

# HIERARCHICKÉ PROBLÉMY PRI NÁVRHU SKLADU

## WAREHOUSE DESIGN HIERARCHIC PROBLEMS

Janka Šaderová<sup>1</sup>

---

*Anotácia: Príspevok sa venuje problematike navrhovania skladov z globálneho pohľadu. V príspevku sú uvedené výsledky stručnej analýzy publikácií, ktoré sa venujú danej problematike. Ako vyplýva z analýzy danou problematikou sa zaoberajú mnohí autori buď komplexne alebo sa venujú izolovaným problémom. Ďalšiu časť príspevku tvorí vymedzenie problémov, ktoré je potrebné riešiť pri návrhu skladu na strategickú, taktickú a operatívnu úroveň. V závere sú uvedené štyri hlavné oblasti, ktoré sa riešia pri návrhu skladu.*

*Kľúčová slova: návrh, sklad, problémy*

*Summary: The paper deals with the problem of designing warehouses from a global perspective. The paper presents the results of a brief analysis of publications dealing with the issue. As the analysis shows, many authors deal either complexly or with isolated problems. Another part of the paper is the definition of the problems which need to be addressed to design of the warehouse at the strategic, tactical and operational level. Four main areas of warehouse design are at the end of the paper.*

*Key words: design, warehouse, problems*

### ÚVOD

Návrh skladu je veľmi zložitá úloha. Návrh skladu vo všeobecnosti obsahuje funkčný popis skladu, technické špecifikácie, výber zariadení a ich rozmiestnenia, výber informačného systému, výber spôsobu riadenia skladu a ekonomické zhodnotenie. Už v rámci návrhu sa musia robiť zmeny v zohľadnení kompromisov medzi často čiastkovými konfliktnými cieľmi. Návrh musí byť realizovaný tak, aby boli splnené plánované kritéria výkonnosti ako sú náklady na skladovanie, kapacita skladu, jeho priepustnosť, flexibilita a pod.

### 1. ANALÝZA NAVRHOVANIA SKLADOV V ODBORNEJ LITERATÚRE

Publikácie týkajúce sa navrhovania skladu boli vyhľadávané v elektronických databázach prostredníctvom univerzitnej knižnice TU v Košiciach a štúdiom dostupných zdrojov. V databázach boli prioritne vyhľadávané publikácie, ktoré riešia témy týkajúce sa hlavne vnútornej štruktúry skladov a činností v skladoch. Vyhľadanie nebolo zamerané na zdroje týkajúce sa problematiky alokácie skladov, logistiky distribúcie, ľudským zdrojom a kontrole kvality v skladoch.

Z vyhľadávania vyplýva, že určité skupiny publikácií prezentujú všeobecné kroky navrhovania skladov a používané metódy a techniky. Existuje však množstvo publikácií,

---

<sup>1</sup> doc. Ing. Janka Šaderová, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG, Ústav logistiky, Park Komenského 14, 042 00 Košice, Tel.: +421 55 602 3144, E-mail: janka.saderova@tuke.sk

ktoré popisujú a riešia jednotlivé definované izolované problémy ako sú rozvrhovanie - layout, spôsoby vychystávania a výber technických zariadení. Knižné publikácie sú venované hlavne definovaniu problémov a faktorov, ovplyvňujúcich komplexnosť návrhu skladov, alebo len čisto návrhu skladovacích systémov, skladovacej technológie a pod. Väčšina zdrojov získaných z elektronických databáz riešila problémy v skladoch, ktoré boli súčasťou dodávateľského reťazca.

Získané a preskúmané zdroje je možné rozdeliť do štyroch skupín, ktoré sa zaoberajú definovaním problémov a faktorov vplyvujúcich na návrh skladu (1), (2), (3), všeobecnými modelmi návrhu a projektovania skladu (4), (5), (6), čiastkovými úlohami, ktoré riešia izolované problémy návrhu - layout, spôsoby vychystávania, výber zariadení a pod. (7), (8), (9) a nástrojmi, technikami a metódami využívanými pri navrhovaní (10), (11).

