

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta informačních technologií



Modelování a simulace

SHO Model služeb v oblasti sportu (4)

Model prevádzky fitness centra BOBY

Štec Tobiáš (xstect00)

Viktor Hančovský (xhanco00)

Brno 7.12.2023

Obsah

1. Úvod.....	3
1.1. Autori.....	3
1.2. Overenie validity modelu	3
2. Rozbor témy a použitých metód/technológií.....	3
2.1. Použité postupy.....	4
2.2. Pôvod použitých metód/technológií	4
3. Konceptia modelu	5
3.1. Popis konceptuálneho modelu	5
3.1.1. Popis konceptuálneho modelu - posilňovňa.....	5
3.1.2. Popis konceptuálneho modelu - squash	6
3.2. Petriho sieť.....	6
4. Architektúra simulačného modelu/simulátoru.....	7
4.1. Mapovanie abstraktného modelu	7
5. Podstata simulačných experimentov a ich priebeh.....	8
5.1. Postup experimentovania.....	8
5.2. Jednotlivé experimenty	8
5.2.1. Zvýšený počet zákazníkov.....	8
5.2.2. Nami navrhovaná optimalizácia	9
5.3. Závery experimentov	9
6. Zhrnutie simulačných experimentov a záver.....	9
Referencie.....	10

1. Úvod

Moderné fitness centrum funguje ako multifunkčný priestor, ktorý poskytuje rozmanité aktivity s cieľom zlepšiť fyzickú kondíciu a celkové zdravie jednotlivcov. Naša práca sa preto zamerala na simuláciu cvičenia v jednom z podobných zariadení, fitness Bobby v Brne, ktoré poskytuje možnosť cvičenia v posilňovni, miestnosť pre tréning boxu a 5 kurtov na hranie squashu. Cieľom tejto simulácie je vytvoriť hypotetický model na priebeh návštevy fitness centra od vstupu zákazníka až po jeho odchod. Dôraz je kladený na analýzu efektivity jednotlivých častí cvičebného procesu. Čitateľ sa teda môže dozvedieť informácie o jednom z najefektívnejších typov cvičenia a ktoré cviky by mal cvičiť spolu počas jednej návštevy posilňovne pre dosiahnutie čo najlepšieho výsledku nabratia sily a svalov.

1.1. Autori

Túto prácu vypracovali študenti Tobiáš Štec a Viktor Hančovský z VUT FIT v Brně. Informácie pre vypracovanie sme hlavne čerpali interakciou s vedením nami zvoleného fitness centra, ktorého prevádzku sme sa aj rozhodli simulovať. Taktiež sme veľkú časť faktov o efektívnom cvičení poznali sami, keďže obaja chodíme pravidelne cvičiť a teda na využitých internetových zdrojoch sme si len potvrdili nám už známe informácie o správnom rozložení cvičenia. Rovnakým spôsobom interakcie s vedením a niekoľkými zákazníkmi sme sa dozvedeli informácie o dĺžke a intenzite tréningu boxu, cvičenia kardia a aj hrania squashu. Samozrejme pri tvorení našej práce sme využili aj znalosti z predmetu Modelovania a simulácií. [2]

1.2. Overenie validity modelu

Validita modelu bola podrobená testovaniu niekoľkých experimentov, kde sme získané výsledné hodnoty porovnali so získanými informáciami od vedenia a zákazníkov fitness centra, vlastnej skúsenosti a internetových zdrojov o správnom rozložení cvičenia. Na základe týchto poznatkov sme vytvorili ideálny plán pre cvičenie s čo najviac presnými hodnotami s pomocou expertov a fitness coachov a za pomoci internetových portálov. [5]

2. Rozbor témy a použitých metód/technológií

Väčšina zo zákazníkov fitness centra Bobby ho navštevuje hlavne kvôli posilňovni a tréningu boxu. Z našich interakcií sme zistili, že je to až 95% z nich, čo uprednostňuje posilňovanie alebo boxovanie pred hrami squashu. Posilňovňu a miestnosť na box využíva podstatne viac zákazníkov než kurt na squash, preto je teda počet skriniek posilňovne 110, kým počet skriniek kurtu na squash je len 20. Následne sa samozrejme obe skupiny, pred vstupom do fitness centra, potrebujú prezliecť v šatniach, čo približne trvá 3 až 10 minút, a uložiť si svoj majetok v skrinkách, od ktorých dostali kľúče na recepcii po zaplatení vstupu.

