



# OPTIMALIZÁCIA TECHNICKÝCH A LOGISTICKÝCH PROCESOV NA ZVÝŠENIE VYŤAŽENOSTI LIETADIEL V KOMBINOVANEJ LETECKEJ PREPRAVE

Paulína Lehocká  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina

Ján Rostáš  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina

## Abstract

Štúdiá sa zameriava na optimalizáciu logistických a technických procesov v kombinovanej leteckej doprave, s dôrazom na efektívne využívanie voľnej kapacity v nákladových priestoroch osobných lietadiel. Cieľom je analyzovať súčasný stav a navrhnúť opatrenia na lepšie využitie dostupných kapacít na pravidelných linkách. Teoretická časť poskytuje prehľad o štruktúre leteckej nákladnej dopravy, kategorizácii dopravcov a technických špecifikáciách manipulácie s tovarom. Analytická časť vychádza z dát Letiska Košice za roky 2022 – 2024, pričom hodnotí počty cestujúcich, objem nákladu, mieru obsadenosti letov a voľnú hmotnosť lietadiel. Výsledky poukazujú na sezónne výkyvy a potenciál na zvýšenie belly cargo prepravy. V návrhovej časti sú odporúčané opatrenia ako digitalizácia dokumentácie, zverejňovanie voľných kapacít v reálnom čase a zlepšenie koordinácie subjektov. Navrhované riešenia podporujú efektívnejšie využitie kapacít, znižovanie nákladov a zvýšenie konkurencieschopnosti kombinovanej leteckej dopravy.

## Keywords

Belly cargo, air cargo transport, dangerous goods, ULD

## 1. Úvod

Letecká nákladná doprava zohráva dôležitú úlohu v globálnom obchode vďaka svojej rýchlosti, efektívnosti a celosvetovej dostupnosti. Významným segmentom je kombinovaná doprava, kde sa náklad prepravuje v batožinových priestoroch osobných lietadiel. Tento model ponúka flexibilitu, ekonomickú výhodnosť a možnosť konsolidácie zásielok, čím sa stáva vhodnou alternatívou k výlučne nákladnej preprave.

Analýza údajov z Letiska Košice hodnotí voľnú hmotnosť lietadiel pri odlete v súvislosti s počtom pasažierov a objemom prepravovaného nákladu. Výsledky poukazujú na rezervy v efektívnom využití nákladných priestorov a potrebu lepšej koordinácie logistických procesov.

Navrhované opatrenia zahŕňajú digitalizáciu prepravných dokumentov, zavedenie integrovaného komunikačného systému medzi letiskovým terminálom a handlingovými pracovníkmi a vytvorenie online platformy na monitoring dostupnosti nákladových kapacít. Riešenia sú koncipované tak, aby boli aplikovateľné aj na ďalšie letiská.

## 2. Charakteristika štruktúry leteckej nákladnej dopravy

Letecký nákladný priemysel je zásadným sprostredkovateľom svetového obchodu, pričom tovar prepravovaný letecky predstavuje až 36 % hodnoty globálne obchodovaného tovaru. Systém leteckej nákladnej dopravy je navrhnutý tak, aby spĺňal požiadavky moderného trhu, kde rýchlosť a spoľahlivosť zohrávajú kľúčovú úlohu. Táto forma prepravy poskytuje efektívny prístup na globálne trhy, čo významne prispieva k medzinárodnému obchodovaniu a hospodárskemu rastu [1].

### 2.1. Typy leteckých spoločností poskytujúcich služby leteckej

Preprava nákladu prostredníctvom leteckej dopravy je v súčasnosti poskytovaná nielen leteckými spoločnosťami zameranými výhradne na nákladnú dopravu ale aj dopravcami, ktorí poskytujú možnosť prepravy tovaru ako dokládka v nákladových priestoroch osobných lietadiel. Rôzne možnosti prepravy prinášajú flexibilitu, ktorá zaručuje uspokojenie širokého spektra potrieb zákazníkov [2].

#### 2.1.1. Nákladní leteckí dopravcovia

Nákladný dopravca je letecká spoločnosť špecializujúca sa na prepravu tovaru a nie cestujúcich. Títo dopravcovia využívajú flotilu nákladných lietadiel alebo prestavaných osobných lietadiel, optimalizovaných na efektívnu prepravu. Zohrávajú kľúčovú úlohu v nákladnej doprave a logistike a je preferovanou voľbou pre rýchlu a nákladovo efektívnu prepravu [2].

Nákladné lietadlá umožňujú prepravu väčších zásielok než osobné lietadlá. Výška nákladu na hlavnej palube môže dosiahnuť až 300 cm, kým v osobných lietadlách je obmedzená na približne 160 cm. Táto kapacitná výhoda pramení zo špecifickej úpravy interiéru, kde je priestor plne prispôbený pre náklad [3].

#### Integrovaní nákladní leteckí dopravcovia

Integrovaný dopravca je letecká prepravná spoločnosť, ktorá zabezpečuje široké spektrum služieb, ako sú letecká preprava, pozemná preprava, skladovanie, manipulácia so zásielkami, a ich konečné doručenie, čím ponúka komplexné riešenie prepravy „od dverí k dverám“. Táto kombinácia umožňuje odosielateľom efektívne prepraviť svoj tovar bez potreby koordinácie viacerých zásielok cez rôznych dopravcov. Medzi

najvýznamnejších integrovaných expresných dopravcov patria spoločnosti FedEx, UPS a DHL [4].

Keďže všetky služby poskytované integrovaným dopravcom sú v jeho vlastnej réžii, môže ponúknuť konkurenčne výhodné ceny a vyššiu úroveň služieb v porovnaní s riešením so spoluprácou viacerých nezávislých dopravcov [4].

