

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

**Aplikace systémové dynamiky při řízení vybraného
subjektu**

Lukáš Solnař

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lukáš Solnař

Systémové inženýrství

Název práce

Aplikace systémové dynamiky při řízení vybraného subjektu

Název anglicky

Application of system dynamics in selected company

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je na základech systémové dynamiky vytvořit funkční simulační model podnikových procesů vybrané společnosti. V simulačním modelu budou simulovány a následně vyhodnoceny různé scénáře vývoje.

Metodika

- studium odborné literatury
- sestavení příčinně smyčkového diagramu
- vytvoření simulačního modelu
- testování scénářů v rámci simulačního modelu
- vyhodnocení simulací
- závěr a zhodnocení

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

systémová dynamika, počítačová simulace, scénáře

Doporučené zdroje informací

KREJČÍ, I. – KVASNIČKA, R. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA. *Systémová dynamika I*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2014. ISBN 9788021324787.
MEADOWS, D H. – WRIGHT, D. *Thinking in systems : a primer*. White River Junction, Vt.: Chelsea Green Pub., 2008. ISBN 978-1-60358-055-7.
SENGE, P M. *Pátá disciplína : teorie a praxe učící se organizace*. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-162-1.
ŠUSTA, Marek. *Průvodce systémovým myšlením*. Praha: Proverbs, c2015. ISBN 978-80-260-7602-5.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Igor Krejčí, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2021

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 11. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Aplikace systémové dynamiky při řízení vybraného subjektu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Velice rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Igorovi Krejčímu, Ph.D. za jeho pomoc a velkou dávku trpělivosti. Bez jeho dobře mířených rad a tipů bych nedokázal najít cestu, kterou jsem se chtěl při tvorbě této práce vydat. Při děkování nesmím zapomenout ani na mou rodinu, své blízké a přátele, kteří mě podporovali a věřili ve mě.

Aplikace systémové dynamiky při řízení vybraného subjektu

Abstrakt

Bakalářská práce aplikuje systémovou dynamiku v projektovém managementu v pojišťovně.

Prvním bodem je metodika, ve které se vymezí cíl práce a jsou zde vypsány i kroky, jak cíle dosáhnout a získat tím žádaný výsledek.

Ve druhé části práce je vysvětlena teorie, která je poté aplikována v praktické části. Nejdříve je shrnuta historie systémové dynamiky, následně pak její aplikace. Další bod je systémové myšlení. Následuje představení nástrojů systémové dynamiky – přesněji příčinně smyčkového diagramu a diagramu stavů a toků. Poslední část teoretické části je věnována systémovým archetypům spolu s jejich příklady.

V praktické části je představena pojišťovna a nastávající problém, který bude potřeba vyřešit. V dalším kroku je mentální model zobrazen jako příčinně smyčkový diagram, který je poté doplněn o diagram stavů a toků s matematickými funkcemi.

Ve funkčním modelu je otestováno několik politik a na základě výsledků každé z nich se vyvozuje doporučení pro pojišťovnu.

Klíčová slova: Systémová dynamika, Systémové myšlení, Systémové archetypy, Model, Systém, Simulace, Politika, Smyčky, Mentální model

Application of system dynamics in selected company

Abstract

This bachelor's thesis is on system dynamics applied to the project management of a selected insurance company.

The first part is methodology. There is an explanation of steps that will lead to achieving the goal of this thesis.

In the second part of the thesis, the theory is explained, which is then applied in the practical part. First, the history of system dynamics is summarized, followed by its application. Another point is systems thinking. This is followed by an introduction to the tools of system dynamics - more precisely, the causal loop diagram and the stock and flow diagram. The last part of the theoretical part is devoted to system archetypes together with their examples.

In the practical part, the insurance company and the upcoming problem that will need to be solved are presented. In the next step, the mental model is displayed as a causal loop diagram, which is then supplemented with a state and flow diagram with mathematical functions.

In the functional model, several policies are tested and based on the results of each of them, recommendations are made for the insurance company.

Keywords: System dynamics, System thinking, System archetypes, model, system, simulation, politics, loops, mental model

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Cíl práce a metodika	10
2.1 Cíl práce	10
2.2 Metodika	10
2.2.1 Studium odborné literatury	10
2.2.2 Tvoření příčinně smyčkového diagramu	10
2.2.3 Tvoření diagramu stavů a toků	10
2.2.4 Testování možných řešení	11
2.2.5 Prezentace výsledků a doporučení	11
3 Teoretická východiska	12
3.1 Systémová dynamika	12
3.1.1 Historie systémové dynamiky.....	12
3.1.2 Aplikace systémové dynamiky	13
3.2 Systémové myšlení.....	14
3.3 Popis systému a možnosti popisování.....	15
3.3.1 Causal Loop Diagram (CLD) – Příčinně smyčkový diagram.....	15
3.3.2 Proměnné v CLD	15
3.3.3 Vazby v CLD	16
3.3.4 Smyčky v CLD	17
3.3.5 Stock and Flow Diagram (SFD) diagram stavů a toků.....	18
3.4 Systémové archetypy	19
3.4.1 Balancující proces se zpožděním	19
3.4.2 Meze růstu.....	19
3.4.3 Přesouvání problému	20
3.4.4 Eroze cílů	21
3.4.5 Eskalování.....	21
3.4.6 Kdo umí, umí	22
3.4.7 Tragédie společného vlastnictví.....	23
3.4.8 Řešení, které nice nevyřeší	23
3.4.9 Růst a odložené investice.....	24
4 Vlastní práce	25
4.1 Informace o pojišťovně	25
4.2 Causal Loop Diagram	26
4.2.1 Vyvažující smyčky	27
4.2.2 Posilující smyčky	27
4.3 Stock and Flow diagram.....	29
4.3.1 Popis fungování modelu a jeho části	30

4.3.1.1	Základní struktura.....	30
4.3.1.2	Plnění dle času.....	31
4.3.1.3	Pracovní síla	32
4.3.1.4	Přesčasy v důsledku tlaku z blížícího se termínu dokončení	33
4.3.2	Problém a testování politik k nalezení řešení	36
4.3.2.1	Najmutí více vývojářů	37
4.3.2.2	Snížení počtu úkolů, které je potřeba udělat	38
4.3.2.3	Posunutí deadlinu	39
5	Výsledky a doporučení.....	40
6	Závěr.....	41
7	Seznam zdrojů	42
8	Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk	44

1 Úvod

Systémová dynamika je vědní disciplína, která analyzuje komplexní systémy a sleduje jejich chování a to, jak se s časem mění a co je ovlivňuje.

Je spojena se systémovým myšlením, které řeší problémy týkající se fungování světa a je taktéž založena na holistickém přístupu. Nelze tudíž použít redukcionistické principy, protože v moment, kdy ze systému odejmeme jeho část, změníme tím jeho strukturu a chování a naše zkoumání přestane být relevantní. Samotná struktura je důvodem vazeb mezi částmi systému a jejich chování.

V systémové dynamice je snaha o nalezení vztahu mezi jednotlivými prvky systému. Nesnaží se odstranit příznaky problémů specifikovaných podnětů.

Pro lepší pochopení celé struktury systému se využívá počítačová simulace. Nejdříve se zpracují jednotlivé části systému a jejich vazby. Na základě tohoto zpracování se lépe hledá řešení a simulace se chová jako podporující proces při rozhodování.

V programech určených k simulaci se může dále sledovat chování systému v případě, že v něm uděláme změnu hodnot, nebo politik.

Tvorba simulací nalezne uplatnění v podstatě každém odvětví. Nejlépe vše systémová dynamika aplikuje v ekonomické sféře, v korporátním prostředí, ale taktéž v sociologických a ekologických sférách.

V této práci je vytvoření simulačního modelu, který zachycuje řízení projektu v pojišťovně. Na základě této simulace je vytvořeno doporučení, pro úpravu nastavení procesů.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je na základě teoretických znalostí systémové dynamiky vytvořit funkční model procesů projektového managementu v pojišťovně.

Prvním úkolem bude s využitím teoretických znalostí převést mentální obraz procesů v pojišťovně do příčinně smyčkového diagramu.

Po vypracování příčinně smyčkového diagramu bude potřeba vytvořit funkční simulační model na základě diagramu stavů a toků.

V tomto modelu budou následně otestovány politiky. Výsledky testování budou následně vyhodnoceny.

Vyhodnocení otestovaných politik bude poté sloužit k doporučení nejefektivnějšího řešení, dle priorit pojišťovny.

2.2 Metodika

2.2.1 Studium odborné literatury

Pomocí samostudia odborných textů v českém i v anglickém jazyce se získá základní znalost principů systémového myšlení. V dalším kroku je studium tvoření příčinně smyčkového diagramu a diagramu stavů a toků, které se při vypracování práce budou používat. Na závěr bude také potřeba studium a zaučení se v softwaru Vensim PLE.

2.2.2 Tvoření příčinně smyčkového diagramu

Informace, které se získaly v dané pojišťovně poslouží pro vytvoření příčinně smyčkového diagramu. Problém znázorníme pomocí prvků v systému a vazeb mezi nimi. Samotný diagram, jeho tvoření a další informace o něm se budou nalézat v pozdější fázi této práce.

2.2.3 Tvoření diagramu stavů a toků

V simulačním softwaru Vensim PLE vytvoříme na základě příčinně smyčkového diagramu diagram stavů a toků. Do modelu se tedy přidají reálné hodnoty a matematické výpočty na základě kterých, poté vznikne vypovídající simulační model. Následně otestujeme funkčnost vytvořeného modelu.

2.2.4 Testování možných řešení

Ve funkčním modelu budou následně testována různá řešení pomocí změn politik. Každá tato změna bude poté pozorována v simulaci a následný výsledek bude ohodnocen.

2.2.5 Presentace výsledků a doporučení

Na základě výsledků pozorování změn a rozdílnosti v chování, které způsobily, bude formulováno doporučení pro pojišťovnu.

3 Teoretická východiska

3.1 Systémová dynamika

3.1.1 Historie systémové dynamiky

Za počátek systémové dynamiky se považují 50. léta minulého století. Jako zakladatel je brán J. W. Forrester profesor z Massachusetts Institute of Technology (MIT). Po skončení studia na MIT zde začal pracovat v laboratoři servomechanismu. Servomechanismy obsahují regulátory na základě elektrických nebo hydraulických zařízení na základě zpětné vazby.

V průběhu války pracoval J. W. Forrester na servomechanismech pro radarový systém na letadlových lodích Spojených států (Jiří Vacek, Jiří Pešík, 2022). Jeho snaha spočívala v úpravě nastavení protiletectvé obrany tak, aby dělostřelecká baterie měla správná data na základě kterých páčila (Peter Dizikes, 2015). Po skončení války dále pracoval na vývoji radarových systémů, což vedlo ke vzniku protivzdušného obranného systému SAGE (Jiří Vacek, Jiří Pešík, 2022).

V roce 1956 se v rámci MIT přesunul na Sloan school of management, kde pracoval na projektu pro nadnárodní společnost General Electric Company. V této společnosti pomáhal vyřešit problém s oscilací zásob a pracovní síly. J. W. Forrester se nespokojil s vysvětlením managementu a začal studovat objednávky, sklad, tempo výroby a zaměstnance. Na základě těchto informací znázornil fungování celého podniku pomocí grafických nákrešů (Peter Dizikes, 2015). Byl to nejspíše první model, který znázornil systémovou dynamiku. Na základě potřeby vytvoření modelů a simulací k nim, vytvořili Forresterovi spolupracovníci první programovací jazyky systémové dynamiky: SIMPLE a DYNAMO (Radzicki – Taylor 1997).

