

HODNOTENIE EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOSTI A SPOLAHLIVOSTI ERGATICKEHO BÁZOVÉHO KOMPLEXU

ECONOMIC EFFECTIVENESS AND RELIABILITY EVALUATION OF ERGATIC BASE COMPLEX

Pavol Kurdel¹, Alena Novák Sedláčková², Boris Mrekaj³

Anotace: V súčasnosti okrem technickej spoľahlivosti je veľmi dôležitou aj ekonomická stabilita a efektívnosť leteckých podnikov, resp. ich súčastí. Je v záujme každého prevádzkovateľa, aby jeho technické komplexy ako napr. ergatický základný komplex boli nie len spoľahlivé, ale aj ekonomicky efektívne, čo nám pomáha si utvoriť celkovú predstavu nie len o kvalite jednotlivých prvkov, ale systému tj. podniku ako celku. Na stanovenie kvality práce so zložitými systémami možno použiť rôzne metódy. Navrhnutá metóda pri vyhodnotení využíva ukazovateľ efektívnosti skúšok spoľahlivosti, ktoré sú súčasťou zavádzania nových zložitých systémov do ergatického základného komplexu, kedy výstupy skúšok vytvárajú vyčíslenú charakteristiku podľa ktorej je možné odhadnúť úroveň zhody medzi vynaloženými nákladmi a ich samotnou prevádzkou. Pri spracovávaní danej problematiky prostredníctvom MATLAB bolo nevyhnutné pracovať s optimalizáciou finančných nákladov na udržanie spoľahlivosti vyššie uvedených komplexov ako aj nepredvídaných nákladov prevádzkovateľa napr. letiskového základného systému.

Kľúčová slova: kvalita, efektívnosť, spoľahlivosť, ergatický základný komplex („EBK“), kvadratické kritérium

Summary: Recently, an economic stability and effectiveness of airlines and their branches are important, besides the technical reliability. Within the interest of each provider is to have not only a reliable and economically effective ergatic base complex, as a technical complex, but also the quality of particular elements of the system, and the company itself. Various methods are used to determine the quality of work with complex systems. The proposed method uses the effectiveness index of reliability tests which are a part of the implementation of new complex systems into the ergatic base complex, where the tests' outputs create a quantified characteristics according to which it is possible to estimate the level of conformity between the costs and real operation. When solving this problem through MATLAB it was necessary to take into account the optimization of financial expenses to maintain the reliability of the above mentioned complexes as well as the unexpected expenses of the provider (for example a provider of airport base system).

Key words: quality, effectiveness, reliability, ergatic base complex, quadratic criterion

¹ Doc. Ing. Pavol Kurdel, PhD., Technická univerzita Košice, Letecká fakulta, Katedra avioniky, Rampová 7, 041 21 Košice, E-mail: pavol.kurdel@tuke.sk

² Doc. Ing. JUDr. Alena Novák Sedláčková, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra leteckej dopravy, Univerzitná 1, 010 26, Žilina, E-mail: sedlackova2@fpedas.uniza.sk

³ Ing. Boris Mrekaj, Technická univerzita Košice, Letecká fakulta, Katedra avioniky, Rampová 7, 041 21 Košice, E-mail: boris.mrekaj@tuke.sk

ÚVOD

V dnešnej dobe je nevyhnutnou súčasťou každého podniku mnoho analýz a vyhodnotení či už technickej spôsobilosti, spoľahlivosti ako aj ekonomickej efektívnosti. Ešte výraznejšia je táto potreba v oblasti leteckej dopravy, kedy súčasťou leteckých podnikov je veľmi mnoho technicky zložitých systémov, ktoré navzájom spolupracujú, a ktorých každodenná prevádzka je veľmi ekonomicky náročná. Práve z tohto dôvodu je dôležité hľadať nové prístupy a metódy ako čo najlepšie analyzovať a optimalizovať nie len zachovanie funkčnosti, spoľahlivosti a kvality daných systémov, ale hlavne možnosť ich skvalitnenia (zavedením nových technológií, či technických prvkov). Je žiadúce, aby si podniky vedeli predstaviť a pripraviť spôsob zavádzania nových systémov do už existujúceho ergatického bazového komplexu (ďalej len „EBK“). Výpočet odhadu efektívnosti ergatických bazových komplexov pri ich technických skúškach je spojený s množstvom zvláštností, ktorých charakter je určený ich technickou špecifikáciou a potrebou udržania určitej úrovne kvality. (7)