### **Neintegrovaní nákladní leteckí dopravcovia**

Neintegrovaná nákladná letecká spoločnosť je špecializovaný dopravca, ktorý sa venuje výhradne preprave nákladu medzi letiskami bez poskytovania komplexných logistických riešení. Tento typ dopravcu sa odlišuje od integrovaných dopravcov tým, že jeho činnosť je obmedzená len na letecký segment prepravy, zatiaľ čo integrovaní dopravcovia zabezpečujú celý dodávateľský reťazec. Neintegrovaní dopravcovia zvyčajne úzko spolupracujú so zasielateľmi alebo tretími stranami, ktoré poskytujú logistické služby potrebné na zabezpečenie celého prepravného procesu [5].

#### **2.1.2. *Kombinovaní leteckí dopravcovia***

Väčšina osobných leteckých spoločností prepravuje náklad v podpalubných nákladných priestoroch. Najpreferovanejšími typmi nákladných lietadiel prevádzkovaných kombinovanými leteckými spoločnosťami pre osobnú a nákladnú dopravu sú veľkokapacitné a širokotrupé lietadlá s dlhým doletom. V porovnaní s integrovanými leteckými spoločnosťami majú kombinované osobné a nákladné letecké spoločnosti alebo ich plne vlastnené dcérske spoločnosti zaoberajúce sa nákladom (napr. Emirates SkyCargo, Lufthansa Cargo, Singapore Airlines Cargo) oveľa menšie flotily nákladných lietadiel. Preprava nákladu v podpalubných priestoroch môže dopĺňať služby pre cestujúcich a z inak nerentabilnej linky môže urobiť udržateľnú [6].

### **Preprava nákladu v podpalubnom nákladovom priestore lietadiel**

Pri spôsobe prepravy nákladu v podpalubnom nákladovom priestore lietadiel sa lietadlá využívajú dvojúčelovo. Takýto prístup k preprave nákladu umožňuje efektívnejšie využívanie zdrojov a pomáha kompenzovať náklady spojené s prevádzkou týchto lietadiel [7, 8].

Podpalubný nákladný priestor sa nachádza pod hlavnou palubou lietadla a zvyčajne je prístupný samostatnými tzv. cargo dverami. Je špeciálne navrhnutý na prepravu rôznych druhov nákladu, od malých balíkov až po väčšie predmety uložené na paletách, prípadne v špeciálnych leteckých kontajneroch. Priestor je vybavený špecializovaným zariadením, ako sú nákladné siete, popruhy a upínací systém pre palety a kontajnery, aby sa zabezpečila bezpečná preprava tovaru [7, 8].

Množstvo nákladu prepraveného v nákladových priestoroch dopravných lietadiel závisí od dopytu po osobnej leteckej doprave. Keďže náklad sa prepravuje v rovnakých lietadlách, ktoré primárne slúžia aj na prepravu cestujúcich, množstvo dostupnej kapacity na prepravu nákladu je priamo ovplyvnené tým, ako často a kam lietadlá lietajú. Pre týchto dopravcov je nevýhodou, že ich kapacita pre náklad je fixná [7, 8].

Ak je dopyt po osobnej leteckej doprave vysoký, lietadlá lietajú častejšie a na rôznych trasách, čo zvyšuje dostupnú kapacitu pre belly cargo. Naopak, ak je dopyt po osobnej doprave nízky, znižuje sa frekvencia letov a tým aj kapacita pre prepravu nákladu [7, 8].

### **Preprava nákladu kombinovanými lietadlami**

Kombinované lietadlá sú určené na prepravu cestujúcich aj nákladu v tom istom lietadle. Zvyčajne má predelený interiér, ktorý oddeľuje nákladný priestor od kabíny pre cestujúcich. Lietadlá sú tiež vybavené veľkými nákladnými dverami na bokoch trupu, ktoré umožňujú rýchle nakladanie a vykladanie nákladných kontajnerov alebo paliet. Táto konfigurácia umožňuje súčasnú prepravu cestujúcich a nákladu počas jedného letu. Pri úzkotrupých lietadlách sa nákladný priestor zvyčajne nachádza v zadnej časti lietadla, zatiaľ čo kabína pre cestujúcich je umiestnená v prednej časti. V prípade využitia širokotrupých lietadiel je rozdelenie priestorov pre náklad a pasažierov horizontálne. Takýmto rozdelením vznikne horná paluba, ktorá slúži cestujúcim a nákladové priestory, kde je uložená batožina a náklad [9].

Najmä úzkotrupé lietadlá sú bežne používané leteckými spoločnosťami, ktoré prevádzkujú linky, na ktorých je dopyt po osobnej aj nákladnej doprave dlhodobý rovnaký. Ide predovšetkým o regióny s nízkym počtom cestujúcich, ale so značným dopytom po náklade, ako sú arktické oblasti, malé ostrovné štáty alebo rozvojové ekonomiky. Často sa využívajú aj na trasách do vzdialených alebo menej obývaných oblastí, kde nemusí byť dostatočný dopyt po samostatných osobných a nákladných letoch. Kombináciou týchto dvoch spôsobov môžu letecké spoločnosti maximalizovať využitie lietadla a ponúknuť väčšiu flexibilitu pri svojej prevádzke [9].