Poznatky nasbírané za dobu jeho působení shrnul J. W. Forrester ve své knize „Industrial Dynamics“ (Forrester, 1961). Od té doby do konce 60. let se systémová dynamika zabývala především problémy řízení průmyslových společností. Díky náhodnému setkání s bývalým starostou města Boston, se kterým J. W. Forrester řešil, jak uplatnit systémovou dynamiku v řešení problémů města, později vznikla kniha Urban Dynamics (Forrester, 1999). V roce 1970 vstoupil profesor J. W. Forrester do Římského klubu. Římský klub je organizace tvořená jednotlivci, kteří sdílí zájem o budoucnost lidstva. V další knize J. W. Forrestera World Dynamics (Forrester, 1973) byly popsány modely světa, které poté obohatil bývalý doktorant J. W. Forrester, Dennis Meadows v knize Limits to Growth (Meadows, 1995, Jiří Vacek, Jiří Pešík, 2022).

Využívání simulačních modelů se od 70. let 20. století stalo naprosto běžnou a nezbytnou součástí mnoha odvětví. V České republice je nejznámější případ využití systémové dynamiky systém Libuše, který byl vyvinut pro Armádu České republiky (Mildeová, Vojtko, 2007).

3.1.2 Aplikace systémové dynamiky

Naprosto nezbytné pro korektní aplikování systémové dynamiky je správné systémové myšlení. Je důležité si uvědomit, že vše, co kolem sebe člověk vidí, je součástí nějakého celku, nějakého systému. Pro využití systémové dynamiky je proto nutné se na věci dívat z vyšší perspektivy a vidět věci jako prvky většího systému. Při použití většího měřítka je potom snadnější zachytit problém a nalézt jeho řešení (Meadows, 2008).

Každý z nás vnímá realitu jinak. Tomuto vnímání se říká mentální obraz. Mentální obraz se může lišit každým momentem, pokud člověk zažije událost, která ho ovlivní natolik, aby se změnilo jeho vnímání reality. Dle J. W. Forrestera lze brát mentální model takto:

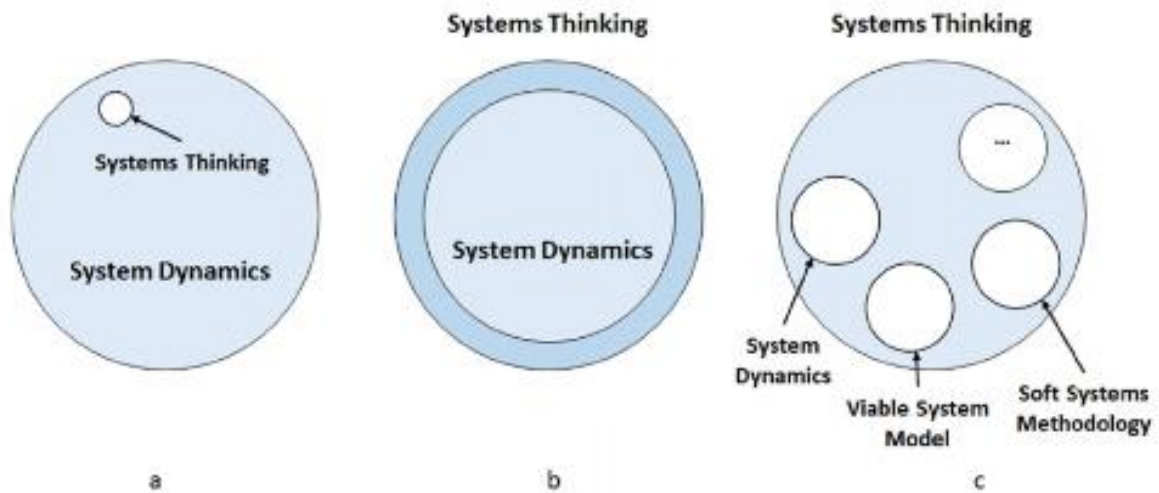
„Obraz světa okolo nás, který nosíme v hlavě, je pouhým modelem. Nikdo nemá v hlavě obraz celého města, vlády, či země. Má pouze vybrané pojmy a vztahy mezi nimi a ty používá k reprezentaci reálného systému“. (J.W. Forrester, AZ Quotes)

Systémová dynamika se aplikuje pomocí diagramu příčinných smyček a diagramu stavů a toků. Příčinně smyčkový diagram zaznamenává problém jako prvky a vazby mezi nimi. Diagram stavů a toků poté přidává hodnoty a výpočty, které pomáhají s chápáním problému a může zobrazit změny hodnot a chování systému v případě změny v části systému. (Krejčí, Kvasnička, 2014)

3.2 Systémové myšlení

Systémové myšlení je ze všech pěti disciplín ta nejdůležitější. Je důležité vnímat celek jako kombinaci na sebe působících faktorů . Aby člověk mohl pochopit dynamiku celého systému. (Senge, 2015)

Posunu mysli, naučení se hlubšímu porozumění a změně chápání se říká „metanoia“ (Senge,2015).



Obrázek 1 – Různé pohledy na systémové myšlení (Hesam Mahmoudi, 2015)

- Forrester říká, že bez formálního modelování a validace je systémové myšlení pouze malá část systémové dynamiky.
- Richmond naopak vyznává teorii, ve které systémové myšlení poskytuje nadhled a pochopení větší, než jen modelování systému a tím znázornění systémového myšlení.
- Skupina dalších významných vědců zastává definici, ve které je systémové myšlení množina systémových metod, včetně systémové dynamiky. (Hesam Mahmoudi, 2015)

3.3 Popis systému a možnosti popisování

Dle Russella L. Ackoffa není systém jen suma prvků, je podle něj neviditelný celek, u kterého se ztrácí esenciální vlastnosti, pokud je jedna z jeho částí odebrána. (Johannes, 2016)

Pro lepší pochopení fungování systému se provádí jeho popisování. Popisování funguje na základě převodu mentálního obrazu do grafické podoby. Nejčastěji se popisování provádí nejdříve pomocí příčinně smyčkového diagramu, který znázorní vazby mezi prvky v systému.

Pokud je potřeba u problému znázornit i hodnoty a matematické funkce, přechází se na použití diagramu stavů a toků, který tuto možnost nabízí.

3.3.1 Causal Loop Diagram (CLD) – Příčinně smyčkový diagram

Jedná se o velmi důležitý nástroj pro ukázkou fungování systému a jeho struktury. Jsou ideální pro rychlé znázornění hypotéz o fungování dynamiky systému, zachycování mentálního modelu a dobře se v něm ukazuje bod, ve kterém by mohl být problém.

Je tvořen proměnnými, které jsou propojeny vazbami. Takovýto způsob propojení demonstruje základní ukázkou vlivu jedné proměnné na druhou. (Sterman, 2000)

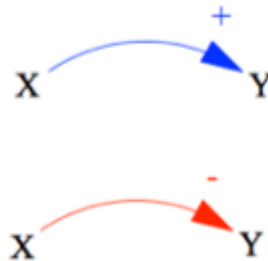
3.3.2 Proměnné v CLD

Proměnné jsou v CLD základní položkou. Jako proměnnou můžeme chápat měřitelné prvky jako například počet kusů výrobků, rychlost, spotřeba atd., ale také neměřitelné prvky jako například spokojenost. (Krejčí, Kvasnička, 2014)

Proměnné jsou navzájem propojeny – spojeny šipkou, která vyjadřuje **vazbu** mezi nimi. V případě, kdy se vazba z první proměnné dostane přes jinou proměnnou další vazbou zpět do původní, označujeme toho dokončení oběhu za **smyčku**.

3.3.3 Vazby v CLD

Vazby v CLD spojují jednotlivé proměnné a tím určují jejich vztah. Pokud jedna proměnná ovlivňuje pomocí vazby další proměnnou, vzniká tím polarita této vazby.



Obrázek 2 – Pozitivní a záporná polarita (Sterman, 2000, s. 194)

Na obrázku 2 je vidět modrá vazba se znaménkem plus, která označuje **pozitivní polaritu**. **Pozitivní polarita** znamená, že vstup i výstup mají stejný směr (Sterman, 2000). Čím větší je vstup, tím větší je výstup.

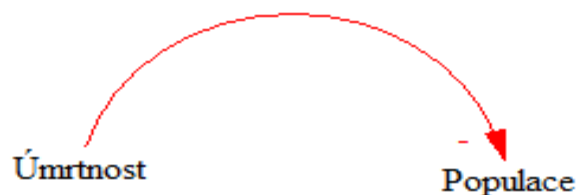
Jako příklad může posloužit obrázek 3. Z příkladu lze vyčíst: Čím více dětí se narodí, tím je větší populace.



Obrázek 3 – Příklad pozitivní vazby (Vytvořeno autorem)

Pod pozitivní vazbou (obrázek 2) je vidět **vazba záporná (negativní)** se znaménkem mínus. **Záporná vazba** funguje na principu nepřímé úměry, vstup negativně ovlivní výstup. To znamená, že čím větší je vstup, tím menší bude výstup.

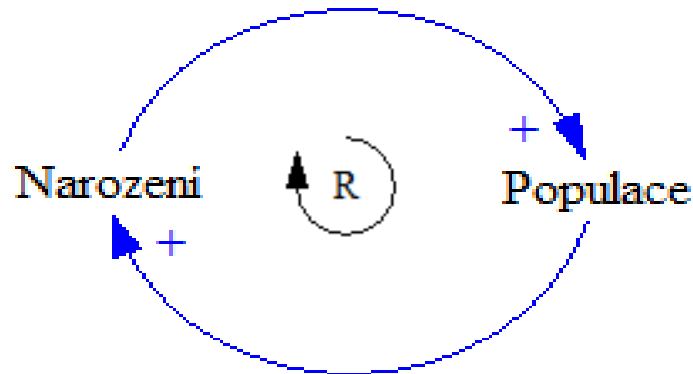
Jako například na obrázku 4. Zde lze vyčíst: Čím větší je úmrtnost, tím je populace menší.



Obrázek 4 – Příklad záporné vazby (Vytvořeno autorem)

3.3.4 Smyčky v CLD

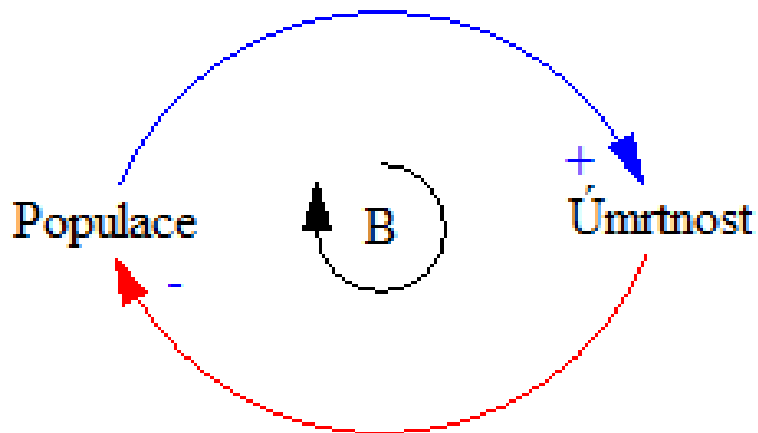
Na základě polarit se určuje, o jaký typ smyček se jedná. Identifikátor smyčky vždy cirkuluje stejným směrem jako smyčka, ke které patří. (Sterman, 2000)



Obrázek 5 – Příklad posilující smyčky (Vytvořeno autorem)

Na obrázku 5 je vidět **Posilující smyčka (také sebesposilující nebo pozitivní)**, označená jako R (z anglického „Reinforcing“). Jak lze vyčíst z obrázku 5, posilující smyčka zesiluje navzájem propojené prvky. Jedná se o exponenciální růst, který způsobuje nestabilitu systému, pokud není kontrolován omezující smyčkou. (Krejčí, Kvasnička, 2014) V reálně fungujícím systému se posilující smyčka nevyskytuje.

