the (local) curvature radius largely exceeds the Debye length. (Moore, 1979) It does not take into account the departure of the double layer from equilibrium or the production of an induced dipole moment in dispersed particles. To take these effects into account, electrokinetic phenomena must be studied in conjunction with other electrical surface effects.

The term electrokinetic phenomena is denoted to the processes arising when the counter ions in the mobile part of the double layer adjacent to the surface of charged particles are subject to shear by external forces. Phenomena appearing under the influence of an externally applied electric field are electro osmosis and electrophoresis, in which the liquid or solid phase moves relative to the other. The influence of hydraulic or gravity force gives reason to streaming potential and migration or sedimentation potential, in which the liquid or solid phase moves relative to the other thus inducing an electrical potential . In addition to the main electrokinetic phenomena, some other effects may develop: electrolysis, hydrolysis, ion diffusion and exchange, oxidation, reduction, gas generation, pH change, physical and chemical adsorption, mineral decomposition, fabric changes, precipitation, and desiccation. In the scholarly articles like Fairhurst (2013) are described four electrokinetic phenomena: electro osmosis, streaming potential, electrophoresis and sedimentation potential.

Electro osmosis means applying voltage to a porous material. The ions in the electric field will move by electro migration and this results in water movement towards the positive or negative electrode dependent on the overall surface charge of porous material. (Electromigration is characterized as the transportation of chemical species, either present in solution or products of electrolysis, under an electric field towards the opposite electrodes. The values for ionic mobility are typically of the order of $5 \cdot 10^{-8}$ m^2 V^{-1} s^{-1}. In general ionic mobility is greater than the electro osmotic permeability, so that anions can migrate towards the anode, despite being transported in the opposite direction in the electro osmotic flow. The velocity of electromigration depends on the intensity of electric field and the ions charge.) The porous materials have charged surfaces, and in case of porous materials the surfaces are mostly negatively charged. To obtain chemical equilibrium the surfaces will attract charges with an opposite sign from the solution -counter-ions, and the electric double layer is formed. Ions in the solution with the same sign as the charged surface are called co-ions, and the co-ions are represented to a much lesser extent in the electric double layers than the counter ions. In the presence of electric field counter-ions, cations and co-ions – anions will start to move towards the electrode of opposite sign. As there are more cations a net-flow of cations across the electrode of opposite sign will occur and the water molecules around the cations are pushed or dragged towards the electrode together with them.

The usage of electro osmosis

The beginning and may be the widest area of usage started with the observation of the electroosmosis phenomenon in soils, it has led to the idea of using a direct-current electrical field to drive the flows of fluid and chemicals in fine-grained soils effectively, in fact, many applications of electroosmosis have been developed in geotechnical engineering. Electroosmosis was first applied to reverse the seepage flow direction and to decrease the water content of soil in 1939. Since then, the process has been applied successfully to stabilize slopes, embankments, and dams, where increase in the shear strength at the anode vicinity was observed. The technique has also been applied to dewater and consolidate fine-grained soils effectively, to increase the undrained shear strength of very soft quick clay, and to improve cyclic deformation characteristics of soft sensitive silty clay.
Extensive research has been conducted in electrokinetic remediation of contaminated soils since the Workshop on Electro-Kinetic Treatment and Its Applications in Environmental-Geotechnical Engineering for Hazardous Waste Site Remediation held in Seattle, U.SA. in 1986. The results of numeral early studies established the viability of using electrokinetics to migrate contaminants in soil and its potential as a remediation technology for hazardous waste sites. The potential applications of electrokinetics in hazardous waste site remediation may include the following individual applications or a combination of these applications:

- Concentration, dewatering, and consolidation of wastewater sludges, slimes, coal washeries, mine tailings, or dredged materials .
- Injection of grouts to control groundwater flow.
- Injection of cleansing agents to decontaminate contaminated soils.

- Injection of vital nutrients for the growth of microorganisms to support biodegradation of specific wastes .

- Passive electrokinetic barriers to contaminant transport through compacted clay landfill liners or slurry encapsulation walls.

- Generation and/or enhancement of reactive barriers.

- Electrokinetic extraction of contaminants from contaminated soils.

- Modification of flow pattern of groundwater, and manipulation of the movement and size of contaminant plume.

- Rapid and reliable in situ determination of hydraulic conductivity of compacted clay landfill liners.

- In situ characterization of subsurface contamination.

- In situ generation of reactants for cleanup and/or electrolysis or contaminants.

- Retrofitting of in-service leaking geomembrane liners.

- Driving water to wells, situated at the locations of the cathodes, from which it is then pumped

Nowadays still the largest volume of literature concerning electro osmosis is dealing with the use of electro osmosis for dewatering of various slurries. Test results are often consistent with the theoretical equations of electro osmosis and in particular the relationship between water transport and voltage. The method, being insensitive to pore size, is attractive for dewatering sediments of fine particle size. As the scientific principle of electro osmosis is well established, and the theory well understood and the application of the technique to soil and sludge dewatering has found use and acceptance the usage of electro osmosis in building materials is becoming more and more widespread. The problem seems to be that in literature we can often find examples where the practical effects of electro damp-proofing are, as competitive systems, impossible to isolate from the effect of other remedial works such as replastering, carried out at the same time.

For the purpose of the electro osmosis utilisation in civil engineering we can divide the methods according to the applied power supply, connecting wire and electrode material into nonwireless and wireless methods.

Nonwireless electro osmotic methods differ in one of the following: material and shape of electrodes, material of connecting wires, the way of making contact between the masonry and electrodes and power unit. In Slovakia the most widespread system is the one used by Kerasan company. They patented electrodes with conductive plastics. The electrode must ensure the output of 1500 mAh/cm^2.
Current experiences with the systems proved that it works for all building materials except for reinforced concrete and cinder block. As for the electrode assembly the anode (plus electrode) is inserted into the wall above the earth level. The slot is 3 cm high and 3-5 cm deep. Cathode (minus electrode) with the diameter 8 mm, is stored either under the floor, or it is drilled above the ground at an angle down. The distance between the electrodes is 80 - 100 cm, the diameter of the drilled hole is 16 mm. At door transitions, masonry disruptions are the electrodes placed in masonry connected together with the specially developed red (positive electrode) or blue (negative electrode) double sheathed cables. Metal parts built between positive and negative electrode must be electrically isolated from the masonry. The electrodes are preferably laid diagonally when the wall is accessible from both sides. If the walls are only accessible from one side (e.g. fire walls), the positive and negative electrodes are placed over each other at a distance of 2 times wall thickness (having 50 cm thick wall the vertical distance between electrodes can be highly 1m). Direct current to the electrodes is applied through the control unit. Voltage and the flow of current (mA) is set up according to the conditions in masonry. The unit is directly connected to 230 V power source. Power consumption of the unit is up to 0.8 kWh per year per 1 meter of masonry.
Above mentioned principle was successfully used e.g. in the following places:Horse Railway Building, Bratislava , Caraff prison, Prešov , Lermontovova 16, Bratislava , Pedagogical Library, Bratislava , Jewish Museum Bratislava , Pharmacy Red Crayfish, Michalská, Bratislava , Castel, Tonkovce , Hotel Tulip, Štúrova 10, Bratislava , Publishing House Science, Štefánikova, Bratislava , Hotel Roháč, Trstená , Castle Nitra, Plague Column, Bishop Office , Lutheran Office, Konvetná ul. 11, Bratislava , Panská ul. 7, Bratislava , Ventúrska ul. 7, Bratislava , Kern House, Rybárska brána 8, Bratislava , Panenská ul. 6, Bratislava , Family House, Godrova ul., Bratislava , Castle Bratislava - Rusovce , Townhouse Trenčín , Farmhouse Nová Baňa.

Possibilities for the future

As for the future there are possibilities to improve dewatering of difficult materials such as sewage sludge cakes Barton et al. (1999). Sludge cakes with solids contents of 35 – 46 wt% using electrokinetically enhanced dewatering, compared to 24 – 30 wt% using pressure filtration alone were made.
Banerjee and Law (1998) showed that electro osmotic dewatering of biomass is feasible both technically and economically.
Gazbar et al. (1994) constructed a laboratory cell which superimposed a mechanical pressure adjustable to 686kPa to the electro osmotic drainage. Their experiments showed that the electro osmotic drainage in the thickening phase enabled domestic sludge to reach very high solids concentration (up to 50.9 %) when compared to that of cakes obtained without applying of an electrical field under the same pressure (392 kPa).
Interesting idea was documented in Golla (1992) about Electro Acoustic Dewatering press, which means application of a combination of mechanical pressure, electrical current and ultrasonics. This press is utilized after conventional dewatering devices and can remove up to 50 % water from filtered sludge cake at a fraction of the cost incurred in existing thermal drying devices. The dominant mechanism of sludge dewatering by EAD press is electro

osmosis.The ultrasonic fields help electro osmosis by consolidation of the filter cake and by release of inaccessible liquid.
Hansen et al. (2001) used electro osmosis to dewater chalk sludge (from 40 to 79%), iron hydroxide sludge from 2.7 to 19% solids content from waste water cleaning, deposited fly ash from coal combustion (from 75 to 82 %) and sludge from an enzyme production rich in biomass from 3 to 33 % solids content.
Reddy (2006) described the investigation that was done in aim to solve really problematic situation in Indiana Harbor, where over a 765 000 m^3 of highly contaminated sediment were accumulated. It was estimated that if a one 0.9 m thick layer of sediment was disposed annually, it would take approximately 10 years to dispose of all the sediment. Experiments were done calculating dewatering rates caused by gravity and electric potential, but also the effects of the addition of polymer flocculants on dewatering of the sediments were tested. In the frame of this work (Reddy 2006) critical points for successful use of electro osmosis on such a large scale were questioned and studied. As the flow velocity is proportional to the electrical gradient, zeta potential and dielectric constant and it is inversely proportional to the viscosity (already stated before in the work) and later on the zeta potential depends on the zero point of charge(which refers to the pH at which the net charge on the sediment particle surface is zero). Then for the pH above the zero point, the sediment particles usually have a negative zeta potential and the electro osmotic flow occurs toward the cathode. Conversely, when the pH is below this point, the sediment particle surfaces generally have a positive zeta potential and the electro osmotic flow occurs toward the anode. There are also other factors that might affect the electro osmotic flow. All should be tested before using electro osmosis, mainly on such a large scale.
There are also possibilities for restorers. In Rörig-Dalgaard (2008) laboratory set up, the possibility of electric DC field for removal of NaCL from a wall section with murals was investigated. After sometimes hundreds of years, many murals are worn out, covered with the film of fat from candlelights, lime wash and in the last decades there is also increasing amount of salts, partly due to the heating, which changes the relative humidity and also as a result of various reconstructions taking place in churches. Electromigration was expected to be an efficient transport mechanism for desalination of the church vaults. The advantage of using an applied electric DC field was that the ions were affected directly and they were therefore less poultice and substrate dependent compared to other desalination methods (Ottosen et. al 2007).

References

[1] BANERJEE, S. and LAW, S. E., 1998, Electro osmotically enhanced drying of biomass. IEEE Transactions on Industry Applications, 34 (5), 992-999

[2] BARTON, W.A., S.A. MILLER and C.J. VEAL, 1999. THE ELECTRODEWATERING OF SEWAGE SLUDGES. *Drying Technology* [online]. B.m.: Taylor & Francis, 3., vol. 17, no. 3, pp. 498–522 [accessed. 17. May 2013]. ISSN 0737-3937. Av ailable from: doi:10.1080/07373939908917548

[3] FEIRHURST, David, 2013, An Overview of the Zeta Potential - Part 1: The Concept [online]. The Review of American Pharmaceutical Business and Technology. [Accessed 25 April 2014]. Available from: http://www.americanpharmaceuticalreview.com/Featured-Articles/133232-An-Overview- of-the-Zeta-Potential-Part-1-The-Concept/

[4] GAZBAR, S., ABADIE, J. M. and Colin, F., 1994, Combined action of electro-osmotic drainage and mechanical compression on sludge dewatering. Water Science and Technology, 30 (8), 169-175.

[5] GOLLA, Padma S. and JOHNSON, Harold W., 1992, Application of electro acoustics for dewatering pharmaceutical sludge. Environmental Progress [online]. 1992. Vol. 11, no. 1, p. 74–79. DOI 10.1002/ep.670110101. Available from: http://dx.doi.org/10.1002/ep.670110101

[6] Hansen, H. K., Kristensen, I. V., Ottosen, L. M. and Villumsen, A., 2001, Electroosmotic Dewatering of Chalk Sludge, Wet Fly Ash and Iron Hydroxide Sludge. *Chemie Ingenieur Technik*, 73: 728. doi: 10.1002/1522-2640(200106)73:6<728::AID-CITE7281111>3.0.CO;2

[7] KERASAN, 2014. Kerasan Mauerwerksanierungs GmbH [online]. Available from: www.kerasan.at

[8] MOORE, Walter J., Čestmír ČERNÝ and Alexander SCHÜTZ, 1979. Fyzikální chemie. Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury.

[9] REDDY, Krishna R., URBANEK, Adam and KHODADOUST, Amid P, 2006, Electro osmotic dewatering of dredged sediments: bench-scale investigation. Journal of environmental management [online]. January 2006. Vol. 78, no. 2, p. 200–8. [Accessed 1 May 2014]. DOI 10.1016/j.jenvman.2005.04.018. Available from: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479705001829

[10] RÖRIG-DALGAARD, Inge, 2008, Preservation of murals with electrokinetic – with focus on desalination of single bricks [online]. Lyngby : Technical University of Denmark. [Accessed 28 April 2014]. Available from: http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:82561/datastreams/file_5013186/content

[11] YEUNG, Albert T., 2011b, Milestone developments, myths, and future directions of electrokinetic remediation. Separation and Purification Technology [online]. June 2011. Vol. 79, no. 2, p. 124–132. [Accessed 1 May 2014]. DOI 10.1016/j.seppur.2011.01.022. Available from: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586611000566

Ing. Gabriela Pavlendová, PhD.
Katedra fyziky
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Radlinského 11
813 68 Bratislava

OBSAH

NUMERICAL STUDY OF LOG-NORMAL DISTRIBUTION WITH ZERO LOWER BOUNDARY

NUMERICKÁ ŠTÚDIA LOG-NORMÁLNEHO ROZDELENIA S NULOVOU DOLNOU HRANICOU

Dušan Páleš, Milada Balková, Ingrid Karandušovská

Abstract

In the theory of Structural reliability has a log-normal distribution the great importance. It models the total resistance of the structure, or partial random variables constituting the resistance, which may take only positive values and therefore have zero lower boundary. The paper briefly describes the mathematical relationships for log-normal distribution with a zero lower bound and presents various forms of distributions for changing parameter values in these relationships.

Key words: continuous probability distribution, zero lower boundary, log-normal distribution.

Úvod

Log-normálne rozdelenie patrí k skupine asymetrických rozdelení a v teórii Spoľahlivosti konštrukcií sa používa na modelovanie náhodných premenných so zadanou šikmosťou (Schneider, 1997). Najčastejšie sa aplikuje pre veličiny, ktoré charakterizujú odolnosť konštrukcie (Sadovský, Páleš, 1999). Patria k nim predovšetkým geometrické a materiálové vlastnosti konštrukcie. Ako je zrejmé, ani rozmery a ani materiálové vlastnosti (napr. medza klzu) nemôžu byť záporné, preto je namieste obmedziť rozdelenie takýchto náhodných premenných nulovou dolnou hranicou. Náhodné premenné odolnosti majú tendenciu vstupovať do vzájomných vzťahov v tvare súčinu. Podľa centrálnej limitnej vety, ktorá tvrdí, že súčin ľubovoľných náhodných premenných sa približuje k log-normálnemu rozdeleniu, nezávisle od typu rozdelení, so vzrastajúcim počtom náhodných premenných, potom platí, že aj výslednú odolnosť je najvhodnejšie modelovať ako log-normálne rozdelenie. Z týchto úvah vyplýva veľký význam log-normálneho rozdelenia s nulovou dolnou hranicou pre modelovanie náhodných premenných.

Materiál a metódy

Log-normálne rozdelenie

Pri log-normálnom rozdelení má logaritmus náhodnej premennej X normálne rozdelenie, teda U = ln(X). Funkcia hustoty pravdepodobnosti má tvar odvodený z normálneho rozdelenia

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}.\sigma_U.x}.\exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x)-\mu_U}{\sigma_U}\right)^2\right) \qquad (1)$$

Kontaktná adresa:
Ing. Dušan Páleš, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Technická fakulta, Katedra konštruovania strojov, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, tel.: +421376415669, e-mail: dusan.pales@uniag.sk
Ing. Milada Balková, PhD., Ing. Ingrid Karandušovská, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Technická fakulta, Katedra stavieb

kde definičný obor $0 \le x \le \infty$ (Melchers, 1987). Dolná hranica je nulová, pričom, keby sme ju chceli zmeniť na ľubovoľné iné číslo x_0, tvar funkcie hustoty pravdepodobnosti sa zmení na

$$f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}.\sigma_U.|x-x_0|}.\exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln|x-x_0|-\mu_U}{\sigma_U}\right)^2\right) \tag{2}$$

s definičným oborom $x_0 \le x \le \infty$, pre kladnú šikmosť, resp. $-\infty \le x \le x_0$ pre zápornú šikmosť (Páleš, 1996). Z toho vidno, že log-normálne rozdelenie s nulovou dolnou hranicou (1) má vždy kladnú šikmosť a tiež transformáciu (2) na (1) pre $x_0 = 0$.

Kumulatívna distribučná funkcia sa nedá vyjadriť explicitne a má tvar

$$F_X(x) = \int_{-\infty}^{u} f_X(u)\,du = \Phi\left(\frac{\ln(x)-\mu_U}{\sigma_U}\right) \tag{3}$$

kde Φ je kumulatívna distribučná funkcia štandardizovaného normálneho rozdelenia, ktorá býva tabuľkovaná.

Stredná hodnota a rozptyl nelogaritmovanej premennej X sa vyjadria

$$\mu_X = \exp\left(\mu_U + \frac{1}{2}\sigma_U^{\,2}\right) \tag{4}$$

$$\sigma_X^{\,2} = \mu_X^{\,2}.\left(\exp\left(\sigma_U^{\,2}\right)-1\right) \tag{5}$$

Šikmosť log-normálneho rozdelenia má tvar

$$a_X = v_X^{\,3} + 3.v_X \approx 3.v_X \quad \text{pre } v_X < 0,2 \tag{6}$$

Log-normálne rozdelenie má nasledovné užitočné vlastnosti:

1. Z rovnice (4)

$$\mu_U = \ln(\mu_X) - \frac{1}{2}\sigma_U^{\,2} \tag{7}$$

alebo

$$\mu_U = \ln(x_{0,5}) = \ln\left(\frac{\mu_X}{\left(1+v_X^{\,2}\right)^{1/2}}\right) \tag{8}$$

resp.

$$x_{0,5} = \mu_X.\exp\left(-\frac{1}{2}.\sigma_U^{\,2}\right) \tag{9}$$

kde $v_X = \sigma_X / \mu_X$ je variačný koeficient a $x_{0,5}$ je medián rozdelenia, teda $P(X \le x_{0,5}) = 0,5$.

2. Z rovnice (5)

$$\sigma_U{}^2 = \ln\left(1+\frac{\sigma_X^2}{\mu_X^2}\right) = \ln\left(1+v_X^2\right) \approx v_X^2 \quad \text{pre } v_X \le 0{,}3 \tag{10}$$

3. Pre medián z (8) platí

$$x_{0,5} = \frac{\mu_X}{\left(1+v_X{}^2\right)^{1/2}} \tag{11}$$

z čoho vyplýva $x_{0,5} \le \mu_X$.

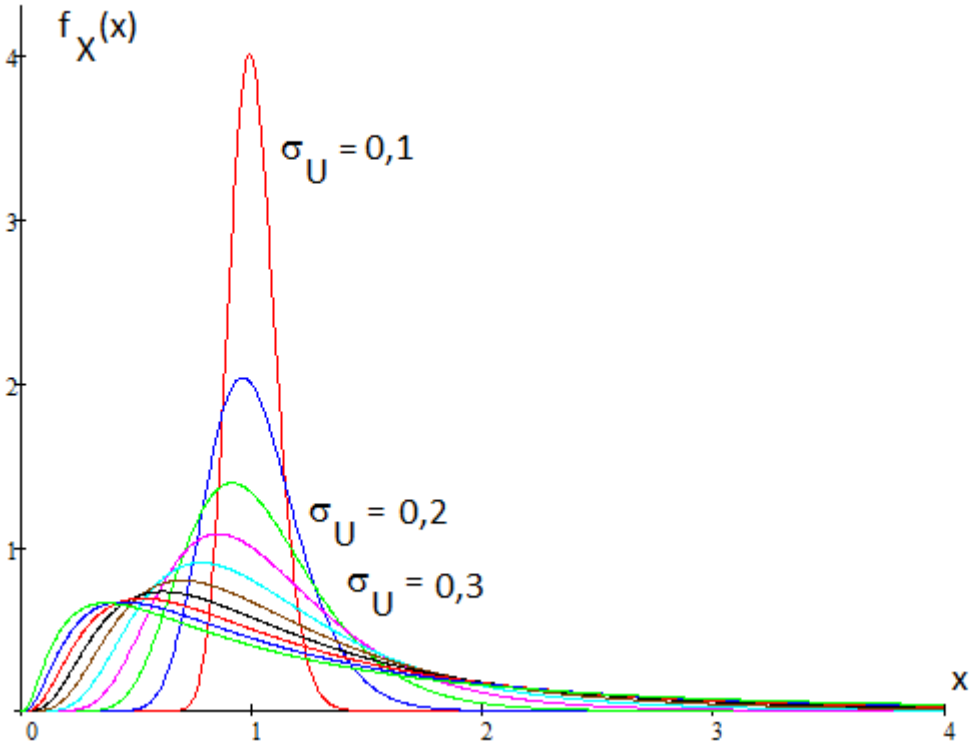
4. Ak máme náhodnú premennú Y vyjadrenú v tvare súčinu n náhodných premenných X_i:
$Y = X_1 \,.\, X_2 \,.\, X_3 \,...\, X_n$, kde X_i majú log-normálne rozdelenia s parametrami μ_{Ui} a σ_{Ui} potom

$$\mu_{\ln Y} = \sum_{i=1}^{n} \mu_{U_i} \quad ; \quad \sigma^2_{\ln Y} = \sum_{i=1}^{n} \sigma^2_{U_i} \quad ; \quad y_{0,5} = \prod_{i=1}^{n} x_{0,5_i} \tag{12}$$

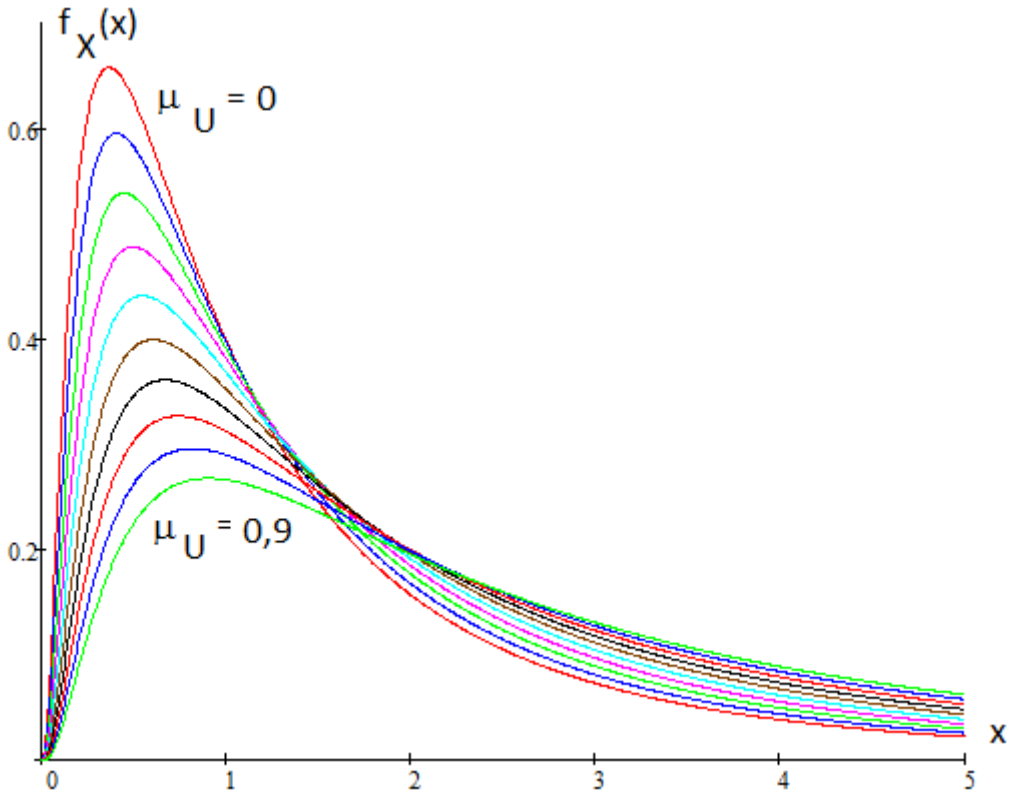
Výsledky a diskusia

Vo funkcii hustoty pravdepodobnosti (1) vystupujú dva parametre μ_U a σ_U. Naša štúdia na obrázku 1 ukazuje tvary rozdelení pre pevnú hodnotu $\mu_U = 0$ a desať rôznych hodnôt $\sigma_U = 0{,}1;\ 0{,}2;\ 0{,}3;\ ...\ ;\ 1{,}0$. Všetky grafy majú počiatok v nule, ktorá je ich dolnou hranicou. Z obrázku vidno, že rozdelenia majú kladnú šikmosť, pravdepodobnejšie hodnoty sa nachádzajú vľavo na obrázku. Najväčšiu šikmosť má hodnota $\sigma_U = 1{,}0$ a najmenšiu šikmosť má hodnota $\sigma_U = 0{,}1$. Definičný obor všetkých funkcii je $0 \le x \le \infty$. Modus rozdelenia, teda najpravdepodobnejšia hodnota, alebo najvyššia poradnica funkcie hustoty pravdepodobnosti klesá so zvyšujúcou sa hodnotou σ_U.

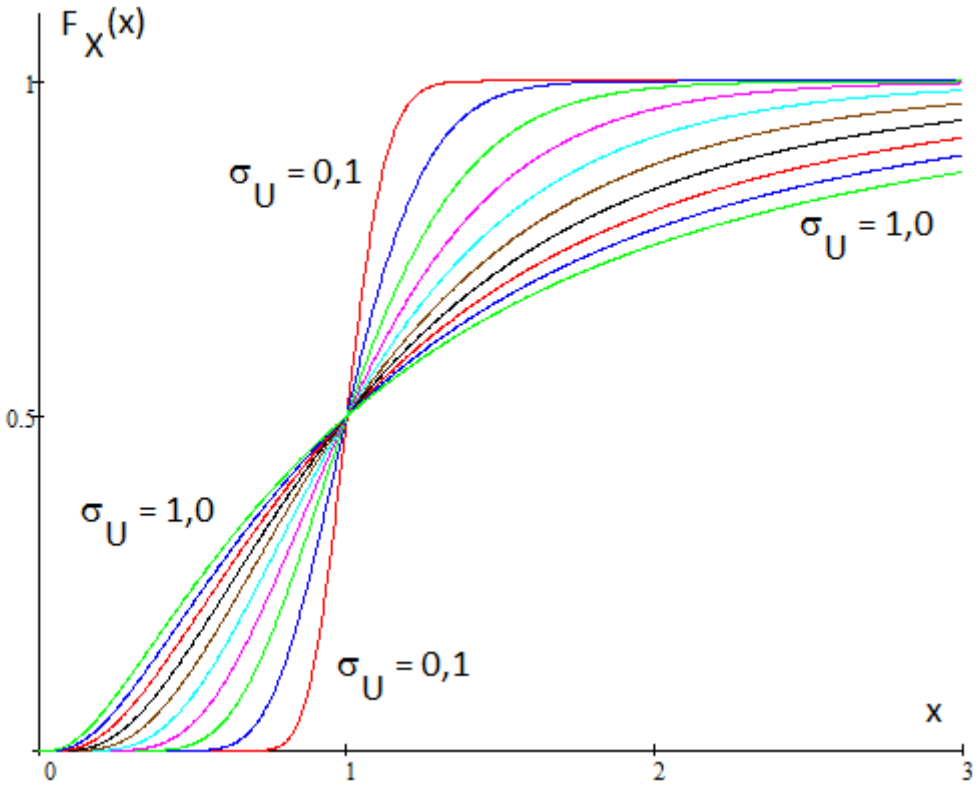
Na obrázku 2 bolo pevnou hodnotou $\sigma_U = 1$ a menilo sa $\mu_U = 0;\ 0{,}1;\ 0{,}2;\ ...\ ;\ 0{,}9$. Opäť so vzrastajúcim μ_U klesá výška modusu rozdelenia. Pri výpočte šikmosti zo vzorca (6) nám pre všetkých týchto desať rozdelení vyšla rovnaká šikmosť $a_X = 6{,}184873$. Na grafoch sme nepopísali príslušný parameter pre úplne každú krivku. Snažili sme sa popísať parametrami len niektoré krivky, dúfajúc, že následná postupnosť hodnôt parametrov vyplýva z obrázkov. Posledný graf na obrázku 1 ($\mu_U = 0$; $\sigma_U = 1{,}0$) zodpovedá prvému grafu na obrázku 2, s rovnakými parametrami. Rozdielnosť ich tvarov vyplýva z rozdielnosti mierok oboch obrázkov.



Obrázok 1: Grafy funkcie hustoty pravdepodobnosti log-normálneho rozdelenia podľa (1), so stálym $\mu_U = 0$ a s meniacim sa $\sigma_U = 0{,}1; 0{,}2; 0{,}3; \ldots ; 1{,}0$.



Obrázok 2: Grafy funkcie hustoty pravdepodobnosti log-normálneho rozdelenia podľa (1), so stálym $\sigma_U = 1$ a s meniacim sa $\mu_U = 0; 0{,}1; 0{,}2; \ldots ; 0{,}9$.



Obrázok 3: Grafy kumulatívnej distribučnej funkcie log-normálneho rozdelenia podľa (3), so stálym $\mu_U = 0$ a s meniacim sa $\sigma_U = 0{,}1;\ 0{,}2;\ 0{,}3;\ \ldots\ ;\ 1{,}0$.

Posledný obrázok 3 znázorňuje kumulatívne distribučné funkcie log-normálneho rozdelenia vyjadrené vyššie vo vzorci (3). Ich definičným oborom je $0 \leq x \leq \infty$ a oborom funkčných hodnôt interval $\langle 0,1)$, pričom hodnotu 1 funkcia nadobúda v ∞. Nemenné sme nechávali $\mu_U = 0$ a menili sme desať hodnôt $\sigma_U = 0{,}1;\ 0{,}2;\ 0{,}3;\ \ldots\ ;\ 1{,}0$. Zodpovedajúce hustoty pravdepodobnosti sú teda na obrázku 1. Vidno, že kumulatívna distribučná funkcia je tým strmšia, čím je menšie σ_U a naopak tým plytšia, čím je σ_U väčšie. Úzko to súvisí s obrázkom 1 a so „šírkou kopca“ hustoty pravdepodobnosti, teda so smerodajnou odchýlkou σ_U.

Záver

Popísali sme základné matematické vzťahy charakterizujúce log-normálne rozdelenie, ktoré hrá významnú rolu pri simulovaní náhodných premenných, predovšetkým odolnosti konštrukcie. Z obrázkov 1 a 2, funkcií hustôt pravdepodobnosti, raz s konštantným μ_U a s premenlivým σ_U vo vzťahu (1) a druhý raz opačne premenlivým μ_U a konštantným σ_U, možno vydedukovať ako tieto parametre ovplyvňujú tvar log-normálneho rozdelenia. Kumulatívne distribučné funkcie na obrázku 3 dokresľujú vzájomný vzťah týchto hodnôt a úzko súvisia s funkciami hustôt pravdepodobnosti na obrázku 1. Všetky log-normálne rozdelenia s nulovou dolnou hranicou majú kladnú hodnotu šikmosti.

Literatúra

MELCHERS R. E. 1987. Structural Reliability: Analysis and Prediction, Ellis Horwood Ltd., ISBN 0-85312-930-4.
PÁLEŠ D. 1996. Odolnosť a overenie spoľahlivosti centricky tlačeného prúta s uvážením vzperu. kandidátska dizertačná práca, ÚSTARCH SAV Bratislava.
SADOVSKÝ Z., PÁLEŠ D. 1999. Third-moment identification of structural element resistance by FORM, Building Research Journal, Vol. 47, No. 3, 197 – 213.
SCHNEIDER J. 1997. Introduction to Safety and Reliability of Structures, IABSE, Zurich, ISBN 3-85748-093-9.

Poďakovanie

Výskum uskutočnený na Katedre konštruovania strojov a na Katedre stavieb, Technickej fakulty, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre bol podporený Vedeckou grantovou agentúrou pod grantom VEGA č. 1/0575/14 s názvom “Minimalizácia rizík faktorov prostredia v objektoch živočíšnej produkcie”.

Súhrn

V teórii Spoľahlivosti konštrukcií má log-normálne rozdelenie veľký význam. Modeluje sa ním celková odolnosť konštrukcie, alebo čiastkové náhodné premenné, tvoriace túto odolnosť, ktoré môžu nadobúdať len kladné hodnoty a majú teda nulovú dolnú hranicu. V príspevku stručne popisujeme matematické vzťahy pre log-normálne rozdelenie s nulovou dolnou hranicou a prezentujeme rozličné tvary rozdelení pre meniace sa hodnoty parametrov v týchto vzťahoch.

Kľúčové slová: spojité rozdelenie pravdepodobnosti, nulová dolná hranica, log-normálne rozdelenie.

OBSAH

CALCULATION OF THE FAILURE PROBABILITY CONSTANT LOADED CANTILEVER BEAM BY FORM METHOD

VÝPOČET PRAVDEPODOBNOSTI PORUCHY KONŠTANTNE ZAŤAŽENEJ KONZOLY METÓDOU FORM

Dušan Páleš, Milada Balková, Ingrid Karandušovská

Abstract

On a practical example of cantilever beam with a constant load we apply the method FORM. We serve also a brief derivation of iteration formula for this method based on the development of limit state function into Taylor series. Method FORM - First Order Reliability method – Spoľahlivostná metóda prvého rádu (in Slovak) received its name based on this development considered in a linear form. We describe in detail the calculation and we hammer out to the resulting failure probability for the selected distributions of input random variables. The whole process is related to the probabilistic design and appertains into the new discipline Reliability of structures.

Key words: failure probability, constant load, cantilever beam, FORM method, reliability of structures.

Úvod

Pri navrhovaní konštrukcií sa preferuje deterministický prístup. Vstupné údaje do vzorcov popisujúcich správanie sa systému sú zadané len jedinou hodnotou a podobne výsledok a výstup je určený len jediným konkrétnym číslom. Ambiciózne sa rozvíjajúci odbor Spoľahlivosť konštrukcií uvažuje ako vstupy do návrhu celé množiny hodnôt charakterizované náhodnými premennými s ich rozdeleniami pravdepodobnosti. Výsledkom výpočtu je pravdepodobnosť poruchy konštrukcie.

Okrem simulačných metód s generátormi náhodných čísiel, typu Monte Carlo, sa pre nájdenie pravdepodobnosti poruchy dá využiť aj iný typ metód, ktorý nahrádza nelineárnu funkciu medzného stavu lineárnou funkciou pomocou Taylorovho rozvoja. Metóda FORM – First Order Reliability Method – Spoľahlivostná metóda prvého rádu pracuje s dotykovou hyperrovinou v návrhovom bode, čím značne uľahčuje získanie pravdepodobnosti poruchy.

Na jednoduchom príklade konštantne zaťaženého votknutého nosníka ukazujeme praktický postup pre metódu FORM. Okrem toho stručne naznačujeme princíp metódy a odvodenie potrebných vzorcov pre výpočet.

Materiál a metódy

Metóda FORM

V teórii spoľahlivosti konštrukcií býva hlavnou úlohou vyjadriť pravdepodobnosť poruchy p_f určenú viacnásobným integrálom podľa vzťahu

Kontaktná adresa:
Ing. Dušan Páleš, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Technická fakulta, Katedra konštruovania strojov, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, tel.: +421376415669, e-mail: dusan.pales@uniag.sk
Ing. Milada Balková, PhD., Ing. Ingrid Karandušovská, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Technická fakulta, Katedra stavieb

$$p_f = P[G(\mathbf{X}) < 0] = \int \dots \int_{G(\mathbf{X})<0} f_{\mathbf{X}}(\mathbf{x}) d\mathbf{x} \quad (1)$$

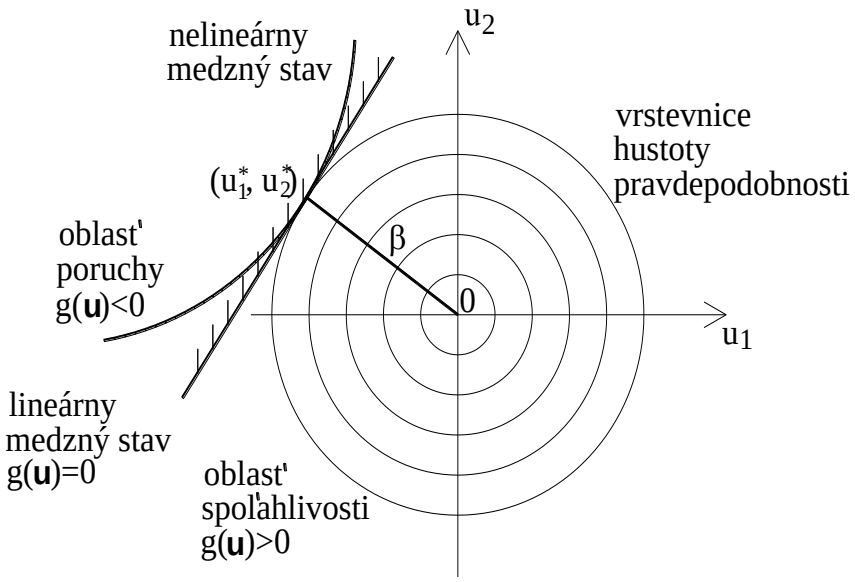
kde $G(\mathbf{X})$ je funkcia medzného stavu závislá od náhodných premenných $\mathbf{X}$ a $f_{\mathbf{X}}(\mathbf{x})$ je viacnásobná funkcia hustoty pravdepodobnosti, ktorá sa v prípade nezávislých náhodných premenných dá zjednodušene napísať v tvare súčinu

$$f_{\mathbf{X}}(\mathbf{x}) = \prod_{i=1}^{n} f_{X_i}(x_i) = f_{X_1}(x_1) \,.\, f_{X_2}(x_2) \dots f_{X_n}(x_n) \quad (2)$$

Hranica integrácie $G(\mathbf{X})<0$ označuje oblasť, kde je narušený medzný stav, niekedy sa táto oblasť nazýva aj oblasťou poruchy. V literatúre prevládajú dva hlavné prístupy k riešeniu vzťahu (1) (Melchers, 1987):

1. numerické metódy založené na simulácií pomocou náhodných čísiel, metóda Monte Carlo,
2. integrácia po transformácii $f_{\mathbf{X}}(\mathbf{x})$ do priestoru štandardizovaných normálnych rozdelení (stredná hodnota rozdelení = 0, smerodajná odchýlka rozdelení = 1) a náhrade funkcie medzného stavu $G(\mathbf{X}) = 0$ lineárnou funkciou – metóda FORM = First Order Reliability Method = Spoľahlivostná metóda prvého rádu.

My budeme ďalej stručne popisovať druhý prístup k riešeniu, metódu FORM. Situáciu si znázorníme na obrázku pre dve náhodné premenné



Obrázok 1 Vrstevnice hustoty pravdepodobnosti, nelineárny medzný stav a jeho aproximácia lineárnym medzným stavom, návrhový bod (u_1^*, u_2^*) a index spoľahlivosti β v štandardizovanom normálnom priestore.

Figure 1 Probability density function contours, non-linear limit state and its aproximation by linear limit state, design point (u_1^*, u_2^*) and reliability index β in the standard normal space.

Náhodné premenné $\mathbf{X}$ s rôznymi rozdeleniami pravdepodobnosti musíme transformovať do priestoru štandardizovaných normálnych rozdelení $\mathbf{U}$. V prípade, že sú náhodné premenné $\mathbf{X}$ normálne rozdelené táto transformácia je pomerne jednoduchá a má tvar

$$U_i = \frac{x_i - \mu_{x_i}}{\sigma_{x_i}} \quad (3)$$

kde μ_{Xi} je stredná hodnota X_i a σ_{Xi} je smerodajná odchýlka X_i. Náhodná premenná U_i má strednú hodnotu 0 a smerodajnú odchýlku 1 a nazýva sa štandardizovanou normálnou premennou. Po tejto úprave môžeme metódu definovať slovne nasledovne. Hľadaj bod na funkcii medzného stavu $g(\mathbf{u}) = 0$, ktorý má minimálnu vzdialenosť β od počiatku súradnicového systému. Alebo pomocou vzorcov

$$\beta = \min\left(\sum_{i=1}^{n} u_i^2\right)^{\frac{1}{2}} = \min(\mathbf{u}^T . \mathbf{u})^{\frac{1}{2}}$$

vzhľadom na $g(\mathbf{u}) = 0$ (4)

Bod, ktorý spĺňa túto podmienku sa nazýva návrhovým bodom a na obrázku 1 ho máme označený (u_1^*, u_2^*). Po nájdení β sa pravdepodobnosť poruchy určí vzťahom

$$p_f = \Phi(-\beta) \quad (5)$$

kde Φ je kumulatívna distribučná funkcia štandardizovaného normálneho rozdelenia.

V prípade, že funkcia medzného stavu $g(\mathbf{u}) = 0$ je nelineárna aproximujeme ju lineárnou funkciou pomocou Taylorovho rozvoja (Hasofer, Lind, 1974)

$$g\left(u_1^{(m+1)}, \dots, u_n^{(m+1)}\right) \approx g\left(u_1^{(m)}, \dots, u_n^{(m)}\right) + \sum_{i=1}^{n}\left(u_i^{(m+1)} - u_i^{(m)}\right) . \frac{\partial g\left(u_1^{(m)}, \dots, u_n^{(m)}\right)}{\partial u_i} = 0 \quad (6)$$

Celý postup má iteračnú schému, pri ktorej začíname z nejakého počiatočného bodu (m) a postupne sa cez bod (m+1) približujeme k presnému riešeniu, teda k návrhovému bodu. Zápis v skrátenej maticovej forme (6)

$$g\left(\mathbf{u}^{(m+1)}\right) \approx g\left(\mathbf{u}^{(m)}\right) + \left(\mathbf{u}^{(m+1)} - \mathbf{u}^{(m)}\right)^T . \nabla g\left(\mathbf{u}^{(m)}\right) = 0 \quad (7)$$

Tento výraz predstavuje hyperrovinu aproximujúcu hyperplochu v priestore **u**. Označíme si $\boldsymbol{\alpha}^{(m)}$ vektor smerových kosínusov, ktorý sa vyjadrí ako

$$\boldsymbol{\alpha}^{(m)} = \frac{\nabla g\left(\mathbf{u}^{(m)}\right)}{\left(\nabla g\left(\mathbf{u}^{(m)}\right)^T . \nabla g\left(\mathbf{u}^{(m)}\right)\right)^{1/2}} \quad (8)$$

Keď m-tý odhad vzdialenosti $\beta^{(m)}$, teda indexu spoľahlivosti vyjadríme ako

$$\beta^{(m)} = \left(\sum_{i=1}^{n}\left(u_i^{(m)}\right)^2\right)^{1/2} \quad (9)$$

potom m-tú iteráciu $\mathbf{u}^{(m)}$ môžeme písať ako súčin

$$\mathbf{u}^{(m)} = -\boldsymbol{\alpha}^{(m)} . \beta^{(m)} \quad (10)$$

Zo (7) vyplýva vzťah pre (m+1)-vú iteráciu v tvare

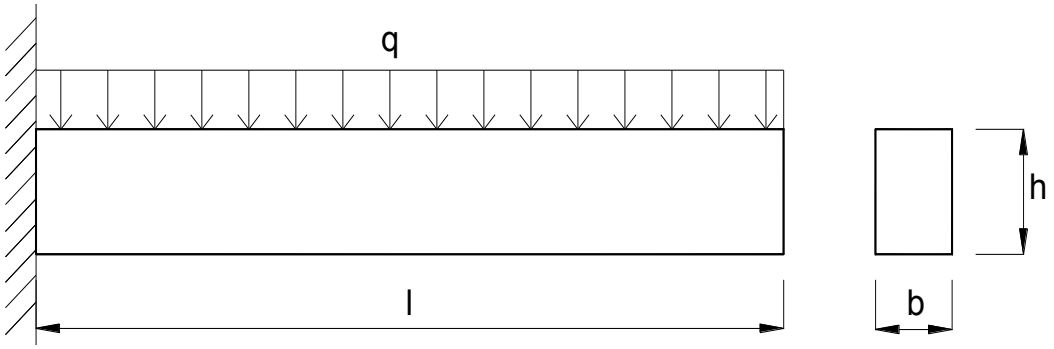
$$\mathbf{u}^{(m+1)} = -\boldsymbol{\alpha}^{(m)} . \left(\beta^{(m)} + \frac{g\left(\mathbf{u}^{(m)}\right)}{\left(\nabla g\left(\mathbf{u}^{(m)}\right)^T . \nabla g\left(\mathbf{u}^{(m)}\right)\right)^{1/2}}\right) \quad (11)$$

ktorý sa pre sprogramovanie dá zapísať v kompaktnejšej forme (Beck, Da Rosa, 2006)

$$\mathbf{u}^{(m+1)} = \frac{\nabla g(\mathbf{u}^{(m)})^T . \mathbf{u}^{(m)} - g(\mathbf{u}^{(m)})}{\nabla g(\mathbf{u}^{(m)})^T . \nabla g(\mathbf{u}^{(m)})} . \nabla g(\mathbf{u}^{(m)}) \quad (12)$$

Výsledky a diskusia

Metódu FORM budeme aplikovať pre jednoduchý model votknutého nosníka zaťaženého konštantným spojitým zaťažením. Na obrázku 2 je znázornený počítaný votknutý nosník aj s označením jeho parametrov.



Obrázok 2 Votknutý nosník a jeho parametre
Figure 2 Cantilever beam and its parameters

Ako je známe z mechaniky a z teórie pružnosti (Rédl, 2013), (Rédl, 2010) ohybový moment vo votknutí sa vypočíta podľa vzorca

$$m = \frac{q . l^2}{2} \quad (13)$$

Prierezový modul obdĺžnika podľa obrázku 2

$$w = \frac{b . h^2}{6} \quad (14)$$

Keď označíme R ako odolnosť nosníka potom výslednú funkciu medzného stavu môžeme písať v tvare

$$G(\mathbf{X}) = R - \frac{m}{w} = R - \frac{3 . q . l^2}{b . h^2} = X_5 - \frac{3 . X_1 . X_2^2}{X_3 . X_4^2} = 0 \quad (15)$$

Pre jednotlivé náhodné premenné sme zvolili normálne rozdelenia pravdepodobností podľa tabuľky 1.

Tabuľka 1 Parametre rozdelení náhodných premenných (Liu, Kiureghian, 1997)
Table 1 Distrubution parameters of random variables (Liu, Kiureghian, 1997)

Náh. prem.	Označenie	Rozdelenie	Stredná hodnota	Smerodajná odchýlka	Jednotka
X_1	q	Normálne	1,15	0,03335	kg / cm
X_2	l	Normálne	60	0,6	cm
X_3	b	Normálne	4	0,12	cm
X_4	h	Normálne	1	0,03	cm
X_5	R	Normálne	3600	298,8	kg / cm^2

Transformovali sme všetkých päť náhodných premenných podľa vzťahu (3) do priestoru štandardizovaných normálnych rozdelení. Tým sa nám zmenila aj funkcia medzného stavu (15) na

$$g(\mathbf{u}) = (u_5 \,.\, 298{,}8 + 3600) - \frac{3 \,.\, (u_1 \,.\, 0{,}03335 + 1{,}15) \,.\, (u_2 \,.\, 0{,}6 + 60)^2}{(u_3 \,.\, 0{,}12 + 4) \,.\, (u_4 \,.\, 0{,}03 + 1)^2} = 0 \qquad (16)$$

Označenie funkcie g a aj náhodných premenných **u** malými písmenami je bežné v literatúre a je to zrejme kvôli tomu, že podstatné sú v priestore **u** matematické súvislosti a náhodnosť až taká dôležitá nie je.

Ako počiatočnú nultú iteráciu sme zvolili vektor stredných hodnôt premenných. S týmto sme vstúpili do vzorca (12) a postupne iterovali až po dosiahnutie presnosti vo vyhodnotení funkcie medzného stavu (16) 10^{-15}. Jednotlivé hodnoty iterácii uvádzame v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Postupné iterácie vzorca (12)
Table 2 Progressive iterations of formula (12)

Iter.	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	β	$g(\mathbf{u})$
0	1,15	60	4	1	3600	3600,503	1072367
1	0,557994	0,248536	-0,532577	-1,158225	-0,859415	1,654341	-115,401886
2	0,317798	0,222166	-0,339501	-0,692206	-0,962065	1,292413	-3,709429
3	0,311302	0,21619	-0,328349	-0,663794	-0,976118	1,282532	-0,012047
4	0,310998	0,215951	-0,327856	-0,662444	-0,977308	1,2825	$-2{,}629417\times10^{-5}$
5	0,310984	0,21594	-0327833	-0,662381	-0,977365	1,2825	$-5{,}601714\times10^{-8}$
6	0,310983	0,215939	-0,327832	-0,662378	-0,977368	1,2825	$-1{,}195986\times10^{-10}$
7	0,310983	0,215939	-0,327832	-0,662378	-0,977368	1,2825	$-4{,}547474\times10^{-13}$

Hodnoty aproximácii v posledných dvoch riadkoch sa ustálili a v poslednom stĺpci bola dosiahnutá hodnota medzného stavu veľmi blízka nule. Pre výpočet pravdepodobnosti poruchy sme aplikovali vzťah (5) a výsledná $p_f = 0{,}099834$.

Záver

Pre konkrétny príklad konštrukcie, konštantne zaťažený votknutý nosník, sme ukázali pravdepodobnostný výpočet metódou FORM. Popísali sme základné predpoklady k riešeniu, naznačili odvodenie iteračného vzorca pre stanovenie návrhového bodu a detailne číselne popísali celý matematický postup až po splnenie vopred zadaného kritéria, hodnoty medzného stavu dostatočne blízkej nule. Na záver sme určili pravdepodobnosť poruchy p_f podľa získanej hodnoty β - minimálnej vzdialenosti funkcie medzného stavu od počiatku súradnicového systému.

Literatúra

BECK A. T. – DA ROSA E. 2006. Structural reliability analysis using deterministic finite element programs, Latin American Journal of Solids and Structures, Vol. 3, 197-222.
HASOFER A. M. – LIND N. C. 1974. Exact and Invariant Second-moment Code Format, Journal of Engineering Mechanics Div., ASCE, 100 (EM1) 111-121.
LIU P-L – KIUREGHIAN A. D. 1997. Finite element reliability of geometrically nonlinear uncertain structures, Journal of Engineering Mechanics, 117(8), 1806-1825.
MELCHERS R. E. 1987. Structural Reliability: Analysis and Prediction, Ellis Horwood Ltd., ISBN 0-85312-930-4.
RÉDL J. 2013. Pružnosť a pevnosť, SPU Nitra, ISBN 978-80-552-0988-3.
RÉDL J. 2010. Pružnosť a pevnosť: návody na cvičenia, SPU Nitra, ISBN 978-80-552-0400-0.

Poďakovanie

Výskum uskutočnený na Katedre konštruovania strojov a na Katedre stavieb, Technickej fakulty, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre bol podporený Vedeckou grantovou agentúrou pod grantom VEGA č. 1/0575/14 s názvom “Minimalizácia rizík faktorov prostredia v objektoch živočíšnej produkcie”.

Súhrn

Na praktickom príklade votknutého nosníka s konštantným zaťažením uplatňujeme metódu FORM. Podávame stručné odvodenie iteračného vzorca pre túto metódu založené na rozvoji funkcie medzného stavu do Taylorovho radu. Metóda FORM – First Order Reliability method – Spoľahlivostná metóda prvého rádu dostala svoj názov na základe tohto rozvoja uvažovaného v lineárnom tvare. Podrobne popisujeme výpočet a dopracovávame sa k výslednej pravdepodobnosti poruchy pre zvolené vstupné rozdelenia náhodných premenných. Celý postup súvisí s pravdepodobnostným návrhom konštrukcie a zapadá do nového rozvíjajúceho sa odboru Spoľahlivosť konštrukcií.

Kľúčové slová: pravdepodobnosť poruchy, konštantné zaťaženie, konzola, metóda FORM, spoľahlivosť konštrukcií.

OBSAH

CALCULATION OF THE FAILURE PROBABILITY CONSTANT LOADED CANTILEVER BEAM BY METHOD OF LAGRANGIAN MULTIPLIERS

VÝPOČET PRAVDEPODOBNOSTI PORUCHY KONŠTANTNE ZAŤAŽENEJ KONZOLY METÓDOU LAGRANGEOVÝCH MULTIPLIKÁTOROV

Dušan Páleš, Ingrid Karandušovská, Milada Balková

Abstract

On a practical example of cantilever beam with a constant load we apply the method of Lagrangian multipliers. We introduce also a brief mathematical formulation for solution using this method. Here are detailed descriptions of the calculation in which it is necessary to solve a system of six equations of the six unknowns. Result in the form of coordinates design point is used to determine the minimum distance limit state function to the beginning of the coordinate system. On that basis, we determine the probability of failure of this simple design. The whole procedure is related to the probabilistic design and fits into the new discipline Reliability of structures.

Key words: failure probability, constant load, cantilever beam, Lagrangian multipliers, reliability of structures.

