

PRÍKLAD NAVRHOVANIA SKLADOVACIEHO SYSTÉMU S VYUŽITÍM PRINCÍPOV LOGISTIKY

DESIGN EXAMPLE OF STORAGE SYSTEM USING THE LOGISTICS PRINCIPLES

Janka Šaderová¹

Anotace: V príspevku je uvedený príklad navrhovanie skladovacieho systému s využitím princípov logistiky - systémový prístup, koordinácia, plánovitosť, algoritmické myslenie a globálna optimalizácia. Skladovanie v tomto prípade chápeme ako podsystem logistického systému a zároveň ako proces. Proces navrhovania skladovacieho systému je aplikáciou procesu navrhovania logistických systémov, ktoré je tvorene fázami: identifikácia projektu, voľba paradigmy procesu navrhovania, analýza systému, syntéza logistického systému a hodnotenie projektu. Tieto kroky sú modifikované pre návrh skladovacieho systému. Príklad navrhovania skladovacieho systému je vyjadrený v podobe vývojového diagramu. Prezentovaný postup navrhovania a vývojový diagram je možné ďalej dotvárať a dopĺňať v závislosti od problémov, ktoré môžu byť identifikované v rámci procesu navrhovania.

Klíčová slova: navrhovanie, skladovací systém

Summary: The paper presents an example of design a storage system using the logistics principles - system approach, coordination, planning, algorithmic thinking and global optimization. In this case, storage is understood as a subsystem of the logistics system and too as a process. The design process of storage system is the application of design logistics systems. This process consists of several phases: project identification, design process paradigm selection, system analysis, logistics synthesis and project evaluation. These steps are modified for the design of the storage system. The example of a storage system design is expressed as a flowchart. The presented design process and flowchart can be further refined and supplemented depending on the problems, which can be identified in the design process.

Key words: design, storage system

ÚVOD

Skladovanie ako jeden z procesov logistiky má v súčasnosti nezastupiteľné miesto v logistickom systéme podniku a dodávateľskom reťazci. Správne fungovanie skladových činností závisí v neposlednom rade od nasadených technických prostriedkov (skladovacích systémov) a ich využitia.

Na základe analýzy navrhovania skladov v odbornej literatúre (1), je zrejmé, že návrh skladu sa týka veľkého počtu vzájomne súvisiacich rozhodnutí, ktoré v sebe integrujú rôzne metódy a postupy. Literatúra (2) uvádza 5 oblastí, ktoré sa riešia pri návrhu skladu: určenie

¹ 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

celkovej štruktúry, výber operačnej stratégie, dimenzovanie skladu, layout skladu a výber skladovacej techniky. Tento príspevok sa venuje jednej z týchto oblastí, t.j. výberu skladovacej techniky, konkrétne skladovacieho systému. Je samozrejme, že na návrh skladovacieho systému majú väzby aj ostatné štyri oblasti. Navrhovanie skladovacieho systému je realizované prihliadajúc na princípy logistiky: systémový prístup, koordinácia, plánovitosť, algoritmické myslenie a globálna optimalizácia (3).

Systémový prístup sa uplatní tak, že na procesy a objekty, ktoré riadime, pozeráme ako na „systém“. Pri systémovom prístupe je skladovanie možné charakterizovať ako proces a zároveň charakterizovať ako časť logistického systému – podsystem skladovanie.

Pri systémovom prístupe je všeobecne proces charakterizovaný piatimi zložkami (4). Pre proces skladovanie je ich možné charakterizovať nasledovne:

- A. vstupy a výstupy procesu (skladované tovary, skupiny tovarov, skladové jednotky ...),
- B. jednotky toku v procese (kg, tony, počty paliet, prepraviek ...),
- C. činností (príjem, uskladnenie, vyskladnenie, expedícia ...),
- D. zdroje (skladovacie zariadenia, manipulačné prostriedky, personál ...),
- E. informačná štruktúra (informačný systém, čiarové kódy ...).

Charakteristika skladovania ako logistického podsystemu môže byť vykonaná napr. na základe troch zložiek, ktoré v sebe zlučujú predchádzajúcich 5, a to sú:

1. logistické činnosti vykonávané v skladoch {C},
2. logistické prvky v skladoch {A, D, E},
3. skladové technológie {C, D, E}.

Tieto zložky sú súčasťou podnikového alebo mimopodnikového skladu, samozrejme v rôznych podobách.

Koordinácie a plánovitosť sú nevyhnutné, ak na proces uplatníme systémový prístup, lokálne ciele je potrebné zosúladiť s globálnym cieľom celého systému. Princíp algoritmického myslenia využíva princíp z vytvárania programových algoritmov, kde každá vetva musí byť dôsledne realizovaná, uzavretá, nič sa nesmie nechať na náhodu, neuzavreté (3).

