

SIMULAČNÍ MODUL PROCESU ODBAVENÍ A BEZPEČNOSTNÍ KONTROLY CESTUJÍCÍCH V TERMINÁLU LETIŠTĚ

Jaromír ŠIROKÝ, Pavlína HLAVSOVÁ

Katedra technologie a řízení dopravy

1. Úvod

V letecké dopravě, rovněž jako ve všech druzích dopravy, je snaha o minimální čas, strávený cestujícími na cestách. Moderní letouny dosahují takových rychlostí, že již není třeba je nadále zvyšovat. Kritickým místem je však odbavení cestujících, které je oproti ostatním druhům dopravy časově velmi náročné a představuje značný nárůst na celkové době přepravy, oproti kupříkladu konkurenční vysokorychlostní železniční dopravě.

Příspěvek se bude zabývat možností optimalizace procesu odbavení a bezpečnostní kontroly cestujících v terminálu letiště s využitím simulačního programu. Navržený model vychází z reálných parametrů a je simulován v prostředí programu Tehnomatix Plant Simulation. V tomto programu bude simulován výchozí stav řešení tak i návrhy změn způsobů odbavení a bezpečnostní kontroly a jejich následné vyhodnocení. Při simulaci bude využito teorie hromadné obsluhy. V principu se jedná o hromadění zákazníků a tedy požadavků do front před zařízením, které poskytuje určitou formu obsluhy. Omezujícími kritérii pro optimalizaci jsou provozní podmínky letištního terminálu, finanční prostředky a s tím související personální zdroje, právní normy vztahující se k bezpečnosti v letecké dopravě a zachování ukazatele míry komfortu.

2. Simulace jako nástroj pro zkoumání charakteristik systému hromadné obsluhy

Základní myšlenkou simulace je co nejpřesněji napodobit chod stochasticky se chovajícího systému a experimentováním s modelem zkoumat chování systému. Tak je umožněno předvídat chování systémů při různých změnách vnitřních i vnějších podmínek a vyhledat takové hodnoty výstupních veličin modelu, které vyhovují předem stanoveným požadavkům. Vstupní hodnoty tohoto řešení jsou pak aplikovatelné pro reálný systém.

Simulace je moderním nástrojem, umožňujícím prověření možných úprav systému, aniž by musely být reálně provedeny. Využívají se zejména u dynamických komplikovaných systémů, kde by bylo extrémně obtížné nebo nemožné využití analytických metod a finančně, organizačně nebo časově náročné realizovat konkrétní změny prakticky. Principem simulace je tedy nahrazení skutečného systému jeho simulátorem a provádění a souhrnné vyhodnocování experimentů na principu „co když“. Výsledek se tedy zjišťuje pozorováním. Jelikož se jedná o informaci v konkrétně zadaných podmínkách, za jakých bylo simulační posouzení provedeno, jedná se o výsledky suboptimální.

Velkou výhodou počítačového modelování oproti analytickým metodám je, že s rostoucí složitostí systému vynikají výrazněji přednosti simulace. Naopak stinnými stránkami jsou složitá interpretace výsledků experimentů, časová nebo i hardwarová náročnost vytvoření obrazu reálného systému či nutnost odborných školení pro orientaci v softwarech. Pokud rozsah problému umožňuje využít analytického modelu, je výhodnější ho upřednostnit, simulační softwary jsou vhodnější spíše pro posouzení několika variant, než pro hledání optimálního řešení na množinách s vysokými (nebo i nekonečnými) počty prvků.

Tecnomatix Plant Simulation je produktem Siemens PLM Software. Produktová řada Tecnomatix představuje komplexní řešení digitální výroby pro snížení nákladů a zvýšení produktivity. Následující informace jsou čerpány ze zdroje. Samotný Plant Simulation je softwarovým nástrojem pro modelování simulací, optimalizací a řízení výrobních, plánovacích a logistických systémů. V jeho prostředí jsou vytvářeny dynamické počítačové modely, sloužící k poznání vlastností a chování reálných, ať už fungujících, nebo plánovaných procesů.

Tento objektově orientovaný interaktivní software s hierarchickou strukturou, využívající dědičnosti vlastností objektů, umožňuje uživateli provádět experimenty a jejich grafické, analytické a statistické vyhodnocování bez fyzického zásahu do procesu, čímž šetří čas i peníze uživatelských subjektů a snižuje investiční riziko včasným ověřením simulacemi. Pro analýzu nabízí široké spektrum modulů, jako jsou Ganttův diagram, Sankey Diagram, Analyzátor úzkých míst, Statistický analyzátor či Manager pro řízení experimentů. Architektura programu je otevřená, umožňuje vlastní tvorbu objektů a knihoven. Parametrizace objektů je jednoduchá, je však umožněno i sofistikované vytváření vlastních atributů k objektům. Programovací jazyk SimTalk, umožňující

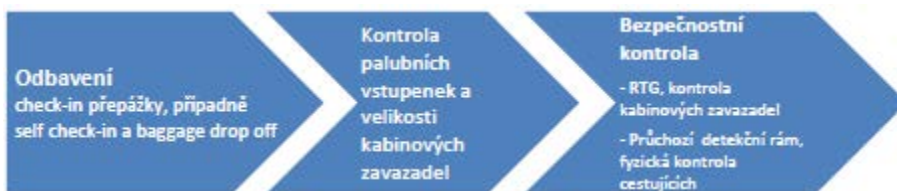
Jaromír Široký, Pavlína Hlavsová:

programování metod, řídicích chování objektů je obdobou jazyka C++. Software využívá generování náhodných čísel, dále pak velkého spektra matematických rozdělení a genetického algoritmu pro automatickou optimalizaci parametrů systému.