Úvod

Súčasný inžinier dáva pri navrhovaní konštrukcie prednosť počítaniu s deterministickými hodnotami. Pri používaní vzorcov pre výpočet zadáva do nich veličiny určené konkrétnymi číslami. Existuje však aj možnosť presnejšie vystihujúca realitu a javy okolo nás, ktoré sú všetky náhodné. Premenné vo vzorcoch uvažovať tiež ako náhodné, pričom každá náhodná premenná je určená svojím rozdelením pravdepodobnosti. Takýto prístup používa, najmä s rozvojom počítačov rýchlo sa rozvíjajúci, odbor Spoľahlivosť konštrukcií. Aj výstupmi takýchto výpočtov sú potom náhodné premenné a základ pre počítanie s nimi tvorí Teória pravdepodobnosti. Záverečným výsledkom býva potom pravdepodobnosť poruchy takto navrhnutej konštrukcie.

Veľmi známou metódou pracujúcou podľa popísaného postupu je metóda Monte Carlo, ktorá využíva pre simuláciu náhodných premenných generátor náhodných čísiel. Iné typy metód ako FORM – First order reliability method – Spoľahlivostná metóda prvého rádu a SORM – Second order reliability method – Spoľahlivostná metóda druhého rádu zjednodušujú mnohokrát zložitú funkciu medzného stavu, oddeľujúcu bezpečnú oblasť návrhu od nebezpečnej. Metóda FORM používa dotykovú hyperrovinu a metóda SORM dotykovú hyperplochu druhého rádu.

Metóda Lagrangeových multiplikátorov je pomerne zriedka sa vyskytujúcou pri praktickom výpočte. Pre nie príliš zložitú konštrukciu je však možné aj jej použitie. V našej práci ju aplikujeme pre stanovenie pravdepodobnosti poruchy jednoduchého votknutého nosníka zaťaženého konštantným zaťažením. Ďalej uvádzame stručnú matematickú formuláciu riešenia pomocou tejto metódy.

Kontaktná adresa:
Ing. Dušan Páleš, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Technická fakulta, Katedra konštruovania strojov, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, tel.: +421376415669, e-mail: dusan.pales@uniag.sk
Ing. Ingrid Karandušovská, PhD., Ing. Milada Balková, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Technická fakulta, Katedra stavieb

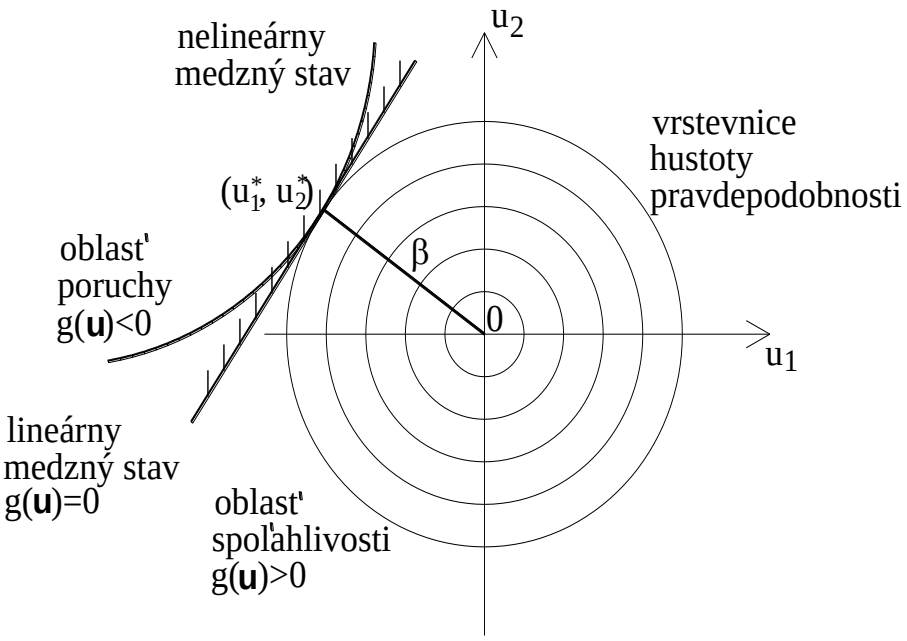
Materiál a metódy

Metóda Lagrangeových multiplikátorov

Optimalizačný problém nájdenia minimálnej vzdialenosti β funkcie medzného stavu g(**u**) od počiatku súradnicového systému v priestore štandardizovaných normálnych premenných možno zapísať ako

$$\beta = \min\left(\sum_{i=1}^{n} u_i^2\right)^{1/2} = \min(\mathbf{u}^T . \mathbf{u})^{1/2} \quad (1)$$

Význam jednotlivých symbolov v dvojrozmernom priestore **u** je uvedený na obrázku 1.



Obrázok 1 Vrstevnice hustoty pravdepodobnosti, nelineárny medzný stav a jeho aproximácia lineárnym medzným stavom v návrhovom bode (u_1^*,u_2^*) a index spoľahlivosti β v štandardizovanom normálnom priestore.
Figure 1 Probability density function contours, non-linear limit state and its aproximation by linear limit state in design point (u_1^*,u_2^*) and reliability index β for the standard normal space.

Návrhový bod (u_1^*,u_2^*) musí ležať na funkcii medzného stavu a preto pre optimalizačnú rovnicu (1) platí obmedzujúca podmienka

$$g(\mathbf{u}) = 0 \quad (2)$$

Použitím Lagrangeových multiplikátorov λ podľa (Shinozuka, 1983) sa problém (1) aj s podmienkou (2) dá prepísať do tvaru

$$\min(\Delta) = (\mathbf{u}^T . \mathbf{u})^{1/2} + \lambda . g(\mathbf{u}) \quad (3)$$

Extrém tejto rovnice vzniká v stacionárnom bode, $\partial\Delta/\partial u_i=0$ pre všetky i a $\partial\Delta/\partial\lambda=0$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial u_1} = u_1(\mathbf{u}^T \,.\, \mathbf{u})^{-1/2} + \lambda \,.\, \frac{\partial g}{\partial u_1} = 0$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial u_2} = u_2(\mathbf{u}^T \,.\, \mathbf{u})^{-1/2} + \lambda \,.\, \frac{\partial g}{\partial u_2} = 0$$

$$\vdots$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial u_n} = u_n(\mathbf{u}^T \,.\, \mathbf{u})^{-1/2} + \lambda \,.\, \frac{\partial g}{\partial u_n} = 0 \qquad (4)$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \lambda} = g(\mathbf{u}) = 0$$

Sústava (4) môže byť zapísaná v krátkom kompaktnom tvare

$$\delta^{-1}\mathbf{u} + \lambda \,.\, \mathbf{g}_U = 0$$
$$g(\mathbf{u}) = 0 \qquad (5)$$

kde $\mathbf{g}_U = (\partial g/\partial u_1, \partial g/\partial u_2, \ldots, \partial g/\partial u_n)$ a vzdialenosť $\delta=(\mathbf{u}^T \,.\, \mathbf{u})^{1/2}$, porovnaj s (1), (Melchers, 1987). Riešením tejto sústavy rovníc dostávame súradnice návrhového bodu $\mathbf{u}^{*T}= (u_1^*, u_2^*, \ldots, u_n^*)$, z ktorých vieme určiť β, respektíve pravdepodobnosť poruchy

$$p_f = \Phi(-\beta) \qquad (6)$$

pričom Φ predstavuje kumulatívnu distribučnú funkciu štandardizovaného normálneho rozdelenia.

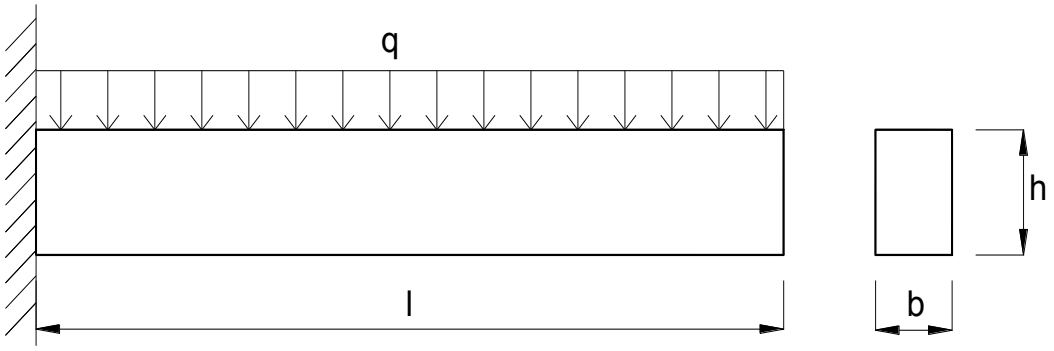
V prípade, že náhodné premenné funkcie medzného stavu g(**u**) vstupujú do výpočtu s rôznymi rozdeleniami pravdepodobnosti je potrebné tieto rozdelenia transformovať na štandardizované normálne rozdelenia, so strednou hodnotou nula a so smerodajnou odchýlkou jedna. Napríklad ak je náhodná premenná X_i rozdelená podľa normálneho rozdelenia s inou strednou hodnotou a inou smerodajnou odchýlkou, uvedená transformácia bude mať tvar

$$U_i = \frac{X_i - \mu_{Xi}}{\sigma_{Xi}} \qquad (7)$$

kde μ_{Xi} je stredná hodnota náhodnej premennej X_i a σ_{Xi} je jej smerodajná odchýlka.

Výsledky a diskusia

Metódu Lagrangeových multiplikátorov aplikujeme na jednoduchý model votknutého nosníka zaťaženého konštantným spojitým zaťažením. Na obrázku 2 je znázornená počítaná konzola aj s jej parametrami.



Obrázok 2 Votknutý nosník a jeho parametre
Figure 2 Cantilever beam and its parameters

Ako je známe z mechaniky a z teórie pružnosti (Rédl, 2013), (Rédl, 2010) ohybový moment vo votknutí sa vypočíta podľa vzorca

$$m = \frac{q \,.\, l^2}{2} \tag{8}$$

Prierezový modul obdĺžnika podľa obrázku 2

$$w = \frac{b \,.\, h^2}{6} \tag{9}$$

Keď označíme r ako odolnosť nosníka potom výslednú funkciu medzného stavu môžeme písať v tvare

$$G(\mathbf{X}) = r - \frac{m}{w} = r - \frac{3 \,.\, q \,.\, l^2}{b \,.\, h^2} = X_5 - \frac{3 \,.\, X_1 \,.\, X_2^2}{X_3 \,.\, X_4^2} = 0 \tag{10}$$

Pre jednotlivé náhodné premenné sme zvolili normálne rozdelenia pravdepodobností podľa tabuľky 1.

Tabuľka 1 Parametre rozdelení náhodných premenných (Liu, Kiureghian, 1997)
Table 1 Distrubution parameters of random variables (Liu, Kiureghian, 1997)

Náh. prem.	Označenie	Rozdelenie	Stredná hodnota	Smerodajná odchýlka	Jednotka
X_1	q	Normálne	1,15	0,03335	kg / cm
X_2	l	Normálne	60	0,6	cm
X_3	b	Normálne	4	0,12	cm
X_4	h	Normálne	1	0,03	cm
X_5	r	Normálne	3600	298,8	kg / cm^2

Transformovali sme všetkých päť náhodných premenných podľa vzťahu (7) do priestoru štandardizovaných normálnych rozdelení. Tým sa nám zmenila aj funkcia medzného stavu (10) na

$$g(\mathbf{u}) = (u_5 \,.\, 298{,}8 + 3600) - \frac{3 \,.\, (u_1 \,.\, 0{,}03335 + 1{,}15) \,.\, (u_2 \,.\, 0{,}6 + 60)^2}{(u_3 \,.\, 0{,}12 + 4) \,.\, (u_4 \,.\, 0{,}03 + 1)^2} = 0 \tag{11}$$

V rovnici medzného stavu g(**u**) nám vystupuje päť súradníc návrhového bodu $\mathbf{u}^*$, spolu s parametrom λ teda šesť neznámych, pre ktoré zostavíme podľa (4) a (5) šesť rovníc

$$u_1 \,.\, (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2)^{-1/2} = \frac{3\,.\,\lambda\,.\,0{,}03335\,.\,(u_2\,.\,0{,}6 + 60)^2}{(u_3\,.\,0{,}12 + 4)\,.\,(u_4\,.\,0{,}03 + 1)^2}$$

$$u_2 \,.\, (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2)^{-1/2} = \frac{3.\lambda.(u_1.0{,}03335 + 1{,}15).2.(u_2\,.\,0{,}6 + 60).0{,}6}{(u_3\,.\,0{,}12 + 4)\,.\,(u_4\,.\,0{,}03 + 1)^2}$$

$$u_3 \,.\, (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2)^{-1/2} = \frac{-3.\lambda.(u_1.0{,}03335 + 1{,}15).(u_2.0{,}6 + 60)^2.0{,}12}{(u_3\,.\,0{,}12 + 4)^2\,.\,(u_4\,.\,0{,}03 + 1)^2}$$

$$u_4 \,.\, (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2)^{-1/2} = \frac{-6.\lambda.(u_1.0{,}03335 + 1{,}15).(u_2.0{,}6 + 60)^2.0{,}03}{(u_3\,.\,0{,}12 + 4)\,.\,(u_4\,.\,0{,}03 + 1)^3}$$

$$u_5 \,.\, (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2)^{-1/2} = -\lambda\,.\,298{,}8 \qquad (12)$$

$$u_5\,.\,298{,}8 \;+\; 3600 = \frac{3\,.\,(u_1.0{,}03335 + 1{,}15).(u_2.0{,}6 + 60)^2}{(u_3\,.\,0{,}12 + 4)\,.\,(u_4\,.\,0{,}03 + 1)^2}$$

Riešením tejto sústavy sme dostali súradnice návrhového bodu

$$\mathbf{u}^{*T} = (0{,}31098\ ;\ 0{,}215937\ ;\ -0{,}327832\ ;\ -0{,}662315\ ;\ -0{,}977411) \qquad (13)$$

a hodnotu $\lambda = 2{,}550512 \times 10^{-3}$. Aplikáciou vzťahov (1) a (6) nám vyšla $\beta = 1{,}2825$ a $p_f = 0{,}099834$.

Záver

Pre konkrétny príklad konštrukcie, konštantne zaťažený votknutý nosník, sme ukázali pravdepodobnostný výpočet metódou Lagrangeových multiplikátorov. Popísali sme základné predpoklady k riešeniu, uviedli matematickú formuláciu metódy a detailne číselne vyhodnotili celý matematický postup až po zostavenie a riešenie sústavy rovníc. Ich riešením sú súradnice návrhového bodu, z ktorých sme stanovili pravdepodobnosť poruchy p_f tejto jednoduchej konštrukcie.

Literatúra

SHINOZUKA M. 1983. Basic Analysis of Structural Safety, J. Struct. Div., ASCE, 109, No. 3, pp. 721-740.
BECK A. T. – DA ROSA E. 2006. Structural reliability analysis using deterministic finite element programs, Latin American Journal of Solids and Structures, Vol. 3, 197-222.
LIU P-L – KIUREGHIAN A. D. 1997. Finite element reliability of geometrically nonlinear uncertain structures, Journal of Engineering Mechanics, 117(8), 1806-1825.
MELCHERS R. E. 1987. Structural Reliability: Analysis and Prediction, Ellis Horwood Ltd., ISBN 0-85312-930-4.
RÉDL J. 2013. Pružnosť a pevnosť, SPU Nitra, ISBN 978-80-552-0988-3.
RÉDL J. 2010. Pružnosť a pevnosť: návody na cvičenia, SPU Nitra, ISBN 978-80-552-0400-0.

Poďakovanie

Výskum uskutočnený na Katedre konštruovania strojov a na Katedre stavieb, Technickej fakulty, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre bol podporený Vedeckou grantovou agentúrou pod grantom VEGA č. 1/0575/14 s názvom "Minimalizácia rizík faktorov prostredia v objektoch živočíšnej produkcie".

Súhrn

Na praktickom príklade votknutého nosníka s konštantným zaťažením uplatňujeme metódu Lagrangeových multiplikátorov. Uvádzame stručnú formuláciu matematického riešenia pomocou tejto metódy. Podrobne popisujeme výpočet, pri ktorom je potrebné riešiť sústavu šiestich rovníc o šiestich neznámych. Výsledok v tvare súradníc návrhového bodu slúži pre určenie minimálnej vzdialenosti funkcie medzného stavu od počiatku súradnicového systému. Na jeho základe vieme stanoviť pravdepodobnosť poruchy tejto jednoduchej konštrukcie. Celý postup súvisí s pravdepodobnostným návrhom a zapadá do nového rozvíjajúceho sa odboru Spoľahlivosť konštrukcií.

Kľúčové slová: pravdepodobnosť poruchy, konštantné zaťaženie, konzola, Lagrangeove multiplikátory, spoľahlivosť konštrukcií.

LONG-TERM MONITORING THE DEVELOPMENT OF RESISTANCE CONCRETE PANELS IN AGRESSIVE ENVIRONMENTS

DLHODOBÉ SLEDOVANIE VÝVOJA ODOLNOSTI BETÓNOVÝCH PANELOV V AGRESÍVNOM PROSTREDÍ

Sergej Priganc[1] – Eva Terpáková[2] – Iveta Hegedusová[3]

Abstract

This contribution presents the results of long-term research on panels in agressive environments. Research is oriented on agricultural buildings after 25 to 50 years after their construction. Monitoring of selected parameters bearing concrete panels were monitoring with non-destructive and destructive methods. Watching the static properties panel, change the concrete strength and elastic modulus, chemical analysis and other selected parameters.

Kľúčové slová: betón, panely SZD, degradácia nosných prvkov, korózia výstuže.

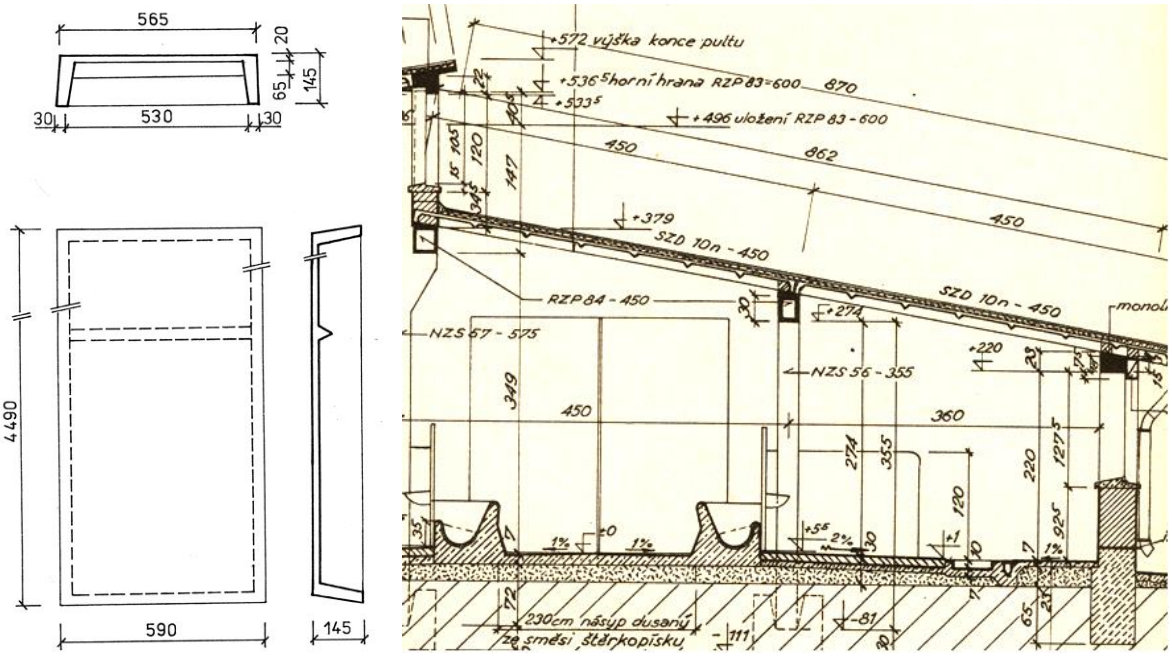
Úvod:

Revitalizácia je termín, ktorý sa v súčasnosti veľmi často skloňuje takmer vo všetkých oblastiach spoločenského života. Spočiatku sme hovorili o panelákoch, že ich treba oživiť (talianské slovo vita - život), no zabúdali sme na ostatné budovy, resp. stavby, ktoré plnia svoju funkciu v inom odvetví napr. v poľnohospodárstve. Termín „oživenie“ sme postupne nahradili novým „obnova“ a zúžili sme jeho význam už takmer iba na budovy.
Podotýkame, že každá stavba si vyžaduje svoju pozornosť a hlavne údržbu, či už pravidelnú, alebo nepravidelnú, pretože práve ňou sa jej životnosť dá predĺžiť. Naopak, zanedbaná údržba stavieb prináša niekedy aj „nevyhnutnosť ich likvidácie pred ukončením ich projektovanej životnosti“ [1].
V súvislosti s poľnohospodárskymi stavbami je uvedená problematika ešte zložitejšia. Je preto na mieste položiť si otázku, či tu máme robiť iba čiastočnú, alebo komplexnú revitalizáciu. Napr. o komplexnej revitalizácii – obnove sme v minulosti cca pred 25-30 rokmi hovorili v súvislosti so značnými poruchami, ktoré sa zistili na niektorých poľnohospodárskych objektoch. Išlo predovšetkým o kravíny typu K-174, kedy v danom čase došlo ku havárii jedného konkrétneho kravína K-174 a úhynu veľkého počtu dobytka. Bolo potrebné si zodpovedať na otázku „čo ďalej s takýmito poľnohospodárskymi stavbami“ [2]. Vtedy sme prvýkrát hovorili o možnej komplexnej revitalizácii, ktorá zahrňuje celý komplex činností. Zároveň sa uskutočnili statické skúšky na vybraných K-174 buď priamo na mieste, resp. na odobratých vzorkách v laboratórnych podmienkach. Bolo to po 25 rokoch od ich zhotovenia. Náš výskum v tejto oblasti pokračuje a v podstate po 50 rokoch od ich zhotovenia môžeme predstaviť ďalšie výsledky výskumu.

Nedeštruktívne skúšky strešných panelov po 25-tich rokoch užívania – K-174 Hrabušice

Predmetom statických skúšok bolo zistiť spolupôsobenie panelov SZD, s ohľadom na možný zápočet prenosu zaťaženia na susedné prvky. Panely boli zaťažované priamo na streche kravína pomoc premenného zaťaženia. Z vykonaných skúšok a teoretických analýz

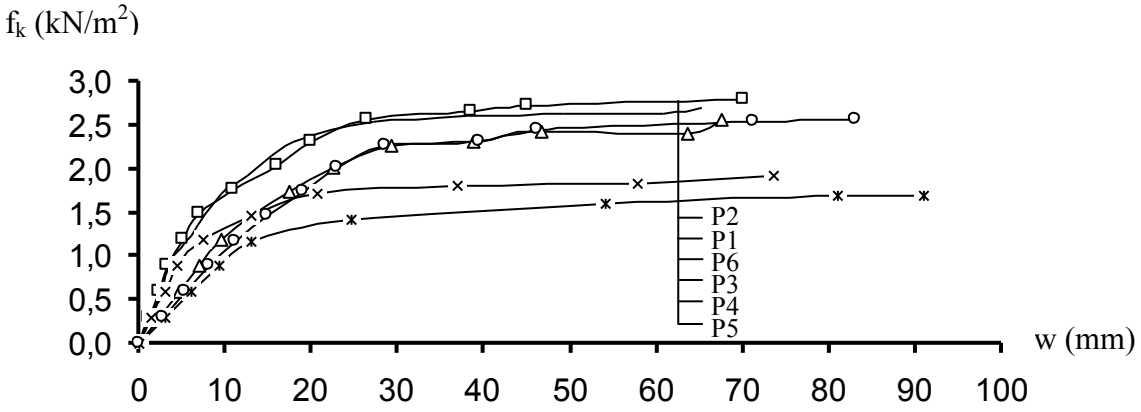
vyplynulo, že panely po 25 ročnom užívaní nespolupôsobia plnohodnotne, ale je možné uvažovať roznos zaťaženia ako priaznivý účinok takmer na 80-90%. Pohľad na zabudované panely je na obr.1.



Obr. 1 Geometria, rozmery a lokalizácia panelov v nosnej konštrukcii strechy

Statické skúšky strešných panelov po 25-tich rokoch užívania – K-174 Liptovský Ondrej

Predmetom statických skúšok bolo zisťovanie priehybov a trhlín na zaťažovaných strešných paneloch SZD 10n-450, ktoré tvoria nosnú konštrukciu strechy a ktoré v tom čase vykazovali zjavné známky degradácie. Pre daný experiment boli odobraté strešné panely z demontovanej strechy objektu kravína K-174, vykonali sa skúšky nedeštruktívne aj deštruktívnym spôsobom.



Obr.2 Porovnanie závislosti priehybu od zaťaženia panelov P1-P6

Pred samotnými skúškami sa vykonala dôkladná obhliadka, urobili sa záznamy, ktoré obsahovali predovšetkým údaje o:
- degradácii panelu ako celku

- degradácii výstuže
- degradácii betónu
- prípadnom mechanickom poškodení panelu ako celku a jeho častí
- krycej vrstve výstuže pozdĺž celej dĺžky panelu
- prípadných vodorovných resp. zvislých trhlinách
- účinnej výške prierezu.

Pri nedeštruktívnej skúške sa panely odskúšavali v polohe, v akej boli zabudované, zaťaženie bolo vyvodené rovnakou sústavou síl, zvolených bolo niekoľko zaťažovacích stupňov, realizoval sa zaťažovací a odľahčovací cyklus.
Pri deštruktívnej skúške boli panely osadzované na lámaciu dráhu, boli zaťažované plným rovnomerným zaťažením, vyvodeným pomocou zaťažovacieho vankúša z PVC a to až do ich porušenia [3].

Dokumentácia a závery z prevedených statických skúšok

Dokumentácia zo skúšok predstavuje súhrn všetkých nameraných hodnôt v zmysle metodiky skúšok a bola vyhotovená za účelom systemizácie všetkých získaných údajov o jednotlivých paneloch. V grafoch sú zaznamenané namerané priehyby a v evidenčných listoch sú uvedené aj hodnoty šírky trhlín [5].
Pretože nie všetky panely mali jednotlivé rebrá rovnako zdegradované, boli spracované pre každé rebro zvlášť tzv. evidenčné listy, príklad listu je v tab.1.

Tab. 1 Evidenčný list- panel P1

Hodnoty získané pri skúške:			
		Rebro pravé	**Rebro ľavé**
Vstupné údaje pred skúškou:			
		Rebro pravé	**Rebro ľavé**
Výstuž		V 8	V 8
Krytie výstuže		37 mm	37 mm
Charakteristika degradácie		krytie výstuže porušené, korózia výstuže pokročilá	krytie výstuže porušené, korózia výstuže pokročilá
Počiatočný priehyb		30 mm	30 mm
Maximálne hodnoty dosiahnuté pri skúške	zaťaženie	2,72 kNm^{-1}	2,71 kNm^{-1}
	priehyb	67,7 mm	69,8 mm
	šírka trhliny	1 mm	0,4 mm
Hodnoty pri dosiahnutí medzného stavu porušenia	zaťaženie	2,37 kNm^{-1}	2,36 kNm^{-1}
	priehyb	17,7 / 47 mm	20,7 / 50,7 mm
	šírka trhliny	0,2 mm	0,2 mm
Počet trhlín		18	13
Spôsob porušenia		trhlinou	

Evidenčný list panelu obsahuje súhrn poznatkov zistených pred skúškou a stanovené hodnoty pri skúšaní. Ide o nasledovné údaje:

-výstuž: V 8 značí výstuž 10 425 (V) priemeru 8 mm
R 8 značí výstuž Roxor priemeru 8 mm

-krytie výstuže: je vzdialenosť od pôvodného dolného okraja rebra po pozdĺžny prút, meraná v strede rozpätia

-počiatočný priehyb: je pred začatím statickej skúšky nameraný priehyb uprostred rozpätia (t.j. celkový priehyb od vlastnej tiaže a súčasný trvalý priehyb od zaťažení, ktoré v minulosti na panel pôsobili) za predpokladu, že pôvodný spodný okraj rebra bol priamkový
-maximálne hodnoty dosiahnuté pri skúške: v tomto bode sú uvedené hodnoty, ktoré sa podarilo dosiahnuť pri skúške
-hodnoty pri dosiahnutí medzného stavu: v tomto bode sú uvedené hodnoty, ktoré boli dosiahnuté pri dosiahnutí jedného z medzných stavov. Pri všetkých prvkoch bola rozhodujúca šírka trhliny, ostatné hodnoty zodpovedajú stavu pri dosiahnutí medznej šírky trhliny.
Z uvedených skúšok vyplynulo, že doposiaľ namerané hodnoty priehybov neohrozovali statickú funkciu panelov, keďže neboli preukázané prekročené limitné hodnoty, taktiež namerané šírky trhlín neprekročili medzný stav. Na niektorých strešných paneloch bola preukázaná značná degradácia krycej vrstvy výstuže, avšak korózia výstuže prvkov nebola natoľko pokročilá, aby jej úbytok ovplyvňoval ich únosnosť. Bol vytýčený cieľ naďalej sledovať zostávajúcu kryciu vrstvu betónu a jej vplyv na koróziu výstuže a teda na možné zníženie statickej funkcie - únosnosti strešných panelov v posudzovanom objekte.

Statické skúšky strešných panelov po 25-tich rokoch užívania – K-174 Koš

Vzhľadom na to, že v minulosti bola výstavba objektov K-174 rozšírená, je evidentné, že analogické prejavy degradácie sa môžu prejaviť aj v iných lokalitách na Slovensku. V v rámci výskumu sa preto okrem popísaných objektov posudzovali aj strešné panely v K-174 Koš. Ku statickým skúškam sa odobrali panely obdobným spôsobom ako v predchádzajúcom prípade a je možné konštatovať, že výsledky potvrdili závery z predchádzajúcich skúšok.

Zisťovanie skutkového stavu objektu po 50 rokoch užívania - K-174 Hrabušice

V r. 2014 bolo zrealizované kontrolné posúdenie poľnohospodárskeho objektu K-174 v Hrabušiciach a v Liptovskom Ondreji a boli uskutočnené merania priehybov strešných panelov. Z posúdenia vyplýva, že v Hrabušiciach je situácia oveľa vážnejšia, čo možno pripísať najmä zanedbanej údržbe – obr.3 a 4.

Obr. 3 Poruchy panelov v K-174

Na základe výsledkov obhliadky možno skonštatovať, že proces degradácie strešných panelov pokračuje naďalej. Z obr.3 je možné vidieť nielen opadávanie krycej vrstvy betónu, ale aj pretrhnutie výstuže, čo signalizuje vážny statický problém. Z obr. 4 v detailnom pohľade

vyplýva, že priebežne došlo aj ku opadnutiu krycej vrstvy, resp. v niektorých miestach sa kusy samovoľne oddeľujú.

Obr. 4 Pohľad na korodujúcu výstuž a odobratý zlomok z objektu K-174 - Hrabušice

Hlavná nosná výstuž je vo veľkej časti obnažená, podlieha vplyvu agresívneho maštaľného prostredia a koroduje. Naberá na objeme, čo sa výrazne prejavilo na väčšom počte panelov pozdĺžnou trhlinou. Trhlina zasahuje do kotevnej oblasti, dokonca až do miesta uloženia prvku a oblasť kotvenia sa preto javí problematická. Spoľahlivosť kotvenia je otázna, signalizuje začiatok možného kolapsu celej strešnej konštrukcie. Degradácia betónu spôsobuje zmenu veľkosti tlačenej časti betónu, čím sa zmenšuje rameno vnútorných síl prierezu a teda klesá ohybová odolnosť prvkov. Ďalej bolo zaznamenané vypadávanie zálievky medzi strešnými panelmi, čo signalizuje pokles spolupôsobenia panelov.
Z hľadiska opakovaného merania priehybov neboli zaznamenané nepriaznivé hodnoty, namerané hodnoty stále odpovedajú požiadavkám súčasnej platnej normy [3] .
Z fotodokumentácie (obr. 3) je vidieť, že proces degradácie strešných panelov je markantnejší na spodnom okraji rebra, kde sa môže očakávať stekanie skondenzovanej vody. V zmysle kritérií pre hodnotenie agresivity prostredia podľa STN EN 206-1[5], je možné dané prostredie charakterizovať ako XC2ažXC3, resp. XA1 až XA3. Predpokladá sa, že počas doby užívania objektu na betónové panely pôsobili najmä amoniak, sulfán, oxidy dusíka, oxid uhličitý a ďalšie škodliviny nachádzajúce sa v mikroklíme prostredia. Okrem chemickej agresivity v takejto prevádzke zohráva vážnu úlohu aj mikroklíma prostredia, zmeny teplotného režimu a vysoká relatívna vlhkosť prostredia, tak ako to vyplýva z literatúry [10].
Pre chemické posúdenie stavu degradácie sa z miest najväčšieho poškodenia strešných panelov odobrali zlomky betónu (v podstate s najmenšou súdržnosťou) a boli použité na stanovenie vytypovaných charakteristík podľa STNE EN 206-1[5]. Zo vzhľadu zlomkov na obr. 5 vyplýva, že napriek sekundárnej ochrane (použitý náter mal hrúbku do cca 2mm) došlo ku prieniku vlhkosti a agresívnych činiteľov z mikroklímy prostredia do betónu až na úroveň výstuží, čo sa prejavilo koróziou.
Pôsobenie uvedených agresívnych činiteľov na vzorkách reálnych betónov odobratých z exponovaných konštrukcií ako testovanie korózie na modelových vzorkách je v odbornej literatúre študované [6,7]. Je preukázané, že v prostredí poľnohospodárskych objektov s vysokou vlhkosťou a biočiniteľmi sa na betóne prejavuje najmä karbonatácia a síranová korózia [8], resp. vzhľadom na špecifické podmienky aj biokorózia .
Výsledky posúdenia betónových zlomkov sú uvedené v tab. 2, stanovené boli alkalická reakcia, sírany, chloridy, amónne soli ako hlavné sledované parametre v zmysle normy STN EN 206-1[5].

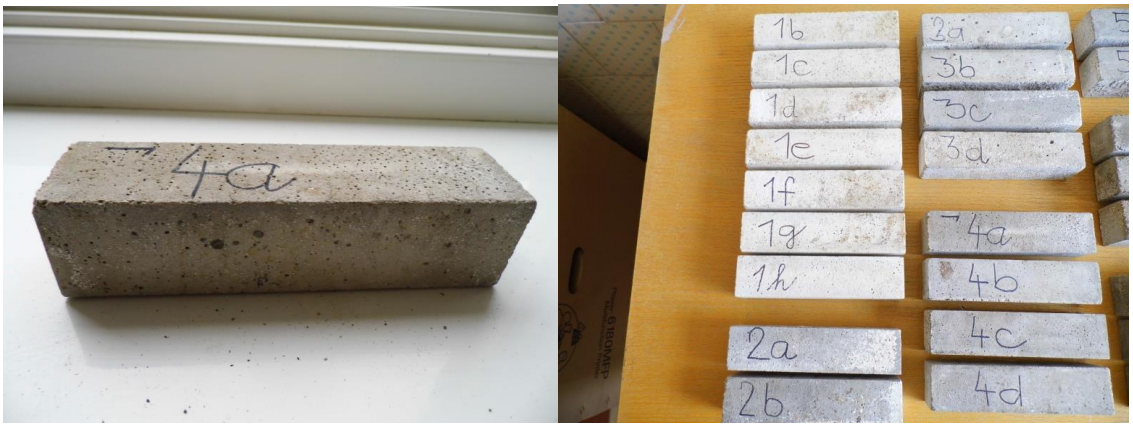
Tab. 2 Výsledky chemického posúdenia a alkality odberov

parameter	Zlomok 1	Zlomok 2	Zlomok 3	Zlomok 4	Zlomok 5	NM 1a
pH [-]	8,9	8,6	9,1	8,7	9,1	9,5
Karbonatácia	3.- 4. stupňa					
Chloridy [%]	0,075	0,07	0,06	0,06	0,075	0,036
Sírany [%]	1,33	1,33	1,33	0,66	2,0	0,903
Dusičnany [%]	0,16	0,16	0,18	0,085	0,16	0,08
Amónne soli [%]	0,64	0,42	0.42	0,41	0,65	0,61

Obr. 5 Vzhľad zlomkov odobratých z objektu K-174 – Hrabušice

Posúdenie stavu vzoriek po 37-ročnej expozícií v objekte K-174 Liptovský Ondrej

Okrem odobratých zlomkov betónu zo zabudovaných panelov je v súčasnosti predmetom skúšania aj účelovo vyrobená sada skúšobných trámcov, ktorá bola pri výstavbe objektu K-174 v Liptovskom Ondreji umiestnená do oblasti svetlíka. Ide o betónové trámce o rozmeroch 40mm x 40mm x160mm, celkový počet skúšobných telies je 38ks. Tieto boli po 37 ročnej expozícii prevezené do laboratória, za účelom posúdenia stavu jednak z hľadiska mechanických ale aj fyzikálno-chemických vlastností. Vzorky trámcov po doručení do laboratória vykazovali známky vlhkosti, preto boli podrobené sušeniu, stanovovali sa ich hmotnostné zmeny a rozmery. Keďže merania pevnostných charakteristík a modulov pružnosti ešte prebiehajú, komplexné spracovanie výsledkov bude publikované v neskoršom období.
Na obr. 6 sú dokumentované vzorky po 37 ročnej expozícii.



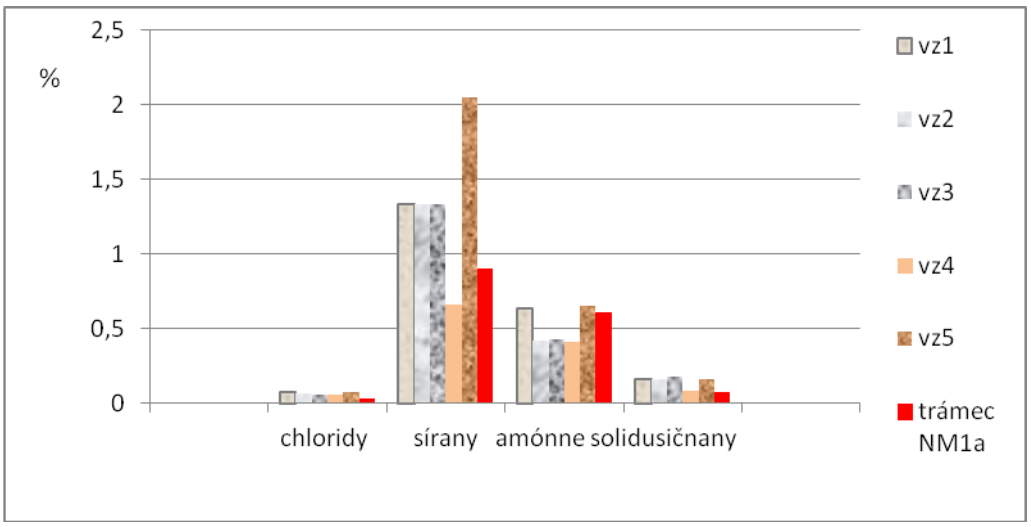
Obr. 6 Kategorizácia a príprava vzoriek na skúšky

V tab.3 je uvedený výsledok, týkajúci sa pevnosti v tlaku

Tab. 3 Výsledky posúdenia NM vz. po 37 ročnej expozícii

Sada	Parameter		
	Rozmery axbxc [mm]	Objemová hmotnosť [kg.m^{-3}]	Pevnosť v tlaku [MPa]
NM	40,3x40,2x159	2240	75,78 MPa

Nakoľko trámce boli vystavené agresívnemu maštaľnému prostrediu rovnako ako zabudované strešné panely, predpokladá sa, že počas doby ich expozície na nich pôsobili zhodné škodliviny nachádzajúce sa v mikroklíme prostredia (sulfán, amoniak atď.).
Na nasledujúcom obr.7 je uvedené porovnanie stanovených chemických charakteristík odobratých betónových zlomkov a reprezentanta zo sady trámcov s pracovným označením NM 1A.



Obr. 7 Výsledky stanovených parametrov trámca NM a odobratých zlomkov z konštrukcie strešného panela.

Z porovnania výsledkov stanovených koncentrácií vyplýva, že vo vzorkách vyšli najvyššie hodnoty pre sírany, čo sa podľa charakteru prevádzky aj očakávalo. Zároveň to potvrdzuje skutočnosť, že v dôsledku interakcií polutantov so vzdušnou vlhkosťou došlo ku vzniku

biogénnej kyseliny sírovej, čo zároveň spôsobilo pokles alkalickej reakcie (tab. 2). Priaznivou informáciou je nízka koncentrácia chloridov, čo súvisí s miestom odobratých prvkov.

Záver

Na základe statických skúšok po 25 rokoch užívania sa zistilo, že namerané hodnoty priehybov neohrozovali v spomínanom období statickú funkciu stropných panelov, pretože neboli prekročené normou stanovené limitné hodnoty. Taktiež namerané šírky trhlín neprekročili medzný stav. Predpokladalo sa, že môže v krátkom časovom úseku dôjsť k zníženiu statickej funkcie stropných panelov. Súčasný výskum po 50 rokoch užívania odhalil závažné poruchy, akými je obnažená, vybočená a aj roztrhnutá výstuž, čo signalizuje vážny statický problém. Je preto nutné okamžite sa týmto stavom objektov zaoberať, stanoviť mieru degradácie pre konkrétny objekt a navrhnúť efektívne riešenie užívania, resp. ukončenie užívania objektov.
Z výsledkov chemického posúdenia vyplýva, že v betóne prebieha viacero korozívnych dejov, najzávažnejším je pokles alkalickej reakcie v dôsledku karbonatácie a síranovej korózie.

Abstrakt

Tento príspevok je prezentáciou výsledkov z dlhodobého výskumu zameraného na odolnosť panelov v agresívnom prostredí. Výskumu boli podrobené poľnohospodárske objekty po 25 až 50 rokoch od ich zhotovenia. Sledovanie vybraných parametrov nosných betónových panelov sa realizovalo nedeštruktívnymi a deštruktívnymi metódami. Sledovali sa statické vlastnosti panelov, zmena pevnosti betónu a modulu pružnosti, chemické analýzy a ďalšie vybrané parametre.

Článok vznikol za podpory projektu VEGA 2/0166/11 Štúdium pozitívnych a negatívnych vplyvov sulfureta v životnom prostredí a v priemysle.

Literatúra:

[1] Priganc, S., Bahleda, F.: Zosilňovanie betónových prvkov, TU SvF Košice, 2005, 155 s. ISBN 80-8073-589-1
[2] Priganc,S., Fecko, L.: Zisťovanie statických vlastností betónových nosných prvkov skúškami, TU SvF Košice , 2012, ISBN 978-80-553-1263-7
[3] STN EN 1992-1-1 Eurokód 2:Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby.
[4] Priganc,S., Hegedusová, I.: Miera degradácie strešných železobetónových panelov v poľnohospodárskom objekte, 6.konferencia Speciální betony, 17.-18.2.2009, Beroun, 2009, s. 69-76, ISBN 978-80-866-0442-8
[5] STN EN 206-1: Betón: špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda.
[6] Eštoková, A., Kovalčíková, M.: Concrete composites resistance in sulphur environment, Visnik Nacionaľnogo universitetu Ľvivska politechnika: teorija i praktika budivnictva. No. 756, 2013, p. 37-42. ISSN 0321-0499
[7] Kovalčíková, M., Eštoková, A., Terpáková, E.: Externá síranová korózia cementových kompozitov spôsobená síranom horečnatým. In: CONSTRUMAT Conference about Structural Materials: sborník příspěvků: 20. mezinárodní konference: Malenovice, 11.6.-13.6.2014. - OstravaVŠB-TU, 2014 p. 1-7. ISBN 978-80-248-3381-1
[8] Kovalčíková,M.: Degradácia cementových kompozitov vplyvom síranovej korózie. In: Juniorstav 2014: 16. odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí: sborník anotací: 30.1.2014, Brno VUT, 2014, p. 1-4. ISBN 978-80-214-4851-3
[9] STN EN 1992-1-1 Navrhovanie betónových konštrukcií.
[10] Balkova, M.: Posúdenie mikroklimatických parametrov v objekte pre jalovice. Acta technologica agriculturae (online), vol. 12, 2009, no. 1, 2009.

[1] doc. Ing. Sergej Priganc, PhD, Stavebná fakulta TU v Košiciach, Ústav inžinierskeho staviteľstva, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice.
[2] RNDr. Eva Terpáková, PhD, Stavebná fakulta TU v Košiciach, Ústav environmentálneho inžinierstva, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice.
[3] Ing. Iveta Hegedüsová, Stavebná fakulta TU v Košiciach, Ústav inžinierskeho staviteľstva, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice.

STRENGTHENED CONCRETE ELEMENTS WITH STAINLESS STEEL REINFORCEMENT OF T-CROSS SECTION AT ELEVATED TEMPERATURE

ZOSILNENÉ BETÓNOVÉ PRVKY NEREZOVOU VÝSTUŽOU T-PRIEREZU PRI ZVÝŠENEJ TEPLOTE

Peter Sabol[1] - Sergej Priganc [2]

Abstract

This paper presents the partial results of research focused on determine the effect of elevated temperature on the efficiency strenghtnening concrete elements using additionally added reinforcement by NSM (Near Surface Mounted) method. As an NSM reinforcement were used T profiles of stainless steel and the two-part epoxy like an bond adhesive. A total of 15 samples were tested, where they cover the range of the effect of temperature in the range of 15 to 120°C. Concrete test samples had a cubic shape, from which was using the tensile machine pulled out NSM reinforcement (pull-out test). Base on the test results was determined functional dependence of the strength of NSM bond with regard to the increasing temperature which can be used in practice to determine the strength reduction coefficient NSM bond for the design of strengthened concrete elements exposed to temperatures up to 120°C.

Kľúčové slová: NSM Strengthening, pull-out test, temperature, concrete

Úvod

Výskum zosilňovania betónových prvkov a konštrukcií sa za posledné roky orientoval na použitie nových netradičných materiálov na báze FRP (Fiber Reinforced Polymer). Tieto moderné materiály majú vysokú pevnosť a výbornú odolnosť z hľadiska pevnostného i trvanlivosti. Majú však vážnu nevýhodu a tou je cena. Naproti tomu sa zabúda na staré a osvedčené spôsoby zosilňovania pomocou oceľovej výstuže, resp. využitia ocele ako takej na zosilňovanie. Táto oceľ má ale nedostatky v oblasti trvanlivosti. Treba poznamenať, že aj v tejto oblasti sa za posledné roky kvalita ocele výrazne zmenila tak v pevnosti ako aj v trvanlivosti. Navyše cena takejto ocele v porovnaní s FRP výstužou je výrazne nižšia. Progres v tejto oblasti sme našli v použití nehrdzavejúcej ocele. Špecifikum využitia nerezovej výstuže na zosilňovanie bolo v našom prípade zvýraznené tým, že nerezová výstuž bola použitá v neštandardnom T priereze. V súčasnosti sa na zosilňovanie používajú dve základné metódy, tzv. EBR (Externally Bonded Reinforcement), alebo NSM (Near Surface Mounted Reinforcement). Ide v podstate o nalepenie výstuže na betónový povrch, resp. vlepenie výstuže do drážok. Pri týchto aplikáciách je rozhodujúcim faktorom prenos šmykových napätí medzi betónom a pridanou výstužou, ktorý je realizovaný lepidlom, najčastejšie epoxidovou živicou. FRP výstuž a epoxidové lepidlá sú postavené na báze polymérov a za ich najväčšiu nevýhodu možno považovať citlivosť na pôsobiacu teplotu. Najvýraznejšie sa vplyv rastúcej teploty prejavuje pri lepidlách, kde sa postupne zhoršujú ich mechanické vlastnosti, čo následne ovplyvňuje aj pevnosť lepeného spoja. Daná problematika, hlavne pri NSM výstuži, je pomerne neprebádanou oblasťou a vystupuje tu potreba stanovenia limitov pre bezpečný návrh a používanie tohto systému. S prihliadnutím na uvedené skutočnosti bol navrhnutý experimentálny program zameraný na stanovenie účinku rastúcej teploty na pevnosť NSM spoja pomocou vytrhávacej skúšky t.j. pull-out testu.

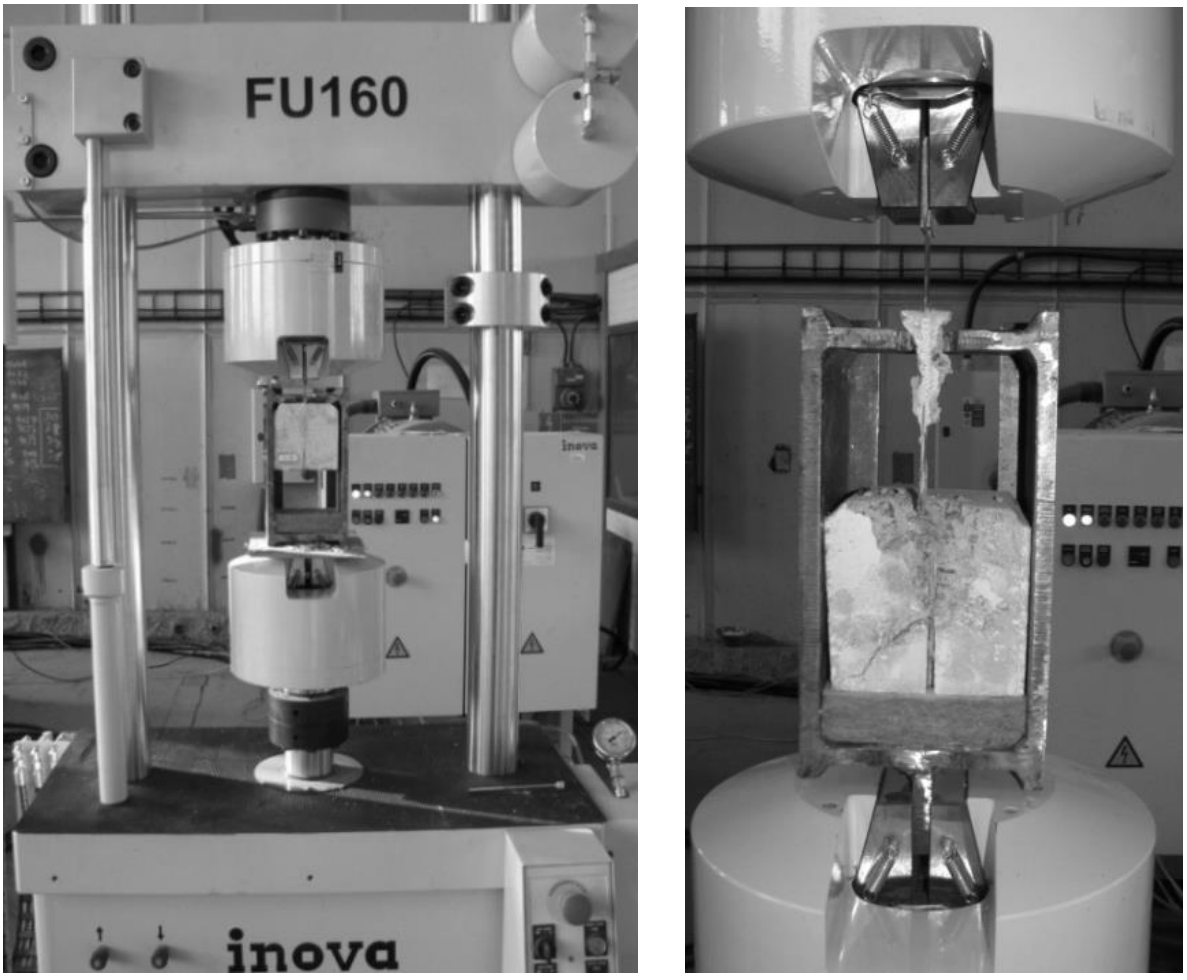
Materiály a parametre laboratórnych skúšok

Premenným parametrom v testoch bola pôsobiaca teplota, menovite 15, 60, 80, 100 a 120°C, navyše boli testované vzorky pri teplote 15°C (ďalej označované ako*15°C) po ochladení zo 100°C. Celkovo bolo vyrobených 15 vzoriek, ktoré reprezentovali betónové kocky s hranou 100 mm so zabudovanou NSM výstužou. Dĺžka spoja bola 60 mm, voľný koniec výstuže s dĺžkou 70 mm bol na úseku cca 30 mm uchytávaný čeľusťami trhacieho stroja. NSM výstuž – T profily z nehrdzavejúcej ocele s prierezom 20x20x4 mm. Drážky boli vyrezané s prierezom 6 x16 mm, čiže do drážky bola zapustená iba stojina prierezu a jeho pásnice boli prilepené na povrchu kocky. Na lepenie bolo použité dvojzložkové epoxidové lepidlo Sikadur 30.

Pevnosť betónu v tlaku a modul pružnosti v deň testovania vzoriek boli $f_{ck,cyl}$ =29,12 MPa a E_c =33,42 GPa. Pri nehrdzavejúcej oceli výrobca deklaruje pevnosť v ťahu $f_{0,2k}$= 412 MP a na medzi kĺzu f_t=649 MP, modul pružnosti E_s =200 GPa.

U epoxidového lepidla je podľa výrobcu [1], pri vytvrdzovaní za bežnej teploty (23°C), pevnosť v ťahu $f_{e,t}$ =22,5 MPa, modul pružnosti E_e =9,6 GPa a teplotná odolnosť 40 až 45°C.

Princíp samotnej skúšky tzv. pull-out testu spočíva vo vyťahovaní výstuže z betónovej vzorky za sledovania vyvolanej sily a príslušnej deformácie reprezentovanej posunom výstuže. Skúšky boli prevedené pomocou trhacieho stroja Inova FU 160 (Obr. 1a).