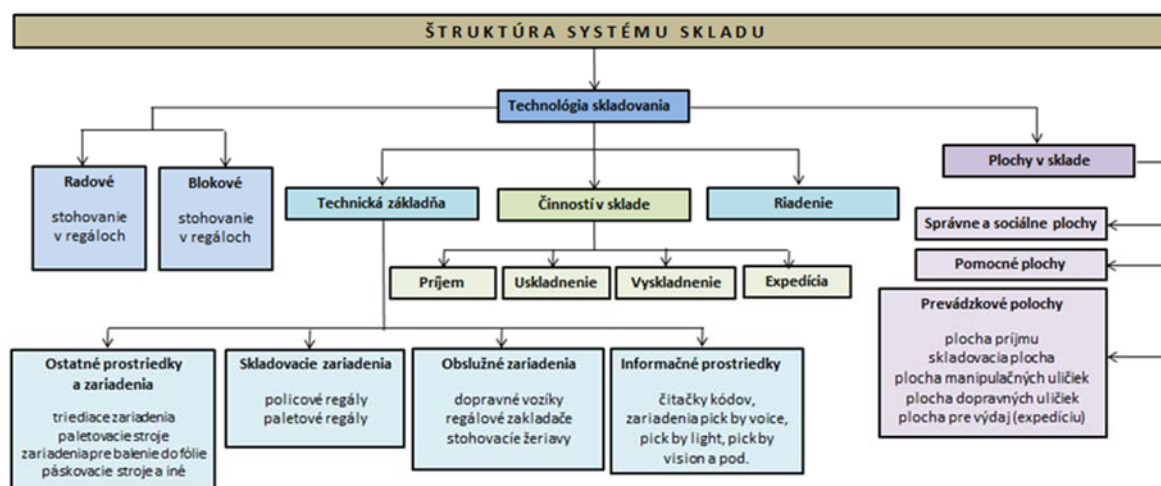
1. DEFINOVANIE SYSTÉMU SKLADU A SKLADOVACIEHO SYSTÉMU

Pre potreby tvorby modelu je potrebné definovať „systém skladu“ a definovať „skladovací systém“.

Z pohľadu logistického systému, definovať systém skladu (LSS) znamená definovať jeho prvky a väzby, teda štruktúru systému, funkcie systému, činnosti systému, ciele systému a okolie systému. Štruktúra LSS je vnútorné usporiadanie prvkov a väzieb v sklade a závisí od technológie skladovania. Z technickej stránky prvky logistického systému skladu tvorí technická základňa, ktorá realizuje pohyb a skladovanie položiek (materiálový tok) v priestore skladu, v danom čase, napr. dopravné vozíky, regálové zakladače, valčekové a dopravné trate, skladovacie zariadenia a pod.(5), a tiež netreba zabudnúť na informačné prostriedky ako čítačky kódov, počítačové siete, modemy, navigačné zariadenia a pod., ktoré realizujú tok informácií (6). Väzby pri technickej stránke sú materiálové, informačné a finančné toky. Z funkčnej stránky prvky LSS tvoria činnosti vykonávané v sklade, ktoré sú realizované vybranými

aktívnymi logistickými prvkami na odpovedajúcich plochách a zabezpečujú riadenie a koordináciu pohybu skladovaných položiek. Väzbu v tomto prípade tvoria materiálové a informačné toky.

Na základe technickej a funkčnej stránky štruktúru LSS ho tvoria 3 skupiny prvkov, ktoré majú navzájom medzi sebou úzke väzby: činností vykonávaných v sklade, technická základňa – technické prostriedky logistiky a riadenie procesu skladovania. Jedna z grafických modifikácií štruktúry systému skladu je na obrázok 1.



Zdroj: Autor

Obr. 1 – Štruktúra systému skladu

Definovanie pojmu skladovací systém „Skladovací systém predstavuje zoskupenie dvoch alebo viacerých zariadení a prostriedkov (skladovacie a obslužné zariadenia) tvoriace celok pre oblasť skladovania“, vrátane ich riadenia.

Zloženie skladovacieho systému sa odvíja od zvolenej technológie skladovania a je tvorené z dvoch základných častí a tretej doplnkovej časti:

1. regálová zostava,
2. obslužné zariadenia,
3. informačné prostriedky.

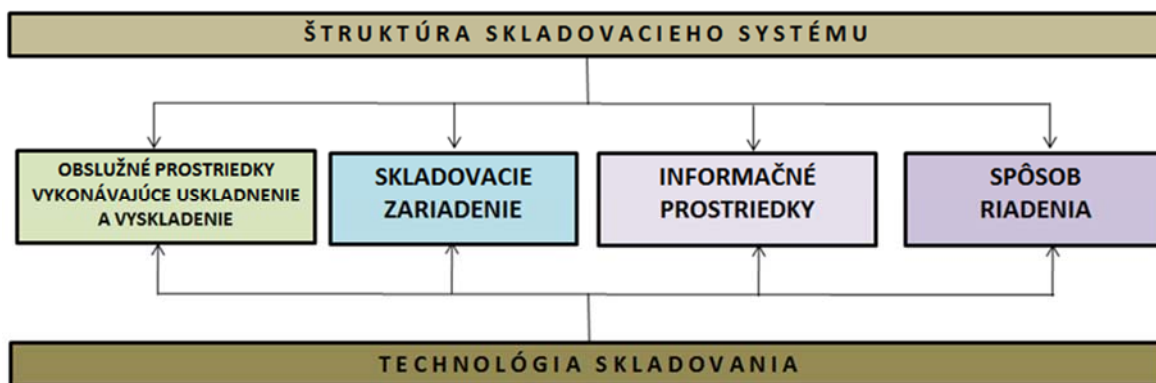
Najdôležitejšou časťou skladovacieho systému je regálová zostava, ktorá musí byť navrhnutá tak, aby nedochádzalo k jej pádu napr. z dôvodu nevhodne zvoleného typu regálu, preťaženia regálovej zostavy, poddimenzovania nosnosti podlahy, neodborného zásahu do regálovej zostavy, ale aj nepoužívaním ochranných prvkov ako sú nárazníky, ochranné zvodidlá a podpery na zosilnenie a ochranu regálovej stojky.