Pre splnenie požiadaviek kvality letiskových bazových systémov (ďalej len „LBS“) je možné zvoliť osobitné spôsoby pre ich optimálne riadenie v oblasti, prostredníctvom ktorej je možné ich zároveň hodnotiť. Predpokladom efektívneho hodnotenia ich kvality je aj stav prostredia v ktorom sa nachádzajú ako aj riadiace schopnosti operátorov so stanovenou predpokladanou zručnosťou. Hlavnou osobitosťou pri stanovení kvality daného systému je funkčnosť a cena, ktorú je možné ohodnotiť stanovenými skúškami efektívnej činnosti. Tu je potrebné dosiahnuť minimálny počet skúšok na základe počtu letiskových systémov v LBS. Vzhľadom na zložitost' letiskových bazových systémov a potreby ich „ladenia“ (integrita všetkých technických systémov) je nutné vykonávať kontrolu príslušných častí LBS a efektívnosť konštrukčných úprav. (2) Informácie, ktoré sú výstupom skúšky majú rôznorodý štatistický charakter, ktorý je potrebné zložito analyzovať. Uvedené skutočnosti obmedzujú použitie výpočtov odhadov efektívnosti experimentu klasickými metódami. Zložitost' EBK si vyžaduje použiť aj iné metódy výpočtu, ktorými je možné na základe apriórnej informácie odhadnúť efektívnosť systému a porovnať ho s hodnotami (odhadom) predchádzajúcich skúšok. (3),(4)

1. MOŽNOSTI VYUŽITIA MATEMATICKÝCH SIMULAČNÝCH METÓD A MODELOV ZA PODMIENKY VÝKONU TECHNICKÝCH SKÚŠOK RÔZNYCH SYSTÉMOV, KTORÉ SÚ SÚČASŤOU „EBK“

Pri stanovení podmienok analýzy boli za dôležité parametre stanovené cena a čas, ktorými sa stanovuje validita ergatických bazových komplexov, resp. ergatického systému. Validita je hodnotovo určená zadanou efektívnosťou a závisí od faktorov, kam patria aj modely efektívnosti. Presnosť modelov je významná z dôvodu ceny. Čím je matematický model presnejší, tým menší je počet potrebných technických kontrol pre reálne skúšky technických systémov. [8] Napísaná prostá úmernosť je dôležitá najmä u modelov, ktorými sa vyjadruje dynamika efektívnosti. Z uvedeného dôvodu znalosti konštrukcie modelov sú

dôležitým faktorom analýzy výsledkov získaných v priebehu všetkých skúšok s ktorými je potreba pokryť kvalitatívny odhad funkčnosti ergatického bazového komplexu. Tvorba presného matematického modelu dynamiky efektívnosti závisí od programu a metodiky skúšok. Prevažná väčšina modelov je zostavená z empirických rovníc. Uvedená skutočnosť predstavuje ťažkosti pri implementácii nameraných údajov (napr. ergatických navigačných systémov letiska) do parametrov modelu. V niektorých prípadoch je to takmer nemožné. Z tohto dôvodu sa spravidla používa nasledujúci postup. (4)

Štruktúra modelu bude stanovená apriori a následne na základe výsledkov skúšok bude vykonaný odhad parametrov modelu a vykonaná kontrola jeho adekvátnosti. Presnosť takého modelu závisí od množstva štatistických informácií, ktorých objem je možné spracovať. Objem týchto získaných informácií nadobúdajú konkrétne hodnoty s ktorých je možné vytvoriť štatistický súbor. Ďalším krokom je voľba metódy výpočtu efektívnosti, ktorou vytvárame predstavy o zákonitostiach jej evolúcie bez nároku na vysokú presnosť. Prvým krokom v tomto postupe je metóda, ktorá nepotrebuje konkrétny analyticky opísaný model a ktorou je možné vysledovať len trend zákonitostí.

