

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

**Model systémové dynamiky pro vývoj úhynu srnce
obecného ve vybrané lokalitě**

Bc. Karolína Žáčková

© 2020 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Karolína Žáčková

Kvantitativní metody v ekonomice
Systémové inženýrství

Název práce

Model systémové dynamiky pro vývoj úhynu srnce obecného ve vybrané lokalitě

Název anglicky

Model of System Dynamics for the Analysis of Mortality of Roe Deer in Selected Location

Cíle práce

Cílem diplomové práce je vytvořit model systémové dynamiky pro vývoj a sledování přirozeného a nepřirozeného úhynu srnce obecného, zejména jeho mláďat v důsledku jarní senoseče.

Metodika

Diplomová práce bude vznikat na základě teoretických znalostí a praktických zkušeností z myslivecké praxe. Koncepce modelu systémové dynamiky v praktické části bude vycházet ze šetření dat z portálu Senoseč Online, dále z praktických zkušeností myslivců a dobrovolníků. Model systémové dynamiky bude popisovat stav a vývoj populace srnce obecného s vlivem přirozeného a nepřirozeného úhynu, bude založen na reálných datech z vybrané honitby (lokality). Výsledky práce budou konzultovány s odborníky z praxe, dosažené výsledky budou případně užity pro osvětu prevence a ochrany mláďat při jarní senoseči. Teoretická část práce vznikne na základě obsahu části praktické, z vybraných témat odborné literatury.

Harmonogram:

- březen až říjen 2019: studium odborné literatury;
- květen až červen 2019: sběr poznatků z terénu;
- červenec až říjen 2019: konzultace s praxí;
- listopad 2019 až únor 2020: tvorba modelu SD;
- leden až únor 2020: verifikace modelu SD;
- březen 2020: sepsání a kompletace práce.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

Model systémové dynamiky; Senoseč; Srnec obecný; Populační model; Nepřirozený úhyn.

Doporučené zdroje informací

DRMOTA, J. – ZBOŘIL, J. – KOLÁŘ, Z. *Srnčí zvěř v našich honitbách : zoologie, etologie, ekologie, chov a myslivecká péče, lov a trofeje*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-2366-2.

FORRESTER, J W. *Industrial dynamics*. Waltham: Pegasus, 1999. ISBN 1883823366.

Forst P. a kol. 1975. *Myslivost*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1975.

HANNON, B M. – MEADOWS, D H. – RUTH, M. *Dynamic modeling*. New York: Springer, 2001. ISBN 978-0387988689.

CHECKLAND, P. – POULTER, J. *Learning for action : a short definitive account of soft systems methodology and its use for practitioners, teachers and students*. Chichester: John Wiley & Sons, 2006. ISBN 0-470-02554-9.

KREJČÍ, I. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA, – KVASNIČKA, R. *Systémová dynamika I*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2014. ISBN 9788021324787.

ŠUSTA, Marek. *Průvodce systémovým myšlením*. Praha: Proverbs, c2015. ISBN 978-80-260-7602-5.

ÚSTAV BIOLOGIE OBRATLOVCŮ (AKADEMIE VĚD ČR), – ČERVENÝ, J. *Encyklopedie myslivosti*. Praha: Ottovo nakladatelství v divizi Cesty, 2004. ISBN 80-7181-901-8.

VIENER, V. – BARTOŠ, L. – VACH, M. *Srnčí zvěř*. Uhlířské Janovice: Silvestris, 1993. ISBN 80-901775-0-6.

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

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Jan Bartoška, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Model systémové dynamiky pro vývoj úhynu srnce obecného ve vybrané lokalitě" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Trutnově dne 6.4.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala za odborné vedení při vytváření práce panu doc. Ing. Janu Bartoškovi, Ph.D. a za odborný dohled při sestavování modelů systémové dynamiky panu Ing. Igoru Krejčímu, Ph.D. Také bych chtěla poděkovat za psychickou podporu a za projevenou trpělivost při celém mém studiu své rodině a svému příteli. Speciální poděkování patří Bc. Jakubovi Matějů za nadšení a pozitivní energii, kterou mě během vytváření práce inspiroval.