Na obrázku 5 je možné sledovat příklad posilující smyčky bez omezení. Čím více lidí se narodí, tím větší bude populace. Čím větší bude populace, tím bude větší počet narození. Pokud by to takto fungovalo v reálném světě, země by byla přelidněná.



Obrázek 6 – Příklad vyvažující smyčky (Vytvořeno autorem)

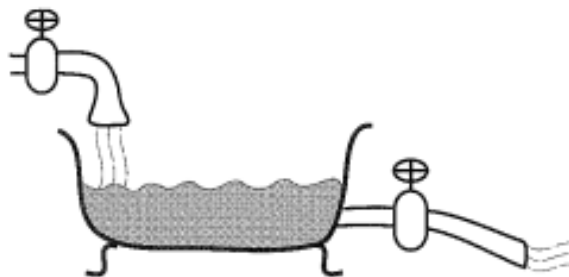
Vyvažující smyčka (také negativní), na obrázku 6 je protějšek posilující smyčky. Její úloha je balancovat stav – proto je označována písmenem B (z anglického „Balancing“). Negativní vazby v této smyčce zajišťují udržitelnost v systému.

V obrázku 6 je vypracován příklad, jehož význam je následující: Čím větší populace, tím větší je úmrtnost. Čím větší je úmrtnost, tím je populace menší. Je tedy vidět, že úmrtnost balancuje populaci a zajišťuje správné fungování systému. Zastavuje takzvaně valící se kouli. (Krejčí, Kvasnička, 2014)

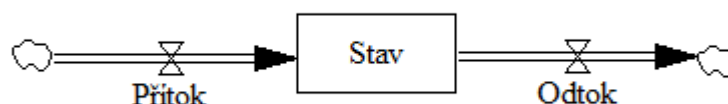
3.3.5 Stock and Flow Diagram (SFD) diagram stavů a toků

CLD diagramy jsou velice užitečné v mnoha situacích. Dobře se v nich znázorňuje daný problém a jsou ideální na zachycení mentálního modelu. Mají ovšem mnoho omezení. A jedno z nejvíce důležitých je jejich neschopnost zachytit strukturu stavů a toků. Stavové a tokové diagramy spolu s feedbackem jsou dva hlavní koncepty v teorii dynamických systémů.

Toky jsou funkce, které spolu s ostatními proměnnými tvoří stav. Stavová proměnná je hladina, která je ovlivněna toky. Přítok zvyšuje hladinu stavové proměnné (znaménko +) a odtok ji naopak snižuje (znaménko mínus). Níže v obrázcích 7 a 8 jsou dvěma způsoby znázorněny stavy a toky. Na první pohled se může zdát, že vypadají jinak, ale jsou stejné a obsahují stejné informace.



Obrázek 7 – Zobrazení stavů a toků pomocí vany plnění se vodou (Sterman, 2000, s. 194)



Obrázek 8 – Zobrazení stavů a toků pohledem systémové dynamiky (Sterman, 2000, s. 194)

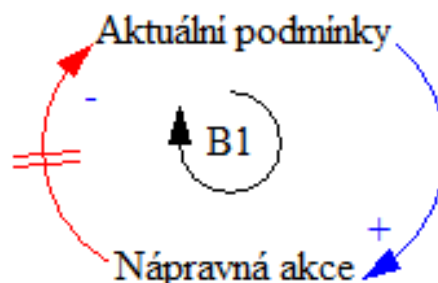
Základní funkce, která ukazuje proces akumulace stavu je: Stav = Integral (Přítok – Odtok, Stav). Funkce Integral reprezentuje koncept, ve kterém Přítok akumuluje Stav, který je redukován Odtokem, s počátečním hodnotou Stav.

Mraky jsou hranice systému, které nejsou součástí modelu. Používají se, aby model nezahlucoval nepotřebnými prvky. (Sterman, 2000)

3.4 Systémové archetypy

Za archetyp se považuje soubor vztahů a vazeb mezi nimi, které mají neustále se opakující strukturu. Chování systému vyplývá z jeho struktury. (Senge, 2009)

3.4.1 Balancující proces se zpožděním

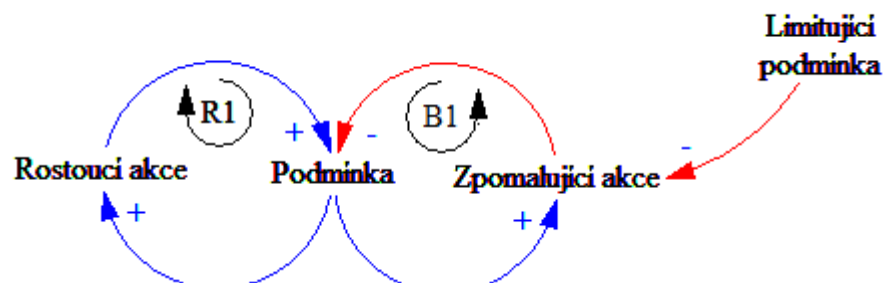


Obrázek 9 – Balancující proces se zpožděním (Senge, 2009, s. 373, přeloženo autorem)

Snaha o dosažení cíle přizpůsobením se opožděné zpětné vazbě. Může se stát, že člověk vzdá úsilí, protože zdánlivě se nic neděje, nebo naopak dělají až moc, nehledě na zpožděnou zpětnou vazbu.

Ponaučení: Být trpělivý, nebo udělat systém živější. (Senge, 2009)

3.4.2 Meze růstu



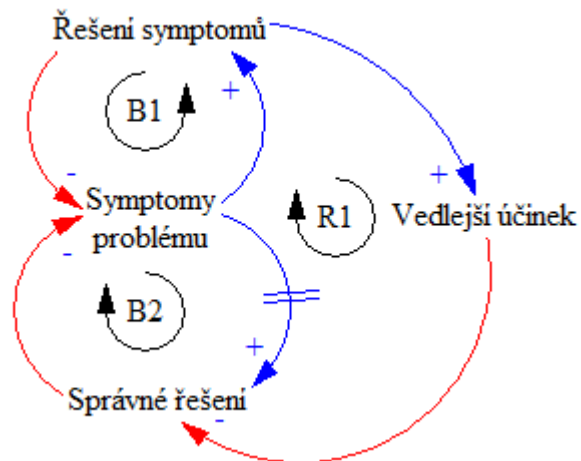
Obrázek 10 – Meze růstu (Senge, 2009, s. 374 přeloženo autorem)

Proces akceleruje a po určité době bez očividného důvodu zpomaluje až do zastavení, v určitých případech dochází i k poklesu či kolapsu. Proces je posilňován i oslabován vazbami.

Limitující podmínkou může být například nedostatek zdrojů. Kolaps přichází v moment, když urychlující akce působí na úpadek.

Ponaučení: Řešením je odstranit omezující podmínku, ne přílišná snaha.(Senge,2009)

3.4.3 Přesouvání problému

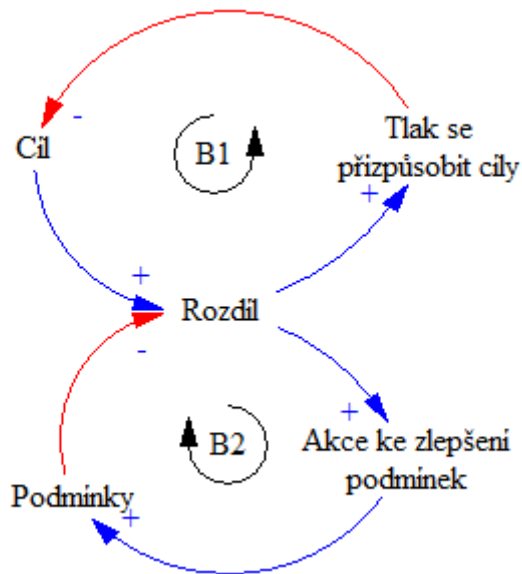


Obrázek 11 – Přesouvání problému (Senge, 2009, s. 375 přeloženo autorem)

Vzhledem k zpoždění, které se vyskytuje u hledání správného řešení se objevuje snaha najít alternativu. Ta může přinášet krátkodobé kladné výsledky, ale z dlouhodobého hlediska se oddaluje nalezení fundamentálního řešení.

Ponaučení: Hledání řešení symptomů použijte při hledání dlouhodobě správného řešení. (Senge, 2009)

3.4.4 Eroze cílů

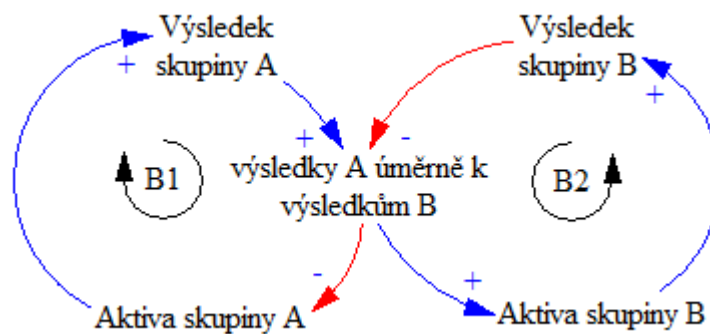


Obrázek 12 - Eroze cílů (Senge, 2009, s.379, přeloženo autorem)

Stejná struktura jako přesouvání problémů s rozdílem, že v rámci neustálého hledání alternativ, je ztracen původní cíl.

Ponaučení: Držte se svých cílů. (Senge, 2009)

3.4.5 Eskalování

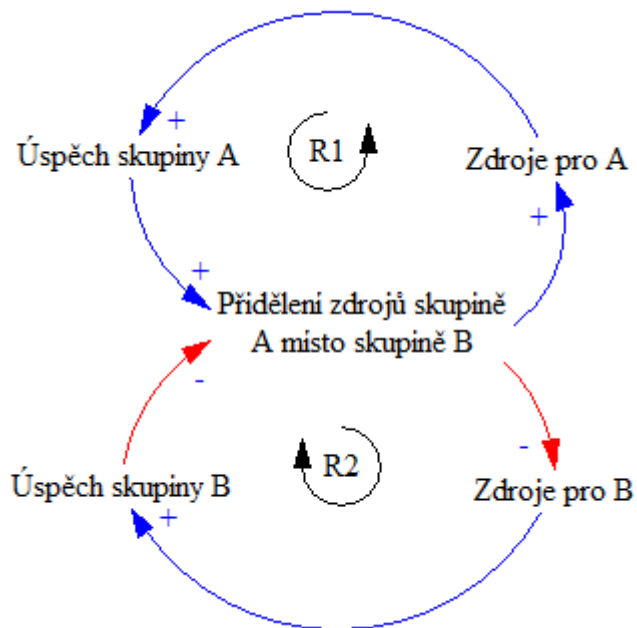


Obrázek 13 - Eskalace (Senge, 2009, s. 380 přeloženo autorem)

Neustálé hledání výhody nad protější stranou z důvodu vidiny ohrožení může dovést obě strany daleko za původní záměry.