3. Systém odbavení a bezpečnostní kontroly na letištích

Pro leteckou dopravu je specifický velmi odlišný proces odbavení, než je tomu u ostatních druhů dopravy. Vše vychází z mezinárodního charakteru letecké dopravy. Na provoz letecké dopravy jsou kladeny mezinárodní předpisy, jež musí být bezpodmínečně dodržovány.

Mezinárodní letiště jsou rozdělena na veřejné části a neveřejné části. Podmnožinou neveřejné části je pak vyhrazený bezpečnostní prostor SRA (Security Restricted Area), tedy prostor za bezpečnostní kontrolou (BEK). Z důvodu nutnosti provedení bezpečnostní kontroly a členění letiště na zmiňované prostory je proces odbavení cestujících časově i organizačně náročnější.



Zdroj: autoři

Obr. 1 Schéma komplexního odbavení cestujících

Cestující vstupuje z okolí do veřejného prostoru letiště. Zde se nachází odbavení, kde jsou vydávány letenky a oddělována přeprava zavazadel zapsaných. Ta cestujícímu nejsou během přepravy k dispozici, jedná se tedy o zavazadla, která cestující odevzdá dopravci k přepravě v nákladovém prostoru zpravidla téhož letadla, kterým je přepravován on sám.

Po procesu odbavení je třeba dostavit se ke stanovišti bezpečnostní kontroly. Bezprostředně před ní dochází zpravidla ke kontrole palubních vstupenek, čímž je vyloučen vstup neoprávněných osob do neveřejné části letiště. Zároveň s tím bývá kontrolována velikost kabinových zavazadel, jež si určuje letecká společnost. V případě letů mimo schengenský prostor je před bezpečnostní kontrolou prováděna celní a pasová kontrola.

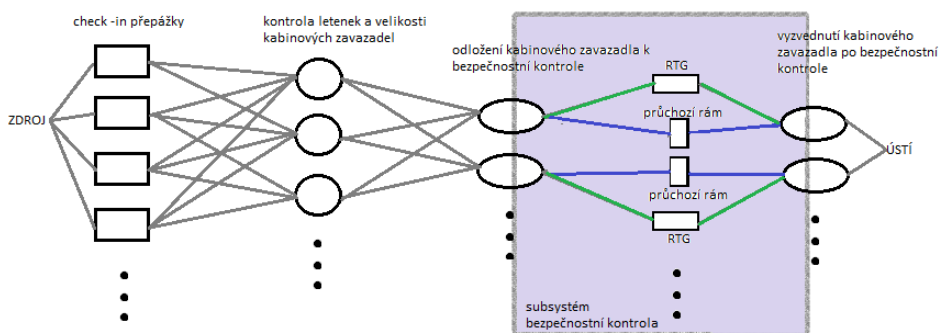
Každý cestující je povinen podrobit se bezpečnostní kontrole v rozsahu stanoveném výše zmíněnými předpisy. Nejčastěji využívanými technickými prostředky pro bezpečnostní kontrolu jsou RTG zařízení pro kontrolu zavazadel, průchozí rámový detektor kovů či ruční detektor kovů. Podrobením se bezpečnostní kontrole je pro cestujícího proces komplexního odbavení ukončen. Dále pak vyčkává v SRA na pokyn k příchodu k příslušné odletové bráně (gate) a nástupu do letadla. Celý systém je pro shrnutí schematicky uveden na obrázku 1.

Z pohledu teorie hromadné obsluhy se jedná o systém, kde příchody zákazníků v rámci jednoho odletu (tedy cestujících) tvoří náhodný proces. Příchody zákazníků z pohledu celého systému jsou dle určitého plánu s náhodnými odchylkami.

Tvoří jej 3 typy linek obsluhy, kterými jsou check-in přepážka, kontrola letenek a velikosti zavazadel a bezpečnostní kontrola. Tyto 3 typy linek jsou sériově zapojeny. Na letištích je využíváno několika paralelně fungujících linek obsluhy stejného typu (určitý počet check-in přepážek, určitý počet RTG). Doby obsluhy charakterizují náhodné veličiny. V rámci jedné linky jsou cestující obsluhováni jednotlivě.

4. Odbavení na letišti jako dopravní systém

Abstrakcí lze odbavení na letišti zjednodušeně popsat jako dopravní síť znázorněnou na obrázku 2. Zdrojem je okolí letiště a ústím je vstup do SRA.



Zdroj: autoři

Obr. 2 Systém odbavení a bezpečnostní kontroly jako dopravní síť

Elementy systému jsou cestující a jejich kabinová zavazadla. Co se týče svrchních částí oděvu a dalších doplňků cestujících, které cestující předkládá ke kontrole stejným způsobem, jako kabinová zavazadla cestujících, v systému budou považovány jako součást elementu kabinová zavazadla. Cestující mají vždy jednu ze dvou vlastností, jsou muž/žena, při průchodu detekčním rámem jsou/nejsou alarmováni. Tyto vlastnosti lze považovat za atributy prvku cestující.