Model systémové dynamiky pro vývoj úhynu srnce obecného ve vybrané lokalitě

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá využitím systémové dynamiky k simulacím vývoje populace srnce obecného na základě různých scénářů úmrtí srnčat při sečích a sklizních. V teoretické části jsou popsány obecné principy systémové dynamiky s vymezením základních pojmů, struktur a nástrojů, které k popisu systémů využívá.

V praktické části práce je populace srnce obecného zaznamenána pomocí příčinně smyčkového diagramu a jsou popsány její základní prvky a vztahy. Poté se práce věnuje simulačnímu modelu vytvořeného v programu Vensim Professional, který generuje problémové chování zvolené populace. Zjištěné chování je podrobně popsáno a analyzováno. Vytvořený model je upravován podle vybraných scénářů. Efekty scénářů jsou popsány a na jejich základě je navrženo rozšíření modelu a je vytvořen návrh řešení problému.

Klíčová slova: Model systémové dynamiky; Senoseč; Srnec obecný; Populační model; Nepřirozený úhyn

Model of System Dynamics for the Analysis of Mortality of Roe Deer in Selected Location

Abstract

The diploma thesis is focused on the use of tools of system dynamics to simulate the development of roe deer population based on various scenarios of deer deaths during mowing and harvesting. The theoretical part of this thesis describes the general principles of system dynamics, defining the basic concepts, structures and tools that are used to describe systems. In the practical part of this thesis roe deer population is represented using a causal loop diagram. Its basic elements and relationships are described. In this thesis is also presented simulation model created in Vensim Professional, which generates problem behavior of the selected population. Detected behavior is described and analyzed in detail. The created model is modified according to selected scenarios. The effects of the scenarios are described, based on which the model extension is designed and a proposition of solution to the problem is created.

Keywords: System dynamics model; Haymaking; Roe deer; Population model; Unnatural death

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce a metodika	13
2.1	Cíl práce.....	13
2.2	Metodika.....	13
3	Teoretická východiska	15
3.1	Srnc obecný.....	15
3.1.1	Stavy a chování.....	15
3.1.2	Potrava a pastevní cykly.....	17
3.1.3	Pohlavní a věková skladba	17
3.1.4	Rozmnožování	18
3.1.5	Úživnost prostředí.....	19
3.1.6	Ochrana před sečemi a sklizněmi	20
3.2	Systémová věda	22
3.2.1	Systémy obecně	22
3.2.2	Systémová dynamika	24
3.2.3	Výpočty a funkce v programu Vensim Professional	34
3.3	Oblast ORP Trutnov.....	38
4	Vlastní práce	40
4.1	Příčinně smyčkový diagram pro populaci srnce obecného	40
4.1.1	Populace srnce obecného.....	40
4.1.2	Kvalita prostředí.....	41
4.1.3	Umělá regulace populace	44
4.1.4	Úmrtí v důsledku urbanizačních vlivů	45
4.2	Modelování populace srnce obecného	47
4.2.1	Zpracování dat	47
4.2.2	Model populace.....	54
4.2.3	Modelování scénářů	61
5	Výsledky a diskuse.....	68
6	Závěr	71
7	Seznam použitých zdrojů	73
8	Seznam příloh	76

