

Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Katedra informačních technologií

Využití nástrojů systémové dynamiky v praxi
(Modelace dopadů zavedení instant messagingu do call centra
jako dalšího komunikačního kanálu se zákazníkem)
Bakalářská práce

Autor: Radek Bojda
Studijní obor: Informační management

Vedoucí práce: doc. Ing. Vladimír Bureš, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 27.4.2015

Radek Bojda

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Vladimíru Burešovi, Ph.D. za metodické vedení práce a za pomoc a rady při řešení odborných problémů a při zpracování této práce.

Anotace

Co se stane s kapacitou call centra po přidání dalšího komunikačního kanálu, především Instant Messagingu? Prodlouží se doba, kterou stráví operátor s jedním zákazníkem, což by vedlo k nutnosti navýšit počet operátorů, nižší efektivitě a vyšším nákladům? Práce odpověděla na tuto otázku s pomocí systémového modelování a simulačního nástroje Stella. I přes v textu blíže popsané omezení simulačního nástroje práce představuje model systému call centra využitelný pro další zkoumání vnitřních i vnějších parametrů a chování systému. Závěrem je, že přidání instant messagingu mezi komunikační kanály nutnost navýšit kapacitu call centra nepřinese a že systémové modelování je užitečný nástroj pro řešení komplikovaných simulací obsahující zpětnovazební smyčky.

Annotation

Title: Practical use of system dynamics tools

What happens to a call center capacity after adding another communication channel, especially Instant Messaging? Will it extend the time spent by an operator with a single customer, resulting in the need to increase the number of operators, lower efficiency and higher costs? This bachelor's thesis answered such question with the help of system modeling and simulation tool named Stella. Despite the limitations described below in the text this work introduces call center system's model useful for further investigation of internal and external parameters and system behavior. It is concluded that the addition of instant messaging as a communication channel will not bring the need to increase the capacity of the call center and that system modeling is a useful tool for solving complex simulations containing feedback loops.

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce.....	3
2.1	Hypotézy a výzkumné otázky.....	3
3	Metodika zpracování.....	4
3.1	Systémové myšlení	4
3.2	Modelování dynamiky systémů.....	5
3.3	Modelování and Simulace.....	7
4	Úvodní pojmy	9
4.1	Instant Messaging.....	9
4.1.1	Přehled	9
4.1.2	Historie.....	9
4.1.3	Korporátní svět	10
4.2	Call centrum	12
4.2.1	Přehled	12
4.2.2	Technologie.....	13
4.2.3	Poskytovatelé SW call center.....	14
5	Definice problému.....	19
5.1	Výběr tématu	19
5.2	Klíčové proměnné a předpoklady	19
5.3	Časový horizont.....	20
5.4	Dynamická definice problému	20
6	Formulace dynamické hypotézy	21
6.1	Vytvoření hypotézy	21
6.2	Endogenní vliv	21
6.3	Mapování	22

6.3.1	Diagram hranic systému	22
6.3.2	Diagram subsystémů	23
6.3.3	Příčinný smyčkový diagram.....	24
6.3.4	Diagram hladin a toků.....	26
7	Sestavení simulačního modelu.....	30
7.1	Jednoduchý model call centra	30
7.2	Call centrum a Instant messaging.....	32
7.3	Call centrum a předčasné opuštění fronty	33
7.4	Přesun z volání na IM	34
7.5	Řízení zátěže	35
7.6	Rozložení v čase	36
8	Testování	37
8.1	Základní testy	37
8.1.1	Jádro modelu	37
8.1.2	Parametry modelu	39
8.1.3	Nezávislost IM a volání	39
8.1.4	Vliv souběžného IM a volání	43
8.2	Porovnání s referenčním módem	44
8.3	Robustnost modelu.....	44
8.4	Citlivost modelu	46
9	Návrh postupu a hodnocení	48
9.1	Scénáře	48
9.1.1	Hypotéza 1 – IM nepřinese nutnost navýšení kapacity	48
9.1.2	Hypotéza 2 – Má smysl upřednostňovat volání.....	49
9.2	What if analýzy	50
10	Shrnutí výsledků.....	51

10.1	Výsledky hypotézy 1.....	51
10.2	Výsledky hypotézy 2.....	54
10.3	Výsledky What if analýzy	56
11	Závěry a doporučení.....	58
12	Seznam použité literatury.....	59
13	Přílohy	61

Seznam obrázků

Obrázek 1 Gartner Magic Quadrant pro Unified Communication.....	11
Obrázek 2 Gartner Magic Quadrant pro Contact Centre Infrastructure	15
Obrázek 3 Míra adopce různých komunikačních kanálů dle věku	18
Obrázek 4 Diagram hranic systému	22
Obrázek 5 Diagram hranic subsystémů.....	23
Obrázek 6 Smyčkový diagram Volání	24
Obrázek 7 Smyčkový diagram Instant Messagingu	25
Obrázek 8 Smyčkový diagram volání i IM	26
Obrázek 9 Zjednodušený diagram volání	27
Obrázek 10 Základní diagram volání.....	27
Obrázek 11 Diagram volání a kapacita operátorů.....	28
Obrázek 12 Diagram volání a kapacita operátorů jinak	29
Obrázek 13 Jednoduchý model call centra.....	30
Obrázek 14 Call centrum a IM	32
Obrázek 15 Opuštění fronty	33
Obrázek 16 Přesun volání na IM	34
Obrázek 17 Řízení zátěže.....	35
Obrázek 18 Fronta volání 50-2-100	38
Obrázek 19 Fronta volání 50-2-150	38
Obrázek 20 Nezávislost IM a volání - scénář 1	40
Obrázek 21 Nezávislost IM a volání - scénář 1; pool operátorů	41
Obrázek 22 Nezávislost IM a volání - scénář 2.....	42
Obrázek 23 Nezávislost IM a volání - scénář 2; pool operátorů	42
Obrázek 24 Souběžné IM a volání - chování poolu operátorů.....	44
Obrázek 25 Robustnost času ve frontě	46
Obrázek 26 Citlivostní analýza Délky hovoru.....	47
Obrázek 27 Závěry hypotézy 1 – model 1	51
Obrázek 28 Závěry hypotézy 1 - model 2	53
Obrázek 29 Závěry hypotézy 2	55

Seznam tabulek

Tabulka 1 Výsledky hypotézy 1 – model 1	52
Tabulka 2 Výsledky hypotézy 1 – model 2	53
Tabulka 3 Výsledky hypotézy 2	55
Tabulka 4 WIF srovnání celkových výstupů	56
Tabulka 5 WIF kompenzace délky chatu	57

1 Úvod

Pro každou obchodní společnost je jednou z nejdůležitějších věcí kontakt se zákazníky. Původně zejména osobní, postupně s časem se kvůli úspoře nákladů kontakt centralizoval na zákaznická centra (osobní kontakt), nebo na telefonický, když zákazník volá do call centra.

U větších společností se kontakt se zákazníkem dál přesunuje na elektronické kanály, klasická zákaznická centra se zmenšují, učí se nové služby, nebo se ve formě kiosků přesunují do nákupních center. V komunikaci převažuje telefonický kontakt s call centry, ale zákazníci vyžadují ve stále větší míře email a v poslední době i instant messaging a video messaging.

Jak vypadá zejména tento poslední vývoj ve využití "chatu" z pohledu call centra?

Mnozí provozovatelé call center v tuto chvíli váhají, zda rozšířit kontaktní kanály call centra ze stávajících, což jsou obvykle telefon a email, o další, tedy především již zmíněný Instant Messaging, nebo dále sociální sítě jako Facebook.

Jedním z důvodů váhání a pomalého postupu jsou nejasnosti v tom, co se stane s kapacitou call centra po přidání dalšího kanálu. Prodlouží se doba, kterou stráví operátor s jedním zákazníkem, což by vedlo k nutnosti navýšit počet operátorů, nižší efektivitě a vyšším nákladům? Nebo naopak chat a video umožní snazší a rychlejší vyřízení požadavku? Zvýší se úspěšnost operátorů, nebo naopak sníží?

K odpovědím na podobné otázky byla vyvinuta řada matematických modelů a postupů. Matematické algoritmy používané historicky pro simulaci call center a předpovědi chování a nutné kapacity, jsou především teorie front, Markovovy řetězce a procesy, Erlang B a Erlang C a další. Matematické rovnice popisující čím dál větší počet komunikačních kanálů, využívání skill based routingu, vícevrstvé obsluhy, specializace operátorů, virtuálních call center (front) apod. se stávají obtížně sestavitelné.

Vzhledem k tomu, že takto narůstá složitost problému a jde fakticky o komplikovaný zpětnovazební systém, mohlo by být přínosné aplikovat na tento problém metody systémového inženýrství, pomocí dynamických zpětnovazebních

modelů namodelovat call centrum a následně experimentálně hledat odpovědi na výše uvedené otázky.

Marco Bouzada [9] ve svém článku uvedl zajímavou teorii: Je lepší mít přibližné řešení velmi realistického modelu než přesné řešení modelu s několika aproximacemi a zjednodušeními.

2 Cíl práce

Problém, jehož řešení se tato práce bude snažit nalézt, je simulace dopadů zavedení instant messagingu do kapacity a efektivity call centra. A to pomocí modelování dynamiky systému a systémového přístupu tak, aby bylo možno otestovat, co se bude dít při změnách výchozích parametrů a sil interakcí v systému.

Práce si bude klást za cíl pokusit se namodelovat tyto situace, porovnat výstupy z modelu s jinými pracemi na toto téma a pokud možno porovnat výstupy i s reálným užitím této technologie v reálném call centru, pokud to obchodní podmínky společnosti provozující takové call centrum umožní.

2.1 Hypotézy a výzkumné otázky

1. Bude nutné navýšit kapacitu agentů call centra, pokud se za jinak nezměněných podmínek přidá nový kanál – instant messaging?
2. Je z pohledu maximálního počtu vyřízených kontaktů správná strategie dávat přednost hovorům? Nebo je naopak vhodnější upřednostnit instant messaging.

3 Metodika zpracování

Protože modelovaná úloha je vysoce dynamická a bude nás zajímat vývoj v čase, jako vhodný nástroj k hledání odpovědí na výše uvedené otázky se jeví Systémové modelování.

3.1 Systémové myšlení

Systémová dynamika, nebo systémové modelování, je počítačem podpořený přístup k analýze a návrhu politik. Aplikuje se na dynamické problémy objevující se v komplexním sociálním, manažerském, ekonomickém, nebo ekologickém systému – doslova na jakýkoli dynamický systém charakterizovaný vzájemnou závislostí, interakcemi, informační zpětnou vazbou a kruhovou kauzalitou [11].

Podle Vladimíra Bureše a jeho knihy Systémové myšlení pro manažery [10] lze systémové myšlení nejsrozumitelněji popsat tak, že ho vymezíme oproti mnohem obvyklejšímu mechanistickému přístupu.

Mechanistický přístup je hodně rozšířený, je to způsob, kterým se řešily a řeší problémy desítky a stovky let. Základem jsou dva principy,

- Redukcionismus a
- Mechanismus.

Redukcionismus se zakládá na představě, že každý problém může být dekomponován až redukován na menší, dále nedělitelné prvky. Následně je možné pochopit, vysvětlit a popsat ty menší prvky a chování nebo řešení celého problému pak pojmut jako sumu řešení všech částí původního problému.

Nedostatkem tohoto přístupu ale je, že předpokládá, že dekomponované prvky a jejich řešení jsou na sobě navzájem nezávislé, neovlivňují se. To je, zejména v případech složitějších problémů, často nereálné.

Mechanismus je pak založen na představě, že veškeré interakce při řešení problému je možno popsat a vysvětlit pomocí vztahu „příčina – následek“, kauzalitou. Předpokládá se jednosměrné působení příčiny generující následek, neměnnost vah v případě souběžného působení více faktorů, jejich sčítání, nezávislost jejich působení.

Systémové myšlení je založeno na představě, že důležité jsou zejména vztahy mezi prvky nějakého celku, že tento celek je tvořen těmito vztahy. Jednotlivé prvky nebo subsystémy zauímají v systému určité místo, které je vymezeno vztahy k dalším prvkům. Jednotlivé prvky mají kromě toho pro systém nějaký význam, mají v něm nějakou funkci. Systém, jako soubor prvků, funguje tak, že změna prvků nebo subsystémů, jejich vazeb nebo funkce vyvolá změny v dalších částech systému. Systém má zároveň vlastnosti a chování, které se liší od vlastností a chování jeho prvků (vynořující se chování). Klíčové principy nahlížení na systém jsou:

- *Strukturnost*: vzájemná závislost a vztahy mezi prvky systému jsou základním kamenem jeho celkové komplexity. Čím více jsou prvky na sobě závislé, tím méně můžeme pochopit chování systému pouze na základě chování jeho prvků.
- *Hierarchičnost*: prvky systému jsou hierarchicky uspořádané, jednotlivé úrovně lze popsat vztahem nadsystém – systém – subsystém. V důsledku strukturnosti a hierarchičnosti prvků dochází k řetězení následků, změna jednoho prvku systému se může projevit i v nadřazených nebo podřazených systémech.
- *Zpětnovazební smyčky*: jde o situaci, kdy následek nějakého jevu zpětně působí na svého původce, tedy neplatí mechanistická představa jednosměrného působení vektoru změny. Většina systémů takovou vazbu obsahuje, což může způsobovat výrazně odlišné, nelineární chování systému v hraničních situacích.
- *Vzájemná závislost systému a prostředí*: to už částečně vyplývá z hierarchičnosti, nelze vyseparovat subsystém a ten zkoumat nezávisle, to už by byl redukcionismus.

3.2 Modelování dynamiky systémů

Síla systémového přístupu se dobře ukáže při aplikaci modelování dynamiky systému, tedy zachycení zásadních vazeb systému, struktury a hierarchičnosti, a následně modelace vývoje systému v čase.

Vladimír Bureš [10] uvádí následující praktický postup zachycení dynamiky systému:

1. Vyjádření problému

- a. Výběr tématu
- b. Klíčové proměnné – vzhledem k potenciálně nekonečné složitosti světa (pohledem systémového přístupu a hierarchičnosti) je nutné vybrat objekty nutné pro řešení problému. Jde tedy o výběr pouze takových vztahů a vlastností, které jsou zásadní pro řešení problému – nemodelujeme celý systém, modelujeme problém!
- c. Časový horizont – jak daleko do minulosti a jak daleko do budoucnosti je pro nás chování zajímavé
- d. Dynamická definice problému – referenční mód, soubor chování systému v minulosti, grafy, data, vývoj v čase. Budeme tak schopni ověřit správnost modelu.

2. Formulace dynamické hypotézy

- a. Vytvoření hypotézy – jaké jsou naše předpoklady o chování systému? Co chceme ověřit, co hledáme?
- b. Endogenní vliv – formulovaná hypotéza musí hledat původce dynamiky systému uvnitř, pomocí zpětnovazebních smyček, interakcí mezi prvky systému.
- c. Mapování – vlastní modelování systému /problému. Lze využít nástrojů:
 - i. Diagram hranic systému
 - ii. Diagram subsystémů
 - iii. Příčinný smyčkový diagram
 - iv. Diagram hladin a toků

3. Sestavení simulačního modelu

4. Testování

- Porovnání s referenčním módem – replikuje model věrně známé chování systému v minulosti?
- Robustnost za extrémních podmínek (krajní meze)
- Citlivost – při nejasném stanovení výchozích podmínek, hranic systému apod.

5. Návrh postupu a hodnocení

- a) Specifikovat scénáře, které budeme uvažovat
- b) Navrhnout postupy
- c) Realizovat what-if analýzy
- d) Provést citlivostní analýzy
- e) Popsat interakci postupů

System Dynamics Society pak popisuje dynamický přístup následovně [11]:

- Definovat problém dynamicky ve smyslu grafů v čase
- Snažit se o endogenní pohled na významnou dynamiku v systému, soustředit se dovnitř na charakteristiky systému, které samy generují nebo zhoršují vnímaný problém
- Přemýšlet o všech pojmech v existujícím systému jako o spojitých veličinách vzájemně propojených ve smyčkách informační zpětné vazby a kruhové kauzality.
- Identifikovat nezávislé zásobníky (stocks) nebo akumulace (levels, úrovně) v systému a jejich přítoky a odtoky (flows).
- Formulovat behaviorální model schopný reprodukovat, a to sám o sobě bez vnějších vlivů, řešený dynamický problém. Model je obvykle počítačová simulace vyjádřená v nelineárních rovnicích, nicméně někdy je ponechána nekvantifikovaná jako diagram zachycující stock-and-flow a kauzální zpětnovazební strukturu systému.
- Odvodit chápání a využitelné postřehy z výsledného modelu
- Implementovat změny vyplývající z tohoto porozumění a postřehů

Popsaný přístup a postup bude využit pro simulaci problémů, které budu chtít řešit pomocí dynamických modelů a systémového přístupu.

3.3 Modelování and Simulace

Matematicky je základní struktura počítačové simulace z oblasti formální systémové dynamiky systém vázaných nelineárních diferenciálních (nebo integrálních) rovnic prvního řádu

$$\frac{d}{dt} \mathbf{x}(t) = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{p})$$

kde \mathbf{x} je vektor úrovní (akumulací nebo stavových proměnných), \mathbf{p} je sada parametrů a \mathbf{f} je nelineární vektorová funkce.