Elementy se pohybují s výjimkou subsystému bezpečnostní kontroly vždy po dávkách (element cestující + element kabinové zavazadlo), eventuálně jednotlivě (element cestující). Cestujícího lze považovat za náležitost soupravy cestující a kabinové zavazadlo.

Pro subsystém bezpečnostní kontroly je nutno definovat, že se v něm elementy soupravy pohybují samostatně po jiných trasách. Před ústím se opět spojují v dávky stejného složení, jako do systému vstupovaly. Trasa zavazadla (na obrázku 2 v podsystému zaznamenána zeleně) je v podsystému pevně dána a jeho pohyb je zajištěn automaticky, z čehož plyne, že cestující musí respektovat trasu zavazadla, nemůže změnit libovolně svou trasu. Trasu cestujícího tvoří na obrázku 2

Jaromír Široký, Pavlína Hlavsová:

modré úseky. Uzly RTG jsou tudíž určeny jen pro zavazadla, průchozí rámy jen pro cestující. Trasu si cestující volí z hlediska volby RTG, v některých případech si vybírá check-in přepážku. To je však ovlivněno druhem odbavení na letišti, pokud jde o odbavení podle letu, cestující si vybírá např. ze dvou přepážek check-in, kde je možno odbavit se na příslušný let.

Uzly sítě jsou obslužná zařízení, tedy check-in přepážky, samoobslužné odbavovací kiosky, stanoviště pro kontrolu letenek a velikosti zavazadel, místo odevzdání kabinových zavazadel k bezpečnostní kontrole, RTG, průchozí detekční rám a místo vyzvednutí kabinových zavazadel po bezpečnostní kontrole. Před těmito uzly je možná a v praktickém provozu v mnoha případech nevyhnutelná tvorba fronty.

Formulace modelu

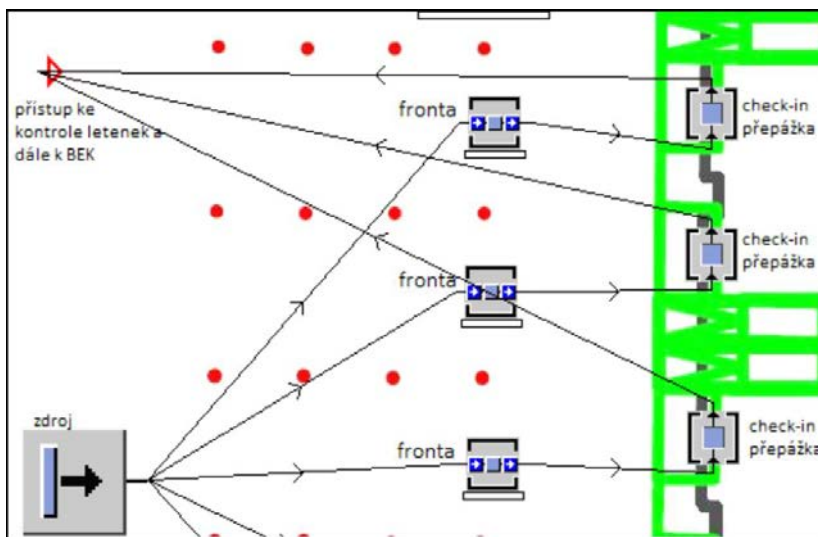
Základním předpokladem pro tvorbu modelu je zákaz předbíhání cestujících v celém systému. Prakticky se tento jev vyskytuje, pro model byl však vyloučen, s výjimkou průchodu bezpečnostním rámem, kdy cestující využívá vždy volného rámu. V praxi dochází také často ke shlukování cestujících a jejich společnému absolvování jednotlivých procedur, např. při cestování rodin s dětmi je toto téměř bez výjimky pravidlem. Ačkoliv tuto skutečnost model nezohledňuje, při analýze délek procesů pro sestavování modelu byl brán na zmíněný jev zřetel, délky byly přepočteny na jednotky cestujících.

Tecnomatix Plant Simulation je primárně určen pro modelování a simulaci výrobních systémů a jejich procesů a umožňuje tak optimalizovat tok materiálu, využití zdrojů a logistiku. Do architektury programu bylo třeba zasahovat a upravovat ji pro aplikaci na konkrétní případy procesů na letišti tak, aby konečný model co nejvíce odpovídal reálnému systému odbavení a BEK na letišti, což vyžadovalo velké úsilí při tvorbě. Ačkoliv se tato skutečnost jeví jako nevýhoda, v jistých případech je program díky své obecné charakteristice a variabilitě použití lépe aplikovatelný.

Tvorba modelu

Model je uzavřeným dynamickým systémem. Plán dotčené části terminálu je přílohou součástí práce, konkrétně přílohou C. Na základě tohoto plánu byl vytvářen model celého systému. Zadaný interval spolehlivosti modelu je 0,05. Model by měl vykazovat maximálně 5% rozdíl v chování oproti reálnému systému.

