

Simulačná štúdia

**Obsluha návštevníkov lyžiarskeho strediska SKI Králiky**

Zadanie T4: SHO Model služeb v oblasti sport

10. decembra 2023

**Matúš Ďurica | xduric06**

Romana Ďuráčiová | xdurac01

**Obsah**

[1 Úvod 2](#_Toc153029365)

[1.1 Autori, zdroje faktov, konzultanti 2](#_Toc153029366)

[1.2 Overenie validity 2](#_Toc153029367)

[2 Rozbor témy a použitých metód/technológii 2](#_Toc153029368)

[3 Koncepcia a spôsob riešenia 3](#_Toc153029369)

[4 Experimenty 3](#_Toc153029370)

[4.1 Postup experimentovania 3](#_Toc153029371)

[4.2 Dokumentácia experimentov 3](#_Toc153029372)

[5 Záver 3](#_Toc153029373)

[Referencie 3](#_Toc153029374)

# Úvod

Táto simulačná štúdia sa zaoberá procesom zostavenia modelu systému hromadnej obsluhy (1 s. 139) – ľanovej dráhy v lyžiarskom stredisku SKI Králiky (2), ktorá obsluhuje návštevníkov, a následnú simuláciou (1 s. 8) tohto modelu (1 s. 7). Simulačné experimenty, ktoré sú na modeli vykonávané, umožňujú pozorovať chovanie a efektivitu systému v rôznych podmienkach. Cieľom experimentov je ukázať priepustnosť systému (1 s. 7) v rôznych režimoch návštevnosti, t.j. počas sezóny a mimo sezóny v rámci pracovných dní a víkendov a ďalej ukázať, ako by zmena niektorých ovplyvňujúcich faktorov mohla tento systém zdokonaliť. Zmyslom tejto práce je využitie princípov modelovania a simulácie (1 s. 9) za cieľom ušetriť finančné prostriedky a predísť obtiažnostiam, ktoré by bolo nutné podstúpiť, pri aplikovaní zmien do systému v reálnom svete.

## Autori, zdroje faktov, konzultanti

Autormi tejto práce sú študenti FIT VUT v Brně, Matúš Ďurica a Romana Ďuráčiová. Hlavným konzultantom pri získavaní faktov bol p. Martin Schmidt ([smido209@gmail.com](mailto:smido209@gmail.com)), zamestnanec strediska a webové stránky lyžiarskeho strediska SKI Králiky.

## Overenie validity

Overovanie validity modelu (1 s. 37) prebiehalo formou telefonátov a výmenou správ s p. Schmidtom. Ďalším spôsobom overenia validity bolo uskutočnenie experimentov nad modelom a porovnanie výsledkov s reálnymi dátami. Tieto dáta boli poskytnuté p. Schmidtom, a boli dopredu odobrené a schválené vedúcim strediska, Ing. Jurajom Luptákom.

# Rozbor témy a použitých metód/technológii

Všetky fakty využité v tejto práci sú spriemerované hodnoty získaných dát.

Návštevníkom lyžiarskeho strediska SKI Králiky je poskytnutá možnosť kúpiť si 2 typy lístka. Prvou možnosťou je lístok na 3h a druhou možnosťou je lístok na celý deň – teda 7h. Lyžiarske stredisko poskytuje denné lyžovanie medzi 9:00 a 16:00 a večerné lyžovanie od 17:30 do 21:00.

Návštevníci môžu využívať 4-sedačkovú lanovku, ktorá má dĺžku 676m, kapacitu 2.250 osôb za hodinu a jedna jazda nahor trvá priemerne 3 minúty. Disponuje 48 vozňami, ktoré majú medzi sebou rozostupy približne 7 sekúnd. Ďalej je k dispozícii kotvový vlek pre 2 osoby, dĺžka 450m s celkovou kapacitou 1100 osôb za hodinu, kde jedna jazda trvá 5 minút. Jedna jazda dolu kopcom od cieľovej stanice 4-sedačkovej lanovky, trvá skúsenému lyžiarovi priemerne 1-2 minúty, pri pomalších lyžiaroch to je približne 3-4 minúty.

Kapacitnú návštevnosť strediska je možné rozdeliť na 2 rôzne obdobia – hlavná sezóna a koniec sezóny. **Hlavná sezóna** trvá od decembra do konca januára. Počas víkendov a sviatkov je približná návštevnosť 1000 ± 200 ľudí počas denného lyžovania. Pre pracovné dni platí návštevnosť 200 ± 100 ľudí za deň. **Koniec sezóny** vychádza na obdobie začiatkom februára až po koniec marca. V tomto období prebiehajú aj jarné prázdniny počas ktorých sa návštevnosť pohybuje denne okolo 600 ± 100 ľudí. Mimo jarných prázdnin je to počas pracovných dní priemerne 50 ± 30 ľudí za deň. Cez víkend je to 300 ± 100 ľudí.