Existuje niekoľko možných typov cvičení so zameraním na iné dvojice alebo trojice svalov, poprípade iné skupiny svalov. Pre náš model sme sa zamerali na jeden z najznámejších a najefektívnejších spôsobov cvičenia a to na rozloženie cvikov na tieto 3 kategórie:

- I. PUSH – táto kategória pozostáva z cvikov na tlačenie váhy od tela. Ide hlavne o cvičenia na hornú, strednú a spodnú časť prs, všetky 3 hlavy tricepsu a aj všetky 3 časti ramien.
- II. PULL – pri tejto kategórii cvičenia ide o ťahanie váhy k telu. Týmto spôsobom sa cvičia hlavne svaly ako biceps, všetky časti chrbta, čo závisí na technike jednotlivých

cvikov a aj obe skupiny svalov predlaktia či už ide o svaly pre ohýbanie ruky v zápästí alebo jeho narovnávanie.

- III. LEGS – samostatnou kategóriou tohto typu cvičenia sú cviky so zameraním na svaly na nohách a celkovo spodnej časti tela. Do tejto skupiny patria svaly ako svaly uložené na zadku, predné stehná, zadné stehná a lýtkové svaly

Do simulácie cvičení sme počítali len so strojmi a konštrukciami na cvičenie s maximálnym počtom užívateľov rovným jednej. Z celkového počtu respondentov sme zistili, že približne polovica z nich vykonáva cviky na prevažne hornú časť tela, kde 25% z celkového počtu cvičí pull typ a druhých 25% zase push typ cvičenia. Po interakcii so zákazníkmi sme sa dozvedeli, že prevažná väčšina z nich cvičí v priemere približne 45 až 95 minút počas ktorých zvládnu väčšinou 5 cvikov, vrátane rozcvičky. Na druhú stranu, pri legs type cvičenia väčšina respondentov, počas jedného vstupu do posilňovne, stihne 7 cvikov, ktoré im v priemere trvajú približne 66 až 101 minút vrátane rozcvičky, čo tvorí približne 30% z celkového počtu opýtaných zákazníkov, pričom väčšina z nich uviedla, že posledný cvik im trvá najkratšie, kvôli únave po predošlých 6 cvičeniach.

Pri tréovaní boxu a cvičení kardia sme sa zamerali na dĺžku trvania jednotlivých fyzických aktivít. Tréovaním boxu, ktorý si vyberie približne 6% zákazníkov, strávia respondenti v priemere 60 až 90 minút. Na druhú stranu, kvôli cvičeniu kardia do fitness centra Bobby, chodí približne 14% opýtaných zákazníkov, ktoré im v priemere trvá 45 až 75 minút.

Následne pri hre squashu sme sa dozvedeli, že väčšina zo zákazníkov chodia hrať squash v dvojiciach, s ktorou si vedia prenajať kurt na 60 minút.

Všetky pravdepodobnosti boli prepočítané pre potreby simulovania pre mužské aj ženské pohlavie a prerátané tak aby sa čo najviac podobali reálnym hodnotám keby tieto pohlavia združime do jedného ako to v našom modeli robíme. [1][3]

2.1. Použité postupy

Vzhľadom k paralelným procesom a radám (frontám) bol model systému fitness centra implementovaný ako systém hromadnej obsluhy (SHO) s využitím knižnice SIMLIB pro jazyk C++. Tato knižnica poskytuje potrebné a jednoduché rozhranie pre tvorbu modelov. Pri vytváraní konceptuálneho modelu bola zvolená metóda Petriho siete, ktorá umožňuje ľahké modelovanie SHO. Petriho sieť bola využitá pre popis chovania zákazníkov vo fitness centre, zahŕňajúcim ich vstup, pohyb a výstup v rôznych častiach ich návštevy centra z dôvodu nespokojnosti, ako napríklad dlhé čakanie na uvoľnenie skrinky v šatni posilňovne alebo kurtu na squash, dlhé čakanie na uvoľnenie jedného z kurtov alebo z dôvodu spokojnosti, kedy z centra zákazník odchádza po cvičení.