Obslužné zariadenia, ktoré vykonávajú operácie uskladňovania a vyskladňovania v rámci skladovacieho poľa (vysokozdvížne vozíky, regálové zakladače a pod.). Obslužné zariadenia musia byť navrhnuté tak, aby boli kompatibilné s regálovou zostavou, dôležitá je hlavne ich nosnosť, výška zdvihu a rozmery zariadenia, ktoré majú vplyv na šírku manipulačnej uličky.

Tieto dve základné časti dopĺňajú informačné prostriedky, ktoré sú súčasťou systému správy - riadenia prevádzky skladu. Do tejto kategórie patria informačné prostriedky pre identifikáciu skladovacieho miesta, napr. štítky označujúce regálové rady, štítky pre

systematické očíslovanie všetkých miest v regálovej zostave. Druhu skupinu predstavujú informačné prostriedky, ktorými je vybavená obsluha, ktoré zabezpečujú informačné toky v prevádzke skladu. Návrh tejto skupiny informačných prostriedkov je súčasťou návrhu informačného, prípadne riadiaceho systému skladu.

Jednoduchá štruktúra skladovacieho systému v grafickej podobe je zobrazená na obrázku 2.



Zdroj: Autor

Obr. 1 – Štruktúra skladovacieho systému

Spôsob riadenia závisí od zloženia skladovacieho systému, môže byť ručný, čiastočne mechanizovaný, plne mechanizovaný, čiastočne automatizovaný alebo plne automatizovaný (7).

Navrhnutý skladovací systém počas prevádzky má dosahovať optimálne výkonnostné a ekonomické ukazovatele. Medzi benefity správneho návrhu zaraďujeme: efektívne využitie skladovacej plochy, minimálne náklady na skladovací systém, kompatibilitu systému s ostatnými technickými prostriedkami v sklade, rýchle, spoľahlivé a efektívne vykonávanie manipulácie so skladovaným materiálom.

2. PROCES NAVRHOVANIA SKLADOVACIEHO SYSTÉMU

Proces navrhovania skladovacieho systému je aplikáciou procesu navrhovania logistických systémov, ktorý prebieha v niekoľkých po sebe nasledujúcich fázach, ktoré uvádzajú autori Malindžák a Takala v publikácii Projektovanie logistických systémov: „identifikácia projektu, voľba paradigmy procesu navrhovania, analýza systému, syntéza logistického systému, hodnotenie projektu“ (8).

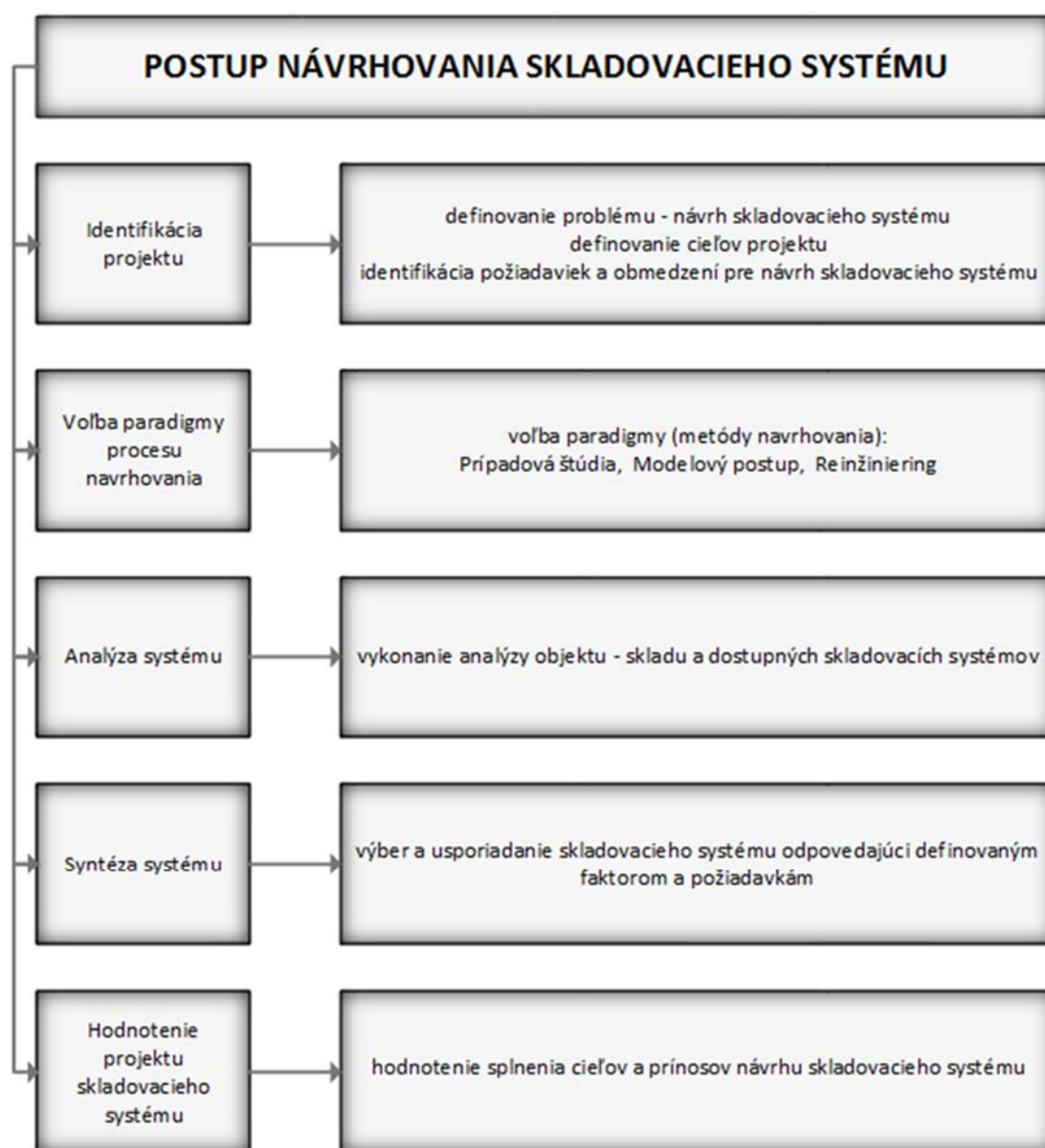
Základné kroky priebehu navrhovania logistického systému modifikované pre potreby návrhu skladovacieho systému sú zobrazené na obrázku 3.