Seznam obrázků

Obrázek 1: Systémové myšlení (zdroj: Senge, 2007, str. 390).....	23
Obrázek 2: Lineární chápání (zdroj: Sterman, 2000, str. 10)	26
Obrázek 3: Systémové myšlení (zdroj: Sterman, 2000, str. 11)	26
Obrázek 4: Chování zpětnovazebních smyček (zdroj: Forrester, 1968, str. 11).....	26
Obrázek 5: Diagram toků a stavů (zdroj: Meadows a další, 2008, str. 17)	28
Obrázek 6: Vyvažující proces s prodlevou (zdroj: Senge, 2007, str. 393).....	31
Obrázek 7: Nápravy, které se vymstí (zdroj: Senge, 2007, str. 404)	31
Obrázek 8: Meze růstu (zdroj: Senge, 2007, str. 394).....	32
Obrázek 9: Přesouvání břemene (zdroj: Senge, 2007, str. 396)	32
Obrázek 10 :Eroze cílů (zdroj: Senge, 2007, str. 398)	33
Obrázek 11: Eskalace (zdroj: Senge, 2007, str. 399)	33
Obrázek 12: Úspěch úspěšným (zdroj: Senge, 2007, str. 401).....	34
Obrázek 13: Oblast ORP Trutnov (zdroj: MěÚ Trutnov)	38
Obrázek 14: Index ohrožení srnčí zvěře sečí travního porostu (zdroj: http://eagri.cz/public/app/uhul/MyslMap , 5. 11. 2019).....	39
Obrázek 15: Smyčky Přirozený přírůstek a Přirozený úbytek (zdroj: vlastní zpracování)	41
Obrázek 16: Kvalita prostředí (zdroj: vlastní zpracování)	42
Obrázek 17: Smyčka Kvalita prostředí (zdroj: vlastní zpracování)	43
Obrázek 18: Poměr pohlaví (zdroj: vlastní zpracování).....	44
Obrázek 19: Umělá regulace populace (zdroj: vlastní zpracování)	45
Obrázek 20: Urbanizační vlivy na populaci srnce obecného (zdroj: vlastní zpracování)	46
Obrázek 21: Simulační model (zdroj: vlastní zpracování)	58

Seznam tabulek

Tabulka 1: Data z portálu Senoseč Online (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019)	48
Tabulka 2: Data z mysliveckých statistik (zdroj: MěÚ Trutnov, 2019).....	52
Tabulka 3: Vstupní hodnoty modelu systémové dynamiky (zdroj: vlastní zpracování)	59

Tabulka 4: Druhy plašičů (zdroj: metodika Prevence a snižování škod působených zvěří a na zvěři).....	61
Tabulka 5: Odhad účinnosti plašiče (zdroj: metodika Prevence a snižování škod působených zvěří a na zvěři)	62

Seznam grafů

Graf 1: Úhyn srnčat při senoseči (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019)	49
Graf 2: Vyneseno/ vyplašeno při sečení (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019).....	49
Graf 3: Sečená rozloha celkem (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019)	50
Graf 4: Vyplašeno při vyhánění (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019)	50
Graf 5: Počty srnců, srn a srnčat ve vybrané oblasti (zdroj: MěÚ Trutnov, 2019)....	52
Graf 6: Úhyny srnců, srn a srnčat ve vybrané oblasti (zdroj: MěÚ Trutnov, 2019) ..	53
Graf 7: Lov srnců, srn a srnčat ve vybrané oblasti (zdroj: MěÚ Trutnov, 2019)	54
Graf 8: Hodnoty stavu Srneček a toku Úhynu srneček (zdroj: vlastní zpracování) ...	60
Graf 9: Hodnoty stavu Srny (zdroj: vlastní zpracování)	61
Graf 10: Citlivostní analýza (zdroj: vlastní zpracování)	62
Graf 11: Metoda procházení luk a polí (zdroj: vlastní zpracování)	63
Graf 12: Akustické plašiče (zdroj: vlastní zpracování)	64
Graf 13: Pachové plašiče - Odložené srnečky a Úhyn srneček (zdroj: vlastní zpracování)	65
Graf 14: Pachové plašiče (zdroj: vlastní zpracování)	65
Graf 15: Kombinované plašiče (zdroj: vlastní zpracování).....	66
Graf 16: Optické plašiče (zdroj: vlastní zpracování)	66
Graf 17: Moderní technologie (zdroj: vlastní zpracování)	67
Graf 18: Porovnání typů plašičů (zdroj: vlastní zpracování).....	70

1 Úvod

Srnčí zvěř se velice dobře adaptovala na měnící se prostředí, ale některé lidské aktivity jsou pro ni stále velkým problémem. Každý rok dochází k úmrtí mnoha kusů divoké zvěře v důsledku senosečí a sklizní v jarním až letním období. Zemědělské bloky jsou dnes nejčastěji rozsáhlé monokultury obhospodařované stále výkonnějšími stroji, které jsou rychlejší a mají větší záběr sečení. To je problémem pro divokou zvěř, která v dané plodině hledá úkryt pro svá mláďata. Ohrožena jsou nejvíce hnízda ptáků hnízdících na zemi a mláďata savců, jako jsou zajíc polní a srnec obecný, jejichž přirozenou ochranou v prvních dnech života je zalehnutí a znehybnění.