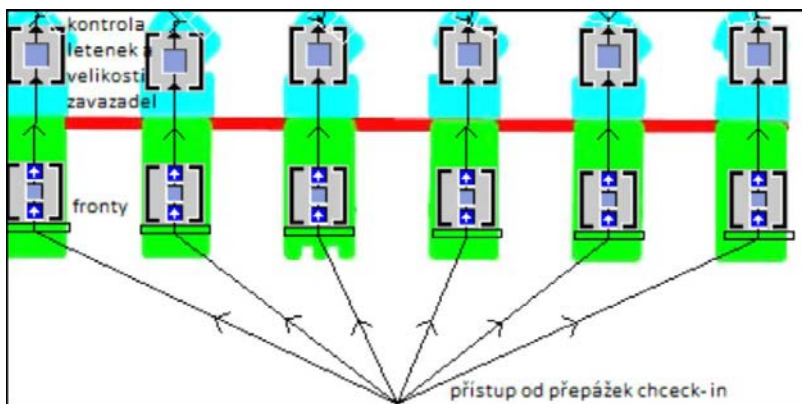
Část odbavení je částí přímo napojenou na zdroj elementů, vstupujících do sítě. Jedná se o 60 check-in přepážek, před každou z nich je fronta o libovolném počtu cestujících. Odbavuje se dle letu, cestující přichází k přepážce přímo určené pro konkrétní let (případně k přepážce příslušné letecké společnosti). Tento počet je stejný jako počty cestujících ve frontách před bezpečnostní kontrolou předmětem pozorování při následných modifikacích odbavení. Obrázek 3 je názornou ukázkou bloku check-in a zobrazuje systém vazeb mezi zdroji, fronty před check-in přepážkami a samotnými přepážkami, který je v této části modelu pro každou přepážku stejný.



Zdroj: autoři v prostředí Tecnomatix Plant Simulation

Obr. 3 Schéma odbavení

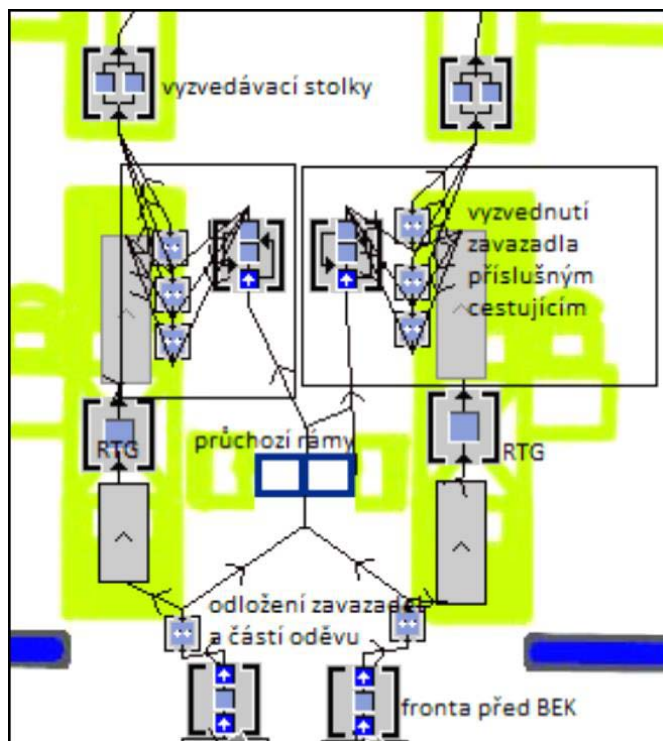
Další částí, napojenou na odbavení je kontrola palubních vstupenek a velikosti kabinových zavazadel. Počet stanišť k tomu určených je 6, před každým z nich se případně hromadí fronta cestujících, tak, jak je včetně vazeb názorně ukázáno na obrázku 4. Jedná se o sériové procesy a fronty s neohraničenou kapacitou.



Zdroj: autoři v prostředí Tecnomatix Plant Simulation

Obr. 4 Schéma kontroly zavazadel a letenek

Za tímto procesem se cestující hromadí dle příchodu do jedné společné fronty, která je v reálu ohraničena páskami, usměřujícími tok cestujících k bezpečnostní kontrole. Co se týče samotné bezpečnostní kontroly, jedná se o nejnáročnější část modelu. Schéma s jednotlivými vazbami je uvedeno na obrázku 5.



Zdroj: autoři v prostředí Tecnomatix Plant Simulation

Obr. 5 Schéma BEK

V systému se nachází 6 takto uspořádaných dvojic RTG, které jsou do systému zapojeny sériově. Za vyzvedávacími stolky vedou vazby do konečného ústí. Jeden RTG je využíván výhradně pro cestující první business. Jejich odbavení probíhá plynule, do tohoto modelu nebylo zahrnuto.

Cestující k BEK přichází ze zmíněné jedné společné fronty a logicky si vždy vybírají to otevřené pracoviště, kde je nejmenší fronta. Případy, kdy tomu tak v praxi není, v modelu vynecháváme. Na jeden let se zpravidla otvírají 2 pracoviště BEK, tedy 2 RTG. Fronta před BEK je paralelně napojena na odkládací stolky. Cestujícího se zavazadlem lze považovat za komplet, cestující sám o sobě je náležitostí. Zde se kompletu přiřadí konkrétní atribut, a to z důvodu, aby byla po kontrole osob i zavazadel každé osobě přiřazeno jeho vlastní zavazadlo. Zmíněným atributem je pořadí, ve kterém přicházel. To je zabezpečeno následujícím algoritmem, vytvořeném v programu SimTalk, jehož syntaxe je na základě jazyka C++.

Vstupní data pro tvorbu modelu

Základním předpokladem pro tvorbu modelu systému je co nejpřesnější znalost jednotlivých částí systému. Správnost vstupních dat je velice citlivou záležitostí modelování, jelikož může silně ovlivnit diferencii modelu s reálným systémem.