2. ŠTATISTICKÁ METÓDA TEÓRIE VEDECKÉHO FAKTU HODNOTENIA „EBK“

Tu je potrebné si najprv zdefinovať použité pojmy a metódy, kedy vedecký fakt treba chápať ako akékoľvek javy, procesy, skutočnosti, ktoré existujú alebo prebiehajú nezávisle od pozorovateľa. Z hľadiska logicko-gnozeologického je fakt chápaný ako podložený poznatok, získaný opísaním vybraných fragmentov (EBK).

Nech program konkrétnej inherentnej efektívnosti skúšok predpokladá X - etáp, kedy v každej z nich sa skúša skupina rovnakých objektov (letiska). Podľa výsledkov skúšok evidujeme vzniknuté defekty, ktoré aj odstraňujeme. Tento postup zaručuje, že každá nasledujúca skúška má rovnaké vstupné predpoklady a každá je nezávislá od predchádzajúcej. V každej etape pri skúške môžu vzniknúť náhodné poruchy „ p_i “ ako aj prejavy konštrukčných nedostatkov (defektov) „ f_i “. Počet úspešných skúšok označíme „ m_i “ a všeobecný počet skúšok „ n_i “.

Označme pravdepodobnosť prejavu náhodnej poruchy q_0 , ktorú budeme považovať za konštantu platnú pre všetky etapy. Pravdepodobnosť prejavu konštrukčných defektov na i -tej etape označme q_i . V takom prípade pravdepodobnosť bezporuchovej práce, ktorú pomenujeme efektívnosťou W_i , kde index „ i “ predstavuje číslo etapy, bude:

$$W_i = 1 - q_0 - q_i = 1 - (q_0 + q_i) \quad (1)$$

Zápis (1) je analógiou zápisu stratovej funkcie pre $t=0$. [1] Pre odhad efektívnosti má zápis význam nezávislosti každej nasledujúcej skúšky. V nadväznosti na uvedené platí, že v dôsledku určeného počtu konštrukčných porúch v meraných ergatických bazových komplexoch (ak ich počet neprekračuje stanovené množstvo), je veličina q_i nerastúca, t.j.:

$$q_1 \geq q_2 \geq \dots \dots q_i, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

Splnenie podmienky (2) ukazuje, že inherentná efektívnosť W_i je neklesajúcou hodnotou.

Odhad efektívnosti v prvom priblížení vykonávame metódou maximálneho odhadu efektívnosti $W_{max} = m/n$.

Kde:

m - je počet úspešných skúšok,

n - je počet vykonaných všetkých skúšok.

Model funkčnej efektívnosti celého komplexu (elementy sú zaradené v sérii) [1] je zviditeľnený funkciou maximálnej pravdepodobnosti sledovaného prípadu v tvare:

$$L(g_1 f_1 m_1, g_2 f_2 m_2, \dots, g_N f_N m_N / q_0 q_1 \dots q_N) = \prod_{i=1}^N \frac{n_i!}{g_1! f_1! m_i!} q_0^{g_i} \cdot q_1^{f_i} \cdot (1 - q_0 - q_i)^{m_i} \quad (3)$$

q_0 - náhodná porucha, konštantná na všetkých etapách skúšky (identifikácia)

q_i - nerastúca pravdepodobnosť poruchy na i -tej etape skúšky

f_i - počet odstránených porúch v i -tej etape skúšky

g_1 - počet náhodných porúch zaznamenaných na i -tej etape skúšky

Odhad maximálnej hodnoty pravdepodobností q_0 a q_i sa získa postupným derivovaním (3) a prirovnaním k nule.

Postupne dostaneme:

$$q_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (4)$$

$$q_i = \frac{(1 - q_0) f_i}{f_i + m} \quad (5)$$

Odhady (4), (5) boli určené bez ohľadu na podmienku (2). Je potrebné preveriť opodstatnenosť podmienky (1). Keď v niektorej etape táto podmienka nie je splnená, t.j. ak neplatí $q_i < q_{i+1}$, potom i -tá a $(i + 1)$ etapa sa spoja. Veličina q_i sa pre také spojenie určí podľa (5). Spojenie etáp pokračuje až po naplnenie žiadanej podmienky: $q_i \geq q_{i+1}$. Odhad efektívnosti systému je vtedy v súlade s disperziou, kedy platí:

$$E [D_2^2 - D^2] < E [D_1^2 - D^2] \quad (6)$$

kde: E je stredná hodnota skúšky, D disperzia postupnosti skúšok: $i = 1, 2$

Navrhnutá a popísaná metóda je použitá pri imitovaní praktickej skúšky, ktorá sa orientuje na hypotetického výrobcu nového ergatického systému v ergatickom báзовom komplexe. Efektívnosť bola určovaná podľa situačných rámcov, ktorých úspešnosť alebo neúspešnosť prejavu je hodnotená dichotomickými stavmi: $q_i = 0$ - neúspech, resp. 1 - úspech.