## **2.2. *Typy tovaru prepravovaného leteckou nákladnou dopravou***

Výber leteckej dopravy pre určité produkty určujú dva hlavné faktory a to hodnota tovaru a rýchlosť, akou sa musí prepraviť. Leteckou nákladnou dopravou sa zvyčajne prepravujú naliehavé materiály, ako napríklad liečivá na lekársku diagnostiku alebo liečbu, alebo tovar vysokej hodnoty, ako napríklad technologické výrobky a komodity vysokej hodnoty. Letecká preprava je ideálna aj pre niektoré potravinárske výrobky, ako sú čerstvé ryby, exotické ovocie a rezané kvety. Rast dopytu po preprave farmaceutických výrobkov a výrobkov zdravotnej starostlivosti viedol aj k zavedeniu nových predpisov týkajúcich sa správneho zaobchádzania so zásielkami citlivými na čas a teplotu [12].

### **2.2.1. *Špeciálny náklad***

Do leteckej nákladnej prepravy môže byť prijatý aj tovar, ktorý má vzhľadom na svoju povahu, hmotnosť, rozmery či hodnotu špecifické požiadavky vrátane balenia, označovania, dokumentácie a manipulácie v prepravnom reťazci. Preprava tohto tovaru sa rieši prostredníctvom osobitných predpisov, ktoré sa musia dodržiavať pri príprave, ponuke, preberaní a manipulácii s týmto nákladom. Ide o tzv. špeciálny tovar, medzi ktorý patrí okrem iného nebezpečný tovar, živé zvieratá, náklad podliehajúci skaze a výrobky citlivé na čas a teplotu [12].

### **2.3. Zariadenia na zabezpečenie leteckého nákladu**

Na uloženie, zoskupovanie a upevňovanie nákladu, pošty a batožiny na účely leteckej dopravy slúžia špeciálne jednotkové nákladné zariadenia tzv. ULD. ULD predstavuje pevný kontajner alebo paletu so sieťovinou či pletivom na zabezpečenie požadovaného obsahu. V prípade využívania zariadení tohto typu je potrebné, aby bol nákladný priestor lietadla vybavený valčekovou podlahou, popruhmi a príslušenstvom potrebným na upevnenie kontajnerov alebo paliet v danej polohe. V súčasnosti existuje niekoľko rôznych typov a veľkostí ULD navrhnutých tak, aby sa zmestili do priestorov rôznych typov lietadiel [7].

Počas letu plnia ULD kľúčovú úlohu pri zabezpečení nákladu v batožinovom priestore, čím sa eliminuje riziko jeho nekontrolovaného pohybu, ktorý by mohol spôsobiť poškodenie lietadla alebo samotného prepravovaného tovaru. Okrem ochrany nákladu prispievajú tieto zariadenia aj k správne rozloženiu hmotnosti v lietadle, čím sa zachová aerodynamická stabilita a optimálne vyváženie počas celého letu [7].

#### **2.3.1. Typy jednotkových nákladných zariadení**

Jednoduchším typom nákladných zariadení sú prepravné palety. Konštrukcia paliet je navrhnutá tak, aby spĺňala vysoké požiadavky na pevnosť a odolnosť pri čo najnižšej možnej hmotnosti. Na tento účel sa používajú materiály ako odolný plast alebo hliník, ktoré zabezpečujú optimálny pomer medzi pevnosťou a hmotnosťou. Na zaistenie nákladu počas prepravy je každá paleta vybavená prídavnou sieťou, ktorá zabraňuje jeho pohybu a znižuje riziko poškodenia. Cieľom tejto koncepcie je minimalizovať dodatočnú hmotnosť palety tak, aby neovplyvňovala celkové vyváženie lietadla a jeho letové vlastnosti [8, 9, 10].

V medzinárodnej leteckej nákladnej doprave je celosvetovo používaným typom nákladného zariadenia kontajner. Nákladné kontajnery používané v leteckej doprave sú najčastejšie vyrábané z hliníka alebo sklolaminátu. Tvar prepravných kontajnerov je precízne navrhnutý tak, aby kopíroval aerodynamické krivky nákladného priestoru lietadla, čím sa zabezpečuje maximálna efektívnosť využitia dostupného priestoru a optimalizuje rozloženie nákladu. V porovnaní s prepravnými paletami zabezpečujú kontajnery vyššiu ochranu nákladu, umožňujú lepšiu organizáciu priestoru a znižujú riziko možného poškodenia prepravovaného nákladu a súčasne aj poškodenia vnútorných nákladných priestorov lietadla [8, 9, 10].

#### **2.3.2. Označovanie a certifikácia jednotlivých nákladných zariadení**

Na zachovanie a správne fungovanie logistických procesov a dohľadu nad zásielkou je nevyhnutné značenie nákladných jednotiek. Označovanie ULD je štandardizované podľa medzinárodných noriem stanovených Medzinárodnou asociáciou leteckých dopravcov, čo umožňuje jednoduchú identifikáciu, sledovanie a efektívne riadenie logistických operácií na celosvetovej úrovni. Základom každého označenia ULD je 10 znakov, ktoré sú kombináciou písmen a číslíc s tromi hlavnými časťami, ktoré slúžia na definovanie potrebných charakteristík daného ULD. Prvé tri písmená sa používajú na

definovanie typu ULD a jeho špecifikácie. Prvý znak definuje hlavný typ jednotky, druhý označuje rozmery a tvar a tretí znak špecifikuje vlastnosti ako sú napr. chladiace systémy. Ďalších päť číslíc je zvyčajne jedinečné sériové číslo leteckej spoločnosti pre dané ULD, ktoré ho odlišuje od ostatných zariadení rovnakého typu. Posledné dva znaky sú kódom IATA leteckej spoločnosti. Pri správnom fungovaní systému by sa tento 10-miestny kód nemal nikdy duplikovať a každé ULD, ktoré je v obehu, by malo mať jedinečný kód [11].

