

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Simulační studie pro projekt k předmětu IMS

Výlet lodí ze Southamptonu na západ Středozemního moře.

T6: SHO Model logistiky - hromadná osobní přeprava

Obsah

1	Úvod	2
1.1	Autor a zdroje faktů	2
2	Fakta	2
3	Koncepce modelu a simulační program	5
3.1	Koncepce modelu	5
3.2	Provedení simulačních experimentů	6
4	Experimenty	6
4.1	Experiment 1	7
4.2	Experiment 2	7
4.3	Experiment 3	8
4.4	Experiment 4	8
4.5	Experiment 5	9
5	Závěr	9

1 Úvod

Cílem této studie je provést simulaci, v rámci které bude vytvořen model turistického toku v populární výletní lokalitě - Středozezemním moři. Podle statistik[6] se trh výletních plaveb po Covidu-19 oživil a v letech 2022 a 2023 dokonce vzrostl v počtu cestujících. V roce 2022 se počet cestujících do této lokality pohyboval kolem 2,628.6 milionů[1].

V roce 2023 celkový počet lidí cestujících na plavbu činí přibližně 31,5 milionů, ve srovnání s předpandemickým rokem 2019 (29,7 milionů). Vzhledem k velikosti trhu výletních plaveb po moři bylo rozhodnuto zvolit toto téma pro modelování toku turistů/cestujících z jednoho z největších evropských přístavních měst, Southamptonu, do jedné z populárních výletních lokalit, Středozezemního moře.

Bylo rozhodnuto provést simulaci z pozice plavební společnosti, která má zájem vstoupit na trh výletních plaveb v dané turistické lokalitě spuštěním své lodi a získat 20% trhu.

Cílem simulace je určit počet výletů potřebných pro vybranou destinaci, aby bylo možné získat 20% trhu. Sekundárním cílem je určit minimální dobu, která by měla uplynout mezi jednotlivými výlety. Simulace je zaměřena především na určení optimálního počtu výletů a není zcela podrobná, nezohledňuje všechny možné situace, které mohou nastat. Důvody zanedbání některých detailů jsou popsány v kapitole vysvětlující koncepci modelu[3].

1.1 Autor a zdroje faktů

Autorem této práce je Kambulat Alakaev.

Výchozí údaje byly založeny na statistikách z tohoto zdroje[17] a informace o samotných výletech byly čerpány z těchto stránek [11][18]. Technické informace byly čerpány z materiálů k předmětu IMS.

2 Fakta

Podle statistik[3] za rok 2022 počet Evropanů cestujících výletními loděmi činil 5,73 milionů, z toho 1,663 milionů [4] cestovalo ze Spojeného království a Severního Irska, což je v pořadí druhé místo po Německu. V roce 2022 činil počet cestujících z Evropy, kteří cestovali na plavbu po středním a západním Středomoří, 2,041 milionů[13].

Podle statistického webu[5] počet cestujících z Spojeného království a Severního Irska, kteří se v roce 2022 vydali na plavbu do výše uvedené lokality, činí 457 000, což představuje přibližně 28% všech cestujících, kteří se z výše uvedené oblasti cestovali. Vedoucím přístavem v počtu plaveb ze Spojeného království v 2022 roce podle údajů[2] byl přístav ve Southamptonu (1,768 milionů osob). Procentní podíl osob cestujících ze Southamptonu vzhledem ke všem cestujícím ze Spojeného království, kteří se v roce 2022 plavili na plavbách, činí přibližně 89%. Všechna procenta byla vypočtena na základě informací z výše uvedených zdrojů.

Podle údajů turistického agregátoru[11] nejčastější výletní trasy ze Southamptonu do Středomoří vedou přes Portugalsko a Španělsko. Dále jsou zobrazeny ukázky cestovních tras s vyznačením měst, ve kterých mají lodě linkové dopravy v této lokalitě zastávky. Obrázky jsou ze stránek agregátoru[11].



Obrázek 1: Ukázka první cestovní trasy plavby



Obrázek 2: Ukázka druhé cestovní trasy plavby

Na základě zjištěných informací[7] 43% cestujících ze Spojeného království a Severního Irska v roce 2022 upřednostnilo plavbu na 7 dní, zatímco plavby na 8 až 13 dní nebo na 2 týdny upřednostnilo pouze 18% cestujících.