Simulace takového systému je pak jednoduše provedena rozdělením simulovaného času do diskrétních intervalů délky dt a postupné krokování systému v čase s krokem dt . Stav každé proměnné je vypočten ze své předchozí hodnoty a změna je spočtena jako $x'(t)$: $x(t) = x(t-dt) + dt * x'(t-dt)$.

Významné současné simulační prostředí jsou například Vensim (Ventana Systems, www.vensim.com), STELLA a iThink (isee Systems, www.iseesystems.com), PowerSim (www.powersim.com) a AnyLogic North America, LLC. (AnyLogic, www.anylogic.com).

4 Úvodní pojmy

4.1 *Instant Messaging*

4.1.1 Přehled

Instant messaging (IM) je typ onlinové komunikace (chat), který nabízí přenos textu přes Internet v reálném čase. Podobně LAN messenger přenáší zprávy po lokální síti. Krátké zprávy jsou typicky přenášeny obousměrně mezi dvěma účastníky, kdy každý uživatel vždy dokončí větu nebo myšlenku a zvolí „Odeslat“, čímž se text ihned zobrazí jeho protějšku. Některé aplikace IM (klienti) používají i technologii „push“, kdy se přenáší písmeno po písmenu hned, jak je uživatel napíše. Pokročilejší klienti umí ke komunikaci přidat přenos souborů, hyperlinků, Voice over IP nebo video chat.

4.1.2 Historie

Instant messaging se objevil dávno před vznikem internetu. Počátky sahají do šedesátých let a prvních víceuživatelských operačních systémů [4].

Moderní, internetový, grafický klient, jak ho známe dnes, vznikl v polovině devadesátých let – ICQ a AOL Instant Messenger. AOL později převzalo Mirabilis, autory ICQ, a o 2 roky později získalo v souvislosti s ICQ v USA dva patenty. Mezitím další společnosti vyvinuly podobný software (jako Excite, MSN, Yahoo!), ovšem každá se svým proprietárním protokolem a klientem. Uživatelé, pokud chtěli komunikovat do více sítí, tak museli mít spuštěno více klientů.

V roce 2000 byla spuštěna opensource aplikace spolu s protokolem založeným na otevřených standardech – Jabber. Protokol byl následně standardizován pod jménem Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP). XMPP servery pak mohly fungovat jako brány do ostatních IM protokolů.

Od roku 2010 zařazují IM mezi své funkce i sociální sítě, například Facebook Chat nebo Google+.

V současné době se k IM přidávají další funkce, zejména v korporátním světě, jako video hovory, VoIP a webové konference, sdílení plochy, IP radio nebo IPTV.

Komunikace přes IM se stává běžným kanálem a uživatelé ho začínají vyžadovat a používat i pro komunikaci B2C (business to consumer).

4.1.3 Korporátní svět

Instant messaging se ukázal být podobným případem jako osobní počítače, email nebo world wide web v tom smyslu, že jeho využití v Enterprise prostředí bylo hnáno hlavně zaměstnanci, kteří používali software, na který byli zvyklí z osobního života. V současné době jsou v podnikové sféře používány desítky milionů účtů [1].

Jako odpověď na volání po produktu v oblasti IM určenému specificky pro podnikovou sféru a řešící problémy bezpečnostní i právní vznikl nový typ instant messagingu, nazvaný "Enterprise Instant Messaging" ("EIM"). V roce 1998 uvedl IBM na trh Lotus Sametime, následoval Microsoft s Exchange Instant Messaging, nahrazený později MS Office Live Communications Server a v roce 2007 Office Communications Server 2007. Přidávaly se další společnosti, jako Oracle (Beehive unified collaboration software), Jabber XCP nebo Cisco (Unified Presence).

Samotný Instant Messaging, byť už přizpůsobený pro korporátní sféru, ovšem přestává vyhovovat tlaku na volné využívání různých komunikačních kanálů a způsobů spolupráce ve světě, kdy jeden tým může být geograficky dislokován přes celou zeměkouli. Proto se vyvinula nová kategorie nazvaná Unified Communication, sjednocená nebo jednotná komunikace.

Unified Communication v sobě zahrnuje podle Gartner [2] následující vlastnosti:

- Hlas a telefonii - jak pevnou, tak mobilní i VoIP
- Konference - hlasové (audio), video, web konference zahrnující možnost sdílení dokumentů, aplikací, plochy a jiné
- Messaging - email, voice mail, apod.
- Presence a Instant Messaging
- Klienti – konzistentní interface přes různá zařízení, od tlustého klienta (aplikace na PC), přes tenkého klienta běžícího ve webovém prohlížeči, až po aplikaci na mobilních zařízeních
- Komunikační aplikace – hrubý překlad anglického communication-enabled applications. To je široká skupina aplikací, které mají přímo

integrované komunikační funkce. Jsou to zejména aplikace v oblasti collaboration, software pro kontaktní centra a konsolidované administrativní, reportingové a analytické nástroje. Případně objednávkové a nákupní nástroje s přímo integrovanými komunikačními kanály na prodejce.

Hodnocení současných výrobců nástrojů v oblasti Unified Communication je podle Gartner [2] následující:



Obrázek 1 Gartner Magic Quadrant pro Unified Communication
Zdroj: Gartner [2]

Takzvané magické kvadranty od Gartnera (Magic Quadrant) jsou důležitým a důvěryhodným vodítkem pro lidi odpovědné za výběr nových nástrojů ve svých mateřských společnostech, což je i případ autora tohoto textu. Vysvětlení obrázku podle metodiky Gartner [3] je toto:

Leaders: dodávají dobrou funkčnost dle své současné vize a jsou v dobrých pozicích pro zítřek

Visionaries: rozumí dobře tomu, kam se pohybuje trh, nebo mají vizi jak změnit pravidla trhu, nicméně zatím nemohou prokázat dostatečně dobrou funkčnost nebo pozici na trhu

Niche Players: úspěšně se soustředí na malý segment trhu, nebo nemají žádnou úzkou specializaci a přitom ani v oblasti inovací, ani v oblasti výkonu nepřevyšují ostatní

Challengers: jejich současná funkčnost je na dobré úrovni, mohou i dominovat většímu segmentu, nicméně neprokazují porozumění trhu.

Graf se seznamem produktů v oblasti Unified Communication je vybrán záměrně, v důsledku bude dobře ilustrovat změnu, kterou prochází i call centra.

4.2 Call centrum

4.2.1 Přehled

Call centrum je centralizovaný útvar určený pro vyřizování velkého množství požadavků pomocí telefonu, ať už jsou požadavky příchozí, nebo odchozí. V zásadě se právě podle toho dají rozlišit „inbound“ call centra pro příchozí hovory k nějakému produktu, produktové podpory, případně zjišťování informací od zákazníků, a „outbound“ call centra určená pro telemarketing, shánění podpory pro nadace nebo politiky, vybírání dluhů a marketingový výzkum. Pokud k tomu základnímu call centru vyřizuje útvar hromadné zpracování dopisů, faxů, mailů apod., označuje se jako kontaktní centrum.

Call centrum zahrnuje vlastní prostor, openspace, kde sedí operátoři, pracovní stanice, tedy počítač a telefonní headset připojený k ústředně, a jeden nebo víc supervizorských stanic. Call centrum může fungovat samostatně, nebo v rámci větší sítě center, a to i různých společností (komerční call centra, kde si můžete

koupit kapacitu). Stále více se prosazuje Computer Telephony Integration (CTI), tedy propojení telefonu a počítače, kdy už v okamžiku přijetí hovoru operátor vidí na monitoru údaje o volajícím zákazníkovi.

Kontaktní centrum, označované někdy zkratkou CIC (customer interaction centre) je v každé organizaci centrální místo pro řízení styku s klienty. Odsud se dostávají cenné informace o produktech a podniku k zákazníkům a naopak se sbírají kontakty a data o zákaznících. V zásadě je to součást, nebo prodloužení podnikového procesu známého jako řízení vztahu se zákazníkem, customer relationship management (CRM). V dnešní době se jako kontaktní kanály používá jak telefon, tak i email, online chat (instant messaging), fax a ve vzrůstající míře i sociální sítě a video.

4.2.2 Technologie

Technologie call center se stále rozvíjí a zdokonaluje. Například rozpoznávání hlasu, aby mohly počítače zastat první, úvodní úroveň podpory zákazníka, nebo zpracování přirozeného jazyka a prohledávání textů, vedoucí k lepší obsluze zákazníka. Dále trénování operátorů na základě automatického hledání nejlepších praktik a postupů z minulých interakcí se zákazníkem, nebo automatizace vedoucí k vyšší efektivitě a spokojenosti volajícího. Také automatický výběr operátora založený na jeho znalostech, schopnostech, minulých úspěších, socioekonomických faktorech a dalších attributech umožňuje přesnější management jak inbound volání, tak outbound kampaní.

Koncept Univerzální fronty standardizuje zpracování komunikace přes více kanálů jako je fax, telefon, email.

Koncept Virtuální fronty umožňuje zákazníkovi, když nejsou operátoři pro vyřízení jeho požadavku ihned volní, zvolit, zda chce čekat na lince, nebo mu má call centrum zavolat zpátky. Pokud si vybere čekání na lince, je informován o odhadovaném zbývajícím čase čekání a pořadí ve frontě.

Fyzické call centrum (Premise-based Call Centre): V minulosti byla call centra stavěna okolo PBX (pobočkové) telefonní ústředny vlastněné provozovatelem call centra. PBX mohlo mít funkce jako Automatic Call Distribution (ACD), Interactive Voice Response (IVR), nebo skills-based routing. Provozovatel call centra je

odpovědný za údržbu a upgrady softwaru. Tento typ call centra stále převládá, ale s postupem technologií založených na IP protokolu nastupuje nový směr.

Virtuální Call Centrum: S rozvojem modelu Software as a Service se objevila virtuální call centra. V tomto modelu operátor call centra nevlastní ani neprovozuje technologie, namísto toho si najme službu za poplatek, ať už měsíční, nebo roční, u poskytovatele služby, který provozuje potřebné technologie ve svém datovém centru. Taková společnost může hostovat mnoho call center, operátoři jednotlivých call center se připojují buď přes tradiční PSTN linky, nebo nověji přes Voice over IP. Hovory jsou iniciovány nebo terminovány v datovém centru poskytovatele služby, nikoli operátora call centra. Technologie datového centra se pak spojí s agentem call centra.

Virtuální datová centra i VoIP technologie umožňují práci z domova namísto tradiční velkých openspaců, sálů s desítkami a stovkami míst. Také umožňují nárazové, dynamické navyšování kapacity call centra pomocí lidí pracujících na částečný úvazek z domova, kdy jsou jejich služby využity (a zaplacený) pouze v případě zvýšeného provozu při kampaních.

4.2.3 Poskytovatelé SW call center

Podle Gartner [5] jsou nejznámější firmy zhodnoceny takto:



Obrázek 2 Gartner Magic Quadrant pro Contact Centre Infrastructure

Zdroj: Gartner [5]

Do kritérií hodnocení jsou zahrnuty následující aspekty, které jsou klíčové pro úspěšnost call centra, jsou nutné pro jeho běh a efektivitu, nebo obsluhu zákazníka. Některé byly zhruba popsány v předchozím textu. Některé pojmy jsou ponechány v angličtině, neboť český ekvivalent není běžný, používá se anglický.

- Telefonní infrastruktura
- Multimedia contact routing a prioritizační logika
- IVR a hlasové portály pro samoobslužné aplikace, včetně rozpoznávání hlasu

- Outbound dialing/proactive contact
- Virtual routing pro distribuované call centrum a práci z domova
- **Nástroje Presence**
- Nástroje pro integraci se CRM
- Data mart a analytické systémy
- Computer-telephony integration (CTI)/Web services interfaces
- Řízení mailové komunikace
- **Web chat**
- Collaborative browsing
- **Social media**
- **Živé i předem nahrané video**
- Knowledgebase self-service, tedy databáze znalostí pomáhající operátorovi nalézt správnou odpověď na dotazy zákazníka
- Workforce optimization (WFO), včetně contact center workforce managementu, nahrávání session a e-learning
- Workflow routing a management
- Podpora mobilních aplikací

Tučně jsou vyznačeny oblasti, ve kterých se „klasické“ funkce call centra už přiklánějí k v úvodu zmíněným trendům instant a video messagingu. A pokud toto používá jako kritérium hodnocení tak velká konzultační a znalostní firma, jako je Gartner, trend musí být už výrazný.

Dále pokud porovnáme tento magic quadrant s tím v předcházející kapitole, nalezneme řadu podobností. Pravděpodobně je to dané tím, že možnosti komunikace, jednotlivé kanály a technologie, které lidé používají doma ke komunikaci s přáteli a rodinou, a které používají v práci ke komunikaci s kolegy a klienty, logicky chtějí používat i při kontaktu s firmami – s call centrem. A tudíž firma úspěšná v jednom oboru svoje zkušenosti snadno přenesse do druhého.

Z pohledu zajímavosti, nebo možná spíš nutnosti rozvíjet call centra směrem k možnosti využívat Instant Messaging, nebo ještě lépe Unified Communication, je hodnotný následující výzkum [6], provedený společností Avaya.

Mění se chování zákazníka call centra

1. *Twitter a Facebook jsou určujícím elementem v oblasti sociálních medií*
 - 55% respondentů někdy komunikovalo s firmou pomocí těchto sociálních sítí
2. *Organizace musí podporovat širší výběr komunikačních kanálů pro spotřebitele*
 - **38% použilo ke komunikaci s organizací web chat – jde o nejrychleji rostoucí kanál**
 - **68% by chtělo mít možnost použít web-chat, když jsou na internetu**
2. *Přechod k videu stále narůstá*
 - domácí užití Videa vzrostlo o 100% v posledních 3 letech
 - pro 55% by bylo zajímavé dostat odpověď pomocí video-chatu
3. *„Vícekanálové selhání“ – organizace mají problém provázat kanály*
 - pouze 17% oslovených organizací umí snadno přepínat mezi komunikačními kanály
4. *Spotřebitelská poptávka se stává komplikovanější ... a potřeba specialistů vzrůstá*
 - 3 ze 4 volajících pravidelně chtějí mluvit s manažerem, když mluví s operátorem
5. *Využití kanálů telefonní hovor, mail a přímý kontakt stále klesá*
 - 58% říká, že dostane lepší odpověď od ostatních spotřebitelů než od operátorů call centra

I v zákaznickém průzkumu se potvrzuje vzrůstající tendence k využití chatu. Zákazníci nakonec firmy dotlačí k tomu, aby zavedly do call center další komunikační kanály.

I další zdroj potvrzuje, že „netelefonní“ kanály budou mít větší a větší důležitost. Následující obrázek popisuje míru přijetí různých kanálů podle věku zákazníka call centra:

NOT ALL CHANNELS ARE EQUALLY ADOPTED BY CUSTOMERS

Percentage of U.S. online adults by generation who have adopted online customer service channels

	Gen Z (18-22)	Gen Y (23-31)	Gen X (32-45)	Younger Boomers (46-55)	Older Boomers (56-66)	Golden Generation (67+)
Telephoning a company and speaking to an agent	63%	68%	66%	67%	75%	68%
Help or frequently asked questions (FAQs) on a company website	64%	64%	60%	57%	60%	50%
Sending an email to customer service	55%	57%	56%	50%	54%	48%
Instant messaging/online chat with a live person	47%	46%	40%	32%	29%	25%
Click-to-call	37%	38%	29%	22%	21%	19%
Online forum or community with other customers	41%	39%	30%	20%	16%	11%
Screen sharing	34%	34%	27%	20%	19%	16%
Virtual agent	36%	34%	27%	18%	14%	12%
Sending a mobile/SMS message to the company requesting assistance	34%	31%	22%	14%	10%	6%
Contacting a company using Twitter	31%	29%	22%	13%	10%	6%

Source: Forrester Research 2012.

Obrázek 3 Míra adopce různých komunikačních kanálů dle věku

Zdroj: Avaya [6]

5 Definice problému

5.1 Výběr tématu

V předchozích kapitolách jsme poukázali na vzrůstající trend komunikovat s firmou místo po telefonu přes chat. K tomu jsou potřeba minimálně dvě věci – technologie umožňující identifikovat zákazníka přes tento kanál pomocí integrace na CRM apod. a lidé v kontaktním centru schopní této technologie využívat. V tomto textu pomineme první problém – technologie – a zajímejme se o kapacitní problém obsazení call centra. Bude mít zavedení instant messagingu dopad na kapacitu call centra? Pokud ano, jaký? Pozitivní, nebo negativní?

5.2 Klíčové proměnné a předpoklady

Model reálného call centra může být značně složitý, stále by se daly rozšiřovat funkce a interakce s okolním světem. Je ovšem otázka, zda by to bylo ku prospěchu věci. Zda by to spíše nezatemnilo hledané odpovědi. Proto je nutné pečlivě posuzovat, které parametry a vztahy jsou zásadní a které budou vynechány a proč.

Následuje seznam předpokladů, které vysvětlují určitá zjednodušení modelu.