KROK 1 - IDENTIFIKÁCIA PROJEKTU

Krok 1 definuje problém, ktorý je potrebné riešiť. V tomto prípade problémom je návrh skladovacieho systému.

Následne sa definuje globálny cieľ navrhovania, po vykonaní analýzy môžu byť definované čiastkové ciele. Po definícii cieľa sa stanoví stratégia riešenia návrhu skladovacieho

systemu. Návrh skladovacieho systému je možné riešiť dvoma prístupmi – zákazkovým alebo kooperačným (8). Návrh skladovacieho systému pri veľkých skladoch, napr. vstupný sklad materiálu, podnikový expedičný sklad, distribučný sklad, je obyčajne samostatným návrhom. V prípade návrhu medziskladov vo výrobe, návrh skladovacieho systému je vo väčšine prípadov súčasťou návrhu výrobného systému. Avšak v praxi sa často dodatočne riešia problémy hlavne dimenzovania existujúcich medziskladov z viacerých dôvodov, napr. zvýšenie efektivity výroby, zvýšenie produkcie a pod.



Zdroj: Autor

Obr. 3 - Kroky návrhu skladovacieho systému

V tomto kroku sa identifikujú primárne údaje vstupujúce do riešenia návrhu, ale aj obmedzenia, ako napr. (9):

1. Technológia skladovania – akým spôsobom budú uskladnené skladované položky (stohovaním, v zariadení a pod.).

2. Štruktúra a výška skladovaných zásob - parametre ako tvar, rozmery, hmotnosť, množstvo a pod., s tým súvisiace možnosti tvorby skladovacích a vyskladňovaných jednotiek. Tieto parametre v najväčšej miere vplyvajú na výber skladovacieho systému a kapacitu skladu. Vstupným údajom môžu byť podklady z ABC analýzy zásob, výška poistných zásob a pod. alebo podklady z analýzy dát z minulých dopytov a pod.
3. Činnosti vykonávané v sklade - sú rôzne a závisle od druhu a funkcie skladu.
4. Priestorové usporiadanie skladu - by malo byť účelné, ktoré zaistí riadny chod všetkých činností od príjmu až po expedíciu. Samozrejmosťou je rovnováha medzi využitím podlahovej plochy a výšky priestoru. Priestorové usporiadanie zohľadňuje aj technológiu a organizáciu skladovania, prípadne špecifické podmienky za akých je skladovanie vykonávané. Čo sa týka organizácie skladovania, hlavne v distribučných skladoch, vystupuje do popredia hlavne problematika vychystávania, t.j. aká metóda vychystávania bude použitá, či vychystávací priestor bude súčasťou skladovacieho priestoru alebo nie, či vychystávacia zóna bude rozdelená do vychystávacích zón a pod.
5. Spôsob evidencie a riadenia skladu – akým spôsobom je vykonávaná evidencia skladovaných položiek, ich kontrola a samotné riadenie činností v sklade.
6. Ďalšie údaje – týkajúce sa frekvencie a množstva prijímaných položiek do skladu, ale aj ich výstupov a pod.
7. Využívané technické prostriedky – v prípade prestavby existujúceho skladovacieho systému.

KROK 2 – VOĽBA PARADIGMY NAVRHOVANIA

Postup pri voľbe paradigmy pre navrhovanie skladovacieho systému je identický s postupom, ktorý uvádzajú autori Malindžák a Takala. Autori uvádzajú tri základné paradigmy s ich charakteristikou a uplatnením pri riešení problémov v praxi (8).