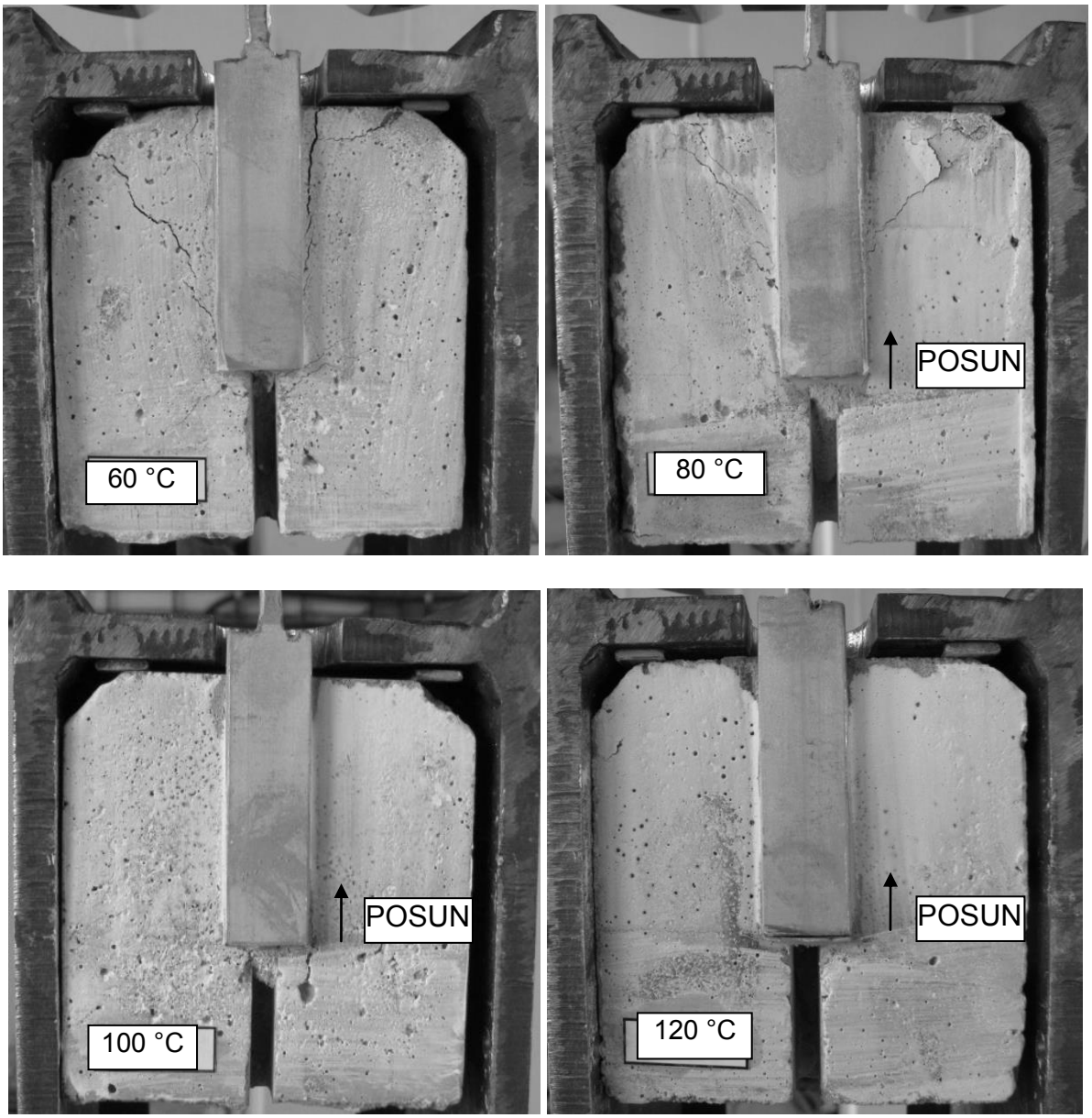


Obr. 1 a – Inova FU 160, b – upevňovanie vzorky

Na upevnenie vzoriek v trhacom stroji slúžila oceľová klietka (Obr. 1b), kde na jednej strane bola uchytená v čeľustiach trhacieho stroja a na druhej strane mala otvor na prevlečenie výstuže, ktorú bolo následne možné upnúť v protiľahlých čeľustiach. Ťahová sila vo výstuži bola vyvodzovaná prostredníctvom riadeného posunu čeľustí s rýchlosťou 1 mm/s. Výstupné dáta, v tomto prípade osová sila a posun výstuže, boli zaznamenávané priamo systémom riadiacej jednotky trhacieho stroja.

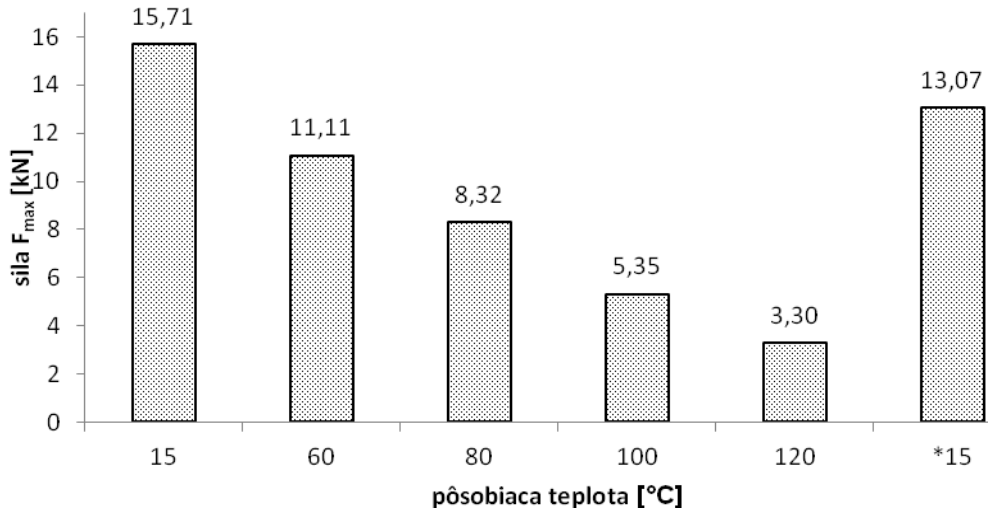
Výsledky a diskusia

Pri dostúpení pevnosti NSM spoja, charakterizovanou ťahovou silou F_{max}, nastalo porušenie vzoriek, ktoré vzhľadom na pôsobiacu teplotu malo rôzny charakter (Obr. 2). Pri teplotách do 60°C, ako aj po spätnom ochladení vzoriek nastalo porušenie pri prekročení ťahovej pevnosti betónu, kde NSM výstuž vytrhávala priľahlú vrstvu betónu. Pri teplote 80°C bolo porušenie kombináciou ťahového porušenia betónu a poklzu výstuže, kde nastalo kohézne porušenie v rámci vrstvy lepidla. Pri 100 a 120°C sa umocnila prítomnosť kohézneho porušenia lepidla.



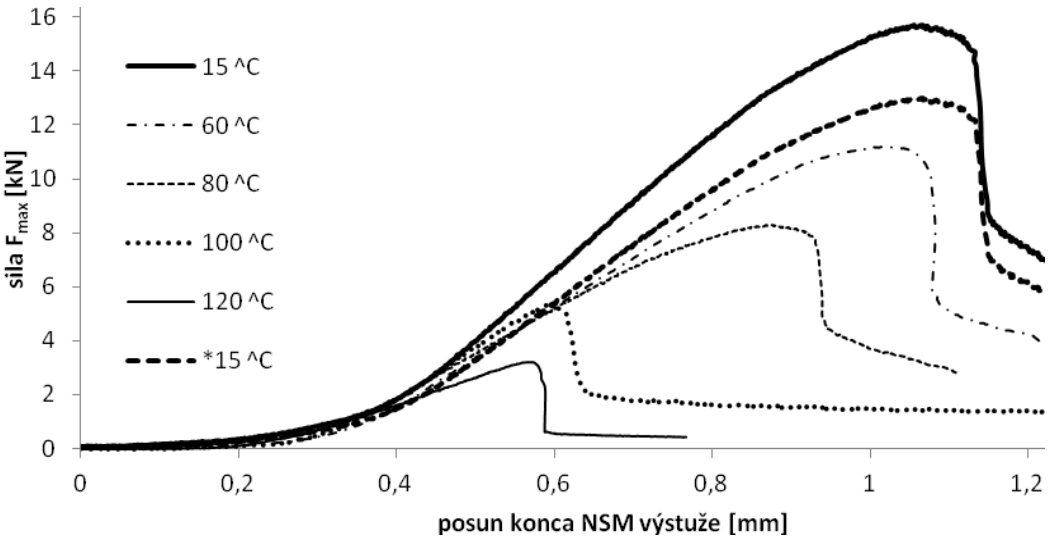
Obr. 2 Porušovanie vzoriek pri teplotách 60, 80, 100 a 120°C

S vplyvom rastúcej teploty sa všeobecne znižovala pevnosť NSM spoja (Obr. 3).Pri teplote 120 °C dosahovala pevnosť spoja už iba asi 20% pôvodnej pevnosti, naproti tomu pri spätnom ochladení vzoriek (*15) je možné badať reziduálnu pevnosť, ktorá zodpovedá približne 82% pôvodnej pevnosti.



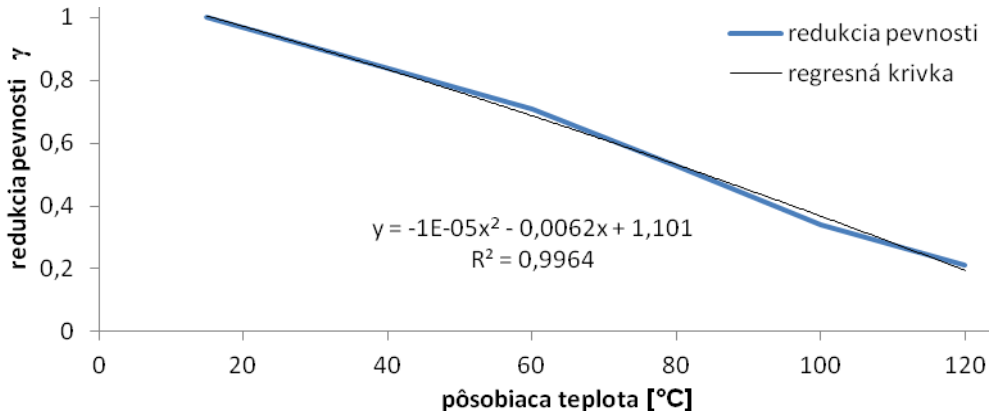
Obr. 3 Pokles pevnosti NSM spoja pri teplotách 60, 80, 100, 120 a *15°C

S vplyvom rastúcej teploty sa rovnako ako pevnosť NSM spoja výrazne znižovala aj jeho deformačná kapacita (Obr. 4). Podobne ako pri zmenách pevnosti spoja je aj pri tomto parametri možné badať postupný pokles deformačnej kapacity spoja, kde pri 120oc dosahuje asi 50% z hodnôt pri bežnej teplote a pri ochladení (*15) je mu prinavrátená podstatná časť deformačnej kapacity.



Obr. 4 Závislosť pôsobiacej sily a posunu ťahaného konca výstuže

Na základe získaných dát bola stanovená funkčná závislosť pevnosti NSM spoja s ohľadom na pôsobiacu teplotu, ktorá môže byť v praxi použitá pre stanovenie redukčného súčiniteľa pevnosti γ (Obr. 5). Na tomto mieste je však nutné poznamenať, že využiteľnosť tohto redukčného parametra je podmienená použitiu uvedenej kombinácii lepidla a výstuže.



Obr. 5 Pokles pevnosti NSM spoja pri teplotách od 15 do 120°C

Záver

Získané poznatky je možné zhrnúť nasledovne:

- s vplyvom rastúcej teploty sa postupne znižuje pevnosť NSM spoja na 70% pri 60°C, na 53% pri 80°C, na 36% pri 100°C a na 21% pri 120°C z pevnosti pri bežnej teplote (15°C),
- po spätnom ochladení vzoriek (zo 100°C) vykazuje lepený spoj reziduálnu pevnosť 82% z pevnosti pri bežnej teplote (15°C),
- do teploty 60°C bolo porušovanie NSM spoja podmienené ťahovou pevnosťou betónu, pri teplotách nad 80°C nastalo porušenie NSM spoja ako kombinácia ťahového porušenia betónu a kohézneho porušenia lepidla.

Abstrakt

Tento príspevok je prezentáciou čiastkových výsledkov výskumu zameraného na stanovenie vplyvu zvýšenej teploty na efektívnosť zosilnenia betónových prvkov pomocou dodatočne pridanej výstuže metódou NSM (Near Surface Mounted). Ako NSM výstuž boli použité T profily z nehrdzavejúcej ocele a ako lepidlo dvojzložkový epoxid. Celkovo bolo testovaných 15 vzoriek, ktoré pokrývali teplotnú škálu v rozmedzí 15 až 120°C. Skúšobné betónové vzorky mali tvar kocky, z ktorých bola pomocou trhacieho stroja vyťahovaná NSM výstuž (pull-out test). Na základe získaných dát bola stanovená funkčná závislosť pevnosti NSM spoja s ohľadom na pôsobiacu teplotu, ktorá môže byť v praxi použitá pre stanovenie redukčného súčiniteľa pevnosti NSM spoja pri návrhu zosilnených betónových prvkov vystavených teplotám do 120°C.

Literatúra:

[1] Sikadur 30 – Produktový list, 17.9.2012. 5 s., dostupné na: http://svk.sika.com /sk/solutions_products/document_download.html

[1] Ing. Peter Sabol, PhD, Stavebná fakulta TU v Košiciach, Ústav inžinierskeho staviteľstva, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice
[2] doc. Ing. Sergej Priganc, PhD, Stavebná fakulta TU v Košiciach, Ústav inžinierskeho staviteľstva, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice

3. Sekcia

BIOFYZIKÁLNE PROBLÉMY POĽNOHOSPODÁRSKYCH STAVIEB

PRODUCTION OF CO_2, NH_3 AND H_2S IN LOOSE HOUSING DAIRY COWS ON DEEP LITTER

PRODUKCIA CO_2, NH_3 A H_2S VO VOĽNOM USTAJNENÍ DOJNÍC NA HLBOKEJ PODSTIELKE

Ingrid Karandušovská - Matúš Bošanský- Patrik Piterka

Abstrakt
The aim of the experiment was to analyze the production of harmful gases in loose housing dairy cows on deep litter. Measurements of the ammonia concentration, carbon dioxide and hydrogen sulfide was carried out continuously in the summer for 62 hours, when the produced excrements were removed once a day and the second measurement was carried out also for a period of 62 hours, however, when the removal of excreta was carried out twice a day. Microclimate conditions during the experiment was comparable to the level, the environmental temperature was maintained at about 29 ° C and relative humidity 64%. By the analysis of the values in terms of frequency of production waste removal has been shown that the removal of the number twicw a day, the production of ammonia, carbon dioxide and hydrogen sulphide were higher, as it was in removing only once a day.

Key words: ammonia, dairy housing, manure removal

Úvod

Budovy určené pre chov hospodárskych zvierat musia byť zhotovené tak, aby zabezpečovali zdravé vnútorné prostredie ustajňovacích objektov a neohrozovali ustajnenie a chov zvierat. Zvyšujúce sa nároky na kvalitu živočíšnej produkcie vyvolávajú nutnosť zaoberať sa skvalitňovaním ustajňovacích podmienok hospodárskych zvierat, medzi ktoré patria hlavne mikroklimatické vlastnosti prostredia ako sú teplota, a vlhkosť vzduchu (Balková, 2009). Mikroklíma pre chov hospodárskych zvierat je tvorená abiotickými a biotickými faktormi. K abiotickým faktorom za zaraďuje vlhkosť a teplota vzduchu, osvetlenie. Medzi biotické faktory sa zaraďujú chemické faktory spojené s tvorbou a pôsobením toxických a zápachových plynov (Lendelová, 2011). Musí byť zabezpečené sledovanie a obmedzovanie vzniku emisií amoniaku a skleníkových plynov. Nemenej dôležité z hľadiska kvality ovzdušia v objekte živočíšnej výroby je vetranie, ktoré zabezpečuje potrebnú výmenu vzduchu, tým pádom eliminuje koncentrácie škodlivín a dochádza k regulácií mikroklímy, tiež k obmedzeniu tvorby a uvoľňovaniu amoniaku a skleníkových plynov (Knížatová et al, 2008). Podľa Pograna (2011) sa v ustajňovacích objektoch dosahuje požadovaný stav maštaľného vzduchu zvyčajne regulovaným prívodom množstva vonkajšieho vzduchu do zóny zvierat, ktorý je väčšinou neupravený. Pri nedostatočnom vetraní sa rýchlo prejavuje negatívny vplyv na kvalitu vnútorného prostredia (teplota, koncentrácie škodlivín). Vetranie v ustajňovacích priestoroch sa uskutočňuje prirodzeným, núteným alebo kombinovaným spôsobom. Výsledky analýz vplyvu technológie vetrania na znižovanie emisií uvádza Boďo (2013) vo svojom výskume, z ktorých vyplýva dôležitosť optimalizácie prúdenia vzduchu v objekte. Najväčším produktom živočíšnej výroby sú exkrementy. Hospodárske hnojivá a ich využívanie je dnes závažným problémom ďalšieho rozvoja živočíšnej výroby. Dôležité je odstraňovanie hnoja z ustajňovacích priestorov a tiež doprava do skladovacích priestorov. Sú to produkty, ktoré môžu pri nesprávnej manipulácii vážne ohroziť zdravie zvierat aj človeka v ustajňovacom objekte ako aj životné prostredie. Preto na manipuláciu s hospodárskymi hnojivami sú kladené stále vyššie a vyššie nároky (Brestenský, 2010).

Materiál a metódy

Kontinuálne meranie koncentrácií bolo realizované v letnom období v priestoroch veľkokapacitnej farmy. V objekte pre chov dojníc boli merané koncentrácie oxidu uhličitého, amoniaku a sírovodíka na piatich sledovaných miestach v 5 minútových intervaloch prostredníctvom meracieho zariadenia INNOVA 1309. Boli zvolené nasledovné miesta odberu vzoriek vzduchu:

miesto merania A : ležisko pri obvodovej stene objektu
miesto merania B : hnojná chodba
miesto merania C : strešný svetlík
miesto merania D : ležisko v strednom rade ležiskových boxov
miesto merania E : ležisko pri obvodovej stene objektu

Podľa vyhlášky Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky o chove hospodárskych zvierat a o usmrcovaní jatočných zvierat č. 230/1998 sú stanovené odporúčané limitné hodnoty :

Prípustné hodnoty koncentrácie škodlivín CO_2 je 2500 ppm (0,25 %)
Prípustné hodnoty koncentrácie škodlivín NH_3 je 25 ppm (0,0025 %)
Prípustné hodnoty koncentrácie škodlivín H_2S je 10 ppm (0,001 %)

Výsledky

Najnižšie priemerné koncentrácie CO_2 boli namerané po okrajoch ustajňovacieho objektu, v ležiskách pri obvodových stenách (A, E) a najvyššie koncentrácie boli zaznamenané v strednom rade ležiskových boxov (D) a v hnojnej chodbe (B). Kontinuálne meranie prebiehalo za technológie odstraňovania hnoja jeden krát za deň (graf 1).

V grafe 2 sú znázornené priemerné hodnoty koncentrácií oxidu uhličitého CO_2 získané zo všetkých sledovaných miest počas experimentu s technológiou vyhŕňania hnoja 2x za deň. Najvyššie koncentrácie boli zaznamenané v ležisku pri obvodovej stene (A) a v hnojnej chodbe (B). Najnižšie koncentrácie CO_2 boli zistené v mieste strešného svetlíka (C).

Z grafov je zrejmé, že vyššie koncentrácie oxidu uhličitého sa vyskytovali pri vyhŕňaní exkrementov dva krát za deň.

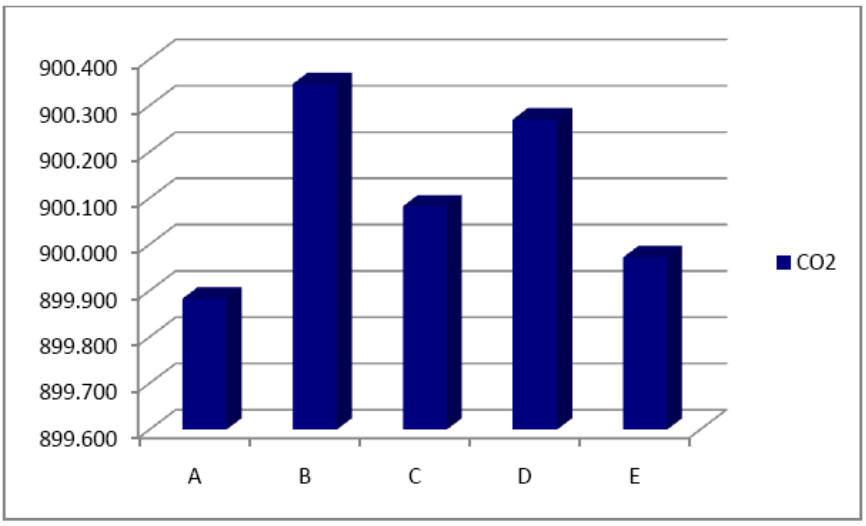
V grafe 3 sú zobrazené priemerné koncentrácie NH_3 a H_2S. Priemerné hodnoty sírovodíka sú takmer rovnaké na všetkých miestach merania. Najvyššia priemerná koncentrácia amoniaku bola zistená v ležiskových boxoch v strednom rade (D) a v boxoch pri obvodovej stene (A), pričom najnižšie priemerné koncentrácie boli v ležiskových boxoch – miesto merania E.

Výsledky z merania koncentrácií NH_3 a H_2S za použitia technológie vyhŕňania hnoja 2 x za deň sú znázornené v grafe 4. Priemerné koncentrácie amoniaku sú na všetkých miestach takmer rovnaké, podobne je to aj u sírovodíka.

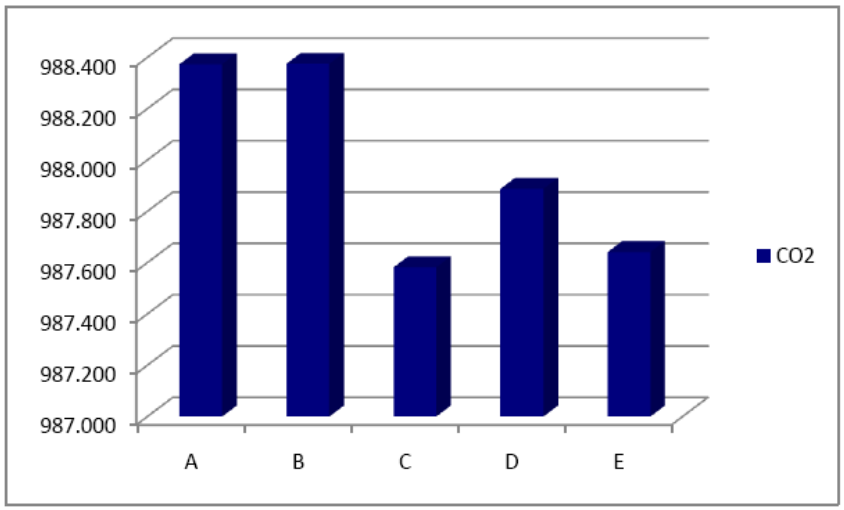
Priemerné koncentrácie oboch plynov sú takmer dvojnásobne vyššie pri vyhŕňaní exkrementov dva krát za deň. Všetky namerané koncentrácie plynov sú v súlade s doporučenými hraničnými hodnotami podľa vyhlášky 230/1998.

V tabuľkách 1 – 5 sú uvedené minimálne, maximálne a priemerné hodnoty monitorovaných plynov na jednotlivých miestach merania a podľa frekvencie odstraňovania hnoja.

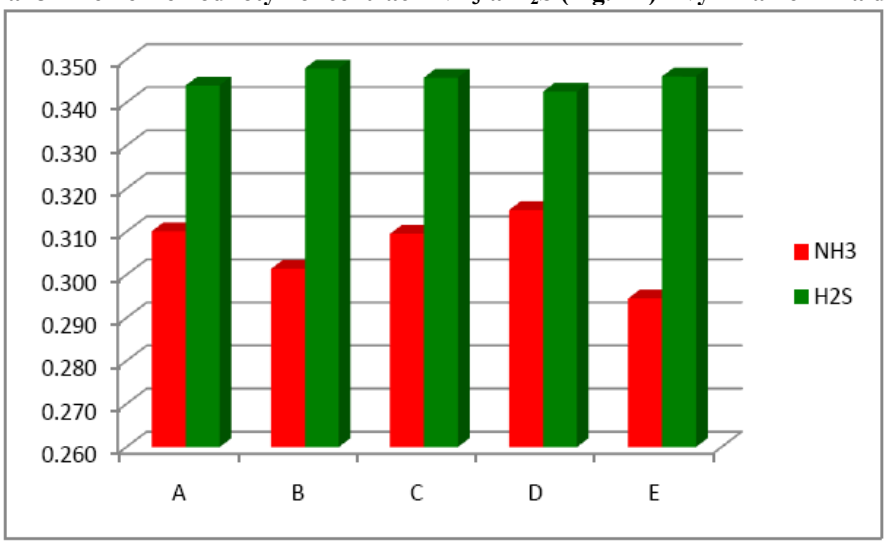
Graf 1 Priemerné hodnoty koncentrácií CO_2 (mg.m^{-3}) – vyhŕňanie 1x za deň



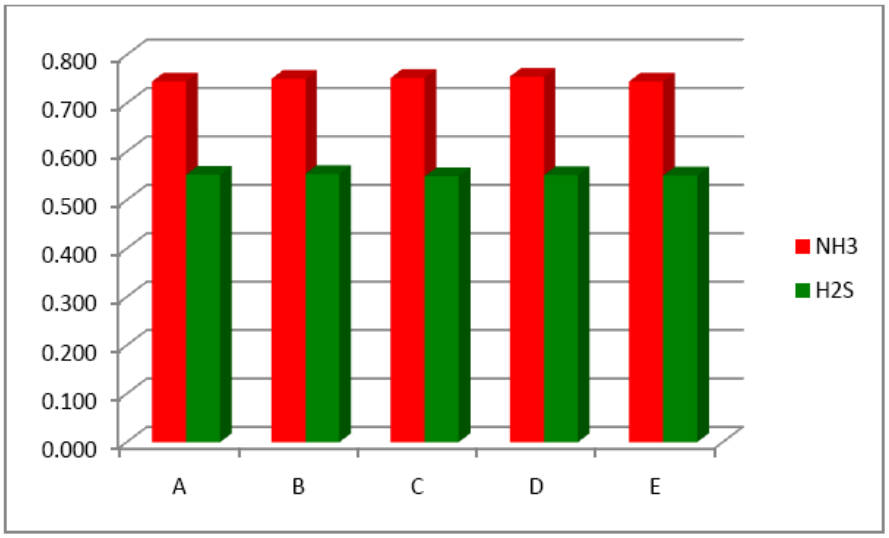
Graf 2 Priemerné hodnoty koncentrácií CO_2 (mg.m^{-3}) – vyhŕňanie 2x za deň



Graf 3 Priemerné hodnoty koncentrácií NH_3 a H_2S (mg.m^{-3}) – vyhŕňanie 1x za deň



Graf 4 Priemerné hodnoty koncentrácií NH_3 a H_2S ($mg.m^{-3}$) – vyhŕňanie 2x za deň



Tab. 1 Priemerné hodnoty koncentrácií plynov v mieste merania A

Vyhŕňanie 1x za deň	**CO_2 ($mg.m^{-3}$)**	**NH_3 ($mg.m^{-3}$)**	**H_2S ($mg.m^{-3}$)**
Priemer	899,88	0,31	0,34
Minimum	605,16	0,001	0,032
Maximum	1148,50	1,18	0,71
Počet meraní	420	420	420
Vyhŕňanie 2x za deň	**CO_2 ($mg.m^{-3}$)**	**NH_3 ($mg.m^{-3}$)**	**H_2S ($mg.m^{-3}$)**
Priemer	988,37	0,74	0,55
Minimum	797,88	0,001	0,06
Maximum	1386,20	2,64	1,00
Počet	420	420	420

Tab. 2 Priemerné hodnoty koncentrácií plynov v mieste merania B

Vyhŕňanie 1x za deň	**CO_2 ($mg.m^{-3}$)**	**NH_3 ($mg.m^{-3}$)**	**H_2S ($mg.m^{-3}$)**
Priemer	900,34	0,30	0,34
Minimum	620,60	0,001	0,02
Maximum	1158,90	1,12	0,69
Počet meraní	420	420	420
Vyhŕňanie 2x za deň	**CO_2 ($mg.m^{-3}$)**	**NH_3 ($mg.m^{-3}$)**	**H_2S ($mg.m^{-3}$)**
Priemer	988,37	0,75	0,55
Minimum	787,03	0,003	0,04
Maximum	1418,80	2,59	1,01
Počet	420	420	420

Tab. 3 Priemerné hodnoty koncentrácií plynov v mieste merania C

Vyhŕňanie 1x za deň	CO_2 (mg.m^{-3})	NH_3 (mg.m^{-3})	H_2S (mg.m^{-3})
Priemer	900,08	0,31	0,346
Minimum	613,90	0,001	0,05
Maximum	1119,400	1,174	0,73
Počet meraní	420	420	420
Vyhŕňanie 2x za deň	**CO_2 (mg.m^{-3})**	**NH_3 (mg.m^{-3})**	**H_2S (mg.m^{-3})**
Priemer	987,58	0,75	0,55
Minimum	787,03	0,01	0,040
Maximum	1494,20	2,32	0,99
Počet	420	420	420

Tab. 4 Priemerné hodnoty koncentrácií plynov v mieste merania D

Vyhŕňanie 1x za deň	CO_2 (mg.m^{-3})	NH_3 (mg.m^{-3})	H_2S (mg.m^{-3})
Priemer	900,27	0,32	0,34
Minimum	613,15	0,005	0,05
Maximum	1148,90	1,24	0,68
Počet meraní	420	420	420
Vyhŕňanie 2x za deň	**CO_2 (mg.m^{-3})**	**NH_3 (mg.m^{-3})**	**H_2S (mg.m^{-3})**
Priemer	987,88	0,75	0,55
Minimum	787,98	0,008	0,07
Maximum	1521,00	2,18	0,96
Počet	420	420	420

Tab. 5 Priemerné hodnoty koncentrácií plynov v mieste merania E

Vyhŕňanie 1x za deň	CO_2 (mg.m^{-3})	NH_3 (mg.m^{-3})	H_2S (mg.m^{-3})
Priemer	899,97	0,29	0,34
Minimum	652,08	0,001	0,012
Maximum	1140,40	1,15	0,69
Počet meraní	420	420	420
Vyhŕňanie 2x za deň	**CO_2 (mg.m^{-3})**	**NH_3 (mg.m^{-3})**	**H_2S (mg.m^{-3})**
Priemer	987,64	0,74	0,55
Minimum	794,68	0,03	0,05
Maximum	1473,30	2,71	0,92
Počet	420	420	420

Záver

Vhodné prostredie objektu živočíšnej výroby, ktoré zodpovedá svojimi parametrami nárokom ustajnených zvierat, je jedným z rozhodujúcich predpokladov úspešného chovu,

pretože ovplyvňuje úžitkovosť zvierat, ich zdravotný stav, či spotrebu krmiva. Medzi základné požiadavky prostredia ustajňovacieho objektu patrí dostatočná výmena vzduchu a dostatočný objem maštaľného priestoru. Do popredia sa čím viac dostáva ochrana životného prostredia a pohoda zvierat, preto sa snažíme emitovať minimálne množstvá amoniaku a skleníkových plynov, a takto zabezpečiť životnú pohodu zvieratám. Z výsledkov praktických meraní v objekte pre chov dojníc vyplýva, že koncentrácie škodlivých plynov neprekročili doporučenú hranicu. Vyhŕňanie exkrementov sa vykonávalo raz za deň a dva krát za deň. Pri vyhŕňaní dva krát za deň boli namerané vyššie koncentrácie ako pri odstraňovaní hnoja raz za deň. Tu sa potvrdil fakt, že pri manipulácii s hnojom vznikajú významne úniky plynov. Preto je dôležité, nielen časté vyhŕňanie exkrementov, ale ako uvádza Braam et al. (1997) zníženie emisií hlavne amoniaku v chove hovädzieho dobytka až o 65 % je možné kombináciou vyhŕňania hnoja a sprchovania podlahy vodou. Systém sprchovania podláh znižuje koncentráciu močoviny a súčasne odstraňuje moč z povrchu podláh.

Použitá literatúra

BALKOVÁ, M. - POGRAN, Š. 2009. Posúdenie mikroklimatických parametrov v objekte pre jalovice. In Acta technologica agriculturae, 2009, roč. 12, č. 1, s. 15-18. ISSN 1335-2555.

BRAAM, C. R., SMITS, M. C. J., GUNNINK, H., SWIESTRA, D. 1997. Ammonia emission from a doublesloped solid floor in a cubicle house for dairy cows. In: Journal of Agricultural Engineering Research 68: 375-386.

BRESTENSKÝ, V. - BOTTO, Ľ. 2010. Manipulácia a skladovanie hospodárskych hnojív. Brožúra, 1. vyd. Nitra: Agrokomplex Nitra, 2010, 75 s.

BOĎO, Š. - GÁLIK, R. - MIHINA, Š. 2013 Vplyv technológie chovu na produkciu emisií amoniaku a skleníkových plynov v objektoch pre hydinu. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2013. 90 s. ISBN 978-80-552-1068-1.

KNÍŽATOVÁ, M. - ŠOTTNÍK, J. - MIHINA, Š. 2007. Emisie amoniaku a metánu zo živočíšnej výroby v Slovenskej republike. In Bioclimatology and natural hazards" International Scientific Conference, Slovakia, September 17 - 20, 2007, ISBN 978-80-228-17-60-8.

POGRAN, Š. – BIEDA, W. – GÁLIK, R. – LENDELOVÁ, J. – ŠVENKOVÁ, J. 2011. Kvalita vnútorného prostredia ustajňovacích objektov. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2011. 242 s.

Súhrn

Cieľom experimentu bola analýza produkcie škodlivých plynov vo voľnom ustajnení dojníc na hlbokej podstielke. Merania koncentrácie amoniaku, oxidu uhličitého a sírovodíka prebiehalo v letnom období kontinuálne po dobu 62 hodín, kedy vyprodukované exkrementy boli odstraňované jeden krát za deň a druhé meranie bolo uskutočnené taktiež v trvaní 62 hodín, kedy však odstraňovanie exkrementov bolo vykonávané dvakrát za deň. Mikroklimatické podmienky vzduchu počas trvania experimentu boli na zrovnateľnej úrovni, teplota prostredia sa udržovala na cca 29°C a relatívna vlhkosť vzduchu 64%. Analýzou získaných hodnôt produkcie z hľadiska frekvencie odstraňovania exkrementov bolo preukázané, že pri počte odstraňovania 2x za deň bola produkcia amoniaku, oxidu uhličitého aj sírovodíka vyššia, ako to bolo pri vyhŕňaní len raz denne.

Kľúčové slová: amoniak, ustajnenie dojníc, odstraňovanie hnoja

Poďakovanie

Výskum uskutočnený na Katedre stavieb, Technickej fakulty, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre bol podporený Vedeckou grantovou agentúrou pod grantom VEGA č. 1/0575/14 s názvom "Minimalizácia rizík faktorov prostredia v objektoch živočíšnej produkcie".

Kontaktná adresa:
Ing. Ingrid Karandušovská, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Technická fakulta, Katedra stavieb, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: ingrid.karandusovska@uniag.sk

Riziko tepelného stresu a možnosti ochladzovania dojníc vo vzťahu k parametrom chovného prostredia

[1/] **Jana Lendelová,** [1/] **Miroslav Žitňák,** [1/] **Štefan Pogran, CSc.,** [1/] **Ing. Matúš Bošanský,** [2/] **Patrik Piterka**

Abstract

Risk of animal heat stress is affected by several factors. Cow cooling in cow stables with natural ventilation is usually solved by increasing flow rate of air by fans, evaporative cooling or their combination. In practice, sometimes, there is a significant reduction in the effect of these technologies, however. Especially, in the reconstructed building, the direct solar radiation has important affect, because it enters into a series of side-open-wall cubicles and it avoid animals to enter into cubicles for 4-5 hours. Overheating state of lying area can be avoided by construct of shelter, which reduces the air temperature and the surface temperature of a bed. The aim of this study was to compare the effect of shielding, which was built up in one of two identical stables for cow breeding. Results have confirmed that shadow is an important factor in the elimination of heat stress and showed the way for improving of quality of breeding environment. The temperature-humidity regime in the observed summer did not indicate such a dangerous level of heat load, as determined visually in our first behavioral measurements in the stables without shielding.

Úvod

Pri náraste počtu po sebe nasledujúcich letných dní s maximálnou teplotou nad 25 °C sa znižujú produkčné schopnosti dojníc a dochádza k zhoršeniu ich zdravotného stavu, čo je spôsobené fyziologickým vyčerpaním. Príznakom stresu je pokles príjmu krmiva o 8-12 % a následne i pokles produkcie mlieka až o 20-30 %, strata telesnej hmotnosti, zrýchlená frekvencia dýchania a zhoršenie celkového zdravotného stavu dojníc. Použitím vhodných riešení na zamedzenie týchto negatívnych účinkov možno dosiahnuť zmiernenie produkčných strát, resp. ochrániť kvalitu chovného prostredia zvierat.

Na nebezpečenstvo vzniku vysokých teplôt v chovateľskom prostredí poukazuje aj väčší počet tropických dní, ktoré sa u nás vyskytli v posledných rokoch pravdepodobne v súvislosti so stále diskutovaným globálnym otepľovaním. Nepripravenosť chovateľov na extrémne teploty spôsobili evidentné ekonomické straty.

Vznik tepelného stresu hovädzieho dobytka závisí od viacerých faktorov a je pomerne zložité vyjadriť ho jedným údajom. Prostredie teplotou presahujúcou hornú hranicu termoneutrálnej zóny núti organizmus zvierat zapájať do činnosti termoregulačné mechanizmy pre prežitie v podmienkach vysokých teplôt vzduchu. Ich správnou funkciou môže byť do určitej miery vyrovnávaná telesná teplota. Vždy je to však na úkor energie potrebnej k produkcii.

Vstupným príznakom prehriatia dobytka je *zrýchlenie dychu a zvýšená rektálna teplota*. Zrýchleným dýchaním sa síce zvýši odparovanie vody, ale zároveň sa z krvi odstraňuje CO_2. Toto môže po určitom čase viesť k vzostupu pH krvi a k respiračnej alkalóze. Vzniku respiračnej alkalózy napomáha i zvýšené slinenie, ktoré zvyšuje ochladzovací efekt. Naopak zvýšené slinenie môže mať za následok metabolickú acidózu, pretože sa strácajú látky, ktoré dojnice potrebujú k pufrácii bachora.

Teplota vzduchu môže byť znižovaná *prirodzeným alebo núteným vetraním*. Ak vstupné faktory zabezpečujúce funkčnosť prirodzeného vetrania v letnom období zlyhávajú (bezvetrie, rozmermi nevyhovujúci objekt, atď.), je potrebné využiť niektorý zo systémov núteného vetrania. V najjednoduchšom prípade ide o tzv. cirkulačné ventilátory, ktoré sa obyčajne inštalujú za sebou v smere pozdĺžnej osi objektu a svojou činnosťou priebežne uvádzajú do pohybu vzduch. Týmto dochádza k zrýchleniu posunu vzduchu v dôsledku zvýšenia jeho rýchlosti prúdenia, a tým k možnosti lokálneho využitia ochladzovacieho efektu zvieratami (*chill effect*). Zároveň sa takto vyrieši i minimálna výmena opotrebovaného vzduchu v objekte. Spôsob kombinácie prirodzeného vetrania s ventilátormi sa najčastejšie využíva pre zvieratá najväčšej hmotnostnej kategórie (Muller et al., 2007).

Pri nižšej relatívnej vlhkosti je vysoko účinné ochladzovanie využívajúce odpar vody (evaporačné chladenie) s možnosťou chladiť zvieratá priamo alebo nepriamo. Na znižovanie teploty sa využíva fyzikálny princíp odparenia kvapôčky vody, pri ktorom sa odoberá teplo z tela zvieraťa alebo z prostredia.

Pri nepriamom ochladzovaní dochádza v objekte k ochladeniu vzduchu vodou vysokotlakovými systémami *„fog“* a *„mist“,* kedy sú do priestoru maštale rozptyľované čiastočky vody vo forme ľahkej alebo ťažkej hmly. Jej následným odparením dochádza ku zníženiu teploty vzduchu. Vdychovaním ochladeného vzduchu sa takto odoberá časť prebytočného tepla organizmu.

Forma „*fog*“ - tzv. ľahká hmla s veľkosťou čiastočiek vody menšou ako 0,02 mm zostáva až do úplného odparenia rozptýlená vo vzduchu. Forma „*mist*“ predstavuje tvorbu tzv. ťažkej hmly s veľkosťou čiastočiek vody v rozmedzí od 0,02 až do 0,05 mm, ktoré pozvoľne klesajú. Počas pádu sa čiastočne odparujú vo vzduchu, čiastočne dopadajú na povrch a nakoniec sa tiež odparia.

Oba spôsoby sú pri výkonnej ventilácii účinné a na množstve fariem napomáhajú pri extrémnom letnom počasí, ale konštrukčne, prevádzkovo i cenovo sú náročnejšie. Pre vytvorenie hmlových čiastočiek vody je nutné do hmlových trysiek privádzať prefiltrovanú vodu pod veľkým tlakom. Pri použití tohto systému, hlavne pri dlhodobom vdychovaní ochladeného vzduchu, sa zistila zvýšená náchylnosť zvierat na respiračné ochorenia. Ak sa použije ťažká hmla, hrozí navyše nebezpečenstvo usádzania dopadajúcich čiastočiek vody na srsti ustajnených zvierat, čím sa na tele vytvorí izolačná vrstva medzi srsťou a kožou, ktorá bráni odvodu tepla z organizmu.

Ďalší spôsob ochladzovania zvierat je priame chladenie kropením, resp. sprchovaním, kedy majú čiastočky vody veľkosť 0,05-0,15 mm. Pri tomto postrekovom nízkotlakovom systéme dokáže voda aplikovaná priamo na telo zvierat preniknúť cez srsť až ku koži. Jej odparovaním je potom nadbytočné teplo v organizme odvádzané do prostredia a dojnica sa takto ochladzuje. Takéto ochladzovanie zvierat je konštrukčne, prevádzkovo i investične menej náročné v porovnaní s priamym ochladzovaním vzduchu. Vzhľadom k požadovanej veľkosti čiastočiek vody je možné totiž používať bežný vodovodný tlak a jednoduchšiu filtráciu vody. Systém je tiež možné doplniť ventilátormi (Knížková a kol., 2010).

Pre ochladzovanie dobytka vodou priamo na telo zvierat sa používa najčastejšie tzv. *kentucký* systém ochladzovania alebo *floridský* systém ochladzovania. Ich podstatou je aplikácia vody na telá zvierat pomocou kropiacich zariadení. Doba aplikácie vody je pri týchto systémoch riadená mikroprocesorom so zabudovaným elektromagnetickým ventilom. Teplotný senzor aktivuje aplikáciu vody iba po dosiahnutí nastavenej teploty vzduchu (spravidla 25 °C). V *kentuckom* systéme je voda aplikovaná po dobu 2,5 minúty každých 7 minút, vo *floridskom* systéme 30 sekúnd každých 5 minút. Riadenie je centrálne. Účinok kropenia zvierat zefektívňuje zvýšené prúdenie vzduchu.

Výskumy zaoberajúce sa vplyvom tepelného stresu na zvieratá v našom klimatickom pásme ukazujú, že v nížinných oblastiach sa v roku vyskytuje asi tretina tzv. letných dní, z toho takmer polovica je tropických s teplotno-vlhkostným indexom vyšším ako 78 . Ale i v podhorských a horských oblastiach bol zistený alarmujúci počet dní s *THI* vyšším ako 72 .

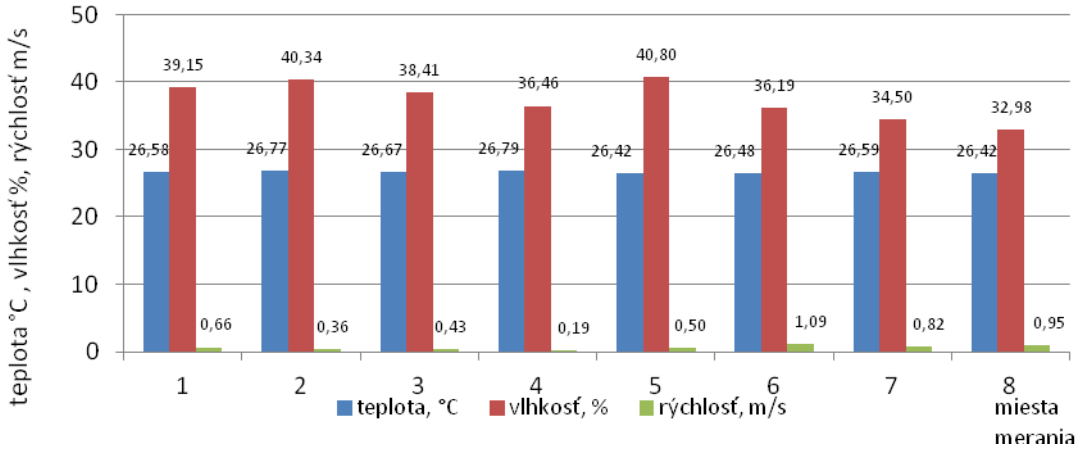
Existuje rozdiel medzi vplyvom stáleho a striedavého zaťaženia vysokou teplotou a tak isto medzi dĺžkou expozície zvierat v takomto prostredí. Striedavé pôsobenie vysokej a nízkej teploty nespôsobuje dojniciam na rozdiel od permanentnej hypertermie výrazné narušenie homeostázy. Nepretržité pôsobenie vysokej teploty predstavuje pre organizmus väčšiu záťaž ako striedavé, preto je jej vplyv na produkciu výraznejší. Pri striedaní teplôt dochádza pri nočnom ochladení k uvoľneniu a regenerácii biologických funkcií organizmu.

Materiál a metódy

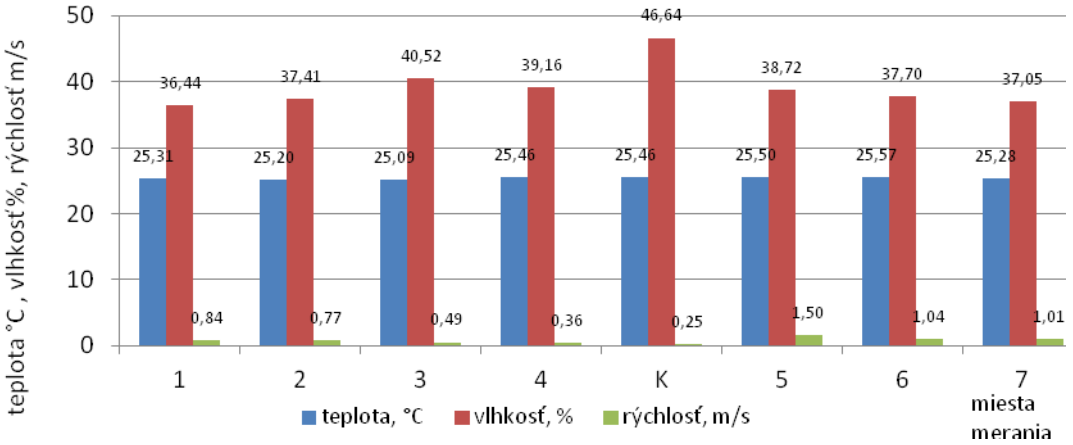
Experimenty prebiehali na univerzitnej farme v Oponiciach, kde sa nachádzajú dva rovnaké zrekonštruované objekty pre chov dojníc, každý s kapacitou 175 ks zvierat. Pred rekonštrukciou hlavne v letnom období chovateľov trápila nízka úžitkovosť, čo sa vzájomnou pomocou odborníkov viacerých špecializácii podarilo zlepšiť a postupne dosiahnuť dojnosť 9000-10000 l mlieka na dojnicu. V jednom z pokusov sme sa zamerali na riešenie problému nezalíhania zvierat v okrajovom pásme pozdĺž otvorenej obvodovej steny, kde bol odstup 56 ks okrajových ležísk od vonkajšej línie obvodových otvorov minimálny. Priame slnečné žiarenie tu na jednej strane znemožňovalo ich využívanie v horúcich letných dňoch, na druhej strane prehriaty vzduch v celej tejto časti maštale často zachádzal za únosnú mieru teplotno-vlhkostného indexu. Z toho dôvodu bol v prvej časti experimentu vyhotovený prístrešok s tieniacou textíliou, aby zvieratá mohli zalíhať aj do tohto radu boxov. V druhej časti experimentu boli analyzované mikroklimatické parametre v modifikovanej oblasti v porovnaní s vedľajším objektom, kde tieniaci prístrešok zhotovený nebol. K meraniu sme využili datalogery COMET a snímač ALMEMO.

Výsledky

Prístrešok tienil počas celého dňa, zvieratá postupne zalíhali a v objekte sa v porovnaní s dolnou netienenou maštaľou znížila teplota vzduchu. Prístreškovou konštrukciou sa rozšírilo rozpätie pre priečne prevetrávanie a pri previse textílie vo zvislom smere z hornej úrovne prístrešku o 800 mm sa zúžili privádzacie otvory, čo spôsobilo nedostatočnú výmenu vzduchu v dojárni, ktorá je situovaná medzi dvoma objektami. Po úprave previsu textílie na projektované rozmery sa chyba odstránila a režim prúdenia vzduchu takmer nebol narušený (obr. 1 a 2). V období zvýšenej vonkajšej vlhkosti vzduchu je potrebné predĺžiť v strednom objekte denný interval aktivovania ventilátorov, pričom nemusí byť eliminované kropenie zvierat. Aj prúdenie vzduchu vo vnútorných radoch ako v zóne ležiacich zvierat, tak i v zóne stojacich zvierat sa pohybovalo v odporučenom rozmedzí medzi 0,5 až 1,7 $m.s^{-1}$. Z dôvodu zníženého podhľadu bolo značne závislé od prídavných hodnôt bočných vetrov v exteriéri.



Obr. 1 Dolný objekt – príklad súčasne meraných hodnôt mikroklimatických parametrov v priečnom reze objektu



Obr. 2 Stredný objekt - príklad súčasne meraných hodnôt mikroklimatických parametrov v priečnom reze objektu

Záver

Proces redukcie tepelnej záťaže dojníc má dôležité ekonomické dôsledky, ktoré závisia od miery odchýlky od produkčných parametrov a vplyvu zmeny klímy na reprodukčný proces a zdravotný stav zvierat. Z výsledkov našich meraní vyplýva, že v reálnych podmienkach môže prichádzať k stratám z vysokej tepelnej záťaže aj v prípade, kedy sú používané niektoré prostriedky eliminovania tepelného stresu dojníc, ako tomu bolo spočiatku v prípade rekonštruovaných objektov v sledovanej farme.
Na experimentálnej farme to bolo takmer štvrtinové nevyužívanie ležiacich boxov počas dňa, čo môže pre každú hodinu zníženia doby ležania predstavovať zníženie produkcie mlieka o 1,7 kg mlieka/zv./d (Drissler et al., 2007). Tienenie je významným faktorom eliminácie tepelného stresu a ukázalo cestu zlepšenia kvality chovného prostredia i v našej farme. Teplotno–vlhkostný režim v sledovanom letnom období hodnotený pomocou teplotno-vlhkostného indexu neindikoval takú nebezpečnú úroveň záťaže, ako bolo zistené vizuálne pri našich prvých etologických meraniach. Pri detailnom rozbore mikroklímy v zóne najčastejšieho pohybu zvierat, kde má byť podľa Brestenského a kolektívu (2006) zabezpečené v letnom období rýchlosti prúdenia od 0,5m.s^{-1} do 1,7m.s^{-1}, boli zistené vyhovujúce podmienky pri použití spŕch a ventilátorov v stave pred zatienením, aj po

zatienení, všetky do hodnoty 1,5 $m.s^{-1}$. Vyššie intenzity rýchlosti vzduchu alebo vyšší výkon zariadenia na evaporačné ochladzovanie nebolo opodstatnené použiť. Nadmerné zvýšenie prúdenia vzduchu v maštali produkuje rozvoj aeróbnej mikroflóry v exkrementoch zvierat, v podstielke i na tele ustajnených zvierat. Vodné kvapky, ktoré sa neuplatnia na funkcii evaporácie na povrchu tela zvierat, vytvárajú priaznivé podmienky pre rozvoj celého spektra mikroorganizmov. Výsledkom by mohla byť zvýšená produkcia amoniaku, skleníkových plynov a jednotlivých funkcií rozkladu organických látok nad obvyklú úroveň pri bežných podmienkach. Základnou funkciou technológie výmeny vzduchu v maštali (vetracie zariadenie), by malo byť nielen udržiavanie optimálnej teploty, ale aj odstránenie škodlivých plynov z ovzdušia chovného priestoru, vrátane prísunu a rovnomernej distribúcie čerstvého vzduchu v životnej zóne zvierat (Knížatová et.al., 2008). Dostatočné vetranie zbavuje vnútorné ovzdušie prebytočného oxidu uhličitého, ale aj škodlivého amoniaku (NH_3), zápachových plynov a vlhkosti.

Abstrakt

Riziko vzniku tepelného stresu zvierat ovplyvňuje viacero faktorov. V ustajňovacích objektoch s prirodzeným vetraním je ochladzovanie dojníc obyčajne riešené zvýšením rýchlosti prúdenia vzduchu pomocou ventilátorov, evaporačným ochladzovaním alebo ich kombináciou. V praxi však niekedy dochádza k významnej redukcii účinku týchto technológií. Hlavne pri rekonštruovaných objektoch má významný vplyv aj priame slnečné žiarenie do radu okrajových boxov, ktoré bráni zvieratám vstúpiť do boxov 4-5 hodín. Prehrievaniu ležísk je možné predísť vyhotovením tieniaceho prístrešku, ktorý zníži teplotu vzduchu i povrchovú teplotu ležísk. Cieľom práce bolo porovnať účinok tienenia, ktoré bolo vyhotovené v jednom z dvoch rovnakých ustajňovacích objektov pre chov dojníc. Výsledky meraní potvrdili, že tienenie je významným faktorom eliminácie tepelného stresu a ukázalo cestu zlepšenia kvality chovného prostredia. Teplotno–vlhkostný režim v sledovanom letnom období neindikoval takú nebezpečnú úroveň záťaže, ako bolo zistené vizuálne pri našich prvých etologických meraniach v objekte bez tienenia.

Príspevok vychádza z poznatkov projektu VEGA 1/0575/14 a osemvstupová prenosná meteostanica využitá pri meraniach bola zakúpená z projektu Operačného programu Výskum a Vývoj NFP 26220220014.