Zo získaných zdrojov vyplýva, že autori prezentujú svoj vlastný prístup k návrhu skladov, rozšírili už existujúce postupy alebo prezentujú vlastný prístup riešenia čiastkových problémov.

Zo získaných a preskúmaných zdrojov sú uvádzané reprezentatívne nasledovné:

M. Straka (2013) vo svojej monografii - Distribučná logistika - uvádza model „PDS – projekt distribučného skladu“ ako „prostriedok pre efektívne a rýchle určenie koncepčného riešenia skladu“. Model pozostáva z množiny prvkov: „ $PDS = \{T,R,D,M,S,I,L\}$ ” kde T reprezentuje druh skladovaného tovaru, R – rozmery skladu, D – dopravné prostriedky, M – stupeň mechanizácie a automatizácie v sklade, S – skladovú technológiu, P – manipulačné prostriedky, I – využívané informačné technológie v sklade, L – ľudia v sklade (6).

Autori Klapita a Ližbetin v publikácii - Sklady a skladovanie - uvádzajú schému postupu systémového navrhovania skladového hospodárstva a 4 etapy systémového navrhovania (5):

- I. „Vonkajšie dopravné prepojenie“ – preskúmanie všetkých pohybov materiálu do/zo skladu.
- II. „Všeobecné riešenie systému skladového hospodárstva“ – návrh metód presunu a smerovania materiálového toku v sklade, návrh systému skladovania, manipulačných zariadení a návrh vnútorného priestorového riešenia skladu a výpočet plôch.
- III. „Detailné riešenie technológie skladovacích operácií“ – návrh technológie práce v rámci jednotlivých pracovísk, stanovenie výšky stohovania, šírky manipulačných a dopravných uličiek a pod.
- IV. „Realizácia“ – príprava projektovej dokumentácie, nákup a inštalácia zariadení, zaškolenie pracovníkov a príprava skúšobnej prevádzky.

Vo viacerých zahraničných zdrojoch je vykonaný prehľad literatúry týkajúci sa problematiky návrhu skladov. V publikácii kolektívu autorov Rouwenhorst-Reuter-Stockrahm- van Houtum - Mantel – Zijm (2000) sú definované problémy návrhu skladu na strategickej, taktickej a operatívnej úrovni, kde na každej úrovni sú vzájomne prepojené problémy, ktoré je potrebné riešiť súčasne. Problémy na uvedených úrovniach autori definovali pre skladové činnosti, skladované položky a spôsob skladovania. Napr. na strategickej úrovni sa riešia problémy návrhu typu skladovacích systémov, skladovacích jednotiek, a pod., na taktickej úrovni sa dimenzujú dané systémy, realizuje sa ich výber a na

operatívnej úrovni sa rieši priradenie zamestnancov jednotlivým zariadeniam a činnostiam a ich kontrola (2).

Autori Baker-Canessa (2009), uvádzajú chronológiu krokov (3 - 14 krokov) používaných pri návrhu skladov ako sa vyvíjali v priebehu času v rozmedzí rokov 1973 – 2006. Kroky navrhnuté rôznymi autormi porovnali za účelom zistiť, či existujú niektoré základné postupy navrhovania. Zistili, že vo väčšine prípadov sa vyskytujú tri základné prvky, ktoré sa prelínajú u väčšiny autorov a to sú: definovanie požiadaviek, navrhovanie manipulačného systému a návrh rozmiestnenia (layoutu) zariadení. V príspevku sú uvedené aj výsledky výskumu krokov, ktoré používajú pri návrhu vybrané dizajnérskej firmy (1).