Ponaučení: Je třeba hledat kompromis, tak aby neprohrála ani jedna strana a tím i odstranění pocitu ohrožení druhé strany. (Senge, 2009)

3.4.6 Kdo umí, umí

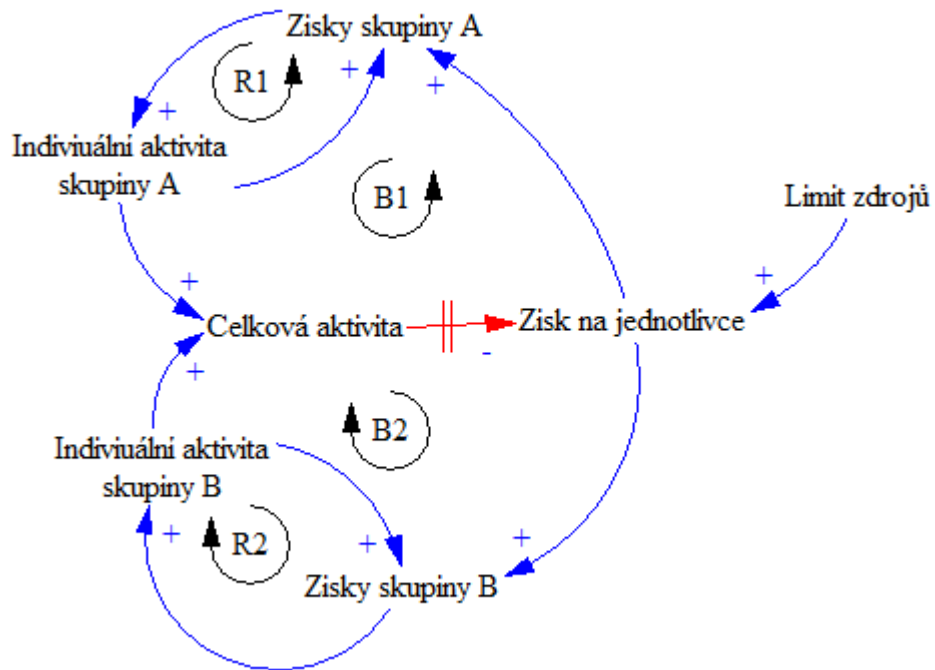


Obrázek 14 – Kdo umí, umí (Senge, 2009, s. 381 přeloženo autorem)

Dvě strany soupeření o zdroje, které jsou omezené. Čím větší úspěch má jedna ze stran, tím více zdrojů je pro ni alokováno. Tím pádem má druhá strana méně a méně.

Ponaučení: Potřeba hledat cíl, který by znamenal úspěch pro obě strany, které by mezi sebou pak už nemuseli soupeřit. (Senge, 2009)

3.4.7 Tragédie společného vlastnictví

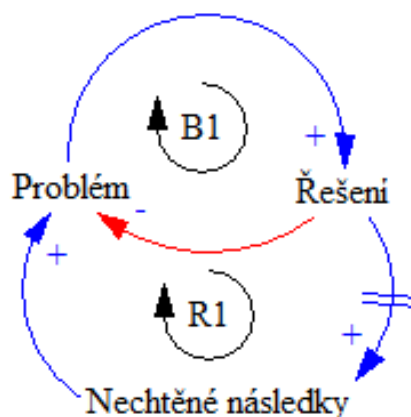


Obrázek 15 – Tragédie společného vlastnictví (Senge, 2009, s. 383 přeloženo autorem)

Každý používá dostupné, ale omezené zdroje pro svoje vlastní potřeby. Původní zisk je nahrazen stagnací až úpadku efektu, což vyvolá zvýšené úsilí. Nakonec jsou zdroje vyčerpány buď úplně nebo z větší částí. Na konci jsou všichni ve ztrátě.

Ponaučení: Najít společný omezující mechanismus, který by zamezil vyčerpání zdrojů a tím i scénáře, kde nikdo nemá nic. (Senge, 2009)

3.4.8 Řešení, které nic nevyřeší



Obrázek 16 – Řešení, které nic nevyřeší (Senge, 2009, s. 384 přeloženo autorem)

Krátkodobé řešení vede k vedlejším účinkům, které mohou vytvořit potřebu se jim věnovat i nadále.

4 Vlastní práce

4.1 Informace o pojišťovně

V bakalářské práci se bude pracovat s údaji z pojišťovny, která je velikanem v pojišťovacím sektoru, ať už se jedná o Českou republiku, nebo celý svět.

Hlavním produktem společnosti je autopojištění, které dominuje v rámci ostatní druhů pojištění. Za zmínku také ale stojí pojištění majetku, cestovní pojištění, životní pojištění, penzijní pojištění. Díky dobrému jménu a širokému portfoliu služeb, je společnost velice vyhledávanou.

V roce 2022 došlo v rámci České republiky ve společnosti k rozdělení na dvě divize. Přesněji divize obchodní a divize technologická. Po rozdělení na dvě divize začalo docházet ke špatné komunikace mezi jednotlivými stranami.

Aby se této nepříjemnosti zabránilo, vznikl malý tým složený z odborníků z obou divizí. Úkol tohoto týmu je zlepšit komunikace mezi divizemi pomocí řízení a řazení podnětů z obchodní i z technologické divize.

V bakalářské práci bude zpracován projektový management procesu implementace aktualizací a novinek – releasů. Náplň této práce spočívá v analýze požadavků a na základě těchto požadavků se dle priority vytvoří zadání, které je po schválení od zodpovědných osob, předáno na tým vývojářů z technické divize. Ty dané úkoly zpracují a po otestování funkčnosti všech zadaných požadavků jsou v zadaném termínu implementovány na produkční prostředí.

Úkolem této práce bude najít doporučení pro pojišťovnu, které by dokázalo navrhnout řešení, aby se termín implementace na produkční prostředí vždy stihnul.

4.2.1 Vyvažující smyčky

B1 Průběh procesu

První balancující smyčka zachycuje ideální průběh celého procesu. Zadáání práce nám zvýší počet nedokončených úkolů. Tím pádem bude třeba pracovní síly, kterou navýšíme jedním ze tří způsobů tak, aby aplikované úsilí snížilo šanci na vytvoření chyby, která by mohla zpomalit proces.

B2 Zapojení více lidí

V moment, kdy zapojíme do procesu více lidí, se zrychlí práce na celém projektu a díky lepšímu rozdělení práce mezi více lidí je pak i nižší šance na vytvoření chyby.

B3 Více odvedené práce díky přesčasům

V tomto případě je cílem stihnou proces i bez nutnosti alokovat na projekt další vývojáře, ať už z interních, tak i externích zdrojů. Toho se dosáhne pomocí přesčasů, které odpracují zaměstnanci přiřazení na tento projekt.

B4 posun deadlinu1

Nejméně žádaný způsob, jak dokončit projekt v požadovaném čase, je posunutí deadlinu. Tato možnost se využívá jen v opravdu výjimečných situacích za předpokladu, že se projekt nedaří dokončit včas s využitím všech ostatních možností. Pro posunutí je potřeba schválení žádosti o posun od zástupců obou divizí.

B5 zvýšené úsilí snižuje počet chyb

V této smyčce je znázorněna snaha o redukci chybovosti pomocí zvýšeného úsilí. Každá chyba může znamenat ztrátu času, způsobenou jejím hledáním a opravováním a tím je potřeba více času. Proto je důležité během procesu aplikovat maximální úsilí, abychom chybovost drželi, pokud možno na nule.

4.2.2 Posilující smyčky

R1 Čím více práce, tím více chyb

Množství úkolů je proto klíčovým prvkem při chybovosti. Čím více nedokončených úkolů je potřeba vykonat, tím více chyb vznikne. Pokud by nebyly vniklé chyby opravovány, projekt by nikdy nebyl dokončen a release by selhal.

R2 Snižování odbornosti

Chybovost ovlivňuje mnoho faktorů. Jedním z těch negativních je snížení zkušeností v rámci projektu, které vzniká nabíráním nových lidí, kteří nejsou s projektem tak dobře obeznámeni. Může tak nastat situace, kdy špatně pochopí zadání daného úkolu a zvýší počet chyb, které se musí opravit.

R3 Zhoršení komunikace kvůli zapojení příliš mnoha lidí

V této sebezposilující smyčce je znázorněný problém, který vzniká v moment, kdy se na projekt přiřadí příliš mnoho pracovních sil. Pokud není komunikace perfektně řízena, začne váznout. Špatná komunikace vede ke zvýšení počtu chyb a tím i zpomalení procesu zvýšením potřebného času na vyřešení všech chyb.

R4 Faktor únavy

V moment, kdy pracovníci pracují přesčas, je důležité, aby nebyli přetěžováni. Velké množství přesčasů způsobí únavu a ta má za následek větší šanci na chybu. Pokud by se situace nekorigovala, projekt by se nedokončil kvůli množství chyb.

R5 Méně zkušeností zvětšuje nesprávnost komunikace

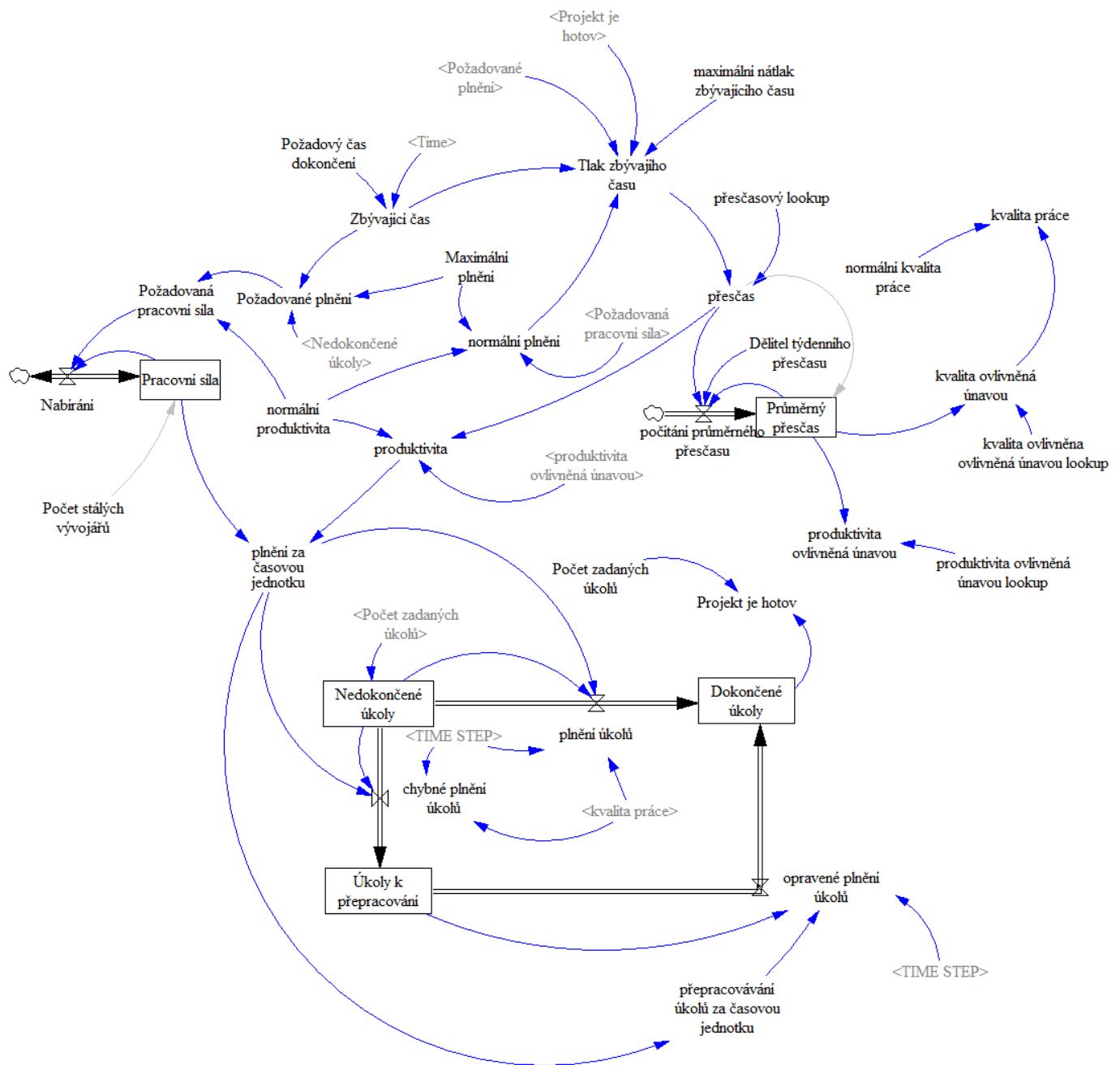
Noví pracovníci, kteří nemají zkušenosti s daným projektem, zvyšují chybovost komunikace, což má za následek větší šanci na vytvoření chyby. Pokud bude chyb příliš, budou se muset alokovat další lidské zdroje, což opět zhorší komunikaci.