### **3. Metodika a metódy skúmania**

Kapitola definuje ciele a metodiku riešenia optimalizácie logistických a technických procesov v kombinovanej leteckej doprave s cieľom efektívnejšieho využívania nákladných priestorov osobných lietadiel.

Častkové ciele zahŕňajú analýzu štruktúry dopravcov, typov nákladu, faktorov ovplyvňujúcich dopyt, spracovanie štatistických údajov z Letiska Košice, identifikáciu hrozieb pri implementácii zmien a tvorbu optimalizačných návrhov.

Použitá metodika pozostáva zo syntézy údajov zo zahraničných zdrojov, štatistickej analýzy reálnych dát o preprave, komparácie výsledkov a analýzy rizík zavádzania nových postupov. Výsledkom je identifikácia hlavných limitujúcich faktorov a návrh opatrení na zvýšenie efektivity procesov v oblasti belly cargo.

### **4. Analýza prepravy nákladu kombinovanými leteckými dopravcami**

Analytická časť štúdie je zameraná na charakteristiku prepravy nákladu formou dokládky do podpalubných priestorov osobných lietadiel na pravidelných letových linkách na vybraných letiskách na Slovensku. Štúdia sa zameriava aj na niekoľko faktorov ako sezónnosť, konkurencieschopnosť a colné a administratívne procesy, ktoré majú najväčší dopad na kombinovaných leteckých dopravcom a konečné množstvá prepraveného nákladu formou dokládky do nákladných priestorov osobných lietadiel.

#### **4.1. Zhodnotenie prepravy nákladu na vybraných letiskách na Slovensku**

V rámci praktickej štúdie sme spracovali štatistické dáta z nami vybraného letiska a to konkrétne Letiska Košice. Na základe získaných údajov analyzujeme vývoj leteckej nákladnej dopravy na daných letiskách v priebehu niekoľkých rokov. Taktiež určíme ako mohlo byť množstvo prepraveného nákladu ovplyvnené faktormi ako sú sezónnosť, konkurencieschopnosť a colné a administratívne procesy. V závere vykonáme komparáciu výsledkov na jednotlivých letiskách v rámci nami posudzovaných rokov ale aj letísk ako takých.

##### **4.1.1. Letisko Košice**

Na základe údajov, ktoré nám boli poskytnuté Letiskom Košice sme vypracovali štatistiku, ktorá vypovedá o množstvách a hmotnostiach prepraveného tovaru v podpalubných priestoroch lietadiel prepravujúcich pasažierov. V štatistike sme spracovávali dáta výlučne týkajúce sa letov pravidelných liniek, či už dopravcom s nízkonákladovým alebo tradičným modelom

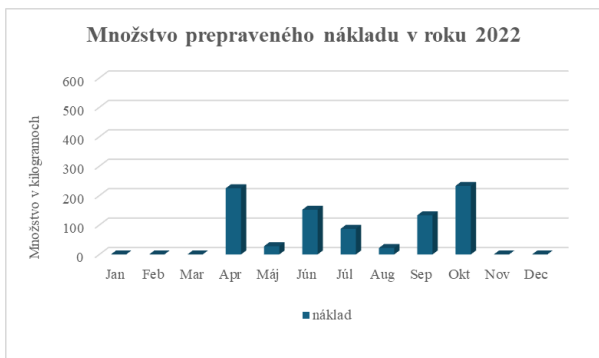
podnikania. Do úvahy sme brali lety nie len odlietajúce z letiska ale aj prilietajúce na letisko. Analýza štatistických informácií bola vykonaná za obdobie troch rokov a to 2022, 2023 a 2024 separátne za každý mesiac daného roku.

### Prehľad celkového počtu prepravených pasažierov a množstva nákladu v sledovanom období



Graf znázornenia počtu prepravených pasažierov v jednotlivých mesiacoch roku 2022

Počet prepravených pasažierov bol najvyšší v mesiaci august a následne v troch predchádzajúcich mesiacoch. Naopak pokles počtu cestujúcich nastal v mesiacoch január a marec, čo je bežný jav v preprave pasažierov zapríčinený sezónnosťou. Sezónnosť spôsobuje, že najväčší nárast objemov cestujúcich nastáva práve počas hlavnej sezóny, ktorá trvá od júna do septembra a následne dopyt po osobnej leteckej doprave klesá. Rovnako mohla byť nízka miera prepravených pasažierov v prvých mesiacoch roku odzrkadlením v tom čase už zanikajúcich vplyvov pandémie COVIDu-19.



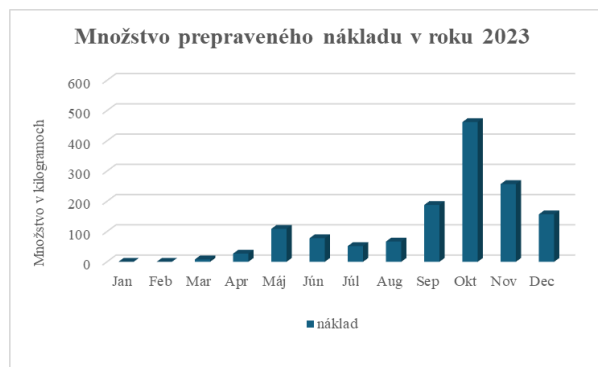
Graf znázornenia množstva prepraveného nákladu v jednotlivých mesiacoch roku 2022

Graf ukazuje, že najviac nákladu v podpalubných priestoroch osobných lietadiel bolo prepraveného v apríli a októbri 2022, pričom preprava prebiehala výlučne od apríla do októbra. V tomto období zároveň stúpol počet pasažierov, čo naznačuje, že letecké spoločnosti nasadzovali väčšie lietadlá alebo zvyšovali frekvenciu letov, čím vznikla voľná kapacita využitá na náklad. V zimných mesiacoch nebola zaznamenaná žiadna preprava nákladu, pravdepodobne v dôsledku nižšieho dopytu alebo redukcie liniek.