Zoznam použitej literatúry

1. BRESTENSKÝ, V. – MIHINA, Š. 2006. *Organizácia a technológia chovu mliekového hovädzieho dobytka*. SCPV Nitra, 109 s. ISBN 80-88872-53-7.
2. HILLMAN, P. E. – GEBREMEDHIN, K. G. – PARKHURST, A. – FQUAY, J. – WILLARD, S. 2001. Evaporative and convective cooling of cows in a hot and humid environment. p.343-350 In: *Livestosk and Environment VI.:* Proceedings of the 6th International Symposium May 21-232, 2001, Louisville, KY. ASAE.
3. KNÍŽATOVÁ, M. - MIHINA, Š. - ORSÁG, J. - KARANDUŠOVSKÁ, I. - ŠOTNÍK, J. 2008. Intenzita ventilácie a emisie skleníkových plynov z objektu na výkrm brojlerových kurčiat. In Journal of Central European Agriculture. ISSN 1332-9049, 2008, VOL. 9, NO. 3, S. 527-531.
4. KNÍŽKOVÁ, I., - KUNC P.: *Využití technologie evaporačního ochlazování s řídicími jednotkami k eliminaci tepelného stresu u skotu.* Certifikovaná metodika, VÚŽV,v.v.i. Praha Uhříněves, 2010, s.22.

5. MÜLLER, H.J - MÖLLER, B - GLÄSER, M. 2000. The Determination of Air Change Rates in Naturally Ventilated Cattle Barns. In: *ROOMVENT* 9-12 July 2000. Proceedings Volume I, p 505-510.
6. POGRAN, Š. - BIEDA, W. - GÁLIK, R. - LENDELOVÁ, J. - ŠVENKOVÁ, J. *Kvalita vnútorného prostredia ustajňovacích objektov.* 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2011. 242 s.

[1/] Katedra stavieb, Technická fakulta SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 NITRA, e-mail: Jana.Lendelova@uniag.sk

[2/] Veľkokapacitná farma dojníc - Oponice, VPP kolíňany

THE EFFECT OF AMMONIUM NITRATE SOLUTIONS ON CEMENT PASTES

VPLYV ROZTOKOV DUSIČNANU AMÓNNEHO NA CEMENTOVÉ PASTY

Zuzana Štefunková[1] – Veronika Kmecová[2]

Abstract:

The theme of this article is the corrosion of cement pastes caused by aggressive ammonium nitrate solution with different concentrations.
The samples (height and diameter of 30 mm) were taken from the mold after 24 hours and were stored in water for the next 27 days. Afterwards the samples were placed in water or in solution of ammonium nitrate at concentrations of 0.5 %, 3 % and 5 % from 1 up to 308 days. The following properties were observed: appearance of the sample and the difference in weight, porosity, water absorption, density, compressive strength and tensile strength. Properties of the samples stored in water were tested at 2, 28, 56, 208 and 308 days. Properties of the samples stored in aggressive solutions were tested at 1, 7, 28, 180 and 280 days, after the previous 28-day storage in water.

Kľúčové slová: : cementové pasty, agresívne prostredie, dusičnan amónny, korózia, degradácia

Úvod:

Pre poľnohospodárske stavby, kde sa použilo ako spojivo cement, je veľmi nebezpečná chemická korózia.. Korózii podlieha najmä cementový kameň, ktorý vzniká ako výsledok hydratácie slinkových minerálov. Do skupiny chemických vplyvov patrí pôsobenie plynov, kyselín, lúhov, roztokov solí a organických látok. Cementový kameň degradujú redukciou kyslíkových zlúčenín síry či dusíka na sírovodík H_2S alebo amoniak NH_3, prípadne oxidáciou týchto zložiek až na kyselinu sírovú H_2SO_4 alebo kyselinu dusičnú HNO_3.

Amónne soli sú prítomné vo vodách, ktoré sú znečistené redukovanými formami živočíšnych a rastlinných organických dusíkatých látok. Tie môžu vznikať rozkladom dusíkatých organických látok v prostredí, kde je nedostatok kyslíka. Organického pôvodu je amoniakový dusík v splaškových vodách a v odpadoch pochádzajúcich z poľnohospodárskych výrob. Amónne soli sú súčasťou niektorých dusíkatých hnojív, z ktorých sa môžu dostávať do povrchových alebo podzemných vôd. Aj splašky z polí, vyhnojených močovkou, zvyšujú obsah amónnych solí vo vodách. Jednoduché amónne soli sa v podobe minerálov nevyskytujú. Sekundárne môžu amónne zlúčeniny vznikať priamo vo vodách pri chemickej redukcii dusičnanov. Anorganického pôvodu je amoniakový dusík nachádzajúci sa v odpadových vodách z tepelného spracovania uhlia a iných priemyselných odvetví [4, 5].

Vo vode sa amoniak nachádza v podobe hydrátu $NH_3.H_2O$, ktorý priamo disociuje na ióny NH_4^+ a OH^-. Pomer disociovaného iónu NH_4^+ a nedisociovaného iónu NH_3 vo vode závisí od hodnoty pH. Za anaeróbnych podmienok je veľmi nestály. Biochemickou oxidáciou (nitrifikáciou) prechádza na dusitany až dusičnany.

Amónne soli sú produktom enzymatického odbúrania močoviny, preto ich prítomnosť vo vode signalizuje možnosť znečistenia vody fekálnymi látkami. Vody znečistené močovinou a jej derivátmi sa nachádzajú najmä v blízkosti skládok maštaľného hnoja. Ióny NH_4^+ sa silne

adsorbujú v pôde, kde podliehajú iónovej výmene. Amoniakový dusík je z hygienického hľadiska veľmi významný, pretože je jedným z primárnych produktov rozkladu organických dusíkatých látok. Toxický vplyv amoniakového dusíka je závislý na pH vody, pretože toxický účinok má len nedisociovaný hydrát amoniaku NH_3 a nie NH_4^+ [4, 5].

Dusičnany, dusitany a amónne soli sú dôležitými medziproduktami tzv. dusíkového cyklu v prírode. Dusičnany vznikajú predovšetkým sekundárne pri nitrifikácii amoniakového dusíka. Sú konečným stupňom rozkladu organických dusíkatých látok za prítomnosti kyslíka. Okrem hnojív na dusičnanovej báze, ktoré môžu zapríčiňovať zvýšený obsah dusičnanov v povrchových i spodných vodách, sú dnes zdrojom dusičnanov aj oxidy dusíka vznikajúce zo vzdušného dusíka napr. v spaľovacích motoroch, v spaľovniach odpadov a v energetických prevádzkach využívajúcich fosílne palivá. Vyskytujú sa aj v atmosférických vodách, kde sa dostávajú počas elektrických výbojov oxidáciou elementárneho dusíka.

Dusičnany sú konečným produktom mineralizácie organicky viazaného dusíka a za prítomnosti kyslíka sú stabilné. Pri biochemických premenách podliehajú dusičnany vo vodách redukcii na dusitany až elementárny dusík, prípadne oxid dusný. Nebezpečná je ich možná premena na dusitany, ktoré ohrozujú transport kyslíka najmä v organizme novorodencov a malých detí. Okrem toho sa dusičnany, redukované na dusitany môžu podieľať na tvorbe tzv. nitrózamínov, látok s dokázaným vysoko karcinogénnym účinkom. Po vyčerpaní kyslíka vo vode môžu dusičnany slúžiť ako zdroj kyslíka pre biologickú oxidáciu organických látok vo vodách [4, 5].

Pri korózii cementových kompozitov roztokmi dusičnanu amónneho reaguje dusičnan s hydroxidom vápenatým, ktorý sa uvoľňuje pri hydratácii cementu. Pri pôsobení roztoku NH_4NO_3 sa vápenatý ión Ca^{2+} z cementového kameňa nahradzuje amónnym iónom NH_4^+ z roztoku [1, 2, 3, 6, 7]:

$$2\ NH_4NO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2\ NH_4OH \qquad (1.1)$$

Vzniká ľahko rozpustný dusičnan vápenatý a nestály hydroxid amónny, ktorý sa časom rozkladá na čpavok a vodu:

$$NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3^{(g)} + H_2O \qquad (1.2)$$

Čpavok sa uvoľňuje do okolitého prostredia, jeho prítomnosť dokazuje charakteristický zápach. V dôsledku týchto reakcií narastá pórovitosť cementového kameňa. V ďalšom štádiu môže vzniknúť reakciou $Ca(NO_3)_2$ s C_3AH_6 z cementového kameňa málo rozpustná komplexná soľ $C_3A.Ca(NO_3)_2.10H_2O$ (kalciumaluminátnitráthydrát):

$$Ca(NO_3)_2 + C_3AH_6 + 4\ H_2O \rightarrow C_3A.Ca(NO_3)_2.10\ H_2O \qquad (1.3)$$

Jej vznik je spojený s výrazným zväčšením objemu pevnej fázy. Uvedené reakcie vedú k deštrukcii štruktúry cementových kompozitov [2, 3, 6].

Materiál a metódy:

Na výrobu vzoriek sa použil cement CEM I 42,5 R a pitná voda z vodovodnej siete. Časť vzoriek bola uložená v agresívnych roztokoch, pripravených z dusičnanu amónneho. Obsahuje min. 99 % NH_4NO_3, max. 0,002 % SO_4, max. 0,000 2 % Fe a max. 0,000 5 % Cl. Z dusičnanu amónneho boli pripravené 0,5 %-né, 3 %-né a 5 %-né roztoky [8].

Pri výrobe vzoriek bolo dôležité určiť optimálny vodný súčiniteľ, dbať na správny postup pri miešaní jednotlivých zložiek cementových kompozitov, zhutňovaní a odformovaní

vzoriek. Na základe skúšok konzistencie cementových kaší s rôznym vodným súčiniteľom bol zvolený vodný súčiniteľ w = 0,33. Pri ňom sa dosiahla všeobecne dobrá spracovateľnosť a neodlučovala sa zámesová voda.

Vyrábali sa valcové vzorky (s priemerom a výškou 30 mm) z cementovej kaše. Vzorky sa po 24 hodinách odformovali a ďalších 27 dní boli uložené vo vode. Potom sa ďalej ošetrovali vo vode alebo sa vložili do 0,5 %-ného, 3 %-ného alebo 5 %-ného roztoku dusičnanu amónneho.

Objem média, v ktorom boli vzorky uložené, bol desaťnásobkom objemu vzoriek. Roztoky NH_4NO_3 sa vymieňali, keď koncentrácia agresívnej zložky poklesla o 10 %. Voda sa vymieňala v pravidelných 28 dňových intervaloch.

Na vzorkách sa skúšali nasledujúce vlastnosti: zmena vzľadu a hmotnosti, pórovitosť, nasiakavosť, objemová hmotnosť, pevnosť v tlaku a pevnosť v priečnom ťahu. Vzorky uložené vo vode sa skúšali v období 2, 28, 56, 208 a 308 dní, vzorky uložené v roztokoch dusičnanu amónneho 1, 7, 28, 180 a 280 dňoch po predchádzajucom 27 dňovom uložení vo vode.

Výsledky a diskusia:

Vzorky zatvrdnutých cementových kompozitov, uložené vo vode a v 0,5 %-nom roztoku NH_4NO_3 nevykazovali žiadne zmeny vzhľadu počas celého sledovaného obdobia.

voda

0,5 % NH_4NO_3

3 % NH_4NO_3

5 % NH_4NO_3

Obr. 1 Vzhľad vzorky cementového kompozitu po 280 dňoch uloženia v danom médiu

Vzorky nevykazovali prvých 28 dní uloženia v 3 %-nom a 5 % nom roztoku NH_4NO_3 žiadne zmeny vzhľadu. Počas ďalšieho uloženia však v dôsledku prebiehajúcich korozívnych procesov začali vznikať na povrchu vzoriek trhlinky. Po 280-dňoch uloženia v roztokoch už boli vzorky popraskané (obr.1).

Hmotnosť skúšobných vzoriek zatvrdnutých cementových kompozitov uložených vo vode v priebehu ošetrovania narastala. Nárast spôsobila prebiehajúca hydratácia cementu a absorbovanie vody pórovou štruktúrou vzoriek.

Hmotnosť vzoriek cementových kompozitov uložených v agresívnejších roztokoch NH_4NO_3 (v dôsledku prebiehajúcich korozívnych procesov v cementovom kameni) klesala s časom uloženia vzoriek a so zväčšujúcou sa koncentráciou roztoku.

Objemová hmotnosť, pórovitosť, pevnosť v tlaku a pevnosť v priečnom ťahu vzoriek cementových kompozitov uložených vo vode a v agresívnych roztokoch NH_4NO_3 v daných skúšobných termínoch sa uvádza v tab. 1.

Objemová hmotnosť vzoriek uložených vo vode sa s časom ošetrovania zväčšovala. Korešponduje to s nárastom hmotnosti a znižovaním pórovitosti. Objemová hmotnosť vzoriek uložených v 0,5 %-ných roztokoch NH_4NO_3 sa v čase do 280 dní uloženia v roztoku prakticky nemenila.

Pri vzorkách uložených v 3 %-ných a 5 %-ných roztokoch NH_4NO_3 dochádzalo k znižovaniu ich objemovej hmotnosti, pričom pri vzorkách uložených v agresívnejšom prostredí bol pokles výraznejší.

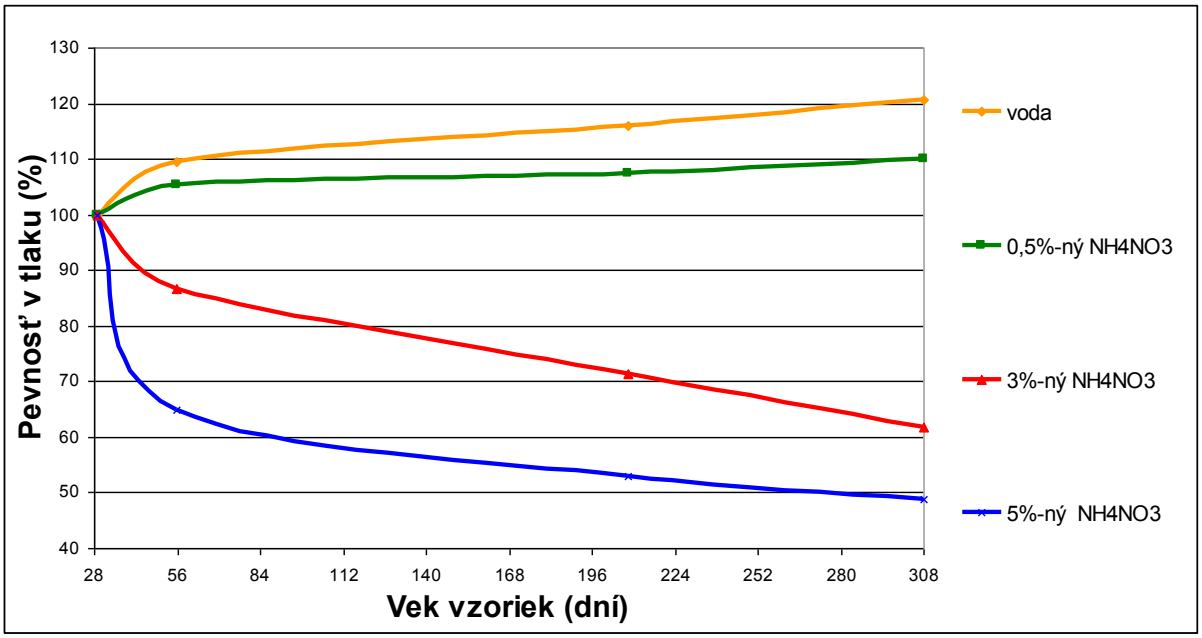
Pórovitosť vzoriek cementových kompozitov uložených vo vode s časom ošetrovania klesala. Tomu zodpovedajú zistené nárasty hmotnosti vzoriek vplyvom postupujúcej hydratácie cementu a zhutňovania štruktúry (tab. 1). Pri vzorkách uložených v 0,5 %-nom roztoku NH_4NO_3 nedochádzalo počas 280 dní uloženia k výraznejšej zmene pórovitosti. V dôsledku prebiehajúcej hydratácie a zhutňovania pórovej štruktúry sa nezvyšovala ich pórovitosť. Pri vzorkách uložených v 3 %-nom a 5 %-nom roztoku NH_4NO_3 s časom uloženia a so zväčšujúcou sa koncentráciou roztoku pórovitosť narastala. Tu už dochádza k výraznejšej korózii dusičnanom amónnym. Vyššia koncentrácia roztoku znamenala všeobecne vyššiu pórovitosť cementovej pasty.

Tab. 1 Objemová hmotnosť, pórovitosť, pevnosť v tlaku a pevnosť v priečnom ťahu

Médium	Vek vzoriek/ čas uloženia v roztoku (dni)	Objemová hmotnosť (kg/m^3)	Pórovitosť (%)	Pevnosť v tlaku f_c (MPa)	$\frac{R_{ifc}}{R_{28V}} x100$ (%)	Pevnosť v priečnom ťahu f_{csp} (MPa)
voda	28/0	2120	31,3	77,7	100,0	7,1
	56/0	2140	31,0	85,0	109,4	7,9
	208/0	2140	28,8	90,2	116,1	8,2
	308/0	2140	28,6	93,8	120,7	8,4
0,5% NH_4NO_3	29/1	2120	29,8	80,1	100,0	5,7
	56/28	2130	30,3	84,4	105,4	7,1
	208/180	2140	29,5	86,1	107,5	6,9
	308/280	2140	28,8	88,2	110,1	6,5
3% NH_4NO_3	29/1	2100	32,1	78,7	100,0	6,6
	56/28	2020	37,1	68,3	86,8	5,6
	208/180	1980	39,8	56,1	71,3	4,7
	308/280	1950	40,8	48,7	61,9	3,8
5% NH_4NO_3	29/1	2150	34,5	78,1	100,0	7,0
	56/28	1930	41,6	50,6	64,8	5,3
	208/180	1880	44,4	41,3	52,9	3,8
	308/280	1850	49,2	38,0	48,7	2,9

Pevnosť v tlaku vzoriek uložených vo vode s časom ošetrovania narastala (obr. 2). Pevnosť v tlaku vzoriek uložených v 0,5 %-nom roztoku NH_4NO_3 počas sledovaného obdobia najskôr mierne poklesla, potom do veku 308 dní vzoriek opäť vzrástla na hodnotu vyššiu ako po 1 dni uloženia v roztoku. Vzhľadom na nízku koncentráciu roztoku tu ešte dochádza k zhutňovaniu štruktúry vzoriek, čo potvrdzujú aj hodnoty ich pórovitosti.

Pevnosť v tlaku vzoriek uložených v 3 %-ných a 5 %-ných roztokoch NH_4NO_3 s časom uloženia a zväčšujúcou koncentráciou roztoku klesala (tab. 1, obr. 2). Kým pri 280 dňovom uložení v 3 %-nom roztoku NH_4NO_3 bol pokles na 61,9 % z pôvodnej hodnoty, pri 5 % -nom roztoku klesla pevnoť o viac než polovicu, na 48,7 % pôvodnej hodnoty.



Obr. 2 Pevnosť v tlaku v závislosti od času uloženia v danom médiu

Pevnosť v priečnom ťahu vzoriek uložených vo vode v dôsledku zhutňovania štruktúry v sledovanom období narastala. Aj pevnosť v priečnom ťahu vzoriek uložených v 0,5 %-nom roztoku NH_4NO_3 v zo začiatku narastala. Mierny pokles bol zaznamenaný až po 180 dňoch uloženia v médiu.

Pevnosť v priečnom ťahu vzoriek uložených v 3 %-ných a 5 %-ných roztokoch NH_4NO_3 klesala s časom uloženia a narastajúcou koncentráciou roztoku (tab. 1).

Záver:

Potvrdil sa silný účinok roztokov dusičnanu amónneho na cementový kameň z portlandského cementu, ktorý narastá s jeho koncentráciou a časom pôsobenia. Prejavil sa poklesom hmotnosti, objemovej hmotnosti, pevnosti, nárastom pórovitosti a poruchami štruktúry cementového kameňa. V najväčšej miere sa prejavuje na povrchu vzoriek, v mieste styku cementového kompozitu s agresívnym roztokom.

Abstrakt:

Témou tohto článku je korózia cementových pást spôsobená agresívnymi roztokmi dusičnanu amónneho s rôznou koncentráciou.

Vyrobili sa valcové vzorky (výška a priemer 30 mm), ktoré sa po 24 hodinách odformovali a ďalších 27 dní boli uložené vo vode. Potom sa ďalej ošetrovali vo vode alebo sa vložili do 0,5 %-ného, 3 %-ného alebo 5 %-ného roztoku dusičnanu amónneho. Sledovali sa tieto vlastnosti: vzhľad a zmena hmotnosti, pórovitosť, objemová

hmotnosť, pevnosť v tlaku, pevnosť v priečnom ťahu. Vlastnosti vzoriek ošetrovaných vo vode sa skúšali vo veku 2, 28, 56, 208 a 308 dní. Vlastnosti vzoriek uložených v agresívnych roztokoch sa skúšali (po predchádzajúcom 27 dňovom uložení vo vode) v čase 1, 7, 28, 180 a 280 dní.

Literatúra:

1. BAJZA, A. - ROUSEKOVÁ, I.: Technológia betónu. Bratislava: Jaga Group 2006, ISBN 80-8076-032-2, s. 216.
2. BAJZA, A. – ROSEKOVÁ, I.: Properties and Structure of Hardened Cement Pastes Corroded by NH_4NO_3 Solutions. Il Cemento, 1990, vol. 87, no. 1, pp. 29 – 46.
3. BAJZA, A. – ROUSEKOVÁ, I. – UNČÍK, S. – LE QUANG HUNG: Vlastnosti a štruktúra cementových kaší korodovaných roztokmi NH_4NO_3. Stavebnícky časopis, 1989, roč. 37, č.8, s. 545 – 566.
4. Kvalita vody http://www.bionet.schule.de/schulen/novaky/living_water/sl/water_quality_results.htm
5. Povrchová voda – kvalita http://www.gabcikovo.gov.sk/doc/nr2001/ch2.htm
6. PAVLÍK, V.: Chémia a stavebné hmoty. Pomôcka na cvičenie. bratislava: STU, 1995, ISBN 80-227-0809-7.
7. ROUSEKOVÁ, I. a kol.: *Degradácia cementových kompozitov s alkáliám odolávajúcimi sklenými vláknami roztokmi dusičnanu amónneho,* Záverečná správa grantového vedeckého projektu VEGA č.1/2157/05, Bratislava, KMTI SvF STU, 2007, 52 s.
8. Technické listy „Dusičnan amónny p.a“, Lachema Brno

Ing. Zuzana Štefunková, PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra materiálového inžinierstva, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, e-mail: zuzana.stefunkova@stuba.sk
Ing. Veronika Kmecová, PhD., Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice, e-mail: vkmecova@saske.sk

POSSIBILITIES OF USING ECOLOGICAL OIL HYDROS UNI IN AGRICULTURE

MOŽNOSTI VYUŽITIA EKOLOGICKÉHO OLEJA HYDROS UNI V OBLASTI POĽNOHOSPODÁRSTVA

František Tóth* – Juraj Rusnák – Pavol Čavojský

Abstract: This paper deals with the issue of using ecological oils in the sliding pair of hydraulic and transmission systems working in the area of agriculture. The sliding pair included a journal (contact surface made of 14 220 steel) and plate (contact surface made of CuSn10Pb10). The experimental tests were carried out with two oils: the Hydros UNI ecological oil and Mobil Mobilube SHC reference oil (producer: Mobil) which is a commonly used lubricant in given conditions. The results of the experiments were statistically processed, and based on them, friction coefficient and temperature, both depending on the test duration, were evaluated. Consequently, the weight loss and roughness change of both tribological elements were statistically processed.

Kľúčové slová: ekologický olej, Tribotestor M 06, tribologické vlastnosti

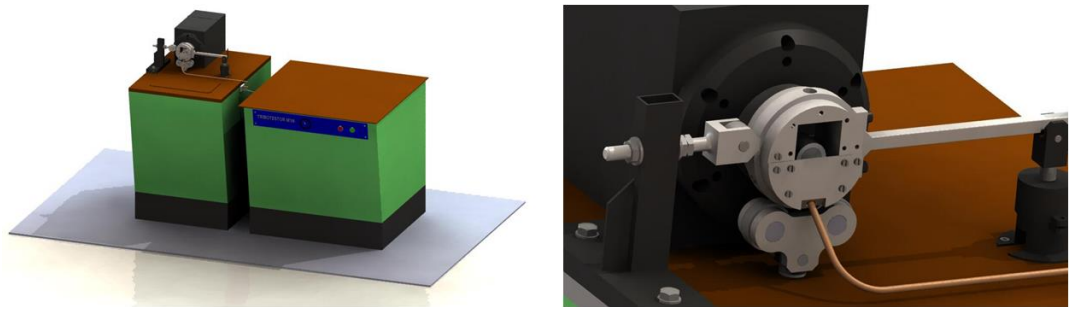
Úvod:

Postupná zmena postoja k okolitému prostrediu sa prejavuje vo všetkých oblastiach spoločenského života, vzostup využívania ekologických procesov a prostriedkov je podporovaný aj legislatívnymi zmenami na národnej, ale hlavne na nadnárodnej úrovni. Výnimkou nie je ani pôdohospodárstvo zahŕňajúce aj oblasti poľnohospodárskej prvovýroby.

Trh s ekologickými kvapalinami je čoraz širší a jedným z ponúkaných produktov sú ekologické oleje využiteľné v hydraulických a prevodových systémoch, na túto skupinu produktov sme sa zamerali. Vybraným ekologickým olejom Hydros UNI od výrobcu BIONA Jersín sme počas experimentálnych laboratórnych skúšok mazali klznú dvojicu s cieľom určenia vhodnosti na základe porovnania s prevodovým olejom Mobil Mobilube SHC. Ďalšou možnosťou testovania ekologických olejov je aj ich použitie v hydraulických systémoch, a to v laboratórnych alebo reálnych podmienkach.

Materiál a metódy:

Zariadenie Tribotestor M`06 (obrázok 1) slúžilo na realizáciu tribologických experimentálnych skúšok. Toto univerzálne skúšobné zariadenie umožňuje uskutočniť nasledovné typy skúšok: skúšky medzného zaťaženia (zadieracia skúška), skúšky medznej rýchlosti (rýchlostná zadieracia skúška), skúšky únosnosti pre určenie pv diagramu a skúšky životnosti (trvanlivosti).



Obrázok 1 Meracie zariadenie Tribotestor M 06 a detailný pohľad na meraciu hlavicu (Gáspár, 2011)

Experimentálne zariadenie pozostáva z troch hlavných častí. Skúšobná časť je tvorená pohonnými jednotkami rotačného pohybu vzoriek, zvislej zaťažovacej sily a meracej hlavice. Druhá časť pozostáva z pneumatického okruhu a všetkých elektronických prístrojov. Poslednou časťou je riadiaco-vyhodnocovacia jednotka, vo forme pripojeného stolného počítača, pomocou ktorého sa uskutočňujú spúšťanie, kontrola, riadenie, zber dát a samotné vyhodnocovanie skúšky.

Obrázok 2 Meracia hlavica a skúšobné vzorky

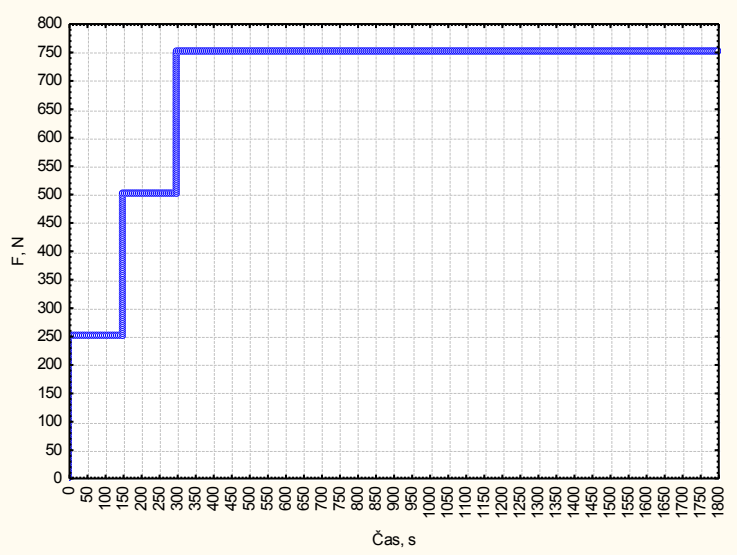
Na obrázku č. 2 je zobrazená meracia hlavica ako aj skúšobné vzorky. Klzný uzol je tvorený dvojicou telies vytvárajúcich čiarový kontakt, a to otáčajúcim sa hriadeľom a platničkou. Hriadeľ je vyrobený z ocele 12 050, k pohonnej jednotke je pripevnený pomocou vnútorného závitu v kužeľovej časti a valcová časť je aktívnym členom klzného uzla. Priemer valcovej časti je 30 mm a dĺžka 20 mm. Pri všetkých hriadeľoch bola ich kontaktná časť pred experimentom nabrúsená na zhodnú hodnotu priemeru. Druhý kontaktný prvok platnička v rozmeroch 20x20x3,15 mm a bola vyrobená z materiálu CuSn10Pb10 technológiou spekania a následného valcovania u výrobcu. Ide o bimetal, kde hrúbka klznej vrstvy je 0,55 mm a hrúbka podkladovej ocele je 2,8 mm. Kontakt medzi hriadeľom a platničkou prebieha ponorený do mazacieho média.

Pri predkladaných skúškach sme ako mazacie médium používali prevodový Mobil Mobilube SHC a ekologický univerzálny traktorový olej Hydros UNI. Prevodový olej Mobil Mobilube SHC patrí do viskozitnej triedy SAE 75 W, je vyrobený zo syntetických základových olejov. Je určený na použitie v namáhaných mechanických prevodovkách a zadných nápravách. Hydros UNI je ekologický univerzálny syntetický traktorový olej. Je určený pre ozubené prevody, hydraulické systémy a mokré brzdy. Vyniká oxidačnou a termooxidačnou stabilitou v

najnáročnejších podmienkach použitia, dobre znáša teplotné zaťaženie i okolo 150°C. Biologická odbúrateľnosť za 21 dní: 90,4 % podľa CEL-L-33-A-93.

Oba klzné elementy boli vážené pred aj po experimente na presných váhach Voyager Pro VP 613CN a drsnosť bola meraná drsnomerom Mitutoyo SJ-201. Sledovaný parameter bol Ra. Hodnota Ra predstavuje strednú aritmetickú hodnotu absolútnych odchýlok profilu pri n vybraných bodoch profilu na základnej dĺžke.
Skúšky mali nasledovné parametre:

- otáčky - 180 za minútu, konštantné za celú dobu trvania skúšky, v smere pohybu hodinových ručičiek,
- doba trvania skúšky - 30 minút,
- zaťaženie - v rozsahu od 250 N do 750 N podľa obrázku č. 3.

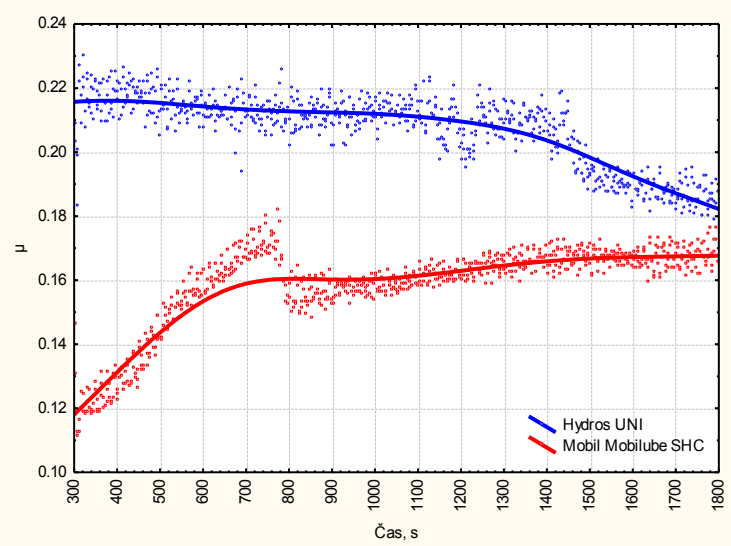


Obrázok 3 Priebeh zaťažovacej sily v závislosti od času

Výsledky a diskusia:

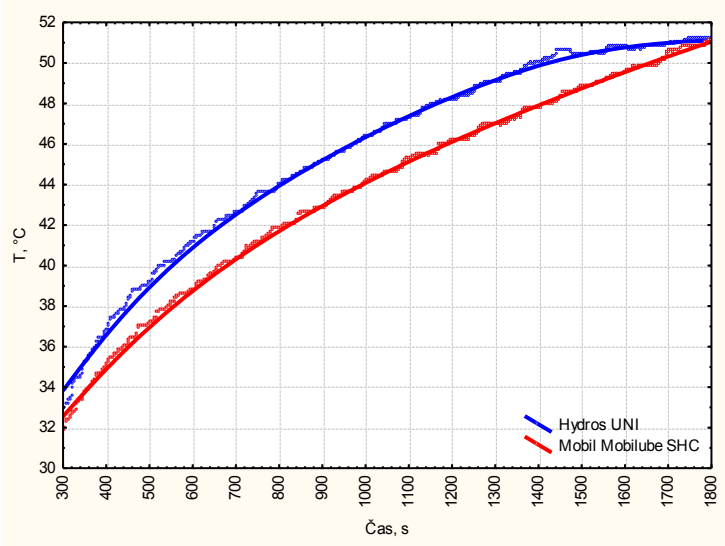
Zaznamenané výsledky experimentálnych meraní ekologického oleja Hydros UNI na experimentálnom zariadení Tribotestor M 06 sa štatisticky spracovali. Ich výsledkom boli priebehy súčiniteľu trenia a teploty v závislosti na čase skúšky, každý priebeh je zobrazený v jednej súradnicovej sústave spoločne s hodnotami referenčného oleja Mobil Mobilube SHC. Krivka znázorňujúca jednotlivé priebehy, či už súčiniteľa trenia alebo teploty v závislosti na čase skúšky, je vygenerovaná pomocou metódy najmenších štvorcov. Spoločná súradnicová sústava zobrazená na obrázku 4 predstavuje lepšie porovnanie priebehov súčiniteľa trenia porovnávaných olejov.

Zobrazený graf predstavuje priebeh samotnej skúšky, ako je viditeľné hodnota súčiniteľa trenia oleja Mobil Mobilube SHC je na konci skúšky nižšia ako pri oleji Hydros UNI. Ekologický olej Hydros UNI má klesajúci priebeh súčiniteľu trenia, a naopak olej Mobil Mobilube SHC má rastúci priebeh súčiniteľu trenia.



Obr. 4 Priebeh súčiniteľov trenia ekologického oleja Hydros UNI a referenčného oleja Mobil Mobilube SHC

Priebeh teploty v závislosti na čase trvania skúšky je zobrazený na obrázku 5. Nárast teploty pri oboch olejoch je v priebehu experimentu veľmi podobný. Teplota sa v priebehu experimentu postupne zvyšuje aby na konci skúšky bola jej hodnota pri oboch olejoch rovnaká. Pri ekologickom oleji Hydros UNI je nárast teploty počas skúšky o 17 °C a oleju Mobil Mobilube SHC sa zvýši teplota o 19 °C.



Obr. 5 Priebeh teploty ekologického oleja Hydros UNI a referenčného oleja Mobil Mobilube SHC

Presné váhy Voyager pro VP 613CN nám poskytli obraz o hmotnostných úbytkoch oboch klzných elementoch. Hodnota priemerného hmotnostného úbytku platničky pri experimentálnych skúškach ekologického oleja Hydros UNI dosiahla hodnotu 0,0116 g a 0,0132 g bola priemerná hodnota hmotnostného úbytku pri použití oleja Mobil Mobilube SHC. Priemerné hmotnostné úbytky hriadeľov boli v oboch

prípadoch vyššie ako pri platničkách a to pre ekologický olej Hydros UNI s hodnotou 0,0268 g a 0.032 g pre olej Mobil Mobilube SHC.

Tabuľka 1 Hodnoty priemerných hmotnostných úbytkov

	Priemerné hmotnostné úbytky, g	
	Platnička	Hriadeľ
Hydros UNI	0,0116	0,0268
Mobil Mobilube SHC	0,0132	0,032

Drsnosť platničky aj hriadeľa sme určili pomocou drsnomera Mitutoyo SJ-201. Hodnota priemernej zmeny drsnosti Ra predstavuje zmenu drsnosti povrchu klzného elementu počas času trvania experimentálnej skúšky. V tomto ukazovateli dosiahol ekologický olej Hydros UNI zníženie drsnosti povrchu Ra platničky v mieste kontaktu o 2,807 µm a pri oleji Mobil Mobilube SHC bola zmena priemernej drsnosti povrchu Ra na úrovni 1,336 µm. Hodnota priemernej zmeny drsnosti povrchu Ra skúšobného hriadeľa pri použití oboch olejov sa zvýšila, tento stav si vysvetľujeme aj čiastočným prenosom mäkšieho materiálu (puzdra) na hriadeľ. Hodnoty priemerných zmien drsností sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Hodnoty priemerných zmien drsnosti Ra

	Priemerné zmeny drsnosti Ra, µm	
	Platnička	Hriadeľ
Hydros UNI	-2,807	0,126
Mobil Mobilube SHC	-1,336	0,55

Záver:

Hlavným cieľom predkladaného vedeckého príspevku bolo definovanie možnosti využitia ekologického oleja Hydros UNI v určenom tribologickom klznom systéme, na základe porovnania s referenčným olejom Mobil Mobilube SHC. Hodnota súčiniteľa trenia na konci experimentálnej skúšky bola takmer na rovnakej úrovni pri oboch olejoch. Na konci experimentu nižšiu hodnotu dosiahol olej Mobil Mobilube SHC, avšak pri sledovaní priebehu teploty počas experimentálnej skúšky oba oleje mali veľmi podobný priebeh s rovnakou konečnou teplotou. Nižšiu hodnotu priemerného hmotnostného úbytku platničky aj hriadeľa dosiahol ekologický olej HYdros UNI. Olej Mobil Mobilube SHC dosiahol nižšiu zmenu drsnosti povrchu Ra platničky a naopak pri hriadeľoch menší nárast drsnosti dosiahol ekologický olej Hydros UNI.

Na základe vyššie uvedených hodnôt môžeme hovoriť o využití ekologického oleja Hydros UNI v klzných systémoch ako o možnom, z dôvodu nedosiahnutia signifikantných rozdielov s referenčným olejom Mobil Mobilube SHC.

Abstrakt:

Predkladaný vedecký príspevok sa zaoberá problematikou využitia ekologického oleja ako medzilátky v klznom uložení hydraulických a prevodových sústav zariadení pracujúcich v pôdohospodárskej oblasti. Klzné uloženie pozostávalo z hriadeľa

(materiál oceľ 12 050) a platničky (materiál kontaktnej plochy CuSn10Pb10). Experimentálne testy prebehli s dvomi olejmi, so sledovaným ekologickým olejom Hydros UNI a referenčným olejom Mobil Mobilube SHC od výrobcu Mobil ako bežne využívaným mazadlom v daných podmienkach. Výsledky experimentov boli štatisticky spracované a na ich základe sme stanovili priebeh súčiniteľa trenia a teploty v závislosti od času trvania skúšky. Sledované a následne štatisticky spracované boli aj hmotnostné úbytky a zmeny drsnosti oboch tribologických elementov.

Literatúra:

1 GÁSPÁR, Tibor - RUSNÁK, Juraj - KADNÁR, Milan - 2011. ŠTÚDIUM TRIBOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ OLEJA AGIP ARNICA S 46. In NOVÉ TRENDY V KONŠTRUOVANÍ A V TVORBE TECHNICKEJ DOKUMENTÁCIE 2011, NITRA, 2011, s. 168, ISBN: 978-80-552-0585-4.

2 KUČERA, Marian. 2008. Predikcia vlastností dvojíc materiálov v podmienkach medzného trenia. Prediction of Characteristics for Pairs of Materials in Conditions of Limit Friction. In: Acta technologica agriculturae. 2008, č.1, s. 11-15, ISSN 1335-2555

3 KUČERA, M.- CHOTĚBORSKÝ, R. 2013. Analysis of the process of abrasive wear under experimental conditions: Scientia agriculturae bohemica. -- ISSN 1211-3174. -- Vol. 44, no. 2 (2013), s. 102-106.

4 KUČERA, Marián - KADNÁR, Milan - BAJLA, Jozef. Komparácia tribologických procesov v trecom uzle v podmienkach dvoch experimentov. In Acta technologica agriculturae. - Nitra : Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, 1998. ISSN 1335-2555, 2009, roč. 12, č. 2, s. 46-53.

5 KUŠNEROVÁ, Milena et al. Characterization of hydrodynamic acoustic parameters of modulated waterjet. In International Journal of Dynamics of Fluids. - Delhi : Research India Publications, 2008. ISSN 0973-1784, 2008, vol. 4, no 1, s. 23-27.

6 MAJDAN, Radoslav - TKÁČ, Zdenko - TULÍK, Juraj - KOSIBA, Ján - ZIGIŇ, Patrik - BUREŠ, Ľubomír. Vyhodnotenie skúšky ekologickej hydraulickej kvapaliny na základe prietokovej účinnosti hydrogenerátora. In Acta technologica agriculturae. ISSN 1335-2555, 2010, roč. 13, č. 3, s. 61-64

7 MAJDAN, Radoslav - TKÁČ, Zdenko - TULÍK, Juraj - VOZÁROVÁ, Vlasta - CHRASTINA, Jozef - ŠIMOR, Robert - KOSIBA, Ján. The methods for smart inspection of biodegradable transmission oil of tractor : Metode za brzu kontrolu ekološkog transmisionog ulja traktora. In Savremena poljoprivredna tehnika. ISSN 0350-2953, 2010, vol. 36, no. 3, s. 276-284.

8 TKÁČ, Zdenko - MAJDAN, Radoslav - DRABANT, Štefan - JABLONICKÝ, Juraj - ABRAHÁM, Rudolf - CVÍČELA, Pavol. The accelerated laboratory test of biodegradable fluid type "ertto". In Research in agricultural engineering. ISSN 1212-9151, 2010, vol. 56, no. 1, s. 18-25

Kontaktná adresa: Ing. František Tóth, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Technická fakulta, Katedra konštruovania strojov, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: frantisek.toth@uniag.sk

CONCENTRATION OF CHEMICAL POLLUTANTS IN INDOOR ENVIRONMENT

KONCENTRÁCIA CHEMICKÝCH ŠKODLIVÍN VO VNÚTORNOM PROSTREDÍ

Ivan Vitázek, Denisa Michalíková, Radoslav Majdan

Abstract
The aim of the paper is to assess the concentration of solid and gaseous aerosols of selected chemical pollutants in the air of car service interiors. The measurements of chemical factors, which are required by law during the launch of a car service, are carried out and evaluated by companies with appropriate accreditation. Concentration of solid aerosol of polyester bitumen reached the maximum value of 0.37 mg/m^3, while for gaseous aerosol (e.g. toluene) it equalled 8.114 mg/m^3. The exact values are presented in Tables 1 and 2. Measurements of concentration and exposure time indicated that the permitted limits were kept. Occupational Exposure Limits (OELs) are higher in cases of all selected substances. OEL was not demonstrably exceeded at any chemical factor. OEL for the mixture of chemical factors, effects of which mutually incite, is kept.

Key words: chemical factor, aerosol, concentration, exposure time, toluene

Úvod

Súčasný stav, charakteristický zvyšujúcimi sa nárokmi na riadenie a kontrolu priemyselnej výroby vo všetkých jej fázach, rovnako ako potreba sledovať problémy ochrany životného prostredia (ŽP) a ľudského zdravia, vyžaduje adekvátny prístup riešení, ktoré patria aj do oblasti monitorovania ovzdušia. Do ovzdušia sa dostávajú plynné, kvapalné aj pevné látky, spoločne nazývané emisie a ich vzájomnými reakciami v ovzduší vznikajú imisie, ktoré sú príčinou rôznych foriem smogu. Ich škodlivé pôsobenie na živé organizmy a neživé materiály v mieste pôsobenia je realitou od ich vzniku a poznania ich účinku. Celé spektrum známych polutantov poškodzuje cez ovzdušie aj ďalšie zložky ŽP. Pôsobenie imisií nie je len priame, nevyčísliteľné škody vznikajú ovplyvňovaním globálnych pochodov, z ktorých najzávažnejší je skleníkový efekt pôsobením vody, metánu a oxidu uhličitého a dusného. Škodliviny v ovzduší ovplyvňujú ľudské zdravie, sú príčinou civilizačných ochorení a úhynu organizmov v prírode.

Okrem globálneho pôsobenia emisií na prostredie ako celok, pôsobia tieto súčasne na mikroklímu obytných, pracovných a ďalších priestorov. V pracovnom prostredí pri špecifických činnostiach vznikajú škodliviny, ktoré negatívne ovplyvňujú zdravie pracovníkov. Pri hromadení týchto toxických látok je veľmi dôležitá správna výmena vzduchu v zaťaženom priestore (Michalíková, 2014).

Zamestnancov v autoservisoch okrem emisií výfukových plynov veľmi vážne ohrozujú chemické faktory, ktorých produkcia súvisí s technologickými postupmi pri jednotlivých servisných úkonoch, opravách a opracovávaní poškodených povrchov.

V príspevku sú uvedené výsledky merania koncentrácie pevných a plynných aerosólov vybraných chemických škodlivín na niekoľkých pracoviskách hodnoteného autoservisu.

Materiál a metódy

Pri niektorých profesiách viac ako polovicu dňa strávi človek na pracovisku, preto vhodné podmienky pracovného prostredia a kvalitná mikroklíma sú predpokladom vyššej koncentrácie a dobrého pracovného výkonu. V servisných útvaroch pri niektorých

technologických postupoch vznikajú a hromadia sa toxické látky nebezpečné pre zdravie a technický stav strojovej základne. V autoservisoch okrem exhalátov výfukových plynov hlavne CO a CO_2, môžu vážne ohroziť zdravie zamestnancov chemické faktory v ovzduší, ako sú emisie organických zlúčenín, aerosóly z opracovania materiálov a pod. Preto už pri projekcii a výstavbe autoservisu je dôležité myslieť na všetky opatrenia k zabráneniu hromadenia týchto škodlivín inštaláciou kvalitnej odsávacej techniky do celého objektu.

Zloženie výfukových plynov

Výfukové plyny motorových vozidiel obsahujú takmer 16 zložiek (Streďanský, 2005):
- **organické:** alifatické, aromatické a heterocyklické uhľovodíky C_xH_y; aldehydy-R-CHO; fenoly, ketóny, dechty,
- **anorganické** oxidy uhlíka CO a CO_2; oxidy dusíka NO_x alebo N_xO_4; oxidy síry SO_x; olovené radikály vznikajúce pri spaľovaní.

Zloženie výfukových plynov nie je stále, závisí od:
- druhu spaľovacích motorov (zážihový, vznetový),
- druhu použitého paliva,
- konštrukcie motora a jeho príslušenstva,
- presnosti výroby a nastavenia spaľovacieho motora,
- prevádzkových podmienok (spomalenie, zrýchľovanie, voľnobeh).

Exhaláty výfukových plynov majú veľký podiel na znečistení ovzdušia a obsahujú látky postihujúce prevažne dýchacie cesty (napr. oxidy dusíka, prachové častice), látky s toxickými účinkami ako oxid uhoľnatý (blokuje schopnosť hemoglobínu viazať a prenášať kyslík) a látky vyvolávajúce rakovinu (toluén, styrén, formaldehyd, benzopyrén).
Výfukové plyny predstavujú vážny zdravotný a ekologický problém, podieľajú sa na vzniku smogu a prízemného ozónu a látky obsiahnuté v nich sú príčinou mnohých menej či viac závažných ochorení (Vitázek et al, 2012).

Zdravotné riziká pracovísk

Prostredie autoservisov je zdrojom viacerých škodlivých látok a je dôležité eliminovať ich prítomnosť v pracovnom procese. V autoservise samotnom sú prítomné emisie výfukových plynov zo spaľovacích motorov opravovaných automobilov pri skúškach funkčnosti a pri ich presune. Systémy na odsávanie výfukových plynov z automobilov v pohybe i zaparkovaných, sa vyznačujú jednoduchou montážou a manipuláciou (obr.1).

Systém sa skladá z:
odsávacej jednotky, odsávacieho navíjacieho bubna, koľajnicového systému, vodiaceho ramena, odsávacej hubice.

V ďalších priestoroch klampiarskej dielne a pri zváračských prácach vznikajú škodliviny, ktorých zdrojom sú jednotlivé opravárenské úkony (obr.2). Sprievodným javom procesu zvárania sú rôzne škodlivé faktory pracovného prostredia, ktoré sú produktom jednotlivých technologických postupov. Emisie pri zváraní je možné charakterizovať ako uvoľňujúci sa dym, pary, aerosóly a prach pri zváraní materiálov, z ktorých väčšina je toxická a karcinogénna.

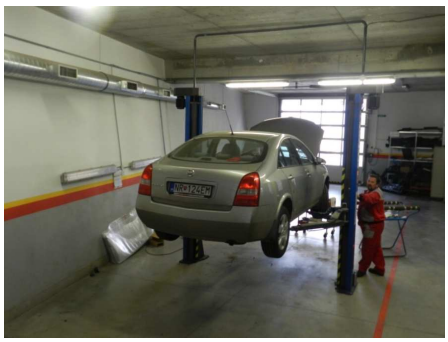
Pri brúsení kovových a nekovových materiálov sa zbrúsený prach rozptyľuje vo všetkých smeroch, pričom zasahuje všetkých pracovníkov. Vdychovanie prachových častíc má negatívny vplyv na zdravie zamestnancov. Okrem bezprostredného vplyvu na zdravie vzniká v niektorých prípadoch pri vysokých koncentráciách nebezpečenstvo výbuchu.

Priestor lakovne (obr.3) slúži na všetky práce súvisiace s obnovou opravovaného povrchu. Tento priestor je rozdelený na jednotlivé pracoviská, na časť kde sa uskutočňuje

tmelenie, brúsenie a striekacie kabíny, kde sa uskutočňuje nástrek náterovými látkami.

Pri zohľadnení všetkých škodlivých faktorov vyplýva nutnosť inštalácie odsávacích systémov v každom priestore pracovísk autoservisov (Michalíková-Vitázek, 2014).

Obr.1 Odsávacie hadicové systémy



Obr.2 Odsávanie v klampiarskej a montážnej dielni

Obr.3 Odsávacie systémy v priestoroch lakovne

Zoznam znečisťujúcich látok

Patria sem: tuhé častice PM_{10}, oxidy dusíka NO_x/NO_2, oxid dusný N_2O, oxidy síry SO_x/SO_2, oxid uhoľnatý CO, oxid uhličitý CO_2, polychlórované bifenyly (PCB).

Okrem spomenutých plynných chemických látok je dôležitá koncentrácia látok vyskytujúcich sa v prostredí lakovní a opravárenských dielní. Prítomné sú organické rozpúšťadlá - prchavé kvapaliny, používané pri chemických syntézach. Ich hlavnou vstupnou cestou do organizmu sú dýchacie cesty a koža. K najčastejšie používaným rozpúšťadlám patria *toluén, xylén, butylacetát, acetón* a menej používaný *styrén*.

Ďalšou skupinou sú farby, v nich prítomné nebezpečné látky ako oxid vápenatý, xylén, terpentín. Nebezpečné využívané látky sú aj odstraňovač hrdze - *kyselina fosforečná* a čistič skla - *izopropanol* a *etanol*.

Merania škodlivých látok v pracovných priestoroch

Merania škodlivých látok v pracovných priestoroch sú zamerané na:

1/ Merania pevných aerosólov v pracovnom prostredí:
- stanovenie hmotnosti koncentrácie pevných aerosólov v pracovnom prostredí,
- stanovenie expozície osôb pevnými aerosólmi pri práci.

2/ Meranie chemických škodlivín v pracovnom prostredí:
- stanovenie hmotnosti koncentrácie chemických látok v pracovnom prostredí,
- stanovenie expozície osôb chemickými látkami pri práci.

Merania sa uskutočňujú buď osobným alebo stacionárnym odberom.

I keď chemické látky a ich prípravky je možné využívať s vysokým stupňom bezpečnosti, je nevyhnutné vykonať mnohé ďalšie opatrenia na zníženie rizika z ich expozície a zlepšenie kvality pracovného prostredia v týchto priestoroch. Prítomnosť chemických látok podlieha kontrolám akreditovaných pracovísk, nielen pri zriaďovaní nového pracoviska ale i počas jeho prevádzky. Musia byť dodržané záväzné právne predpisy dané Zákonom NR č.67/2010 - tzv. „chemický zákon“, ktorý podrobne definuje chemické látky a ich zmesi a tiež povinnosti, ktoré sa viažu na prácu s nimi. Kompetentným orgánom štátnej správy pre túto oblasť je miestny Regionálny úrad verejného zdravotníctva, ktorý je oprávnený vykonávať kontroly v dodržiavaní stanovených predpisov (Pucherová, 2008).

Výsledky a diskusia

Výsledky meraní koncentrácie pevných a plynných aerosólov vybraných chemických škodlivín sú uvedené v tab.1 a 2. Vzhľadom na špeciálne strojové vybavenie merania realizovala firma EKOLAB, s.r.o. Košice.

Tab. 1 Výsledky meraní koncentrácie pevného aerosólu

Č. vzorky	Čas odberu / prietok	Odobratý objem pevného aerosólu (l)	Miesto merania	Namerané koncentrácie (mg/m^3) ± neistota
S3-09-226	9:40		Slepý odber počas brúsenia	
1. S3-09-227	9:35 - 9:51 26min 2117,4 ml/min	55,05 = 54,08 I_n	Osobný odber počas brúsenia tmelu a základu excentrickou brúskou, tmel Aluminio - kapota, základ dvere; pracovník 1.	0,37 ± 0,11
2. S3-09-228	13:04 - 13:21 17min 2552,4 ml/min	41,55 = 40,64 I_n	Osobný odber počas brúsenia tmelu Aluminio excentrickou brúskou - dvere, kapota; prac. 1.	0,25 ± 0,08

Odber vzorky pevného aerosólu v dýchacej zóne bol osobným odberovým čerpadlom AIR CHEC 2000 nasatím na filter zo sklených vlákien FVA s priemerom 25 mm, výroby ALBET. Princíp skúšky - stanovenie koncentrácie aerosólu gravimetricky.