Cormier G. (1997) uvádza modely, ktoré sa využívajú pre riešenie problémov pri navrhovaní a prevádzke skladu. Uvádza 3 hlavné kategórie: modely návrhu skladu (riešia usporiadanie zariadení v sklade a ich počty), modely priepustnosti skladu (v závislosti na rýchlosti uskladnenia, a vychystávania) a modely kapacity skladu (zohľadňujúce aj nákup zásob) (4).

Metodikou návrhu sklad na strategickej a operačnej úrovni popisujú aj autori Buil-Piera (2007). Prezentuje metodiku, ktorá integruje rozvrhnutie skladu, návrh spôsobu skladovania, spôsob dopĺňovania zásob, vychystávania a návrh veľkosti skladovacieho zariadenia v dôsledku rastúceho objemu zásob pri priestorovom obmedzení (13).

Autori Mašek-Čamaj-Klapita (2013) prezentujú návrh modelu skladu aplikáciou sieťovej analýzy (10).

Autori Straka - Žatkovič (2014) prezentujú využitie simulácie pre potreby skladovania. Pre potreby simulácie prezentuje sklad dvoma spôsobmi ako paralelný systém hromadnej obsluhy, mnohokanálové zariadenie a ako rad nevybavených požiadaviek (11).

Príspevok autorov Koster-Le-Duc-Roodbergen (2007) poskytuje prehľad literatúry o problémoch v navrhovaní a riadení vychystávania v sklade. Zameriavajú sa na optimálny návrh usporiadania systému vychystávania, zónovania v sklade a príklady rôzneho smerovania pri ručnom vychystávaní (13).

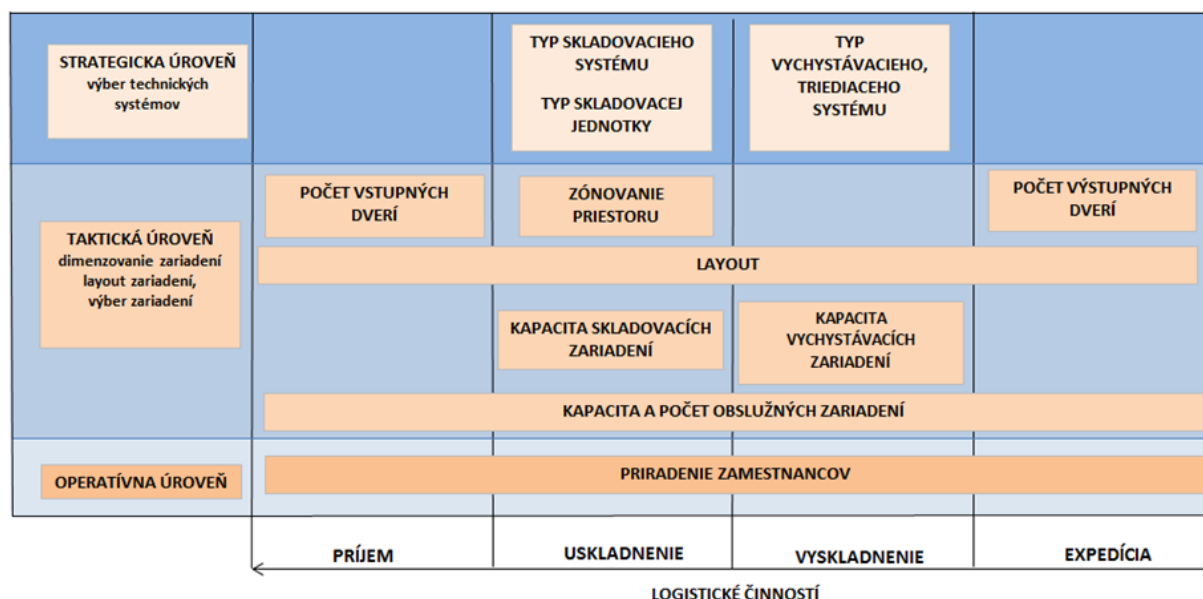
## **2. HIERARCHICKÉ PROBLÉMY PRI NÁVRHU SKLADU**

Z predchádzajúcej časti je zrejmé, že návrh skladu sa týka veľkého počtu vzájomne súvisiacich rozhodnutí a tieto rozhodnutia sú hierarchicky usporiadané na strategickej, taktickej a operačnej úrovni (14). Na obrázku 1 sú zobrazené vybrané problémy súvisiace s výberom technických systémov na všetkých troch úrovniach rozhodovania a na obrázku 2 problémy pri návrhu priebehu procesu skladovania. Výskyt jednotlivých problémov je závislý od druhu skladu (2).