R6 stále více chyb

Nedokončené úkoly zvyšují šanci na chybu a tím i množství chyb. Neopravené chyby pak zvyšují počet nedokončených úkolů a projekt by se nezdařil.

4.3 Stock and Flow diagram

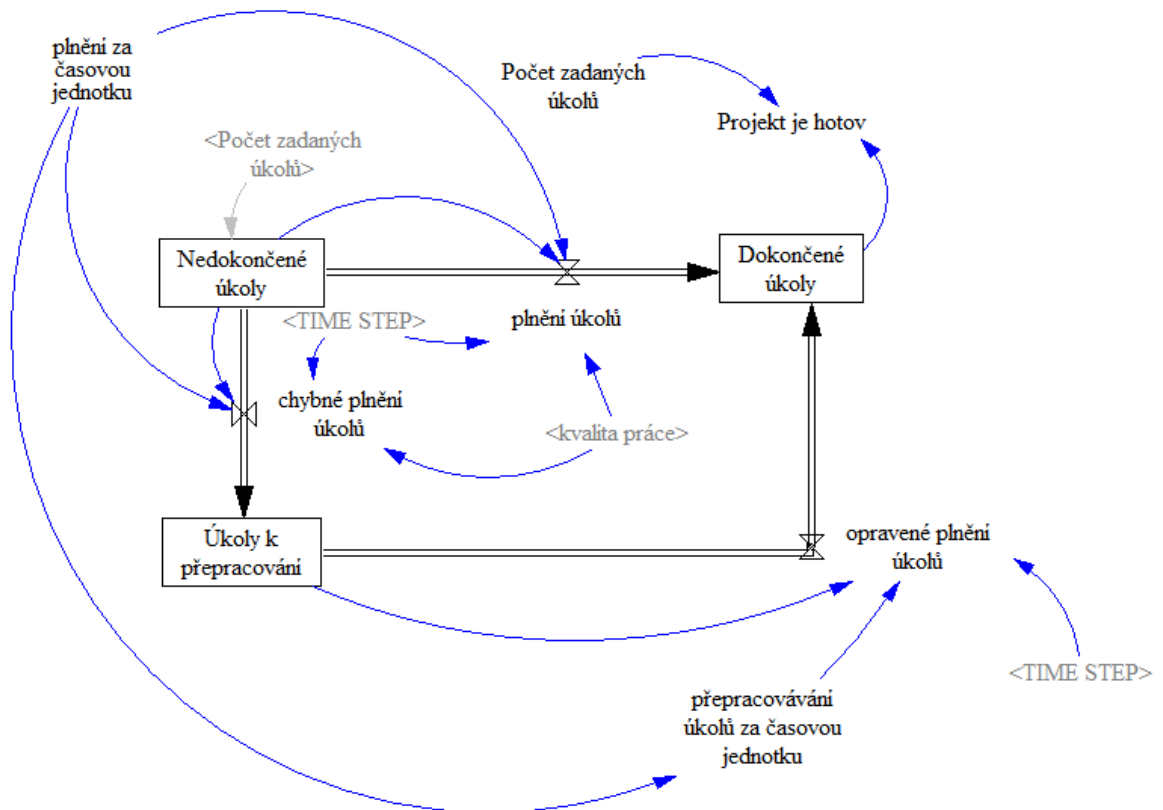
Na základě informací, které poskytla pojišťovna a teorie z kapitoly 3.3.5 bude sestaven simulační model stavů a toků. Na obrázku 18 je znázorněna celá struktura fungování projektu v dané společnosti.



Obrázek 19 – Celý Stock and Flow Diagram (Vytvořeno autorem)

4.3.1 Popis fungování modelu a jeho části

4.3.1.1 Základní struktura



Obrázek 20 – Část 1.: Základní struktura (Vytvořeno autorem)

Základní představou projektu je splnění všech „Nedokončené úkoly“, které získáme z „Počet zadaných úkolů“, které počítá s potřebou 1000 Manday. Aby se počet „Nedokončené úkoly“ snižoval, je od nich každý týden odečteno „plnění úkolů“ a „chybné plnění úkolů“ v jednotkách Manday/Týden. Ty jsou ovlivněny proměnnou „kvalita práce“, která se pomocí odhadu vývojářů stanovila na 0.9 a také „plnění za časovou jednotku“, která byla prozatím nastavena na hodnotu 3 Manday/Týden. (Hodnota bude následně ovlivňována dalšími proměnnými a bude se měnit i její výpočet.)

Důsledkem toku „chybné plnění úkolů“ se zvyšuje počet mandayů k přepracování ve stavu „Úkoly k přepracování“, které se snižují odečtením „opravené plnění úkolů“. Velikost tempa Manday/Týden v toku „opravené plnění úkolů“ závisí stejně jako „plnění úkolů“ a „chybné plnění úkolů“ na velikosti „plnění za časovou jednotku“.

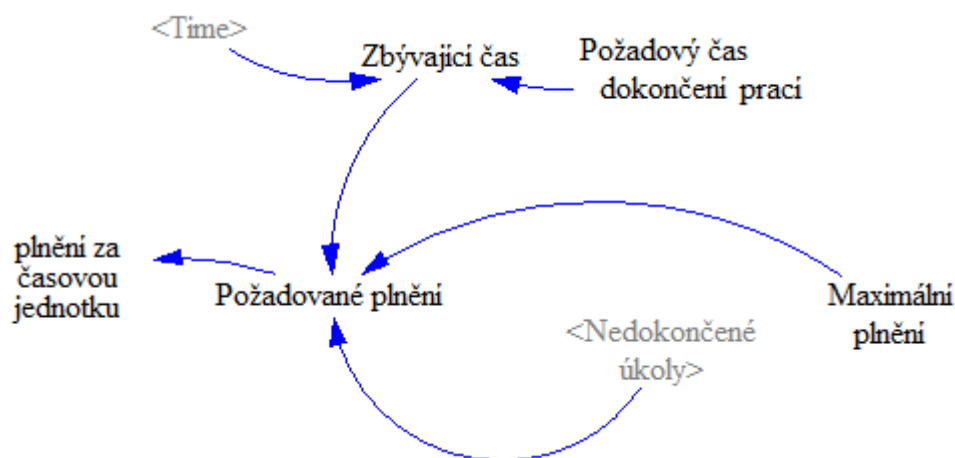
V moment, kdy se zadané úkoly stanou úkoly dokončenými, proměnná „Projekt je hotov“ změní svou hodnotu z 0 na 1.

Název	Hodnota
Původní zadání	1000
Nedokončené úkoly	-chybné plnění úkolů-plnění úkolů
Plnění úkolů	$\min(\text{plnění za časovou jednotku} * \text{kvalita práce}, \text{Nedokončené úkoly}/\text{TIME STEP})$
Chybné plnění úkolů	$\min(\text{plnění za časovou jednotku} * (1 - \text{kvalita práce}), \text{Nedokončené úkoly}/\text{TIME STEP})$
Úkoly k přepracování	chybné plnění úkolů-opravené plnění úkolů
Opravené plnění úkolů	$\min(\text{přepracovávání úkolů za časovou jednotku}, \text{Úkoly k přepracování}/\text{TIME STEP})$
TIME STEP	1
Projekt je hotov	IF THEN ELSE(Dokončené úkoly>=Počet zadaných úkolů,1,0)
Plnění za časovou jednotku	3
Kvalita práce	0.9

Tabulka 1 - Prvky základní struktury (Vytvořeno autorem)

Na obrázku 20 je ukázána tabulka, ve které jsou v levém sloupci vypsány všechny prvky základní struktury a v pravém je jejich hodnota, nebo výpočet k její získání.

4.3.1.2 Plnění dle času



Obrázek 21 – Část 2.: Plnění dle času (Vensim Help, 2022, Schedule, vytvořeno autorem)

Cíl projektu je dokončit „Nedokončené úkoly“ včas, přesněji za 10 týdnů. Je tedy potřeba plnit úkoly v závislosti na tom, kolik času nám zbývá. Na obrázku 21 lze pozorovat postup, díky kterému se získá „Požadované plnění“.

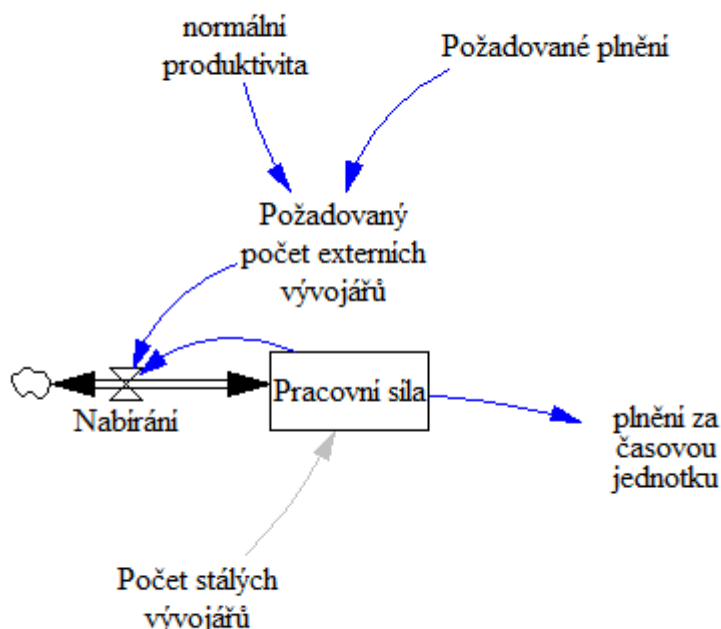
„Maximální plnění“ limituje na základě budgetového stropu největší možný počet Manday/Týden na 80. S tím, jak zbývající čas za po 1 týdnů ubývá a nedokončených úkolů je stále hodně, velikost „Požadované plnění“ v jednotkách Manday/Týden roste, až se zastaví na hodnotě maximálního plnění.