Stanovenie koncentrácie plynných aerosólov sa realizuje plynovou chromatografiou. Pred meraním bola vykonaná obhliadka pracoviska. Miesto merania a trvanie boli určené na základe obvyklej pracovnej činnosti. Odobraté vzorky boli analyzované v akreditovanom laboratóriu EKOLAB, s.r.o. Košice. Namerané hodnoty sú prepočítané na normálne podmienky (t =20°C; p =101,325 kPa).

Tab. 2 Výsledky meraní koncentrácie plynných aerosólov

Č. vzorky	Čas odberu / prietok	Chemické faktory	Miesto merania	Namerané koncentrácie (mg/m^3) ± neistota
1. 6078/2009 2042845516	Slepý odber	toluén n-hexán acetón 4-metylpentán-2-ón	V striekacej kabíne Počas striekania farieb a laku	< 0,001 0,0146 0,01202 <0,001
2. 6079/2009 6080/2009 2042845517	11:15 - 11:45 30min 525,2 ml/min	toluén n-hexán acetón 4-metylpentán-2-ón	Osobný odber počas odmasťovania, striekania univerzálnej farby - blatník a dvere, umývanie striekacej pištole 15,91 l = 15,53 I_n	8,114 ± 2,028 2,531 ± 0,638 15,178 ± 3,795 2,415 ± 0,604
3. 6081/2009 6082/2009 2042845518	12:40 -13:10 30 min. 525,2 ml/min	toluén n-hexán acetón 4-metylpentán-2-ón	Osobný odber počas striekania farby, laku na blatník a umývanie striekacej pištole 12,61 l = 12,25 I_n	3,429 ± 0,857 4,352 ± 1,088 0,408 ± 0,102 0,318 ± 0,080

Expozičné koncentrácie v pracovnom prostredí

Pevný aerosól s prevažne dráždivým účinkom z brúsenia a opracovania:
Polyesterové živice $NPEL_c$ = 5,0 mg/m^3 (NPEL - najvyššie prípustné expozičné limity)

Plynný aerosól s prevažne toxickým účinkom :
toluén priemerný 50ppm, čo je 192 mg/m^3
NPEL hraničný = 384 mg/m^3

*n-hexán_*	NPEL priemerný = 20ppm, čo je 72 mg/m^3
acetón	NPEL priemerný = 500ppm, čo je 1210 mg/m^3
4-metylpentán-2-ón	NPEL priemerný = 20ppm, čo je 83 mg/m^3 NPEL hraničný = 208 mg/m^3.

Priemerná celozmenová expozícia automechanika pevným aerosólom za 8 hod. pracovnú zmenu preukázateľne **neprekračuje** NPEL.

Priemerná celozmenová expozícia automechanika chemickým faktorom za 8 hod. pracovnú zmenu preukázateľne **neprekračuje** NPEL.

Hraničný NPEL **nebol preukázateľne prekročený** u žiadneho chemického faktora. NPEL pre zmes chemických faktorov, ktorých účinky sa vzájomne podnecujú, **je dodržaný**.

Zdravotný stav zamestnancov pracujúcich v autoservise negatívne ovplyvňujú tiež plynné a pevné aerosóly a ďalšie chemické škodliviny v ovzduší. Preto cieľom našej práce bolo porovnanie expozície chemických látok v tomto prostredí.

Merania chemických faktorov, ktoré sú zo zákona *povinné* pri uvádzaní autoservisu do prevádzky, uskutočňujú a vyhodnocujú pracoviská s príslušnou akreditáciou. Merania v danom autoservise na požiadanie uskutočnila a vyhodnotila spoločnosť EKOLAB s.r.o. Košice.

Výsledky meraní boli spracované do tabuliek a sú porovnané s výsledkami, ktoré poskytol Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Nitre (Michalíková, 2014). Väčšina hodnôt nameraných vo vybranom autoservise je nižšia ako v ostatných autoservisoch (výsledky s ohľadom na rozsah článku neuvádzame), len v dvoch prípadoch (tab.2 - „osobný odber počas odmasťovania, striekania univerzálnej farby a osobný odber striekania laku“) sú hodnoty toluénu (8,114 ± 2,028 mg/m^3) a iných látok mierne zvýšené, stále však neprekračujú NPEL. Vzhľadom na malý uzatvorený priestor striekacej kabíny, by mohla byť predpokladaná najvyššia koncentrácia chemických látok priamo v jej vnútri. Z výsledkov merania však vyplýva, že hodnoty chemických látok namerané práve v tomto malom priestore sú oveľa nižšie, ako hodnoty namerané v hale lakovne, čo svedčí o takmer dokonalom odsávacom systéme UNI ITALIA - MASTER AIRBLUE (tab.2).

V ďalšom priestore lakovne sú výsledky o niečo vyššie, stále však spĺňajú všeobecné podmienky a podľa Nariadenia vlády SR č. 355/2006 Z.z. v znení NV č. 300/2007 Z.z., NPEL sú v celom priestore dodržané, čo svedčí o účinnom odsávacom systéme v celom objekte autoservisu.

Získané údaje dokumentujú, že pracoviská servisov vybavené účinnými odsávacími systémami dokážu plniť príslušné limity obsahu škodlivín vo vnútornom prostredí a zabezpečujú zdraviu vyhovujúce pracovné prostredie.

Iná situácia je v obytných priestoroch, kde na prekročenie koncentrácie oxidu uhoľnatého pri podcenení vetrania poukazuje práca (Vitázek et al, 2012) a produkciou rôznych emisií v malom krbe a ich vplyvom sa zaoberá práca (Holubčík et al, 2014).

Záver

Pri pracovnej činnosti sa človek stretáva s vplyvom rôznych chemických faktorov. Prevádzky servisov sú špecifické vzhľadom k tvorbe škodlivín z opravovaných strojov, ktoré musia byť odvádzané zariadeniami projektovanými a inštalovanými pre tento účel. V opačnom prípade sú porušované limity bezpečných podmienok pri práci.

V špecializovaných pracoviskách, ako sú autoservisy, sa okrem chemických škodlivín prítomných vo výfukových exhalátoch vyskytuje celý rad ďalších chemických činiteľov. Súčasťou ovzdušia priestorov servisných dielní je celý rad nebezpečných prchavých látok (najvyššie hodnoty namerané u toluénu), preto nevyhnutnosťou ich vybavenia sú kvalitné

odsávacie systémy, zabezpečujúce čo najefektívnejšiu výmenu vzduchu a tým čo najlepšiu kvalitu ovzdušia v tomto prostredí. Účinnými technickými zariadeniami (odsávacie systémy, samostatná striekacia kabína a pod.) je možné eliminovať pôsobenie škodlivých faktorov ako na zdravie zamestnancov, tak na strojové vybavenie servisu. Výsledky meraní v hodnotenom autoservise potvrdzujú funkčnosť a správne prevádzkovanie nainštalovanej odsávacej techniky.

Literatúra

ČERNECKÝ, J. 2005. Technické prostriedky merania a monitorovania. Zvolen: Technická univerzita, 2005. 92 s.

HOLUBCIK, M., JANDAČKA, J., KOLONICNY, J., HORAK, J. 2014. Particulate matter from combustion of different types of dendromass in small fireplace. Mitteilungen Klosterneuburg, vol. 64, iss. 2 (2014), online, s. 257-264.

MICHALÍKOVÁ, D. 2014. Emisné zaťaženie vnútorných priestorov autoservisov. Diplomová práca. Nitra: SPU, 2014. 74s.

MICHALÍKOVÁ, D., VITÁZEK, I. 2014. Mikroklíma vnútorných priestorov autoservisov. In: Zborník študentských vedeckých prác „Najnovšie trendy v poľnohospodárstve, v strojárstve a v odpadovom hospodárstve“. Nitra: SPU, 2014. s. 148-155.

STREĎANSKÝ, J. ET AL., 2005: Hodnotenie kvality životného prostredia. Nitra: SPU, 2005. 159 s.

PUCHEROVÁ, Z., 2008: Kvalita životného prostredia a environmentálny monitoring v Slovenskej republike. Nitra: UKF, 2008. 203 s. ISBN 978-80-8094-193-2.

VITÁZEK, I., VITÁZKOVÁ, B., MAJDAN, R. 2012. Koncentrácia CO v uzavretom prostredí. In: Zborník vedeckých prác z medzinárodnej vedeckej konferencie „Technics in Agrisector Technologies 2012“. Nitra: SPU, 2012, s.227-233.

Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 300/2007 Z. z. z 20. júna 2007, ktorým sa mení nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 355/2006 Z. z.

Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 471/2011 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 355/2006 Z. z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci v znení nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 300/2007 Z. z.

Súhrn

Cieľom tohto príspevku je zhodnotenie koncentrácie pevných a plynných aerosólov vybraných chemických škodlivín vo vnútornom ovzduší pracovísk autoservisu. Merania chemických faktorov, ktoré sú zo zákona povinné pri uvádzaní autoservisu do prevádzky, uskutočňujú a vyhodnocujú pracoviská s príslušnou akreditáciou. Nameraná maximálna koncentrácia pre pevný aerosól polyesterovej živice bola 0,37 mg/m^3, pre plynný aerosól napr. toluén 8,114 mg/m^3. Presné hodnoty sú uvedené v tab. 1 a 2. Merania koncentrácie a doby expozície preukázali dodržanie prípustných limitov. Najvyššie prípustné expozičné limity (NPEL) sú pre všetky látky vyššie. Hraničný NPEL nebol preukázateľne prekročený u žiadneho chemického faktora. NPEL pre zmes chemických faktorov, ktorých účinky sa vzájomne podnecujú, je dodržaný.

Kľúčové slová: chemický faktor, aerosól, koncentrácia, doba expozície, toluén

Poďakovanie: Príspevok je publikovaný vďaka riešeniu projektu VEGA MŠ SR č. 1/0857/12 „Zníženie nežiaducich vplyvov poľnohospodárskej a dopravnej techniky na životné prostredie“ a projektu VEGA MŠ SR č. 1/0786/14 „Vplyv environmentálnych aspektov pôsobenia techniky na elimináciu degradačných procesov v agrotechnológiách pestovania poľných plodín“.

Kontaktná adresa:
doc. Ing. Ivan Vitázek, CSc., Katedra dopravy a manipulácie, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: ivan.vitazek@uniag.sk

OXOCARBON EMISSIONS IN WORKSPACES

EMISIE OXIDOV UHLÍKA V PRACOVNÝCH PRIESTOROCH

Ivan Vitázek, Ján Novák, Božena Vitázková, Janko Klúčik

Abstract
The aim of the paper is to assess the indoor air quality of car service interiors with respect to the safe range of oxocarbon emission limits. Measurements of carbon monoxide and carbon dioxide concentration in selected parts of car service indicate that the permitted limits were kept. CO concentration reached values in the range from 0 to 10 ppm, CO_2 concentration was observed in the range from 493 to 967 ppm. Limit value for CO is 30 ppm, while for CO_2 it equals 1000 ppm. Car services may be considered as specific in terms of production of pollutants from the vehicles which are being repaired. Pollutants have to be exhausted by devices which are designed and installed for this particular purpose. Results of experimental measurements in selected car service parts confirm the functionality of installed exhaust technology and prove that healthy work environment was ensured.

Key words: car service, gaseous emissions, oxocarbons, emission limits

Úvod

S rozvojom spoločnosti a jej technického pokroku sa úmerne zvyšovalo a naďalej zvyšuje zaťaženie životného prostredia. Zlepšovanie jeho kvality je limitované ekonomickými možnosťami spoločnosti, pričom samotná realizácia ochrany životného prostredia vyžaduje predovšetkým hlbokú znalosť procesov prebiehajúcich v danom prostredí. Do ovzdušia sa dostávajú plynné, kvapalné aj pevné látky, spoločne nazývané emisie a ich vzájomnými reakciami v ovzduší vznikajú imisie, ktoré sú príčinou rôznych foriem smogu. Ich škodlivé pôsobenie na živé organizmy a neživé materiály v mieste pôsobenia je realitou od ich vzniku a poznania ich účinku.

Škodlivý účinok emisií a imisií na ľudský organizmus je závislý od celkového množstva škodlivých látok, ktoré sa dostávajú do ľudského tela, ale i od ich koncentrácii. Škodlivá látka v ovzduší môže mať na ľudský organizmus podľa svojej povahy a koncentrácie rozdielny vplyv, a to od prakticky nepostrehnuteľných účinkov, cez dráždenie, poškodenie miestne alebo celkové, až po všeobecné toxické pôsobenie (Michalíková, 2014).

V príspevku sú uvedené výsledky merania koncentrácie vybraných plynných emisií oxidov uhlíka vo vnútorných priestoroch autoservisu a zhodnotenie hygienických a bezpečnostných opatrení na dodržanie požadovanej mikroklímy.

Materiál a metódy

V Nitre a jej okolí je viacero menších či väčších autoservisov, s rôzne členenými špecializovanými pracoviskami. Žiadanú mikroklímu pracoviska možno zabezpečiť správne navrhnutým a prevádzkovaným vetraním a kúrením. Vychádza sa pri tom z normatív resp. optimalizácie parametrov z hľadiska ekológie a hospodárnosti (Michalíková-Vitázek, 2014).

Cieľom experimentálnych meraní bolo overenie účinnosti aplikovaných opatrení na znižovanie a udržovanie koncentrácie toxických látok pod limitnými hodnotami v jednotlivých priestoroch vybraného autoservisu. Problematika nadväzuje na prácu (Vitázek et al, 2012), kde bol hodnotený stav emisného zaťaženia bytového priestoru.

Požiadavky na mikroklímu pracovného prostredia

Jednou z najdôležitejších úloh pri projektovaní alebo modernizácii existujúcich útvarov

technickej starostlivosti (servisov, opravovní, dielní atď.) je zabezpečenie správnej mikroklímy v pracovnom prostredí, a to bez ohľadu na veľkosť útvaru. Skladba a veľkosť pracovísk servisných útvarov závisí od ich druhu a stupni špecializácie.

Vetraním priestoru sa vylepšujú nielen podmienky pracovného prostredia, ale zároveň sa zvyšuje ochrana zdravia zamestnancov a taktiež životnosť strojov a zariadení. Podľa spôsobu premiestňovania vzduchu možno hovoriť o ventilácii prirodzenej alebo nútenej, resp. ventilácii spoločnej alebo miestnej.

Množstvo odsatého vzduchu sa počíta na základe normovaných hodnôt pre dané zariadenie alebo na základe odporúčaných počtov výmen vzduchu. Pri výpočte vetrania jednotlivých oddelení opravovne sa odporúča nasledovný počet výmen vzduchu za jednu hodinu.

Tab.1 Odporúčaný počet výmen vzduchu pre jednotlivé oddelenia

Pracovisko	Počet výmen / hodinu
Oddelenie vonkajšieho umývania, demontáže, kompletizácie, opravy motorov, montáž, opravy elektrovýzbroje, palivovej sústavy	1,5 až 2
Umývanie súčiastok, zámočnícke a mechanické oddelenie	2 až 3
Kováčske a zváračské oddelenie	4 až 6

Prostredie autoservisov je zdrojom viacerých škodlivých látok a je dôležité eliminovať ich prítomnosť v pracovnom procese. V autoservise samotnom sú prítomné emisie výfukových plynov z naštartovaných spaľovacích motorov opravovaných automobilov pri skúškach funkčnosti a pri ich presune (Uhrinová et al, 2012). V priestoroch klampiarskej dielne a pri zváračských prácach vznikajú škodliviny, ktorých zdrojom sú jednotlivé opravárenské úkony. Emisie pri zváraní je možné charakterizovať ako uvoľňujúci sa dym, pary, aerosóly a prach pri zváraní materiálov, z ktorých väčšina je toxická a karcinogénna. Pri brúsení kovových a nekovových materiálov sa zbrúsený prach rozptyľuje vo všetkých smeroch, pričom zasahuje všetkých pracovníkov. Priestor lakovne slúži na všetky práce súvisiace s obnovou opravovaného povrchu. Tento priestor je rozdelený na jednotlivé pracoviská, na časť kde sa uskutočňuje tmelenie, brúsenie a priestor striekania.

Pri zohľadnení všetkých škodlivých faktorov vyplýva nutnosť inštalácie odsávacích systémov v každom priestore pracovísk autoservisov (Michalíková, 2014).

Chemické faktory na pracoviskách

Chemické faktory vyskytujúce sa na pracovisku predstavujú riziko vzhľadom na bezpečnosť a zdravie zamestnancov.

Riziko týchto látok je závislé od:

- ich nebezpečných vlastností (toxikologických alebo fyzikálnochemických - toxické, veľmi toxické, škodlivé, žieravé alebo horľavé);
- teploty alebo tlaku, pri ktorých sa vyskytujú na pracovisku;
- ich schopnosti znižovať percentuálny obsah kyslíka v pracovnom prostredí (inertné plyny);
- spôsobu a formy v akých sa na pracovisku vyskytujú (tuhé látky vo forme dýchateľného prachu).

Zoznam znečisťujúcich látok:

tuhé častice PM_{10}, oxidy dusíka NO_x / NO_2, oxid dusný N_2O, oxidy síry SO_x / SO_2, oxid uhoľnatý CO, oxid uhličitý CO_2, polychlórované bifenyly (PCB).

Zo zoznamu znečisťujúcich látok bol vybratý oxid uhoľnatý CO a oxid uhličitý CO_2, ktorých merania sú cieľom a obsahom tohto príspevku.

Oxid uhoľnatý CO je nedráždivý, jedovatý plyn bez chuti, farby a zápachu. Je zápalný a reaguje so silnými oxidantami (chlórtrifluoridom alebo lítiom). Patrí medzi základné ZL

ovzdušia. Najväčším zdrojom emisií CO je nedokonalé spaľovanie ropných palív v automobiloch, v priemysle, spaľovniach a inde - nedokonalé horenie organických látok s obsahom uhlíka. Antropogénnou činnosťou sa do ovzdušia dostáva 350 - 600mil. ton CO ročne (Vitázek et al, 2011).

Oxid uhoľnatý vzniká hlavne v interiéroch so spaľovacími zariadeniami bez odsávania a s obmedzeným prístupom vzduchu, najmä ak sú využívané v málo vetraných miestnostiach. Zvýšená profesionálna expozícia oxidom uhoľnatým sa predpokladá pri práci dopravných a hliadkujúcich policajtov, zamestnancov autoservisov, garáží, pracovníkov v metalurgickom, ropnom, plynárenskom a chemickom priemysle. Expozície môžu v určitých prípadoch presiahnuť 115 mg/m^3, v garážach až 570 mg/m^3.

Oxid uhoľnatý nepreniká cez kožu, jedinou expozičnou cestou je inhalácia. Patrí k najrozšírenejším jedom a pri vdychovaní sa absorbuje do pľúc. Opätovne sa viaže na krvné farbivo - reaguje s hemoglobínom a ich väzbou vzniká karbonylhemoglobín (COHb).

V zmysle vyhlášky MŽP SR č. 705/2002 Z.z. o kvalite ovzdušia je stanovená limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí 10 mg/m^3 CO počas priemerovaného obdobia - maximálny denný 8 hodinový priemer.

V zmysle Naradenia vlády č. 45/2002 o ochrane zdravia pri práci s chemickými faktormi je pre CO stanovená priemerná NPHV (najvyššia prípustná hodnota vystavenia) 35 mg/m^3 = 30 ml/m^3 a hraničná kategória NPHV II.

Oxid uhličitý CO_2 je prirodzenou zložkou atmosféry - tvorí 0,04% objemu. Je bezfarebný plyn bez zápachu. Globálna ročná emisia CO_2 z antropogénnej činnosti je približne 24 - 28 mld. ton. Najvýznamnejším zdrojom CO_2 na Slovensku je spaľovanie fosílnych palív, nemalý podiel má doprava zhruba 10%, 6 - 7% vzniká pri výrobe cementu, vápna, magnezitu, koksu a iných. V technickej praxi sa využíva tam, kde je nevyhnutná inertná atmosféra (tlakové prečerpávanie horľavých kvapalín, zváranie v inertnej atmosfére). Patrí medzi skleníkové plyny, uvoľňuje sa z pôdy (odlesňovanie, lesné požiare a iné). Jeho životnosť v atmosfére je odhadovaná na 60 - 200 rokov. Predpokladá sa, že takmer 40% absorbujú oceány.

Oxid uhličitý je nedýchateľný a vo vyšších koncentráciách môže spôsobiť stratu vedomia až smrť. Pri nadýchaní vo väčšom množstve pôsobí na sliznice štipľavo a vytvára kyslú chuť. Transportuje sa krvou v dvoch formách - ako fyzikálne rozpustný a ako chemicky viazaný v plazme a erytrocytoch. Chemicky sa viaže tiež na voľné aminoskupiny bielkovinovej zložky hemoglobínu pričom vzniká derivát karbonylhemoglobín.

V zmysle Nariadenia vlády č. 45/2002 o ochrane zdravia pri práci s chemickými faktormi je pre CO_2 stanovená NPHV 9 000 mg/m^3 = 5 000 ml/m^3 a hraničná kategória NPHV VI. NPHV (najvyššia prípustná hodnota vystavenia) - priemerná nesmie byť prekročená v celozmenovom priemere. Priemerné hodnoty sa podobne ako pri CO vzťahujú na 8-hodinovú pracovnú zmenu a 40-hodinový pracovný týždeň.

Pre merania emisií vo vnútornom prostredí bol zvolený merací prístroj Testo330-2 LL (obr.1), analyzátor spalín vybavený externými sondami pre určenie strednej hodnoty CO, CO_2 (obr.2 a 3). Výhodou najnovšieho typu tohto testovacieho prístroja je farebný displej s vysokým rozlíšením a grafickým znázornením priebehu merania. Jednoduché symboly a grafika opticky ukazujú namerané dáta. Testo330-2LL je prístroj nemeckej výroby, slúži na meranie rôznych chemických plynných látok a bol zvolený pre jednoduchosť ovládania a dostupnosť merania.

Výsledky a diskusia

Experimentálne merania boli uskutočňované v dopoludňajšom čase a za priaznivého počasia. Priestory merania okrem dielne automechanikov boli uzavreté, vetrané inštalovanou

nútenou ventiláciou. Meranie prebiehalo v dobe bežnej pracovnej prevádzky, v prítomnosti vedúceho servisu a pri všetkých opravárenských činnostiach.

Obr.1 Merací prístroj TESTO 330-2LL

Obr.2 Externá sonda CO

Obr.3 Externá sonda CO_2

V tabuľkách 2, 3 a 4 sú uvedené výsledky meraní koncentrácie CO_2 a CO na jednotlivých pracoviskách.

Tab.2 Výsledky meraní CO a CO_2 v dielni mechanikov

Číslo merania	Priestor merania Mechanická dielňa	CO_2 (ppm)	CO (ppm)
1	Meranie pri vstupe	563	0
2	Meranie v strede priestoru	745	1
3	Meranie po naštartovaní automobilu	967	10
4	Meranie pod automobilom na zdvíhacej plošine	691	4
5	Meranie v blízkosti otvorených dverí	493	0

Tab.3 Výsledky meraní CO a CO_2 v klampiarskej dielni

Číslo merania	Priestor merania Klampiarska dielňa	CO_2 (ppm)	CO (ppm)
1	Meranie pri vstupe	501	0
2	Meranie v strede priestoru	728	2
3	Meranie pri schodisku k lakovni	804	3
4	Meranie pri demontáži automobilu	756	0
5	Meranie v blízkosti otvorených dverí	498	0

Tab.4 Výsledky meraní CO a CO_2 v lakovni

Číslo merania	Priestor merania Lakovňa	CO_2 (ppm)	CO (ppm)
1	Meranie pri vstupe	785	2
2	Meranie v strede priestoru	823	1
3	Meranie v tesnej blízkosti striekacej komory	899	4
4	Meranie pri technických miestnostiach	715	2
5	Meranie v blízkosti otvorených dverí	520	0

Merania boli zamerané na prítomnosť plynných emisných látok CO a CO_2 v prostredí zvoleného autoservisu. Z vyhodnotenia uskutočnených meraní vyplývajú najvyššie a najnižšie

hodnoty uvedené v ppm:

- **dielňa automechanikov**
  - najväčšia koncentrácia CO = 10; CO_2 = 967 pri naštartovaní automobilu,
  - najnižšia koncentrácia CO = 0; CO_2 = 493 v blízkosti otvorených dverí ,
- **klampiarska dielňa**
  - najväčšia koncentrácia CO = 3; CO_2 = 804 pri schodisku k lakovni,
  - najnižšia koncentrácia CO = 0; CO_2 = 498 v blízkosti otvorených dverí,
- **lakovňa**
  - najväčšia koncentrácia CO = 4; CO_2 = 899 v blízkosti striekacej kabíny,
  - najnižšia koncentrácia CO = 0; CO_2 = 520 v blízkosti otvorených dverí.

Porovnaním výsledkov meraní vo zvolenom autoservise je možné konštatovať, že prekročenie prípustnej limitnej hodnoty 30ppm u CO a 1000ppm u CO_2 nebolo zaznamenané ani v jednom z meraní plynných emisií CO a CO_2 .

Väčšina autoservisov je vybavená technickými zariadeniami ako hadicové odvádzanie výfukových plynov (hlavne v zimnom období) a moderné odsávacie systémy, preto sú koncentrácie CO a CO_2 nižšie. Vzhľadom na mimoriadne škodlivé účinky CO (nebezpečenstvo otravy) je nutnosťou na pracovisku tohto typu zabezpečenie permanentného vetrania a priebežné kontroly koncentrácie týchto látok.

Iná situácia je v obytných priestoroch, napr. v kuchyniach pri príprave jedál, pokiaľ sa podcení vetranie a nie je v činnosti ani digestor. Merania preukázali prekročenie prípustných limitov koncentrácie oxidu uhoľnatého (Vitázek et al, 2012) už pri zapnutí dvoch horákov.

V práci Tsongasa je riešené pôsobenie CO, kde príznaky sa vzťahujú k úrovni expozície a dobe expozície. US Environmental Protection Agency (EPA) odporúča, že človek by nemal dýchať žiadne koncentrácie CO 9 ppm alebo vyššie počas osem hodín, akékoľvek koncentrácie 35 ppm alebo vyššie počas jednej hodiny, prípadne 200 ppm alebo vyššie v jednom okamihu. Okrem toho by človek nemal byť vystavený jednej z týchto troch podmienok viac ako raz za rok. Svetová zdravotnícka organizácia a kanadské ministerstvo zdravotníctva odporúča maximálnu expozíciu 25 ppm počas jednej hodiny. ASHRAE Standard 62-1989 odporúča expozičný limit nie viac ako 9 ppm za minútu v obývacom priestore a Japonsko má vnútornú normu, ktorá obmedzuje expozície 10 ppm pre ľubovoľnú dobu.

Získané údaje dokumentujú, že pracoviská servisov, ktoré musia plniť príslušné limity obsahu škodlivín vo vnútornom prostredí, zabezpečujú ich dodržanie v dovolených toleranciách. Bytové priestory, kde vetranie závisí od individuálneho pocitu a zvyklostí užívateľa, nemusia byť emisné limity dodržané.

Záver

Kvalita ovzdušia významnou mierou ovplyvňuje ŽP, zdravie obyvateľstva, ako aj jednotlivé ekosystémy. Pri hodnotení kvality ovzdušia sa vychádza z hodnotenia emisnej a imisnej situácie, podľa základných znečisťujúcich látok.

V špecializovaných pracoviskách, ako sú autoservisy, sa okrem chemických škodlivín prítomných vo výfukových exhalátoch vyskytuje celý rad ďalších chemických činiteľov. Oxid uhoľnatý je mimoriadne nebezpečný emisný prvok na pracoviskách, pri určitej koncentrácii môže dôjsť k ohrozeniu zdravia, až života pracovníkov autoservisu. Zohľadnením všetkých činiteľov špecifického prostredia, ako sú autoservisy, možno konštatovať, že práca v tomto prostredí je menej riziková pri dodržaní všetkých opatrení, s ktorými sa počíta už pri samotnej projekcii a budovaní autoservisu. Účinnými technickými zariadeniami je možné eliminovať pôsobenie škodlivých faktorov ako na zdravie zamestnancov, tak na strojové vybavenie servisu.

Výsledky meraní vo zvolenom autoservise potvrdzujú funkčnosť nainštalovanej

odsávacej techniky a celkové vhodné pracovné prostredie, zodpovedajúce základným hygienickým štandardom a pracovným podmienkam eliminujúcich vplyv nebezpečných a škodlivých faktorov vnútorného prostredia.

Literatúra

ČERNECKÝ, J., 2005. Technické prostriedky merania a monitorovania. Zvolen: Technická univerzita, 2005. 92 s.
KOUDELKOVÁ, D. Regulácia vetrania podľa kvality vnútorného vzduchu. Dostupné na: http://www.sstp.sk/Regulacia%20vetrania%20podla%20kvality%20vnutorneho%20vzduchu.htm
MICHALÍKOVÁ, D. 2014. Emisné zaťaženie vnútorných priestorov autoservisov. Diplomová práca. Nitra: SPU, 2014. 74s.
MICHALÍKOVÁ, D. – VITÁZEK, I. 2014. Mikroklíma vnútorných priestorov autoservisov. In: Zborník študentských vedeckých prác „Najnovšie trendy v poľnohospodárstve, v strojárstve a v odpadovom hospodárstve“. Nitra: SPU, 2014. s. 148-155.
TSONGAS, G. Carbon monoxide from ovens: A serious IAQ problem. In *Home Energy Magazine* [online]. Dostupné na: http://www.homeenergy.org/show/article/nav/kitchen/id/1152.
UHRINOVÁ, D. - JABLONICKÝ, J. - HUJO, Ľ. - TKÁČ, Z. - ANGELOVIČ, M. 2012. Measurement and evaluation of limited and unlimited emissions in relation to the alternative fuel used. In Acta technologica agriculturae, 2012, roč. 15, č. 1, s. 19-23.
VITÁZEK, I. – CHRASTINA, J. – VITÁZKOVÁ, B. 2011. Plynné emisie na vybraných zdrojoch tepla. In *Zborník vedeckých prác z medzinárodnej vedeckej konferencie „Technika v technológiách agrosektora 2011“*. Nitra: SPU v Nitre, 2011, s. 139-144.
VITÁZEK, I., VITÁZKOVÁ, B., MAJDAN, R. 2012. Koncentrácia CO v uzavretom prostredí. In: Zborník vedeckých prác z medzinárodnej vedeckej konferencie **„**Technics in Agrisector Technologies 2012“. Nitra: SPU, 2012, s.227-233.
Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 300/2007 Z. z. z 20. júna 2007, ktorým sa mení nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 355/2006 Z. z.
Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 471/2011 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 355/2006 Z. z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci v znení nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 300/2007 Z. z.

Súhrn
Cieľom tejto práce je zhodnotenie kvality vnútorného prostredia servisných priestorov so zameraním na dodržiavanie emisných limitov oxidov uhlíka. Merania koncentrácie oxidu uhoľnatého a oxidu uhličitého na vybraných pracoviskách autoservisu preukázali dodržanie prípustných limitov. Koncentrácia CO bola v rozmedzí 0 až 10 ppm, koncentrácia CO_2 bola v rozmedzí 493 až 967 ppm. Limitné hodnoty sú 30ppm u CO a 1000ppm u CO_2. Prevádzky servisov sú špecifické vzhľadom k tvorbe škodlivín z opravovaných strojov, ktoré musia byť odvádzané zariadeniami projektovanými a inštalovanými pre tento účel. Výsledky experimentálnych meraní na vybraných pracoviskách autoservisu potvrdzujú funkčnosť nainštalovanej odsávacej techniky a vytvorenie zdraviu neškodného pracovného prostredia.

Kľúčové slová: autoservis, plynné emisie, oxidy uhlíka, emisné limity

Poďakovanie: Príspevok je publikovaný vďaka riešeniu projektu VEGA MŠ SR č. 1/0857/12 „Zníženie nežiaducich vplyvov poľnohospodárskej a dopravnej techniky na životné prostredie“ a projektu VEGA MŠ SR č. 1/0786/14 „Vplyv environmentálnych aspektov pôsobenia techniky na elimináciu degradačných procesov v agrotechnológiách pestovania poľných plodín“.

Kontaktná adresa:
doc. Ing. Ivan Vitázek, CSc., Katedra dopravy a manipulácie, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: ivan.vitazek@uniag.sk

4. Sekcia

BEZPEČNOSŤ A POŽIARNA OCHRANA VIDIECKYCH STAVIEB

CONTENT CHANGE OF DRY MATTER IN THE STRAW DURRING LEAVE LYING OF COWS IN THE SUMMER TIME

ZMENA PODIELU SUŠINY V SLAME POČAS USTAJNENIA VOĽNO LEŽIACICH DOJNÍC V LETNOM OBDOBÍ

Matúš Bošanský – Miroslav Žitňák – Jana Lendelová – Štefan Pogran – Martina Prístavková

Abstract:
In the article we examined the ratio of dry matter in the straw in the stabling object during the summer temperature extrems. In the object without lying boxes were housed leave lying cows.
We found that the straw can in one day, which is used as bedding material to increase its moisture content of 38.7%. Thus, even in the summer, when is the relative humidity in the house low, straw has a high water absorption. We can therefore conclude that the change interval straw, that 24 hours is, is a very long and we recommend doing it every 12 to 16 hours.
Kľúčové slová: Dry substance, straw, stable

Úvod:

Podlaha v ustajňovacích objektoch by mala byť dostatočne pohodlná, aby sa zabezpečil dostatočný čas ležania, s ktorým významne súvisí produkcia mlieka. Hovädzí dobytok uprednostňuje pre ležanie mäkké podstielky (Jensen et al, 1988;. Herlin, 1997;. Tucker et al, 2003). Slamená podstielka zvyšuje tepelnú izoláciu, čo je veľmi dôležité, pokiaľ je dobytok ustajnený v nevykurovaných budovách (Tuyttens, 2005). Okrem poklesu výšky podstielky počas jej použitia pri ustajnení je pravdepodobné, že stratí svoju kvalitu najmä zvlhnutím a to buď vplyvom expozície dobytka, alebo vplyvom výkalov a moču (Ward et al., 2000). Sušina slamy počas jej používania klesá, čo vedie k zvýšenému premnožovaniu sa baktérií (Zdanowicz et al., 2004). Predchádzajúce štúdie uvádzajú, že kravy uprednostňujú zalíhanie na podstielke s nízkou vlhkosťou (Keys et al., 1976).

Materiál a metódy:

Merania sa uskutočnili počas letného obdobia, kedy je predpoklad výskytu teplotných extrémov. Skúmaným objektom bola maštaľ, kde sa pre podstielanie hovädzieho dobytka používa slama. Objekt je charakteristický svojou typickou pôvodnou konštrukciou. Jedná sa o pôrodnicu so štyrmi kotercami „pen“. Kravy sa nachádzali iba v krajných dvoch kotercoch. Ustajnený dobytok má možnosť v týchto častiach zalíhať kdekoľvek. Teda podstielka je rovnomerne rozmiestnená po celej podlahovej konštrukcii. Je vhodné dodať, že sa jedná o krátko rezanú slamu.
Vzorky boli odoberané v troch intervaloch, na začiatku podstielania, v strede turnusu medzi dvomi podstielaniami a na konci turnusu, tesne pred vymenením podstielkového materiálu, alebo jeho dosypaním vždy v rovnakých miestach a v rovnakom objeme. Uskladnené boli vo vzduchotesných vreciach a ihneď po každom odbere odovzdávané k vyhodnoteniu do certifikovaného laboratórneho pracoviska. V objekte je slama vymieňaná v celom objeme každých 24 hodín. Vzorky boli získavané z každého z troch prierezov ustajňovacieho objektu, na začiatku, v prostriedku a na konci. Každý prierez bol rozdelený na šesť rovnakých častí, z ktorých sa slama odoberala, a teda tvorila jednu vzorku. Hmotnosť odobratej vzorky bola 350 gramov a výsledná vzorka z jedného prierezu vážila 2100 gramov. Pred odbermi v objekte sa odobrala slama zo skladu slamy, ktorá bola používaná pre nastielanie. Odoberaná bola zo šiestich rôznych miest skladu a jej výsledná hmotnosť bola tiež 2100 gramov. Odbery sa uskutočnili v čase

ráno o 5:00, poobede o 17:00 a na druhý deň ráno tesne pred novým nastlatím o 4:00. Popri odberoch sa počas celého letného obdobia merali vonkajšie mikroklimatické parametre a mikroklimatické parametre vo vnútri objektu v dvoch prierezoch. Pre meranie týchto parametrov sme použili meracie zariadenie Comet datalogger S3131P.
Odobraté vzorky sa pred predsušením sa vzorky navážili do lísiek v množstve 200 g, s presnosťou na 0,001 kg pomocou laboratórnych váh RADWAG PS 3500/C/2. Takto navážené vzorky sa vkladali do predsušiarne HS 402 na dobu 2 až 3 dni. Teplota predsušenia bola 55 °C ± 5 °C. Po uplynutí tejto doby sa lísky vyberali a nechávali sa spolu so skúmaným materiálom odstáť v laboratórnych podmienkach na čas 24 hodín, aby nadobudli primeranú rovnovážnu vlhkosť. Vzorky boli pritom chránené pred rozprášením a rozptýlením. Po tomto procese boli opäť odvážené s presnosťou na 0,0002 kg a určité množstvo sa rozomlelo tak, aby prešlo sitom s frakciou 1 mm. Vzorky sa opäť nechajú odstáť v laboratórnych podmienkach 24 hodín a ďalej sa stanovuje sušina podľa postupu. Skúmaný materiál bol navážený do vysušených normovaných hliníkových misiek pomocou analytických váh RADWAG AS 220/C/2 s presnosťou na 0,0001 g a vložené do sušiarne POL – EKO SLW 115 STD. Teplota v tejto sušiarni musí byť 105 °C a vzorky sa sušia až kým nedosiahnu konštantnú hmotnosť. Výsledky z meraní boli stanovené zo vzťahu č. 1., z ktorého určíme obsah sušiny X v %.

$$X = \frac{a \cdot b}{A \cdot B} \cdot 100 \quad [\%]$$

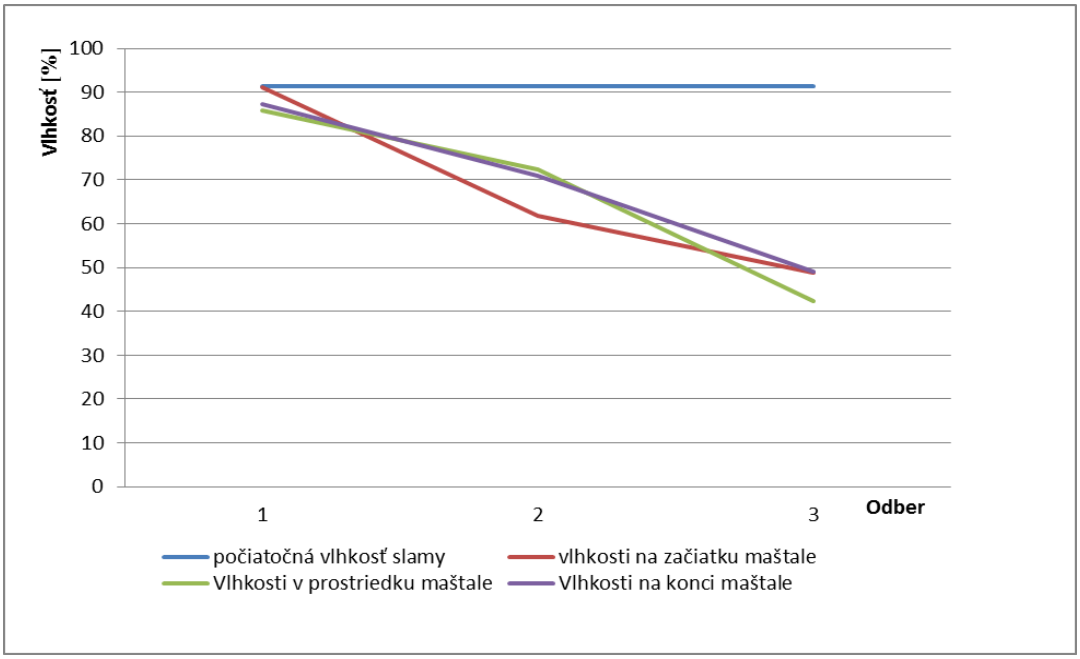
(1)

kde: A je navážka vzorky pre predsušenie [g],
B je navážka vzorky pre dosušenie [g],
a je hmotnosť predsušenej vzorky [g],
b je hmotnosť dosušenej vzorky [g].

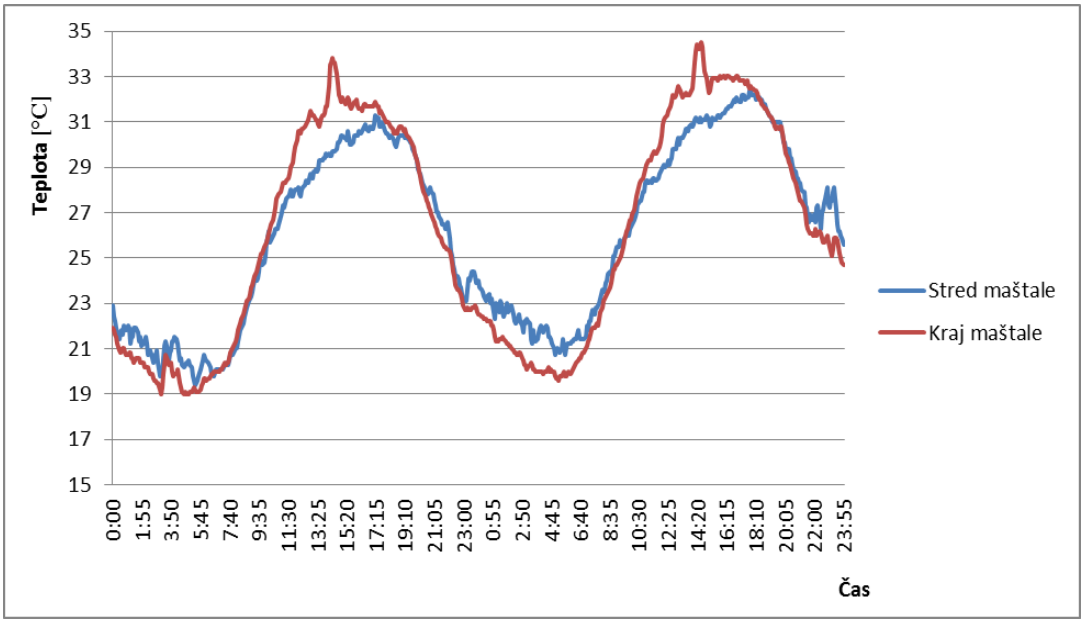
Výsledky a diskusia:
Priemerná teplota mala počas týchto dvoch dní odberov hodnotu vo vnútri objektu 26,078 °C ±4,454 °C a priemerná relatívna vlhkosť bola 62,352 % ± 12,33 °C.
Slama používaná pre nastielanie ustajnených dojníc dosahovala sušinu v hodnote 91,36 %. V krajných prierezoch odberov bol podiel sušiny v slame počas prvého odberu 91,03 % a 87,38% a v strednom priereze 85,75 %. Jej priemerná hodnota sa teda od prvej hodiny od nastlatia zmenšila na 88,053 % ± 2,703%. Druhý odber, teda v prostriedku turnusu vykazoval výrazne znížený podiel sušiny v podstielanej slame. V krajných dvoch prierezoch klesli jej hodnoty o 29,32 % a 16,45 %, v prostrednom priereze o 13,35 %. Teda celkový podiel sušiny po 12 hodinách sa znížil na 68,347 % ± 5,794%. Po treťom, poslednom odbere sme zaznamenali ešte nižšie hodnoty sušiny. V krajných dvoch prierezoch to boli hodnoty 48,93 % a 48,95 % a v prostrednom priereze 42,35 %. Priemerný podiel sušiny v slame po 24 hodinách od nastlatia klesol na 46,743 % ± 3,805.
Slama je od nepamäti používaná ako najčastejší podstielkový materiál pre postielanie hovädzieho dobytka. Jej výhody sú nesporné, avšak ako je vidieť z výsledkov, jej najväčším problémom je vysoká nasiakavosť. Dokázala počas 24 hodín zvýšiť v maštaľnom prostredí svoju vlhkosť až o 38,1 % ± 3,80 %, teda na vlhkosť 53,26 %. Jej zvýšená vlhkosť na jednej strane absorbuje časť exkrementov a zápachov, na druhej strane pri veľkej vlhkosti má negatívny teplotechnický dopad na kvalitu ležiska. Tiež je zvýšené riziko premnožovania sa nežiadúcich baktérií, ktoré môžu viesť k zvýšenej

chorobnosti dojníc, najmä teda v oblasti vemena a paznechtov. Práve tento problém býva veľmi častý, výrazne znižuje dojivosť a zvyšuje náklady na liečbu zvierat.

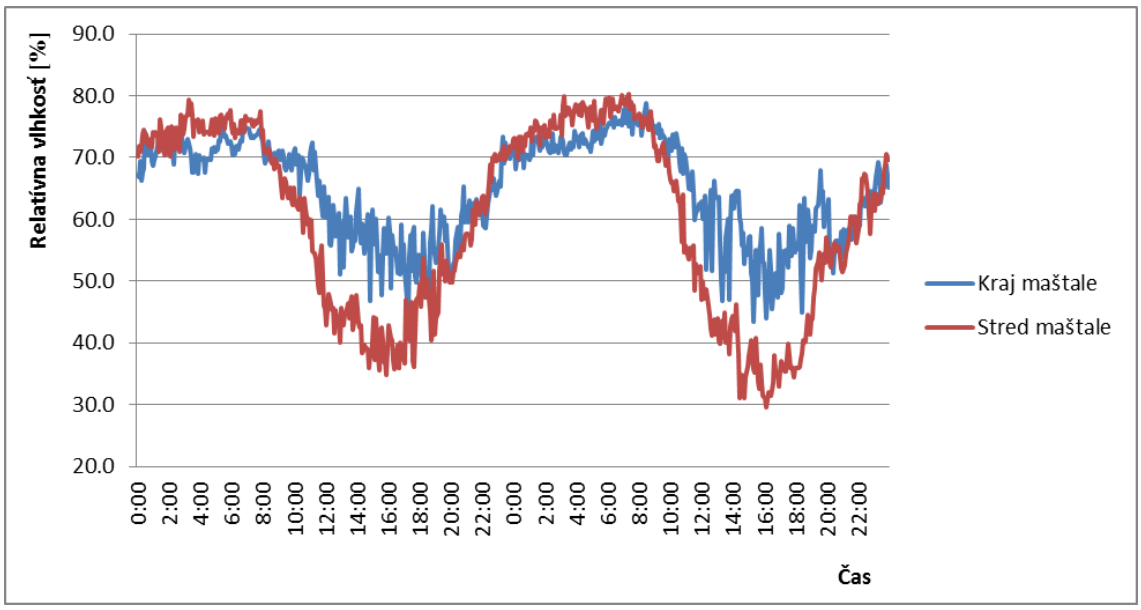
V chovoch na hlbokej podstielke je potrebné udržiavať podstielku v suchom stave aj z dôvodu, že vlhká podstielka je primárna príčina amoniakálnych emisií. Teplota, vlhkosť a pH znečistenej podstielky sú primárne faktory ovplyvňujúce intenzitu unikania amoniaku (Knížatová et al.). Premena organického materiálu v znečistenej podstielke je tiež sprevádzaná uvoľňovaním uhlíka vo forme oxidu uhličitého (CO_2), metánu (CH_4) a viacerých organických plynov. Intenzita tohto rozkladu úzko súvisí s činnosťou mikroorganizmov, ktorá je závislá na špecifických podmienkach prostredia (Redwine et al., 2002).



Graf č. 1: Priebeh poklesu objemu sušín v jednotlivých miestach maštale



Graf č. 2: Priebeh teplôt počas dní odoberania vzoriek



Graf č. 3: Priebeh relatívnych vlhkostí počas dní odoberania vzoriek

Záver:

Podľa uvedených výsledkov môžeme tvrdiť, že slama má ako podstielkový materiál veľmi vysokú nasiakavosť. V maštaľnom prostredí s ustajnenými voľno ležiacimi dojnicami dokáže prijať priemernú vlhkosť až 38,7 % a teda jej výsledná vlhkosť sa zvýši na 53,26 %, čo môže mať negatívny dopad na zalíhanie dojníc a zvyšuje sa množenie baktérií spôsobujúcich choroby v oblasti vemena a paznechtov. S týmto problémom súvisí rast ekonomických nákladov spojených s častejšou zdravotnou starostlivosťou zvierat a rovnako aj finančné straty vplyvom nižšej dojivosti. Ako je vidieť z grafu č. 1, komfort z hľadiska obsahu sušiny klesá na nižšie úrovne hlavne medzi druhým a tretím odberom, resp. už od 18:00 hod do rána 6:00 hodiny, kedy je slama vyhrnutá z ležísk, ktoré sú v zapätí znovu pristlané. Ideálne by teda bolo pristielanie každých 12 hodín až 16 hodín, kedy by slama vytvárala preukázateľne suchšie prostredie a tým by neboli negatívne ovplyvňované parametre, ktoré boli uvedené vyššie.

Abstrakt

V článku sme sa zaoberali zmenou podielu sušiny v slame v ustajňovacom objekte počas letných teplotných extrémov. V objekte bez ležiskových boxov boli ustajnené voľno ležiace dojnice. Zistili sme, že slama dokáže počas jedného dňa, kedy je použitá ako podstielkový materiál zvýšiť svoju vlhkosť o 38,7 %. Teda aj v letnom období, kedy je relatívna vlhkosť v objekte nízka má slama vysokú nasiakavosť. Môžeme teda tvrdiť, že dvadsaťštyri hodinový interval nastielania slamy je príliš dlhý a odporúčame ho skrátiť tento interval na 12 hodín až 16 hodín.

Kľúčové slová: Sušina, slama, maštaľ.

Poďakovanie

Tento príspevok vznikol za finančnej podpory Grantovej agentúry VEGA SR v rámci riešenia úlohy 1/0575/14.

Použitá literatúra

CAMILOTI, T. V.; FREGONESI, J. A.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; et al. Effects of bedding quality on the lying behavior of dairy calves. In. Journal od dairy science. Volume: 95 Issue: 6 Pages: 3380-3383 Published: JUN 2012.

HERLIN, A. H. 1997. Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene and lying down behaviour. In. Swed. J. Agric. Res. 27:189–196.

JENSEN, P., B. RECÉN, and I. EKESBO. 1988. Preference of loose housed dairy cows for two different cubicle floor coverings. Swed. J. Agric. Res. 18:141–146.

KEYS, J. E., L. W. SMITH, and B. T. WEINLAND. 1976. Response of dairy cattle given a free choice of free stall location and three bedding materials. In. J. Dairy Sci. 59:1157–1162.

KNÍŽATOVÁ, M., MIHINA, Š., KARANDUŠOVSKÁ, I., ORSÁG, J. ŠOTTNÍK, J. 2009. Koncentrácie a emisie amoniaku a skleníkových plynov v chove brojlerových kurčiat v letnom období a ich závislosť od vybraných vlastností podstielky. In *Acta technologica agriculturae*. ISSN 1335-2555, 2009, roč. 12, č. 1, s. 1-5.

NORRING, M., E. MANNINEN, A. M. DE PASSILLÉ, J. RUSHEN, L. MUNKSGAARD, and H. SALONIEMI. 2008. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness and hoof and hock injuries of dairy cows. J. Dairy Sci. 91:570–576.

REDWINE, J. S., LACEY, R. E., MUKHTAR, S., CAREY, J. B. 2002. Concentration and emissions of ammonia and particulate matter in tunnel ventilated broiler houses under summer conditions in Texas. Transactions of the ASAE, 2002, 45 (4), P. 1101-1109.

TUCKER, C. B., D. M. WEARY, and D. FRASER. 2003. Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. In. J. Dairy Sci. 86:521–529.

TUYTTENS, F. A. M. 2005. The importance of straw for pig and cattle welfare: In. A review. Appl. Anim. Behav. Sci. 92:261–282.

WARD,P.L., J.E.WOHLT, P.K.ZAJAC, and K.R.COOPER. 2000. Chemical and physical properties of processed newspaper compared to wheat straw and wood shavings as animal bedding. In. J. Dairy Sci. 83:359–367.

ZDANOWICZ, M., J. A. SHELFORD, C. B. TUCKER, D. M. WEARY, and M. A. G. VON KEYSERLINGK. 2004. Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. In. J. Dairy Sci. 87:1694–1701.

Kontaktná adresa autorov:

Ing. Matúš Bošanský
KS TF, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: matus@bosansky.eu
doc. Ing. Miroslav Žitňák, PhD.
KS TF, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: Miroslav.Zitnak@uniag.sk
Ing. Jana Lendelová, PhD.
KS TF, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: janalendelova@gmail.com
doc. Ing. Štefan Pogran, CSc.
KS TF, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: stefan.pogran@uniag.sk
Ing. Martina Prístavková
KS TF, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: m.pristavkova@gmail.com

THE ANALYSIS OF ACCIDENT RATE IN AGRICULTURE

ANALÝZA ÚRAZOVOSTI V POĽNOHOSPODÁRSTVE

Žitňák Miroslav, Lendelová Jana, Prístavková Martina, Bošanský Matúš

ABSTRACT

This work deals with security in agricultural establishments, points out the importance of compliance with legislation of safety and health at work in terms of preventing occupational accidents. Based on the results of the survey, we compared the data of individual work-related accidents in the years of 2007 and 2011, which occurred in agricultural sector in Slovakia. Agriculture is managed by the quality and the main output is the realization of high-quality food which safety is checked at each point where there could be a damage. On the other hand, we should not forget about the safety of workers who produce these foods. It is therefore necessary to pay great attention to the analysis of controls relating to the safety of employees, finding the causes of individual accidents, proposals and measures to improve the working conditions and amendments of a new legislation.