Graf znázornenia počtu prepravených pasažierov v jednotlivých mesiacoch roku 2023

Počet prepravených pasažierov na letisku Košice v roku 2023 bol medzi mesiacmi vyrovnanjší, pričom najvyššie počty boli zaznamenané v apríli, máji a októbri. V hlavnej letnej sezóne došlo k miernemu poklesu, pravdepodobne v dôsledku zvýšeného využívania charterových letov. Najnižšie počty cestujúcich boli zaznamenané počas zimy, keď je dopyt po leteckej doprave tradične nižší.



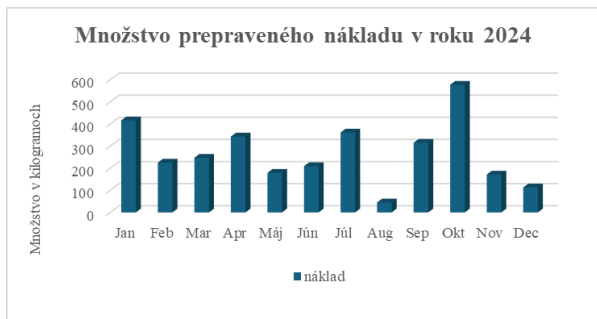
Graf znázornenia množstva prepraveného nákladu v jednotlivých mesiacoch roku 2023

V roku 2023 boli objemy prepraveného nákladu najvyššie v posledných mesiacoch roka, pričom v októbri bol zaznamenaný výrazný nárast, pravdepodobne v súvislosti s vianočnou sezónou. Vrchol v preprave nákladu aj pasažierov v októbri naznačuje, že vyššia frekvencia letov umožnila prepraviť väčšie množstvo nákladu. Naopak, v mesiacoch január až marec boli objemy prepravy minimálne, čo korešponduje s nízkym počtom pasažierov.



Graf znázornenia počtu prepravených pasažierov v jednotlivých mesiacoch roku 2024

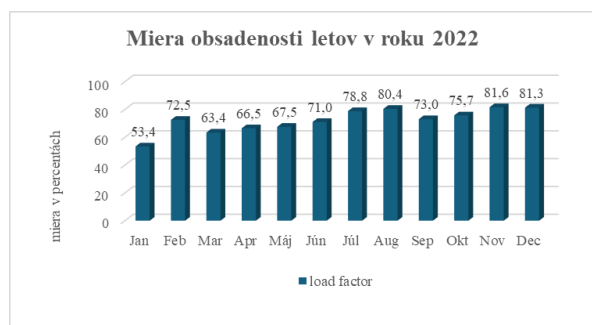
V roku 2024 počet prepravených pasažierov rástol až do septembra, po ktorom nasledoval mierny pokles. Najvyššie objemy boli dosiahnuté v letných mesiacoch, najnižšie vo februári. Tento vývoj odráža sezónne výkyvy dopytu, pričom rozdiely medzi jednotlivými mesiacmi boli v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi menej výrazné.



Graf znázornenia množstva prepraveného nákladu v jednotlivých mesiacoch roku 2024

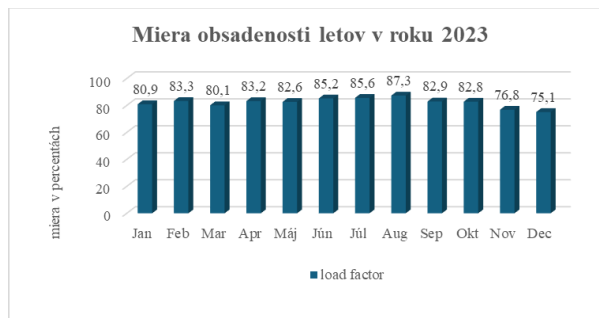
Vývoj množstva prepraveného nákladu na letisku Košice v roku 2024 sa výrazne odlišoval od predchádzajúcich rokov, pričom najvyššie hodnoty boli opäť dosiahnuté v októbri. Vyššie objemy boli zaznamenané aj v januári, apríli a júli, pravdepodobne v dôsledku zvýšenej logistiky po vianočnom období. Naopak, v auguste došlo k poklesu, čo môže súvisieť s nasadzovaním väčších lietadiel pre cestujúcich a vyvažovaním nákladnej kapacity medzi nákladnými a kombinovanými letmi.

**Zhodnotenie množstva prepraveného nákladu z hľadiska obsadenosti letov pasažiermi**



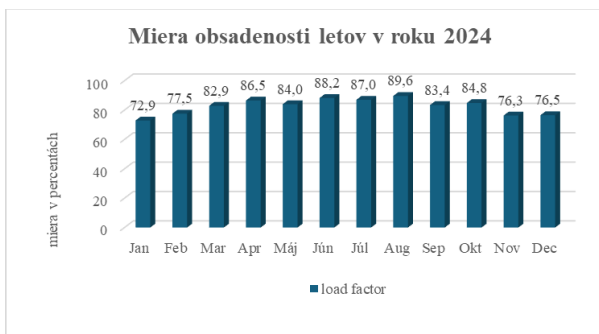
Graf znázornenia miery obsadenosti letov pasažiermi v jednotlivých mesiacoch roku 2022

V roku 2022 bola najvyššia priemerná obsadenosť lietadiel zaznamenaná v novembri, decembri a auguste. V zimných mesiacoch to súviselo s nárastom cestujúcich typu VFR (návštevy priateľov a rodiny), v lete s vysokým dopytom po dovolenkových letoch. Najnižšiu obsadenosť lietadiel, 53,4 %, vykázal január, čo odráža slabý dopyt a znížené frekvencie letov typické pre toto obdobie.