Funkcia maximálnej pravdepodobnosti.

$gi=[0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 4]$; %vektor náhodných veličín vyvolaný technickým prostredím bázového komplexu (letiska).

$q0=0.12$; %vplyv vonkajších podmienok. Konštanta pri všetkých skúškach nového systému.

$mi=[1\ 0\ 0\ 0\ 3\ 0\ 3\ 2\ 9\ 10]$; %počet úspešných skúšok v etape.

$fi=[1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1]$; %počet odstránených porúch pri skúškach (funkcionalita).

$ni=[2\ 1\ 1\ 2\ 4\ 1\ 4\ 3\ 11\ 21]$; %počet skúšok.

$qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$; %pravdepodobnosť konštrukčnej poruchy (1:5:32).

$L=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

Funkcia maximálnej pravdepodobnosti. Poradie skúšok:

$i=1$; $gi=[0]$; $mi=[1]$; $fi=[1]$; $ni=[2]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L1=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=2$; $gi=[0]$; $q0=0.12$; $mi=[0]$; $ni=[1]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L2=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=3$; $gi=[0]$; $q0=0.12$; $mi=[0]$; $fi=[1]$; $ni=[1]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L3=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=4$; $gi=[1]$; $mi=[0]$; $fi=[1]$; $q0=0.12$; $ni=[2]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L4=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=5$; $gi=[0]$; $q0=0.12$; $mi=[3]$; $fi=[1]$; $ni=[4]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L5=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=6$; $gi=[0]$; $q0=0.12$; $mi=[0]$; $fi=[1]$; $ni=[1]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L6=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=7$; $gi=[0]$; $q0=0.12$; $mi=[3]$; $ni=[4]$; $fi=[1]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L7=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=8$; $gi=[0]$; $q0=0.12$; $mi=[2]$; $fi=[1]$; $ni=[3]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L8=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=9$; $gi=[1]$; $q0=0.12$; $mi=[9]$; $fi=[1]$; $ni=[11]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L9=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=10$; $gi=[4]$; $q0=0.12$; $mi=[10]$; $fi=[1]$; $ni=[21]$; $qi=(1-q0) \cdot fi / (fi+mi)$,

$L10=(factorial(ni) / (factorial(gi) \cdot factorial(fi) \cdot factorial(mi))) \cdot (q0.^gi \cdot qi.^fi \cdot (1-q0-qi).^mi)$;

$i=1:1:10$; Zápis vypočítaných údajov do tabuľky:

$q=[0.4400\ 0.8800\ 0.8800\ 0.8800\ 0.2200\ 0.0880\ 0.2200\ 0.2933\ 0.0880\ 0.0800]$;

$L=[0.3872\ 0.8800\ 0.8800\ 0.2112\ 0.2530\ 0.2530\ 0.2530\ 0.3029\ 0.1424\ NaN]$;

$[i;q;L]$, Tabuľka maximálnej pravdepodobnosti.