Príklady použitia algoritmov tejto knižnice boli konzultované v tíme vo vhodných študijných materiáloch. Celkovo boli zvolené postupy vybrané s ohľadom na efektívne modelovanie a simuláciu aktivity vo fitness centre, umožňujúcej analýzu a optimalizáciu rôznych aspektov prevádzky tohto zariadenia.

2.2. Pôvod použitých metód/technológií

Simulačný model fungovania fitness centra bol vytvorený s použitím knižnice SIMLIB. Celý proces implementácie a simulácie prebiehal vzdialene prostredníctvom SSH pripojenia na server "merlin.fit.vutbr.cz". Pre preklad bol použitý GNU C++ Compiler. Tieto metódy a technológie boli vybrané na základe skúseností získaných v rámci predmetu IMS. Tento prístup

umožnil efektívne a spoľahlivé vytvorenie simulačného modelu fitness centra, pričom sa kládol dôraz na osvedčené postupy a nástroje v oblasti modelovania a simulácií.

3. Koncepcia modelu

Pre účely vytvorenia simulačného modelu sme zanedbali niektoré vlastnosti reálneho systému fungovania fitness centra ako napríklad:

- Rozdelenie zákazníkov podľa pohlavia – najmä kvôli rozdeleniu do šatní, ktoré by bolo náročnejšie pre modelovanie, nakoľko by sme museli vedieť, od ktorej šatne sa kľúč požičal alebo vrátil a pri hraní squashu zmiešaných dvojíc by bola implementácia ešte väčšmi náročnejšia (túto skutočnosť sme ale zanedbali celkom a rozdelili počty strojov a pravdepodobnosti na preferenciu tréningu pre obe pohlavia)
- Cvičenie v posilňovni s činkami na jednu ruku – pri zostavovaní počtu strojov pre jednotlivé typy cvičenia sa dali tzv. jednoručky zaradiť do v podstate každej kategórie, preto sme uvažovali podľa počtu lavičiek, na ktorých sa s týmito činkami bežne cvičí ako jeden stroj
- Pri zatvorení fitness centra dochádzka k okamžitému prerušeniu cvičenia a odobraní všetkých kľúčov a strojov zákazníkom, kvôli ukončeniu otváraciej doby fitness centra

Taktiež zákazníci squashu sú braní ako dvojica zákazníkov, pretože squash je hra minimálne pre 2 hráčov nedáva teda zmysel aby sa táto aktivita vykonávala za iných podmienok.

3.1. Popis konceptuálneho modelu

Na začiatku simulácie sme si vytvorili generátor pre zákazníkov vstupujúcich do fitness centra s exponenciálnym rozložením, za ktorým si zákazník vyberá medzi cvičením v posilňovni alebo hraním squashu.

3.1.1. Popis konceptuálneho modelu - posilňovňa

Následne zákazník čaká v rade na uvoľnenie jedného zo 110 kľúčov od šatňovej skrinky posilňovne. V prípade, že sa pre neho 20 minút neuvoľní ani jeden z kľúčov zákazník odchádza nespokojný z centra. Ak sa ale uvoľní, zákazník smeruje ku recepcií, kde je obslužený s exponenciálnym rozložením 1 minúta a následne pokračuje do šatne sa prezliecť čo mu v priemere trvá približne 3 až 10 minút.