Priemerne dokáže jeden lyžiar pri celodennom 7h lístku zjazdiť 20 až 25 jázd pri kapacitnom vyťažení v špičke hlavnej sezóny (t. j. 1000 ± 200 ľudí denne).

## Použité postupy pre vytvorenie modelu

Model bol vytvorený pomocou jazyka C++ s využitím simulačnej knižnice SIMLIB (3) . Táto kombinácia poskytuje všetky potrebné rozhrania pre implementáciu modelu SHO a preto bola zvolená ako najvhodnejší možný spôsob riešenia zadaného problému. Teoretické postupy boli čerpané z učebných textov k predmetu Modelování a simulace [IMS] (1), ktorý je vyučovaný na FIT VUT v Brně, a to hlavne pri zostavovaní grafu Petriho siete (1 s. 126, 127) a programovaní častí modelu pomocou knižnice SIMLIB.

## Popis pôvodu použitých metód/technológii

Počas vývoja boli použité štandardné knižnice jazyka C++, zároveň bol dodržaný štandard C++20. Na preklad bol použitý nástroj GNU make, ktorým bol automatizovaný proces kompilácie nástrojom GNU G++. Knižnica SIMLIB bola získáná z jej oficiálnej stránky (3) vo verzii 3.08, pretože najnovšia možná verzia nebola riadne otestovaná.

# Koncepcia modelu

Pri vytváraní návrhu konceptuálneho modelu sú využité fakty z [kap. 2](#_Rozbor_témy_a). Keďže abstraktný model je formuláciou zjednodušeného popisu systému, ktorý abstrahuje od všetkých nedôležitých skutočností vzhľadom k cieľu a účelu modelu (3 s. 338), bolo potrebné zo všetkých dát vybrať práve tie, podstatné pre model. Na základe rozboru témy vyplýva, že je potrebné namodelovať procesy, ktoré súvisia s jednou jazdou lyžiara od bodu čakania vo fronte na lanovku až po zjazd dolu kopcom a opakovať tieto procesy v rámci nejakého časového rozmedzia. Keďže všetky poskytnuté údaje sú spriemerované na jeden deň prevádzky lyžiarskeho strediska, je dostačujúce simulovať priebeh jedného dňa počas konkrétnej sezóny, napriek tomu, že dni sa v rámci konkrétnej sezóny môžu od seba mierne líšiť. Preto ani 3h lístky neovplyvňujú validitu modelu a nie sú brané do úvahy. Večerné lyžovanie bolo v tomto modeli zanedbané, pretože ide o identický systém, ktorý je separátne zasadený do inej časti dňa a preto nijako nesúvisí s fungovaním systému počas 7h dennej prevádzky. Keďže sa simulácia sústreďuje na obsluhu návštevníkov, ktorí využívajú 4-sedačkovú lanovku, kotva je v tomto prípade považovaná za separátny systém, ktorý nie je ovplyvňujúcim faktorom simulácie 4-sedačkovej lanovky.