- Zcela opomíjeny jsou specializovaní call agenti a tzv. skilling, tedy přiřazování úloh těm agentům, kteří jsou kompetenčně pro určitou situaci nejvíce vhodní, tedy vyškolení. Identifikace probíhá na základě hledání klíčových slov v požadavku, nebo na základě výsledku průchodu IVR, tedy automatickou úvodní nabídkou před spojením s živým operátorem. Pro modelovaný problém to není důležité – pokud by pouze některé úlohy nebyly využívány spíše na IM a jiné spíše na volání, výsledek předpokládám stejný.
- Operátoři budou telefonovat i psát dle potřeby. To bude zpočátku nejběžnější způsob, nikdo nebude budovat pool operátorů jen na chat. Proto bude pool sdílený a nepředpokládám agenty vyhrazené pouze pro jednu nebo druhou úlohu.
- Pomímám různé typy funkčností call centra jako call back, kdy v případě přetížení linky a tvoření fronty nabízí call centrum zákazníkům, ať zavěsí,

že jim následně operátor zavolá apod. Ačkoliv to jistě má vliv na omezení růstu fronty a přenos části práce mimo špičku, je to důležité spíše pro modelaci celkové kapacity call centra, než pro modelaci nového kanálu. Většina běžných call center to navíc nepoužívá.

- Zásadnější dopad do modelu by mohlo mít zahrnutí dalších komunikačních kanálů jako je mail, nebo sociální sítě. Důvodem je to, že se funkčně částečně překrývají s IM v tom smyslu, že uživatel napíše zprávu a operátor ji musí, nebo by měl, vyřídit. Nicméně tyto kanály jsou obvykle obsluhovány v době, kdy je slabý provoz, kdežto v této práci bude řešena spíše situace na pomezí špičkového vytížení call centra.
- Nové komunikační kanály se budují jak pro akviziční, tak pro retenční účely a bude nutné stanovit, zda přidání IM do call centra navýší celkový počet příchozích kontaktů, nebo se pouze přesune část zákazníků z telefonu na chat. Vzhledem k stanoveným otázkám práce budeme předpokládat, že k navýšení počtu zákazníků nedojde. Budeme tedy pouze přesouvat.

5.3 Časový horizont

Zajímavá je v této úloze dynamika krátké časového úseku a modelace trendů v dynamickém systému. Model tedy bude pracovat s minutami, maximálně hodinami, rozhodně ne s roky, dokonce ani není ambice pracovat s celým pracovním dnem.

5.4 Dynamická definice problému

Podle původních předpokladů měl referenční mód vzniknout na základě statistik buď jednoho, nebo více reálných komerčních call center. Bohužel se ukázalo, že všechny oslovené společnosti tyto statistiky považují za obchodní tajemství a není možné je publikovat.

Počáteční parametry modelu tedy byly stanoveny expertním odhadem založeném na zkušenosti a krátké anketě náhodného vzorku 17 lidí.

Průměrná délka se liší podle problému, úlohy, obsahu kampaně. Takže jde spíše o to, o kolik delší bude chat, kterým se vyřídí ten samý problém jako pomocí telefonu. Na základě výše zmíněného odhadu a ankety stanovme toto prodloužení

na straně zákazníka na 50-100%, tedy přinejhorším bude **chat trvat 2x déle** než hovor.

Na straně operátora call centra je ale situace o dost odlišná. Počet úloh a situací, se kterými se musí operátor vypořádat, je omezený a konečný (na složitější beztak nemá trénink). To ale znamená, že je možné si dopředu připravit šablony, texty a obraty a ty potom kopírovat. Stejně tak ze systému Customer Relationship Managementu (CRM) i do něj je možné data zákazníka kopírovat a nikoli přepisovat. Dá se tedy stanovit, že **pro operátora** bude **délka chatu zhruba stejná** jako v případě hovoru, možná dokonce kratší. Naopak prostoje a čekání na zákazníka mu tímto umožní, aby se paralelně věnoval více zákazníkům. Zákazník může dokonce chvilku čekat na odpověď, protože předpokládá, že agent call centra také píše text odpovědi.

Prostor vytvořený psaním zákazníka a očekáváním téhož u agenta umožní agentovi vyřídit paralelně více zákazníků najednou. U výše zmíněných parametrů by to bylo **2-3 paralelní chaty**, aniž by zákazník musel čekat na odpověď operátora nad rámec své zkušenosti a očekávání.

6 Formulace dynamické hypotézy

6.1 Vytvoření hypotézy

Předpoklad, který bude předmětem ověřování touto prací, je ten, že chat je pomalejší, ale jeden operátor může vyřizovat více chatů najednou. Přitom ale zase není možné mít (kvůli mentální kapacitě operátora) příliš mnoho chatů. Počet maximálně paralelně otevřených chatů je parametr, proměnná.

Úloha se dá formulovat buď tak, že se hledá optimální počet paralelně otevřených chatů na jednoho operátora, aby výsledný efekt zavedení dalšího komunikačního kanálu byl neutrální. Anebo tak, že se stanoví „rozumný“ počet paralelních chatů a testuje se výsledný dopad do počtu vyřízených hovorů a chatů.

6.2 Endogenní vliv

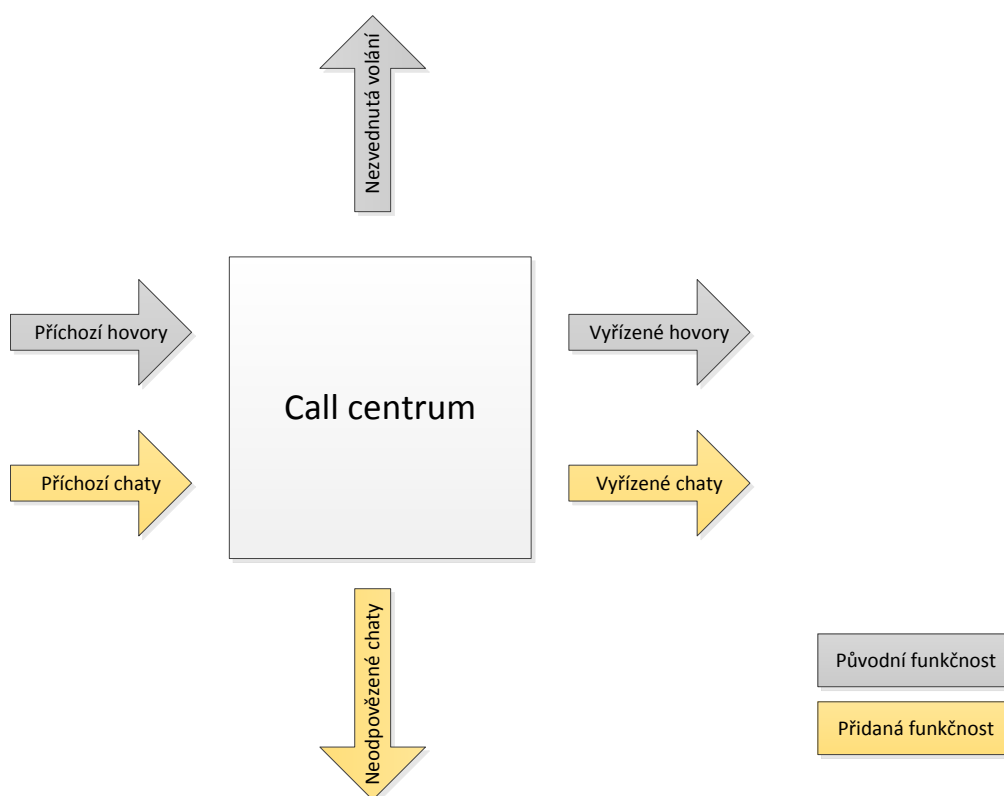
Model call centra akceptující zjednodušení popsané v kapitole Klíčové proměnné a předpoklady je od okolního světa, od okolních systémů, oddělen

jasným vstupním kanálem – a to je počet volání za jednotku času a počet příchozích chatů za jednotku času. Všechny modelované vztahy jsou jinak smyčky a volání uvnitř modelu, tedy je dodržen požadavek systémového myšlení na hledání vnitřních struktur chování.

6.3 Mapování

Popis systému se dá strukturovat postupně v několika diagramech.

6.3.1 Diagram hranic systému

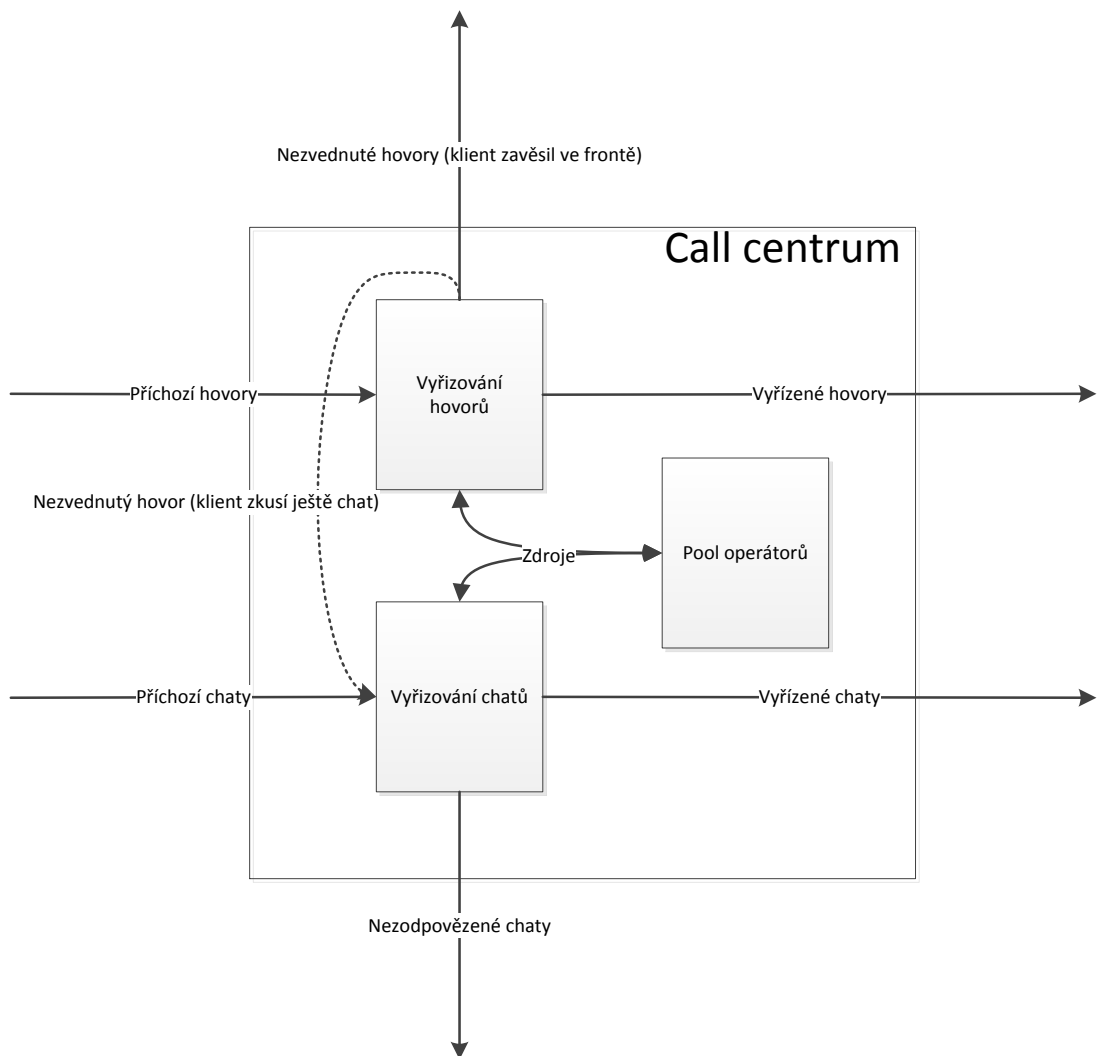


Obrázek 4 Diagram hranic systému

Zdroj: vlastní zpracování

Hranice simulovaného systému jsou jasně definovatelné, protože kontakt s „vnějším světem“ je definován tím, že někdo volá nebo píše přes Instant Messaging a hovor je ukončen buď „úspěšně“, někdo odpoví, nebo „neúspěšně“ poté, co zákazník nevydrží ve frontě a zavěsí, nebo zavře okno chatu dřív, než někdo odpoví.

6.3.2 Diagram subsystémů



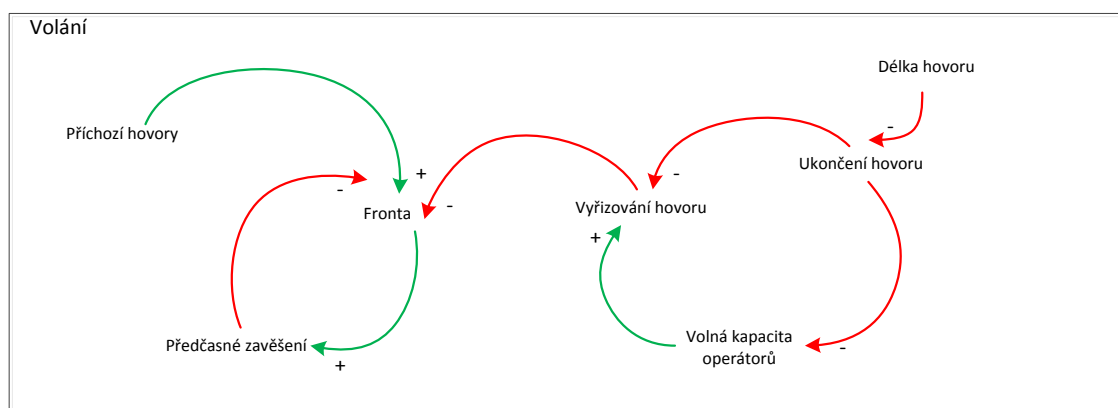
Obrázek 5 Diagram hranic subsystémů

Zdroj: vlastní zpracování

Vnitřní struktura subsystémů, jak je budu modelovat, je vymezena subsystémem Vyřizování hovorů, Vyřizování chatů a Pool operátorů, kde jsou zdroje pro obsluhu zákazníků. Subsystémy „Vyřizování“ obsahují jak frontu čekajících, tak modul vlastního kontaktu operátora a klienta.

6.3.3 Příčinný smyčkový diagram

Diagram příčinných smyček umožní najít zpětné vazby v systému a určit, jaký mají charakter. Určíme vztahy mezi prvky systému a nakreslíme vlivy – a to, zda jsou posilující (čím víc – tím víc), nebo oslabující (čím víc, tím méně).

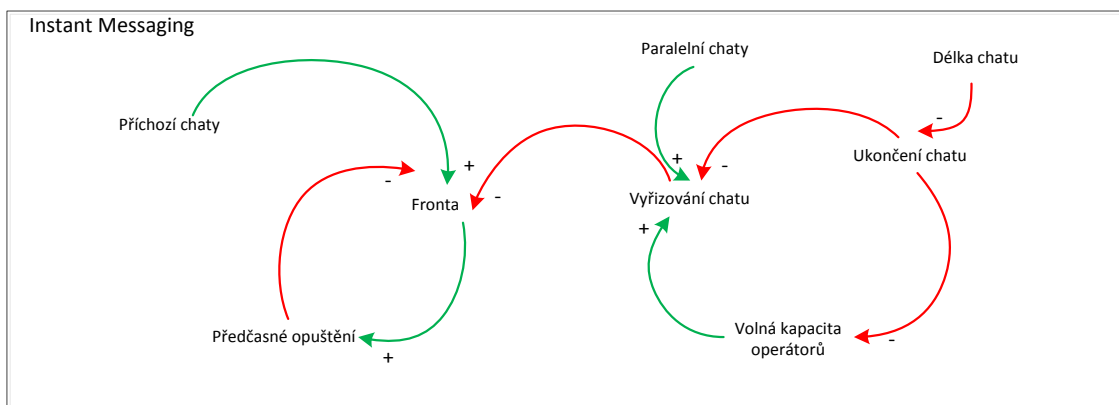


Obrázek 6 Smyčkový diagram Volání

Zdroj: vlastní zpracování

Vstupem do systému je *Příchozí hovor*. Čím více hovorů, tím delší *Fronta* čekajících. Pokud je fronta příliš dlouhá, zvyšuje se pravděpodobnost, že volající raději *Předčasně zavěsí*, než by čekal. To ale zároveň snižuje velikost *Fronty*.