I když je nutné stavy zvěře uměle regulovat, tyto úhyny jsou zcela nežádoucí z pohledu humánního, i z hlediska zachování zdravé populace druhu. Odlov zvěře je vykonáván na základě výběru nejslabších nebo nemocných kusů, poměru pohlaví a věkové skladby, ale pokud zemře mnoho kusů v důsledku zasečení nebo střetů s dopravními prostředky, nemohou myslivci nežádoucí kusy odlovit, aby nedošlo k překročení hranice minimálních stavů dané zvěře v honitbě, a tím bude populace slábnout.

Z tohoto důvodu vzniklo mnoho ochranných aktivit, nejčastěji procházení luk a polí před sečí nebo instalování plašičů. Z dlouhodobého hlediska je přínosné navrátit do kulturní krajiny biokoridory, biocentra, zvěřní políčka nebo biopásy, které zvěř obývá raději než monokultury. Tím dochází k eliminaci výskytu zvěře na lukách a polích určených k hospodářským účelům. Na dlouholetá opatření je kladen stále větší důraz, protože ochranné aktivity typu plašičů nebo vyhánění a vynášení mláďat, jsou účelné jen, pokud jsou prováděna den před sečí. V případě posunutí termínu seče nebo sklizně je nutné tyto aktivity provádět znovu. Tím vznikají konflikty mezi myslivci, zemědělci a případně dobrovolníky, kteří jsou ochotni pomoci.

Z těchto důvodů jsou v práci zpracována data z portálu Senoseč Online a mysliveckých statistik z oblasti obce s rozšířenou působností (ORP) Trutnov, na kterých jsou ukázány různé modelové situace, se zaměřením na senoseče a sklizně, jejich následný vliv na vývoj populace srnce obecného a jeho odlov.

Na problematiku je nahlíženo z pohledu systémové vědy, která se zaměřuje na chování systémů jako celku. Jedná se o komplexní pochopení problematiky a zjištění důvodu vzniku problému. Systémová dynamika popisuje struktury a vazby uvnitř systému, ale také ty, které na systém působí z okolí a ovlivňují jej. Systémová dynamika se zaměřuje na zpětnovazební

vztahy a zpoždění, které jsou v jiných pohledech často opomíjeny. Uvědomění a pochopení těchto struktur poskytuje nové informace, které mohou pomoci k řešení problému.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je vytvořit model systémové dynamiky pro vývoj a sledování přirozeného a nepřirozeného úhynu srnce obecného, zejména jeho mláďat v důsledku jarní senoseče.

Díličními cíli práce jsou sestavení příčinně smyčkového diagramu s popisem klíčových prvků a vztahů v systému a vytvoření diagramu toků a stavů, který modeluje chování konkrétního systému. Na základě těchto diagramů budou popsány problémové struktury a vyzkoušeny různé scénáře.

2.2 Metodika

V rešeršní části práce je popsána teorie, která byla studována na základě zvolené problematiky. Je nutné se podrobně seznámit s problematikou srnčí zvěře, k určení klíčových faktorů, které ovlivňují velikost populace. Poté je nastudována systémová dynamika, která v práci slouží jako nástroj modelování určeného problému. Také je potřebné seznámení s programem Vensim Professional, aby bylo možné v tomto programu vytvářet diagramy a číst vypočítané výsledky.

V praktické části práce je nejdříve vytvořen příčinně smyčkový diagram na základě informací získaných studiem literatury. Příčinně smyčkový diagram zachycuje důležité faktory a vztahy mezi nimi. Finální příčinně smyčkový diagram je sestaven přidáváním složitějších struktur ke struktuře základní. Všechny uvažované struktury jsou v práci podrobně popsány. Vytvořený příčinně smyčkový diagram je konzultován s odborníkem z myslivecké praxe a na základě tohoto rozhovoru je diagram upraven a rozšířen.