Na „strategickej úrovni“ sú dôležité rozhodnutia, ktoré majú dlhodobý vplyv, väčšinou rozhodnutia, ktoré sa týkajú vysokých investícií (14). Sem sa radia rozhodnutia týkajúce sa (2):

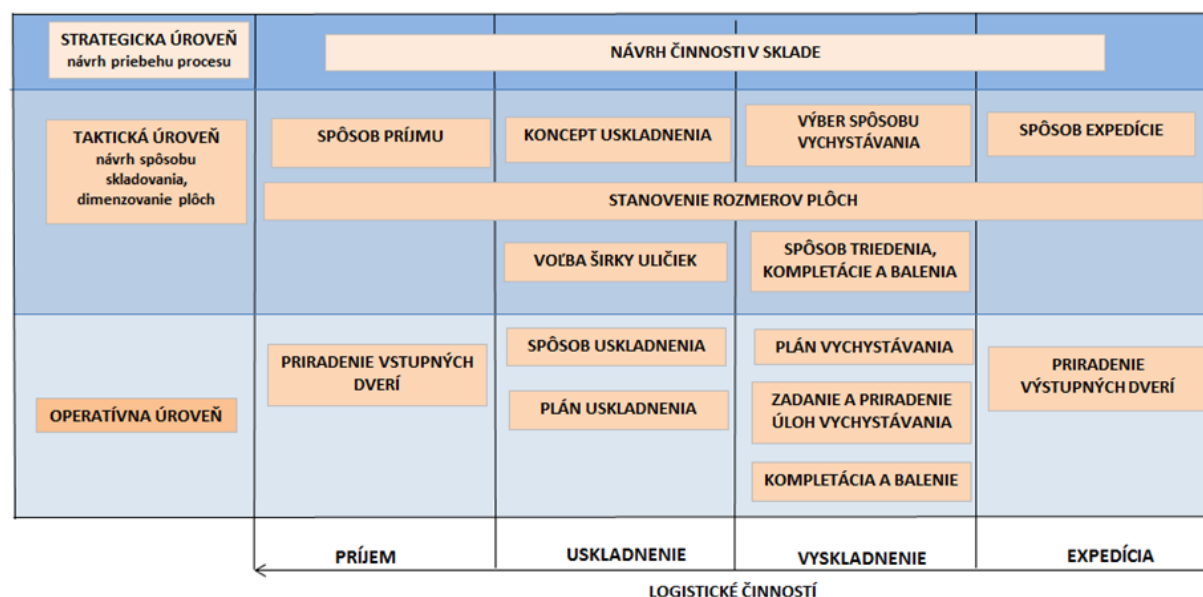
1. návrhu priebehu procesu skladovania – definujúce logistické činnosti od príjmu až po expedíciu,
2. výberu technických prostriedkov, ktoré vyžadujú vysoké investície.

Tieto dve skupiny rozhodnutí sú vzájomne prepojené. Výber priebehu procesu vyžaduje dostupnosť konkrétnych systémov a naopak.