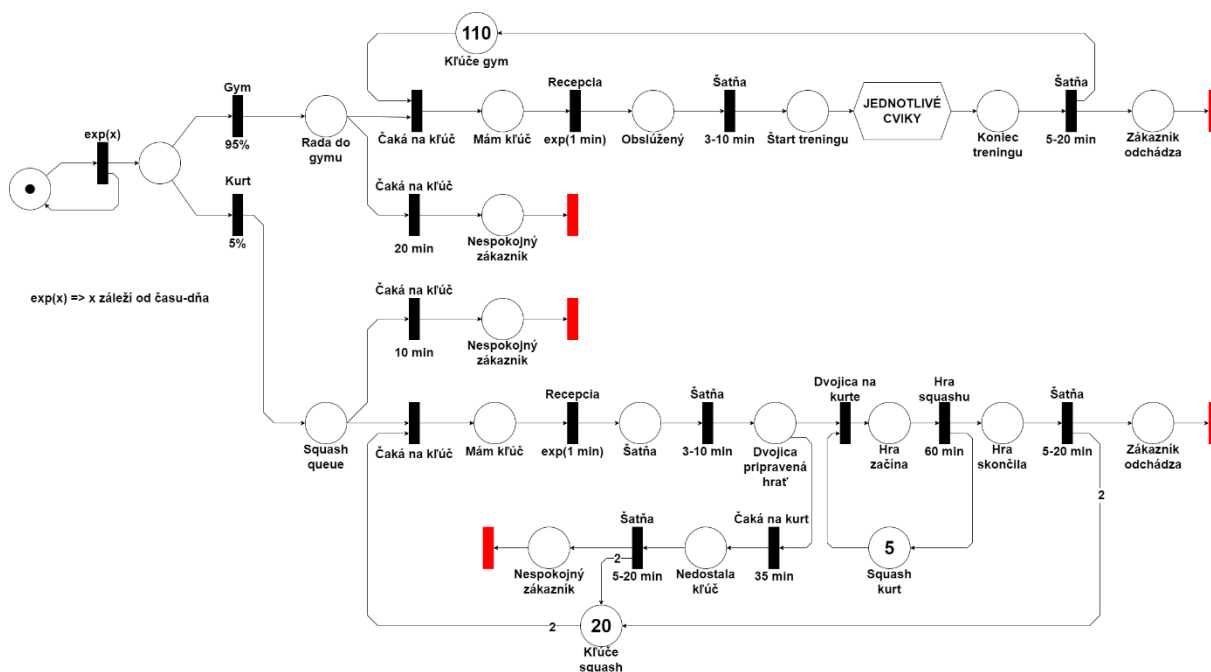
Prezlečený zákazník začína svoj tréning, kde sa môže rozhodnúť medzi tromi vyššie spomínanými kategóriami cvičenia, tréňovaním boxu alebo cvičenia kardia. Na výber zo strojov na push a pull cviky má na každý typ výber z 22 strojov, na legs cviky má na výber z 31 strojov, pri cvičení kardia si môže vybrať z ponuky 15 strojov alebo ak chce tréňovať box môže si vybrať jedno z 8 boxovacích zariadení. Pri cvičení push/pull si môže zacvičiť 5 rôznych cvikov pri oboch typoch, a na cvičenie spodnej časti tela si môže zacvičiť 7 rôznych cvikov. Na záver cvičenia jedného z 5 uvedených druhov zákazník pokračuje do šatne sa prezliecť prípadne osprchovať, kedy pri odchode ešte vráti kľúče od skrinky posilňovne na recepciu a spokojný odchádza z fitness centra.