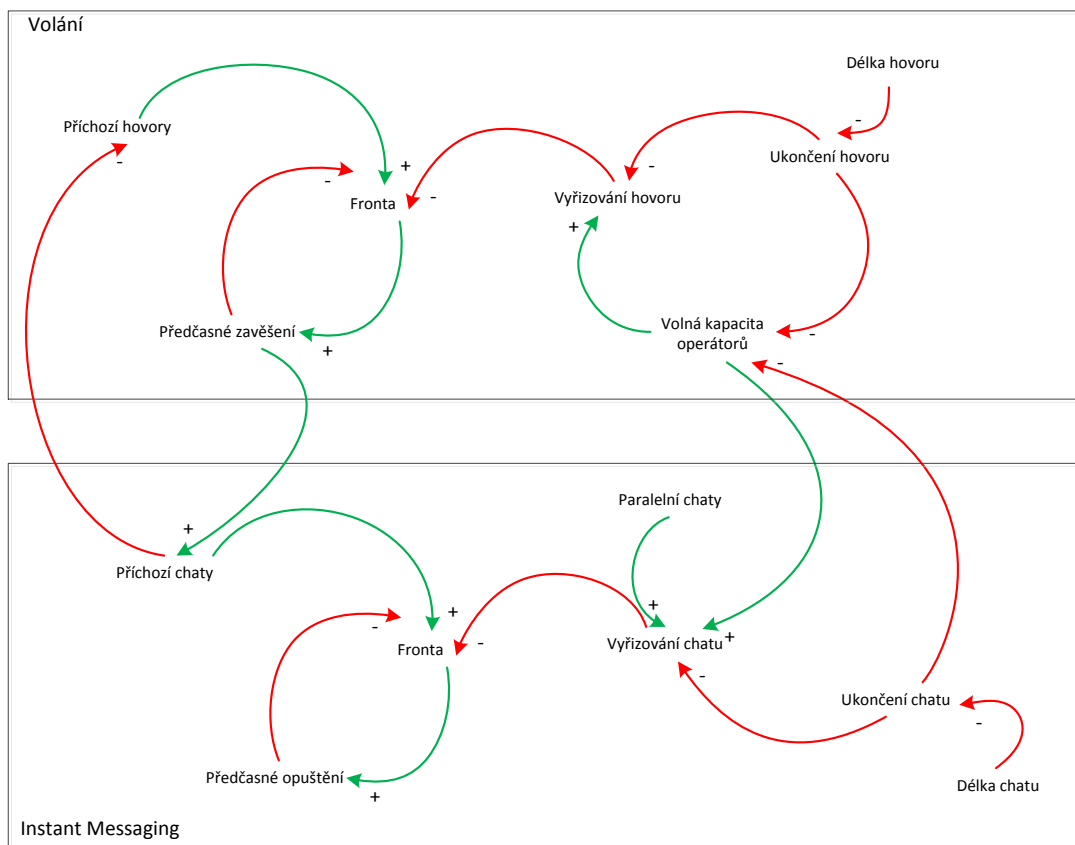
Z fronty se volající dostane, pokud volný operátor zvedne jeho hovor, proto *Vyřizování hovoru* snižuje velikost *Fronty*. Čím více volných operátorů, tím více *Vyřizování* může běžet paralelně, proto je tam posilující vazba. *Volná kapacita operátorů* se nakonec uvolní tak, že dojde k *Ukončení hovoru* – po určité *Délce hovoru*.



Obrázek 7 Smyčkový diagram Instant Messingingu

Zdroj: vlastní zpracování

Smyčkový diagram Instant Messingingu vypadá prakticky stejně, jako u Volání. Technicky to je sice realizováno jinak, ale principy jsou stejné. Popišme tedy jen rozdíl – pominu rozdíly v názvosloví. Lze předpokládat – na základě nejen osobní zkušenosti -, že lze realizovat více chatů paralelně, tedy že jeden operátor může najednou obsluhovat více klientů, kterým nějakou dobu vždy trvá, než napíší další větu. Proto přibyla vazba *Paralelní chaty*, multiplikující počet *Vyřizování chatu*.



Obrázek 8 Smyčkový diagram volání i IM
 Zdroj: vlastní zpracování

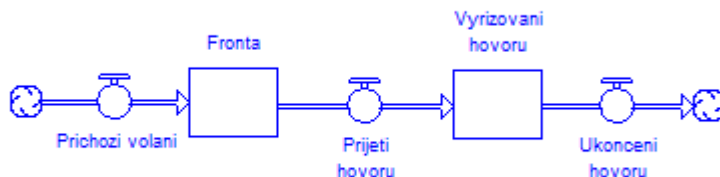
Dalším krokem je sloučení dvou nezávislých modelů a diagramů do jednoho – do společného smyčkového diagramu Volání a Instant Messingingu.

Moduly zůstanou relativně nezávislé, sloučení přinese jen 2 zásadní změny – jednak je sdílený pool operátorů, takže přijetí nového hovoru sníží *Volnou kapacitu* i pro instant messaging. A jednak část zákazníků, kteří by původně museli použít volání, raději použije chat – množství *příchozích chatů* tedy snižuje počet *Příchozích hovorů*. Na druhou stranu, pokud se někdo nedovolá přes telefon, může ještě zkusit využít chat, tedy naopak rostoucí počet *Předčasného zavěšení* zvyšuje počet *Příchozích chatů*.

6.3.4 Diagram hladin a toků

Diagram hladin umožní najít místa akumulace a určit, jakým způsobem se budou plnit a vyprazdňovat. Místo akumulace se nazývá Stock, zásobník. Místo

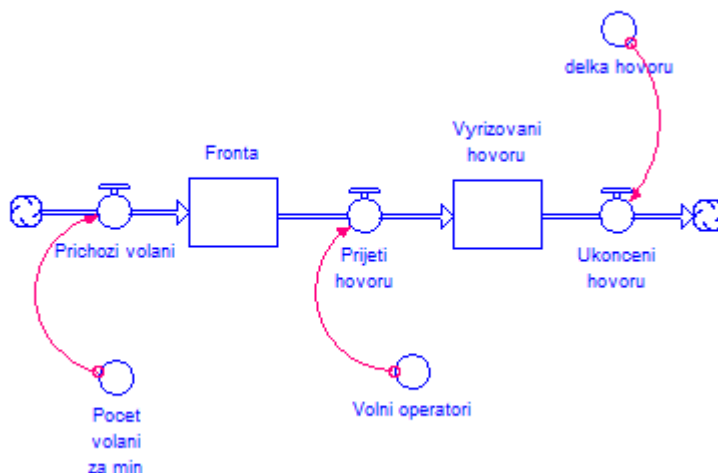
vtoku a výtoku se nazývá Flow, ventil. Míra otevření ventilů je parametrizovatelná, přičemž model se přepočítává (a změna parametru se bere v úvahu) každé dt.



Obrázek 9 Zjednodušený diagram volání

Zdroj: vlastní zpracování

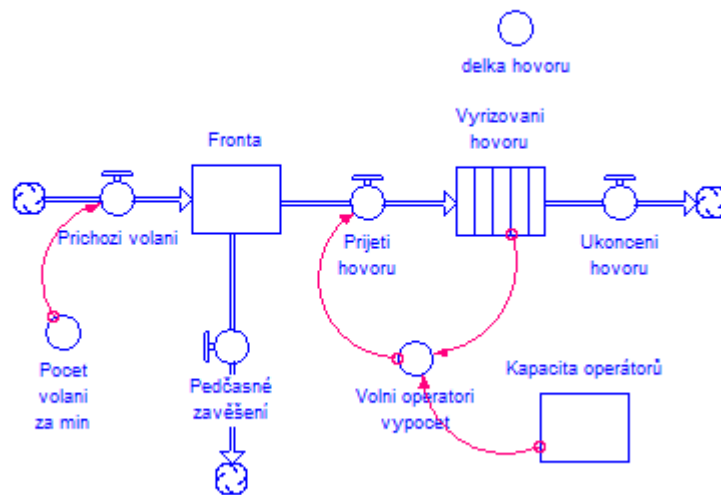
Způsob průchodu volání tímto základním diagramem řídí několik parametrů.



Obrázek 10 Základní diagram volání

Zdroj: vlastní zpracování

Při pohledu na diagram zpětnovazebních smyček je zřejmé, že ještě několik prvků chybí – Fronta se vyprazdňuje i tak, že volající předčasně zavěsí. A entita Volní operátoři není pevný parametr, ale proměnná.

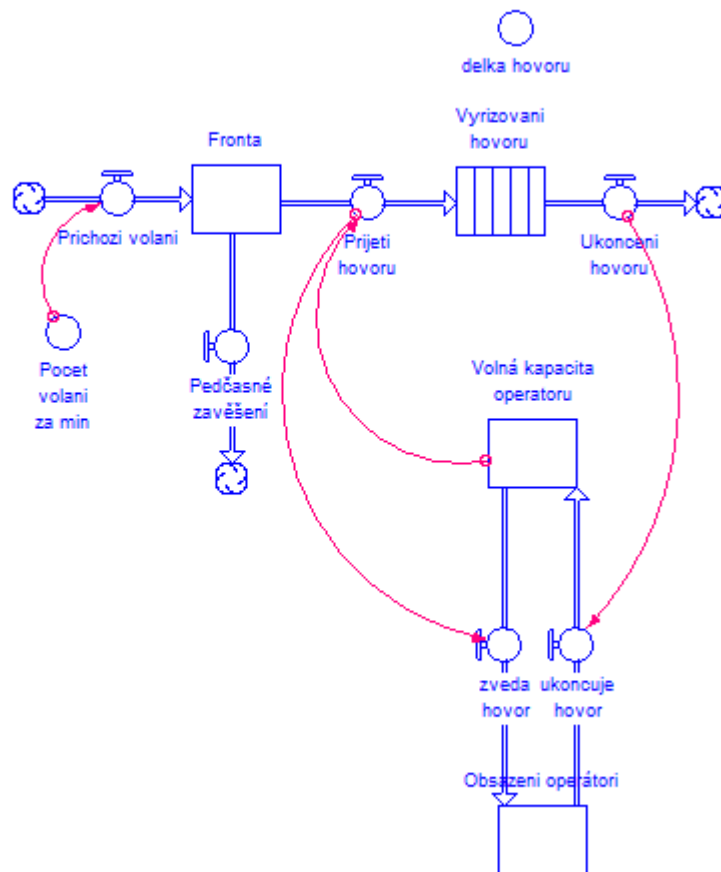


Obrázek 11 Diagram volání a kapacita operátorů

Zdroj: vlastní zpracování

V diagramu došlo ještě k jedné změně, základní entita zásobník byla změněna na dopravník – entita má navíc parametr, jak dlouho po vstupu jednotky do dopravníku dojde k výstupu na druhé straně – přesně jako pásový dopravník, jezdící schody apod. Tím pádem není možné řídit výtokový ventil, je vždy otevřený na maximum. Outflow, výtok, je určen už na vstupu, jen je o definované t zpožděn.

Segment s Kapacitou operátorů ještě upravíme tak, aby entita Volní operátoři byla také zásobníkem, to lépe vystihuje podstatu.



Obrázek 12 Diagram volání a kapacita operátorů jinak

Zdroj: vlastní zpracování

Stock and flow diagram pro instant messaging by vypadal úplně stejně, podobně jako tomu bylo u smyčkového diagramu.

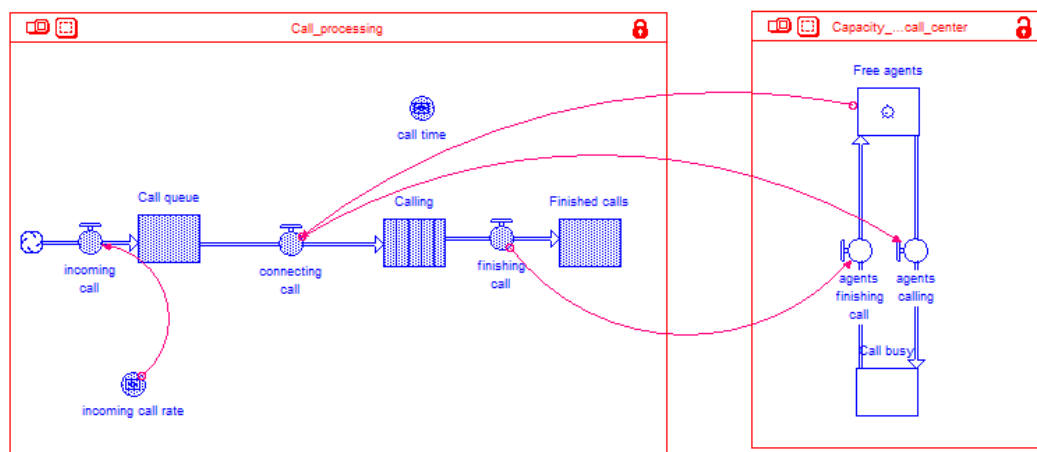
7 Sestavení simulačního modelu

Pro modelaci výše popsaného problému byl zvolen nástroj společnosti isee systems STELLA. Systém je nainstalován v učebnách UHK a je využíván pro výuku systémového modelování. Společnost isee systems byla založena v roce 1985 panem Barry Richmondem, pozdějším profesorem Dartmouth College. Samotná STELLA byla uvedena na trh v roce 1987 [12].

Vzhledem k téměř nekonečné možnosti zesložitování modelu s ohledem na reálný svět je při hledání odpovědi na otázky položené v hypotézách model vhodné postavit pouze tak složitý, aby se daná situace dala modelovat, a vynechat takové elementy, které nemají na výslednou odpověď zásadní vliv. Proto model bude v mnoha ohledech zjednodušen, a to dle předpokladů uvedených v kapitole 5.2 Klíčové proměnné a předpoklady.

7.1 Jednoduchý model call centra

V prvním kroku byly založeny dva moduly, modul volání Call processing a modul správy kapacity call centra Capacity of Call centre.



Obrázek 13 Jednoduchý model call centra

Zdroj: vlastní zpracování

Model je v zásadě identický s modelem popsaným v kapitole Diagram hladin a toků, proto vynechám podrobnější popis. Pouze doplním rovnice pro pochopení vnitřního fungování modelu.

```

Call_busy(t) = Call_busy(t - dt) + (agents_calling -
agents_finishing_call) * dt
INIT Call_busy = 0
INFLOWS:
agents_calling = connecting_call
OUTFLOWS:
agents_finishing_call = finishing_call
Call_queue(t) = Call_queue(t - dt) + (incoming_call -
connecting_call) * dt
INIT Call_queue = 0
INFLOWS:
incoming_call = incoming_call_rate
OUTFLOWS:
connecting_call = Free_agents
Finished_calls(t) = Finished_calls(t - dt) +
(finishing_call) * dt
INIT Finished_calls = 0
INFLOWS:
finishing_call = CONVEYOR OUTFLOW
Free_agents(t) = Free_agents(t - dt) +
(agents_finishing_call - agents_calling) * dt
INIT Free_agents = 10 (proměnná)
INFLOWS:
agents_finishing_call = finishing_call
OUTFLOWS:
agents_calling = connecting_call
Calling(t) = Calling(t - dt) + (connecting_call -
finishing_call) * dt
INIT Calling = 0
TRANSIT TIME = call_time

```



```

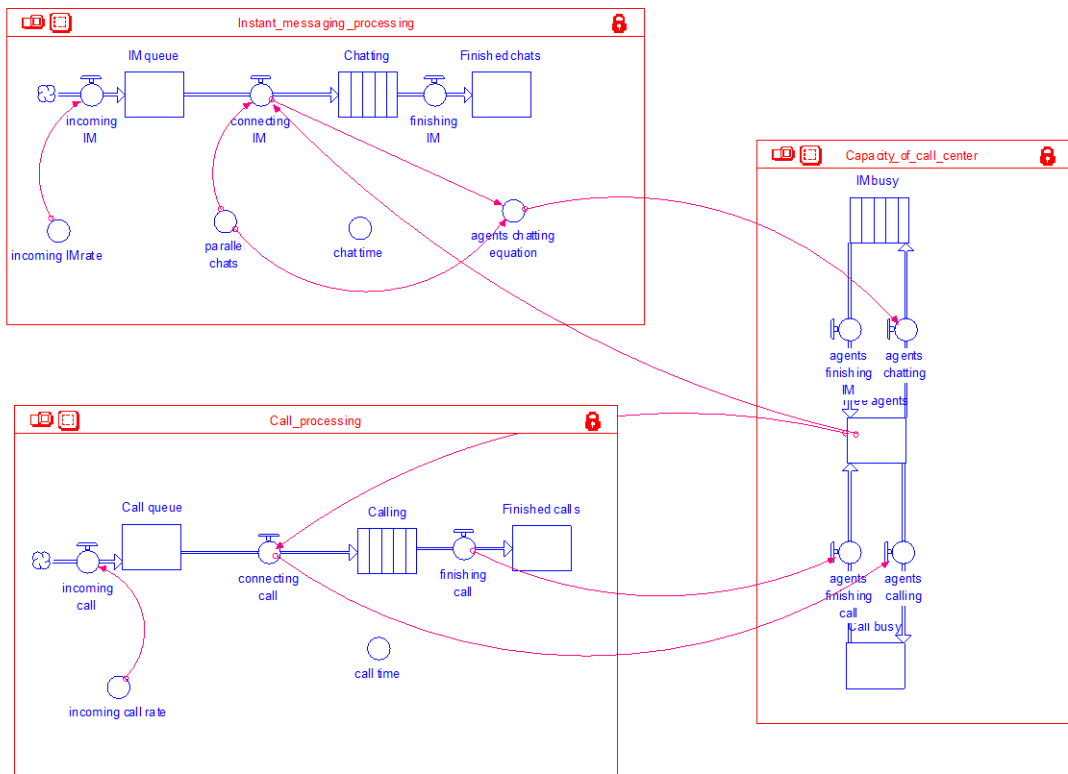
CAPACITY = INF
INFLOW LIMIT = INF
INFLOWS:
connecting_call = Free_agents
OUTFLOWS:
finishing_call = CONVEYOR OUTFLOW

```

7.2 Call centrum a Instant messaging

V druhém kroku doplníme model o modul pro IM.