Key words

safety at work, agriculture, accident rate

Úvod

Problematika manažérstva rizika v poľnohospodárstve, tak ako aj v iných odvetviach sa javí nielen v poslednej dobe veľmi aktuálnou a to najmä z hľadiska ekonomiky, ako aj starostlivosti o bezpečnosť zamestnancov na pracovisku. Nevyhnutným krokom pre zvládnutie tejto úlohy je identifikácia všetkých pracovných postupov vzťahujúcich sa k jednotlivým činnostiam a stanovenie zdrojov rizík spojených s každým identifikovaným nebezpečenstvom. Manažérstvo rizika predstavuje dôležitý nástroj na identifikovanie týchto rizík, ich analýzu, hodnotenie, klasifikáciu a neposlednom rade aj ich znižovanie za pomoci použitia vhodných opatrení. I keď došlo k významnému pokroku pri zlepšovaní dodržiavania noriem v odvetví poľnohospodárstva, zostáva ešte prijať veľa opatrení, ktoré je potrebné zvládnuť aby sa úrazovosť v poľnohospodárstve znížila.

Materiál a metódy

Pracovné úrazy sú často dôsledkom nevhodných pracovných podmienok a pracovného prostredia a vznikajú ako následok nedostačujúceho vytvárania predpokladov pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci. Úspešné preventívne pôsobenie proti pracovným úrazom si vyžaduje poznať všetky aktuálne súvislosti, ktoré podmieňujú vznik týchto udalostí. Preto je nevyhnutné zisťovať najmä príčiny vzniku úrazových dejov a zdroje úrazových iniciácií. Na základe takto získaných informácií je možné úrazy analyzovať a následne prijímať cielené opatrenia na odstránenie príčin ich vzniku.

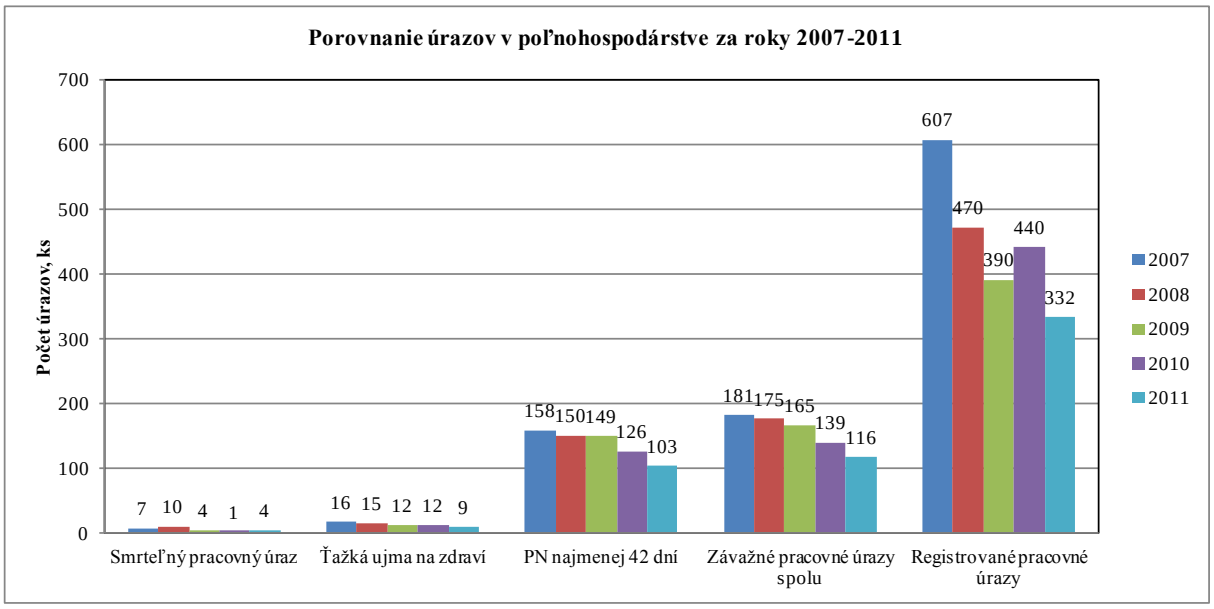
Analýzu úrazovosti v poľnohospodárstve sme robili podľa vyhlášky č. 500/2006 Zb. Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny o registrovanom pracovnom úraze.

Objektom skúmania a pozorovania v oblasti úrazovosti bol sektor poľnohospodárstva za roky 2007 a 2011.

Výsledky a diskusia

Na obr.1 je graficky znázornené porovnanie úrazovosti v poľnohospodárskom odvetví za roky 2007 až 2011 v Slovenskej republike, z ktorého je zrejmé, že v roku 2007 sa na území SR stalo 7 smrteľných pracovných úrazov, v roku 2008 až 10 smrteľných pracovných úrazov, v roku 2009 4 smrteľné pracovné úrazy, v roku 2010 iba 1 smrteľný pracovný úraz a v roku

2011 až 4 smrteľné pracovné úrazy. Zo sledovania skupiny úrazov s ťažkou ujmou na zdraví v rokoch 2007 až 2011 bolo najviac prípadov zistených v roku 2007 (až 16 prípadov), pričom najmenej prípadov bolo v roku 2011 (9 prípadov). Počet pracovných úrazov, po ktorých pracovná neschopnosť zamestnancov trvala najmenej 42 dní, bol najväčší v roku 2007 (158 úrazov) a najmenší výskyt (103 úrazov) bol v roku 2011. Z obrázku 1 vidíme, že sumárny počet závažných pracovných úrazov postupne po rokoch klesá od 181 po 103. Nakoniec sú znázornené registrované pracovné úrazy – teda úrazy, ktorými bola spôsobená pracovná neschopnosť zamestnanca trvajúca viac ako 3 dni, a to 607 úrazov v roku 2007, 470 úrazov v roku 2008, 390 úrazov v roku 2009, 440 úrazov v roku 2010 a 332 úrazov v roku 2011. Z tohto sledovania je zrejmý takmer polovičný pokles takýchto úrazov v porovnaní rokov 2007 a 2011.



Obr. 1 Porovnanie úrazovosti za roky 2007-2011 v SR v poľnohospodárstve

V ďalšej časti sme porovnávali pracovné úrazy v poľnohospodárstve rozdelené podľa zdrojov úrazov za roky 2007 a 2011. Najviac smrteľných pracovných úrazov sa stalo v roku 2007 a boli to úrazy, ktoré sú zaradené medzi zdroje č. III - Stroje hnacie, pomocné, obrábacie a pracovné. Sumárne sa za roky 2007- 2011 najviac pracovných úrazov stalo v kategórii zdrojov č. I - dopravné prostriedky (9 SPÚ), potom v kategórii č. III - Stroje hnacie, pomocné, obrábacie a pracovné (5 SPÚ) a v kategórii zdrojov č. IV - pracovné, prípadne cestné dopravné priestory ako zdroje pádov osôb (4 SPÚ). V kategórii ťažkej ujmy na zdraví v rokoch 2007 - 2011 sa najviac stalo tých, ktoré sú zaradené medzi zdroje č. IV - pracovné, prípadne cestné dopravné priestory ako zdroje pádov osôb. V kategórii PN najmenej 42 dní sa v rokoch 2007 - 2011 najviac stalo úrazov, ktoré sú zaradené medzi zdroje č. IV- pracovné, prípadne cestné dopravné priestory ako zdroje pádov osôb. Závažných pracovných úrazov, medzi ktoré patria smrteľný pracovný úraz, ťažká ujma na zdraví a úrazy, ktorých pracovná neschopnosť zamestnanca trvala najmenej 42 dní, sa na území SR spolu najviac stali úrazy zaradené medzi zdroje č. IV - pracovné, prípadne cestné dopravné priestory ako zdroje pádov osôb a č. X - ľudia, zvieratá a prírodné živly.

Porovnali a vyčíslili sme počty úrazov v jednotlivých krajoch Slovenskej republiky, kde sme vyčíslili, že najviac smrteľných pracovných úrazov sa v roku 2007 stalo v Banskobystrickom kraji (3 SPÚ) a v Trnavskom kraji (2 SPÚ), v roku 2008 sa najviac smrteľných pracovných úrazov stalo v Košickom kraji (4 SPÚ) a v Trnavskom kraji (3 SPÚ), v roku 2009 sa najviac smrteľných pracovných úrazov stalo v Prešovskom kraji (3 SPÚ) a v Trenčianskom kraji (1 SPÚ), v roku 2010 sa stal 1 smrteľný pracovný úraz v Žilinskom kraji a v roku 2011 sa stal 1 smrteľný pracovný úraz v Bratislavskom, Trnavskom, Trenčianskom a Žilinskom kraji. Sumárne je na tom najhoršie Trnavský kraj (6 SPÚ), ale pozitívny je klesajúci trend SPÚ. Najviac úrazov ťažkej ujmy na zdraví bolo v roku 2007 v Prešovskom kraji (6 úrazov), v roku 2008 v Trenčianskom kraji (6 prípadov), v roku 2009 v Trnavskom kraji (5 prípadov), v roku 2010 v Trnavskom kraji (4 prípady) a v roku 2011 tiež v Trnavskom kraji (3 prípady). Sumárne je na tom najhoršie opäť Trnavský kraj (17 prípadov), ale pozitívny je tiež klesajúci trend. Môžeme konštatovať, že najviac úrazov s PN v trvaní najmenej 42 dní spolu za roky 2007-2011 bolo v Trnavskom kraji (150 prípadov). Z toho vyplýva, že najviac závažných pracovných úrazov spolu za roky 2007-2011 sa stalo v Trnavskom kraji. Registrovaných pracovných úrazov sa stalo najviac v Trnavskom, Nitrianskom, Trenčianskom a Žilinskom kraji.

Veľkým problémom podnikov sú pracovné úrazy, čo sme mohli vidieť aj na Obr. č. 1. Ich šetrenie a spracovanie príslušnej agendy je veľmi problematické. Šetrenie príčin úrazov, nápravné opatrenia a následnú byrokraciu vykonáva väčšinou bezpečnostný technik, čo sa považuje za jednu z chýb, pretože vedúceho zamestnanca v podstate pracovný úraz, ktorý sa stal, nijako nezaťažuje. Tým pádom to môže vyvolávať dojem, že nemá žiadnu zodpovednosť a nič ho nenúti úrazom predchádzať. V tých firmách, kde sa dbá na to, aby vedúci zamestnanec bol zodpovedný za úrazy vzniknuté na pracovisku, má za následok to, že sám vedúci zamestnanec aktívne vytvára tlak na zabezpečovanie BOZP, a tým sa kladie väčší dôraz na predchádzanie pred úrazmi.

Na základe štatistického zisťovania informácií o pracovnej úrazovosti sa v oblasti BOZP prejavuje nedostatočná znalosť platnej legislatívy a nedôsledné napĺňanie požiadaviek, ktoré sú dané právnymi predpismi. Práve táto legislatíva ale vytvára rámec a systém, ktorý má byť v praxi aplikovaný za účelom zaistenia bezpečného pracoviska. Pre zabezpečenie manažmentu v oblasti BOZP je rozhodujúci nielen počet zamestnancov, ale dôležitou je aj štruktúra riadenia. Jedným z hlavných problémov pri zabezpečovaní BOZP je „rozvetvená“ a komplikovaná štruktúra rôznych riadiacich funkcií, čo je dôsledkom toho, že dochádza k prieniku kompetencií jednotlivých funkcií. Na základe toho vznikajú v praxi zásadné problémy v zabezpečovaní BOZP.

Všetky riziká a nebezpečenstvá na pracovisku musia byť identifikované, vrátane tých, ktoré vyplývajú z pracovných činností a z iných faktorov pracovného prostredia. Prvý a dôležitý krok spočíva vo vhodnom a dostatočnom posúdení rizík. Nevhodným prípadom je, keď hodnotenie rizík vypracuje bezpečnostný softwér, pričom takéto umelé spracovanie má byť len odrazovým mostíkom pre proces hodnotenia, ale nemá tento proces nahrádzať. Systém môže fungovať iba vtedy, keď sa reálne, fyzicky a pravidelne pracovisko vyhodnocuje a preverí sa, čo konkrétne môže ublížiť ľuďom. Posudzovanie rizík by sa malo vzťahovať na všetky nebezpečenstvá a ohrozenia na pracovisku, čím by sme mohli dosiahnuť reálne zníženie expozícii pracovníkov a iných osôb a tak predchádzať škodám na zdraví, čo by v konečnom dôsledku pomohlo celému národnému hospodárstvu.

Dobré meno poľnohospodárskeho podniku v budúcnosti by nemal robiť len kvalitný výsledný produkt, ale aj bezpečnosť pracovníkov, teda to, že sa pri pestovaní rastlín a chove hospodárskych zvierat nikto nezranil a dôsledne sa dbalo na bezpečnosť všetkých, ktorí sa na tomto procese podieľali. Pri posudzovaní pôsobiacich rizík treba dbať hlavne na bezpečnosť zamestnancov, u ktorých je dôležité budovať povedomie o ich vlastnej bezpečnosti a ochrane

zdravia pri pracovnej činnosti, ktorú majú vykonávať tak, aby dbali v prvom rade na svoju bezpečnosť, používali osobné ochranné pracovné pomôcky, dodržiavali predpísané pracovné postupy a nebrali predpisy BOZP za príťaž, ale ako ochranu ich zdravia pri práci.

Záver

Na základe porovnania údajov vidieť v priebehu rokov 2007- 2011 pokles pracovných úrazov na území Slovenskej republiky. Ale ak prepočítame tieto čísla na počet zamestnancov v aktuálnom roku, tieto nevykazujú taký pokles, keďže zamestnanosť v odvetví poľnohospodárstva klesá.

Odvetvie poľnohospodárstva je špecifické odvetvie, kde človek pracuje zo živým materiálom a nikdy nevie na 100 %, ako sa zviera zachová. Vzhľadom na svoju povahu je dlhodobo rizikové.

Pri znižovaní alebo obmedzení pracovných úrazov je preto potrebné:

a) dôsledne aplikovať v praxi právne a ostatné predpisy na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v poľnohospodárstve – zisťovanie, čo presne, v akom rozsahu a kedy ohrozuje ľudí pri pestovaní rastlín, pozberovom spracovaní poľnohospodárskych produktov a chove hospodárskych zvierat,

b) každodenne dohliadať na dodržiavanie BOZP a prehodnocovať aktuálnu úroveň – systém kontroly a následnej analýzy,

c) zainteresovať a motivovať pracovníkov k dobrovoľnému dodržiavaniu BOZP – vytvárať dobré pracovné podmienky pre ďalšie zvyšovanie úrovne bezpečnosti práce na pracoviskách všetkými zamestnancami.

ABSTRAKT

V práci sme sa zaoberali bezpečnosťou v poľnohospodárskych podnikoch, poukázali sme na to, ako je dôležité dodržiavanie legislatívy v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci z hľadiska zabránenia vzniku pracovných úrazov. Na základe výsledkov štatistického zisťovania sme porovnali údaje jednotlivých pracovných úrazov za roky 2007 a 2011, ktoré sa stali v odvetví poľnohospodárstva v SR. Poľnohospodárstvo sa riadi kvalitou a hlavný výstup predstavuje realizácia vysokokvalitnej potraviny, ktorej bezpečnosť kontrolujeme v každom bode, kde by mohlo prísť k jej poškodeniu. Na druhej strane netreba zabúdať na bezpečnosť pracovníkov, ktorý tieto potraviny vyrábajú. Je preto potrebné venovať veľkú pozornosť rozboru kontrol, ktoré sa týkajú bezpečnosti zamestnancov, hľadaniu príčin jednotlivých úrazov, návrhov a opatrení k zlepšeniu pracovných podmienok a doplneniam novej legislatívy.

Poďakovanie:

Tento príspevok vznikol za finančnej podpory Grantovej agentúry VEGA SR v rámci riešenia úlohy 1/0575/14.

Literatúra

1. HANNELOVÁ, Katarína. 2006. *Praktická príručka pre bezpečnostných technikov – Príprava stavieb z hľadiska BOZP* [online], [cit. 2011-03-28].Dostupné na: < http://www.enoviny.sk/?sekcia=3&uroven=2&obsah=12&cid=17077>.
2. HULÍNOVÁ, Zdenka. 2005. *Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci v stavebníctve.* 1 vyd. Bratislava: STU, Stavebná fakulta, 2005. 112 s. ISBN 80-227-2214-6.
3. JANKOVIČOVÁ Slávka, 2012, Hodnotenie bezpečnosti práce v stavebných organizáciách, Diplomová práca, SPU Nitra
4. PAČAIOVÁ, H – SINAY, J. – GLATZ, J. 2009. *Bezpečnosť a riziká technických systémov*, Košice: Technická univerzita, 2009. 246 s. ISBN 978-80-553-0180-8.
5. ŽITŇÁK, Miroslav - LENDELOVÁ, Jana - JANKOVIČOVÁ, Slavka - BOŠANSKÝ, Matúš, Analýza úrazovosti v stavebníctve : Analysis of accident rate in building industry.

In Vidiecke stavby v európskych regiónoch. Nitra. 2013. s. 154--158. ISBN 978-80-552-1071-1.

Kontaktná adresa
Ing. Miroslav Žitňák, PhD.
SPU v Nitre, Technická fakulta, Katedra stavieb
Tr. A. Hlinku 2, 94901 Nitra

5. Sekcia

LOGISTIKA V AGROSEKTORE

THE MARKET ANALYSIS OF SELECTED BRANDS OF MOBILE AGRICULTURAL MACHINERY

ANALÝZA PREDAJA VYBRANÝCH DRUHOV MOBILNEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ TECHNIKY

Lukáš Filo[1] – Daniela Uhrinová[2]

Abstract: This contribution presents the market analysis of selected brands of mobile agricultural machinery during selected period. The aim of this contribution is to analyze the number and types of tractors, combines and cutting machines sold for a certain period in Slovakia. Overall in 2013, there were sold 1072 pieces of mobile agricultural machinery on Slovak territory, of which - 890 pieces of tractors, 169 pieces of combines and 13 pieces of cutting machines. From the results, it can be observed the highest sale in the regions of Western Slovakia (Nitra region most), due to improved agricultural conditions and better economic situation of users of these machines. The best-selling brands are John Deere, Claas and Zetor.

Keywords: mobile agricultural machinery, market analysis, agrosector

Úvod

Poľnohospodárstvo je na Slovensku ešte stále pomerne málo oceňované odvetvie v oblasti hospodárstva. Keďže je jeho hlavnou úlohou zabezpečiť výživu pre obyvateľstvo, má nezastupiteľnú úlohu. Aby sa práce v poľnohospodárstve urýchlili, využívajú sa v praxi mobilné poľnohospodárske stroje. Pri kúpe takéhoto mobilného prostriedku zákazník porovnáva viacero parametrov – od stupňa vybavenia, dostupného servisu až po cenu *(Michalíková a Vitázek, 2014).* Mobilnú poľnohospodársku techniku delíme na štyri základné druhy – traktory, kombajny, rezačky a špeciálne mobilné poľnohospodárske stroje. Medzi mobilné stroje najviac využívané v poľnohospodárstve jednoznačne patria traktory. Podľa *Kulhánka (1979)* sa traktor definuje ako motorové vozidlo určené len k ťahaniu iných vozidiel (prívesu, návesu, špeciálnych dopravných prostriedkov) alebo strojov a k vykonávaniu práce hlavne ťažnou silou. Často majú aj zariadenia k priamemu neseniu niektorých pracovných strojov a náradia (*Dvořák, 1997).* Podľa *Poničana a Korenka (2008)* je kombajn stroj na zber a výmlat obilnín. Musí mať možnosť úpravy pri zbere plodín, ktoré majú odlišné vlastnosti. Musí byť viacúčelový, pretože sa na ňom musia dať vymeniť rôzne žacie stoly a jednotlivé pracovné ústrojenstvá musia byť nastaviteľné vzhľadom na fyzikálno-mechanické vlastnosti zberanej plodiny. Úlohou kombajnu je odkosiť porast (priamy zber) alebo ho pozbierať z radov (nepriamy zber), zbieranú hmotu vymlátiť a následne zrno odseparovať od ostatných častí mlátenej hmoty a dopraviť ho do zásobníka.

Rezačky sú definované ako špeciálne stroje na kosenie a zber poľnohospodárskych plodín. Rezačka vybavená adaptérmi na kosenie, zber objemových krmovín z riadku, na zber riadkových kultúr (kukurice) je rozhodujúcim strojom pri zbere objemových krmovín určených na silážovanie *(Poničan a Korenko, 2008).* Posledná skupina – špeciálne mobilné stroje sú všetky špeciálne stroje, ktoré nám

uľahčujú zber plodín a nezaraďujeme ich ku kombajnom, ani samohybným rezačkám. Sú to stroje ako samohybný zberač paradajok, samohybný zberač fazuľových strukov, stroje na zber listovej zeleniny a podobne. *(Páltik a kol., 2007)* Na svete je približne 230 výrobcov poľnohospodárskej techniky. Tie najznámejšie značky sú zväčša aj najpredávanejšie – Zetor, John Deere, Claas, Fendt, New Holland,

Materiál a metódy

Metodika spracovania tohto príspevku vychádzala zo zisťovania potrebných informácií o predajoch jednotlivých strojoch. Veličiny, z ktorých sme vychádzali, boli množstvo predaných strojov za dané časové obdobie, druh poľnohospodárskych strojov, značka (výrobca), výkon motora a miesto predaja. Informácie boli získavané priamo od predajcov. Od zástupcov jednotlivých firiem bolo potrebné získať údaje o predaji strojov, preto sme zisťovali konkrétne čísla v oblasti predaja. Zameranie bolo stanovené na celkový počet predaných traktorov, kombajnov a rezačiek za jeden rok (január 2013 – december 2013). Ďalej sú tu aj podrobnejšie informácie o ich predajoch. Zaujímal nás aj počet predaných traktorov podľa výrobcov typov predaných traktorov danej značky (výrobcu) podľa výkonových tried. Z toho sa zistilo, aké výkony a typy traktorov sú u nás najžiadanejšie. Získané údaje sa následne porovnali a vyhodnotili.

Výsledky a diskusia

Predaj novoevidovaných traktorov za rok 2013 podľa výkonových tried sú rozdelené do 5 kategórii. Z Tab. 1 sa dá pozorovať, že najviac traktorov sa predalo s výkonom motora nižším ako 120 koní. Hlavnou príčinou je cena, pretože platí rovnica vyšší výkon = vyššia cena. Z celkového počtu predaných traktorov patrí do kategórie „A“ až 60%. To je dôkaz toho, že tieto traktory sú obľúbenejšie u zákazníkov, ako všetky ostatné výkonové kategórie spoločne.

Tab. 1 Predaj traktorov podľa výkonových tried

Kategória	*Výkonové triedy, HP*	*Výkonové triedy, kW*	*Počet predaných traktorov*
A	50 - 120	36,8 – 88	540
B	120 - 160	88,2 – 116	134
C	160 - 200	117,7 – 147	52
D	200 - 240	147,1 – 176	49
E	nad 240	nad 176	115
	Traktory spolu		**890**

Druhé v poradí skončili traktory v kategórii „B“. Z celkového počtu predaných traktorov predstavuje táto kategória 15%. Zaujímavý je predaj kategórie „E“, ktorej traktory sú tretie najpredávanejšie. Z celkového počtu to predstavuje takmer 13% všetkých predaných traktorov. Nato, že táto kategória je najvýkonnejšia a tým aj

najdrahšia je pre výrobcov dobrá správa, že sa predávajú takmer rovnako ako traktory v kategórii „B“. Najmenej a takmer rovnako sa predávali traktory v kategóriách „C“ a „D“. Zo všetkých predaných traktorov to predstavuje niečo cez 10% pre obe kategórie spoločne. Z toho nám vyplýva, že traktory s výkonmi motora od 160 do 240 konských síl, sú u slovenských zákazníkov najmenej obľúbené.

V Tab. 2 je vidieť, že jednoznačným víťazom v počte predaných traktorov za rok 2013 sa stala firma John Deere. Predala až 206 ks z celkového počtu 890 ks traktorov na Slovensku, čo predstavuje viac ako 23% trhový podiel. Na druhom mieste skončil český výrobca Zetor so 177 ks predaných traktorov. Z celkového počtu je to takmer 20% predaných traktorov. Tieto dve značky u nás dominovali v roku 2013. Treťou najpredávanejšou značkou je New Holland s 96 ks predaných traktorov a tesne za ňou skončil bieloruský výrobca traktorov Belarus. Obe tieto firmy majú trhový podiel niečo cez 10%. Najmenej sa predávali traktory značky Landini, z ktorých bol predaný len 1 kus. O niečo lepšie, s trhovým podielom 0,22%, boli na tom firmy McCormick, Steyr a Challenger, ktoré predali za uplynulý rok po 2 ks traktorov. Celkovo sa na Slovensku za rok 2013 predalo 22 značiek traktorov.

Tab. 2 Predaj traktorov podľa značiek

Poradie	*Značka*	*Počet predaných kusov*	*Podiel na trhu, %*
1.	John Deere	206	23,15
2.	Zetor	177	19,89
3.	New Holland	96	10,79
4.	Belarus	92	10,34
5.	Case IH	75	8,43
6.	Deutz Fahr	39	4,38
7.	Massey Ferguson	34	3,82
8.	Kubota	25	2,81
9.	Same	22	2,47
10.	Claas	22	2,47
11.	Farmtrac	16	1,8
12.	Valtra	15	1,69
13.	Foton	14	1,57
14.	Lamborghini	13	1,46
15.	Fendt	11	1,24
16.	Ferrari	9	1,01
17.	JCB	9	1,01
18.	Hattat	8	0,9
19.	McCormick	2	0,22
20.	Steyr	2	0,22
21	Challenger	2	0,22
22.	Landini	1	0,11
Spolu		**890**	**100**

Kombajny sú na území Slovenskej republiky predávané v podstatne menšom množstve ako traktory. Hlavnou príčinou je, že sa dajú využiť len počas žatvy. To znamená, že sú využívané len pár dní do roka. Oproti traktorom sú kombajny tiež podstatne drahšie. Z Tab. 4 vyplýva, že za rok 2013 sa na Slovensku predalo 169 ks kombajnov. Najžiadanejšia bola výkonová kategória „C“ z ktorej sa predalo až 93 ks kombajnov, čo je 55% z celkového počtu predaných kombajnov. Až o 62 ks kombajnov menej sa predalo v druhej kategórii „B“, ktorá bola aj tak druhá najžiadanejšia. Konkrétne sa z nej predalo 31 ks kombajnov čo predstavuje niečo cez 18% všetkých predaných kombajnov. O štyri kusy menej sa ich predalo v „D“ kategórii. V rámci Slovenska je to takmer 16%. Najmenej sa predávali kombajny v kategóriách „A“ a „E“. Paradoxne sú to najslabšia a najsilnejšia kategória. V najslabšej kategórii sa predalo 10 ks kombajnov čo je asi 6%. Najmenej sa predávali najsilnejšie výkonové triedy kombajnov. Tých sa predalo presne 8 ks, čo predstavuje necelých 5% z celkového počtu 169 ks predaných kombajnov. Dôvodom veľkého množstva predaných kombajnov s výkonmi od 201 do 300 konských síl oproti ostatným je zrejme aj to, že dosahujú najlepšie výsledky v pomere kvalita a cena.

Tab. 3 Predaj obilných kombajnov podľa výkonových tried

Kategória	*Výkonové triedy, HP*	*Výkonové triedy, kW*	*Počet predaných kombajnov*
A	do 100	do 73,5	10
B	101 - 200	74,29 – 147,1	31
C	201 - 300	147,8 – 220,6	93
D	301 - 400	221,4 – 294,2	27
E	nad 400	nad 294,2	8
Spolu			**169**

Z Tab. 5 vidíme, že najpredávanejšou značkou kombajnov za rok 2013 na Slovensku bola značka Claas. Týchto kombajnov sa predalo 83 ks, čo je takmer polovica všetkých predaných kombajnov. Druhou najpredávanejšou sa stala americká firma John Deere. Tá dokázala predať 25 ks kombajnov, čo predstavuje takmer 15% z celkového trhového podielu. O 3 ks menej predala firma New Holland a umiestila sa na treťom mieste. Trhový podiel tejto značky je bez jednej cez 13%. Ďalej nasledujú značky, ktorých predaj sa dá vyjadriť jednociferným číslom. Kombajny značky Fortschritt sú štvrté najpredávanejšie na Slovensku za uplynulý rok a predalo sa ich presne 9 ks. O 1 ks menej sa podarilo predať firme Case IH takže trhový podiel má tesne pod 5%. Podobne je na tom aj značka Massey Ferguson, ktorej kombajny sa predali v počte 7 ks. To znamená, že podiel na trhu je taktiež pod 5%. Presne 5 ks kombajnov predala firma Lidagroprommsh a trhový podiel má necelé 3%. Nasleduje trojica značiek, ktorých predaje nepresiahli 2 ks. Sú to značky Fendt, Sampo a Laverda. Trhový podiel majú tieto značky tesne nad 1%. Firmy Deutz-Fahr, Challenger, Gomselmsh a Burgoin predali 1 ks obilného kombajnu. Najobľúbenejšou značkou

kombajnov slovenských poľnohospodárov je teda s veľkým náskokom značka Claas. Dôvodom bude zrejme to, že je to najznámejší výrobca kombajnov na svetovom trhu.

Tab. 4 Predaj obilných kombajnov podľa značiek

Poradie	*Značka*	*Počet predaných kusov*	*Podiel na trhu, %*
1.	Claas	83	49,11
2.	John Deere	25	14,79
3.	New Holland	22	13,06
4.	Fortschritt	9	5,32
5.	Case IH	8	4,73
6.	Massey Ferguson	7	4,14
7.	Lidagroprommash	5	2,95
8.	Fendt	2	1,18
9.	Sampo	2	1,18
10.	Laverda	2	1,18
11.	Deutz-Fahr	1	0,59
12.	Challenger	1	0,59
13.	Gomselmash	1	0,59
14.	Bourgoin	1	0,59
	Spolu	**169**	**100**

Rezačky sa u nás predávajú veľmi zriedkavo. Hlavným dôvodom je ich vysoká cena a príliš nízka univerzálnosť využitia stroja. Keďže sa na území SR v uplynulom roku predalo pomerne málo rezačiek, rozdelené sú do troch výkonových kategórií. V Tab. 7 môžeme pozorovať, že za rok 2013 bolo na Slovensku predaných celkom 13 ks samohybných rezačiek. V kategórii „A“ sa predali 3 ks rezačky. V „B“ kategórii sa predalo až 9 ks rezačiek. V „C“ kategórii sa predal 1 ks samohybnej rezačky. Z Tab. 8 je zrejmé, že rezačky sa u nás predávali len od dvoch výrobcov. Najobľúbenejšou značkou je podobne ako u kombajnov značka Claas. Podarilo sa jej predať až 11 ks z celkového počtu 13 ks samohybných rezačiek, čo predstavuje podiel na trhu takmer 85%. Druhou a poslednou značkou rezačiek, ktorá sa predávala na Slovensku za rok 2013 bola John Deere. Len 2 ks rezačky sa podarilo predať od tohto výrobcu, čo znamená, že trhový podiel je mierne nad 15%. Ďalší potenciálni výrobcovia rezačiek, ktorých stroje by sa mohli predávať sa nenašli. Dôvodom je podľa predajcov vysoká spokojnosť s rezačkami Claas, ktoré sú veľmi kvalitné a spoľahlivé.

Tab. 5 Predaj zberacích rezačiek podľa výkonových tried

Kategória	*Výkonové triedy, HP*	*Výkonové triedy, kW*	*Počet predaných rezačiek*
A	do 300	do 220,6	3
B	301 - 400	221,4 – 294,2	9
C	nad 400	nad 294,2	1
Spolu			**13**

Tab. 6 Predaj zberacích rezačiek podľa značiek

Poradie	*Značka*	*Počet predaných kusov*	*Trhový podiel, %*
1.	Claas	11	84,6
2.	John Deere	2	15,4
Spolu		**13**	**100**

Záver

Podľa faktov uvedených vo výsledkoch práce, celkový počet predaných traktorov za rok 2013 nepresiahol hranicu 1000 kusov. Obilné kombajny sa predávali celkom úspešne ako to potvrdzuje 169 ks predaných kombajnov. Zberacie rezačky sa nepredávali vo veľkom množstve a predalo sa ich v počte 13 ks. Od predajcov bolo tiež zistené, že poľnohospodárske stroje sa najviac predávajú v druhej polovici roka. To znamená, že najväčší záujem o ne býva cez a po žatve, počas ktorej sa využívajú najviac. Dôvodom je využívanie starých mobilných strojov, ktoré sa zvyknú často kaziť. Preto poľnohospodári zvažujú nákup nových strojov ešte počas žatvy, alebo bezprostredne po nej.

Abstrakt: Predložený príspevok sa zaoberá analýzou predaja určitých značiek mobilných poľnohospodárskych strojov za stanovené obdobie. Cieľom tohto príspevku je analyzovať počet a typy traktorov, kombajnov a rezačiek, ktoré sa predali za určité časové obdobie na Slovensku. Súhrnne sa za rok 2013 sa na slovenskom území predalo spolu 1072 ks strojov mobilnej poľnohospodárskej techniky, z toho – 890 ks traktorov, 169 ks obilných kombajnov a 13 ks zberaných rezačiek. Z výsledných štatistík je možné sledovať najvyšší predaj v krajoch západného Slovenska (najviac Nitriansky kraj), vďaka lepším poľnohospodárskym podmienkam ale aj ekonomickej situácii používateľov týchto strojov. Najpredávanejšími značkami sú John Deere, Zetor a Claas.

Kľúčové slová: poľnohospodárske mobilné stroje, štatistika predaja, agrosektor

Kontaktná adresa

Ing. Daniela Uhrinová, PhD., SPU v Nitre, Technická fakulta, Katedra dopravy a manipulácie, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, daniela.uhrinova@uniag.sk

Použitá literatúra

1. Dvořák, F. 1997. Traktory nových konstrukcí. Praha: Ústav zemědelských a potravinářskych informací, 1997, 40 s. ISBN 80-85153-35-5
2. Kulhánek, J. 1979. Traktory. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1979, 282 s.
3. Michalíková, D. – Vitázek, I. 2014. Mikroklíma vnútorných priestorov autoservisov. In: Zborník študentských vedeckých prác "Najnovšie trendy v poľnohospodárstve, v strojárstve a v odpadovom hospodárstve". Nitra: SPU, 2014, s. 148-155. ISBN 978-80-552-1176-3
4. Páltik, J. a kol. 2007. Poľnohospodárske stroje: skúšanie, konštrukcia, použitie (1. časť). Nitra: SPU, 2007, 190s. ISBN 80-8069-777-9
5. Poničan, J.- Korenko, M. 2008. Stroje pre rastlinnú výrobu: stroje na zber krmovín, zrnín, ľanu, zemiakov, zeleniny a ovocia. Nitra: SPU, 2008, 248 s. ISBN 978-80-552-0142-9

OPTIMALIZÁCIA PREPRAVNÝCH TRÁS NEBEZPEČNÉHO MATERIÁLU VYTVORENÍM INTERAKTÍVNEJ MAPY ADR V TRNAVSKOM KRAJI

ĽUBOMÍR HUJO - MAREK HALENÁR – JÁN KOSIBA – VLADIMÍR HAJDÁK

Abstract

Our study deals with a critical situation in the area related to hazardous material transportation, whereby our aim was to design an interaction map of areas of Trnava region, where transportation companies are creating hazardous situations on road stages by intentional avoiding of charged transportation corridors. Catastrophic (emergency) events could result to significant ecosystem damage, because our utilized roads are not projected for hazardous material transportation. Our study proposed solutions, which will increase an environment and human safety. We designed a transparent interaction map of Trnava region, which is warning the Ministryof Transport, Construction and RegionalDevelopmentofthe Slovak Republic about most problematic transportation corridors.

Key words: transportation, ADR Agreement, interaction map

1. Úvod

Dohoda ADR je medzinárodná dohoda o preprave nebezpečných vecí, kategorizovaná do deviatich tried s príslušným stupňom nebezpečnosti. Súčasťou dohody sú dve podtriedy, v ktorých sa pojednáva o všetkých náležitostiach bezprostredne súvisiacich s prepravou nebezpečného materiálu. Prepravu nebezpečných vecí predstavujú predovšetkým chemické látky, ktoré svojou jedovatosťou, horľavosťou a infekčnosťou ohrozujú životné prostredie a v priamom kontakte majú negatívny vplyv na zdravie obyvateľstva, pričom prípadná nehoda dopravnej jednotky prepravujúcej škodlivú látku má katastrofálny dopad na životné prostredie v ktorom žijeme. (Zákon č. 56/2012 Z.z. o cestnej doprave)

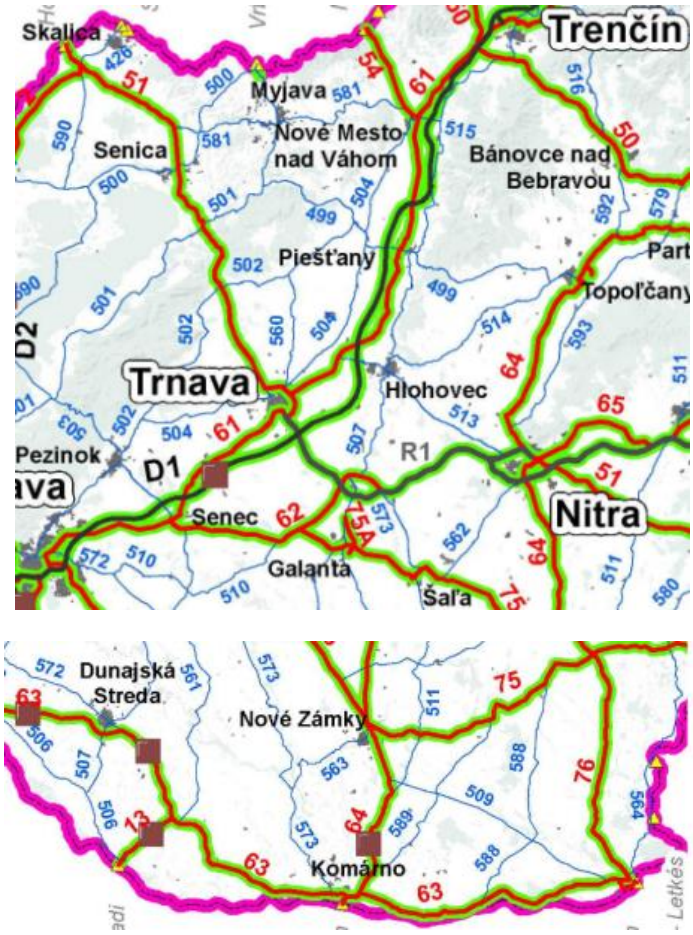
Za účelom kontroly plnenia povinností prepravcov vznikli právne normy, ktoré stanovujú postupy kontroly, zisťovania a klasifikovanie chýb do jednotlivých rizikových kategórií a určujú výšku finančných postihov za vzniknuté priestupky. (Halama, 2013) Technicko-exploatačné vlastnosti vozidiel charakterizujú efektívnosť použitia vybraného vozidla a posudzujú konštrukciu vozidla v daných prevádzkových podmienkach. (Chrastina, J. a kol., 2012)

V predmetnom príspevku poukazujeme na vážnosť situácie v problematike súvisiacej s prepravou nebezpečného materiálu, pričom cieľom bolo vytvorenie interaktívnej mapy okresov Trnavského kraja, kde prepravné spoločnosti obchádzaním spoplatnených

dopravných koridorov vytvárajú rizikové situácie v úsekoch ciest, kde pri havarijnej situácii môže dôjsť k významnému poškodeniu ekosystému, nakoľko využívané cesty nie sú uspôsobené pre prepravu nebezpečného tovaru.

2. Metodika práce a metódy merania

Prípravnou časťou pre spracovanie podkladov vytvorenia interaktívnej mapy bolo sledovanie pohybu nákladných motorových vozidiel v Trnavskom kraji a následný rozbor dopravnej situácie so sledovaním pohybu vozidiel, mimo spoplatnené úseky ciest. Pod pojmom Interaktívna mapa ADR rozumieme vytvorenie štruktúry dopravných koridorov v cestnej nákladnej doprave, ktoré budú navrhnuté v súlade s podmienkami Dohody ADR a zákonmi príslušnej krajiny o cestných a pozemných komunikáciách. Obsahom interaktívnej mapy je vyznačenie dopravných koridorov v jednotlivých okresoch Trnavského kraja, ktoré nie sú spoplatnené, ale sú využívané spoločnosťami zaoberajúcimi sa nákladnou dopravou za účelom zníženia cestných poplatkov. Cesty Trnavského kraja rozdeľujemepodľa jednotlivých okresov Skalica, Piešťany, Trnava, Hlohovec, Galanta a Dunajská Streda, s vyznačením spoplatnených úsekov nákladnej dopravy a dopravy ADR (označené zelenou farbou).



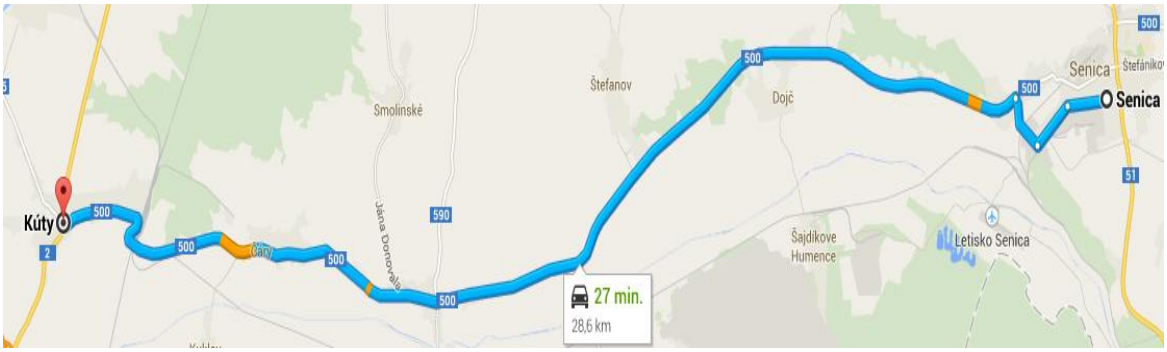
Obr.1: Spoplatnené úseky ciest v Trnavskom kraji (označené zelenou farbou) www.cdb.sk

V okrese Skalica jevýznamným dopravným uzlom mesto Holíč, vzhľadom k jeho polohe k hraniciam s Českou republikou. V okrese sa nachádza mesto Gbely s podnikomNAFTA, a. s., ktorého predmetom činnosti je uskladňovanie uhľovodíkových palív a prevádzkovanie podzemných zásobníkov zemného plynu na Slovensku. Na obrázkuč. 2 sú vyznačené cesty I. triedy – červenou farbou, cesty II. triedy – modrou farboupo ktorých je schválená preprava nebezpečného materiálu v súlade s Dohodu ADR pre nákladné automobily. Po cestách III. triedy – hnedou farbouje preprava ADR vylúčená.

Obr.2: Mapa okresu Senica (www.cdb.sk)

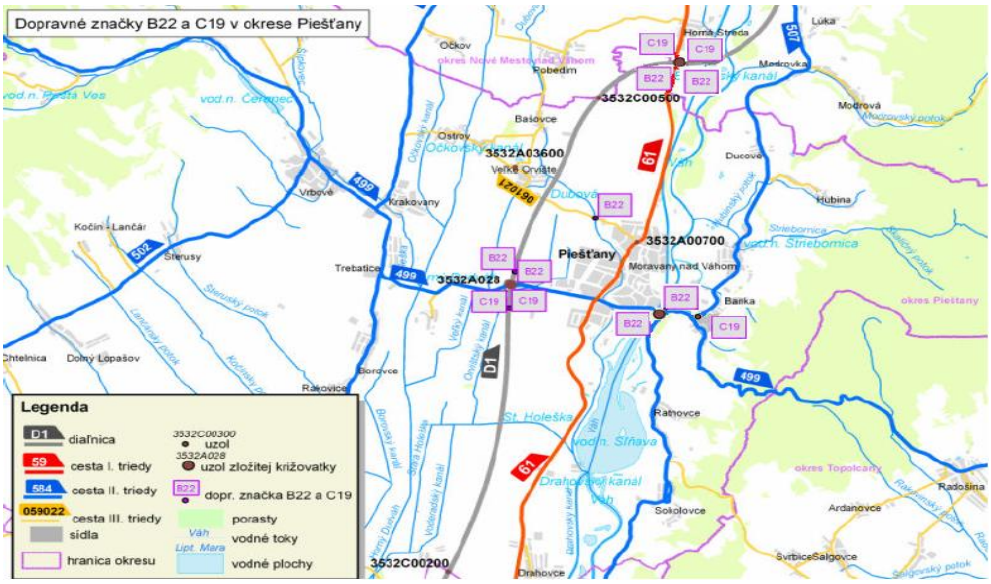
V okreseSenicahlavné ťahy prepravy nebezpečného tovaru tvoria spojenie cestami I. triedymedzi mestami: Jablonica – Senica a Moravský Svätý Ján – Kúty (červenou farbou). Stred týchto ciest je až v meste Holíč, pričom nákladné automobily prepravujúce nebezpečné látky sú odklonené v meste Senica na cestu II. triedy smer Kúty cez dediny Dojč – Šaštín Stráže – Čáry, (obr. č.4) vzhľadom na skutočnosť, že cez hraničný priechod Holíč – Hodonín je preprava ADR a súčasne preprava prevyšujúca 7,5 t vylúčená. Nakoľko je tento úsek s celkovým počtom 28,6 km nadmerne preťažený a vozovka je nevyhovujúca, navrhujeme do budúcnosti rozšírenie tejto cesty a zmenu statusu na cestu I. triedy spolu s celkovou rekonštrukciou.

Obr. 3: Mapa okresu Senica (www.cdb.sk)



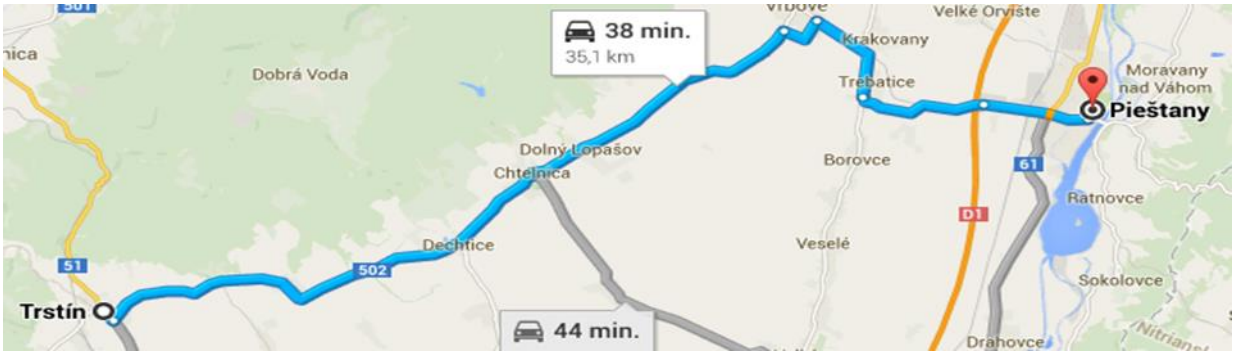
Obr. 4: Nespoplatnený úsek Senca – Kúty (www.google.sk/mapy)

Problematickou oblasťou prepravy ADR v okrese Piešťany je dopravný uzol mesta Piešťany. Podľa Zákona 8/2009 Z.z. o cestnej premávke a v súlade so Zbierkou zákonov č.56/2012 o cestnej doprave sú prijaté ustanovenia o obchádzke mesta Piešťany pre automobily prepravujúce znečisťujúce látky, nakoľko mesto je mestom kúpeľným, v ktorom sa nachádzajú podzemné vodné zdroje a významné zdroje liečivých prameňov a liečivého bahna. Na obr. 5je uvedená mapa s dopravný značením vymedzujúcim dopravu nebezpečných látok, ktoré určuje Prikázaný smer prepravy nebezpečného materiálu (C19) a Zákaz vjazdu vozidiel prepravujúcich náklad (B22), ktoré môže spôsobiť znečistenie vody a pôdy. Dopravný tok prepravy nebezpečného tovaru je odklonený z diaľnice D1, na cestu I. triedy [61] a cestu II. Triedy [499], vzhľadom na skutočnosť, že na obchádzkovej trase sú vybudované sedimentačné nádrže, teda cesty sú odkanalizované v prípade biologickej katastrofy. Obchádzka diaľnice D1 po vymedzených komunikáciách cesty I. a II. triedy s počtom 8,6 km je o 1,7 km dlhšia, ako priama cesta po diaľnici, kde je prejazd vozidiel prepravujúcich náklad, ktorý môže spôsobiť znečistenie vody zakázaný. (Gnap, Jagelčák, 2009)



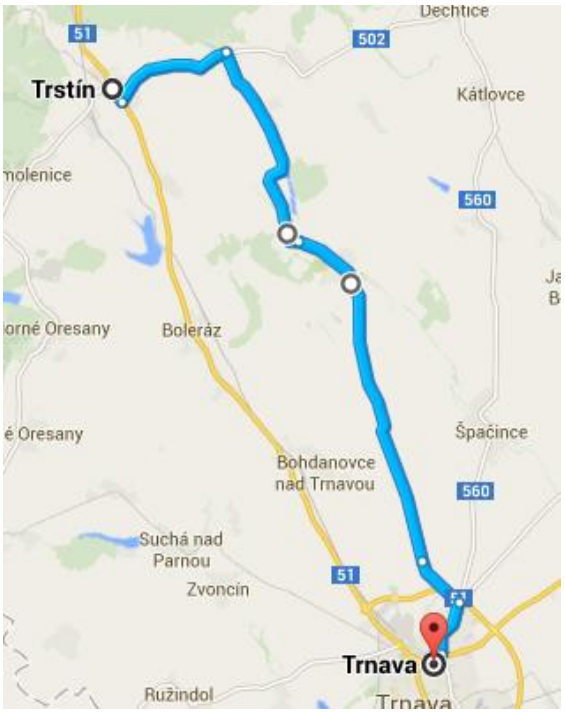
Obr.5: Dopravné značky B22 a C19 pri meste Piešťany (Gnap, Jagelčák, 2009)

V okrese Trnava sa nachádzajú dva problematické dopravné koridory. Prvým úsekom Trstín – Naháč – Dechtice – Vrbové – Piešťanys celkovou dĺžkou 35,1 km statusu cesty II. triedy (obr. č. 6) pričom tento úsek je nadmerne vyťažený nákladnou prepravu a súčasne prepravou ADR z dôvodu vyhnutiu sa prepravcov platenia mýtnych poplatkov obchádzkou cez mesto Trnava. Vzhľadom na skutočnosť a stav vozovky navrhujeme zákaz prepravy nebezpečného tovaru a celkovo prepravu nákladnými automobilmi nad 7,5t čoho výsledkom bude zvýšená bezpečnosť daného úseku Trstín – Piešťany.



Obr. 6: Mapa úseku Trstín – Piešťany (www.google.sk/mapy)

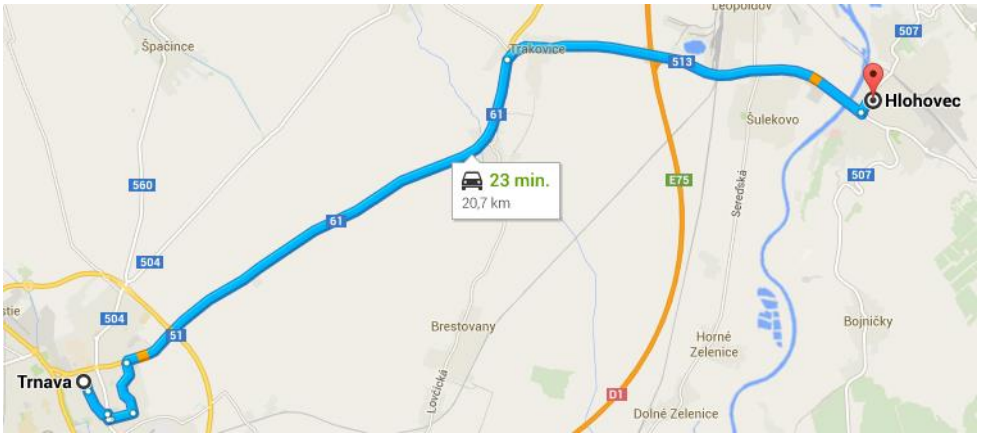
Druhým, problematickejším dopravným koridorom sa stal úsek Trstín – Horná Krupá – Dolná Krupá – Trnava (obr. č. 7, značenie cesty modrou farbou) s počtom 24,7 km cestnou komunikáciou III. triedy z dôvodu obchádzania plateného úseku cez obec Boleráz. Nakoľko prepravcovia ADR porušujú súčasný stav navrhujeme montáž „fotopascí“ a vymedzenie zákazu vjazdu nákladným automobilom nad 7,5t.



Obr. 7: Mapa úseku Trnava – Trstín (www.google.sk/mapy)

V okrese Hlohovec v obci Kľačany sa nachádza najväčšia plnička cisterien na našom území, kde sú sústredené podzemné nádrže benzínu a nafty. Milióny litrov ropných látok prichádzajú potrubím priamo zo Slovnaftu a.s., Bratislava, pričom naplnené cisterny odchádzajú z tohto strategického bodu do všetkých kútov SR.

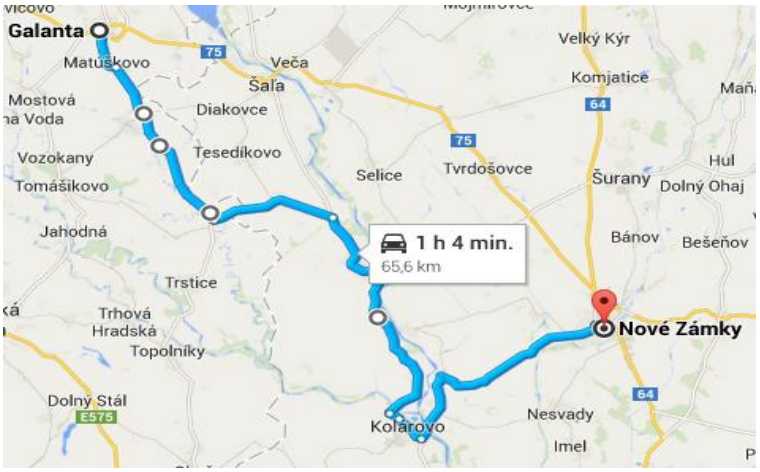
V okrese Hlohovec najčastejšie obchádzaným úsekom je diaľnica D1 Trnava – Nové Mesto nad Váhom dopravný koridorom Trnava – Špačince – Trakovice – Leopoldov – Hlohovec, (obr. č. 8) vzdialenosťou 20,7 km a následným pokračovaním Hlohovec – Sokolovce – Moravany nad Váhom – Lúka (obr. č. 9) s počtom30,3 km s možnosťou vstupu na diaľnicu D1 alebo pokračovaním 17 km úsekom cez obec Nová Ves nad Váhom cieľom Nového Mesta nad Váhom. Obchádzka Trnava – Nove Mesto nad Váhom po ceste II. triedy s počtom 68 km je len o 1,3 km dlhšia ako 66,7 km po diaľnici D1, pričom prepravcovia sa vyhnú platenému úseku. Z dôvodu nadmerného počtu dennej prevádzky nákladných automobilov, značnému poškodeniu komunikácie, neprehľadnými zákrutami najmä v obciach je táto komunikácia pre prepravu nebezpečného tovaru nevyhovujúca. Navrhnutým riešením by bolo celková rekonštrukcia tohto úseku prípadne obmedzenia zákazmi vjazdov.