Algoritmus 1 - Chovanie procesu lyžiara

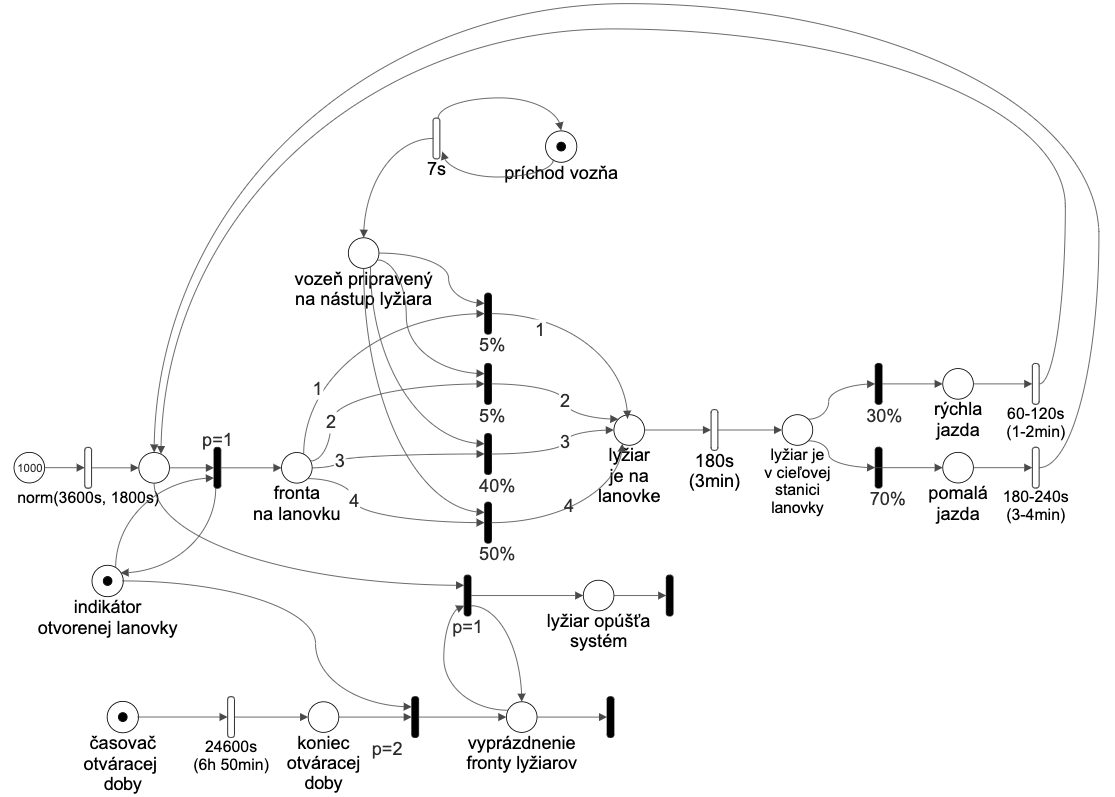
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Generovanie času príchodu | | |
| Čakanie na príchod do systému | | |
| **While** *true* **do** | | |
|  | Príchod do fronty turniketu | |
|  | Pasivovanie procesu | |
|  | Kalkulácia trvania cesty lanovkou | |
|  | Čakanie na ukončenie cesty lanovkou | |
|  | Generovanie percentuálnej šance, že lyžiar zlyžuje rýchlo | |
|  | **If** *šanca < 30%* **then** | |
|  |  | Čakanie na ukončenie rýchlej jazdy |
|  | **Else** | |
|  |  | Čakanie na ukončenie pomalej jazdy |
|  | **End** | |
| **End** | | |

Algoritmus 2 - Chovanie procesu lanovky

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Aktivovanie časovaču pracovnej zmeny | | | | | |
| **While** *true* **do** | | | | | |
|  | Čakanie na príchod vozňa | | | | |
|  | **If** *striktný mód je vypnutý* **then** | | | | |
|  |  | Generovanie percenta, ktoré rozhodne o obsadení sedačiek na vozni | | | |
|  |  | **If** *obsadenie < 5%* **then** | | | |
|  |  |  | **If** *lyžiarov vo fronte >= 1* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 1 lyžiara z fronty | |
|  |  |  | **End** | | |
|  |  | **Else** **if** *obsadenie < 10%* **then** | | | |
|  |  |  | **If** *lyžiarov vo fronte >= 2* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 2 *lyžiarov* z fronty | |
|  |  |  | **Else** **if** *lyziarov vo fronte == 1* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 1 *lyžiara* z fronty | |
|  |  |  | **End** | | |
|  |  | **Else** **if** *obsadenie < 50%* **then** | | | |
|  |  |  | **If** *lyžiarov vo fronte >= 3* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 3 *lyžiarov* z fronty | |
|  |  |  | **Else** **if** *lyziarov vo fronte == 2* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 2 *lyžiarov* z fronty | |
|  |  |  | **Else** **if** *lyziarov vo fronte == 1* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 1 *lyžiara* z fronty | |
|  |  |  | **End** | | |
|  |  | **Else** | | | |
|  |  |  | **If** *lyžiarov vo fronte >= 4* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 4 *lyžiarov* z fronty | |
|  |  |  | **Else** **if** *lyziarov vo fronte == 3* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 3 *lyžiarov* z fronty | |
|  |  |  | **Else** **if** *lyziarov vo fronte == 2* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 2 *lyžiarov* z fronty | |
|  |  |  | **Else** **if** *lyziarov vo fronte == 1* **then** | | |
|  |  |  |  | Uvoľnenie 1 *lyžiara* z fronty | |
|  |  |  | **End** | | |
|  |  | **End** | | | |
|  | **Else** | | | | |
|  |  | **Switch** *striktný mod* | | | |
|  |  |  | Case *4* | | |
|  |  |  |  | **If** *lyžiarov vo fronte >= 4* **then** | |
|  |  |  |  |  | Uvoľnenie 4 *lyžiarov* z fronty |
|  |  |  |  | **End** | |
|  |  |  | **Case** *3* | | |
|  |  |  |  | **If** *lyžiarov vo fronte >= 3* **then** | |
|  |  |  |  |  | Uvoľnenie 3 *lyžiarov* z fronty |
|  |  |  |  | **End** | |
|  |  |  | **Case** *2* | | |
|  |  |  |  | **If** *lyžiarov vo fronte >= 2* **then** | |
|  |  |  |  |  | Uvoľnenie 2 *lyžiarov* z fronty |
|  |  |  |  | **End** | |
|  |  |  | **Case** *1* | | |
|  |  |  |  | **If** *lyžiarov vo fronte >= 1* **then** | |
|  |  |  |  |  | Uvoľnenie 1 *lyžiara* z fronty |
|  |  |  |  | **End** | |
|  |  | **End** | | | |
|  | **End** | | | | |
| **End** | | | | | |