Ak bolo v prvom kroku prijaté rozhodnutie o spôsobe návrhu skladovacieho systému, riešiteľský kolektív na základe „bleskovej analýzy“ zvolí metódu – paradigmu navrhovania, od ktorej závisí ďalší postup procesu navrhovania. Na základe bleskovej analýzy a charakteristiky jednotlivých paradigiem je možné v tomto prípade zvoliť paradigmy navrhovania:

1. Modelový (systémový) prístup – v prípade návrhu skladovacieho systému pre nový sklad.
2. Reinžiniering – v prípade prestavby existujúceho systému.
3. Prípadová štúdia – v prípade izolovaného problému v rámci procesu skladovania, napr. výmena obslužných zariadení, zmeny technických prostriedkov pri vychystávaní a pod., ktoré majú vplyv na zvýšenie efektívnosti a produktivity systému.

Každá z týchto paradigiem obsahuje základné procesy: „definíciu problému, analýzu problému, zber informácií, vedomostí, výskum problematiky, generovanie alternatív riešenia – syntéza, hodnotenie alternatív, aplikácia riešenia“ (8).

KROK 3 – ANALÝZA SYSTÉMU

Po výbere paradigmy sa stanoví typ vhodnej analýzy pre potrebu ďalšieho procesu riešenia projektu, návrhu skladovacieho systému. Typ analýzy je daný zvolenou paradigmou, ale je závislý aj od charakteru problému, t.j. od ekonomickej situácie firmy, od času, ktorý je k

dispozícií a od riešiteľnosti problému. Analýza má pre riešiteľov poskytnúť relevantné informácie nevyhnutné pre návrh - pre syntézu. Najčastejšie sa aplikujú systémová analýza, SWOT analýza, multikriteriálna analýza, heuristická analýza, štatistická analýza a logistický audit.

V rámci tohto kroku sa vykonávajú:

- a) analýza daného objektu (skladu),
- b) analýza alternatívnych možností (dostupné regálové zostavy a obslužné zariadenia na trhu a pod.).

KROK 4 – SYNTÉZA SYSTÉMU

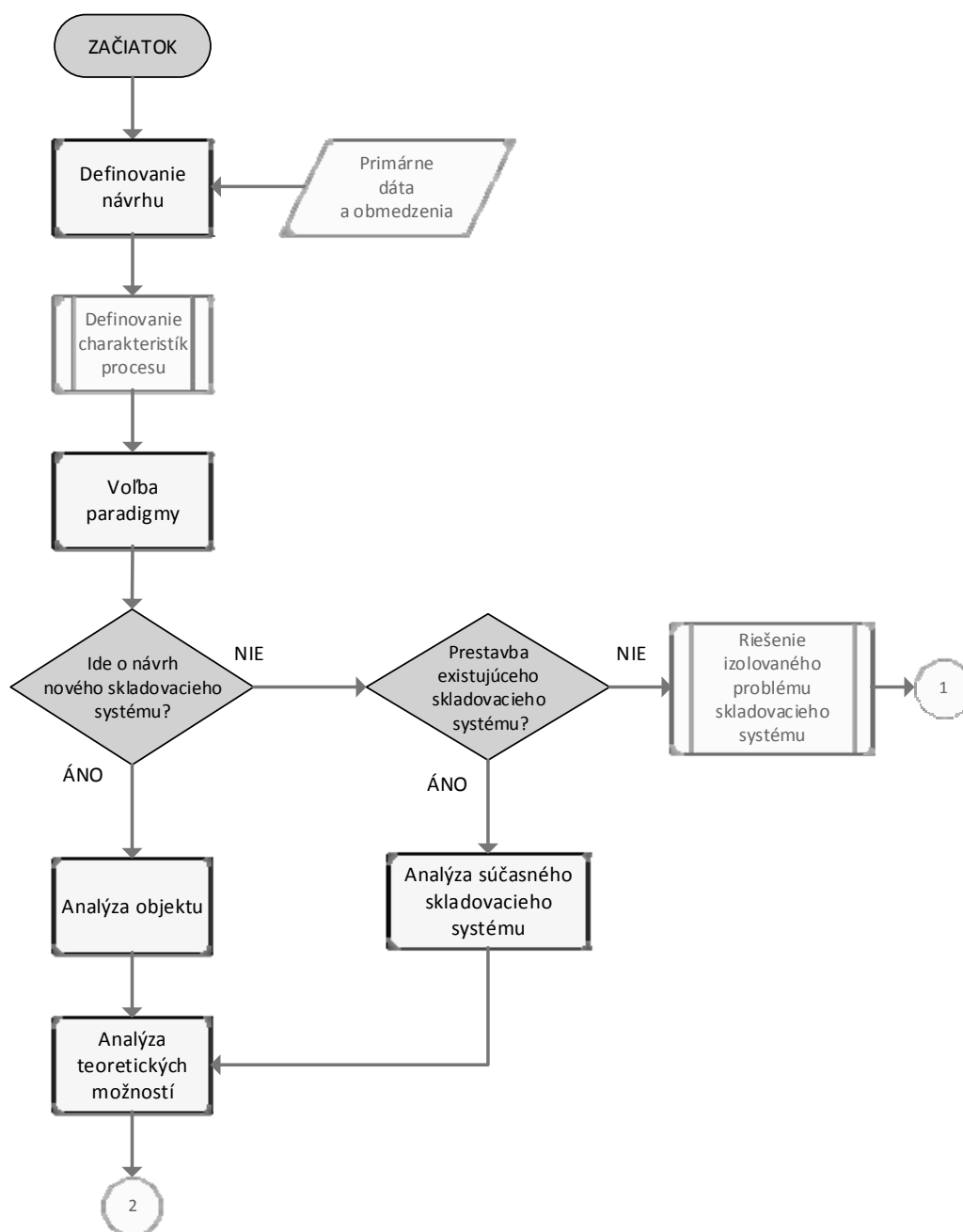
Informácie získané z analýzy sú podkladom pre syntézu - návrh štruktúry, chovania a funkcie skladovacieho systému. Pred samotným návrhom skladovacieho systému je nutné odpovedať na mnohé otázky, ako napr.: Aký tovar alebo materiál sa bude skladovať? Aké veľké a ťažké sú skladované položky? Má význam použiť automatickú obsluhu? Aká bude obrátkovosť zásob? Návrh skladovacieho systému v sebe zahŕňa výber a usporiadanie technických prostriedkov (skladovacie zariadenia, obslužné prostriedky...) na základe technických, prevádzkových a aj ekonomických požiadaviek. V tomto kroku sa odporúča navrhnuť viac variantov skladovacieho systému, prípadne alternatívy layout-u usporiadania skladovacích zariadení (regálov) a ich porovnanie na základe zvolených kritérií (10). Výber syntézy predurčuje zvolená paradigma (8).