Název	Hodnota
Požadované plnění	$\text{Min}(\text{Maximální plnění}, \text{XIDZ}(\text{Nedokončené úkoly}, \text{Zbývající čas}, \text{Maximální plnění}))$
Maximální plnění	80
Zbývající čas	$\text{MAX}(0, \text{Požadovaný čas dokončení} - \text{TIME})$
Požadovaný čas dokončení prací	10
TIME	1

Tabulka 2 – Prvky plnění času (Vytvořeno autorem)

Na obrázku 22 je ukázána tabulka, ve které jsou v levém sloupci vypsány všechny prvky plnění v závislosti na času a v pravém je jejich hodnota, nebo výpočet k její získání.

4.3.1.3 Pracovní síla



Obrázek 22 – Část 3.: Pracovní síla (Vensim Help, 2022, Workforce and Hiring, předěláno autorem)

Na obrázku 23 je zachyceno fungování stavu „Pracovní síla“. Aby byl projekt hotový včas, je potřeba vývojářů, kteří by úkoly plnili. Pro účely potřeb firmy byl model upraven oproti původnímu modelu přidáním 10 stálých vývojářů a odstraněním potřebného času na zaškolení externích vývojářů. Interní vývojáři začnou pracovat na projektu ihned a týden poté začnou pracovat i nabraní externí vývojáři. Další změnou je přejmenování proměnné „Požadovaná pracovní síla“ (Obrázek 19 – Celý Stock and Flow Diagram (Vytvořeno autorem) Obrázek 19) na „Požadovaný počet externích vývojářů“ při popisu této části z důvodu lepší znázornění.

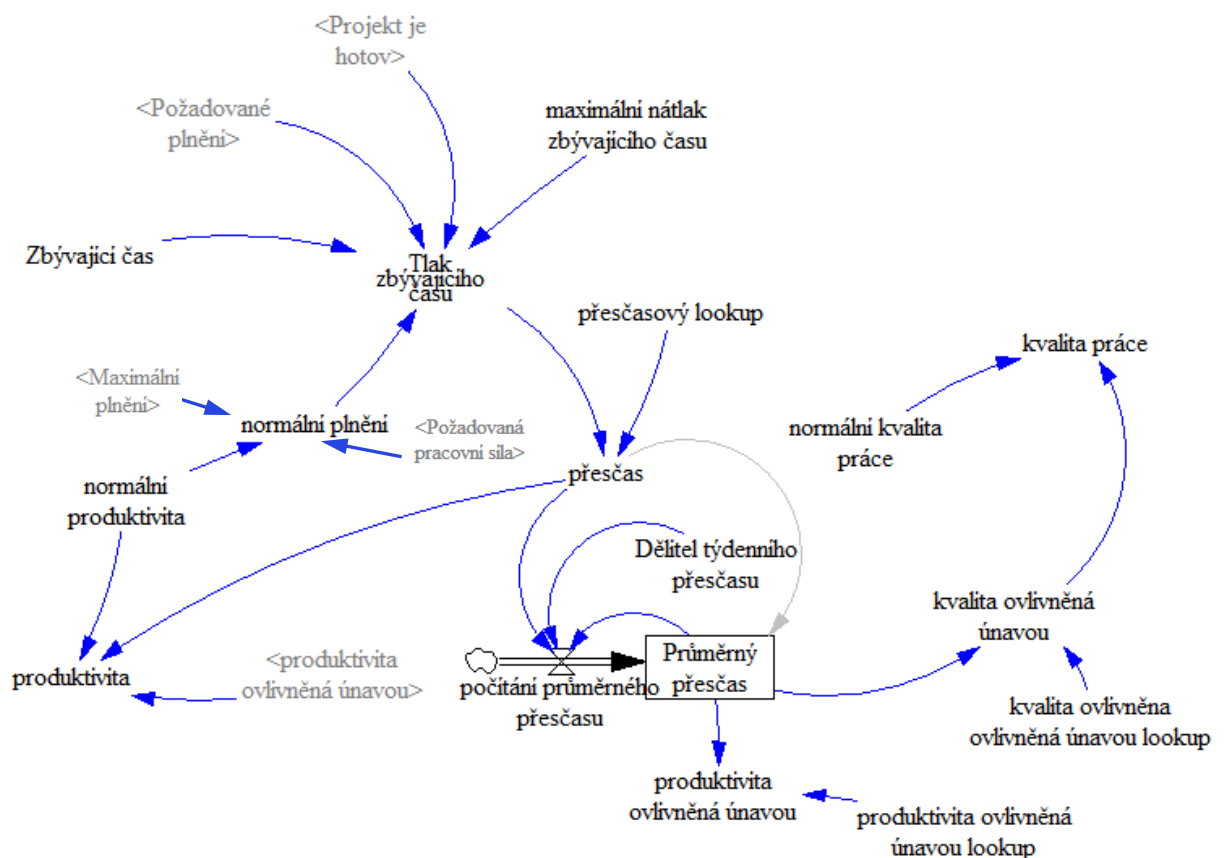
„Požadované plnění“ v Manday/Týden se vydělí proměnnou „normální plnění“, která se po započítání svátků, sickdays, dovolené atd., rovná hodnotě 4 Manday/Týden/Person. Tím vznikne „Požadovaný počet externích vývojářů“. V „Nabírání“ se poté „Počet potřebných externích vývojářů“ sníží odečtením prvku „Počet stálých vývojářů“ a tím se naplní stavová proměnná „Pracovní síla“. Počet vývojářů v proměnné „Pracovní síla“ poté začne plnit úkoly.

Název	Hodnota
Pracovní síla	Nabírání
Nabírání	Požadovaný počet externích vývojářů-Pracovní síla
Požadovaný počet externích vývojářů	(Požadované plnění/normální produktivita)
Počet stálých vývojářů	10
normální produktivita	4

Tabulka 3 – Prvky pracovní síly (Vytvořeno autorem)

Na obrázku 24 je ukázána tabulka, ve které jsou v levém sloupci vypsány všechny prvky pracovní síly a v pravém je jejich hodnota, nebo výpočet k její získání.

4.3.1.4 Přesčasy v důsledku tlaku z blížícího se termínu dokončení



Obrázek 23 – Část 4.: Přesčasy (Vensim Help, 2022, Schedule Pressure)

Na obrázku 25 je zobrazené schéma fungování proměnné „Tlak zbývajícího času“ a jeho dopad na stavovou proměnnou „Průměrný přesčas“.

Blížící se termín plánovaného dokončení zvedá jednotkovou velikost tlaku na vývojáře. Tlak ustoupí v moment, kdy prvek „Projekt je hotov“ má hodnotu 1. Do té doby se pracuje na rychlosti „normální plnění“ v jednotkách Manday/Týden. Pokud je „Zbývající čas“ 0 a projekt není hotový, je aplikován „Maximální nátlak“, u kterého je nastavena hodnota 5 podle původního modelu. Tento tlak je poté v proměnné „přesčas“ ovlivněn křivkou „přesčasový lookup“.

„Průměrný přesčas“ je stav, do kterého nateče tok „počítání průměrného přesčasu“. Ten se vypočítá tak, že se rozdíl proměnných „přesčas“ a „průměrný přesčas“ vydělí prvkem „dělitel průměrného přesčasu“, který byl stanový na hodnotu 2. Výsledkem je, že průměrný přesčas ke konci projektu vzroste a po skončení projektu opět klesne.

Průměrný přesčas poté spolu s lookupy jednotlivých proměnných vytvoří hodnoty proměnných „produktivita ovlivněná únavou“ a „kvalita ovlivněná únavou“. Hodnota únavou ovlivněné kvality se poté vynásobí proměnnou „normální kvalita“ a tím vznikne „kvalita práce“. Na začátku má původní hodnotu 0.9, ale tím, jak se ke konci projektu zvyšuje počet přesčasů, začne ke konci projektu klesat, protože začíná účinkovat únava.

„Produktivita ovlivněná únavou“ ke konci projektu klesá, kvůli působící únavě. „Produktivita“ je výsledek násobení prvků „normální produktivita“, „přesčas“ a „produktivita ovlivněná únavou“.

„Produktivita“ spolu se stavem „Pracovní síla“ se vynásobí v rámci proměnné „plnění za časovou jednotku“ a udává se v jednotce Manday/Týden, čímž získáme tempo, jakým se budou úkoly plnit.

Název	Hodnota
Tlak zbývajícího času	IF THEN ELSE(Zbývající čas<=0 :AND: :NOT: Projekt je hotov, maximální nátlak zbývajícího času,ZIDZ(Požadované plnění, normální plnění))
Maximální nátlak zbývajícího čas	5
Přesčas	přesčasový lookup(Tlak zbývajícího času)
Přesčasový lookup	(0,0.7),(1,1),(1.2,1.2),(1.5,1.4),(2,1.45),(5,1.5)
Počítání průměrného přesčasu	(přesčas-Průměrný přesčas)/Dělitel týdenního přesčasu
Dělitel týdenního přesčasu	2
Průměrný přesčas	počítání průměrného přesčasu
Produktivita ovlivněná únavou	produktivita ovlivněná únavou lookup(Průměrný přesčas)
Produktivita ovlivněná únavou lookup	(0,1.2),(1,1),(1.2,0.9),(2,0.1)
Kvalita ovlivněná únavou	kvalita ovlivněná ovlivněná únavou lookup(Průměrný přesčas)
Kvalita ovlivněná únavou lookup	(0,1.1),(1,1),(1.2,0.9),(1.5,0.5)
Kvalita práce	normální kvalita práce*kvalita ovlivněná únavou
Normální kvalita práce	0.9
Produktivita	normální produktivita*přesčas*produktivita ovlivněná únavou
Normální plnění	min(Maximální plnění, normální produktivita*Požadovaná pracovní síla)

Tabulka 4 – Prvky přesčasové struktury (Vytvořeno autorem)

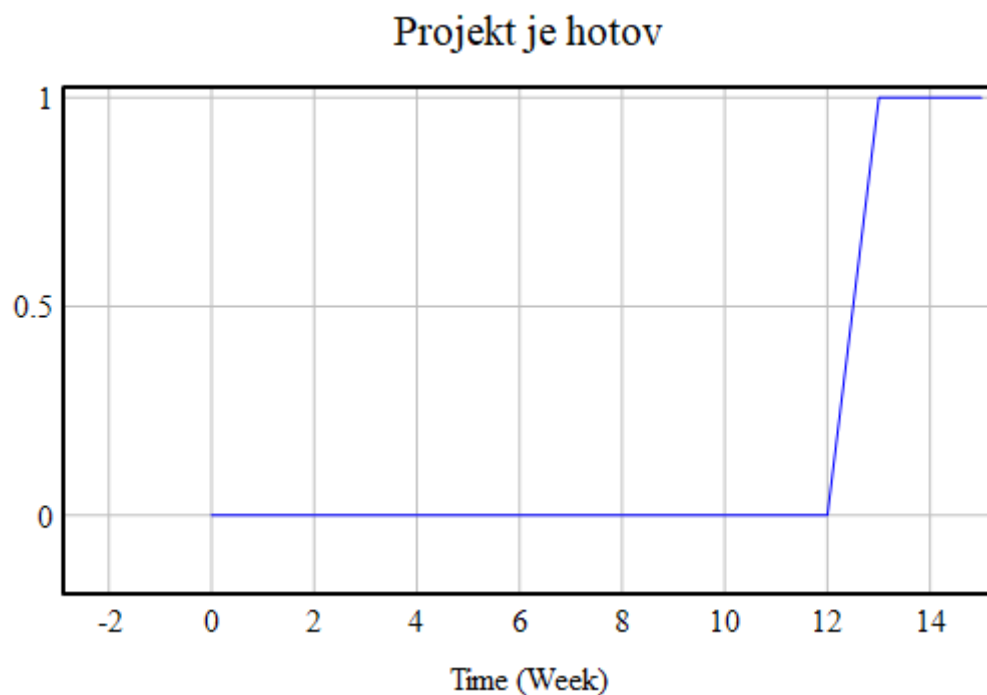
Všechny prvky, které byly vytvořeny v rámci zachycení procesu přesčasu a zvyšujícího se tlaku z blížícího se deadline spolu s jejich hodnotami a výpočty ve druhém sloupci jsou viditelné na obrázku 26.