Podle údajů ze článku Space Coast Daily[9], výzkumníci zjistili, že celkem 623 lidí zemřelo na výletních plavbách v období od roku 2000 do roku 2019. Z tohoto počtu bylo 66 členů posádky a 557 byli pasažéři. Navíc 87% úmrtí nastalo během pobytu na moři, zatímco zbývajících 13% se stalo, když lodě byly zakotveny. V článku je také zmíněno, že 97 cestujících a členů posádky zemřelo v důsledku srdečních příhod, 72 zemřelo v důsledku náhodného pádu přes palubu a 60 zemřelo v důsledku skoku přes palubu.

Autor této simulační studie sice nenalezl informace o počtu cestujících, kteří cestovali na výletní plavbě v letech 2000-2009, nicméně s ohledem na období 2009-2019 a s přihlédnutím ke statistikám[6], podle nichž počet osob, které v tomto období cestovaly na výletní plavbě, činí přibližně 255 milionů osob, lze říci, že pravděpodobnost zemřít během plavby je velmi nízká.

Jelikož je řeč o bezpečnosti, je třeba také zmínit, že mezinárodní námořní smlouva "Bezpečnost života na moři" vyžaduje, aby trupy pasažérských lodí byly pravidelně kontrolovány alespoň jednou ročně. Podle blogu velké plavební společnosti Royal Caribbean[10] suché doky vyřazují výletní lodě z provozu přibližně na dva týdny kvůli běžné údržbě, ale zesílení může trvat i déle než měsíc.

3 Koncepce modelu a simulační program

3.1 Koncepce modelu

Na vstup do modelu přicházejí klienti, ale aby bylo možné zjistit průměrnou dobu příchodu jednoho klienta, je třeba provést některé výpočty na základě informací získaných v předchozí kapitole [2].

Připomeňme, že počet cestujících z Spojeného království a Severního Irska, kteří se v roce 2022 vydali na plavbu do Středomoří, činí 457 000 lidí. Chceme vědět, kolik z těchto cestujících vyrazili ze Southamptonu. Víme, že poměr všech cestujících ze Southamptonu ke všem cestujícím na výletních plavbách ze Spojeného království činí 89% v roce 2022. Tím pádem, můžeme zjistit počet pasažérů ze Southamptonu:

počet pasažérů ze Southamptonu = $457000 * 0.89 = 406730$ lidí.

Nás také zajímají pouze lidé, kteří si chtějí koupit plavbu na sedm dní, protože podle získaných informací jejich počet (43%) výrazně převyšuje počet lidí, kteří chtějí cestovat s jinou dobou plavby, a proto se autor rozhodl, že sedmidenní plavby budou jedinou službou, kterou bude společnost poskytovat v této trase. Lze tedy očekávat, že se počet zájemců o takovou plavbu ze Southamptonu za celý rok bude rovnat:

počet zájemců o sedmidenní plavby = $406730 * 0.43 \approx 174894$ lidí.

Nyní je třeba převést počet osob za rok na průměrnou dobu mezi příchody klientů do systému, což je přibližně 3 minuty. Jelikož cílem této simulaci získat 20% trhu, tak lze očekávat, že s pravděpodobností 80% klienti si koupí plavby od jiné plavební společnosti. Autor předpokládá, že se klienti registrují na plavbu přes Internet, jak je v současné době obvyklé.