Obr. 8: Mapa úseku Trnava– Hlohovec (www.google.sk/mapy)

Obr. 9 Mapa úseku Hlohovec – Lúka (www.google.sk/mapy)

V okrese Galanta sa platenému úseku Galanta – Nové Zámky 46km, najčastejšie vyhnú prepravcovia nákladných automobilov dopravným koridorom Galanta – Matúškovo – Horné Saliby – Dolné Saliby –Vlčany – Kolárovo – Nové Zámky (obr. č.10) s počtom 65,6 km. Daná cesta II. triedy, ktorú využívajú aj prepravcovia nebezpečného materiálu nie je vyhovujúci vzhľadom na fakt súčasného stavu komunikácie. Navrhujeme úplne odklonenie prepravy nebezpečného tovaru na hlavný ťah Galanta – Nové Zámky a čiastočne zákaz vjazdu vozidlám, ktorých celková hmotnosť presahuje 7,5 t.



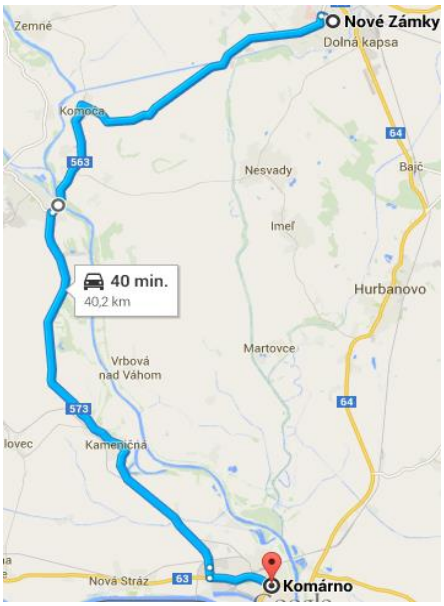
Obr. 10 Mapa úseku Galanta – Nové Zámky (www.google.sk/mapy)

Významnou oblasťou z pohľadu prepravy nebezpečného tovaru je oblasť Žitného ostrova s okresom Dunajská Streda, ktorá patrí medzi najväčšiu zásobáreň podzemných vôd v strednej Európe. Z tohto dôvodu sa kvalite podzemných vôd Žitného ostrova venuje zvýšená pozornosť. Oblasť je následne takmer neprejazdná s látkami, ktoré môžu spôsobiť znečistenie podzemných vôd, pôdy a vodných tokov.

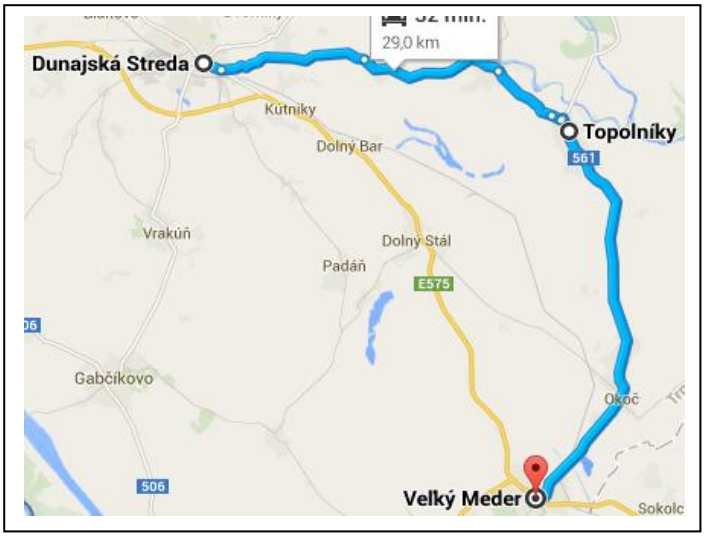
V okrese sa nachádzajú dopravné koridory, ktorými prepravcovia nákladných vozidiel zámerne obchádzajú mýtne poplatky, a nie je vylúčene, že tieto úseky využívajú aj prepravcovia nebezpečného materiálu. Úsekmi sú:

1. Nové Zámky – Komoča – Kolárovo – Hadovce – Komárno (obr. č. 11) 40,2 km,
2. Dunajská Streda – Topolníky – Veľký Meder (obr. č.12) 29 km.

Navrhujeme venovať pozornosť daným úsekom jednotlivo a pristúpiť k razantným krokom vzhľadom na skutočnosť, že oblasť je najväčšou zásobárňou podzemných vôd v strednej EU a to úplnými zákazmi vjazdu nákladným automobilom, ktoré prepravujú nebezpečné látky.



Obr. 11 Mapa úseku Nové Zámky – Komárno (www.google.sk/mapy)



Obr. 12 Mapa úseku Dunajská Streda – Veľký Meder

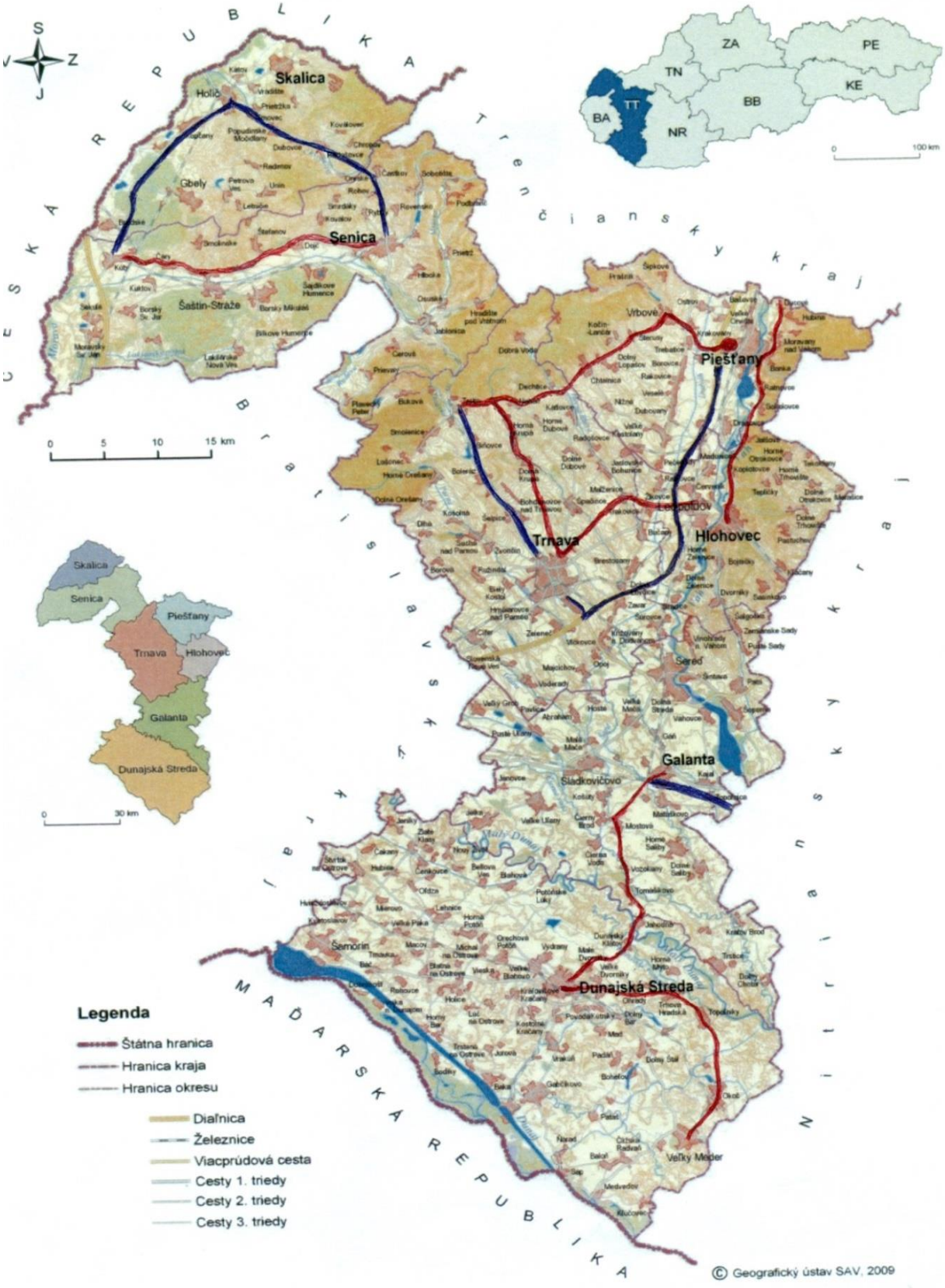
3. Výsledkypráce

Výsledkom práce je spracovaná Interaktívna mapa na ktorej sme vymedzili optimálne, spoplatnené úseky modrou farbou a zároveň sme vyznačili rizikové a obchádzané úseky červenou farbou. Navrhli sme riešenie dopravnej cesty konkrétnych úsekov Senica – Kúty,

Trstín – Trnava, Trstín – Piešťany, Trnava – Hlohovec, Hlohovec – Nové Mesto nad Váhom, Galanta – Dunajská Streda, Dunajská Streda – Veľký Meder. Navrhnuté riešenia zohľadňujú hľadisko zvýšenie bezpečnosti v cestnej doprave a zníženia nežiaducich vplyvov dopravy na životné prostredie.

Interaktívna mapa optimalizácie prepravných trás Dohody ADR v Trnavskom kraji -október 2014 (obr. č.

13).



Obr. 13: Interaktívna Mapa Trnavského kraja (autor)

Záver

Aby vozidlá, ktoré denne stretávame či už pri ceste do práce, alebo len tak, keď sme na prechádzke niekde v meste, na ceste na dovolenku a pod. boli prevádzkované v riadnom technickom stave, aby bola zabezpečená ich prevádzková spoľahlivosť, ekologičnosť a hlavne bezpečnosť, tak je nutné zaviesť akýsi kontrolný mechanizmus, ktorý bude zabezpečovať komplexnú kontrolu riadneho technického stavu vozidiel v prevádzke. (Švec, J. a kol., 2013)

Sektor dopravy vo veľkej miere vplýva na hospodársky vývoj rastu krajiny a dáva predpoklady k pozitívnemu fungovaniu ekonomiky. Na dopravu vplýva rozmanité a veľké množstvo faktorov ako sú infraštruktúra a integrácia krajiny do oblasti medzinárodného obchodu, územné plánovanie, demografia, úroveň blahobytu obyvateľstva a iné. Toto všetko sa podieľa na vytváraní ponuky a dopytu služieb v sektore dopravy. Doprava v každom štáte je ovplyvňovaná celým radom sociálno–ekonomických faktorov, medzi ktoré je možné zaradiť demografiu, územné plánovanie, úroveň obyvateľstva a v neposlednom rade aj integráciu krajiny do medzinárodného obchodu. (Hujo, Ľ. a kol., 2013)

V súčasnosti preprava ADR tvorí až 30% z celkového počtu prepravy po pozemných komunikáciách na území SR, pričom je predpokladateľné že percentuálny podiel prepravy nebezpečných tovarov bude stúpať s nárastom produkcie chemického priemyslu aj naďalej. Právne prostredie prepravy nebezpečných vecí cestnou dopravou stanovuje povinnosti jednotlivých účastníkov, pričom kontrola prepravy nebezpečných materiálov v nami vyznačených úsekoch sa nekontroluje. Vysoká účinnosť dopravy a manipulácie je zárukou nákladov na jednotku produkcie. (Žitňák, M. - Korenko, M., 2011)

V príspevku sme popísali problematické dopravné koridory Trnavského kraja súvisiace s prepravou nebezpečného tovaru a navrhli riešenia daných cestných komunikácií. Rovnako sme vymedzili cestné úseky, ktoré využívajú spoločnosti podnikajúce v nákladnej doprave z dôvodu vyhnutiu sa mýtnych poplatkov. Navrhli sme riešenia, ktoré zvýšia bezpečnosť životného prostredia a samotného obyvateľstva. Zostavili sme prehľadnú interaktívnu mapu Trnavského kraja, ktorá upozorňuje Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR na problematické dopravné koridory.

Súhrn

V článku poukazujeme na vážnosť situácie v problematike súvisiacej s prepravou nebezpečného materiálu, pričom cieľom bolo vytvorenie interaktívnej mapy okresov Trnavského kraja, kde prepravné spoločnosti obchádzaním spoplatnených dopravných koridorov vytvárajú rizikové situácie v úsekoch ciest. Pri havarijnej situácii môže dôjsť k významnému poškodeniu ekosystému, nakoľko využívané cesty nie sú uspôsobené pre prepravu nebezpečného tovaru. Navrhli sme riešenia, ktoré zvýšia bezpečnosť životného prostredia a samotného obyvateľstva. Zostavili sme prehľadnú interaktívnu mapu Trnavského kraja, ktorá upozorňuje Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR na problematické dopravné koridory.

Kľúčovéslová: preprava, Dohoda ADR , Interaktívna mapa

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantového projektu Ministerstva školstva Slovenskej republiky VEGA 1/0857/12 „Zníženie nežiaducich vplyvov poľnohospodárskej a dopravnej techniky na životné prostredie“.

Príspevok bol riešený s podporou grantovej organizácie MŠ SR KEGA 044 SPU-4/2014 Environmentálne technológie a technika.

Literatúra

1. Mapy okresov, Spoplatnené úseky Trnavského kraja [online] Dostupné na: http://www.cdb.sk

2. Gnap, Jagelčák, 2009. Riešenie zákazov jázd v súvislosti s prepravou nebezpečných vecí podľa ADR [online] Dostupné na: http://www.chemlog.info/ [2014-17-02]

3. Zákon č. 56/2012 Z.z. o cestnej doprave v znení neskorších zmien, Nebezpečné veci, [online] Dostupné na: www.adr.sk [2014-17-02]

4. HALAMA, Ľ, 2013.Povinnosti účastníkov prepravy nebezpečných vecí cestnou dopravou, ISBN 978-80-970237-2-0,

5. ŽITŃÁK M., KORENKO M. Technical-economicalindicators in thesugarbeettransportationmanagement / Miroslav Žitňák, Maroš Korenko. -- obr., tab.In: Research in agriculturalengineering. -- Vol 57, no. 2 (2011), s. S63-S71. -- ISSN 1212-9151.

6. HUJO, Ľubomír - KOSIBA, Ján - JABLONICKÝ, Juraj - ANGELOVIČ, Michal - ČÁPORA, Rastislav. Analysisoftheinlandgoodstransportationatthe transport company in Slovakia. In *Machines, technologies, materials*online. ISSN 1313-0226, 2013, vol. 7, iss. 6, p. 3-5, [online]

7. ŠVEC, Jozef - DUREC, Jaroslav - CHRASTINA, Jozef - TULÍK, Juraj. Evaluationofinspectedvehicles in reportingperiodattechnicalinspection and emissioncontrolstation. In *Acta technologicaagriculturae*. ISSN 1335-2555, 2013, roč. 16, č. 3, s. 57-60. Dostupné na internete: <http://www.degruyter.com/view/j/ata.2013.16.issue-3/ata-2013-0015/ata-2013-0015.xml?format=INT>.

8. CHRASTINA, Jozef - JANOŠKO, Ivan - POLONEC, Tomáš - TULÍK, Juraj. Automatingthesensingprocessofdieselconsumption. In Acta technologicaagriculturae. ISSN 1335-2555. Nitra : Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, 2012, roč. 15, č. 1, s. 4-7.

Technical and economical analysis of logistics crap techniques in Nitra

Technicko – ekonomická analýza logistického zvozu odpadov v Nitre

Ivan Janoško[1]- StanislavLindák[2]- Tomáš Polonec[3]

Abstract:.

The paper is oriented on a basic technical and economical analysis of the exploitation mobile collection techniques. The technical – economical analysis to base on valuation parameters of collecting truck worked in "so-called" the classic cycles and vehicles exploited the logistical element of scrap collecting. The results of examination outgoing from introduction of logistical mobile techniques in city of Nitra. In the paper are presented the results since implementation of unique system of scrap collecting called L.S.L.

Keywords: municipalvehicle, scrap collecting, analysis of expenses

1. ÚVOD

Predložený príspevok sa zaoberáoriginálnym systémom zvozu odpadov L.S.L (Logistický systém Lobbe). Modelové zavádzanie logistickej techniky v meste Nitra principiálne vychádza zo systému M.S.T.S. vyvinutý firmou Edelhof. Podstata systému L.S.L. vychádza z princípov aplikovania prvkov logistiky zberu využívaním špeciálnej zvozovej techniky vyvinutej pre tento účel.

Nová filozofia zberu prináša najmä tieto benefity :

- vysoká produktivita práce,
- minimálny počet pracovných síl a nižšie mzdové náklady,
- zvýšený zberový a prepravný výkon,
- výrazne zlepšenie hygieny a kultúry práce,
- dôsledné oddelenie zberu a prepravy odpadov,
- variabilita všetkých druhov prepravy na miesto zneškodnenia,
- zníženie úniku rozkladajúcich sa látok z prepravných kontajnerov.

Širšiemu zavedeniu bránia :

- pri komplexnom zavedení systému nutnosť vyšších nákladov,

[1]doc.Ing Ivan JANOŠKO, CSc., Katedra dopravy a manipulácie TF SPU v Nitre, Tr. A.Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail : Ivan.Janosko@uniag.sk
[2]Ing Stanislav Lindák, Katedra dopravy a manipulácie TF SPU v Nitre, Tr. A.Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail : Stanislav Lindák@uniag.sk
[3]Ing Tomáš Polonec, Katedra dopravy a manipulácie TF SPU v Nitre, Tr. A.Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail : Tomas.Polonec@uniag.sk

- vyššia technická náročnosť údržby a vyššie náklady na opravy,
- potreba zavedenia novej technickej a prevádzkovej dokumentácie,
- vytvorenie nových a modifikovaných stanovíšť zberových miest,
- konkurenčné prostredie iných systémov a výrobcov zvozovej techniky ai.

2. MATERIÁL A METÓDY

Pri zavádzaní systému zberu musia byť zohľadnené základné požiadavky ako :

- logistika čistenia mesta v oblasti zberu a zvozu by mala byť integrovanou súčasťou plánovania mesta i dopravy,
- čiastočné alebo úplné zapojenie a spolupráca obyvateľstva pri zavádzaní novej progresívnej techniky.

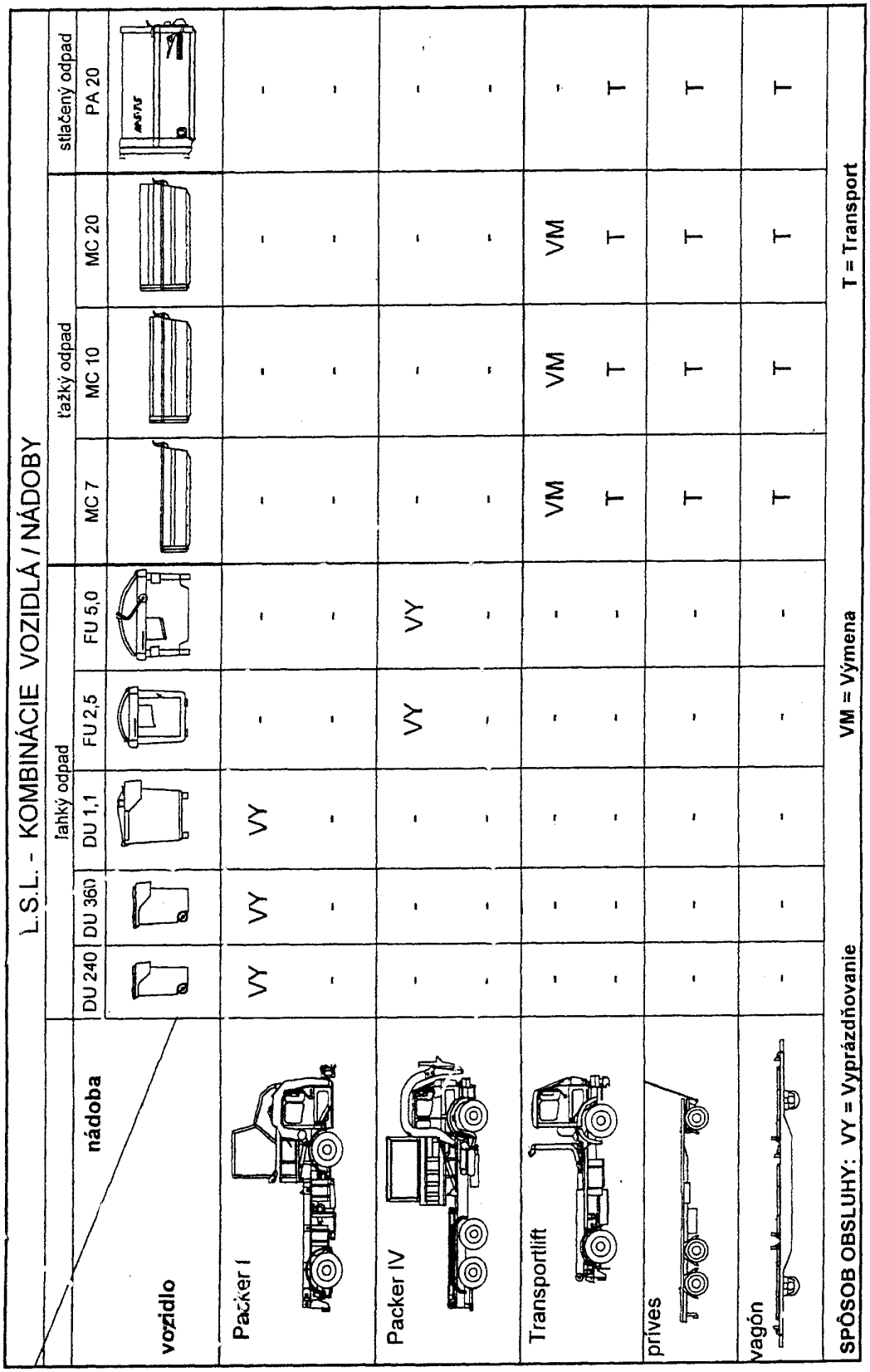
Systém L.S.L. (obr.1) je principiálne zložený z nasledujúcich technických technologických prvkov :

- zberové nádoby a kontajnery so špeciálnym uchytávacim prvkom (objem 120dm-5 m^3),
- výmenné zvozové kontajnery s objemom 7-20 m^3,
- špeciálne zvozové vozidlá – Packer I, Packer II, Packer III,
- transportné viackontajnerové vozidla – Transportlift pre 3 ks zvozových kontajnerov.

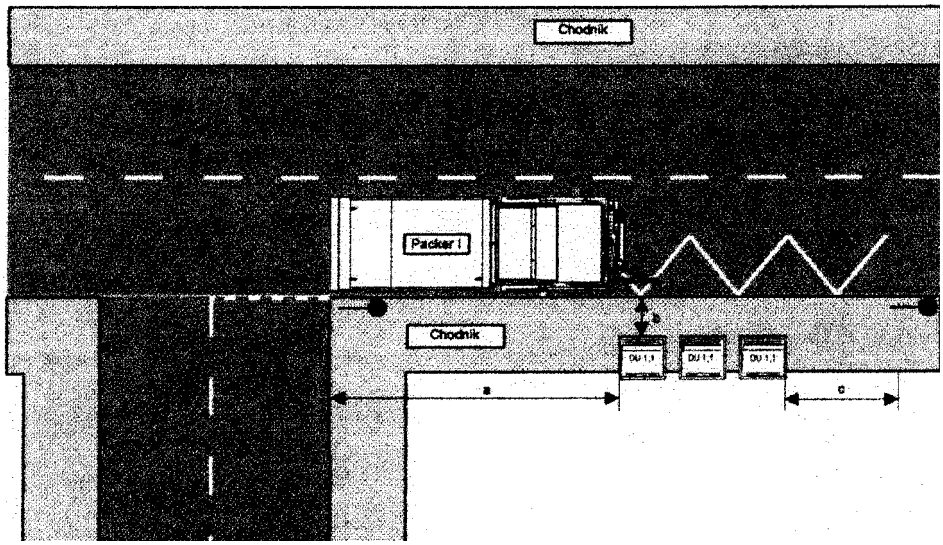
Zberové kontajnery sú navrhnuté tak, aby uchytávacie zariadenie vozidla umožňovalo zachytiť zberový kontajner bez pomoci ľudskej sily, premiestniť ho horizontálne pred vozidlo a následne ho zdvihnúť vo vertikálnom smere a vysypať do lineárneho lisovacieho zariadenia vozidla Packer iba samotnou obsluhou stroja – vodičom. Zachytávacie zariadenie je známe obchodným názvom „Diamon“ s priestorovym 3D systémom.

Nasadenie L.S.L. systému okrem technicko - technologických zmien si vyžaduje aj organizačné zmeny na zberových stanoviskách kontajnerov, najmä zabezpečenie dobrého prístupu ku kontajnerom a s tým súvisiace zmeny organizácie dopravy a parkovania v daných lokalitách. Úpravy zberových stanovísk si vyžiadali posúdiť celkovo 5 variantov umiestnenia kontajnerov v blízkosti komunikácii s minimálnym obmedzovaním chodcov a vozidiel. Na obr.2 je ukážka riešenia jedného variantu zberového stanovišťa.

Pre modernizáciu zberu komunálnych odpadov boli v meste Nitra vybraté lokality na sídliskách Chrenová a Klokočina s vysokou koncentráciou obyvateľstva. Pre porovnateľnosť výsledkov ekonomickej analýzy medzi klasickým a logistickým zvozom boli zvolené ako východiskové zberové kontajnery DU 1,1 (1100 dm^3).



Obr.1 Principiálna schéma prvkov systému L.S.L.



Obr.2 Príklad úpravy stanovišťa zberových kontajnerov DU 1,1

Výpočet potrebného počtu zberných nádob vychádza z množstva vyprodukovaného odpadu a od počtu vývozov za 1 týždeň dlhodobo sledovaný v daných lokalitách.

$$B_n = \frac{V_o}{n.k_{pl}.k_v.V_{zn}} \quad , \qquad (1)$$

kde : B_n – počet zberných nádob (ks), V_o- týždenný výskyt odpadu (dm^3),

n- počet odvozov za týždeň (-), k_{pl} – koeficient plnenia kontajnera (-),

k_v- koeficient vyprázdnenia zberných nádob (-), V_{zn}- objem zbernej nádoby (dm^3).

Reálny počet zberových nádob DIN (klasický zvoz) v posudzovaných lokalitách je uvedený v tab.1 a predpokladaný počet nádob DU (logistický zvoz) je v tab. 2.

Tabuľka 1: Reálny počet nádob DIN 1100 a počet vývozov za mesiac

SÍDLISKO	**Počet DIN nádob v lokalite**	**Počet vývozov 1 DIN / mesiac**	**Celkový počet vývozov**
Chrenová	527	9	4743
Klokočina	653	9	5877
Spolu	1180		10620

Tabuľka 2: Predpokladaný počet nádob DU 1,1 a počet vývozov

SÍDLISKO	**Počet DIN nádob v lokalite**	**Počet vývozov 1 DU / mesiac**	**Celkový počet vývozov**
Chrenová	330	18	5940
Klokočina	420	18	7560
Spolu	750		13500

Riešenie logistického zvozu si vyžaduje zriadenie prekládkovej stanice pre výmenu zvozových kontajnerov PA 20 pre vozidlá Packer I. Boli posúdené 4 varianty možného zriadenia vhodných lokalít.

Finančné zhodnotenie

Finančné porovnanie aplikácie konvenčného a logistického vychádza tézy porovnateľnej výkonovej dostatočnosti oboch systémov. Pri kalkulácii investičných a prevádzkových nákladov systémov bolo uvažované s nasledovnými technickými a technologickými prvkami.

1. *Konvenčný systém* vyžaduje kúpu :
   - 3 ks vozidiel Volvo Linear
   - 1200 ks DIN nádob 1100.

2. *L.S.L. systém* vyžaduje kúpu :
   - 2 ks vozidiel Packer I,
   - 750 ks nádob DU 1,1,
   - 9 kontajnerov PA 20,
   - súprava Transportliftu s prívesom s uvažovaním 40 % nákladov na prepravu (odvoz kontajnerov PA 20 v kombinácii s inými multikontajnermi).

Investičné náklady

Do investičných nákladov boli zahrnuté najdôležitejšie náklady na obstaranie základných technických a technologických prvkov systémov- tab.3 a tab.4.

Tabuľka 3: Investičné náklady – konvenčný systém

Zberové vozidlo	Volvo Linear
Počet vývozov v týždni	2
Obsluha pre 1 vozidlo	3
Počet nádob DIN	1200
Počet stanovíšť	337

Investičné náklady	cena v euro	K_v	Cena spolu v euro
Zberové vozidlo	186 700	3	560 100
Nádoby DIN	300	1200	360 000
Náklady spolu			920 100

K_v- koeficient využitia

Tabuľka 4: Investičné náklady – L.S.L. systém

Zberové vozidlo	Packer I
Transportné vozidlo	Transportlife
Príves	
Počet vývozov v týždni	3,2
Obsluha pre 1 vozidlo	1,2
Počet nádob DIN	750
Počet stanovíšť	370

Tabuľka 4: Investičné náklady – L.S.L. systém - pokračovanie

Investičné náklady	cena v euro	K_v	Cena spolu v euro
Zberové vozidlo	233300	2	466600
Transportné vozidlo	166700	0,4	66700
Príves	26670	0,4	30700
Kontajner PA 20	7330	9	66 000
Nádoby DU	300	750	225 000
Náklady spolu			835 000

K_v- koeficient využitia

Prevádzkové náklady

Do prevádzkových nákladov boli zahrnuté základné náklady definované ako konštantné a variabilné- tab.5 až tab.8. Do konštantných nákladov boli zahrnuté odpisy, zákonné poistenia a poplatky. Medzi variabilné náklady boli zahrnuté pohonné hmoty, údržba a personálne náklady.

Tabuľka 5: Konštantné náklady – konvenčný systém

	Náklady v euro	
	Vozidlo	DIN 1100
Odpisy	23 330	37.5
Zákonné poistenie	300	-
Poplatky	930	-
Koeficient využitia	3	1200
Spolu (všetky vozidlá)	73700	45 000
Konštantné náklady spolu	118700	

Tabuľka 6: Konštantné náklady – L.S.L. systém

	Náklady v euro				
	Packer I	Transport	PA 20	Preklád. stanica	DU 1,1
Odpisy	29200	24 170	917	-	37.5
Zákonné poistenie	300	310	-	-	-
Poplatky	1 170	830	-	7540	-
Koeficient využitia	2	0,4	9	0,4	750
Spolu (všetky prvky skupiny)	61 340	10120	8 250	3015	28 125
Konštantné náklady spolu	110 850				

Tabuľka 7: Variabilné náklady – konvenčný systém

	Náklady v euro	
	Vozidlo	DIN 1100
Pohonné hmoty	13 600	-
Údržba	2 000	-
Osobné náklady	14 630	-
Koeficient využitia	2,5	1200
Spolu (všetky vozidlá)	75 580	-
Variabilné náklady spolu	75 580	

Tabuľka 8: Variabilné náklady – L.S.L. systém

	Náklady v euro				
	Packer I	Transport	PA 20	Preklád. stanica	DU 1,1
Pohonné hmoty	15 320	23 320	-	-	37,5
Údržba	5 000	1 330	100	-	-
Osobné náklady	7 540	5 520	-	-	-
Koeficient využitia	1,1	0,4	9	0,4	750
Spolu (všetky prvky skupiny)	30 640	12 070	900	-	-
Konštantné náklady spolu	43 610				

3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Modernizáciu zvozu odpadov v Nitre si vyžiadal skutkový stav zneškodňovacích zariadení najmä ukončenie prevádzky skládky Katruša a nemožnosť vybudovať novú skládku s dostatočnou kapacitou v blízkosti mesta. Najbližšie vhodné skladovacie kapacity sa nachádzali vo vzdialenosti 35- 45 km od mesta, čo evokovalo zmeniť najmä prepravné kapacity zozbieraného odpadu. Riešenie prepravy na väčšie vzdialenosti samotnými vozidlami (konvenčný zvoz) je neefektívne, lebo sa významne znižuje zberová výkonnosť v zvozovom rajóne a zvyšuje požiadavka na zakúpenie ďalšej zvozovej techniky aby bolo možné dodržať zvozový kalendár.

Akútny stav nakladania s odpadmi bol po technicko – ekonomickom zhodnotení riešený výberom logistického systému L.S.L., resp. systému, ktorý využíva viackontajnerovú ekonomickú prepravu kontajnerov v jednej súprave. Technické riešenie organizácie zberu a zvozu odpadov využitím logistických prvkov patrí bez akýchkoľvek pochybností k technologickej a technickej špičke zvozovej techniky v Európe a vo svete. Možnými prekážkami sa javia najmä konkurenčné prostredie iných výrobcov zvozovej techniky, značná technická komplikovanosť vozidiel, servisné zázemie, rýchlosť a dostupnosť opráv, finančná nákladnosť pri komplexnom zavádzaní, ako aj menej početnejšie rozšírenie systému v regiónoch Európy.

Modelovanie finančných nákladov v kategórii investičných nákladov preukázalo určitú výhodnosť v prospech logistického systémuo cca 83 340euro za predpokladu využitia prepravnej súpravy pre zvolené lokality na 40 % a zaťažením vstupných nákladov iba touto čiastkou. Ďalšia kapacita sa využíva pre konvenčný zvoz v iných lokalitách. Ak by však nebolo možné využiť voľnú prepravnú kapacitu, potom by bol logistickýsystém nákladnejší.

Porovnanie prevádzkových nákladov v kategóriách konštantných a variabilných je výhodnejšie v prospech systému L.S.L. Konštantné náklady sú porovnateľné pre oba systémy. Zníženie variabilných nákladov v položkách PHM a personálnych nákladov je markantné v prospech systému L.S.L. o cca 40 000 euro. Reálne skúsenosti z prevádzky vykazujú ešte vyššie úspory. Zníženie počtu obsluhy z 3 na 1 pracovníka na jedno vozidlo podstatne zvyšuje produktivitu práce.

Potreba nasadenia vozidla Packer I by si vyžadovalo 1,1 vozidla na úplne pokrytie oboch modelových rajónov. Preto pri reálnom zavádzaní logistického systému bolo zakúpené iba jedno vozidlo Packer I a malá časť zvozu bola riešená konvenčným spôsobom. Takéto riešenie znížilo investičné náklady, ale zvýšilo riziko nerealizovaných vývozov a nedodržanie hygienických

termínov v prípade poruchy vozidla. Z tohoto dôvodu muselo byť zabezpečené rezervné vozidlo rovnakého typu s 24 h pohotovosťou pre viaceré lokality na Slovensku.

Záverom možno konštatovať, že zavádzanie progresívnej zvozovej techniky má svoje klady a nedostatky ako v technickej prevádzkovej oblasti, tak aj v ekonomickej náročnosti. Najmä požiadavka výmeny všetkých technologických prvkov naraz zvyšuje finančné nároky oproti konvenčnému systému, ktorý je možné modernizovať postupne s menšími nákladmi. Pre voľbu toho ktorého systému je rozhodujúcim kritériom prepravná vzdialenosť miesta zneškodnenia od zvozového rajónu. So zvyšovaním prepravných vzdialeností sa zvyšuje aj ekonomická efektívnosť logistických systémov.

LITERATÚRA

1. HUJO, Ľubomír - JABLONICKÝ, Juraj - TKÁČ, Zdenko - ANGELOVIČ, Michal - REČKOVÁ, Brigita. Assessmentof a transport company in termsofperformance utilisationofvehicles. In *Acta technologicaagriculturae*. ISSN 1335-2555, 2013, vol. 16, no. 1, s. 1-4.
2. HUJO, Ľubomír - KOSIBA, Ján - JABLONICKÝ, Juraj - ANGELOVIČ, Michal - ČÁPORA, Rastislav. Analysisoftheinlandgoodstransportationatthe transport company in Slovakia. In *Machines, technologies, materials* online. ISSN 1313-0226, 2013, vol. 7, iss. 6, p. 3-5.
3. JANOŠKO I., POLONEC T., CHRASTINA J., Assessment of monitoring of commercial vehicle's technical parameters in Machines, technologies, materials. International virtual journal. Scientific technical union of mechanical engineering. Year 7. 6/2013. p. 15-17. Sofia, Bulgaria. ISSUE ISSN 1313-0226.
4. SZABÓ M., MAJDAN R., TKÁČ Z., ČÁPORA R., HUJO Ľ., Evaluation of fuel consumption in road freight transport. In *Actatechnologicaagriculturae*. 2013, ISSN 1335-2555, vol. 16, no. 1, s. 17-20.

Abstrakt: Príspevok je zameraný na základnú technickú a ekonomickú analýzu exploatácie mobilnej zvozovej techniky. Technicko – ekonomická analýza sa dotýka zhodnotenia parametrov vozidiel pracujúcich pri tzv. klasickom cykle a vozidiel využívajúcich logistické prvky zvozu odpadu. Výsledky posúdenia vychádzajú z modelového zavádzania logistickej techniky v meste Nitra. V príspevku sú prezentované výsledky od zavedenia logistického systému zvozu odpadov.

Kľúčové slová: komunálne vozidlo, zvoz odpadov, analýza nákladov

POĎAKOVANIE

Príspevok bol riešený s podporou grantovej organizácie MŠ SR projektom VEGA 1/0857/12 Zníženie nežiaducich vplyvov poľnohospodárskej a dopravnej techniky na životné prostredie.

Príspevok bol riešený s podporou grantovej organizácie MŠ SR KEGA 044 SPU-4/2014 Environmentálne technológie a technika.

OPTIMALIZÁCIA VNÚTROPODNIKOVÝCH MANIPULAČNÝCH TOKOV VO VÝROBNOM PROCESE

JÁNOŠOVÁ, Michaela – HUJO, Ľubomír –JABLONICKÝ, Juraj – ŠTULAJTER, Ivan

Abstrakt

Materials handling together with transport, generate different, often inseparable components in the production process. Efforts to rationalize the handling of internal flows are focused on organizational improvement during handling to the optimal use of available traffic-handling equipment. By proposed changes of the new solution for internal transport and handling of the material flows in the manufacturing process, we managed to reduce the material handling times, and also address the design of appropriate handling equipment that will measure the weight of pallets. Value will be sent through a wireless connection to a PC for detailed evaluation of the economic process parameters. The aim is to highlight the new and better economical solutions in-house handling flows in the manufacturing process of handling material flow in the selected production company.

Keywords: handling, productionline, productionprocess, theweighing device.

1 Úvod

Ekonomický rozvoj v priebehu tohto storočia, ktorý sa vyznačuje prudkým rastom podnikov a ich expanziou na rôzne trhy, vyvolal silný tlak na koordinovaný a sledovaný pohyb všetkých hmotných a hodnotových tokov, (Mojžiš M. a kol., 2001).V súčasnosti predstavuje dopravná a manipulačná technika plne rozvinutý technický systém, ktorý efektívne kooperuje s výrobnými systémami v priemyselných odvetviach, ale nachádza taktiež široké uplatnenie v nepriemyselných a nevýrobných odvetviach. (Jánošová, M. – Hujo,Ľ.,2013).Manipulačný proces je charakterizovaný logickou nadväznosťou prepravných, ložných a skladovacích operácií. Do sústavy mechanizačných prostriedkov sú zaradené všeobecne ako kategória aj dopravné vozíky s opodstatneným využitím v technologickej i manipulačnej sfére výrobného procesu.Dopravné vozíky sú najpoužívanejším manipulačným dopravným prostriedkom, používajú sa pri preprave, skladovaní materiálu, medziobjektovej, vnútroobjektovej a medzioperačnej doprave (Abrahám R. a kol., 2010).

Jednou z pracovných operácií pri manipulácii s materiálmi je možnosť váženia hmotnosti manipulovaných materiálov. Meranie hmotnosti v súčasnosti už neprebieha len staticky (vážený materiál sa prepraví k pevne uloženej váhe), ale aj dynamicky, resp. mobilne. Mobilné váženie prebieha súčasne s procesom prepravovania materiálu, to znamená, že zariadenie je vybavené vážiacim systémom. Vďaka tomu pri preprave materiálu hneď zisťujeme aj jeho hmotnosť. Takéto mobilné váženie má veľkú výhodu v úspore času. Skracovaním doby potrebnej na zistenie hmotnosti materiálov a tovarov, a tým aj znižovaním počtu prejazdov sa výrazne prejavil v ekonomickej úspore a zefektívnení vo výrobných procesoch.(Mládeneková, P. – Hujo, Ľ.,2013)

2 Metodika práce a metódy merania

Správna voľba manipulačných zariadení má vplyv na produktivitu a rentabilitu podniku. Preto je nutné pri ich výbere vychádzať z dôkladného rozboru toku materiálu, nákladov, vlastností, manipulačných prostriedkov a materiálov s prihliadnutím na zvláštnosti manipulácie a oblasť ich použitia, (Rataj, V., 2005). Vysoká účinnosť dopravy a manipulácie je zárukou nákladov na jednotku produkcie. (Žitňák, M. - Korenko, M., 2011)

Naším zámerom je návrh riešenia dopravno-manipulačného cyklu materiálu v konkrétnych podmienkach výrobného závodu, s návrhom využitia zariadenia na meranie hmotnosti pre rôzne typy vysokozdvižných vozíkov.

Ciele optimalizácie systému vnútropodnikovej dopravy je možné teda zhrnúť do nasledovných bodov:

- optimálne využitie (zariadení, ľudí, času),
- vysoká úroveň služieb (krátke časy prepravy, krátke časy čakania),
- pružnosť (schopnosť prispôsobiť sa novým podmienkam prepravy – nové prepravované položky, prevádzkové zmeny atď.),
- vysoká transparentnosť (prehľad o stave plnenia prepravných úloh a hospodárnosti a produktivity výkonu týchto činností).

Ukazovatele manipulácie s materiálom vystupujú do popredia pri návrhoch optimalizácie dopravno - manipulačných tokov, pričom nové návrhy sú zamerané na zníženie nákladov v rámci manipulácie, zvýšenie kapacity výroby a v neposlednom rade zvýšenie produktivity práce.

2.1 Popis výrobného závodu

Vybraný výrobný podnik v ktorom sa optimalizácia dopravných trás realizovala pôsobí v priemyselnom parku vo Vrábľoch od roku 1995.Spoločnosť je jedným z popredných výrobcov kovových výliskov konštrukčných celkov, ponuka zahŕňa najrôznejšie plechové tvarové súčiastky, ako sú samostatné komponenty, alebo konštrukčné celky používané v rôznych oblastiach. Výrobky predmetnej spoločnosti nachádzajú uplatnenie vo viacerých priemyselných odvetviach, prevažne však v automobilovom priemysle.

Popis manipulačných zariadení:

Vo výrobnom podnikupre manipuláciu s polotovarmi a výrobkami vo výrobnom a skladovacom procese sú využívané nasledovné manipulačné zariadenia:
-vysokozdvižných vozíkov Nissan U1D2A s plynovým pohonom,
- vysokozdvižných vozíkov STILL s elektrickým pohonom,
- akumulátorový vysokozdvižný vozíkCrownETi4000 a STILL.

Pre dopravu a manipuláciu s materiálom využívajú v podniku niekoľko typov stacionárnych a mobilných manipulačných zariadení, ale aj špecifické manipulačné zariadenia (zariadenia na manipulácia s polotovarmi v lisovacích linkách). Po predchádzajúcich skúsenostiach sme navrhli nainštalovať k používaným vysokozdvižným vozíkom vážiace zariadenie RPW 4 ST + indicator 2100 (výrobca RAVAS) s nosnosťou 1,2 t. Meracie zariadenie hmotnosti RPW 4 ST + indicator 2100 pozostáva z troch hlavných častí: tenzometre (4ks), indikátor 2100, 8 žilový kábel (spolu s úchytmi). Inštaláciu vážiaceho zariadenia by realizovala spoločnosť Libra spol. s r.o., ktorá je výhradným zástupcom spoločnosti RAVAS Europebv na Slovensku.Zariadenie RPW 4 ST + indikátor 2100 umožňuje váženie hmotnosti Brutto/Netto, súčty váženia s poradovým číslom, dávkovanie a počítanie kusov, prenos dát prostredníctvom Bluetooth, prenos dát WMS a ERP, automatické a manuálne nulovanie, pripojenie tlačiarne (pre tlač etikiet). Maximálna váživosť je 1 200 kg, dielik 1 kg, s mierou toleranciou zaťaženia zdvihu 0,1 %, tenzometre sú odolné voči nárazom (IP67) a vode (IP65),zariadenie obsahuje digitálny displej, plastové vyhotovenie (ABS) krycej časti (obalu), konzolu oceľovú, krytie IP65, segmenty LCD, veľkosť číslic 18 mm, napájanie 12 V (230 V pre stacionárnu aplikáciu), spotreba energie 18 mA.

Obr. 1 Pohľad na výrobnú lisovaciu linku
Diagram 1 Production press line

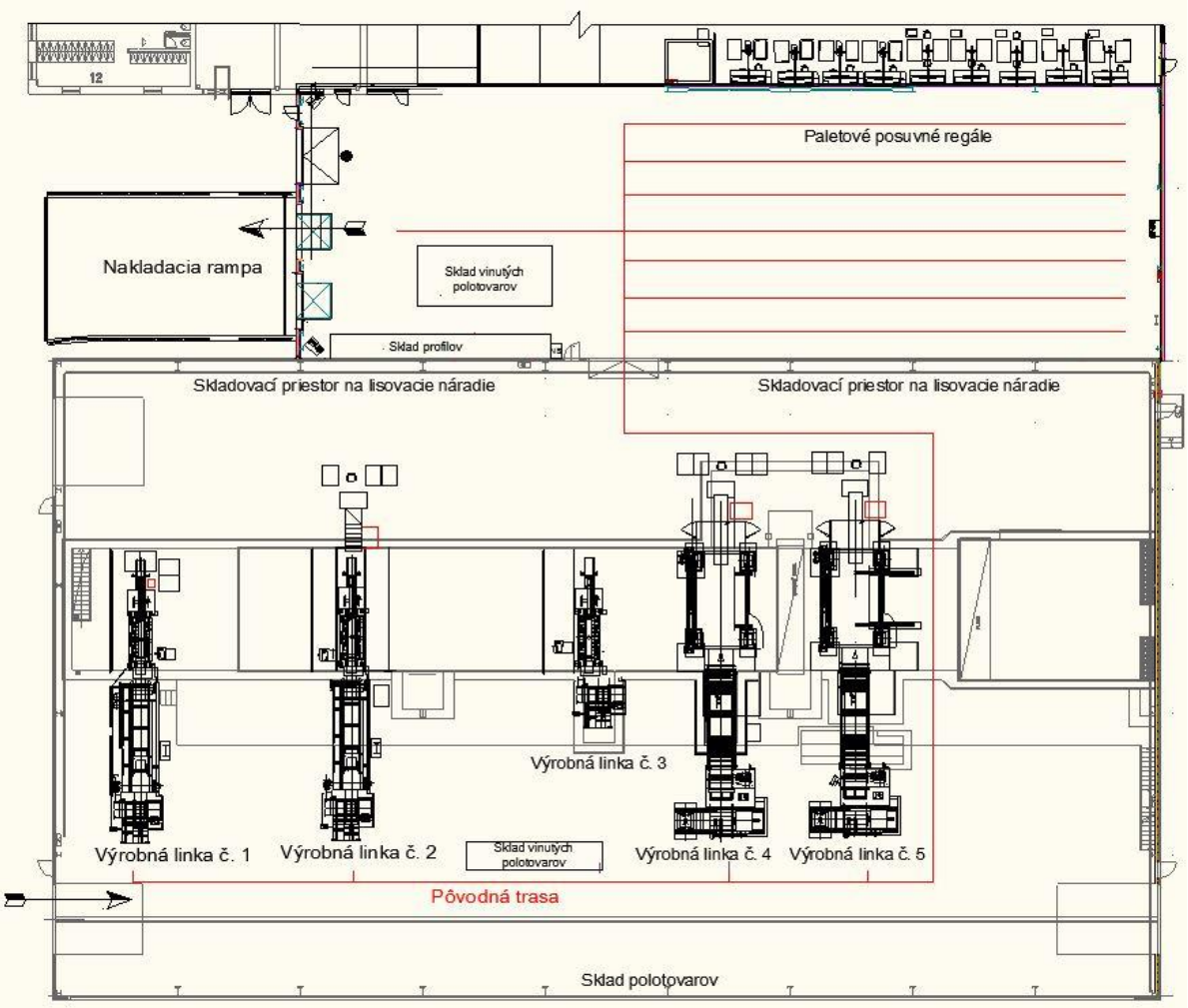
Po analýze dopravných manipulačných zariadení sme sa rozhodli navrhnúť nové riešenie využitia a zefektívnenia dopravy polotovarov a hotových výrobkov v rámci výrobnej haly, využitím funkcií vážiaceho zariadenia nainštalovaného do vysokozdvižných elektrických vozíkov. Ďalšou z možností vážiaceho systému je prenos dát a možnosť pripojenia tlačiarne k tomuto systému. Sčítavaním hmotností a ďalším spracovaním údajov o naváženej hmotnosti, by sa pri nakladaní paliet s tovarom určeným na expedíciu uľahčila práca, pretože pracovník by mal okamžitú informáciu o množstve a hmotnosti nákladu uloženom na nákladnom vozidle.

Obr. 2 Inštalácia vážiaceho zariadenia RPW 4 ST +indikátor 2100

Diagram 2 Installations cales RPW 4 ST +indikátor 2100

Nakoľko navrhované riešenie si vyžiadalo prestavbu manipulačného zariadenia, vzhľadom na vek a technickú životnosť používaných zariadení sa z navrhovaného riešenia upustilo a bude sa uvažovať s aplikáciou do budúcnosti pri nákupe nových zariadení.

Vo výrobnej hale podniku sa nachádzajú výrobné linky z označením 1 – 6, pre jednotlivé technologické operácie výrobného procesu.Boli navrhnuté a zrealizované tri dopravné trasy určené pre manipuláciu s polotovarmi a hotovými výrobkami k jednotlivým výrobným linkám alebo k skladovým jednotkám a boli rozdelené na trasy primárne a sekundárne.Primárnou dopravnou trasou pre manipuláciu s polotovarom je trasa A označená červenou, ktorá je vedená mimo výrobných strojov a zariadení. Sekundárnou trasou je trasa B označená zelenou, jedná sa o manipuláciu v priestore výrobnej linky a trasa C označená modrou, ktorá sa využíva na prepravu kompletne zložených výmenníkov tepla do spájkovacích pecí, a taktiež na prepravu polotovarov z predvýrobných skladovacích priestorov a hotových výrobkov na expedičný sklad. Manipuláciu s materiálom nie je možné považovať za cyklickú, nakoľko je podmienená dokončením jednotlivých operácii.



Obr. 3 Pôvodné riešenie dopravno-manipulačných trás k výrobným linkám

Daigram3 The original design of traffic-handlin groutes to production lines

Ako už bolo uvedené, cieľom práce je navrhnúť optimálnu dopravnú trasu manipulačných prostriedkov pri preprave polotovarov, hotových výrobkov a lisovacích matríc. Na obr. 3(Diagram 3) je zobrazený pôdorys výrobnej haly s jednotlivými výrobnými linkami a skladovacím priestorom. Červenou farbou je vyznačená pôvodná trasa materiálového toku od jednotlivých výrobných liniek až po skladovacie priestory a expedíciu hotových výrobkov. Ako možno vidieť z vyššie uvedeného obrázku, materiálový tok pre toto riešenie je vyhovujúci čiastočne, nakoľko pri manipulácie k výrobnej linke č. 1 je potrebné vykonať dopravu až okolo linky č. 5, a to jednak z hľadiska dopravného cyklu, ale aj z pohľadu výkonnosti manipulačného prostriedku je riešenie nevhodné. Zmenou resp., rozšírením výroby o ďalšiu výrobnú linku (výrobná linka č. 6), bude musieť prísť aj k zmene a optimalizácií prepravy materiálu, a to z hľadiska zmeny dopravnej trasy, ale aj výmeny dopravných a manipulačných prostriedkov. Nová výrobná linka, ako aj návrh novej dopravnej trasy je uvedený na obr. 4 (Diagram 4).

Nové riešenie dopravno-manipulačnej trasy musí taktiež zohľadniť ďalšie hľadiská, a to výkonnostné a energetické. Výkonnostné hľadisko súvisí s množstvom prepraveného materiálu a energetické hľadisko má súvis s čo najlepším využitím dopravných a manipulačných prostriedkov.