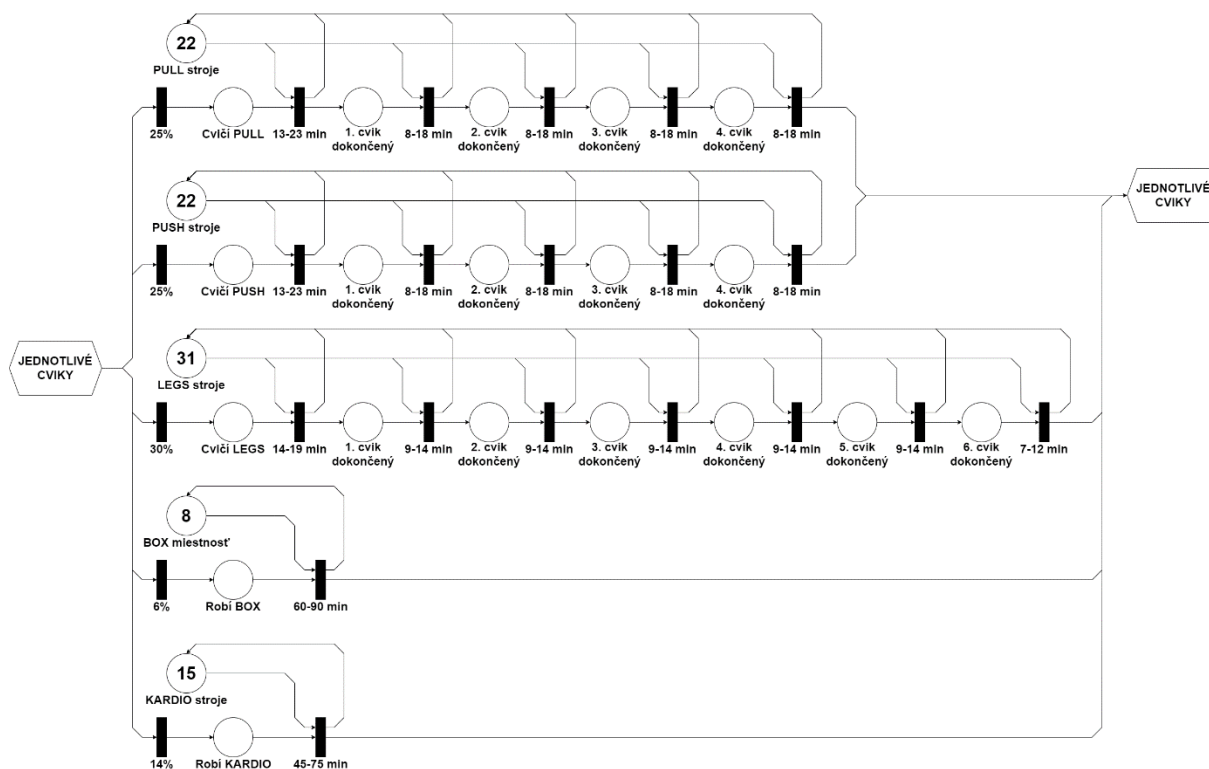
3.1.2. Popis konceptuálneho modelu - squash

Podobne ako u rady na posilňovňu, dvojica zákazníkov čaká v rade na dva z 20 kľúčov od skriniek kurtu a rovnako ako u posilňovne, ak sa po dobu 10 minút pre nich neuvoľnia dva kľúče, dvojica odchádza z centra nespokojná. V opačnom prípade pokračuje k recepcií, kde je obslužená s exponenciálnym rozdelením (1 minúta) a postupuje do šatne/šatní sa prezliecť čo im v priemere trvá približne 3 až 10 minút. V tomto stave je dvojica pripravená na hru a čaká na uvoľnenie jedného z 5 kurtov. Ak sa ani jeden z kurtov neuvoľní do 35 minút, dvojica pokračuje do šatní sa prezliecť, prípadne osprchovať a opúšťa centrum nespokojná pričom vracia oba kľúče od skriniek na recepciu. Ak sa ale jeden z kurtov uvoľní, dvojica začína hru squashu, ktorá trvá 60 minút, po ktorej sa dvojica smeruje prezliecť, prípadne osprchovať, do šatní čo im trvá približne 5 až 20 minút, následne vracajú kľúče od skriniek na recepciu a odchádzajú spokojný z centra.

3.2. Petriho siet'

Petriho sieť je kvôli veľkosti rozdelená do 2 kde časť „Jednotlivé cviky“ sa nachádza v druhej časti samostatne





4. Architektúra simulačného modelu/simulátoru

Implementácia prebiehala v už spomínanom jazyku C++ za pomoci využitia knižnice SIMLIB.

Podľa špecifikovaného konceptuálneho modelu (Petriho sieť) sa v našom modeli hýbu procesy, v našej implementácii v podobe zákazníkov fitness centra, ktorý nadobúdajú rôzne stavy kde simulujú príslušnú činnosť. Objekty počas simulácie a prechodov získavajú štatistiku o ich činnosti, z ktorých získavame kľúčové a potrebné informácie alebo vlastnosti modelovaného systému.

4.1. Mapovanie abstraktného modelu

V simulačnom modeli sa nachádza jedna linka, ktorá sa následne rozdeľuje do dvoch liniek. Podľa pravdepodobnosti sa následne procesy, v podobe zákazníkov, rozdelia do jednej z nasledujúcich liniek :

- 1) Linka Posilňovňa – zariadenie pre spracovanie procesov, ktoré reprezentuje zákazníkov cvičiacich v posilňovni
- 2) Linka Squash – zariadenie pre zákazníkov, ktorý hrajú squash

Obe linky sledujú správanie zákazníkov a získavajú potrebné vlastnosti a informácie pre dané procesy.