Zdroj: Autor

Obr. 1 - Vybrané problémy pri návrhu technických systémov v sklade



Zdroj: Autor

Obr. 2 - Vybrané problémy pri priebehu procesu skladovania

Rozhodnutia na strategickej úrovni je možné rozdeliť do dvoch po sebe nasledujúcich skupín: rozhodnutia vykonané na základe technických možností a druhé rozhodnutia na základe ekonomických možností. Prvé rozhodnutia sa týkajú problému technickej schopnosti (spôsobilosti), musia byť zvolené vhodné skladovacie jednotky a systémy. Vstupom pre tento problém sú charakteristiky skladovaných položiek, príjmové a výdajové jednotky. Výstupom sú kombinácie systémov (množstvo alternatív), ktoré sú schopné technicky zvládnuť

jednotlivé činnosti a výkony v sklade (najmä priepustnosť a skladovacia kapacita). Druhá skupina rozhodnutí sa týka problémov založených na ekonomických požiadavkách. Z možných navrhnutých alternatív, vybrať tie, ktoré vyžadujú minimálne investície, nízke prevádzkové náklady a sú schopné zabezpečiť požadované výkony v sklade: kapacita skladovacích miest, priepustnosť skladu, ktorá je daná typom a parametrami vybraných prostriedkov, ale aj veľkosťou jednotlivých priestorov a v neposlednom rade aj počtom pracovníkov v sklade.

Rozhodnutia prijaté na strategickej úrovni majú dopad – väzbu na rozhodnutia na nižších úrovniach. Napríklad, ak sa na strategickej úrovni prijme rozhodnutie, že v sklade bude použitý regálový systém, tak na taktickej úrovni bude dimenzovaný a na operačnej úrovni bude stanovené akým spôsobom budú uskladnené skladovacie jednotky (2).

Na „taktickej úrovni“ sú realizované rozhodnutia týkajúce sa obdobia 3 - 5 rokov, na základe výsledkov strategických rozhodnutí (14). Taktické rozhodnutia majú nižší dopad ako strategické rozhodnutia, ale napriek tomu vyžadujú určité investície. Taktické rozhodnutia sa týkajú rozhodnutí: organizácie práce v sklade, výber spôsobu skladovania, príjmu, vyskladnenia a expedície, stanovenie rozmerov skladovacej plochy, plochy príjmu, layout regálov, kapacity skladových miest, parametrov a počtu obslužných prostriedkov a počtu zamestnancov.

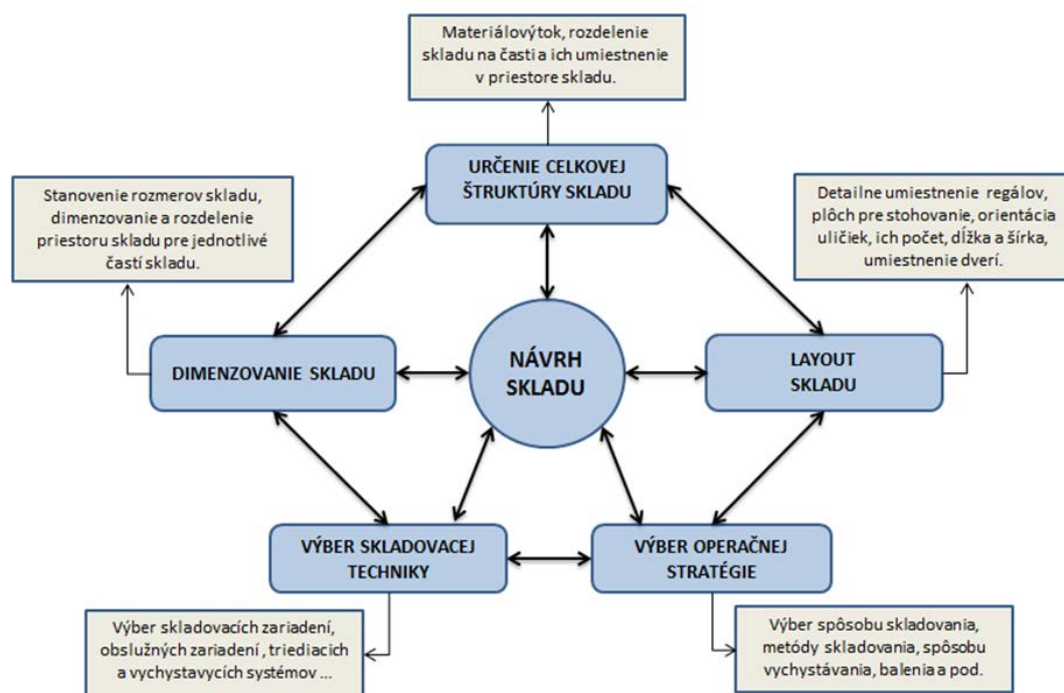
Na „operatívnej úrovni“ sa hlavné rozhodnutia týkajú priameho riadenia ľudí a techniky (14). Patria sem rozhodnutia ako sú pridelenie úloh zamestnancom, rozdelenie skladovacích jednotiek do voľných skladovacích miest, v závislosti na spôsobe stanovenom na taktickej úrovni, ale aj priradenie dopravných prostriedkov na vykládku a nakládku a samozrejme kontrola jednotlivých činností.