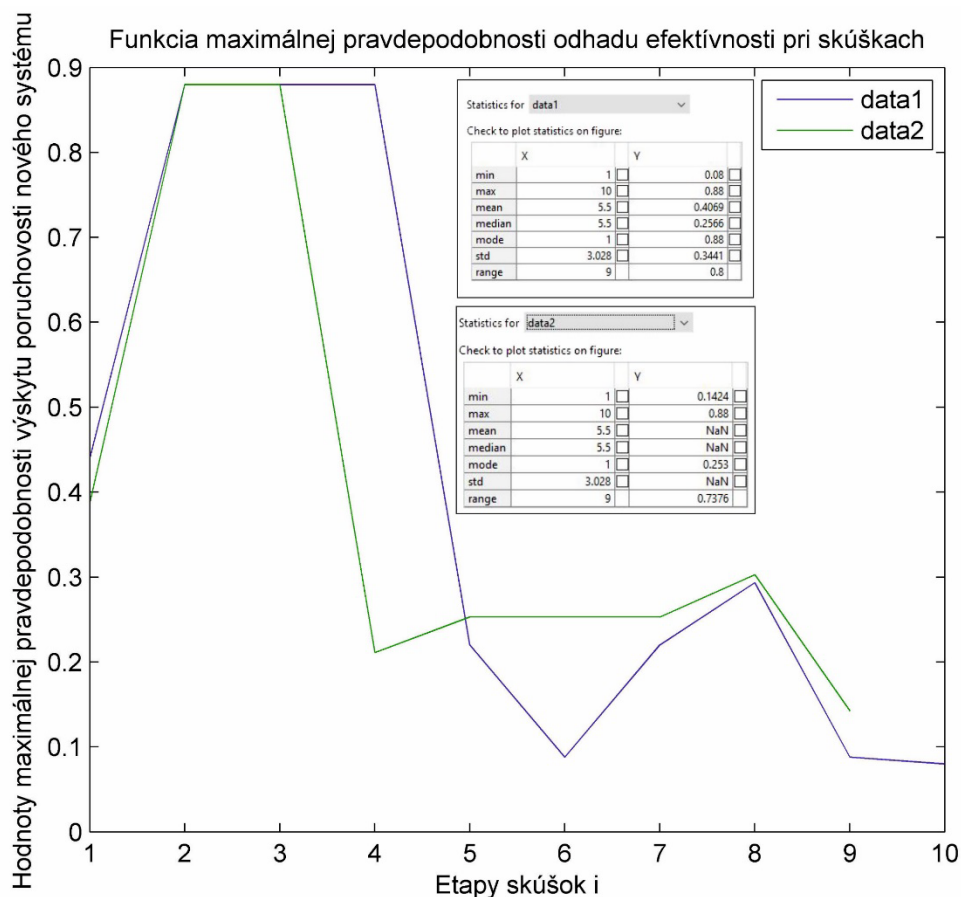
$plot(i,q,i,L),hold\ on$

$xlabel('Etapy\ skúšok\ i','FontSize',10)$

$ylabel('Hodnoty\ maximálnej\ pravdepodobnosti\ výskytu\ poruchovosti\ nového\ systému','FontSize',10)$

$title('Funkcia\ maximálnej\ pravdepodobnosti\ odhadu\ efektívnosti\ pri\ skúškach','FontSize',10)$

$hold\ off$.



Zdroj: Autori

Legenda: data1 – q_i , (rovnic 5), data2 – funkcia maximálnej pravdepodobnosti (rovnic 3)

Obr. 1 - Funkcia maximálnej pravdepodobnosti odhadu efektívnosti pri letových skúškach

Obrázok č. 1 ukazuje na fakt, že počet skúšok pri stanovovaní komplexnej inherentnej efektívnosti bázového komplexu je ≈ 9 a pri každej ďalšej skúške sa systém chová stabilne. Táto metóda má možnosť predurčovať chovanie sa ergatických bázových komplexov pri ich zavádzaní do enviromentu (napr. letísk) u ktorých chceme určiť jeho technickú efektívnosť (technogénnu funkcionalitu). Použitím štatistických metód vid' (okno) prezentované v Matlabe je možné kvantitatívne hodnotiť postupnosť jednotlivých procesov v etape skúšky. (5)

3. NÁVRH METÓDY STANOVUJÚCEJ NÁKLADY NA VYKONANÉ SKÚŠKY PRE HODNOTENIE EFEKTÍVNOSTI „EBK“

S ohľadom na vyššie uvedené fakty, kedy finančná pripravenosť prevádzkovateľa je v súčasnosti najčastejšie riešeným problémom, je potrebné mať navrhnutý vhodný systém a metódu, ako čo najúčinnejšie eliminovať možnú finančnú nepripravenosť leteckého prevádzkovateľa (napr. letiska), ktorá by v niektorých prípadoch mohla mať fatálne následky, dokonca by mohla viesť k ukončeniu jeho činnosti z dôvodu nemožnosti plniť jeho finančné záväzky. Selektívnou metódou vydelíme z objektu dominantný, vlastný podsystem významne