Model obsahuje 8 tried typu *Store*: GYM_KLUCE, SQUASH_KLUCE, PULL_STROJE, PUSH_STROJE, LEGS_STROJE, BOX_STROJE, KARDIO_STROJE, SQUASH_KURTY. Každá z týchto tried má nastavenú kapacitu a slúži nám aj zároveň ako rada.

5. Podstata simulačných experimentov a ich priebeh

Cieľom simulačných experimentov je najmä zistenie chovania nášho modelu v praxi. Vykonalo sa množstvo pokusných experimentov pre vyladenie a doladenie modelu aby sa čo najviac podobal reálnemu systému fungovania nami vybraného fitness centra. Následne sme sa rozhodli vykonať experimenty pre optimalizáciu prevádzky tohto centra a navrhnúť možnosti pre vylepšenia. Prípadne ako by sa správal náš model v extrémnej situácii, kedy by došlo napríklad k návšteve zákazníkov v priebehu krátkého časového úseku.

5.1. Postup experimentovania

Prvotné experimenty slúžili na už spomínané overenie prípadne doladenie správnej činnosti modelu a jeho čo najviac presných výsledkov v porovnaní s reálnymi scenármi. Následne boli opravené chyby a model bol vyladený čo najpresnejšie.

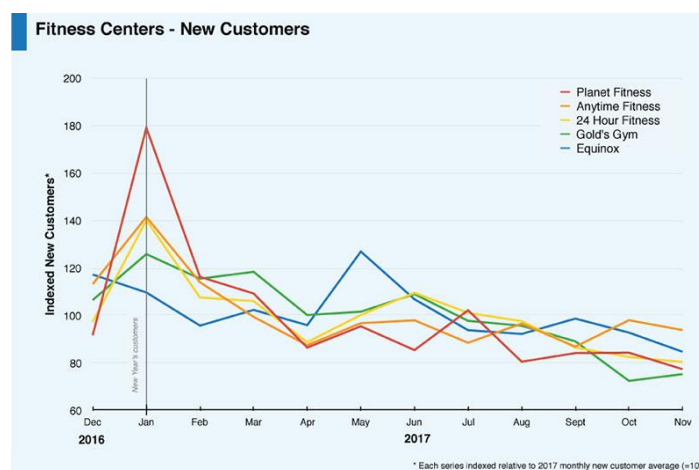
Postup ďalších experimentov je veľmi jednoduchý a to získavaním dát z modelu kde sme vykonali nejakú neočakávanú zmenu, ktorá môže nastať a sledovali priebeh simulácie. Napríklad sme zmenili rýchlosť generovania zákazníkov alebo znížili či zvýšili počet strojov pre dané cvičenia.

5.2. Jednotlivé experimenty

Pokiaľ nebude uvedené inak všetky hodnoty a parametre sú nastavené na predvolené hodnoty. Model je navrhnutý tak, že simuluje prevádzku fitness centra pre 7 dní v ich otváracíj dobe. Experimenty sme však väčšinou vykonávali pre mesiac prevádzky takže sme simuláciu vykonali 4-krát.

5.2.1. Zvýšený počet zákazníkov

Je všeobecne známe, že počet návštevníkov fitness centier sa neustále v priebehu roka mení. Vyhľadali sme si preto o koľko sa tieto čísla líšia od priemeru a získali nasledovné informácie:



Obrázok 1 Graf priebehu návštevnosti fitness centier za rok 2016/2017 [4]

Ako môžeme na grafe z obrázku vidieť ľudia najviac navštevujú fitness centrá na tzv. novoročný ošial prípadne pred letom, kedy dúfajú, že sa dostanú do formy. Rozhodli sme sa preto odsimulovať mesiac Január kde sme zdvojnásobili rýchlosť generovania zákazníkov a sledovali výstupy simulácie a dospeli k nasledovným výsledkom:

Zmenila sa rýchlosť generovania z exp(1) → exp(0.5), exp(4) → exp(2) atď.