Základní model komplikuje fakt, že chatů může jeden operátor zvládnout několik paralelně. Počet paralelních chatů nechť je parametr.



Obrázek 14 Call centrum a IM

Zdroj: vlastní zpracování

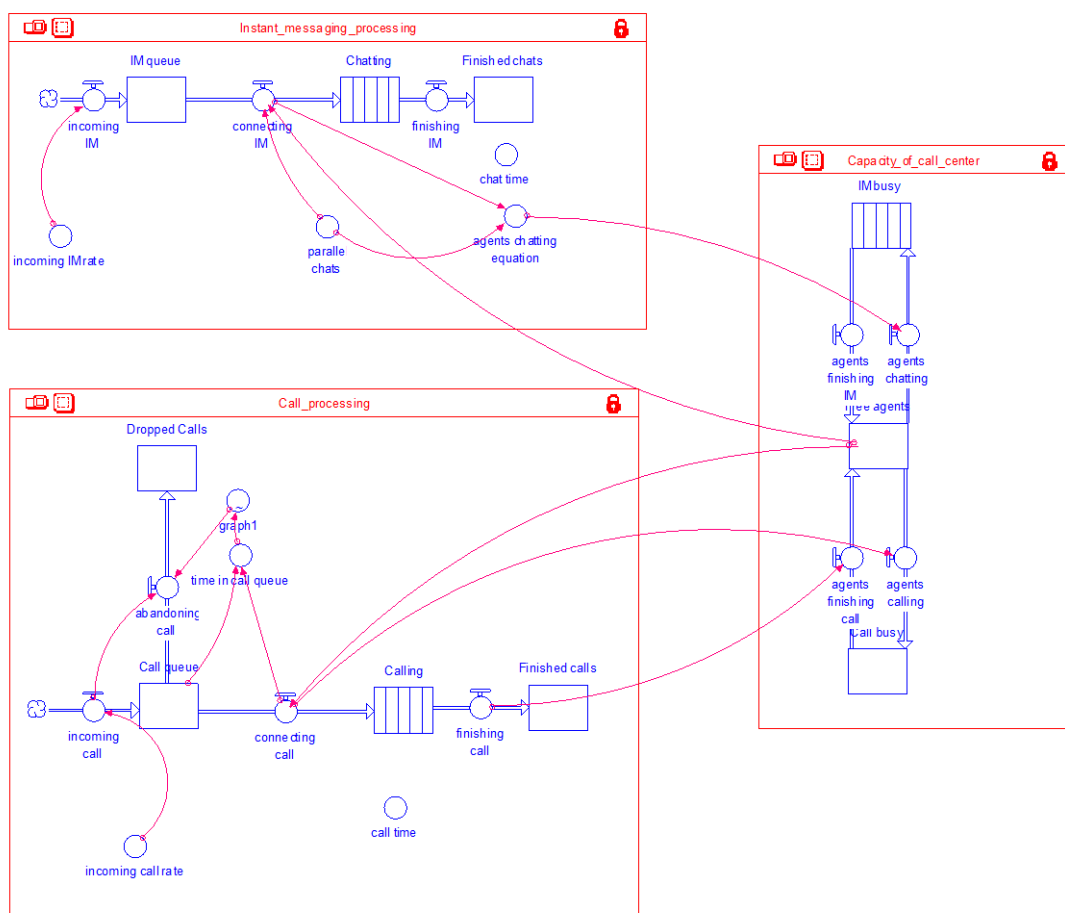
Při pohledu na nový modul *Instant messaging processing* je zjevné, že je téměř identický s modulem volání – výjimkou je násobič *parallel chats* ve ventilu

connecting IM. Modul IM čerpá ze stejné volné kapacity operátorů, ale kvůli použití násobiče nelze použít ventil *finishing IM* pro řízení ventilu *agents finishing IM*. Proto bylo nutné změnit zásobník IM na conveyor, dopravník, a ventil *agents finishing IM* bude řízen časově funkcí dopravníku.

7.3 Call centrum a předčasné opuštění fronty

V dalším kroku budování modelu se zaměříme na „předčasné“ zavěšení, kdy volající nevydrží čekat na operátora.

Předpokládejme, že míra předčasného opuštění fronty je závislá na velikosti fronty, tedy čím delší fronta, tím více lidí z ní odejde, případně si do ní vůbec „nestoupne“. V modelu je čas ve frontě spočítán poměr velikosti fronty a míry zmenšování fronty zvedáním hovorů operátory.



Obrázek 15 Opuštění fronty

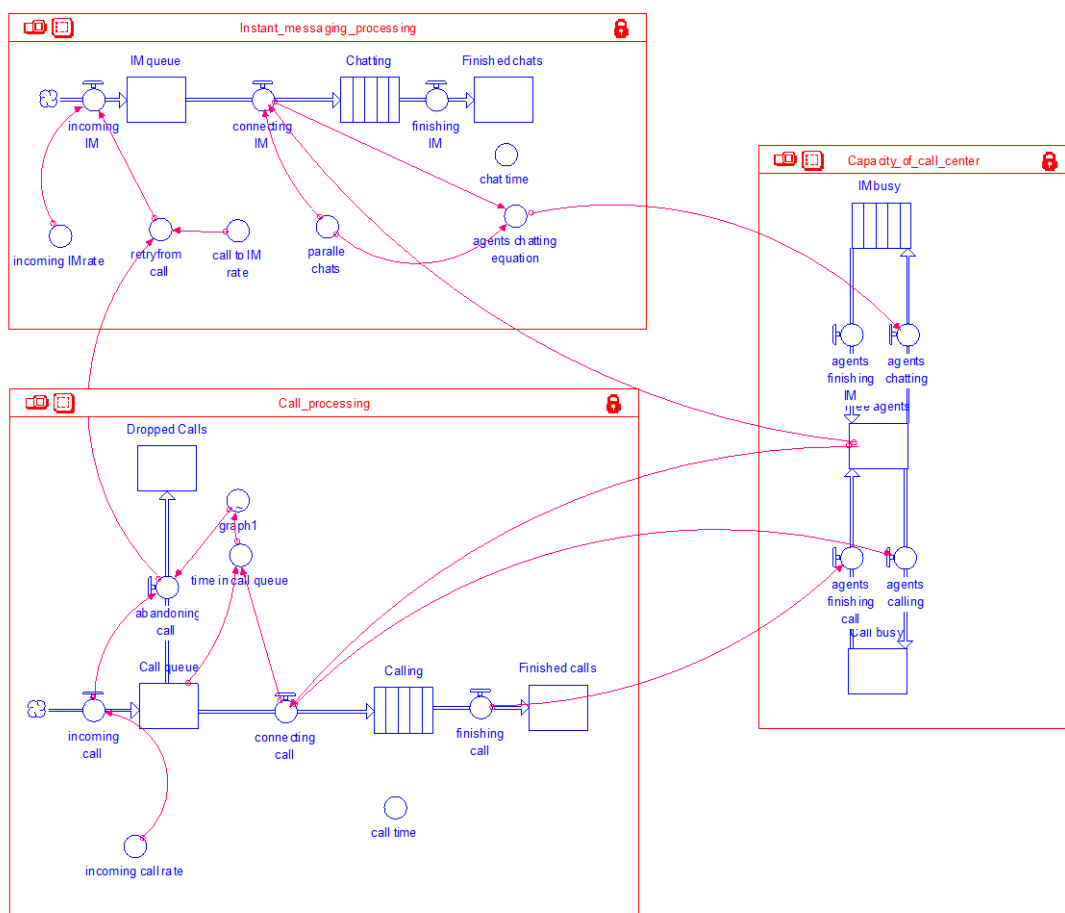
Zdroj: vlastní zpracování

Určitý poměr volajících tedy nevyčká na operátora, ale „zavěsí“, čímž se v našem modelu vydá skrz ventil abandoning call do zásobníku Dropped Calls.

Vztah „čím větší fronta, tím více lidí odejde“ je pak vyjádřen grafickou funkcí.

7.4 Přesun z volání na IM

Předpokládám, že někteří klienti, kteří se nedovolají v nějakém čase, zkusí ještě chat. Procento neúspěšných volajících přecházejících na chat je dáno parametrem *call to IM rate*.



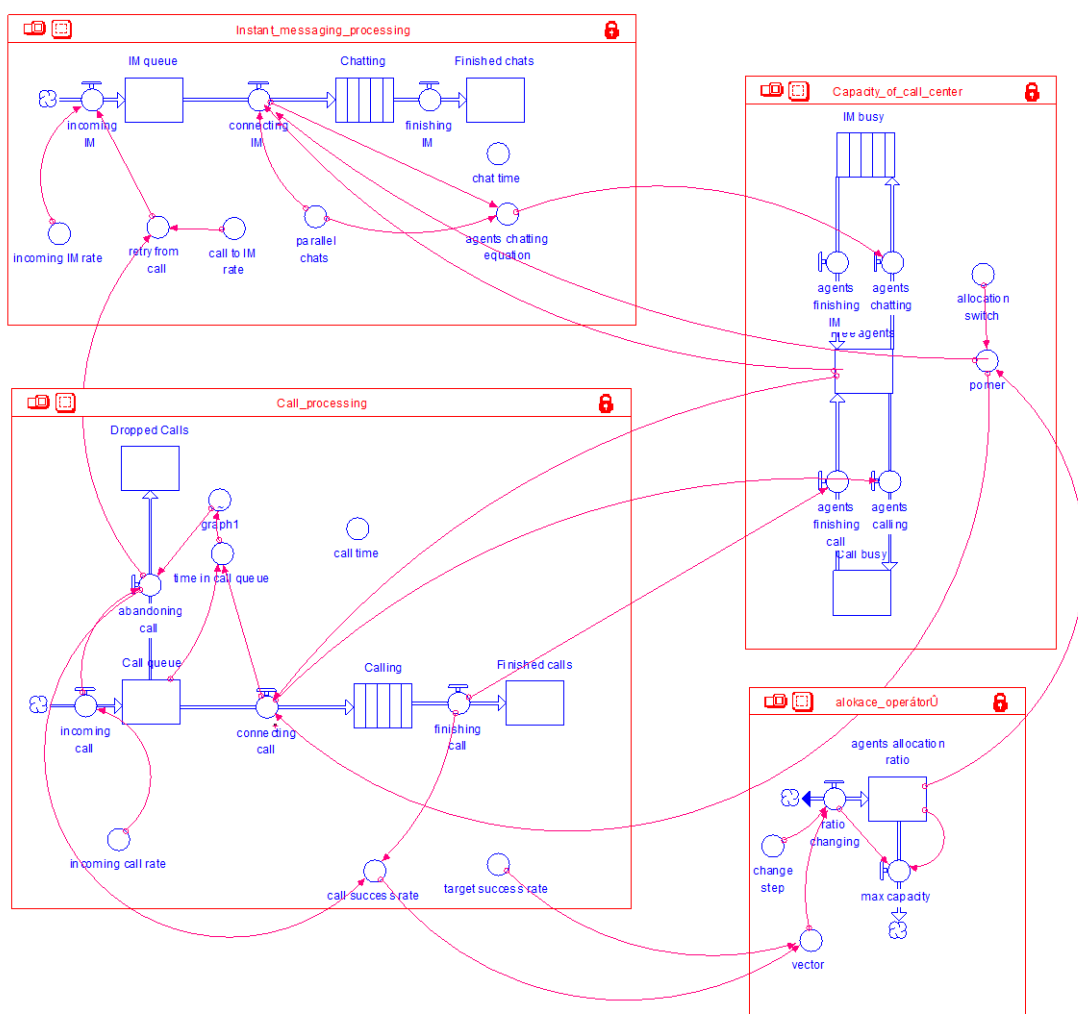
Obrázek 16 Přesun volání na IM

Zdroj: vlastní zpracování

7.5 Řízení zátěže

Je pravděpodobné předpokládat, že pokud doposud uvažované call centrum řešilo jen hovory, bude IM přidávat jako další kanál s nižší prioritou. Vysokou prioritu a přednost bude mít vyřízení co největšího množství hovorů, přičemž k chatům se dá přinejhorším přistoupit jako k emailům a vyřídit je, když opadne nápor na volání. Byť je pravděpodobné, že řadu zákazníků už na chatu operátor nezastihne.

Proto přidáme ještě způsob, jak měřit úspěšnost zvedání hovorů a podle toho nastavovat ventily pro IM a pro volání. Přidáme modul Alokace operátorů.



Obrázek 17 Řízení zátěže

Zdroj: vlastní zpracování

Tento modul a jeho vazby jinem jsou poměrně komplikované, proto si popíšme jednotlivé části a rovnice.

Target success rate je parametr, který určuje cílovou, nebo spíše hraniční hodnotu „úspěšně“, tedy včas zvednutých hovorů.

Call success rate je parametr, který je určen jako poměr *finishing call* a *abandoning call*. Měří tedy okamžitou hodnotu, nikoli dlouhodobou akumulaci, a kapacitu operátorů mění velmi dynamicky.

Vector slouží jako vektor změny alokace - `IF (target_success_rate >= call_success_rate) THEN 1 ELSE -1`. Pokud je tedy aktuální úspěšnost zvedání hovorů nízká, ukazuje vektor 1 a umožňuje posilovat Instant Messaging. V opačném případě škrtí kapacitu na Instant Messaging každé dt o hodnotu *change step*.

Kompletní rovnice modelu jsou uvedeny v příloze č. 2.

7.6 Rozložení v čase

Na konec konstrukce a testování modelu bude použito na počet vstupních hovorů a chatů Poissonovo rozdělení. Poissonovo rozdělení pravděpodobnosti má náhodná veličina, která vyjadřuje počet výskytů málo pravděpodobných, řídkých jevů v určitém časovém, resp. objemovém intervalu. Poissonovo rozdělení bývá označováno jako rozdělení řídkých jevů, neboť se podle něj řídí četnosti jevů, které mají velmi malou pravděpodobnost výskytu. Zhusta se používá právě při modelování obsluhy front.

8 Testování

8.1 Základní testy

Všechny testy budou provedeny bez Poissonova rozložení na vstupu.

8.1.1 Jádro modelu

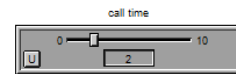
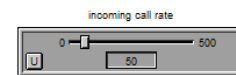
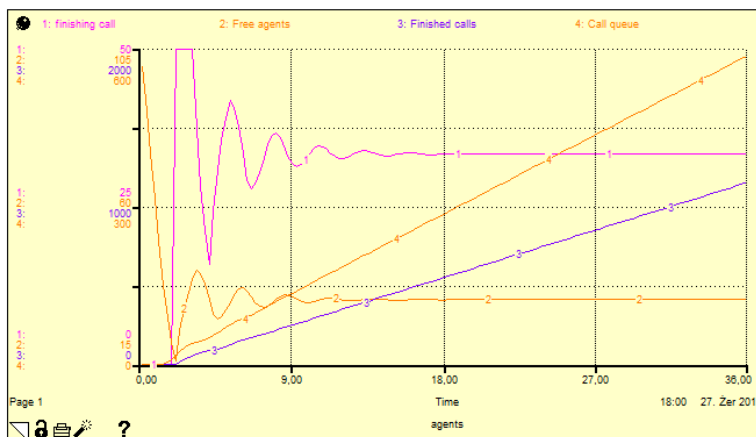
Chování modelu je někdy neintuitivní – důvodem jsou jednak zpětné vazby, což je ovšem důvod, proč model tvoříme. Ale je tu i jiný problém, a to, jak funguje ventil.

Řekněme, že časový krok dt nastavíme na $\frac{1}{4}$ a průtok ventilem na 10 objemových jednotek za časovou jednotku. Časová jednotka nechť je minuta. Zásobník Z1 má kapacitu 100.

Pak ventil V vezme v každém kroku průchodu modelem (dt) $\frac{1}{4}$ průtoku ventilu ze zásobníku Z1 a nechá ho „odtéct“, odteče 2,5 jednotek. Při nastavení výpustového ventilu na 10 pak za 1 minutu proběhnou 4 kroky a ze Z1 vyteče zamýšlených 10 objemových jednotek.

Jenže pokud je ventil řízený rovnicí, ve které se objevuje jakýkoli jiný zásobník, dojde k tomu, že každé dt se přepočítají všechny hodnoty rovnic a aktualizují se proměnné, tzn. diskutovaný zásobník Z1 už nemá kapacitu 100, ale $100 - 10/4 = 97,5$. Při dalším kroku $dt+1$ už tedy neproteče ventilem V tolik, jako v předchozím kroku, ačkoli se jinak nijak nezměnily podmínky a průtok se rychle zpomaluje. Jakoby voda z nádrže tekla tím méně, čím méně v zásobníku zbývá vody. Hladina neklesá lineárně, ale klesá po exponenciále, zpomaluje. Pokud do zásobníku Z1 tímto způsobem i přitéká, experimentálně zjištěným výsledkem je, že $\frac{1}{3}$ objemu nikdy nevyteče – a v případě této práce $\frac{1}{3}$ operátorů zůstává „nelogicky“ stále volných.