KROK 5 – HODNOTENIE PROJEKTU SKLADOVACIEHO SYSTÉMU

Hodnotenie splnenia cieľov a prínosu návrhu skladovacieho systému, napr. hodnotenie skladovacej kapacity, hodnotenie funkcie systému, technického aj technologického súladu vonkajšieho dopravného prepojenia so skladom, prípadne väzby skladu s výrobnými činnosťami, hodnotenie efektívnosti, produktivity v sklade, ekonomické a aj environmentálne hodnotenie.

2.1 Vývojový diagram pre navrhovanie skladovacieho systému

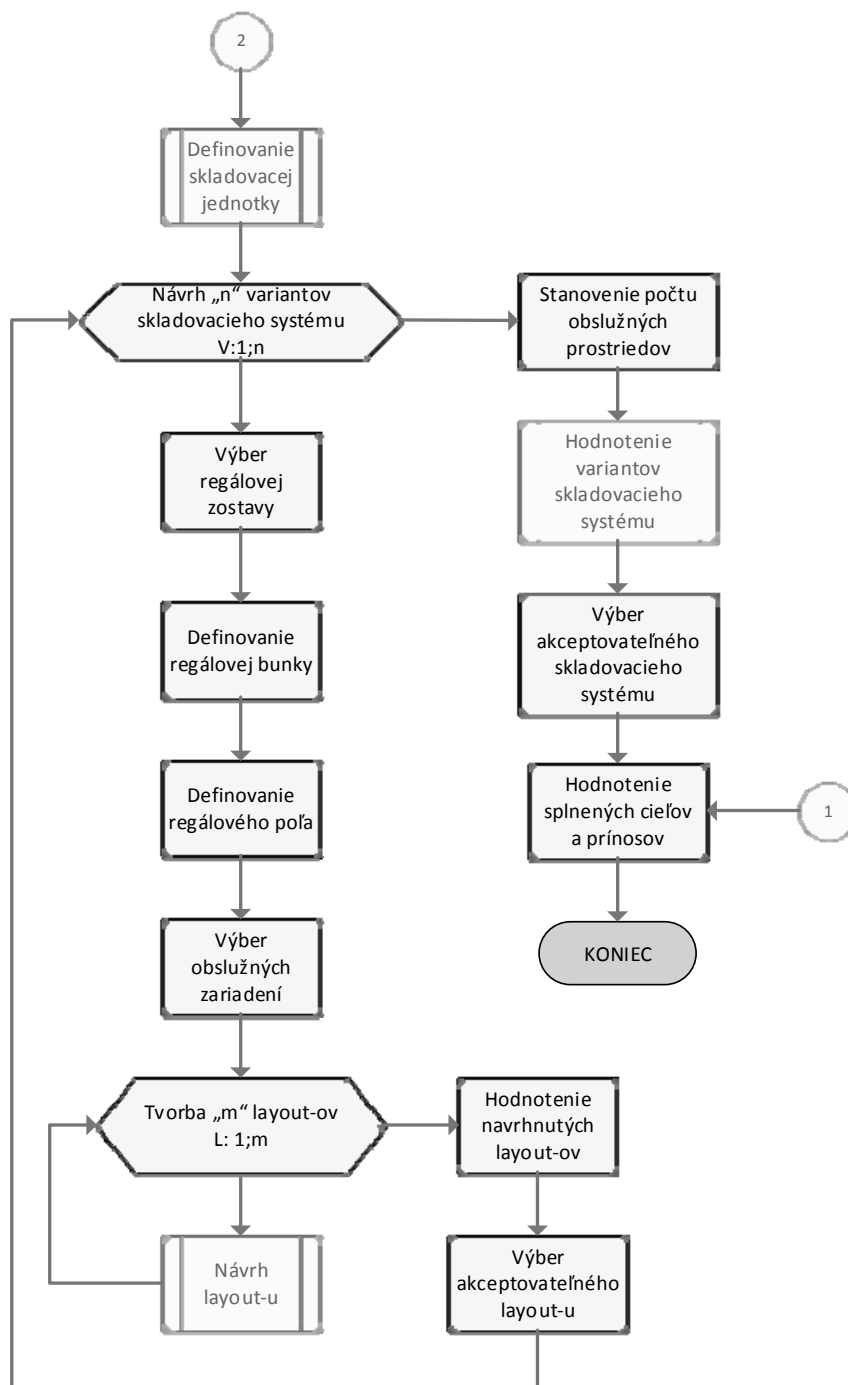
Vývojový diagram navrhovania skladovacieho systému zostavený na základe uvedených krokov je zobrazený na obrázkoch 4 až 9. Časť vývojového diagramu na obrázku 4 predstavujú prvé 3 fázy navrhovania: identifikácia projektu, voľba paradigmy a analýzu systému. Časť vývojového diagramu na obrázku 5 prezentuje posledné dve fázy navrhovania: syntézu systému (definovanie skladovacej jednotky, návrh variantov skladovacieho systému, ich hodnotenie a výber akceptovateľného skladovacieho systému) a hodnotenie splnených cieľov a prínosov.