3 Výsledky a diskusia

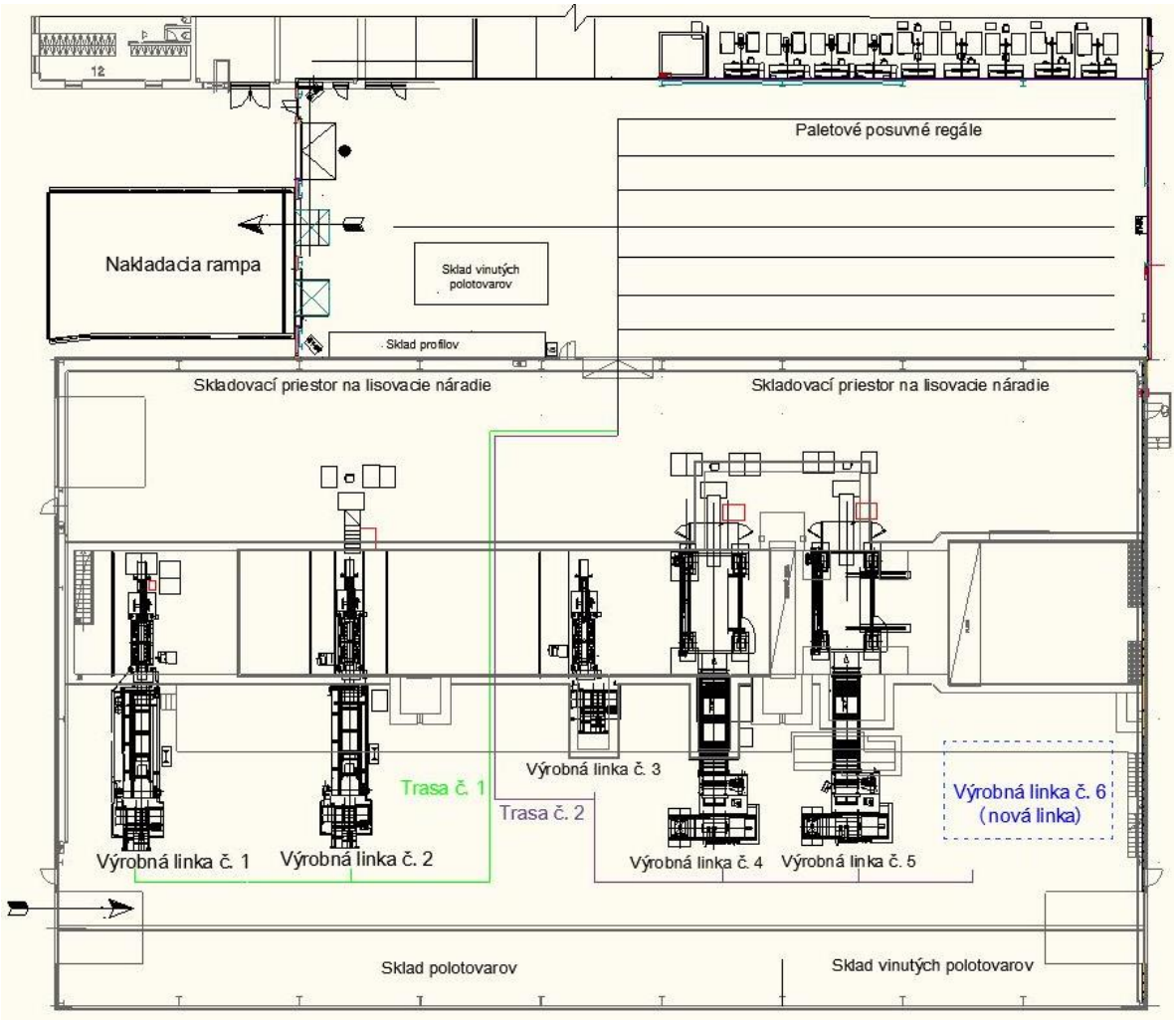
Cieľom navrhovaného riešenia bola minimalizácia manipulácie s tovarom, a to znamenalo navrhnúť zmeny v dopravno-manipulačných tokoch s hospodárnym riešením umiestnenia technologicko-výrobného procesu. Optimalizácia materiálového toku znamenala hľadať jeho ideálnu úroveň, nepretržitý pohyb materiálu pri minimálnych nákladoch alebo zmene iných kritérií (napr. dĺžka dopravnej vzdialenosti).

Vlastná optimalizácia dopravno - manipulačného cyklu bola zameraná na :

1. návrh optimálnej trasy pri zavedení výrobnej linky č. 6 do výrobného procesu,
2. návrh vhodných dopravných a manipulačných prostriedkov.

Návrh optimálnej dopravno-manipulačnej trasy pri zavedení novej výrobnej linky je znázornený na obr. 4 (zelená farba). Vzhľadom na to, že došlo k zmene výroby, resp. jej rozšíreniu, a tým aj výrobnej kapacity na linkách, musela byť dopravná trasa rozdelená na dve časti. Prvá prepravná trasa znárodnená zelenou farbou je určená pre linky 1 a 2 a vedie medzi výrobnými linkami 1 a 3, kde sme navrhli odstrániť skladové miesto vinutých polotovarov,

umiestnených na paletách, resp. podlahe výrobného závodu, a tým sme získali novú dopravnú trasu a vyhli sme sa presunu materiálu a tovarov okolo výrobnej linky č. 5. Navrhované riešenie nachádza uplatnenie aj v prípade vykladania tovarov k príručnému skladu polotovarov s umiestením paliet na podlahe a k priamej trase do skladového priestoru k paletovým regálom. Druhá prepravná trasa je určená pre linky 3 až 6 a vedie tak, ako v predchádzajúcom prípade medzi linkami 2 a 3. Takýmto spôsobom sa podarilo znížiť teoretickú prepravnú vzdialenosť oproti pôvodnému riešeniu (bez výrobnej linky č.6), pri prvej prepravnej trase o približne 34m a pri druhej prepravnej trase o 28 m.



Obr. 4 Navrhované riešenie k dopravno-manipulačných trás k výrobným linkám

Diagram 4Traffic-handlin groutes proposed solution of production lines

Vzhľadom k tomu, že pri zavedení výrobnej linky č. 6 do výrobného procesu prišlo aj k navýšeniu hmotnosti prepravovaného materiálu, s touto skutočnosťou súvisí aj druhý bod optimalizácie a to návrh dopravných a manipulačných prostriedkov. V predchádzajúcom

výrobnom procese bez výrobnej linky č. 6 sa na prepravu polotovarov, lisovacích foriem a hotových výrobkov pri expedícii využíval vysokozdvižný vozík s nosnosťou 2000 kg. Vzhľadom na to, že pri zmene výroby prišlo aj k zvýšeniu hmotnosti prepravovaného materiálu je potrebné uvažovať so zaobstaraním vysokozdvižného vozíka s plynovým, prípadne elektrickým pohonom (s prihliadnutím na kapacitu nabíjacej stanice)s nosnosťou minimálne 2500kg. Tento vysokozdvižný vozík by zabezpečoval prepravu po trase č.2 (výrobné linky č. 3 až 6) na ktorej prišlo k navýšeniu hmotnosti prepravovaného materiálu. Ďalšie parametre, ktoré sú na vysokozdvižný vozík kladené, okrem nosnosti 2500kg sú:

- výška zdvihu min. 6 m, z dôvodu zakladania do paletových regálov,
- minimálna rýchlosť vozíka s bremenom 10 $km.h^{-1}$,
- maximálna šírka vozíka 1200 mm,
- maximálny polomer zatáčania 2200 mm.

Hmotnosť prepravovaného materiálu na dopravnej trase č. 1 (výrobná linka č. 1 a 2) je 1500kg. Pre túto prepravnú trasu navrhujem zaobstarať vysokozdvižný vozík s prepravnou hmotnosťou 1600 kg. Okrem uvedenej nosnosti musí vozík spĺňať ďalšie parametre:

- výška zdvihu min 6 m,
- minimálna rýchlosť vozíka s bremenom 10 $km.h^{-1}$,
- maximálna šírka vozíka 1200 mm,
- maximálny polomer zatáčania 2200 mm.

Oba vysokozdvižné vozíky pracujú vo vnútorných priestoroch, a tak je potrebné dbať aj na ochranu zdravia pri práci. Preto navrhujeme aby oba vozíky mali podľa možnosti elektrický pohon. Pre optimalizáciu prepravy materiálu po trase 1 a 2 by bolo najvýhodnejšie zaobstarať len jeden vysokozdvižný vozík s nosnosťou 2500 kg. Takéto riešenie nie je však možné, a to z toho dôvodu prelínania pri preprave materiálu, z dôvodu manipulácie s polotovarmi k výrobným linkám a súčasne preprave hotových výrobkov na sklad alebo na expedíciu.

Záver

Manipulácia s materiálom a doprava majú svoju podstatu, a taktiež funkciu vo výrobe a v obehu. Vo výrobnom procese ľudia prispôsobujú veci svojím potrebám pomocou pracovných nástrojov,(Mládeneková, P. – Hujo, Ľ.,2013).

Pri výbere manipulačného zariadenia, je potrebné analyzovať jeho nasadenie v konkrétnych prevádzkových podmienkach tak, aby boli využité všetky výhody, ktoré daný produkt poskytuje. Moderná výroba sa tak nezaobíde bez dokonale riešenej manipulácie s materiálom, našou úlohou bolo navrhnúť nové technicko-organizačné riešenia materiálových tokov vo výrobnom obehu, a to nielen mechanizáciou manipulačných a skladových operácií, ale taktiež riešenie informačných systémov v čase a v priestore, ktoré je nutné prekonávať pri manipulácii s tovarom. Taktiež bolo potrebné zhodnotiť a navrhnúť na základe doterajších skúseností dopravné manipulačné prostriedky, ktoré budú spĺňať logistické požiadavky, vzhľadom na optimalizované dopravno-manipulačné toky.Na tomto využití je priamo závislá aj dopravno-manipulačná výkonnosť, ako jeden z hlavných ukazovateľov využitia týchto zariadení pri nasadení vo výrobnom procese.

Výsledkom optimalizácie vnútropodnikových manipulačných tokov vo výrobnom procese bolo navrhnuté a realizované riešenie dopravno-manipulačných tokov, skladového priestoru s návrhom vybavenia ručne vedených manipulačných vozíkov vážiacim zariadením RPW 4 ST + indicator 2100, čím by sa podariloskrátiť potrebný čas manipulácie s tovarom, nakoľko nemusí dochádzať ku kontrolnému váženiu a zároveň by došlo k zvýšeniubezpečnosti pri manipulácií s tovarom.

Súhrn

Manipulácia s materiálom spolu s dopravou vytvárajú jednotlivé, často krát nedeliteľné zložky vo výrobnom procese. Snahy o racionalizáciu vnútropodnikových manipulačných tokov sa sústreďujú na organizačné zlepšovanie priebehu manipulácie s cieľom je optimálne využitie disponibilných dopravno-manipulačných prostriedkov. Navrhovanými zmenami nového riešenia vnútropodnikových dopravno-manipulačných tokov materiálu vo výrobnom procese sa nám podarilo skrátiť časy manipulácie s materiálom, pričom sme zároveň riešili návrh vhodných manipulačných prostriedkov, ktoré budú merať hmotnosť paliet a uvedené údaje budú prostredníctvom bezdrôtového spojenia posielať na detailné vyhodnotenie ekonomických parametrov procesov do PC. Cieľom je nájsť a využiť nové a hospodárne riešenia v oblasti vnútropodnikových manipulačných tokov vo výrobnom procese manipulácie materiálových tokov vo vybranom výrobnom podniku.

Kľúčové slová: manipulácia, výrobná linka, výrobný proces, vážiace zariadenie.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantového projektu Ministerstva školstva Slovenskej republiky VEGA 1/0857/12 „Zníženie nežiaducich vplyvov poľnohospodárskej a dopravnej techniky na životné prostredie“.

Príspevok bol riešený s podporou grantovej organizácie MŠ SR KEGA 044 SPU-4/2014 Environmentálne technológie a technika.

5. Literatúra

1. ABRAHÁM, R., TKÁČ, Z., JABLONICKÝ, J., MAJDAN, R., ŽITŃÁK, M.: Dopravné a manipulačné zariadenia, SPU Nitra, 2010, ISBN 978-80-552-0375-1
2. JÁNOŠOVÁ, M., HUJO, Ľ.: Riešenie dopravno manipulačných tokov materiálu vo výrobnom procese, International scientific student conference, TF SPU v Nitre, 2013, ISBN 978-80-552-1014-8
3. MLÁDENEKOVA, P., HUJO, Ľ.: Aplikácia meracieho zariadenia na ručne vedené vysokozdvižné vozíky, International scientific student conference, TF SPU v Nitre, 2013, ISBN 978-80-552-1014-8
4. MOJŽIŠ, M., VARGA, D., GRMAN, I.: Profesné vzdelávanie pre potreby logistiky, Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie AGROTECH NITRA 2001, MF SPU Nitra, 2001, ISBN 80-7137-874-7
5. Mojžiš, M. – Merek, I. – Varga, F.: Analysis of material flows in a selected company. In Acta technologica agriculturae. ISSN 1335-2555, 2013, vol. 16, no. 1, s. 13-16.
6. RATAJ, V. 2005.*Projektovanie výrobných systémov.* 1. vydanie. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005, ISBN 80-8069-609-8.
7. Žitňák M., Korenko M., 2011. Technical-economical indicators in thes ugarbeet transportation management.Res. Agr. Eng., 57: 73–81.

Ing.Ľubomír Hujo PhD.,tel.č. +421 37 641 4530,e-mail:lubomir.hujo@uniag.sk SPU v Nitre, Technická fakulta, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

PROPORTION OF THE TRANSPORT LOGISTICS WHEN OPERATION OF AGRICULTURAL TRARTORS

PODIEL DOPRAVNEJ LOGISTIKY PRI PREVÁDZKE POĽNOHOSPODÁRSKEHO TRAKTORA

Ján Kosiba[1] – Juraj Tulík[2]

Abstract
This articles deals with monitoring the activities of the agricultural tractor Zetor Forterra 114 41 in operation. The aim is to detect the proportion of transport logistics for the overall performance of the tractors. Agricultural tractor was followed by two years. The overall proportion of transport logistics accounted for 12, 90 %.
Key words: tractor, transport logistics, engine hours

Úvod

V minulosti boli v poľnohospodárskej prvovýrobe využívané stroje, ktoré boli určené na špecifické operácie. V súčasnosti sa kladú do popredia stroje a zariadenia s čo najväčšou univerzálnosťou. Táto univerzálnosť sa nevyhýba ani dopravnej logistiky v rámci poľnohospodárskych podnikov. Poľnohospodárskej traktory okrem rôznych agrotechnických operácii v rámci poľnohospodárskej prvovýroby musia slúžiť aj na rôzne logistické operácie. V minulosti sa na takéto činnosti využívali rôzne nákladné vozidlá, ale dnes sa tieto vozidlá dostávajú do ústrania.
Predložený príspevok sa zaoberá sledovaním poľnohospodárskeho traktora Zetor Forterra 114 41 počas dvoch rokov. Boli zaznamenávané všetky pracovné operácie (aj typy prídavných zariadení), ktoré tento traktor vykonal.

Materiál a metódy

Na evidenciu prevádzky traktora slúži týždenný výkaz práce traktora, v ktorom sú zaznamenávané všetky dôležité údaje o prevádzke traktora. Údaje do týždenného výkazu práce traktora zaznamenáva obsluha traktora.

Poľnohospodársky traktor Zetor Forterra 114 41

Poľnohospodársky traktor Zetor Forterra 114 41 sa vyrába s výkonom motora 85 kW. Je poháňaný so 4 valcovým motorom Zetor s turbodúchadlami s obsahom valcov 4156 cm^3, ktorý plní emisnú triedu TRIER III. Motory sú konštruované s viskóznou spojkou ventilátora. Prevodovka je mechanická, synchronizovaná, reverzačná s trojstupňovým násobičom. Počet prevodových stupňov traktora je 24 dopredu a 18 dozadu.
V tabuľke 1 znázornené základné technické parametre poľnohospodárskeho traktora Zetor Forterra 114 41.

Tab. 1 Základné technické parametre traktora Zetor Forterra 114 41 (manuál, Zetor Forterra 114 41)

	Jednotky	Parametre
Motor		
Typ		Zetor 1405
Výkon	kW/HP	81/110
Menovité otáčky	$1.min^{-1}$	2200
Počet valcov		4
Plnenie		turbodúchadlo
Zdvih	mm	105/120
Obsah valcov	cm^3	4156
Prevýšenie krútiaceho momentu	%	36,5
Emisie		TIER III
Spojka		
Typ		suchá jednolamelová hydraulicky ovládaná
Rozmer	mm	325
Obloženie lamely		kovokeramika
Vývodový hriadeľ		
Typ		nezávislý/závislý, mokrá viac lamelová spojka
Otáčky zadného VH	$1.min^{-1}$	540/1000
Otáčky predného VH	$1.min^{-1}$	1000
Hydraulika		
Typ		elektrohydraulika ZMS 23LS
Ovládanie		elektronické
Pracovný tlak	MPa	18
Vnútorný obvod		6+1 rýchlospojok

Traktor Zetor Forterra 114 41 bol sledovanom období umiestnený u samostatne hospodáriaceho roľníka v Marcelovej (okres Komárno). V období dvoch rokov vykonával nasledovné operácia (v zátvorke sú uvedené prídavné zariadenia:

- diskovanie (LBD 4,5),
- doprava (BSS-9),
- orba (Kverneland LD 100),
- postrekovanie (Forrás 2006/18),
- sejba (SE 1 073 M).

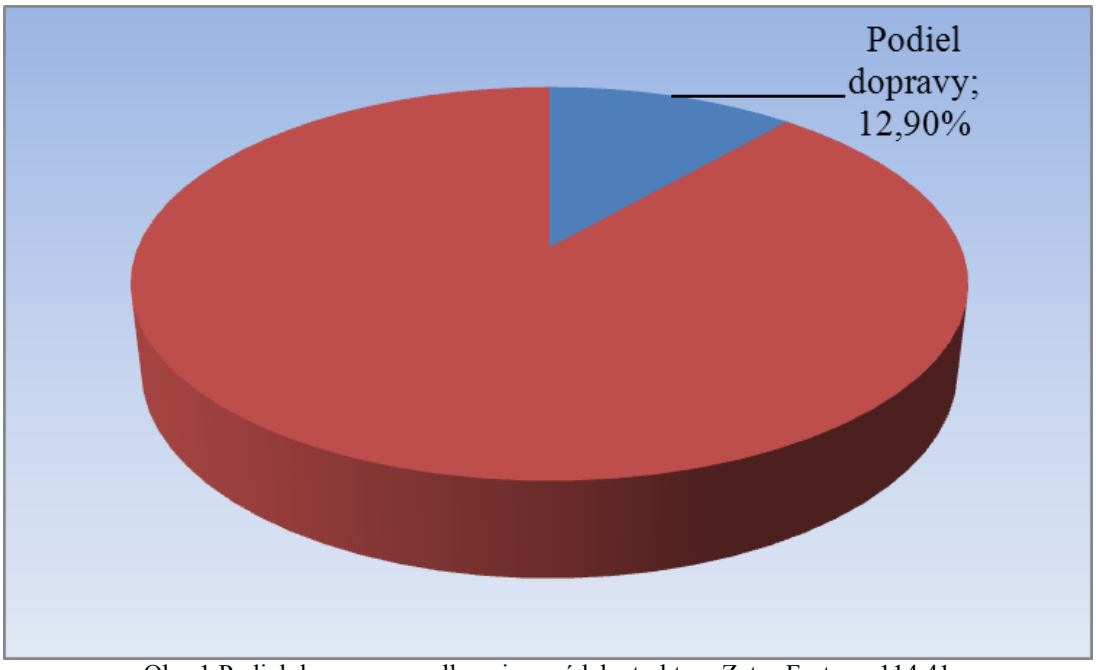
Výsledky a diskusia

V tabuľke 2 sú uvedené údaje z týždenných výkazov práce, z ktorých boli zistené jednotlivé podiely (počty motor hodín) pripadajúcich na jednotlivé pracovné operácie.

Tab. 2 Odpracované motorhodiny traktora Zetor Forterra 114 41

Druh práce	Použité náradie	Typ náradia	Odpracované motorhodiny
Diskovanie	disky	LBD 4,5	181
Doprava	príves	BSS-9	116
Orba	pluh	Kverneland LD 100	254
Postrekovanie		Forrás 2006/18	39
Sejba	sejačka	1 073 M	309
Súhrn			899

Na obrázku 1 je znázornený podiel dopravných operácii traktora Zetor Forterra 114 41 počas sledovaného obdobia. Zo zistených údajov vyplýva, že podiel dopravných operácii v sledovanom období predstavoval 12,90 %.



Obr. 1 Podiel dopravy na celkovej prevádzke traktora Zetor Forterra 114 41

Záver

Najčastejšou pracovnou operáciou, ktorú traktor Zetor Forterra 114 41 vykonával počas sledovaného obdobia bola sejba so sejačkou SE 1 073 M a predstavovala 309 motor hodín. Najmenej zastúpenou pracovnou operáciou bolo postrekovanie s postrekovačom Forrás 2006/18 a predstavovala 39 motor hodín.

Poďakovanie
Predložený príspevok je spracovaný v rámci riešenia výskumného projektu VEGA MŠ SR č. 1/0857/12 „Zníženie nežiaducich vplyvov poľnohospodárskej a dopravnej techniky na životné prostredie“.

Literatúra
HUJO, Ľubomír - JABLONICKÝ, Juraj - TKÁČ, Zdenko - ŽITŇÁK, Miroslav - REČKOVÁ, Brigita. Medziročné hodnotenie dopravného podniku s využitím nástrojov ekonomickej analýzy. In *Acta Facultatis Technicae*. ISSN 1336-4472, 2012, roč. 17, č. 3, s. 81-90.
CHRASTINA, Jozef - JANOŠKO, Ivan - POLONEC, Tomáš. Skúšky experimentálneho systému na optimalizáciu traktora. In *Technika v technológiách agrosektora 2012*. 1. vyd. 1. ISBN 978-80-552-0895-4. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012, s. 74-79.
SZABÓ, Mário - MAJDAN, Radoslav - TKÁČ, Zdenko - ČÁPORA, Rastislav - HUJO, Ľubomír. Evaluation of fuel consumption in road freight transport. In *Acta technologica agriculturae*. ISSN 1335-2555, 2013, vol. 16, no. 1, s. 17-20.
ŽIKLA, Anton - JABLONICKÝ, Juraj. Využime možnosti traktorov. In *Roľnícke noviny*. ISSN 1335-440X, 8.9.2012, roč. 83, č. 37, s. 22.

Abstrakt
Predložený príspevok sa zaoberá sledovaním činnosti poľnohospodárskeho traktora Zetor Forterra 114 41 v prevádzke. Cieľom je zistenie podielu dopravnej logistiky na celkovej prevádzke uvedeného traktora. Poľnohospodársky traktor bol sledovaný 2 roky. Celkový podiel dopravnej logistiky predstavoval 12, 90 %.
Kľúčové slová: traktor, dopravná logistika, motorhodiny

LOGISTIC AUDIT IN AGRICULTURAL COMPANY
LOGISTICKÝ AUDIT V POĽNOHOSPODÁRSKOM PODNIKU

Miroslav MOJŽIŠ, František VARGA
Slovak University of Agriculture in Nitra

As things stand under the hot topic of the existence of firms is reducing internal costs of logistics, which gives the condition to ensure the competitiveness and potential higher profits while maintaining respectively. improving customer service. An important role is played application methods that manager must operate properly and implement the given environment. Therefore, there are important administrative information about the material flow, logistics costs in different areas as well as other internal and external influences that the process of analysis must be included. The paper focuses on the model analysis of the state of the company and possible measures to reduce logistics costs.
Keywords: logistic, reduce costs, material handling

The logistic audit deals with the cost of material transfer and descriptive methods of creating material and information flows in the selected company. We are focusing on reducing the handling time, an optimal layout of workplaces, the opportunity for an automatic tracking of inventory, and ways to save money spent on stocks and handling processes. An advantage is the concept of material flows optimisation and the introduction of continuous material and information flows through a series of warehouse operations. The rationalisation of material handling is significantly influenced by the material itself, its composition and the method of its storage in handling and transport units. The mechanisation of material handling and handling equipment can rationally and effectively contribute to the serviceability of material flow by simple adjustments.

Material and Methods

The content of this article is a kind of audit manual to specify handling costs, which are part of logistics costs. We have gained the data for solving this issue in XAS Slovakia. (name is fictitious, because of the sensitive information of the company) and through expert consultations done in a particular establishment.
Our role is:

- to gain knowledge of the flowing stream of information, of using information and communication means in this company (communication via the Internet and software packages), and to demonstrate the benefits of their use;
- to analyse the material flows in the given company by direct observations and discussions with experts in this field;
- to suggest possible solutions for an effective and rational use of existing handling facilities;
- to apply the data gained to the selected methods, to use the graphical representation of these processes, and then to evaluate them;
- on the base of real variables (the use of handling equipment in warehouses and production areas, the management of stocks, storage methods and sub-contracting between this sub-

contractor and its main customer), to prepare a concept with respect to costs for the company (of storage and the operation of manufacturing processes).

Our goal has been to optimise the material flows, to reduce the length of transport distances, and to maximise the use of handling equipment. We were able to meet this goal.

Results and Discussion

The concept of material handling optimisation cannot be addressed separately without knowing other logistics costs, as a sharp fall in costs in one area can dramatically increase costs in other areas (e.g. costs in transport can rise with reducing storage costs). Therefore, we try to rationalise the complex logistics costs and their overall reduction.

To calculate the material flow, we have determined the **optimum amount of deliveries**, which is the amount of stock delivered to store by a single application. It is gradually depleted from the store according to production needs and the intensity of consumption. It was calculated according to Wilson's formula:

$$Q* = \sqrt{\frac{2 \times \lambda \times No}{Ns}}$$, kg/order (1)

Q^* – optimum order, kg
λ – intensity of consumption, kg.month^{-1}
No – cost of communications, EUR
Ns – cost of storage, EUR

The **optimum length of a delivery cycle** represents a time interval from the arrival of an order to the warehouse until a complete depletion of all stocks. It depends on the size of the ordered quantity of stocks and on the intensity of their withdrawal from the warehouse. Calculation is according to the following formula:

$$T^* = \frac{Q^*}{\lambda}$$, time interval (2)

T^* – delivery time, month^{-1}
Q^* – optimum order, kg
λ – intensity of consumption, kg.month^{-1}

Optimum turnover, i.e. the number of orders made over a certain period, or how many times the purchase of stocks is made until their full putting on the market. Optimum turnover is calculated as:

$$V^* = \frac{1}{T^*}$$, number of orders/time interval (3)

V^* – optimum turnover, number/time interval
T^* – delivery time

Optimum average stocks – calculation according to the following equation:

$$\bar{Q} = \frac{Q^*}{2}$$, kg (4)

$\bar{Q}$ – optimum average stocks, kg
Q^* – optimum amount of the order, kg

Variable costs – they depend on the volume of production and are calculated using the following equation:

, EUR (5)

Nv – variable costs, EUR

Total costs – they represent all expense items in ensuring one order. Calculation was carried out as follows:

, EUR (6)

Nc – total costs, EUR

Oc – costs of purchase, EUR

Table 1 Calculation of optimum parameters for granulate

Situation of stocks (granulate) in store				
Input value	**Index**	**Optimum value**	**Real value**	**Unit**
Intensity of stocks use	λ	42,000	46,583	kg.month^{-1}
Storage costs	N_s	0.031	0.028	EUR.kg^{-1}.month^{-1}
Acquisition costs	N_o	0.18	0.18	EUR
Purchase price	O_c	1.438	1.438	EUR.kg^{-1}
Delivery time	T	0.1	0.1	month
Comparison of real and optimum values				
Calculation	**Index**	**Optimum value**	**Real value**	**Unit**
Amount of delivery	Q	698.39	774	kg
Delivery time	T	0.0166	0.0166	month
Turnover	V	60	62	times.month^{-1}
Average stock	Q^*	349.19	387.00	kg
Variable costs	N_v	0.11	0.10	EUR
Total costs	N_c	60,455.45	67,049.93	EUR

Based on the results, we have written into Table 1 the real and optimum values and the situation of granulate in store.

Then, we examined the material flow in this company (Fig. 1), its volume, intensity, direction and frequency. By examining various points in the company between which the material is transported, we subsequently determined the priority sites that can be optimised and rationalised.

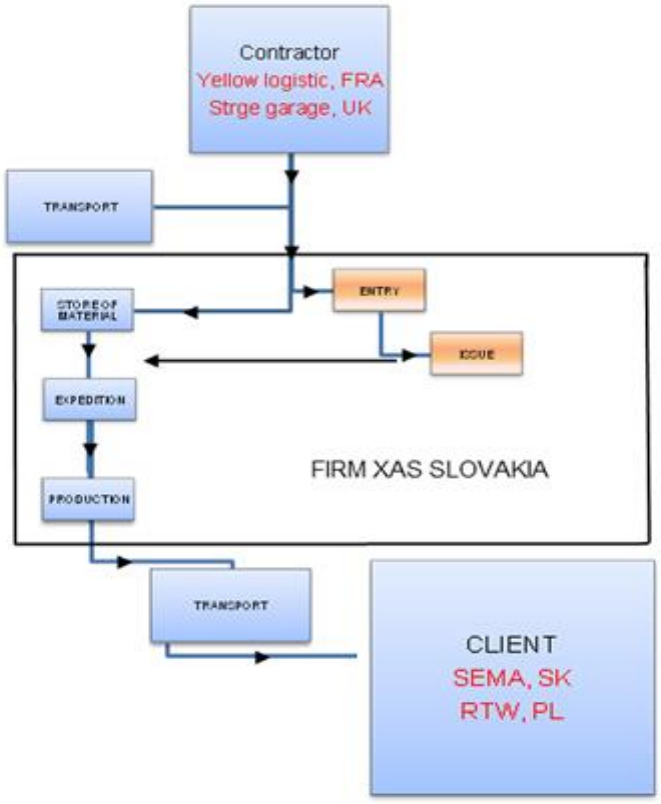


Figure 1 Scheme of material flow in XAS Slovakia

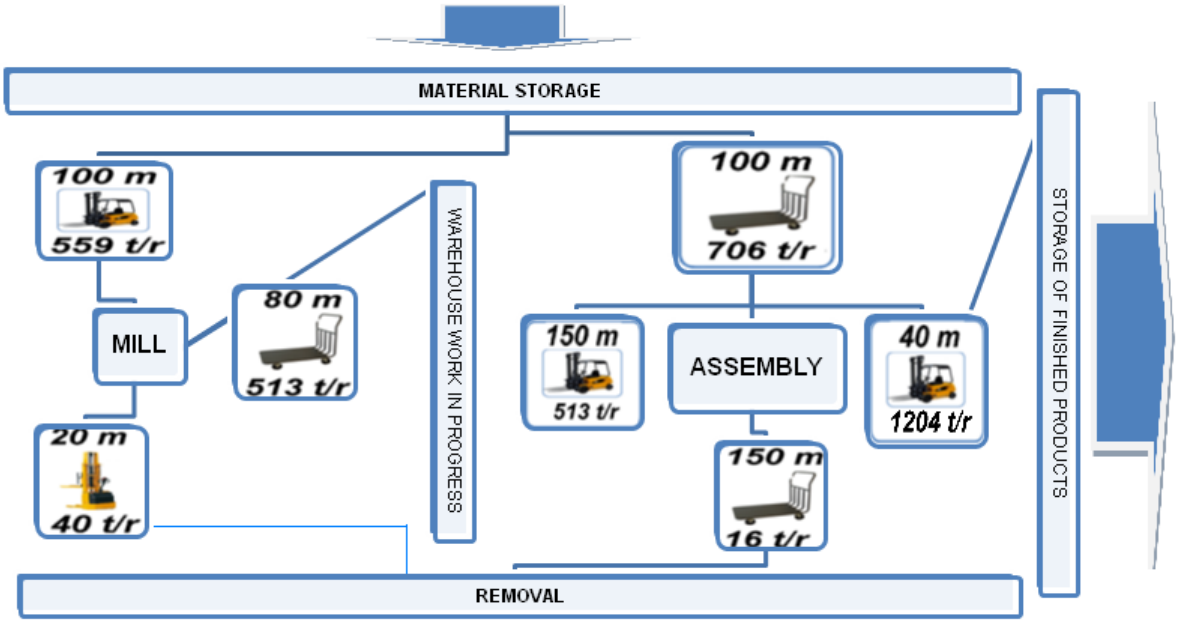


Figure 2 Scheme of handling equipment for maintaining the material flow

For an effective functioning of material flows and reducing the transport and handling costs, we have reconsidered in XAS Slovakia the arrangement of individual workplaces, production facilities, assembly centres and storage facilities. For material flows it is important to be most effectively placed where the strongest intensity of material flow is. Thus, these workplaces should be located as close as possible to each other. That can be achieved by placing the subjects in a triangular manner.

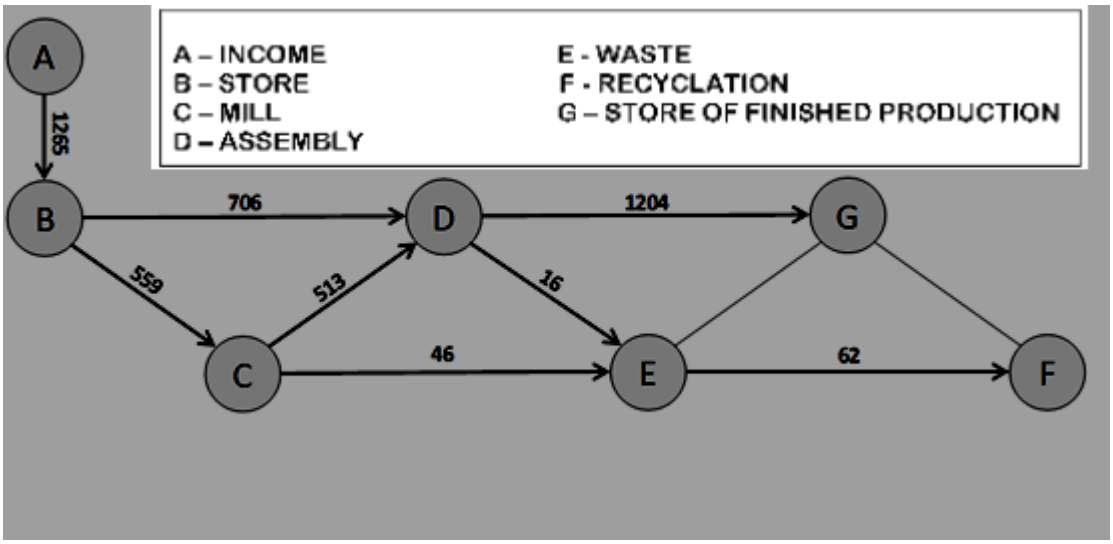


Figure 3 Deployment of workplaces according to the triangle method in XAS Slovakia

The capacity of individual material flows determines the ability to carry out a certain performance over a certain period of time. In our case, it is the time during which the press is able to press out a raw product. The pressing of a raw bar for our reference model takes 1 minute and 24 seconds at the point *C*, and the time of completion of a finished product on the assembly line takes 1 minute and 50 seconds at the point *D*.

The flow of material from the assembly hall is provided by a forklift with a maximum capacity of 1,500 kg. Areas for the movement of this forklift are unnecessarily large, so there would be possible, in terms of both the capacity and performance as well as in terms of volume, to increase the amount of material flow. We have proposed fork extension sleeves (Figure 4) for an effective use of the forklift. Using the parameters, the payload transport capacity can be expressed as follows:

$$Pd = \frac{dj}{tj}, \quad \text{pcs.h}^{-1} \tag{7}$$

Pd – transport capacity, pcs.h^{-1}
d_j – transport unit, pcs
t_j – time unit, h

When transporting goods in XAS Slovakia in the original way, only one stack could be moved, representing 90 pcs of finished products in 6 minutes. The capacity of goods transport by the forklift was calculated as follows:

$$P_d = \frac{90\ pcs}{0.1\ \boldsymbol{h}} = 900, \quad \text{pcs.h}^{-1}$$

According to the method of transporting the goods proposed by us, it was possible to relocate one more stack (i.e. two stacks simultaneously), representing an increase of amount by 100 % (i.e. to 180 pcs), but in the same time of 6 minutes. The capacity of transport is calculated using the following equation:

$$P_d = \frac{180\ pcs}{0.1\ \boldsymbol{h}} = 1800, \quad \text{pcs.h}^{-1}$$

That has brought to XAS Slovakia time saving in handling the goods using the forklift, and the remaining time can be spent in other warehouse operations (e.g. the preparation of goods for dispatch). We have achieved an efficient use of handling equipment in the given flow.

Figure 4 The use of traditional and extended forks in the store of XAS Slovakia

Conclusion

Total costs we solved by the calculation of partial items. Priority was the costs of supplies which we calculated to the optimal amount of inventory, and these values were compared with the actual indicators. As we did not measure identical numerical parameters, we calculated the amount of cost savings. Since we calculated with one stock item only, we would quantify multiple cost savings for all stock items. The said company decided to accept this proposal. First, they began with a gradual decrease of stocks to the optimum level calculated by us.

Further, we made a more efficient material flow using the triangle method. As the length of these flows affects the continuity of the production process, our goal was to find an optimal solution. We have proposed the substitution of the press by the store of unfinished production. However, we failed to implement it in practice because of continuous company's production activities. The company would consider the implementation of this concept in case of a scheduled outage during the summer months. That would bring to the company a considerable shortening of the flow of stocks, an improved overview of handling processes, and a reduced area used for this handling.

The use of forklift fork extension sleeves in order to increase the amount of flow is also considered an effective concept. We implemented this concept almost immediately in the said store by purchasing the sleeves, which the company was yet lacking. The proposed solution enabled the transport of a double amount of stocks over the same period of time and the same handling costs, by which the company yielded savings of time and funds.

Acknowledgement

Supported by the Ministry of Education of the Slovak Republic, project Vega 1/0857/12 "Reduction of unfavourable impacts of agricultural and transport machinery on environment".

References

BIGOŠ, P. – KISS, I. – RITÓK, J. – KASTELOVIČ, E. 2008. *Materiálové toky a logistika II: Logistika výrobných a technických systémov.* Košice : Technická univerzita. 197 s. ISBN 978-80-553-0130-3.

HUJO, Ľ. - JABLONICKÝ, J. – TKÁČ, Z. – ANGELOVIČ, M. – REČKOVÁ, B. 2013. *Assesment of a transport company in terms of performance utilisation of vehicles.* Acta technologica agriculturae, SPU Nitra, Volume 16, no.1, str: 1-4

ČAMBÁL, M. – CIBULKA, V. 2008. *Logistika: Logistika výrobného podniku.* 1. vyd. Bratislava : STU. 198 s. ISBN 978-80-227-2904-8.

JASAŇ, V. – KOŠÁBEK, J. – SZUTTOR, N. 1989. *Teória dopravných a manipulačných zariadení*. 1. vyd. Bratislava : Alfa. 376 s. ISBN 80-05-00125-8.

KITA, J. 2011. *Nákup a predaj – základné obchodné funkcie výrobného podniku*. 1. vyd. Bratislava : Iura Edition. 216 s. ISBN 978-80-8078-380-8.

LAMBERT, D. – STOCK, J.R. – ELLRAM, L. 2005. *Logistika.* 2. vyd. Brno : Computer Press Books. 612 s. ISBN 80-251-0504-0.

Contact address:
[1]Ing. Miroslav Mojžiš, PhD. (tel: +421 37 641 4613, email: miroslav.mojzis@uniag.sk); [2]Ing. František Varga, PhD.
[1, 2]Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Department of Transport and Handling, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

EVALUATION OF OPERATION OF A CAR TRANSPORT

HODNOTENIE PREVÁDZKY VOZIDIEL AUTOMOBILOVEJ DOPRAVY

Mário Szabó - Michal Angelovič – Stanislav Lindák – Tomáš Polonec – Janko Klúčik – Michaela Jánošová

Abstract:

The objective of the thesis is the comparison of the two trucks Scania (with EURO3) with respect to fuel consumption. We compared two same types of the trucks Scania R420. One vehicle was carrying a beer and a second vehicle was designed for timber transport. Transport truck routes have been also different from the perspective of various altitudes, which vehicles have broken during transportation of the goods. Vehicles refueled same fuel Shell V-Power Diesel. The primary outcome was the fuel consumption. Consumption was calculated for each month of 2013 based on mileage and fuel uplift. Based on a comparison, the fuel consumption is lower in case of the vehicle carrying beer than the vehicle carrying the wood. The vehicle runs with beer less busy than vehicle with wood. The difference in consumption is minimal. Therefore, we conclude that the vehicle transporting wood is despite higher consumption more economical, because it is operand in heavier conditions.

Keywords: Scania, truck, fuelconsumption

Úvod:

V súčasnom konkurenčnom podnikateľskom prostredí a pri vysokej cene nafty sa dopravcovia snažia dosiahnuť úsporu v každej oblasti. Náklady na pohonné hmoty v dopravnej spoločnosti tvoria významnú časť výdavkov. Z tohto dôvodu je potrebné sledovať spotrebu jednotlivých vozidiel a v prípade zistenia zvýšenej nadspotreby navrhnúť opatrenia na jej zníženie.

Postupným vývojom motorových vozidiel sa postupne zvyšuje celková účinnosť spaľovacích motorov, čo spôsobuje zníženie špecifickej spotreby paliva (spotreba paliva na jednotku výkonu), ale v poslednom období dochádza predovšetkým k zvyšovaniu aktívnej, pasívnej a ekologickej bezpečnosti novo vyrábaných motorových vozidiel. (Lenďák, 2008).

Znižovanie spotreby nafty okrem ekonomických dôvodov je dôležité aj z dôvodu ekologického. Ako uvádza Vitázek (2006) využitie primárnych energetických zdrojov negatívne ovplyvňuje životné prostredie jednak pri ťažbe a úprave týchto palív, ale hlavne pri premene jedného druhu energie na iný.

Existujú rôzne metódy na meranie spotreby paliva, ktoré sa odlišujú presnosťou a nákladnosťou. V nasledujúcich testoch budeme porovnávať priemernú spotrebu udávanú informačným systémom Scania. Presnejšie údaje o spotrebe by sme získali meraním pomocou špeciálne navrhnutých zariadení pre daný typ vozidla tak ako uvádzajú autori Semetko et al. (1996), Janoško (1996) a Janoško et al. (1996), Žikla et al. (2010).

Materiál a metódy:

Testy sme vykonávali na 2 ťahačoch značky Scania EURO 3 R420. Ťahač A (Obr. 1) prepravoval drevo, ťahač B (Obr. 2) náklad s pivom. Ich technické parametre sú uvedené v Tab.1.

Obr. 1 Ťahač A (náklad drevo)

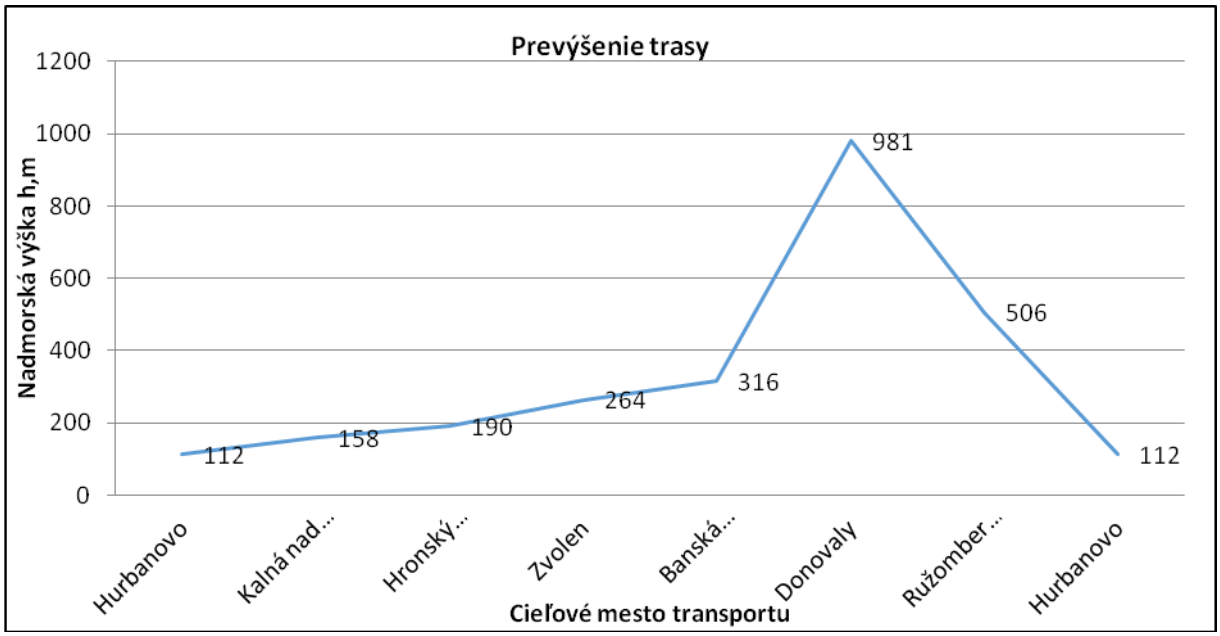
Obr. 2 Ťahač B (náklad pivo)

Tab.1 Základné technické parametre ťahačov Scania R420

	Ťahač A	Ťahač B
Rok výroby	2006	2007
Počet najazdených kilometrov (km)	438 000	640 000
Hmotnosť celková (kg) :		
bez nákladu	12 300	14 500
plne naložený	40 000	40 000
Dĺžka celej súpravy (m)	17	17,8
Rozmery pneumatík:		
Náves	385/65 R 22,5	315/77 R 22,5
Ťahač	315/70 R 22,5	315/77 R 22,5
dezén (mm)	13	15

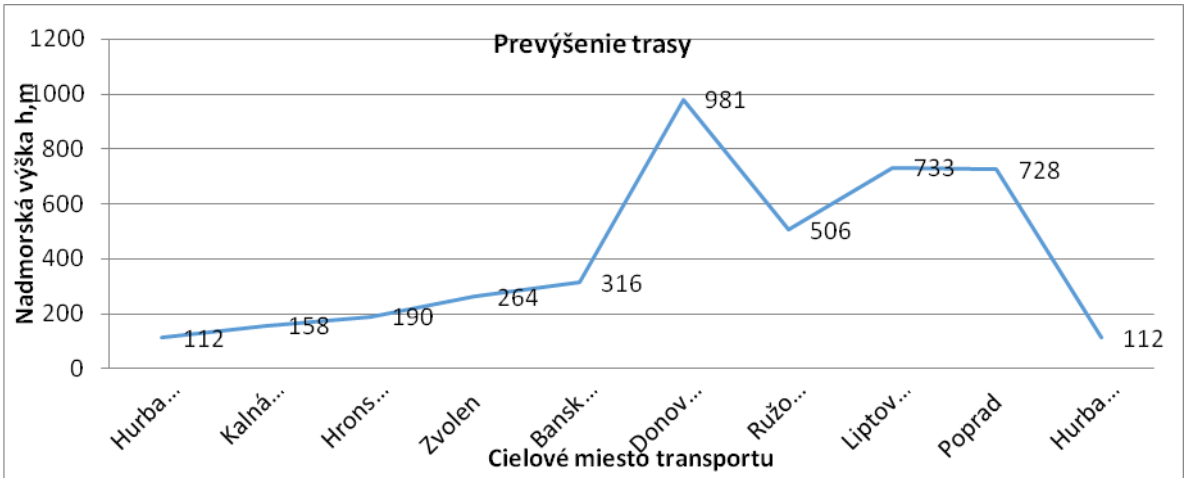
Výsledky a diskusia:

Ťahač A jazdil trasu: Hurbanovo → Ružomberok → Hurbanovo (203km), prevýšenie trasy je znázornené na Obr.3.



Obr. 3 Prekonávanie stúpania ťahača A na trase Hurbanovo-Ružomberok-Hurbanovo

Ťahač B jazdil trasu:Hurbanovo → Poprad → Hurbanovo (656 km), prevýšenie trasy je znázornené na Obr.4.



Obr. 4Prekonávanie stúpania ťahača B na trase Hurbanovo-Poprad-Hurbanovo

V nasledujúcej tabuľke je uvedené porovnanie spotrieb ťahačov.

Tab.2 Porovnanie spotrieb ťahačov

	Ťahač A		Ťahač B	
	Najazdené kilometre	Spotreba	Najazdené kilometre	Spotreba
	(km)	(l/100 km)	(km)	(l/100 km)
január	6228	34,21	6155	35,25
február	5145	33,8	7590	36,29
marec	4490	33,96	11830	32,41
apríl	6560	34,24	2610	33,5
máj	6915	35,44	8400	32,14
jún	5972	34,9	8155	32,58
júl	2150	33,52	8495	33,07
august	4946	34,33	8605	34,16
september	4944	33,24	7865	33,94
október	7698	33,82	7865	32,67
november	7170	33,75	7710	33,26
december	4380	35,12	7145	35,33
Priemerná spotreba za rok (l/100 km)		**34,19**		**33,72**

Ťahač A vykazuje vyššiu spotrebu ako Scania R 420 (náklad pivo), vozidlo jazdilo väčšinou tzv. „vyťažováky“ tzn. snažia sa byť stále plne zaťažený čiže plne naložený, prázdny jazdia minimum. Trasu si upravujú tak, aby sa na návese vystriedalo drevo od viacerých firiem, alebo jednej firmy ak jazdia jednu trasu s jedným cieľom viackrát za jeden deň. V porovnaní s ťahačom B prenesie aj napriek menej odjazdeným kilometrom za mesiac viacej nákladu. Ďalším faktorom je že Scania R420 (náklad drevo) zdoláva aj ťažšie prístupne terény, lebo niekedy je nutnosť ísť pre drevo priamo na miesto ťažby. Predstavuje to niekoľko prejdených kilometrov na nerovnej podložke ktorá je v časoch dažďa a roztápajúceho sa snehu premočená a to zapríčiňuje zvyšujúci sa odpor na pneumatiky, motor je pod väčšou záťažou,

otáčky motora sa niekedy pohybujú na maximálnej hodnote. Scania R420 (náklad pivo) prejde viac kilometrov za jeden mesiac, pretože nemá také veľké medzery medzi prepravami, lebo dopyt po pive je väčší ako po dreve. Na druhej strane nejazdí tzv. „vyťažováky“, jazdí častejšie na prázdno, oproti Scania R420 (náklad drevo). Čo sa týka prevýšenia nadmorskej výšky, sú oba ťahače približne na rovnakej úrovni. Scania R420 (náklad pivo) jazdí častejšie na diaľnici a rýchlostných cestách, ďalej jazdí oproti druhému ťahaču aj v neskorých večerných hodinách, v ktorých je premávka ostatných vozidiel oveľa nižšia ako cez deň. Scania R420 (náklad drevo) cez neskoré večerné hodiny nejazdí.

Záver:
Cieľom príspevku bola komparácia dvoch identických ťahačov značky Scania R420 s normou motora EURO 3. Vodiči jazdili približne rovnaké trasy s rovnakým prevýšením vozovky, len s iným nákladom. Keby sme uskutočnili test palivovej hospodárnosti s tým, že obaja naši šoféri by mali rovnaké ťahače značky Scania, išli by zároveň rovnakú trasu, boli by plne založení rovnakým nákladom (40 000 ton), teda mali by rovnaké podmienky, pričom by nezáležalo na poveternostných podmienkach, nakoľko by išli naraz, mohli by sme vyvodiť teoretický záver. Možno predpokladať, že vzhľadom na vek vodičov, prax v obore a ich povahu, by vodič, ktorý jazdí na Scanii R420 s drevom (ťahač A) by dokázal spraviť nižšiu spotrebu paliva. Tento predpoklad môžeme podložiť aj výsledkami nášho prieskumu spotreby paliva oboch vodičov, nakoľko má vodič s drevom podľa našich výsledkov síce vyššiu spotrebu paliva ako vodič s pivom, nie však oveľa a čo sa týka záťaže ťahača, je u vodiča s drevom vyššia záťaž. Možno preto konštatovať, že aj napriek o málo vyššej spotrebe má vodič s drevom priaznivejšiu spotrebu ako vodič s pivom.

Abstrakt (v slovenskom jazyku):
Cieľom príspevku je komparácia dvoch ťahačov značky Scania (s motorom EURO 3), s ohľadom na spotrebu paliva. Porovnávali sme dva kamióny rovnaného typu Scania R420. Jedno vozidlo prepravovalo pivo a druhé vozidlo bolo určené na prepravu dreva. Prepravné trasy kamiónov boli odlišné aj z pohľadu rôznej nadmorskej výšky, ktorú vozidlá prekonávali počas transportu daného tovaru. Vozidlá tankovali rovnaké palivo Shell V-PowerDiesel. Hlavným ukazovateľom bola spotreba paliva. Spotrebu sme vypočítali pre jednotlivé mesiace roku 2013 na základe najazdených kilometrov a tankovaného paliva. Na základe porovnania vychádza spotreba paliva nižšia v prípade vozidla prepravujúceho pivo ako vozidla prepravujúceho drevo. Vozidlo s pivom jazdí menej vyťažené trasy ako vozidlo s drevom. Pričom rozdiel v spotrebe je len minimálny. Preto konštatujeme, že vozidlo prepravujúce drevo je aj napriek vyššej spotrebe hospodárnejšie, nakoľko je prevádzkované v ťažších podmienkach.

Literatúra:
1. JANOŠKO, I. 1996. Snímanie a monitorovaniespotreby paliva. 12 obr., 2 tab., lit. 4, res. angl.In: Zeměd. Techn.. Roč. 42, č. 3 (1996), ISSN 0044-3883.s. 93-98.
2. JANOŠKO, J., DRABANT, Š., CALEK, M. 1996. Meraniespotreby paliva naftových motorov objemovou metódou. res. angl. In: Acta technol. Agric., 37. s. 37-43. Nitra : VŠP, 1996. ISSN 80-7137-319-2. s. 37-43
3. LENĎÁK, P. - JABLONICKÝ, J. - BOHÁT, M. - ŠVEC, Jozef. Ekologická bezpečnosť motorových vozidiel v prevádzke. In *VOZIDLÁ 2008 [elektronický zdroj]*, s. 111-118. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2008. ISBN 978-80-552-0106-1. Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika.

4. SEMETKO, J., JANOŠKO, I., CALEK, M. 1996.Meraniespotreby paliva prietokomerom PLU 116 H. res. angl.In: Acta technol. Agric., 37. Nitra : ŠP, 1996. ISSN 80-7137-319-2.s. 37-43.
5. VITÁZEK, I. 2006. Tepelné procesy v plynnom prostredí. 1.vyd.Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2006. 98 s. ISBN 80-8069-716-7
6. ŽIKLA, A.-JABLONICKÝ, J. Reálny pohľad na spotrebu paliva. Roľnícke noviny. Roč. [81], č. 14 (2010), ISSN 1335-440X.

Kontaktná adresa:

Ing. Mário Szabó, Katedra dopravy a manipulácie, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail:szabo@dtx.sk

Príspevok vznikol v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0857/12 „Zníženie nežiaducich vplyvov poľnohospodárskej a dopravnej techniky na životné prostredie“.