V tomto případě se jedná o velmi problematickou záležitost. Pro procesy na letištích je stěžejním procesní čas jednotlivých činností. Ten je však vzhledem k vnějším podmínkám velice proměnlivý. Obzvláště pak v případě bezpečnostní kontroly jsou tato data často špatně interpretovatelná. Na cestující působí množství vlivů, které často ovlivní způsob chování a rozhodování jednotlivců. Příkladem je rozdíl časové délky bezpečnostní kontroly u cestujícího, jenž je zvyklý cestovat letecky a automaticky se kontrole podrobí, tudíž se mu personál věnuje minimálně a pasažéra s horší adaptací, využívajícího leteckou dopravu zřídka či dokonce poprvé. Dalším významným vlivem je čekání ve frontách, jenž negativně ovlivňuje psychiku cestujících a tím často zprostředkovaně i průběh samotné bezpečnostní kontroly. Rovněž tak fronta za cestujícím může mít efekt rychlejšího průběhu procesu, lze pozorovat, že cestující procházející BEK jako jedni z posledních stráví na bezpečnostní kontrole mnohem více času, než ti pozorující hromadění osob za nimi, ovšem za podmínky, že nejsou v časové tísně z důvodu blízkého se STD (Scheduled Time of Departure - plánovaný čas odletu). U určitých národů lze pozorovat také jejich charakteristické chování. Doby odbavení se tedy často se liší let od letu.

Snadným přepočtem pak lze získat průměrné počty příchozích cestujících na odbavení průměrného letu. V čase 120 minut před STD tedy přichází cca 23 cestujících, v čase 105 minut před STD cca 24 cestujících, 75 minut předem přibližně 32 cestujících, hodinu před odletem průměrně 44 cestujících a 45 minut před STD zbytek. Hodnoty nelze brát jako dogma, let od letu se výrazně liší, avšak jako statistické údaje jsou využitelné, pro účely příspěvku vhodné.

Kalibrace a validace modelu

Kalibrace, neboli nastavení parametrů modelu je při tvorbě modelu procesem stěžejním a velmi rizikovým. Model se tím co nejvíce přizpůsobuje skutečné podobě systému. Teorie se přiklání k tomu, že veškerá data použitá v modelu by měla zůstat autentická a beze změny. Prakticky však docházíme k tomu, že k co nejpřesnějšímu napodobení originálního systému modelem je třeba model kalibrovat a data upravovat.

V programu STATISTICA byla provedena analýza dat naměřených v terminálu letiště a na jejím základě určeny charakteristiky statistického rozdělení dob trvání jednotlivých procesů. Tabulka 1 obsahuje jednotlivé procesy a statistické funkce, udávající časové zpoždění procesu.

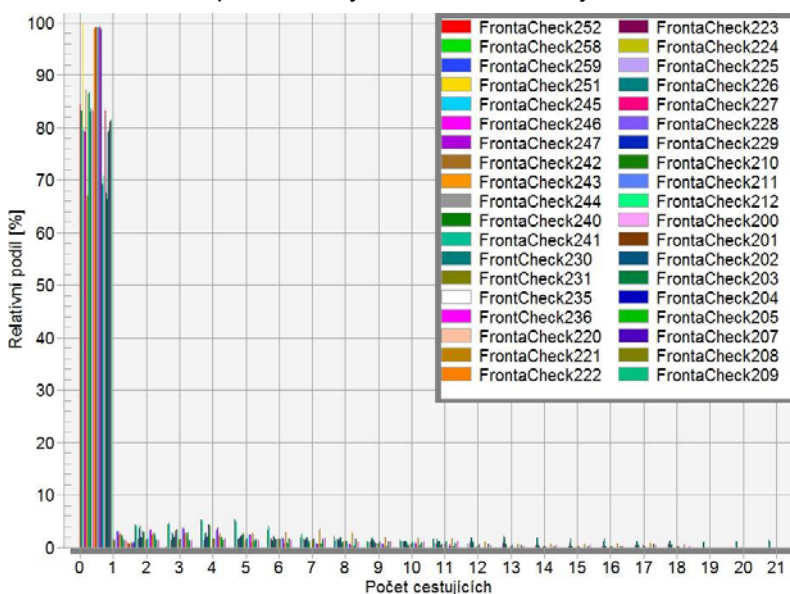
Tab. 1 Doby trvání jednotlivých procesů

Proces	Doba trvání
Odbavení na klasické check-in přepážce	$F(x) = 300 \cdot 10 \cdot \text{lognorm}(x; 4.058; 0.4525)$
Odbavení pomocí CUSS kiosku	$F(x) = 300 \cdot 10 \cdot \text{gamma}(x/25.453; 4.4525)/2.3904$
Kontrola letenky a velikosti zavazadla	$F(x) = 100 \cdot 1,5 \cdot \text{gamma}(x/2.3904; .2575)/2.3904$
Odkládání zavazadel a oděvů ke kontrole	$F(x) = 300 \cdot 5 \cdot \text{gamma}(x/14.3766; 2,2917)/14,3766$
Kontrola pomocí RTG	$F(x) = 300 \cdot 5 \cdot \text{expon}(x; 0.0464)$
Fyzická kontrola osob	$F(x) = 100 \cdot 2 \cdot \text{lognorm}(x; 3.31332; 0,2955)$
Vyzvednutí zavazadel a části oděvů	$F(x) = 300 \cdot 10 \cdot \text{gamma}(x/25,6701; 2,1815)/25,6701$

Zdroj: autoři, analýza pomocí software STATISTICA

Zjištěné charakteristiky systému

Konstrukcí modelu byly stanoveny vazby mezi jednotlivými procesy v systému, následně byla provedena simulace provozu v modelovaném období 9:30 až 14:30. Byla zjištěna propustnost systému 589 cestujících/hod. Celkový podíl doby strávený ve frontách na celkové době průchodu systémem odbavení je 24 %.