Zdroj: Autor

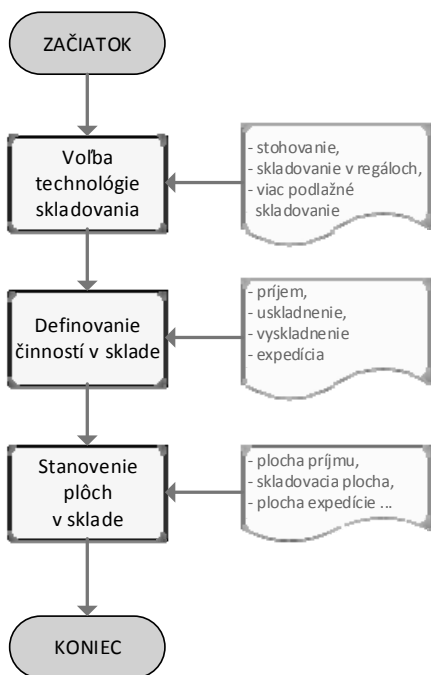
Obr. 4 - Vývojový diagram navrhovania skladovacieho systému - časť 1

Obrázky 6 - 9 zobrazujú vývojové diagramy podprocesov, menovite „Definovanie charakteristík procesu“, „Definovanie skladovacej jednotky“, „Návrh layoutu“ a „Hodnotenie variantov skladovacieho systému“. Podproces „Riešenie izolovaného problému skladovacieho systému“ môže byť realizovaný v závislosti od konkrétneho problému, ktorý je potrebný v skladovej prevádzke riešiť.