Chování je dobře vidět na úvodním jednoduchém modelu volání (modul call processing). Prostou trojčlenkou vychází, že 100 operátorů by mělo zvládnout 50 hovorů za minutu při době trvání hovoru 2 minuty. Simulace ovšem dopadne jinak, viz graf.



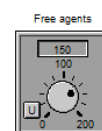
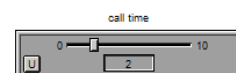
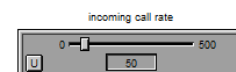
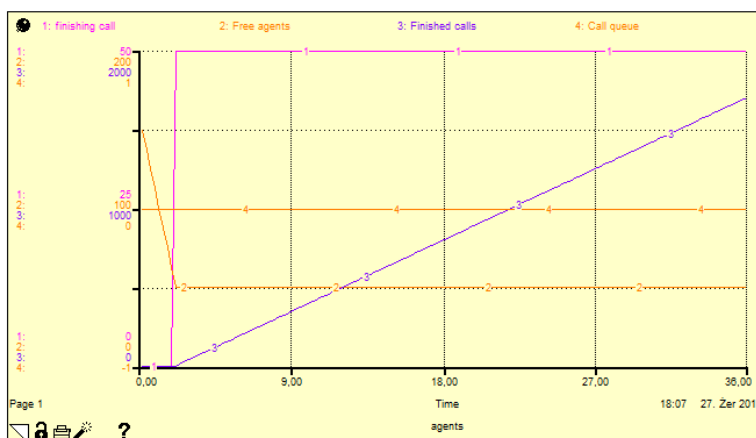
simple call centre model

Obrázek 18 Fronta volání 50-2-100

Zdroj: vlastní zpracování

Jak je vidět, tvoří se fronta a přitom je dle grafu část operátorů volná.

Až při kapacitě 150 operátorů fronta zmizí.



simple call centre model

Obrázek 19 Fronta volání 50-2-150

Zdroj: vlastní zpracování

Popsané chování modelu se autor práce snažil různými způsoby eliminovat. Změnou struktury modelu, vynecháním části zásobníků, nahrazením conveyor (dopravníku) pomocí rovnic a obyčejného zásobníku, úpravou rovnice pomocí funkcí IF a DELAY. Závěr je, že toto chování je natolik obsažené v samotném jádru

programu, že ho nelze jinak eliminovat, pouze vzít do úvahy. Vzhledem k tomu, že práce srovnává chování call centra při použití jednoho modelu a pouze úpravou parametrů sleduje změny chování, předpokládejme, že na závěry o trendech v kapacitě to nebude mít vliv. Nebude pouze možno stanovit přesný počet operátorů, absolutní čísla budou trpět popsanou chybou.

8.1.2 Parametry modelu

Kompletní model má sadu parametrů, které musí uživatel nastavit pro simulaci požadovaného stavu. V každém scénáři musí být nastaveny.

- Počet příchozích hovorů za minutu
- Délka hovoru v minutách
- Počet příchozích chatů za minutu
- Délka chatu v minutách
- Počet paralelních chatů pro jednoho operátora
- Přesun na IM, tzn. poměr zákazníků, kteří po neúspěšném volání zkusí ještě chat (v %)
- Počáteční počet volných operátorů

Pro modul řídící alokaci operátorů ve prospěch volání pak ještě další sada parametrů:

- Funkce alokace vypnuta/zapnuta
- Cílová hodnota úspěšnosti přijatých hovorů (v %)
- Počáteční rozdělení operátorů mezi IM a volání (hodnota udává poměr IM)

8.1.3 Nezávislost IM a volání

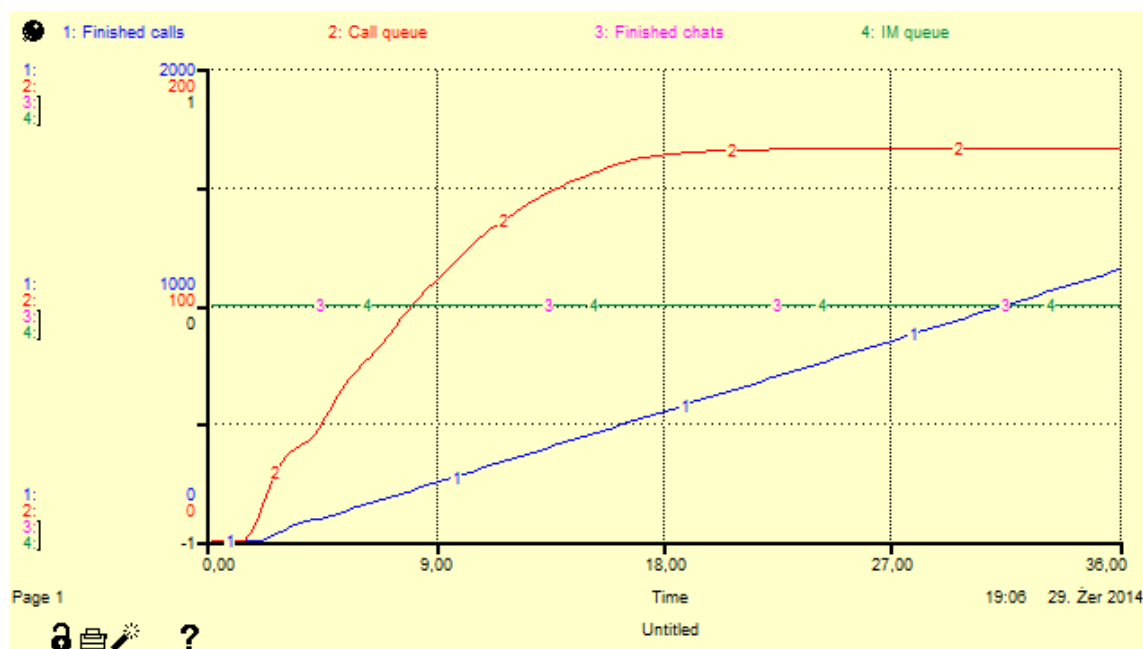
Bylo by vhodné vyzkoušet, zda se počet vyřízených hovorů, když celý modul IM bude vypnutý, neliší od počtu vyřízených chatů, když celý modul volání bude vypnutý. To vše při jinak nezměněných parametrech.

Parametry scénáře **Volání**:

Počet příchozích hovorů	50
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	0
Délka chatu	2

Počet paralelních chatů	1
Přesun na IM	0%
Počet operátorů	100
Funkce alokace	vypnuta

Výstup scénáře:

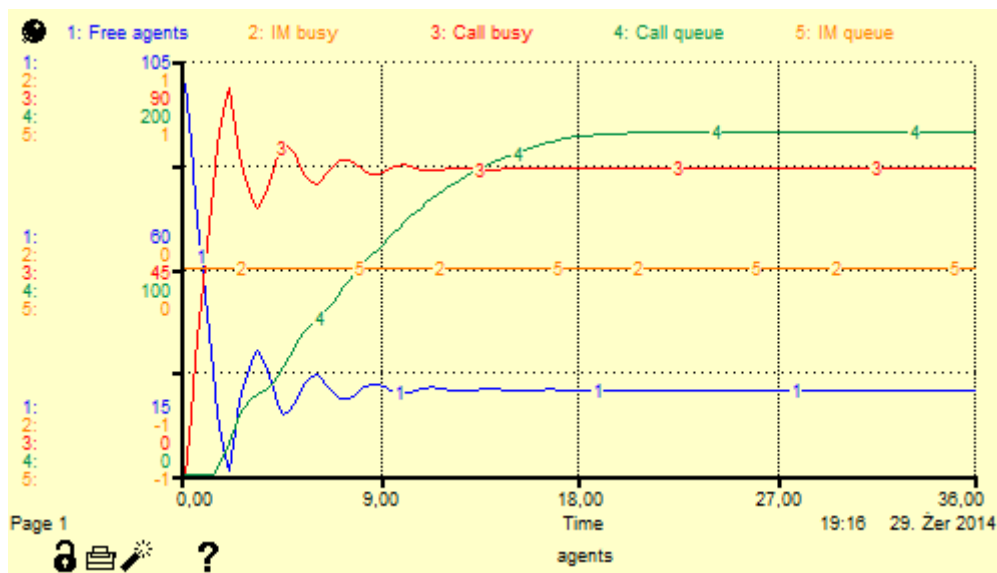


Obrázek 20 Nezávislost IM a volání - scénář 1

Zdroj: vlastní zpracování

Celkový počet volání za 36 minut je 1148.

Chování zásobníků operátorů odpovídá problému popsanému v kapitole 8.1.1:



Obrázek 21 Nezávislost IM a volání - scénář 1; pool operátorů

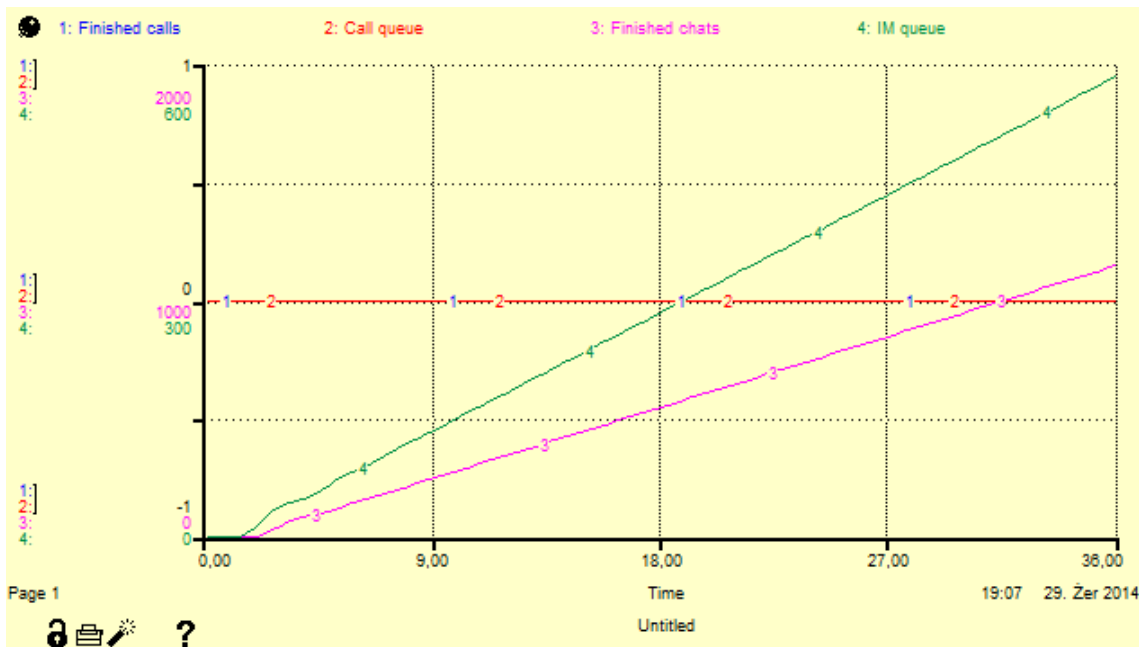
Zdroj: vlastní zpracování

1/3 operátorů zůstává volná.

Parametry scénáře IM:

Počet příchozích hovorů	0
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	50
Délka chatu	2
Počet paralelních chatů	1
Přesun na IM	0%
Počet operátorů	100
Funkce alokace	vypnuta

Výstup scénáře je zachycen v grafu:

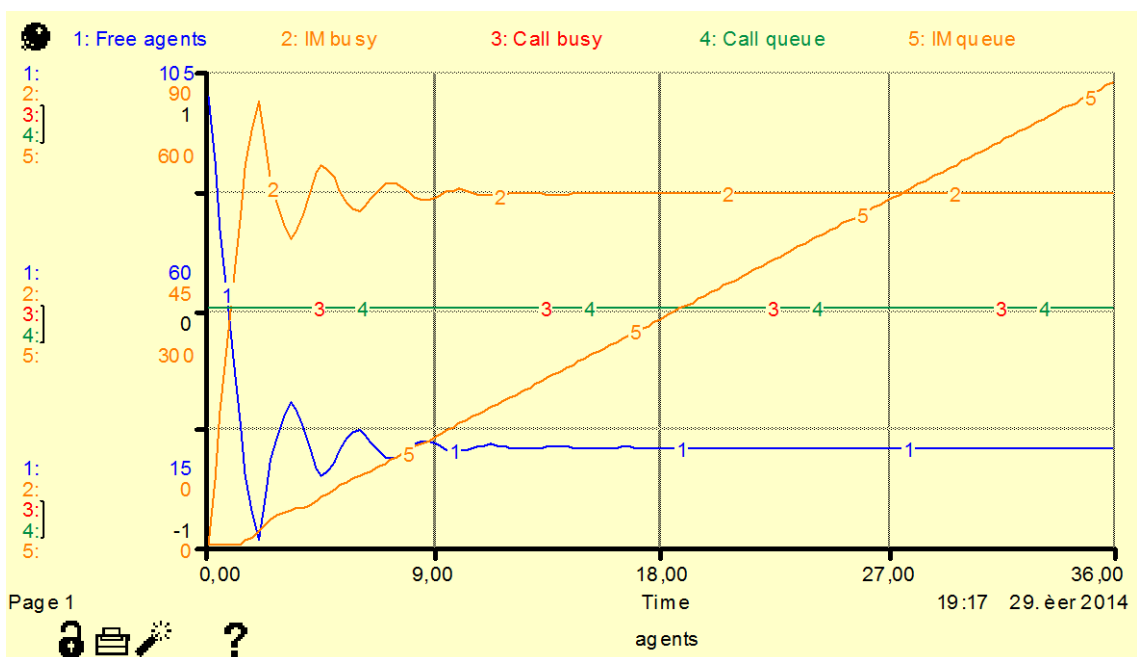


Obrázek 22 Nezávislost IM a volání - scénář 2

Zdroj: vlastní zpracování

Celkový počet chatů za 36 minut je 1148.

Chování poolu operátorů je stejné jako ve scénáři Volání.



Obrázek 23 Nezávislost IM a volání - scénář 2; pool operátorů

Zdroj: vlastní zpracování

Grafy celkových dokončených volání/chatů se liší pouze v průběhu fronty, protože fronta volání má samoregulující se vazbu.

Závěr tedy je, že tento test byl úspěšný.

8.1.4 Vliv souběžného IM a volání

Pokud celkový počet volání rozdělíme mezi příchozí hovory a příchozí chaty a jinak necháme všechny parametry na stejných hodnotách, mělo by sečtené číslo celkových IM a volání být stejné, jako v přechodím testu celkový počet volání.

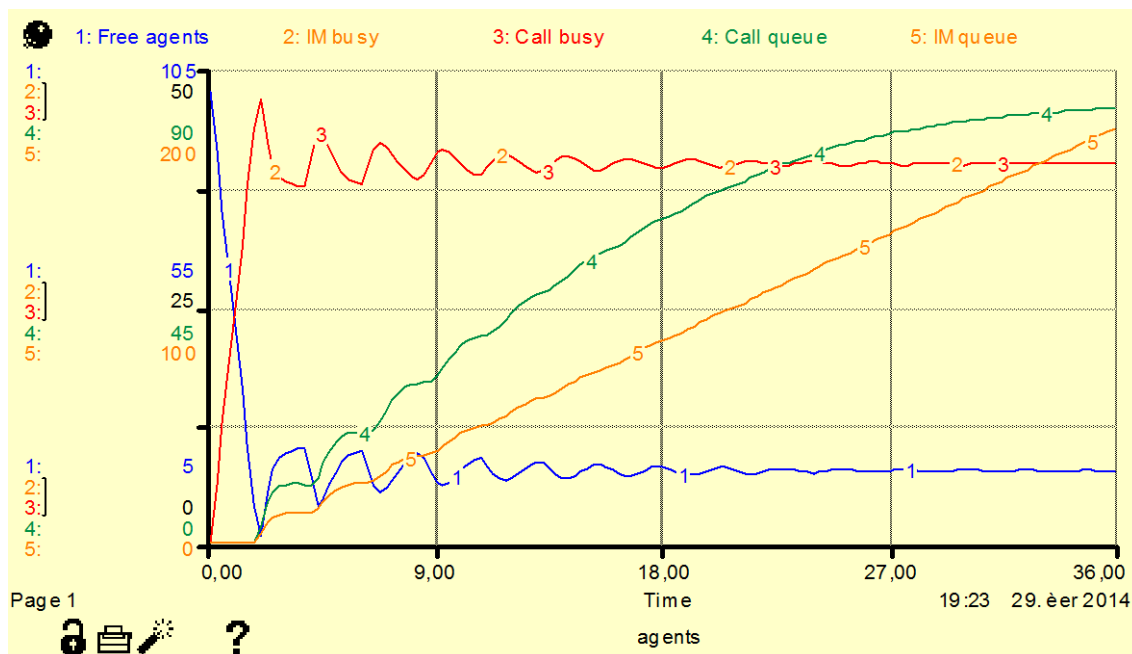
Parametry scénáře **Souběžné volání a IM:**

Počet příchozích hovorů	25
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	25
Délka chatu	2
Počet paralelních chatů	1
Přesun na IM	0%
Počet operátorů	100
Funkce alokace	vypnuta

Výstup scénáře:

Počet vyřízených volání je stejný, jako počet vyřízených chatů, a to 685. Dohromady je to 1270. Tedy o 19% víc, než výstup předchozího testu.