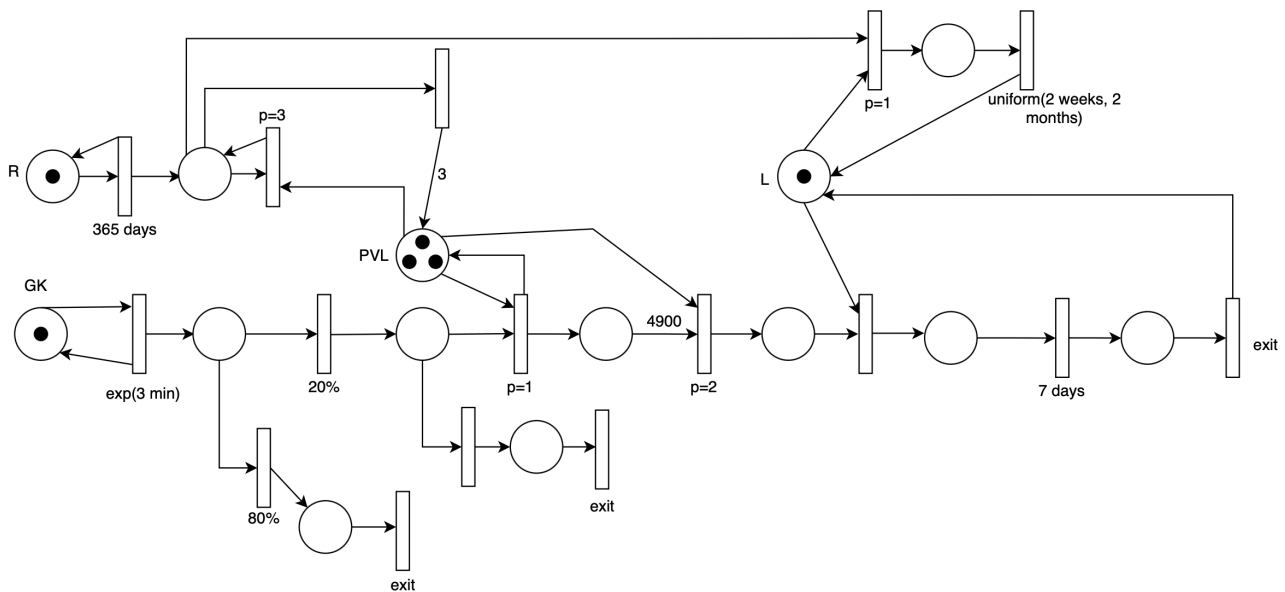
Počáteční počet plaveb autor vzal stejný jako to má společnost Royal Caribbean pro zvolenou destinaci. Toto číslo bylo vzato ze stránek dvou turistických agregátorů [11][18] podle přístupných pro registraci plaveb ve směru Středomoří od společnosti Royal Caribbean a rovná se 3. Jestli klient bude chtít vyrazit na plavbu s naší společností, ale zjistí, že nejsou aktuálně přístupné nějaké plavby, tak odejde ze systému. Toto je velice důležité místo v modelu, protože na základě počtu lidí, kteří odešli kvůli nedostatku plaveb, budeme moci určit, kolik plaveb můžeme/máme poskytnout.

Jelikož, společnosti použít jenom jednu loď do zvolené lokality a loď má omezenou kapacitu pasažérů, plavba se začne až po naplnění kapacity lodi. Jako příklad lodi pro model byla vybrána loď společnosti Royal Caribbean ANTHEM OF THE SEAS [8] s maximální kapacitou 4900 pasažérů. Po naplnění kapacity bude plavba zahájena a loď se za 7 dní vrátí do Southamptonu. Jednou za rok se všechny plavby obnoví (pro příští rok) a loď bude umístěna v doku za účelem provádění údržby podle mezinárodní námořní smlouvy "Bezpečnost života na moři" s rovnoměrným rozložením od 2 týdnů do 2 měsíců. Tato doba údržby nezahrnuje extrémní případy, jejichž řešení může trvat mnohem déle (rok a více).

Podle informací z předchozí kapitoly [2] víme, že pravděpodobnost úmrtí při cestování je příliš nízká, a proto autor ji jako součást modelu neuvádí.

Podle statistik [14] za posledních 18 let (od roku 2005) došlo k poruchám na 448 výletních lodích v době plavby. Vzhledem k celkovému počtu plaveb za rok, který autor této studie nenalezl, ale na základě počtu cestujících po celém světě pro rok 2023 (31,5 milionů osob) předpokládá, že se jedná o několika tisících plaveb za rok, lze však předpokládat, že za posledních 18 let je poměr technických porušení na lodích k celkovému počtu plaveb velmi nízký a proto do modelu podobná situace nebude zahrnuta.

Na základě výše uvedených informací je vytvořena následující Petriho síť.



Obrázek 3: Petriho síť postavená podle koncepci

GK = generátor klientů;
R = Rok;
PVL = Počet výletů lodí;
L = Loď;

3.2 Provedení simulačních experimentů

Pro vytvoření simulace byla použita knihovna Simlib a jazyk C++. Pro správné použití knihovny Simlib byly použity příklady ze zdrojového kódu[15]. Byla použita oficiální verze knihovny Simlib[16]. Z C++ byly použity jen standardní knihovny.

Program je nutné nejprve přeložit pomocí příkazu *make*. Poté lze spustit simulaci příkazem:

```
./main [-y years]
```

Vstupní parametry:

`-y years` počet let, během nichž bude simulace prováděna.