Ako bolo uvedené na začiatku kapitoly medzi prijatými rozhodnutiami na strategickej, taktickej a operatívnej úrovni sú silné hierarchické väzby. Okrem toho, rozhodnutia na strategickej úrovni sú vzájomne prepojené. V menšej miere to platí aj pre rozhodnutia na taktickej úrovni. Rozhodnutia prijaté na operatívnej úrovni je možné považovať za samostatné.

## ZÁVĚR

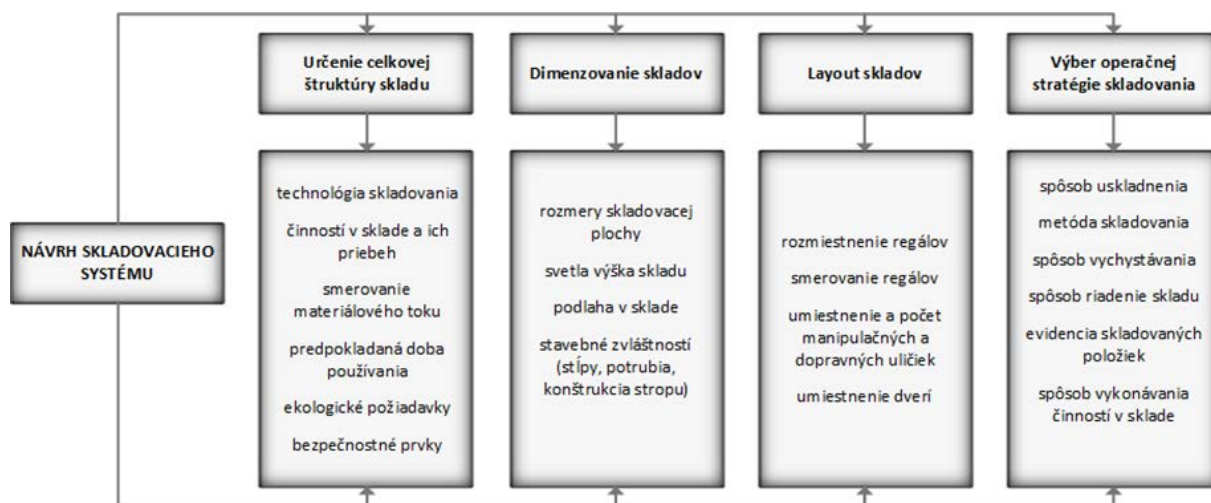
Na základe predchádzajúcich kapitol je zřejmé, že návrh skladu sa týka veľkého počtu vzájomne súvisiacich rozhodnutí, ktoré v sebe integrujú rôzne metódy a postupy a taktiež výberu technických systémov, plánovania a riadenia. Obrázok 3 uvádza 5 hlavných oblastí, ktoré sú riešené pri návrhu skladu (15). Obrázok 4 znázorňuje pre vybraný problém (návrh skladovacieho systému) oblasti „VÝBER SKLADOVACEJ TECHNIKY“ úzke väzby ostatných štyroch oblastí.