Dále jsou zpracována data z portálu Senoseč Online a z mysliveckých výkazů získaných za oblast obce s rozšířenou působností Trutnov. Takto zpracovaná data budou využita k simulacím, které budou vytvářeny na základě diagramu toků a stavů.

Před sestavením samotného diagramu toků a stavů je nutné definovat zkoumaný problém, jeho klíčové proměnné, časový horizont a charakteristické chování systému.

První model systémové dynamiky je vytvořen na základě zpracovaných údajů za rok 2018, a popisuje vývoj populace srnce obecného s modelovaným vztahem mezi počty mláďat a dospělých srn. Model je v průběhu zpracování několikrát upravován, aby generoval

požadované chování systému. Model systémové dynamiky je poté testován z hlediska konzistence a citlivosti. Výstupy modelu jsou konzultovány s odborníkem z myslivecké praxe. Predikce vybraných modelovaných proměnných jsou poté interpretovány z hlediska systému i mysliveckého pohledu.

Scénáře se zaměřují na vztah mezi počtem úmrtí srnčat při sečích a následně nutnou umělou regulací populace odlovem. Počet úmrtí srnčat při sečích je závislý na účinnosti ochranných aktivit prováděných před sečemi a sklizněmi. S tímto faktorem je ve scénářích manipulováno. Zvolené scénáře jsou popsány a interpretovány z hlediska myslivecké praxe. Výsledky jednotlivých scénářů jsou konzultovány s odborníkem a je navrženo komplexní řešení problému.

3 Teoretická východiska

3.1 Srnec obecný

Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) je sudokopytník z čeledi jelenovitých vyskytující se hojně v české krajině (Drmota, 2014), a jehož stavy stále narůstají (Červený, a další, 2016).

Jedná se o středně velkého savce, s délkou těla kolem 150 cm dle Javůrka (1961), ale podle Červeného (2016) má délku těla jen 140 cm nebo podle Drmoty (2014) dosahuje délka srnčí zvěře v české krajině jen 125 cm, což má za následek snižování velikosti a hmotnosti zvěře (Drmota, 2014). Výška srnčí zvěře v českých honitbách se snížila z 90 cm (Červený, a další, 2016) na 75 cm – 70 cm (Drmota, a další, 2007) (Drmota, 2014). Váhu dospělých kusů uvádí Javůrek (1961) mezi 14 – 18 kg, na které shoduje i s Drmotou (2014). Průměrná hmotnost pozorovaných kusů v České republice je 15 kg (Drmota, a další, 2007). Cappelli (2020) také uvádí, že parohy českých srnců nejsou tak těžké a jsou kratší, například oproti srncům žijícím v jihovýchodním Španělsku. Dalším ukazatelem kvality populace může být mandibulární délka, která úzce souvisí s tělesnou hmotností (Hanzal, a další, 2017).

Věková hranice se odhaduje kolem 15 let věku podle Javůrka (1961) nebo 12 let věku podle Červeného (2016).

U srnce obecného se vyskytuje pohlavní dimorfismus, který se projevuje růstem parůžků u samců a lehčí stavbou těla u samic (Vach, 1993).

Srst dospělé srnčí zvěře se mění v průběhu roku, aby poskytovala ochranu před predátory (Vach, 1993). V létě je srst řidší s červenohnědým zbarvením. V zimním období houstne a mění se na šedohnědou až šedou barvu (Drmota, 2014). Srnčata mají žlutohnědou srst s bílými skvrnami na bocích a stehnech zadních nohou. Toto ochranné zbarvení mizí přibližně ve dvou měsících věku (Červený, a další, 2016).

Srnec obecný obývá celé území Evropy s výjimkou vysoko položených oblastí. V České republice je zaznamenáván ve všech honitbách (Drmota, a další, 2007).