Zdroj: autoři v prostředí Tecnomatix Plant Simulation

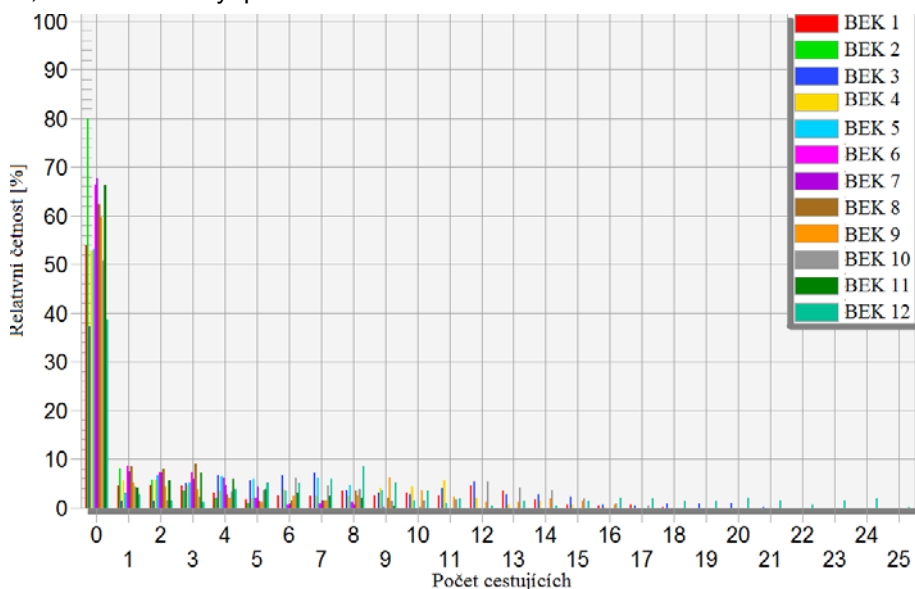
Obr. 6 Histogram počtu cestujících před check-in přepážkami

Maximální počet cestujících ve frontách před přepážkami odbavení je 21 cestujících. Obrázek 6 znázorňuje relativní podíl obsazení front před odbaveními v procentech. Jde tedy o funkční závislost časového podílu na počtu cestujících ve frontě

před jednotlivými check-in přepážkami, které jsou odlišeny barevně a označeny zkráceně „FrontaCheck“+ číslo check-in přepážky.

Ve frontách před kontrolou palubních vstupenek nedochází současně k hromadění více než čtyř cestujících. Před bezpečnostní kontrolou je však situace odlišná. Cestující se hromadí ve frontách dle histogramu na obrázku 6. Jednotlivé fronty jsou označeny číslem, odpovídajícím pořadí umístění pracoviště bezpečnostní kontroly. Maximální pozorovaná délka fronty je 25 cestujících.

Fronty takovýchto rozměrů před BEK a před odbavením jsou nežádoucí, znepříjemňují cestujícím požitky z využití služeb letecké společnosti, potažmo letiště, snižují LOS (Level of Service – úroveň služeb definovaná v IATA) a snižují dynamickou propustnost terminálu. Vstupy do procesu odbavení nejsou letištěm ovlivnitelné, jedná se o individuální rozhodnutí cestujících. V případě fronty před BEK jsou vstupem výstupní charakteristiky procesu odbavení. Následovníkem fronty před BEK je několik dílčích procesů, které mohou být příčinou těchto front.