Graf znázornenia miery obsadenosti letov pasažiermi v jednotlivých mesiacoch roku 2023

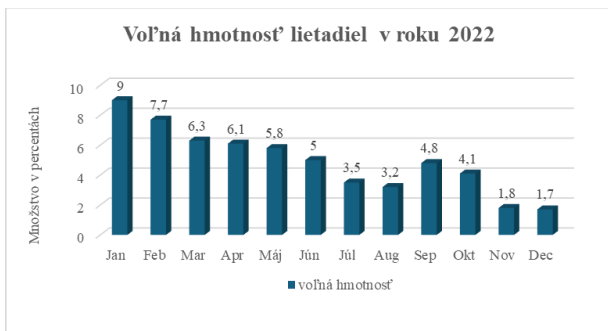
V roku 2023 sa hodnoty miery obsadenosti letov pasažiermi v jednotlivých mesiacoch pohybovali na podobnej úrovni. Napriek tomu, že počet cestujúcich bol v počiatočných mesiacoch roku 2024 nižší, tento fakt sa neodrzadil na obsadenosti letov. Hodnoty load faktora v tomto období dokonca porovnateľné s hlavnou letovou sezónou, kedy bola obsadenosť lietadiel veľmi vysoká. K menším odchýlka došlo v posledných dvoch mesiacoch roka, kedy došlo k miernemu poklesu load faktora. Tento pokles môžeme pripísať sezónnym faktorom ako sú rastúce ceny leteniek v období sviatkov alebo naopak mimosezónnemu obdobiu, kedy má dopyt po využití leteckej dopravy klesajúci charakter.



Graf znázornenia miery obsadenosti letov pasažiermi v jednotlivých mesiacoch roku 2024

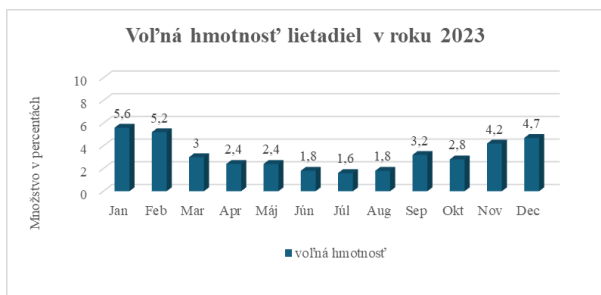
V roku 2024 mali hodnoty obsadenosti letov pasažiermi veľmi podobný priebeh ako tomu bolo v prípade grafu počtu prepravených cestujúcich. Najvyšší load faktor bol zaznamenaný v období letnej sezóny, kedy leteckú dopravu využil najväčší počet cestujúcich. Obsadenosť letov dosahovala najnižšie hodnoty v počiatočných a záverečných mesiacoch roka. Pre túto fázu roka je však charakteristické, že sa ukazovatele vyznačujú práve takýmto priebehom.

**Zhodnotenie množstva prepraveného nákladu z hľadiska voľnej hmotnosti lietadiel vo vzťahu k maximálnej vzletovej hmotnosti lietadiel**



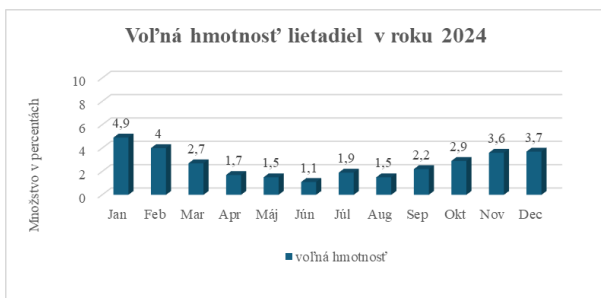
Graf znázornenia voľnej hmotnosti lietadiel v čase odletu v jednotlivých mesiacoch roku 2022

V roku 2022 dosahovala voľná hmotnosť lietadiel priemernú hodnotu 4,9 %, čo predstavovalo približne 3 466 kg na let. Najvyššia voľná hmotnosť 9 % bola zaznamenaná v januári, pričom v ďalších mesiacoch postupne klesala vďaka vyššej obsadenosti, najmä počas leta. V septembri a októbri síce stúplo množstvo prepraveného tovaru a pasažierov, no obsadenosť mierne klesla, pravdepodobne v dôsledku nasadenia väčších lietadiel s vyššou kapacitou, čo aj pri vyššej preprave generovalo voľnú hmotnosť.



Graf znázornenia voľnej hmotnosti lietadiel v čase odletu v jednotlivých mesiacoch roku 2023

V roku 2023 sa voľná hmotnosť lietadiel znížila na priemer 3,2 % (približne 1 827 kg na let). Jej vývoj mal parabolický priebeh – najvyššie hodnoty boli na začiatku a konci roka, najnižšie medzi marcom a októbrom. Lety z letiska Košice si udržiavali vysoký load faktor aj pri nižšom počte cestujúcich v niektorých mesiacoch. Voľná hmotnosť sa viac odvíjala od množstva nákladu a v novembri a decembri ju ovplyvnil aj mierny pokles obsadenosti pasažiermi.