ovplyvňujúci ekonomickú bezpečnosť prevádzky (napr. pristávacie navigačné systémy). Finančné náklady na udržanie jeho spoľahlivosti a spotrebu energie si vyžadujú stálu finančnú pripravenosť prevádzkovateľa (napr. letiska) a nesplnenie tejto podmienky vytvára predpoklady pre vznik E-nerovnováhy. Označme určité technické zariadenie symbolom "C" a jeho elementy $c_{i,j}$ ($i \neq j$), ktoré spolu vytvárajú maticu. Elementy $c_{i,j}$ majú význam kapitálových vkladov. Na prevádzkovanie "C" sú potrebné finančné prostriedky X, ktoré jednotlivo pokryjú spotrebu energie a spoľahlivú prácu elementov $c_{i,j}$. Matica X je stĺpcovou, jej elementy sú $x_{i,j}$ kde $j = \text{konšt.}$ Objem finančných nákladov potom je: $O = C * X$. Nech "d" predstavuje súbor nepredvídateľných príčin, ktoré ju kapitálovo ovplyvňujú "O" elementami $d_{i,j}$ $j = \text{konšt.}$ Pokrytie potrebných finančných nákladov prevádzkovateľ letiska realizuje maticou "A" s prvkami $a_{i,j}$ s požadovaným objemom: $A * X = b$. Hodnotový rozmer objemu "b" je obmedzený zdola "lb" a zhora "ub".

Úlohou bude optimalizovať "X" tak, aby bola splnená podmienka kvadratického kritéria:

$$\|CX-d\|^2 \leq AX=b$$

Ľavá strana rovnice predstavuje kvadratické kritérium odchýlky riadenia finančných nákladov.

$$\text{MATLAB stanovuje: } \text{lsqlin} = \|C * X - d\|$$

Nasledujúce finančné objemy predstavujú hypotetické odhady.

Matica "C" kapitálových vkladov:

$$C = [0.9501 \ 0.7620 \ 0.6153 \ 0.4057; \ 0.2311 \ 0.4564 \ 0.7919 \ 0.9354; \ 0.6068 \ 0.0185 \ 0.9218 \ 0.9169; \ 0.4859 \ 0.8214 \ 0.7382 \ 0.4102; \ 0.8912 \ 0.4447 \ 0.1762 \ 0.8936]$$

Nepredvídateľné výdaje:

$$d = [0.0578; \ 0.3528; \ 0.8131; \ 0.0098; \ 0.1388]$$

Pokrytie nákladov na hodnotenie kvality (plánované) sú v každom kvartáli (štyri mesiace):

$$A = [0.2027 \ 0.2721 \ 0.7467 \ 0.4659; \ 0.1987 \ 0.1988 \ 0.4450 \ 0.4186 \ ; \ 0.6037 \ 0.0152 \ 0.9318 \ 0.8462]$$

Je nutné poukázať, že prvý stĺpec predstavuje v súčte jednotkový objem. Ostatné akceptujú premenlivosť v spoľahlivosti. Objem financií na ktoré sa uplatňuje požiadavka optimalizácie je:

$$b = [0.5251; \ 0.2026 \ ; \ 0.6721]$$

Obmedzenia:

$$lb = -0.1 * \text{ones}(4,1), ub = 2 * \text{ones}(4,1),$$

Určenie optimálnej hodnoty "X" pri $lb=ub=0$:

$$X = \text{lsqlin}(C, d, A, b),$$

Aplikujme na podmienkovú rovnicu:

$$q = (C * X - d),$$

$$Q = q.^2$$

Ostatné dva riadky matice Q je možné ignorovať. Potom skutočne platí:

$$Q < b.$$

Pri akceptácii lb a ub:

$X = \text{lsqmin}(C, d, A, b, [], [], lb, ub)$, predstavuje optimalizáciu nákladov na udržiavanie spoľahlivosti pozemného navigačného komplexu.

$$q = (C * X - d),$$

$$Q = q.^2$$

Výsledok ukazuje na zvýšenú "hustotu" optimálneho riadenia avšak požiadavka rovnice je splnená.