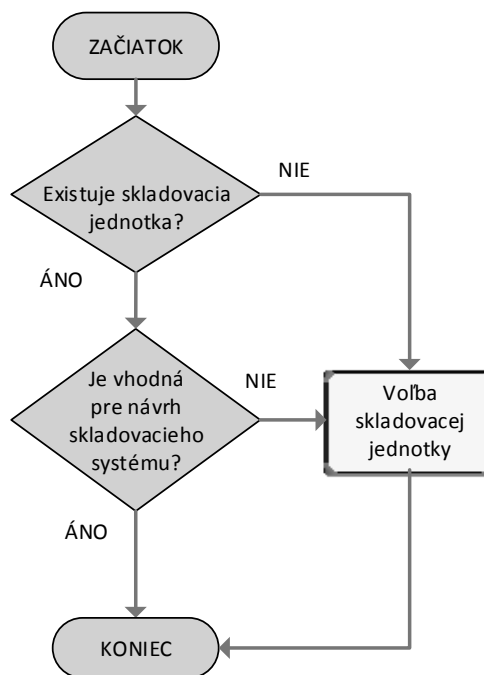
Zdroj: Autor

Obr. 5 - Vývojový diagram navrhovania skladovacieho systému - časť 2



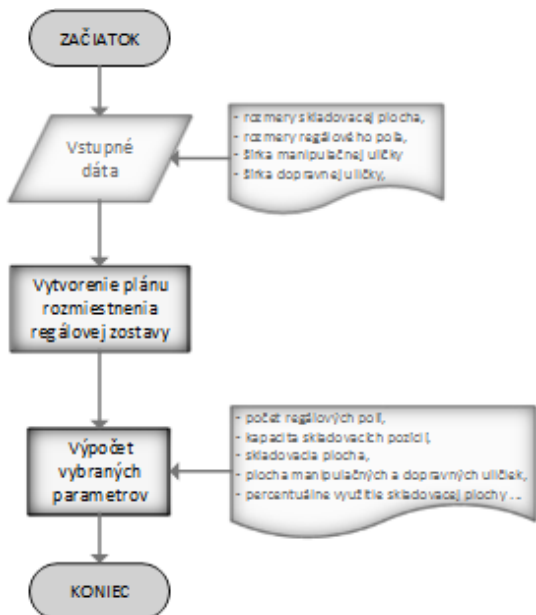
Zdroj: Autor

Obr. 6 - Vývojový diagram podprocesu „Definovanie charakteristík procesu“



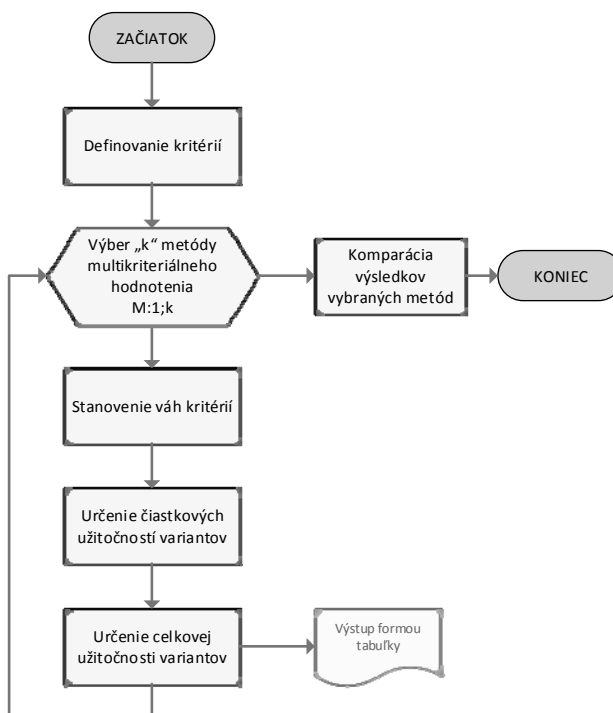
Zdroj: Autor

Obr. 7 - Vývojový diagram podprocesu „Definovanie skladovacej jednotky“



Zdroj: Autor

Obr. 8 - Vývojový diagram podprocesu „Návrh layout-u“



Zdroj: Autor

Obr. 9 - Vývojový diagram podprocesu „Hodnotenie variantov skladovacieho systému“

ZÁVER

V príspevku je uvedený príklad postupu navrhovania skladovacieho systému aplikovaním princípov logistiky. Skladovanie je v úvode charakterizované zo systémového hľadiska ako proces a ako podsystem logistického systému. Pre vytvorenie postupu návrhu skladovacieho systému na základe aplikácie navrhovania logistických systémov bol definovaný systém skladu a jeho štruktúra a pojem skladovací systém.

Proces navrhovania skladovacích systémov bol spracovaný postupnosťou piatich krokov, ktoré boli následne pretransformované do vývojového diagramu. Prezentovaný postup navrhovania a vývojový diagram je možné ďalej dotvárať a dopĺňať v závislosti od problémov, ktoré môžu byť identifikované v rámci procesu navrhovania. Prezentovaný príklad je vhodným nástrojom pre rozhodovanie v oblasti výberu a navrhovania skladovacieho systému pre skladové prevádzky.

POĎAKOVANIE

Príspevok je čiastkovým výsledkom riešenia grantového projektu VEGA 1/0577/17 pod názvom „Transfer poznatkov z laboratórnych experimentov a matematických modelov do tvorby znalostného systému pre hodnotenie kvality environmentálne prijateľných dopravných pásov“ a VEGA 1/0429/18 pod názvom „Experimentálny výskum napätovo-deformačných stavov u gumových kompozitov používaných pri ťažbe a spracovaní surovín“.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) ŠADEROVÁ, J. Hierarchické problémy pri návrhu skladu. *Perner`s Contacts*, Vol. 12, no. 3, 2017, p. 94-100. ISSN 1801-674X
- (2) GU, J., GOETSCHALCKX, M., MCGINNIS, L.F. Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review, *European Journal of Operational Research*, 203, 2010, s. 539-549.
- (3) MALINDŽÁK, D. et al. *Základy logistiky podniku I.* [CD-ROM]. Košice: TU, 2010. 299 s. ISBN 978-80-553-0428-1.
- (4) VIESTOVÁ, K. et al. *Lexikón logistiky.* Vydavateľstvo EKONÓM, Bratislava, 2005, 266 s. ISBN 80-225-2007-1.
- (5) ŠADEROVÁ, J., ROSOVÁ, A. *Technické prostriedky logistiky. Pasívne a aktívne logistické prvky v doprave, manipulácii a skladovaní.* [CD-ROM]. ES F BERG TU v Košiciach, 2015. 126 s. ISBN 978-80-553-2275-9.
- (6) BALOG, M. STRAKA, M. *Logistické informačné systémy.* EPOS, Bratislava, 2005. 208 s. ISBN 80-8057-660-2.
- (7) BOROŠKA, J., ŠADEROVÁ, J. *Technické prostriedky logistiky I.* Košice: Elfa, 2001. 75 s. ISBN 80-89066-13-5.
- (8) MALINDŽÁK, D., TAKALA, J. *Projektovanie logistických systémov. Teória a prax.* EXPRES PUBLICIT s.r.o., Košice, 2005. 221 s. ISBN 88-8073-282-5

- (9) ŠADEROVÁ, J. *Logistika skladovania*. ES F BERG TU v Košiciach 2014, 100 s. ISBN 978-80-553-1675-8.
- (10) MARASOVÁ, D., ŠADEROVÁ, J. Evaluation of a courier company's operations by decision analysis methods In *Zborník príspevkov CLC 2016*. Ostrava : Tanger, 2017 s. 160-166. ISBN 978-80-87294-76-5.