Graf znázornenia voľnej hmotnosti lietadiel v čase odletu v jednotlivých mesiacoch roku 2024

V roku 2024 podobne ako aj v predchádzajúcom roku boli hodnoty voľnej hmotnosti spočiatku klesajúci a následne stúpajúci charakter. V priemere sa jednalo o 2,6 % z celkovej novej hmotnosti lietadiel pri odlete, čo predstavuje približne 1 596 kilogramov voľnej hmotnosti na jednom lete. Najvyššie hodnoty boli dosiahnuté v počiatočných mesiacoch roka, čo bolo pravdepodobne spôsobené nízkym počtom cestujúcich a nižšou mierou obsadenosti letov pasažiermi. Podobne tomu tak bolo aj v mesiacoch november a december. Naopak, veľmi nízka miera voľnej hmotnosti lietadiel v čase odletu bola zaznamenaná v období máj – september, čomu zodpovedajú veľké objemy prepravených pasažierov a vysoká miera obsadenosti jednotlivých letov v danom období.

## 5. Výsledky

Po preskúmaní a vyhodnotení parametrov ako počet prepravených pasažierov, množstvo prepraveného nákladu, miera obsadenosti letov pasažiermi a voľná hmotnosť lietadiel na letisku Košice v sledovanom období rokov 2022, 2023 a 2024 sme prišli k nasledovným zisteniam. Letisko Košice sa venuje preprave nákladu formou doklady do podpalubia osobných lietadiel, avšak len prípadne tradičných leteckých dopravcov. Významným prepravcom nákladu touto formou je letecká spoločnosť LOT Polish Airlines. V roku 2024 a to výhradne v mesiaci október sme zaznamenali aj prepravu nákladu leteckou spoločnosťou Austrian Airlines. Naopak, nízkonákladoví leteckí dopravcovia sa nijakým spôsobom nepodieľali na preprave nákladu. Predpokladáme, že dôvodom neposkytovania služieb tohto typu je uprednostnenie maximálneho využitia lietadiel v prevádzke a krátkych otočkových časov lietadiel. Zavedenie zložitejších systémov do prevádzky by nízkonákladovým leteckým dopravcom mohlo spôsobiť prevádzkové komplikácie alebo meškania. Objemy prepraveného nákladu vzrástli ročne v priemere 1,8-krát a počet prepravených pasažierov 1,2-krát. Miera obsadenosti letov v priebehu rokov dosahovala veľmi podobné hodnoty. Výnimkou je však prvá polovica roka 2022, kedy miera obsadenosti dosahovala v porovnaní so zvyškom roka nižšie hodnoty. Voľná hmotnosť lietadiel v čase odletu mala v priebehu daných rokov klesajúci charakter. Táto skutočnosť značí, že obsadenosť a naplnenosť lietadiel sa čoraz viac zvyšuje a približuje k optimálnym hodnotám. V priebehu sledovaného obdobia došlo k poklesu voľnej kapacity lietadiel na jednotlivých letoch v priemere o viac ako 1 % čo predstavuje približne 1 000 kilogramov.

Medzi najrelevantnejšie dôvody, pre ktoré nedochádza k maximálnej vyťaženosti kapacít nákladových priestorov lietadiel prepravujúcich ako náklad tak pasažierov patrí časová náročnosť procesov spojených s vykládkou, nakládkou a kontrolou nákladu. Leteckých dopravcov odrádza najmä fakt, že v im dané lietadlo generuje náklady z dôvodu dlhších otočkových časov, letiskových poplatkov a momentálnej nevyužitelnosti lietadla. Aj napriek dodatočným výnosom, ktoré im takáto služba dokáže vytvoriť je pre niektoré typy leteckých dopravcov ako sú nízkonákladoví leteckí dopravcovia prioritou maximálne vyťaženie lietadiel počas dňa, čo je častokrát v rozpore s maximalizáciou využitia dostupných kapacít nákladových priestorov lietadiel.

## 6. Návrh optimalizácie technických a logistických procesov

V tejto časti štúdie je predstavený návrh optimalizácie procesov na zvýšenie vyťaženia nákladových priestorov lietadiel prepravujúcich pasažierov a zatraktívnenie prepravy nákladu pre dopravcov, ktorí tieto služby zatiaľ neposkytujú. Návrh vychádza z analýzy údajov o preprave nákladu cez belly cargo na letisku Košice a obsahuje odporúčania založené na získaných poznatkoch.

### 6.1. Digitalizácia nákladovej a colnej dokumentácie

Jedným z hlavných problémov v oblasti leteckej prepravy nákladu je nedostatok vopred poskytnutých informácií o prepravovanom tovare. Ich skorá dostupnosť by poskytovateľom handlingových služieb umožnila efektívnejšie plánovať logistiku ako napríklad určiť potrebný počet pracovníkov, pripraviť vhodné technické vybavenie na manipuláciu so špeciálnymi typmi nákladu a zabezpečiť dostatočné skladové kapacity, čím by sa predišlo preplneniu skladov a poškodeniu tovaru. Zároveň by včasné sprístupnenie prepravných dokumentov umožnilo rýchlejšie colné konanie a lepšiu koordináciu celého logistického reťazca. Kľúčom k dosiahnutiu týchto benefitov je úplná digitalizácia dokumentácie (nákladový list, faktúra, baliaci list, colné a bezpečnostné dokumenty). Digitalizácia zabezpečí synchronizáciu medzi leteckými dopravcami, letiskami a colnými úradmi, čím sa zrýchlia a zefektívnia logistické procesy, ktoré doposiaľ predstavovali prekážku pre širšie využívanie nákladových priestorov osobných lietadiel na prepravu tovaru.