4.3.2 Problém a testování politik k nalezení řešení

V pojišťovně se vyskytl problém, protože zadání úkolů, které jsou potřeba udělat a schválení rozpočtu, stanoveného na tento projekt se důsledkem zásahu z vnějšího prostředí musel posunout deadline na dřívější datum, než bylo původně plánováno.

Nastala tedy situace, že v projektu jsou naplánovány úkoly, na které je potřeba 1000 mandayů. Na základě budgetu bude využito všech 10 interních vývojářů a dalších 10 vývojářů bude najato od externího partnera. Všechny úkoly musí být hotovy za 10 týdnů.

Na obrázku 27 můžeme vidět, že projekt se v takovém případě nestihne dokončit. Projekt je hotový až za 13 týdnů.

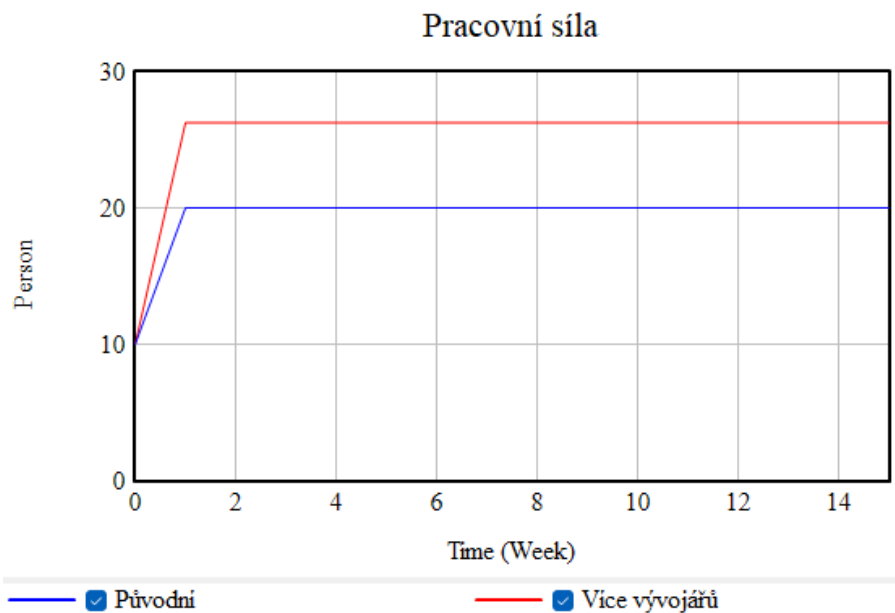


Obrázek 24 – Pozdní dokončení (Vytvořeno autorem)

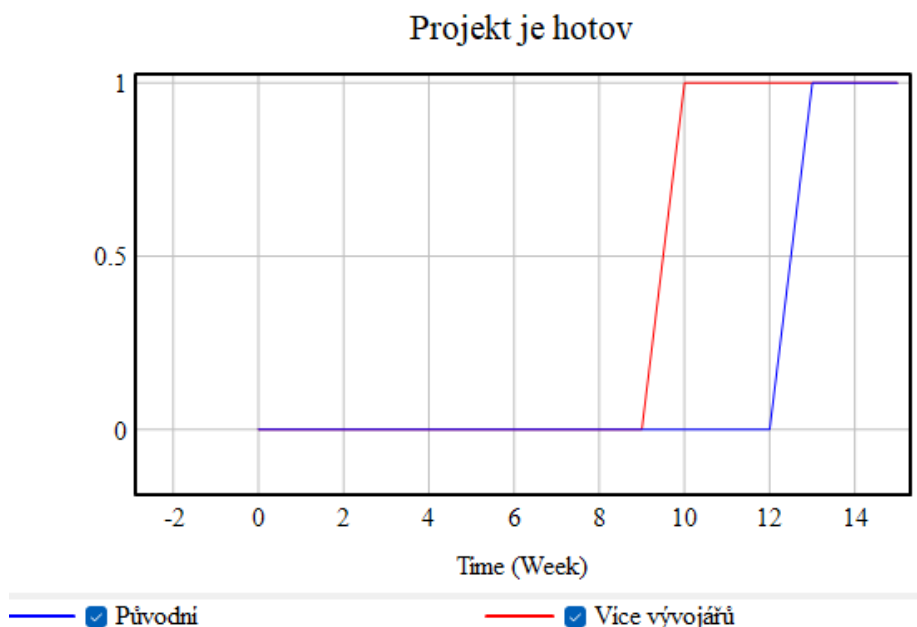
V následujících kapitolách se proto otestují různé politiky, pomocí kterých se bude hledat lepší řešení.

4.3.2.1 Najmutí více vývojářů

První testovanou politikou vyzkoušíme zvětšit pracovní sílu, která úkoly plní. V simulovaném se ukázalo, že aby se všechny úkoly stihly včas, je potřeba najmout 17 externích vývojářů, místo plánovaných 10. Na obrázku 28 můžete vidět rozdíl v pracovní síle.



Obrázek 25 – Rozdíl v pracovní síle (Vytvořeno autorem)



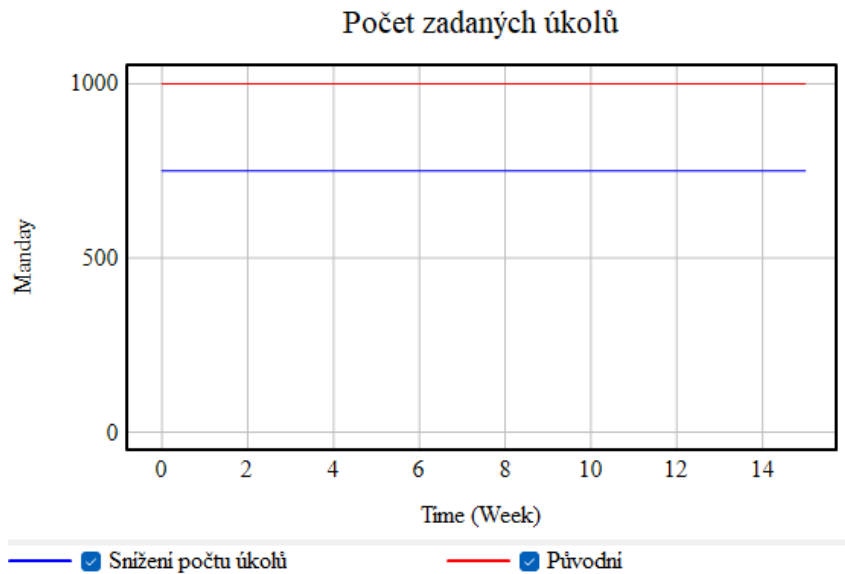
Obrázek 26 – Dopad pracovní síly na dokončení projektu (Vytvořeno autorem)

Na obrázku 29 lze sledovat rozdíl v době dokončení projektu u obou metod.

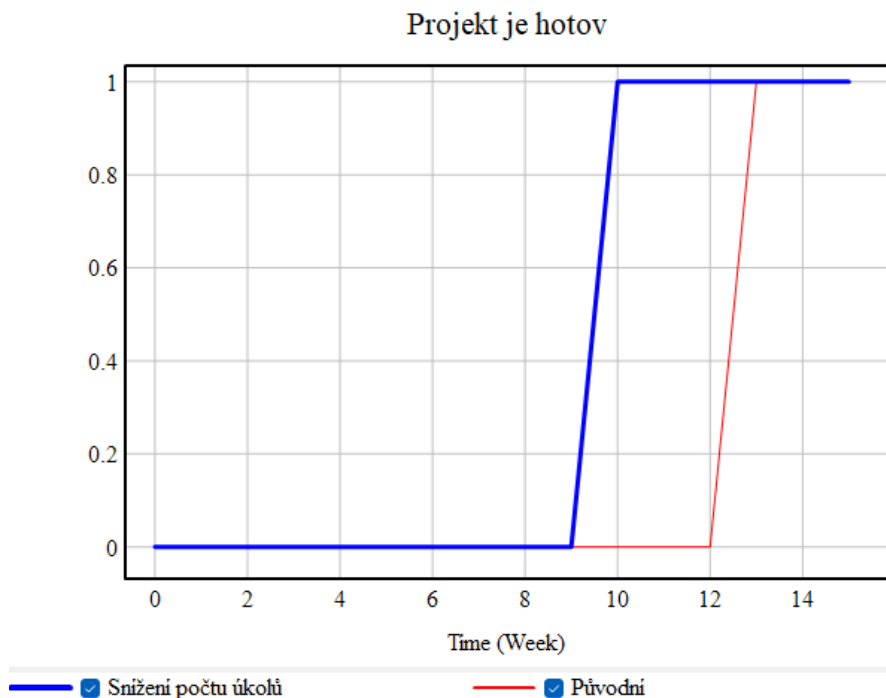
4.3.2.2 Snížení počtu úkolů, které je potřeba udělat

Čím více úkolů je potřeba udělat, tím víc času a lidí je potřeba. Snížením počtu zadaných úkolů by se tedy dalo dojít k řešení, kdy se projekt stihne včas a zůstane v rámci alokovaného budgetu.

V simulaci se zjistilo, že aby se nemuselo najmout více vývojářů a ani hýbat s deadlinem, je třeba snížit počet zadaných úkolů na 750 Mandayů. Tato změna je vidět na obrázku 30. Díky tomuto snížení stihneme projekt včas na rozdíl od původního zadání. Výsledný rozdíl lze pozorovat na obrázku číslo 31.