Na základe vyššie uvedeného navrhnutého modelu ako aj komplexného posúdenia riešenej problematiky je možné záverom konštatovať, že:

- Riadenie environmentálnej bezpečnosti u konkrétneho leteckého prevádzkovateľa je aktuálne a možné.
- Zložitosť úlohy je možné znižovať až na elementy kapitálových vkladov (matica "C").
- Kvadratické kritérium je čisto selektívne.
- Environmentálne riziko je možné oceniť vloženými kapitálovými vkladmi do dominantnej položky.
- Úspešné riešenie úlohy si vyžaduje kvalitné vstupné údaje. (6)

ZÁVER

S ohľadom na fakt, že stále viac prevádzkovateľov kladie dôraz na udržanie vysokej spoľahlivosti ergatického bazového komplexu je potrebné jeho sledovanie. Navrhnutá metóda môže byť použitá práve za týmto účelom, tj. pre kontrolu nad vynaloženými finančnými prostriedkami udržiavania vysokej spoľahlivosti EBK.

Na zachovanie bezproblémového a kontinuálneho chodu EBK z praxe vieme, že okrem plánovaných nákladov vznikajú aj náklady ad hoc/ nepredvídateľné náklady s ktorými ale moderný prevádzkovateľ musí počítať. Akceptácia potreby efektívnosti a spoľahlivosti ergatického bazového komplexu zdôrazňuje náhodnosť, ktorú je potrebné pokryť plánovanými dodatočnými prostriedkami.

Metóda odhadu maximálnej pravdepodobnosti má voľne členenú štruktúru. Aktuálny stav spoľahlivosti EBK je prognózovaný stanoveným počtom skúšok. Odhad efektívnosti je sledovaný kritériom disperzie. Táto navrhnutá metóda umožňuje aj grafo-analytický zápis postupnosti a následného hodnotenia pomocou štatistických metód vid' obr.1. Použitá metóda nákladovosti založená na princípe kvadratického hodnotenia umožňuje apriórne sledovanie vývoja efektívnej spoľahlivosti ergatického bazového komplexu. Navrhovaná metóda by mohla byť využívaná najmä na optimalizáciu finančných nákladov pri prevádzke zložitých pozemných leteckých ergatických komplexov. Metóda môže byť v praxi využívaná najmä prevádzkovateľmi zložitých pozemných leteckých ergatických komplexov vo väzbe na optimalizáciu finančného kritéria ich prevádzky.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) LAZAR, T., MADARASZ, L., GAŠPAR, V.: Procesná analýza odhadu efektívnosti identifikácie MPM s inteligentným riadením, Elfa, s.r.o. Košice, 2013, ISBN 978-80-8086-200-8
- (2) MADARÁSZ, L.: Inteligentné technológie a ich aplikácie v zložitých systémoch. University Press Elfa, Košice, 2004, 348 pp., ISBN 80-89066-75-5.
- (3) ZITEK, P.: Simulace dynamických systému. Praha 1990, SNTL – Nakladatelství technické literatury, ISBN 80-03-00330-X, pp.147
- (4) TARAN, V.A.: Ergatičeskije sistemy upravlenija. Moskva. - Mašinstrojenie. 1976, BBK-kod O52-047-021.07, 188 pp
- (5) LAZAR, T., BREDA, R., KURDEL, P.: Inštrumentálne istenie letovej bezpečnosti. Technická univerzita v Košiciach. - 2011, ISBN 978-80-553-0655-1., pp. 33-41
- (6) LAZAR, T., ADAMČÍK, F., LABŮN, J. : Modelovanie vlastností a riadenia lietadiel. Technická univerzita v Košiciach. - 2007, 317s, ISBN 978-80-8073-839-6
- (7) NOVÁK, A., MRÁZOVÁ, M.: Research of physiological factors affecting pilot performance in flight simulation training device. In: Communications : scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Vol. 17, no. 3 (2015), s. 103-107
- (8) MAŤAŠ, M., NOVÁK, A.: Models of processes as components of air passenger flow model. In: Communications : Scientific Letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Vol. 10, No. 2 (2008), pp. 50-54.
- (9) TOBISOVÁ, A., SZABO, S.: Ekonomika leteckého podniku I., TUKE, LF, Multiprint, s.r.o., Košice, 2014, ISBN: 978-80-553-1654-3.