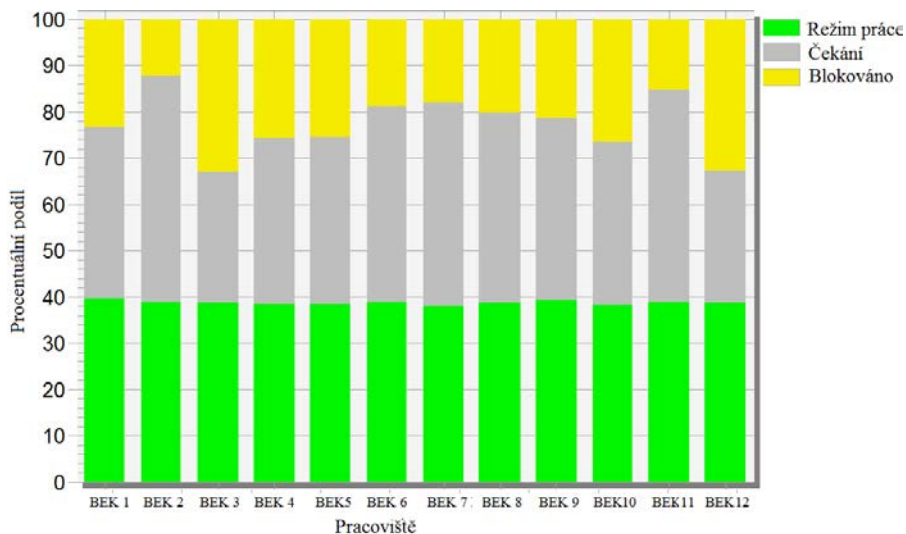


Zdroj: autoři v prostředí Tecnomatix Plant Simulation

Obr. 7 Histogram počtu cestujících ve frontách před BEK

Co se týče části modelu, simulující odkládání zavazadel do přepážek k tomu určených pro kontrolu RTG, lze pozorovat blokování procesu. Prakticky to znamená, že cestující již odložil patřičné předměty do přepravek, ve své chůzi k bezpečnostní kontrole rámem však nemůže pokračovat z důvodu vyčerpání kapacit front těsně před bezpečnostní kontrolou, nebo situaci, kdy cestující dále projde rámem, jeho zavazadlo však zůstává na tomtéž místě, jelikož je průchod zavazadel pozastaven z důvodu probíhající kontroly v RTG zařízení. Pásy, přepravující zavazadla do RTG zařízení, jsou

rovněž blokovány a před rámem dochází k hromadění front. Podíl blokace tzv. „odkládacích“ stolků je spolu s podílem čekání na cestujícího znázorněn na obrázku 8.



Zdroj: autoři v software STATISTICA

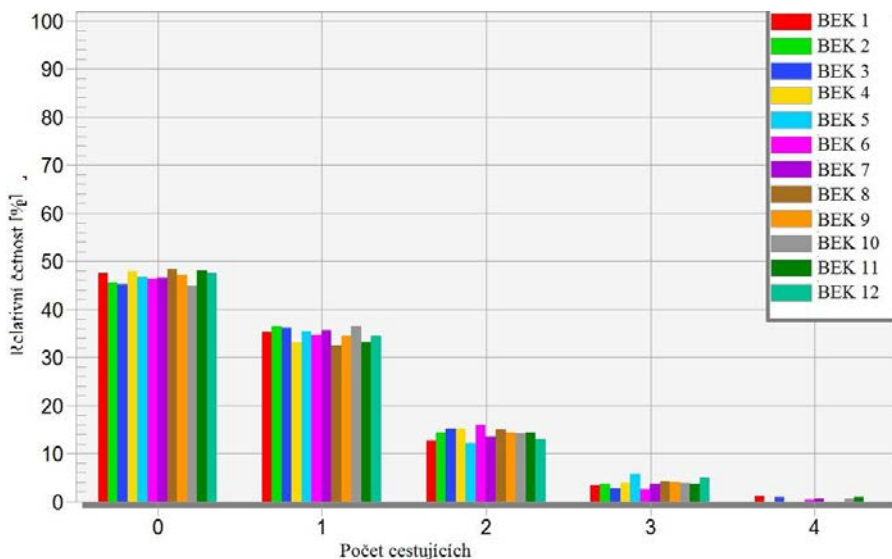
Obr. 8 Využití RTG zařízení

U procesu kontrola pomocí RTG zařízení lze zpozorovat jiný průběh. Zařízení je vždy buď ve fázi probíhající kontroly zavazadla, nebo čeká na zavazadlo příchozí. Stejně tak není žádným následujícím procesem blokováno ani proces fyzické kontroly cestujících. Z tohoto faktu lze usoudit, že nedochází k situaci, kdy na pásu za RTG zařízením současně čekala zavazadla na cestující.

Statistiky udávají cca 2 % blokace v místě před vyzvedávacím stolcem, tedy v bodě, kdy má cestující v úmyslu vyzvednout si své zavazadlo. Tato blokace je způsobena časovou náročností samotného procesu vyzvedávání zavazadel po kontrole RTG a nízkou kapacitou těchto tzv. vyzvedávacích stolků. Ty jsou kapacitně obsazeny dle histogramu na obrázku 9.

Jednoduchou úvahou vycházející z precedenční a sekvenční analýzy, jakožto aparátů systémové analýzy, lze dojít k závěru, že by v praxi i při simulaci odbavení modelem pozorovaný efekt hromadění cestujících v místě vyzvedání zavazadel, mohl být dán nejen časovou náročností tohoto procesu, ale také čekáním na kontrolu kabinového zavazadla pomocí RTG. Ta jest přímým předchůdcem a na základě pozorování procesu odbavení v praxi se zdá být jedním z kritických bodů systému.

Na základě simulace tedy byla zjištěna úskalí celého systému, která spočívají v procesech odkládání kabinových zavazadel ke kontrole RTG, samotná kontrola RTG zařízením a vyzvedávání kabinových zavazadel po průchodu rámem. Před/za těmito procesy se nejčastěji kumulují fronty cestujících větších rozměrů.



Zdroj: autoři v software STATISTICA

Obr. 9 Histogram počtu cestujících u vyzvedávacích stolků po BEK

5. Závěr

Hlavním cílem tohoto příspěvku byla prezentace modelu bezpečnostní kontroly a odbavení terminálu. Tento model by pak měl být využitelným prostředkem k posouzení návrhů změn organizace odbavení a bezpečnostní kontroly. Model byl funkčně vytvořen a v rozsahu dostupných dat byla provedena analýza dat potřebných ke kalibraci modelu. V rámci prezentace příspěvku proběhla kalibrace a validace modelu. Byla použita data z dalších měření jednotlivých procesů, které byly uskutečněny na jaře 2013. Analýza většího množství dat přispěje k přesnosti modelu.