Při pátrání po příčinách chování docházíme k závěru, že model dvou souběžných front udržuje nižší počet volných operátorů. Místo 33% pouze 20%.



Obrázek 24 Souběžné IM a volání - chování poolu operátorů

Zdroj: vlastní zpracování

Závěr testu je: neúspěšný.

Abychom zachovali porovnatelnost výsledků v hypotézách, bude nutné za referenční bod považovat nikoli model s jednou vypnutou frontou, ale model s 2 frontami identicky nastavenými. Při hledání odpovědí v hypotézách pak budeme měnit pouze vzájemné hodnoty front.

8.2 Porovnání s referenčním módem

Bohužel, jak je uvedeno dříve, nebylo možné oficiálně získat data z komerčních call center a tedy není možné ani provést porovnání s referenčním módem.

8.3 Robustnost modelu

Jak se model chová, když jednotlivé parametry posuneme do krajních, případně nedefinovaných poloh? Závěry jsou uvedeny pod každým testovaným parametrem.

Počet příchozích hovorů 0

Počet příchozích chatů 0

Model korektně proběhne a v grafech správně vynese nulové celkové hovory i IM a plnou volnou kapacitu call centra.

Délka hovoru 0

Délka chatu 0

Modelace „extrémně rychlých“ hovorů a IM, proběhne korektně, netvoří se fronta a všechny příchozí hovory a IM jsou vyřešeny.

Počet paralelních chatů 0

Omezeno na vstupu, nelze zadat bez zásahu do kódu modelu.

Přesun na IM 0%

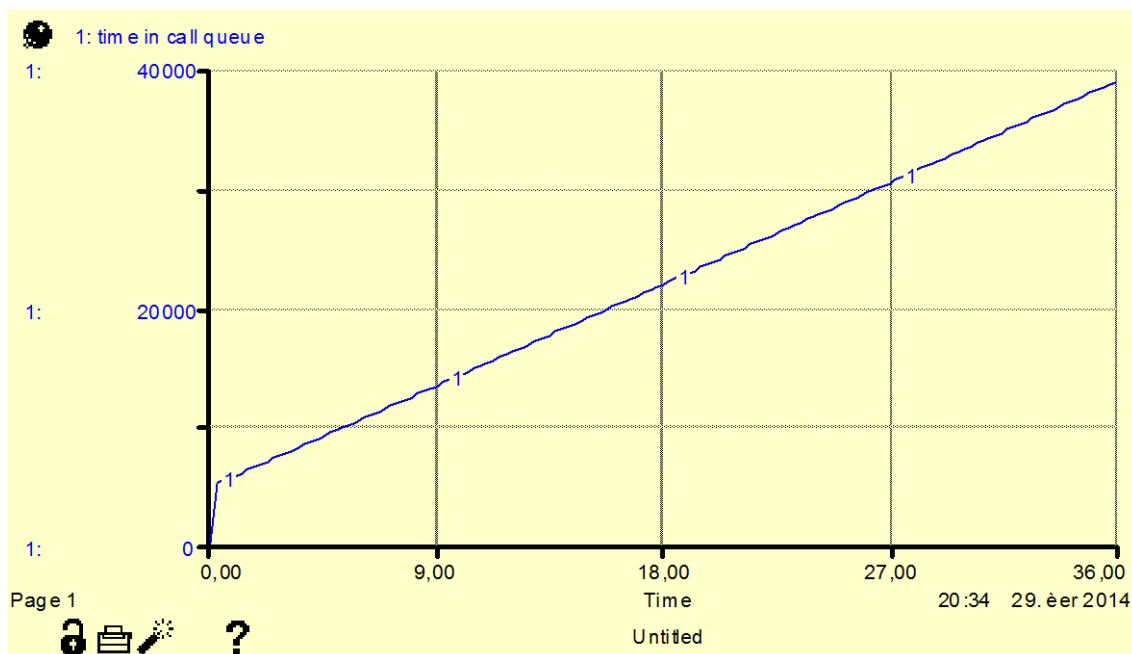
Korektně vypne funkci a nenavýšuje počty příchozích IM.

Počet operátorů 0

Zde se projeví zvláštní chování fronty volání. Korektně se neprovede žádný hovor ani chat a model proběhne. Ale je rozpor v objemu fronty IM a volání – fronta volání zůstává prakticky prázdná a všechny hovory jdou velmi rychle do zásobníku *Dropped Calls*. Důvodem je způsob počítání času ve frontě, reagující na nulové zvedání hovorů operátory. Teoreticky hrozí dělení nulou, proto je do vzorce už v kódu zahrnuta pojistka nenulovosti

`Call_queue/(connecting_call+0.001)`

Malé číslo v závorce ale způsobí následující chování – vývoj času ve frontě:



Obrázek 25 Robustnost času ve frontě

Zdroj: vlastní zpracování

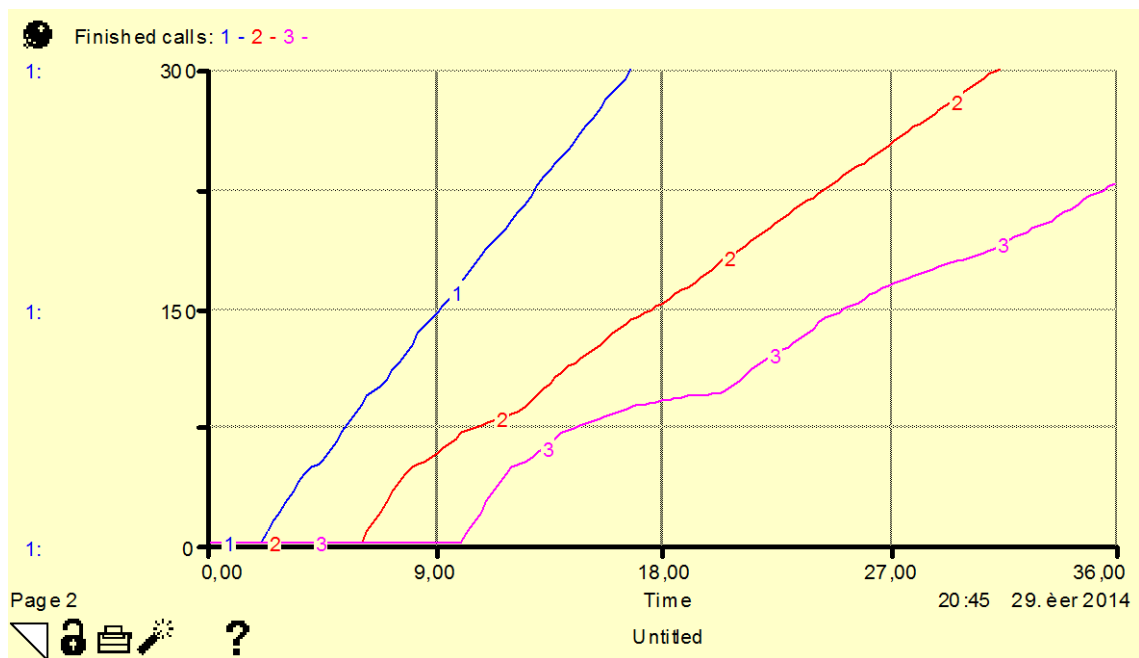
Extrémní růst nám ale nevadí, model se celkově chová korektně.

8.4 Citlivost modelu

Citlivostní analýzou se zjišťuje, zda se model nechová zásadně rozdílně, když se mění hodnota konkrétního parametru. Očekávané chování je, že v případě malé změny parametru se výsledné křivky modelu nebudou příliš lišit.

Délka hovoru $2 - 5 - 7$

Změna délky hovoru má očekávaný vliv v posunu křivky počtu hovorů. Průběh křivky je podobný. Nenalezen žádný problém.



Obrázek 26 Citlivostní analýza Délky hovoru

Zdroj: vlastní zpracování

9 Návrh postupu a hodnocení

V nastavení parametrů vyjdeme z kapitoly 5.4 Dynamická definice problému, kde je popsán referenční model.

Nastavení parametrů modelu:

Počet příchozích hovorů	70
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	30
Délka chatu	4
Počet paralelních chatů	3
Přesun na IM	25%
Počet operátorů	60
Funkce alokace	zapnuta/vypnuta dle scénáře

V modelu bude na vstupních bodech systému – příchozí volání a IM - použito Poissonovo pravděpodobnostní rozdělení.

Počet operátorů je nastaven způsobem, aby byl hraniční hodnotou pro předchozí parametry, tak, že se právě začne tvořit fronta. Při dalším snížení tohoto parametru by došlo k růstu fronty a zavěšeným voláním. Je tedy empiricky odvozen ze simulace.

9.1 Scénáře

9.1.1 Hypotéza 1 – IM nepřinese nutnost navýšení kapacity

Budeme srovnávat stav, kdy obě simulované fronty slouží pro hovory, a stav, kdy jedna fronta má změněné parametry podle očekávaného chování interakce přes chat. Cílem hypotézy je ověřit, že nový kanál nebude mít vliv na celkový počet vyřízených požadavků. Srovnáme tedy křivky následujících dvou modelů.

Model 1:

Počet příchozích hovorů	50
Délka hovoru	2

Počet příchozích chatů	50
Délka chatu	2
Počet paralelních chatů	1
Přesun na IM	0%
Počet operátorů	60
Funkce alokace	vypnuta

Model 2:

Počet příchozích hovorů	70
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	30
Délka chatu	4
Počet paralelních chatů	3
Přesun na IM	25%
Počet operátorů	60
Funkce alokace	vypnuta

9.1.2 Hypotéza 2 – Má smysl upřednostňovat volání

V tomto scénáři bude zapnut modul pro řízení zátěže tak, aby upřednostňoval zvedání hovorů před IM v případě, že se začne tvořit fronta volajících. Hypotéza bude ověřovat, zda při preferenci volání před chaty bude celkový počet vyřízených požadavků vyšší, než při neřízeném přidělování (na principu first come, first served).

Parametry:

Počet příchozích hovorů	100
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	50
Délka chatu	4
Počet paralelních chatů	3
Přesun na IM	25%
Počet operátorů	60
Funkce alokace	zapnuta

Cílová úspěšnost hovorů 80%

Počáteční alokace na volání 50%

Jak je vidět, počet příchozích hovorů a chatů byl zvýšen oproti modelu z hypotézy 1. Důvodem je záměr operátory přetížit, aby mělo smysl sledovat prioritizování hovorů.

9.2 What if analýzy

Co se stane, pokud se mylíme v odhadu délky chatu a možností vyřizovat chaty paralelně? Jak se promění výsledky, když dojde ke změně těchto parametrů?

Analýza bude provedena tak, že za jinak nezměněných podmínek bude upravena délka chatu a porovnány výsledky.

Variace:

Délka chatu	4
Délka chatu	6
Délka chatu	8

10 Shrnutí výsledků

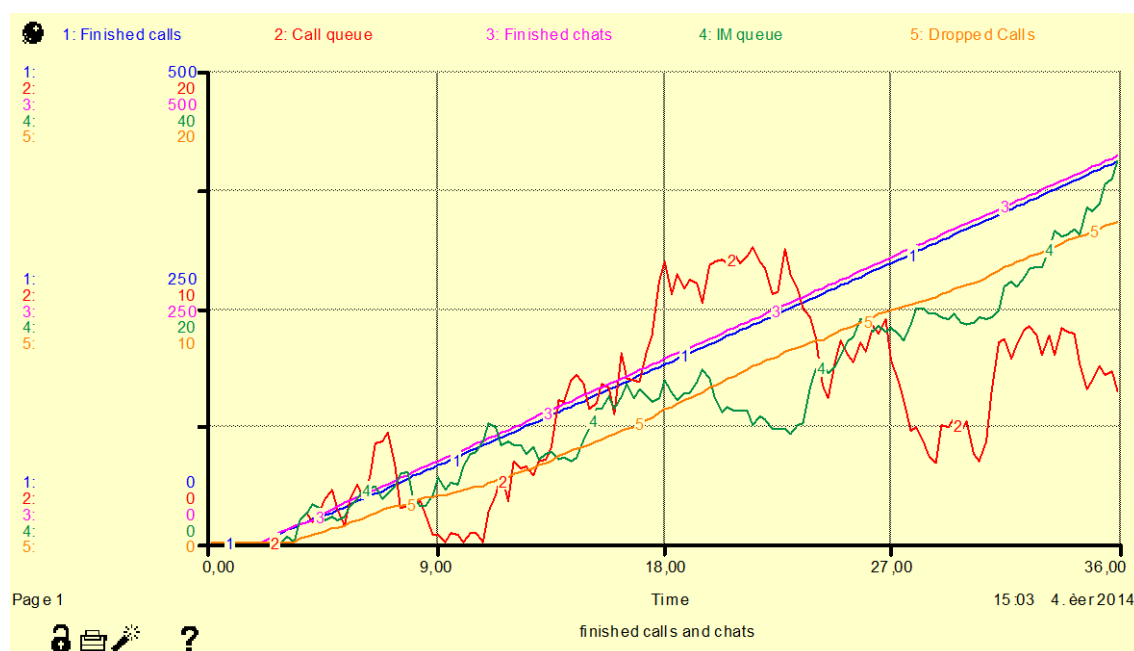
V předchozí kapitole byly stanoveny pro jednotlivé hypotézy scénáře, které se naparametrizují do modelu a simulace následně vykreslí závěry. Tyto závěry jsou uvedeny v této kapitole.

10.1 Výsledky hypotézy 1

Při nastavení parametrů dle modelu 1, tedy

Počet příchozích hovorů	50
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	50
Délka chatu	2
Počet paralelních chatů	1
Přesun na IM	0%
Počet operátorů	60
Funkce alokace	vypnuta

je průběh křivek následující:



Obrázek 27 Závěry hypotézy 1 - model 1

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulkovém zobrazení je průběh následující:

Tabulka 1 Výsledky hypotézy 1 - model 1

Time	Finished calls	Call queue	Finished chats	IM queue
0	0	0	0	0
3	12	0	13	0
6	45	2	50	4
9	81	0	85	5
12	117	3	121	8
15	152	6	158	10
18	188	12	194	14
21	224	12	230	11
24	260	9	266	15
27	296	8	302	18
30	332	5	338	18
33	368	8	374	23
36	404	6	410	32

Zdroj: vlastní zpracování

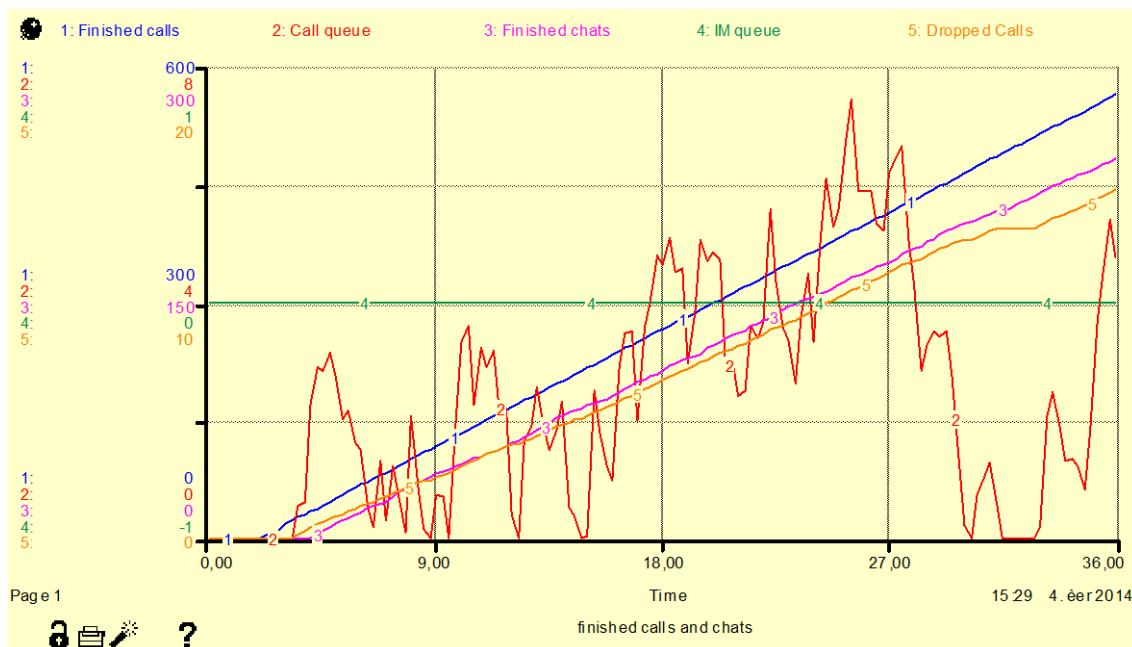
Celkový počet vyřízených hovorů tedy v modelu 1 je 814.