## Popis konceptuálneho modelu

Model, viď. *Obrázok 1*, popisuje obsluhu návštevníkov strediska počas jednej 7h otváracej doby. Prvá vetva, viď. v dolnej časti, modeluje dĺžku otváracej doby lanovky, t. j. 6h 50 minút. Akonáhle sa lanovka vypne, lyžiari čakajúci vo fronte z nej odchádzajú a opúšťajú systém, lyžiari na svahu dokončia svoju jazdu a taktiež opúšťajú systém. Do druhej vetvy vstupuje premenná s celkovým počtom návštevníkov, ktorí prichádzajú do systému s normálnym rozložením 1 h a odchýlkou 0.5 h. Ak je splnená podmienka otvorenej lanovky, návštevníci sa radia do fronty na lanovku a začína proces obsluhy návštevníka obslužnou linkou – vozňom lanovky. Do vozňa lyžiari nastupujú v náhodných počtoch, ktoré sú simulované pomocou prechodov s pravdepodobnostnými hodnotami. Po dokončení 3 minútovej jazdy lanovkou a opustení vozňa lanovky lyžiar lyžuje dole kopcom v 2 rôznych časových intervaloch, každý s inou pravdepodobnosťou.



Obrázok : Konceptuálny model systému - Petriho sieť

## Forma konceptuálneho modelu

Model je reprezentovaný Petriho sieťou s popísanými stavmi a prechodmi, viď. *Obrázok 1*.

# Architektúra simulačného modelu

Spustením simulačnej aplikácie bez žiadnych voliteľných argumentov sa simulácia spustí s predvolenými hodnotami (počet iterácií simulácie – 5, počet lyžiarov – 500, počet vozňov - 48, dĺžka smeny – 7 hodín, medzera medzi vozňami – 7 sekúnd, striktný mód - vypnutý). Po dokončení simulačných behov sa na štandardný výstup vypíšu výsledky daných behov. Vo výsledkoch sa nachádza tabuľka, kde je zobrazené v akom čase prišli do systému procesy lyžiarov (ich príchody sú rozdelené do 30 minútových intervalov). Ako ďalšie sa vypíše štatistika začatých a skončených jázd a štatistiky využitia počtu sedačiek na lanovke.

Pred každou iteráciou simulácie sa inicializuje modelový čas na 24 hodín. Jedna jednotka modelového času reprezentuje jednu sekundu reálneho času. Spustením iterácie simulácie sa aktivuje udalosť, ktorá reprezentuje pracovnú zmenu a spustí simuláciu. Táto udalosť sa vytvára s parametrami, vďaka ktorým sa dá simulácia spúšťať pre rôzne experimenty. Medzi tieto parametre patrí počet lyžiarov, medzera medzi vozňami na lanovke, dĺžka zmeny, počet prísne zaplnených sedačiek (procesy lyžiarov budú výhradne zapĺňať tento počet) a počet vozňov na lanovke.

## Mapovanie konceptuálneho modelu do simulačného modelu

Zmena (trieda Shift) je implementovaná ako udalosť, ktorá svojou aktiváciou vygeneruje a aktivuje procesy lyžiarov (trieda Skier) a zároveň vytvorí a aktivuje proces lanovky (trieda Skilift). Pri aktivovaní procesu lanovky sa vytvorí udalosť časovača zmeny (trieda Timer), ktorá je naplánovaná na čas ukončenia zmeny. Touto udalosťou sa ukončí proces lanovky, čo zabráni začatiu ďalších jázd, no umožní dokončenie započatých jázd pred koncom zmeny.

## Dokumentácia experimentov

# Záver

# Referencie

1. **Peringer, Petr a Hrubý, Martin.** Modelováni a simulace, Text k přednáškám kursu Modelování a simulace na FIT VUT v Brně. [Online] 14. September 2023. [Dátum: 9. December 2023.] https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf.

2. **SKI Králiky. [Online] [Dátum: 9. December 2023.] https://www.skikraliky.sk/.**

**3. Peringer, Petr, Leska , David a Martinek, David. Simulační knihovna SIMLIB/C++. [Online] 1. November 2022. [Dátum: 9. December 2023.] https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/.**