4 Experimenty

Bylo provedeno 5 experimentů, jejichž cílem bylo zajistit potřebný počet plaveb, aby se minimalizoval počet klientů, kteří systém opustí z důvodu nedostatku nabízených plaveb. Cílem jednoho z experimentů bylo zjistit minimální potřebnou dobu mezi jednotlivými plavbami. Jedním z doprovodných experimentů bylo také stanovení průměrné doby, kterou loď v rámci systému stráví v doku kvůli technické údržbě. Doba trvání experimentů se liší a je uvedena u každého pokusu.

4.1 Experiment 1

počet osob vstupujících do systému	175 740
počet nabízených plaveb	3
počet osob, kteří s 20% pravděpodobností přišli do firmy	35 124
počet lidí, kteří odešli z důvodu absence plavby	20 424
počet uskutečněných plaveb	3
počet přepravených cestujících	14700

Obrázek 4: Experiment 1

Experiment byl proveden po dobu jednoho roku a jako počáteční hodnota počtu plaveb byly zvoleny 3 plavby, což bylo stanoveno v předchozí kapitole. Z výše uvedené tabulky vyplývá, že k naší společnosti přišlo 35124 zákazníků, ale pouze 14700 z nich se zúčastnilo plavby, zatímco 20424 klientů odešli k jiné společnosti z důvodu absence plaveb. Je tedy nutné zvýšit počet plaveb.

Za zmínku stojí zajímavý fakt o společnosti Royal Caribbean, která vlastní 15% trhu námořního cestování[12]. Při modelování situace, kdy klienti přicházejí do této společnosti s pravděpodobností 15% a počet plaveb je 3, což je podle údajů plavebního webu[11] počet plaveb, které tato společnost v dané turistické destinaci ročně nabízí, bylo experimentálně zjištěno, že Royal Caribbean by měla zvážit i zvýšení počtu zájezdů v této destinaci, neboť počet lidí, kteří ze systému odcházejí kvůli absenci plavby, je velmi vysoký.

4.2 Experiment 2

počet osob vstupujících do systému	175 740
počet nabízených plaveb	6
počet osob, kteří s 20% pravděpodobností přišli do firmy	35 124
počet lidí, kteří odešli z důvodu absence plavby	5724
počet uskutečněných plaveb	6
počet přepravených cestujících	29400

Obrázek 5: Experiment 2

Experiment byl proveden po dobu jednoho roku a jako hodnota počtu plaveb byly zvoleny 6 plaveb. Je vidět, že počet zákazníků, kteří odešli z důvodu absence plavby, výrazně klesl, ale stále je dost zájemců na to, aby se přidala další plavba.

4.3 Experiment 3

počet osob vstupujících do systému	175 740
počet nabízených plaveb	7
počet osob, kteří s 20% pravděpodobností přišli do firmy	35 124
počet lidí, kteří odešli z důvodu absence plavby	824
počet uskutečněných plaveb	7
počet přepravených cestujících	34300

Obrázek 6: Experiment 3

Experiment byl proveden po dobu jednoho roku a jako hodnota počtu plaveb byly zvoleny 7 plaveb. Je vidět, že počet zákazníků, kteří odešli z důvodu absence plavby, je zanedbatelný, protože jich není dost na vytvoření další plavby. Podle stanovených podmínek je tedy požadovaný počet plaveb 7.

4.4 Experiment 4

Pro stanovení minimální doby potřebné mezi jednotlivými plavbami se autor rozhodl zjistit, jak dlouho trvá, než se dostaví potřebný počet osob, aby mohla výletní loď vyplout. Za tímto účelem autor postupně měnil dobu trvání provozu modelu (ve dnech). Pro přehlednost jsou všechny záměry provedené před stanovením optimální doby sloučeny do jedné tabulky.

počet dní	počet osob, kteří se na plavbu přihlásili.
7	644
20	1916
35	3396
45	4387
49	4781
50	4873
51	4945

Obrázek 7: Experiment 4

Vidíme, že naplnění kapacity výletní lodi trvá přibližně 51 dní. K této době je třeba připočítat dobu, po kterou je loď na plavbě, což je 7 dní. Takže počet dní potřebných mezi plavbami je 58 dní, což jsou přibližně 2 měsíce. To nezahrnuje dobu, kterou loď stráví jednou ročně v doku kvůli technické údržbě.