Po nastavení parametrů dle Modelu 2, tedy s Instant Messagingem na

Model 2:

Počet příchozích hovorů	70
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	30
Délka chatu	4
Počet paralelních chatů	3
Přesun na IM	25%
Počet operátorů	60
Funkce alokace	vypnuta

dojde k následujícím posunům:



Obrázek 28 Závěry hypotézy 1 - model 2

Zdroj: vlastní zpracování

A tabulkově pak průběh simulace vypadá takto:

Tabulka 2 Výsledky hypotézy 1 - model 2

Time	Finished calls	Call queue	Finished chats	IM queue
0	0	0	0	0
3	18	0	0	0
6	67	1	16	0
9	116	1	41	0
12	166	0	60	0
15	216	0	84	0
18	266	5	106	0
21	315	2	130	0
24	365	3	154	0
27	414	6	175	0
30	465	0	201	0
33	515	0	219	0
36	565	5	241	0

Zdroj: vlastní zpracování

Jak je z tabulky vidět, celkový počet hovorů v modelu 2 je 806. Prakticky stejně jako v modelu 1. Zajímavé ale je, že je skoro prázdná fronta volajících a úplně prázdná fronta IM. Zákazníci tedy tento model ocení lépe, protože nebudou čekat

na spojení s operátorem. Lze se navíc domnívat, že při lepším přidělování operátorů na chaty by měl existovat potenciál k zvýšení počtu vyřízených zákazníků.

10.2 Výsledky hypotézy 2

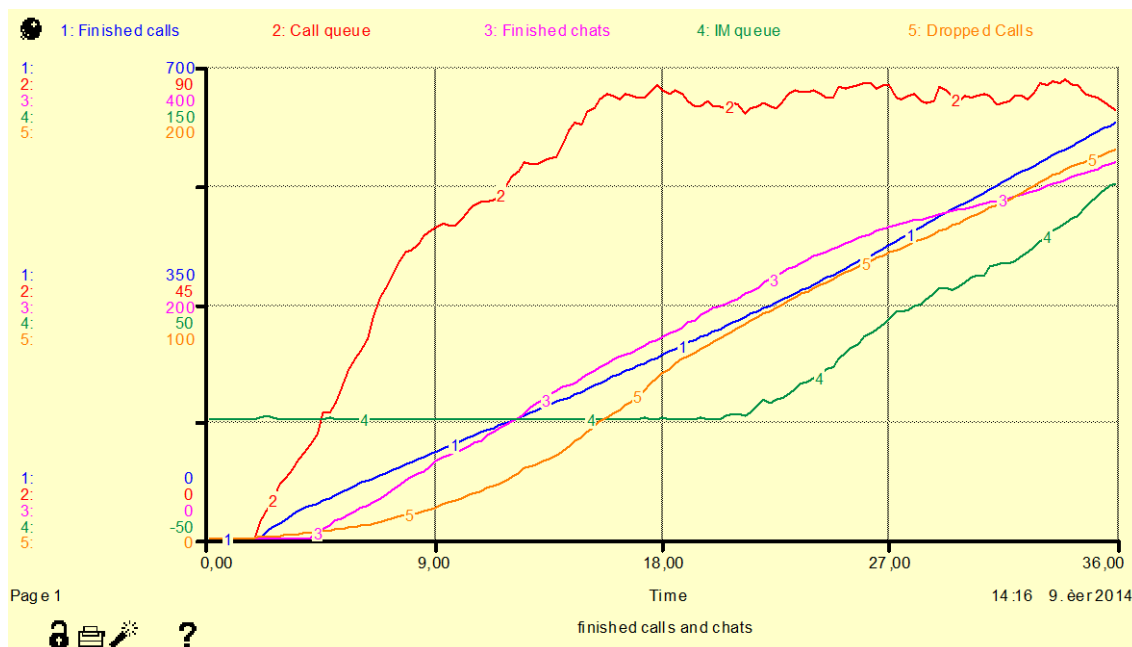
Závěry z hypotézy 1 může být částečně rovnou ověřen v modelu upraveném pro hypotézu 2. Způsob tohoto ověření spočívá v nalezení takového cílového parametru úspěšnosti volání, aby celkový počet úspěšně vyřízených kontaktů byl maximální.

Nejprve ověření modelu s parametrizací pro hypotézu 2.

Parametry:

Počet příchozích hovorů	100
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	50
Délka chatu	4
Počet paralelních chatů	3
Přesun na IM	25%
Počet operátorů	60
Funkce alokace	zapnuta
Cílová úspěšnost hovorů	80%
Počáteční alokace na volání	50%

Průběh křivek je v takovém modelu následující:



Obrázek 29 Závěry hypotézy 2

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulkové vyjádření hodnot v čase pak vypadá takto:

Tabulka 3 Výsledky hypotézy 2

Time	Finished calls	Call queue	Finished chats	IM queue
0	0	0	0	0
3	28	12	0	1
6	81	37	23	0
9	127	58	61	0
12	174	75	98	0
15	224	81	134	0
18	274	81	170	2
21	325	81	204	14
24	379	81	236	33
27	439	78	258	47
30	496	85	281	62
33	553	86	307	79
36	615	83	326	104

Zdroj: vlastní zpracování

Po sečtení dokončených hovorů a chatů vyjde číslo 941. Při stejné zátěži a bez alokačního algoritmu vyjde 914. Alokační mechanismus tedy má mírný pozitivní vliv na celkový počet dokončených kontaktů se zákazníkem, ale významně se mění

počet předčasně zavěšených hovorů – 163 při preferenční alokaci, 291 při rovnoměrném přidělování.

Experimentálně dále z modelu vyplynulo, že při stejné zátěži a počtu operátorů lze nastavením vhodné cílové úspěšnosti lze dosáhnout až 961, a to při hodnotě 70-80%.

10.3 Výsledky *What if* analýzy

Variace:

Délka chatu	4
Délka chatu	6
Délka chatu	8

Ostatní parametry:

Počet příchozích hovorů	100
Délka hovoru	2
Počet příchozích chatů	50
Délka chatu	**viz výše**
Počet paralelních chatů	3
Přesun na IM	25%
Počet operátorů	60
Funkce alokace	zapnuta
Cílová úspěšnost hovorů	80%
Počáteční alokace na volání	50%

Závěry *what if* analýzy s násobením času chatu se dají shrnout následující tabulkou:

Tabulka 4 WIF srovnání celkových výstupů

Délka chatu	Hovor y	Chaty m	Celke	Pokles na
4	597	346	943	100%
6	590	248	838	89%
8	565	222	787	83%

Zdroj: vlastní zpracování

Pokud by ale došlo k navýšení délky chatu místo na dvojnásobek délky hovoru na čtyřnásobek délky hovoru, lze předpokládat, že by operátor zvládl více paralelních chatů (4 nebo 5), čímž by došlo k částečné kompenzaci.

Tabulka 5 WIF kompenzace délky chatu

Délka chatu	paralelní	Hovory	Chaty	Celkem	Pokles na
4	3	597	346	943	100%
8	5	607	270	877	93%

Zdroj: vlastní zpracování

11 Závěry a doporučení

Práce velmi dobře ilustruje využití systémového přístupu a systémového modelování pro řešení konkrétní úlohy v prostředí call centra. Pomocí modelačního a simulačního nástroje Stella bylo možno velmi snadno, i bez hlubokých znalostí programování, sestavit model problémové situace a přes stanovené scénáře zkoumat dopady změny vnějších i vnitřních proměnných systému do chování systému.

Práce ukázala, že modelační nástroj má i svá omezení a spíše než k exaktnímu modelování přesných číselných výstupů je vhodný na modelování trendů a sledování změn ve složitějších systémech se zpětnovazebními smyčkami.

Konkrétní hypotéza, kvůli které byl model sestaven a simulace spuštěny, zněla „Při zavedení nového kontaktního kanálu, instant messagingu do call centra nedojde k nutnosti navýšit kapacitu call centra.“ Pro konkrétní nastavení parametrů modelu se prokázalo, že skutečně nedojde. Naopak při vhodném způsobu řízení alokace operátorů mezi instant messaging a volání dojde k mírnému nárůstu kapacity call centra, což je i potvrzení druhé zkoumané hypotézy.

Při kompletaci podkladů k práci se ukázalo, že není snadné sestavit obecný referenční model – jednak si call centra statistiky chrání jako obchodní tajemství, jednak pro každý typ úlohy, dokonce někdy i jednotlivé kampaně, se průměrná délka hovoru i chatu liší dle skriptu (scénáře), který operátoři dostanou. Navíc prací na podobné téma je zatím evidentně málo, není tedy s čím srovnávat ani v tomto ohledu. Uvedený postup a vlastní model představený v bakalářské práci je tedy nutné chápat zejména jako představení nástroje, jak řešit konkrétní nastavení vnitřních parametrů modelu k maximalizaci výsledků systému call centra.

12 Seznam použité literatury

- [1] SCHEELE, Susan K. The Evolution of Instant Messaging. In: *Global Information Assurance Certification* [online]. SANS Institute, 2000 - 2002 [cit. 2014-07-15]. Dostupné z: <http://www.giac.org/paper/gsec/2290/evolution-instant-messaging/103954>
- [2] ELLIOT, Bern a Steve BLOOD. Magic Quadrant for Unified Communications. GARTNER, Inc. *Technology Research / Gartner Inc.* [online]. 31.7.2013. [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-1HYC2VO&ct=130731&st=sb>
- [3] Magic Quadrants: Research Methodologies. GARTNER, Inc. *Technology Research / Gartner Inc* [online]. 2013 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/research_mq.jsp
- [4] PETRONZIO, Matt. A Brief History of Instant Messaging. *Mashable* [online]. New York City, USA: Mashable, 2012 [cit. 2014-07-15]. Dostupné z: <http://mashable.com/2012/10/25/instant-messaging-history/>
- [5] KRAUS, Drew, Geoff JOHNSON a Steve BLOOD. Magic Quadrant for Contact Center Infrastructure. GARTNER, Inc. *Technology Research / Gartner Inc.* [online]. 18.6.2013. [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-1G3YNH4&ct=130620&st=sb>
- [6] The Autonomous Customer 2013: Consumers' attitudes towards channels, communications and customer relationships. AVAYA. *Business Communications Solutions from Avaya* [online pdf]. Únor 2013. London: British Telecommunications pls, 2013 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: http://www.avaya.com/usa/resource/assets/premiumcontent/The_Autonomous_Customer_Survey_2013.pdf
- [7] ŠEDA, Miloš. MODELÝ HROMADNÉ OBSLUHY: Models of queueing systems. *Acta Logistica Moravica* [online]. 2011, roč. 1, č. 2, s. 16-33 [cit. 2014-07-18]. Dostupné z: http://web2.vslg.cz/fotogalerie/acta_logistica/2011/2_cislo/3_seda.pdf Queueing Theory Fundamentals & Introduction to Models Used in Call Center Applications. SPECIALTY ANSWERING SERVICE. *Specialty Answering Service: Superior Contact Center Solutions for Your Business* [online]. Specialty Answering Service, 2012 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://www.specialtyanswering-service.net/queueing-theory.html>
- [8] Bouzada, Marco Aurélio C.B.: Dimensioning a Call Center: Simulation or Queue Theory? *Journal of Operations and Supply Chain Management* 2 (2), pp 34 - 46, C International Conference of the Production and Operations Management Society [online]. [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: http://www.joscm.com.br/previous/2-2/download/04%20JOSCM_VOL2_NUMBER%202_4.pdf
- [9] BUREŠ, Vladimír. *Systémové myšlení pro manažery*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2011, 264 s. ISBN 978-80-7431-037-9.

- [10] Introduction to System Dynamics. SYSTEM DYNAMICS SOCIETY. *System Dynamics Society* [online]. © 2014 [cit. 2014-07-15]. Dostupné z: <http://www.systemdynamics.org/what-is-s/>
- [11] About isee systems. ISEE SYSTEMS, inc. *Isee systems* [online]. Lebanon, NH 03766 USA: isee systems, © 1985- 2014 [cit. 2014-07-15]. Dostupné z: <http://www.iseesystems.com/AboutUs.aspx>

13 Přílohy

- 1) Model call centra ve formátu isee Systém Stella
- 2) Kompletní kód simulačního modelu

Příloha č. 1 Model call centra

Soubor ve formátu isee system Stella. K prohlížení a spuštění je nutný buď přímo SW Stella, nebo prohlížeč isee Player distribuovaný zdarma.

Soubor „*RB BP Call centrum model.stmx*“ přiložen k elektronické verzi bakalářské práce.

Příloha č. 2 Kompletní zdrojový kód modelu

Výstup simulačního modelu nástroje Stella je souborem rovnic v následujícím členění:

```
agents_allocation_ratio(t) = agents_allocation_ratio(t -
dt) + (ratio_changing - max_capacity) * dt
INIT agents_allocation_ratio = 0.2
INFLOWS:
ratio_changing = change_step*vector
OUTFLOWS:
max_capacity = IF (agents_allocation_ratio >= 1) THEN
ratio_changing ELSE 0
Call_busy(t) = Call_busy(t - dt) + (agents_calling -
agents_finishing_call) * dt
INIT Call_busy = 0
INFLOWS:
agents_calling = connecting_call
OUTFLOWS:
agents_finishing_call = finishing_call
Call_queue(t) = Call_queue(t - dt) + (incoming_call -
connecting_call - abandoning_call) * dt
INIT Call_queue = 0
INFLOWS:
incoming_call = POISSON(incoming_call_rate)
OUTFLOWS:
connecting_call = Free_agents*(1+pomer)
abandoning_call = incoming_call*(graph1/100)
Dropped_Calls(t) = Dropped_Calls(t - dt) +
(abandoning_call) * dt
INIT Dropped_Calls = 0
INFLOWS:
abandoning_call = incoming_call*(graph1/100)
```



```

    Finished_calls(t) = Finished_calls(t - dt) +
(finishing_call) * dt
    INIT Finished_calls = 0
    INFLOWS:
    finishing_call = CONVEYOR OUTFLOW
    Finished_chats(t) = Finished_chats(t - dt) +
(finishing_IM) * dt
    INIT Finished_chats = 0
    INFLOWS:
    finishing_IM = CONVEYOR OUTFLOW
    Free_agents(t) = Free_agents(t - dt) +
(agents_finishing_IM + agents_finishing_call -
agents_chatting - agents_calling) * dt
    INIT Free_agents = 10
    INFLOWS:
    agents_finishing_IM = CONVEYOR OUTFLOW
    agents_finishing_call = finishing_call
    OUTFLOWS:
    agents_chatting = agents_chatting_equation
    agents_calling = connecting_call
    IM_queue(t) = IM_queue(t - dt) + (incoming_IM -
connecting_IM) * dt
    INIT IM_queue = 0
    INFLOWS:
    incoming_IM = Poisson(incoming_IM_rate+retry_from_call)
    OUTFLOWS:
    connecting_IM = Free_agents*(1-pomer)*parallel_chats
    Calling(t) = Calling(t - dt) + (connecting_call -
finishing_call) * dt
    INIT Calling = 0
    TRANSIT TIME = call_time
    CAPACITY = INF
    INFLOW LIMIT = INF

```

```

INFLOWS:
connecting_call = Free_agents*(1+pomer)
OUTFLOWS:
finishing_call = CONVEYOR OUTFLOW
Chatting(t) = Chatting(t - dt) + (connecting_IM -
finishing_IM) * dt
INIT Chatting = 0
    TRANSIT TIME = chat_time
    CAPACITY = INF
    INFLOW LIMIT = INF
INFLOWS:
connecting_IM = Free_agents*(1-pomer)*parallel_chats
OUTFLOWS:
finishing_IM = CONVEYOR OUTFLOW
IM_busy(t) = IM_busy(t - dt) + (agents_chatting -
agents_finishing_IM) * dt
INIT IM_busy = 0
    TRANSIT TIME = chat_time
    CAPACITY = INF
    INFLOW LIMIT = INF
INFLOWS:
agents_chatting = agents_chatting_equation
OUTFLOWS:
agents_finishing_IM = CONVEYOR OUTFLOW
agents_chatting_equation = connecting_IM/parallel_chats
allocation_switch = 0
call_success_rate =
PERCENT(finishing_call/(finishing_call+abandoning_call+0.00
1))
call_time = 5
call_to_IM_rate = 0.5
change_step = 0.05
chat_time = 5

```

```
graph1 = GRAPH(time_in_call_queue)
(0.00, 2.54), (1.20, 4.44), (2.40, 6.67), (3.60, 12.7),
(4.80, 27.0), (6.00, 67.9), (7.20, 79.4), (8.40, 86.3),
(9.60, 91.7), (10.8, 94.0), (12.0, 95.2)
incoming_call_rate = 2
incoming_IM_rate = 2
parallel_chats = 1
pomer = agents_allocation_ratio*allocation_switch
retry_from_call = abandoning_call*call_to_IM_rate
target_success_rate = 80
time_in_call_queue = Call_queue/(connecting_call+0.001)
vector = IF (target_success_rate >= call_success_rate)
THEN 1 ELSE -1
```


Zadání bakalářské práce

Autor: Radek Bojda

Studium: I1100176

Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor: Informační management

Název bakalářské práce: **Využití nástrojů systémové dynamiky v praxi**
Název bakalářské práce AJ: *Practical use of system dynamics tools*

Anotace:
Cílem je namodelovat vybrané aspekty komunikace se zákazníkem, porovnat výstupy z modelu s jinými pracemi na toto téma a porovnat výstupy i s reálným užitím této technologie v call centru.

Garantující pracoviště: Katedra informačních technologií,
Fakulta informatiky a managementu

Vedoucí práce: doc. Ing. Vladimír Bureš, MBA, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 15.10.2013