### 6.2. Zlepšenie koordinácie medzi terminálom pre pasažierov a poskytovateľmi služieb pozemnej obsluhy

Koordináciu medzi terminálom pre pasažierov a poskytovateľom pozemnej obsluhy pri preprave nákladu zabezpečuje dispečing, ktorý riadi celý proces odbavenia lietadla. Napriek digitálnym systémom existujú medzery, najmä v prepojení s pracovníkmi terminálu, čo vedie k nedostatku informácií o nakládke a vykládke nákladu a môže spôsobiť časové straty. Zavedenie integrovaného systému so zdieľaným prístupom by umožnilo lepšiu koordináciu medzi všetkými zložkami a eliminovalo by prestoje spôsobené čakaním na pokyny. Nastavením časových okien a limitov pre jednotlivé úkony by bolo možné znížiť oneskorenia a systém by v prípade meškania automaticky upozornil dispečing aj personál pri bráne. Takýto prístup by zlepšil plynulosť, predvídateľnosť a efektivitu odbavenia lietadiel pri kombinovanej preprave nákladu a cestujúcich.

### 6.3. Zverejňovanie dostupných kapacít nákladových priestorov lietadiel v reálnom čase

Nízke využitie nákladových priestorov osobných lietadiel často spôsobuje nedostatočná dostupnosť informácií o voľnej kapacite. Aktuálne zasielateľia zisťujú možnosti prepravy manuálne kontaktovaním cargo oddelení dopravcov, čo je neefektívne a časovo náročné. Tento problém by riešil digitálny systém umožňujúci v reálnom čase vyhľadávať, porovnávať a rezervovať dostupnú belly cargo kapacitu podľa letov, cien a špecifických požiadaviek na náklad. Zavedenie takéhoto

systemu by zvýšilo dostupnosť služby, skrátilo čas plánovania, zefektívnilo využívanie kapacít a zlepšilo tok informácií v logistickom reťazci.

## 7. Záver

Cieľom štúdie bolo vytvoriť návrh optimalizácie logistických a technických procesov v kombinovanej leteckej doprave so zameraním na efektívnejšie využitie voľnej kapacity v nákladových priestoroch osobných lietadiel (tzv. belly cargo). Úvodná časť sa venovala prehľadu leteckej nákladnej dopravy, charakteristike prepravovaného tovaru a súvisiacim logistickým procesom. V analytickej časti boli spracované faktory ovplyvňujúce množstvo belly cargo nákladu, vrátane sezónnosti, konkurencieschopnosti a administratívnych postupov. Praktická časť štúdie využila štatistické dáta z Letiska Košice z rokov 2022–2024, pričom sa analyzovali ukazovatele ako počet cestujúcich, objem nákladu, miera obsadenosti letov a voľná hmotnosť lietadiel. Výsledky poukázali na sezónne výkyvy a identifikovali potenciál pre optimalizáciu nákladnej prepravy.

Na základe týchto zistení boli spracované odporúčania vrátane digitalizácie nákladnej a colnej dokumentácie pre efektívnejšie plánovanie manipulácie s nákladom, zavedenia integrovaného komunikačného systému medzi terminálom a pozemnou obsluhou, a zverejňovania aktuálnej dostupnosti nákladových kapacít na pravidelných linkách.

Štúdia prináša teoretický aj praktický prínos, pričom navrhované riešenia sú aplikovateľné na slovenských aj zahraničných letiskách. Napriek spracovaniu dát z jedného letiska je metodika univerzálne využiteľná a otvára priestor pre ďalší výskum v oblasti digitalizácie a integrácie prepravných systémov v kombinovanej doprave. Navrhnuté opatrenia podporujú udržateľnejšiu a efektívnejšiu leteckú nákladnú dopravu.

## Referencie

1. Inbound Logistics (2023). 9 Types of Cargo: A Guide To Transporting Goods by Plane. Online. Dostupné na: <https://www.inboundlogistics.com/articles/types-of-air-cargo/> [citované 2024-11-3].
2. SCM EDU (bez dáta). All-Cargo Carrier. Online. Dostupné na: <https://scmedu.org/allcargocarrier/> [citované 2025-1-24].
3. Karl Gross (bez dáta). Which transport options are available for international shipping via air freight and which points need to be paid attention to? Online. Dostupné na: <https://www.karlgross.de/en/specializations/belly-freight-or-freighter> [citované 2024-11-3].
4. SCM EDU (bez dáta). Integrated Carrier. Online. Dostupné na: <https://scmedu.org/integratedcarrier/> [citované 2025-1-24].
5. ACRP WebResources (bez dáta). The Players in the Air Cargo Industry. Online. Dostupné na: <https://crp.trb.org/acrpwebresource1/the-players-in-the-air-cargo-industry/> [citované 2025-1-24].
6. HUANG, Ethan (2018). Types of Air Transportation. Online. Dostupné na: <https://www.morethanshipping.com/types-air-transportation/> [citované 2025-1-25].

7. HAYWARD, Justin (2022). Everything You Ever Wanted To Know About ULDs. Online. Dostupné na: <https://simpleflying.com/everything-you-ever-wanted-to-know-about-ulds/> [citované 2025-2-3].

8. BAJAJ, Sahil (2024). Air Cargo Pallets: Types, Benefits & Common Mistakes. Online. Dostupné na: <https://www.shiprocket.in/blog/air-cargo-pallets/> [citované 2025-2-3].

9. SKYbrary (bez dáta). Unit Load Device (ULD). Online. Dostupné na: <https://skybrary.aero/articles/unit-load-devices-uld> [citované 2025-2-3].

10. IATA (2021). What is Aircraft ULD in Air Transport? Online. Dostupné na: <https://www.iata.org/en/publications/newsletters/iata-knowledge-hub/what-is-aircraft-uld-in-air-transport/> [citované 2025-2-3].

11. ULD CARE (bez dáta). ULD Identification Codes demystified. Online. Dostupné na: <https://www.uldcare.com/articles/library/care/uld-identification-codes-demystified/> [citované 2025-2-3].