4.5 Experiment 5

V tomto experimentu autor zjišťoval dobu, kterou loď stráví v doku. Měření bylo prováděno po dobu 3 let. Výsledek je uveden níže.

maximální doba, kterou loď strávila v doku za 3 roky	24 dní
Střední doba, kterou loď strávila v doku za 3 roky	15-16 dní
Minimální doba, kterou loď strávila v doku za 3 roky	3 dny

Obrázek 8: Experiment 5

Vidíme, že v průměru loď prochází pravidelnou technickou údržbou přibližně 2 týdny ročně. Doba stání v doku nebyla zahrnuta do nutné doby mezi plavbami, protože běžná údržba se provádí na konci každého roku jednou a nemá významný vliv na celkovou dobu mezi plavbami.

5 Závěr

Při experimentech bylo zjištěno, že společnost, která má zájem zaujmout 20% trhu na trase ze Southamptonu do Středozemního moře, by pro zajištění plavby pro většinu klientů potřebovala 7 plaveb. Bylo také zjištěno, že doba potřebná mezi jednotlivými plavbami je přibližně 58 dní. K sestavení modelu a provedení experimentů byly použity dostupné statistické údaje a články z níže uvedených zdrojů.

Odkazy

- [1] Cruise Lines International Association(CLIA). *Leading ocean cruise destinations worldwide from 2019 to 2022, by number of passengers*. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/1195236/leading-cruise-destinations-by-number-of-passengers/>.
- [2] Cruise Lines International Association(CLIA). *Leading ports for cruise travel in the United Kingdom (UK) from 2019 to 2022, by passenger movements*. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/1052569/leading-cruise-travel-ports-in-the-uk/>.
- [3] Cruise Lines International Association(CLIA). *Number of cruise passengers sourced from Europe from 2012 to 2022*. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/386688/number-of-cruise-passengers-in-europe/>.
- [4] Cruise Lines International Association(CLIA). *Number of cruise passengers sourced from Europe from 2019 to 2022, by country*. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/386768/cruise-passenger-numbers-by-source-country/>.
- [5] Cruise Lines International Association(CLIA). *Number of cruise passengers sourced from the United Kingdom (UK) and Ireland from 2019 to 2022, by destination*. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/473321/cruise-destinations-united-kingdom-uk/>.
- [6] Cruise Lines International Association(CLIA). *Number of ocean cruise passengers worldwide from 2009 to 2022, with a forecast until 2027*. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/385445/number-of-passengers-of-the-cruise-industry-worldwide/>.
- [7] Cruise Lines International Association(CLIA). *Share of cruise passengers from the United Kingdom (UK) and Ireland in 2022, by length of trip*. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/1093223/duration-ocean-cruise-pasengers-uk-united-kingdom/>.
- [8] Royal Caribbean. *DECK PLAN ANTHEM OF THE SEAS*. URL: <https://www.royalcaribbean.com/cruise-ships/anthem-of-the-seas/deck-plans/2212/03>.
- [9] Space Coast Daily. „How Many Crew Members Die On Cruise Ships Each Year“. In: (2023). URL: <https://spacecoastdaily.com/2023/01/how-many-crew-members-die-on-cruise-ships-each-year/>.
- [10] Jenna DeLaurentis. „What is a cruise ship dry dock?“ In: (2023). URL: <https://www.royalcaribbeanblog.com/2022/08/22/what-cruise-ship-dry-dock>.
- [11] GoToSea. URL: <https://www.gotosea.com>.
- [12] Statista Mobility Market Insights. *Market share of leading cruise companies in Europe in 2021*. 2021. URL: <https://www.statista.com/forecasts/1249020/market-share-cruises-europe>.
- [13] Statista Mobility Market Insights. *Number of cruise passengers sourced from Europe from 2019 to 2022, by destination*. 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/1096787/cruise-destinations-of-european-passengers/>.
- [14] Penney a Associates. *Are Cruise Ships Safe? Assessing Accident Disease Risk*. 2021. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/are-cruise-ships-safe-assessing-accident--disease-risk-301430571.html>.
- [15] Petr Peringer. *Simple examples for SIMLIB/C++*. 2017. URL: <https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/examples/>.
- [16] Petr Peringer. *SIMulation LIBrary for C++*. 1991. URL: <https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>.

- [17] *Statista Inc.* URL: <https://www.statista.com>.
- [18] *The Independent Traveler, Inc.* URL: <https://www.cruise critic.com>.