Simulací provozu terminálu při navržených změnách budou pozorovány odlišnosti v chování systému. Při respektování zadaných omezujících podmínek dojde k vyhodnocení optimální z nich. Analýza dat poukazuje na problematičnost v procesu vyzvedávání kabinových zavazadel, která byla kontrolována pomocí RTG, a to v místě za RTG po průchodu cestujícího detekčním rámem. Možným návrhem opatření pro zvýšení plynulosti provozu systému se jeví zvýšení kapacity tzv. „vyzvedávacích“ stolků, a to např. jejich prodloužením. Dalším návrhem by pak mohlo být efektivní využití self check-in přepážek.

Předloženo: 29. 5. 2103

Literatura

1. BULÍČEK, Josef. *Modelování technologických procesů v dopravě*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 220 s. ISBN 978-80-7395-442-0, (2011).
2. *Simulace podnikových procesů*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 201 s. ISBN 978-80-251-1649-4, (2007).
3. LINDA, Bohdan. *Stochastické metody operačního výzkumu*. Vyd.2. Bratislava: STATIS, 110 s. ISBN 978-80-85659-59-7, (2007).
4. LINDA, Bohdan a Josef VOLEK. *Lineární programování*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 139 s. ISBN 978-80-7395-038-5, (2007)..
5. *Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.* [online]. 2013 [cit. 2013-1-6]. Dostupné z: http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/rospekty
6. *Letiště Praha* [online]. 2010 [cit. 2013-1-21]. Dostupné z: <http://www.prg.aero/cs/>
7. TRAFFIC REPORT 2012. In: [online]. [cit. 2013-02-06]. Dostupné z: <http://www.prg.aero/en/business-section/aviation-business/statistics-and-reports/prague-airport-traffic-reports/Contents.4/0/18C06725D35561C64C9381EF72A3378F/resource.pdf>
8. FOTOLIBRA 2005. In: [online]. [cit. 2013-02-09]. Dostupné z: <http://gb.fotolibra.com/images/previews/785792-florida-miami-airport-air-canada-carry-on-luggage-size-information.jpeg>

Resumé

SIMULAČNÍ MODUL PROCESU ODBAVENÍ A BEZPEČNOSTNÍ KONTROLY CESTUJÍCÍCH V TERMINÁLU LETIŠTĚ

Jaromír ŠIROKÝ, Pavlína HLAVSOVÁ

Příspěvek se zabývá možností optimalizace procesu odbavení a bezpečnostní kontroly cestujících v terminálu letiště s využitím simulačního programu. Navržený model vychází z reálných parametrů a je simulován v prostředí programu Tecnomatix Plant Simulation. V tomto programu bude simulován výchozí stav řešení tak i návrhy změn způsobů odbavení a bezpečnostní kontroly a jejich následné vyhodnocení. Při simulaci bude využito teorie hromadné obsluhy. V principu se jedná o hromadění zákazníků a tedy požadavků do front před zařízením, které poskytuje určitou formu obsluhy. Omezujícími kritérii pro optimalizaci jsou provozní podmínky letištního terminálu, finanční prostředky a s tím související personální zdroje, právní normy vztahující se k bezpečnosti v letecké dopravě a zachování ukazatele míry komfortu.

Summary

THE SIMULATION OF PASSENGER CHECK-IN AND SECURITY CHECK IN AN AIRPORT TERMINAL

Jaromír ŠIROKÝ, Pavlína HLAVSOVÁ

The paper deals with the possibilities of optimizing the process of passenger check-in and security checks in the airport terminal using simulation program. The proposed model is based on real parameters and is simulated in the environment of the Tecnomatix Plant Simulation. The program will be simulated baseline solutions and proposals for amendments ways and security clearance checks and their subsequent evaluation. In the simulation is used queuing theory. In principle, it is an accumulation of customer requirements and therefore to the front before the device that provides a form of service. Restrictive criteria for optimizing the operating conditions of the airport terminal, financial resources and related human resources, legal standards relating to safety in air transport and preservation indicators of comfort.

Zusammenfassung

DER SIMULATIONSMODUL FÜR PROZESS DER CHECK-IN UND SICHERHEITSKONTROLLEN DER PASSAGIERE IN EINEM FLUGHAFEN-TERMINAL

Jaromír ŠIROKÝ, Pavlína HLAVSOVÁ

Die Arbeit beschäftigt sich mit den Möglichkeiten der Optimierung des Prozesses der Abfertigung und Sicherheitskontrollen der Passagiere im Flughafen-Terminal mit Simulationsprogramm. Das vorgeschlagene Modell basiert auf realen Parametern simuliert in Tecnomatix Plant Simulation. Das Programm simuliert Basislinienlösungen und Vorschläge für Änderungen und Wege Sicherheitsüberprüfung und deren anschließende Auswertung sein. In der Simulation sind Warteschlangentheorie verwendet werden. Im Prinzip ist es eine Ansammlung von Kundenanforderungen und daher an der Vorderseite vor dem Gerät, das eine Form von Dienst bereitstellt. Restriktive Kriterien zur Optimierung der Betriebsbedingungen des Flughafen-Terminal, finanzielle Ressourcen und die damit verbundenen Personal, Recht Normen in Bezug auf Sicherheit im Luftverkehr und Erhaltung Indikatoren für Komfort.