Výsledok experimentu je nasledovný :

	Bežná prevádzka	Experiment
Celkový počet zákazníkov	13145	26501
z toho nespokojných	20	6785
Priemerné doby čakania :	[min] ↓	[min] ↓
kľúče od skrinky posilňovňa	0,2	12,67
kľúče od skrinky squash	0,005	0,5725
na kurt pre squash	0,9175	5,2825
na stroje	7,1575	26,505

5.2.2. Nami navrhovaná optimalizácia

Pri častom testovaní a spúšťaní simulácie sme si všimli, že doba čakania na stroje pre typ cvičenia legs je často veľmi nepriaznivo vysoká. Keďže v našom modeli zákazníci čakajú na uvoľnenie stroja keď nie je dostupný rozhodli sme sa preto zvýšiť počet strojov pre legs a naopak odobrať stroje pre typ kardio, pretože sú práve tieto stroje často krát nepoužívané.

Nahradili sme 3 stroje pre kardio 3 strojmi pre legs a spustili simuláciu, kde sme teda mali **34 strojov pre legs a 12 pre kardio** narozdiel od 31 a 15.

Výsledok experimentu je nasledovný :

	Bežná prevádzka	Experiment
Celkový počet zákazníkov	13197	13367
z toho nespokojných	32	3
Priemerná doba čakania pre :	[min] ↓	[min] ↓
stroje na legs	5,1625	1,005
stroje pre kardio	0,015	0,4225

5.3. Závery experimentov

Z každého z experimentov sme získali potrebné dáta, ktorými sme aj overili správnosť fungovania modelu. Model sa choval ako sme predpokladali a nevykazoval nejaké nezvyčajné chovanie pri žiadnom z nich. Vďaka týmto dátam sme tiež schopný zodpovedať pôvodné otázky tejto práce.

6. Zhrnutie simulačných experimentov a záver

V rámci experiment číslo 1 sme zistili, že keby došlo ku zdvojnásobeniu počtu zákazníkov fitness centra boby bolo by pre nich zrejme potrebné vykonať nejaké zmeny alebo opatrenia pri tak veľkom náraste. Z experiment ďalej vyplýva, že došlo k zvýšeniu nespokojnosti zákazníkov z 0,15% na 25,6% čo sa rovná viac ako jednej štvrtine celkového

počtu návštevníkov. Zákazníci tiež trávia čakaním na uvoľnenie požadovaného stroja takmer pol hodinu.

Naša optimalizácia v rámci druhého experimentu, kde sme sa rozhodli využiť nepoužívané stoly v rámci fitness centra boby dopadla veľmi úspešne. Využili sme priestory a kapacity rovnakým spôsobom ako boli aj bežne takže sme nepotrebovali žiadne špeciálne nároky na priestor a pod.

Z druhého experimentu vyplynulo, že experiment dopadol nad očakávania pretože sme dokázali 5 násobne znížiť priemerný počet minút čakania na stroje pre legs kde sme nie až tak veľmi zvýšili čakanie na stroje pre kardio kde bol priemerný čas čakania menší ako 30 sekúnd.

Z experimentov a testovania sme si tiež všimli častých nespokojných zákazníkov, ktorý dlho čakali na kurt pre squash preto by malo fitness centrum Bobby zvážiť okrem zmeny počtu strojov pre legs a kardio aj možnosť rezervácie kurtov pre squash na nejakú hodinu alebo prípadne oboznámiť zákazníka s danou skutočnosťou aby vedel ako dlho bude na kurt čakať.

Referencie

- [1] „Fitness Revolution,“ [Online]. Available: <https://fitnessrevolution.sk/serie-a-opakovania/>.
- [2] M. Tesařová, „GymBeam,“ [Online]. Available: <https://gymbeam.cz/blog/jak-si-sestavit-kvalitni-treninkovy-plan-tipy-treninky-nejcastejsi-chyby/>.
- [3] „SetForSet,“ [Online]. Available: <https://www.setforset.com>.
- [4] „Trafft,“ [Online]. Available: <https://trafft.com/gym-membership-statistics/>.
- [5] Tobiáš Štec, Viktor Hančovský, „Spoločne zostavený tréningový plán pre účely IMS,“ [Online]. Available: <https://docs.google.com/document/d/1NXYxMyfQVWzvcpzRlaMDVUNxxZF5SwdfhE06BOPHMSY/edit?usp=sharing>.