Obrázek 27 – Rozdíl v počtu zadaných úkolů (Vytvořeno autorem)

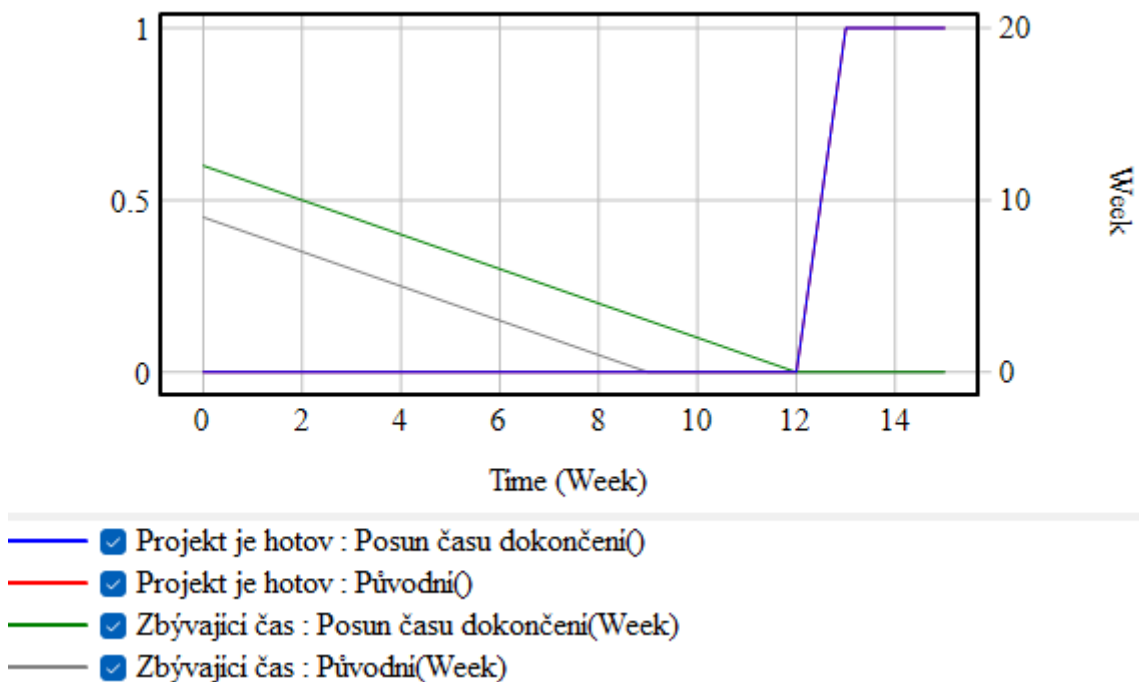


Obrázek 28 – Dopad počtu zadaných úkolů na dokončení projektu (Vytvořeno autorem)

4.3.2.3 Posunutí deadlinu

Poslední z testovaných politik je posunutí termínu, kdy bude projekt hotov. Tím pádem se stihne veškerá zadaná práce a nebude třeba žádat o zvýšení budgetu kvůli vyšší ceně za více najatých vývojářů.

Na obrázku 32 lze pozorovat rozdíl ve zbývajícím čase v závislosti na to, zda je projekt hotov. V původním případě projekt není hotový v moment, kdy by měly být všechny úkoly splněny. Naopak pokud se deadline posune, práce jsou dokončeny a projekt je hotov dle zadání po přesunu deadlinu.



Obrázek 29 – Efekty posunutí deadlinu (Vytvořeno autorem)

5 Výsledky a doporučení

V předchozích kapitolách byly otestovány tři různé politiky, které poskytly řešení problému pojišťovny. Nyní se u každého řešení shrnou klady a zápory.

Při testování zvýšení počtu vývojářů se došlo k závěru, že se zadané úkoly stihnou včas za podmínky přijmutí 7 externích vývojářů navíc. Nevýhodou této metody je cena. Skoro dvojnásobek externích vývojářů znamená velký nárůst ceny, která tím pádem překročený schválený budget. Bude tedy potřeba požádat o jeho schválení.

Politika snížení počtu zadaných úkolů zařídila, aby byl projekt hotov včas i bez potřeby najmout více vývojářů, než bylo v plánu, či nutnosti posouvat deadline. Nevýhoda tohoto řešení je, že se neudělá tolik práce, kolik bylo v plánu.

Poslední testovanou možností bylo posunutí deadlinu, které by přímo nijak nezvýšilo náklad daného projektu a díky více času by se stihly splnit všechny úkoly. Velká nevýhoda toho řešení však spočívá především v tom, že pozdější dokončení projektu by znamenalo finanční ztráty pro pojišťovnu. Mezi další nevýhody je také potřeba zdržení navazujících projektů. V neposlední řadě je posouvání deadlinu kvůli interní politice až poslední žádané řešení.

S přihlédnutím ke kladům a záporům a výsledku simulace se pojišťovně doporučuje snížit počet zadaných úkolů pomocí určení priorit jednotlivých úkolů. Vzhledem k vysokým nákladům spojených s posunutím data dokončení projektu a nákladům na zaplacení více externích vývojářů je nedokončení části zadaných úkolů s nízkou prioritou nejvíce efektivní v porovnání s cenou.

6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo aplikovat systémovou dynamiku v projektovém managementu dané pojišťovny.

V teoretické části byla vysvětlena historie systémové dynamiky a následně její aplikace. Jako další bylo definováno systémové myšlení a vysvětlení pojmu systém a možností jeho popisování. Poslední kapitoly teoretické části byla věnována systémovým archetypům.

V praktické části byl nejdříve definován problém, který pojišťovna řeší. Poté byl zobrazen příčinně smyčkový diagram a smyčky, které zachycují fungování projektů v dané společnosti. V další kapitole byl popsán sestavený model stavů a toků pomocí jeho rozebrání na menší funkční části, u kterých bylo definováno chování. S pomocí změn politik u sestaveného modelu byla představena různá řešení.

V poslední části práce bylo po přihlédnutí k získaným údajům doporučeno nejideálnější řešení.

7 Seznam zdrojů

Literatura:

FORRESTER, Jay W., 1961. Industrial Dynamics. Waltham, MA: Pegasus Communications, 464 s. ISBN 1-883823-36-6.

FORRESTER, Jay W., 1969. Urban Dynamics. Waltham, MA: Pegasus Communications, 285 s. ISBN 1-883823-39-0.

FORRESTER, Jay W., 1973. World Dynamics. Cambridge, The MIT Press Ltd. 160 s. ISBN: 978-0262060660/0262060663

KREJČÍ, I., KVASNIČKA, R., 2014. Systémová dynamika I. Praha: Česká zemědělská univerzita, 70 ISBN 9788021324787.

MEADOWS, D., MEADOWS, D., Randers, J., 1995. Meze růstu. Argo. 207 s. ISBN: 80-85794-83-7, 80-901890-0-8

MILDEOVÁ, S., a VOJTKO, V., 2003. Systémová dynamika. Praha, Česká republika: Oeconomica, 120 s. ISBN 80-245-0626-2

SENGE, P. M., 2007. Pátá disciplína : teorie a praxe učící se organizace. Praha: Management Press, 445 s. ISBN 978-80-7261-162-1.

STERMAN J., 2000. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill, 982 s ISBN 978-0072389159

ŠUSTA, M., 2015. Průvodce systémovým myšlením. Vyd. 1. Praha: Proverbs, 136 s. ISBN 978-80-260-7602-5.

VACEK, J., PEŠÍK, J., 2022. Systémové přístupy v managementu, Západočeská univerzita v Plzni Fakulta ekonomická, 181 s. ISBN 978-80-261-1125-2

WRIGHT, D., MEADOWS, D.H., 2008. Thinking in systems : a primer. White River Junction, Vt.: Chelsea Green Pub, 240 s. ISBN 978-1-60358-055-7.

Elektronické:

AGDER UNIVERSITY, 2008. A Generic Model of Project Management with Dynaplan, [Online] [cit.2023-03-14], Dostupné z: <https://uia.brage.unit.no/uia-xmlui/handle/11250/137061>

AZ QUOTES, [Online], [cit. 2023-03-13], Dostupné z: <https://www.azquotes.com/quote/762527>

DIZIKES, P., 2015. The many Careers of Jay Forrester, [Online], [cit.2023-03-13], Dostupné z: <https://www.technologyreview.com/2015/06/23/167538/the-many-careers-of-jay-forrester/>

BERLAYMONT D.J., 2016. Systems theory, [Online], [cit.2023-03-13], Dostupné z: <https://johannesdeberlaymont.com/2016/04/04/systems-theory-russell-ackoff/>

MAHMOUDI H., 2019. Does Systems Thinking Assessment Demand a Revised Definition of Systems Thinking?, [Online], [cit.2023-03-13], Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/334151215_Does_Systems_Thinking_Assessment_Demand_a_Revised_Definition_of_Systems_Thinking

RADZICKI, M.J., TAYLOR, R.A., 1997. Introduction to System Dynamics, [Online], [cit.2023-03-13], Dostupné z: <https://web.nmsu.edu/~lang/files/mike.pdf>

VENSIM HELP, Version: 9.3.5, 2022, [Online], [cit. 2023-03-13], Dostupné z: <https://www.vensim.com/documentation/mgu03.html>

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

Obrázek 1 – Různé pohledy na systémové myšlení (Hesam Mahmoudi, 2015)	14
Obrázek 2 – Pozitivní a záporná polarita (Sterman, 2000,s. 194)	16
Obrázek 3 – Příklad pozitivní vazby (Vytvořeno autorem).....	16
Obrázek 4 – Příklad záporné vazby (Vytvořeno autorem)	16
Obrázek 5 – Příklad posilující smyčky (Vytvořeno autorem)	17
Obrázek 6 – Příklad vyvažující smyčky (Vytvořeno autorem)	17
Obrázek 7 – Zobrazení stavů a toků pomocí vany plnící se vodou (Sterman, 2000,s. 194).....	18
Obrázek 8 – Zobrazení stavů a toků pohledem systémové dynamiky (Sterman, 2000,s. 194)	18
Obrázek 9 – Balancující proces se zpožděním (Senge, 2009, s. 373, přeloženo autorem).....	19
Obrázek 10 – Meze růstu (Senge, 2009, s. 374 přeloženo autorem)	19
Obrázek 11 – Přesouvání problému (Senge, 2009, s. 375 přeloženo autorem).....	20
Obrázek 12 - Eroze cílů (Senge, 2009, s.379, přeloženo autorem)	21
Obrázek 13 - Eskalace (Senge, 2009, s. 380 přeloženo autorem)	21
Obrázek 14 – Kdo umí, umí (Senge, 2009, s. 381 přeloženo autorem).....	22
Obrázek 15 – Tragédie společného vlastnictví (Senge, 2009, s. 383 přeloženo autorem)	23
Obrázek 16 – Řešení, které nic nevyřeší (Senge, 2009, s. 384 přeloženo autorem).....	23
Obrázek 17 – Růst a odložené investice (Senge, 2009, s. 385 přeloženo autorem)	24
Obrázek 18 – Causal Loop Diagram (Vytvořeno autorem).....	26
Obrázek 19 – Celý Stock and Flow Diagram (Vytvořeno autorem)	29
Obrázek 20 – Část 1.: Základní struktura (Vytvořeno autorem)	30
Obrázek 21 – Část 2.: Plnění dle času (Vytvořeno autorem).....	31
Obrázek 22 – Část 3.: Pracovní síla (Vytvořeno autorem).....	32
Obrázek 23 – Část 4.: Přesčasy (Vytvořeno autorem).....	33
Obrázek 24 – Pozdní dokončení (Vytvořeno autorem)	36
Obrázek 25 – Rozdíl v pracovní síle (Vytvořeno autorem).....	37
Obrázek 26 – Dopad pracovní síly na dokončení projektu (Vytvořeno autorem).....	37
Obrázek 27 – Rozdíl v počtu zadaných úkolů (Vytvořeno autorem)	38
Obrázek 28 – Dopad počtu zadaných úkolů na dokončení projektu (Vytvořeno autorem)	38
Obrázek 29 – Efekty posunutí deadlinu (Vytvořeno autorem).....	39
Tabulka 1 - Prvky základní struktury (Vytvořeno autorem).....	31
Tabulka 2 – Prvky plnění času (Vytvořeno autorem).....	32

Tabulka 3 – Prvky pracovní síly (Vytvořeno autorem)	33
Tabulka 4 – Prvky přesčasové struktury (Vytvořeno autorem)	35