Okrem týchto základných oblastí je potrebné riešiť aj prevádzkové problémy súvisiace s logistickými činnosťami vykonávanými v sklade. Návrh skladu z globálneho hľadiska vyžaduje nielen analytické vlastnosti návrhárov, ale aj ich tvorivosť.



Zdroj: Autor na základe (15)

Obr. 3 - Oblasti riešené pri návrhu skladu



Zdroj: Autor

Obr. 4 - Vázby na skladovací systém

Príspevok je čiastkovým výsledkom riešenia grantového vedeckého projektu VEGA 1/0577/17 „Transfer poznatkov z laboratórnych experimentov a matematických modelov do tvorby znalostného systému pre hodnotenie kvality environmentálne prijateľných dopravných pásov“.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) BAKER, P., CANESSA, M. Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*. 2009, 193, s. 425-436.

- (2) ROUWENHORST, B. et al. Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 2000, 122, s. 515 -533.
- (3) ŠADEROVÁ, J., ROŠOVÁ, A. Faktory pôsobiace na veľkosť a kapacitu skladu vo výrobnom podniku. *Logistický monitor*. 2011, Október 2011, s. 1-9. – ISSN 1336-5851
- (4) CORMIER, G. A Brief Survey of Operations Research models for warehouse design and operation. *CORS-SCRO Bulletin*, August 1997, s. 15- 20.
- (5) KLAPITA, V., LIŽBETIN, J. *Sklady a skladovanie*. Vydala Žilinská univerzita v Žiline, 2010, 132 s. ISBN 978-80-554-0278-9
- (6) STRAKA, M. *Logistika distribúcie Ako efektívne dostať výrobok na trh*. Bratislava: EPOS – 2013. 400 s. ISBN 978-80-562-0015-5.
- (7) CAKMAKA, E. et al. Determining the size and design of flow type and u-type warehouses. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2012, 58, s. 1425 – 1433
- (8) ÖZTÜRKOĞLU, Ö., GUE, K. R. - MELLER, R. D. A constructive aisle design model for unit-load warehouses with multiple pickup and deposit points. *European Journal of Operational Research*. 2014, 236, s. 382-394. ISSN 0377-2217.
- (9) WANG, W. The Field of Logistics Warehouse Layout Analysis and Research. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 2016, 4, s. 1120-1123.
- (10) MAŠEK, J., ČAMAJ, J., KLAPITA, V. Návrh modelu skladu aplikáciou sieťovej analýzy. *Železničná doprava a logistika*. 2013, Ročník 9, č.1, st. 27-31.
- (11) STRAKA, M., ŽATKOVIČ, E. Využitie simulácie pre potreby dopravy a skladovania. In: *Výskumné aktivity v doprave, staviteľstve a príbuzných odboroch: vedecko-odborný seminár* : HERĽANY, 21.- 22.01.2014. KOŠICE: Slovenská spoločnosť logistiky, 2014 S. 1-5. - ISBN 978-80-971604-6-3
- (12) BUIL, R., PIERA, M. A. New warehouse design methodology at strategic and operational level. In: *6th WSEAS International Conference on SYSTEM SCIENCE and SIMULATION in ENGINEERING*, Venice, Italy, November 21-23, 2007, s. 196-201.
- (13) de KOSTER, R., LE-DUC, T., ROODBERGEN, J. K. Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research* 2007, 182 s. 481–501.
- (14) ŠADEROVÁ, J. *Logistika skladovania*. ES F BERG TU v Košiciach 2014, 100 s. ISBN 978-80-553-1675-8.
- (15) GU, J., GOETSCHALCKX, M., MCGINNIS, L. F. Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review, *European Journal of Operational Research*, 2010, 203, s. 539-549.