3.1.1 Stavy a chování

Od konce 20. století jsou stavy srnčí zvěře sledovány a regulovány pomocí dvou ukazatelů. Počty odlovených kusů zvěře se regulují podle jarního sčítání stavů zvěře, které

probíhá v určitému datu na všech honitbách, aby se zabránilo násobnému sčítání stejných kusů. Podle úživnosti a rozlohy honitby jsou stanoveny minimální a normované stavy, které určují hranice početnosti dané zvěře v honitbě. Dále se určuje koeficient očekávané produkce, který udává, kolik srnčat se dá očekávat od jedné srny každý rok (Drmota, 2014).

Minimální a normovaný stav zvěře definuje § 3 zákona č. 499/2001 Sb. *O myslivosti* takto: „*Minimálním stavem zvěře je stav, při kterém není druh ohrožen na existenci a jeho populační hustota zabezpečuje biologickou reprodukci druhu. Normovaným stavem je nejvýše přípustný jarní stav, který odpovídá kvalitě životního prostředí zvěře a úživnosti honitby; uvádí v rámci jakostní třídy honitby i požadovaný poměr pohlaví a věkovou skladbu zvěře a koeficient očekávané produkce.*“

Způsob určení minimálních a normovaných stavů stanovuje vyhláška číslo 491/2002 Sb. *O způsobu stanovení minimálních a normovaných stavů zvěře a o zařazování honiteb nebo jejich částí do jakostních tříd*: „*Normovaný stav srnce obecného se stanoví podle odstavce 1 písm. a) a c) samostatně pro lesní celek a samostatně pro pozemky polní části honitby. Vyskytují-li se v honitbě obě skupiny pozemků, stanoví se normovaný stav srnce obecného jako součet normovaných stavů stanovených samostatně pro každou skupinu pozemků. Pozemky polní části honitby se pro účely této vyhlášky rozumí honební pozemky druhu: orná půda, trvalý travní porost a ostatní plocha. Je-li výměra pozemků polní části honitby nižší, popřípadě vyšší než 1 000 ha, stanoví se normovaný stav srnce obecného přepočtem podle skutečné výměry pozemků polní části honitby.*“

Obecně lze říci, že minimální stav na 1000 ha lesního pozemku je 25 ks srnčí zvěře a v případě polního prostředí je minimální stav určen na 10 ks srnčí zvěře na 1000 ha. Normované stavy se určují podle jakostních tříd, do které je honitba zařazena (Drmota, a další, 2007). Jakostní třídy honiteb pro spárkatou zvěř a normované stavy spárkaté zvěře podle jakostní třídy honitby jsou určeny podle přílohy č. 1 a č.2 k vyhlášce č. 491/2002 Sb. (viz příloha č. 1).

Odlovem dochází k regulaci populace z hlediska počtů, poměru pohlaví, věkové skladby a kvality. Proto je zvěř pozorována a k odsřelu jsou určeny kusy slabé, nemocné nebo déle přebarvující (Hála, 2014).

Přírozenými nepřáteli obzvláště srnčat jsou lišky, jezevci, zvěř černá, rys, vlk nebo orel (Vach, 1993). Mezi nepřirozená úmrtí patří zasečení při sečích a sklizních, odlov a střety s dopravními prostředky (Drmota, a další, 2007).

Původně se jednalo o zvěř obývající výhradně lesy, kde nacházela potravu v mladých četných stromových kulturách a v bohaté bylinné nabídce (Vach, 1993). V polovině 20. století se začalo vyvíjet velkoplošné hospodářství, na které některé srnčí tlupy reagovaly přesunem na polní biotopy a přizpůsobením se novému stylu života (Drmota, a další, 2007).

Srnčí zvěř je společenský živočich, který se pohybuje v tlupách a vymezuje si svá teritoria. Velikost tlup a teritorií se mění vzhledem k potravní nabídce a ročnímu období (Vach, 1993). V letních obdobích žije srna se srnčaty sama a také srnci žijí jednotlivě do doby říje. Během léta se jednotlivci pohybují na území 2 až 3 hektarů, které si hlídají před dalšími konkurenty (Červený, a další, 2016). Od podzimu do jara vytváří početnější tlupy, které vede nejčastěji nejstarší, tzv. vedoucí srna (Forst a kol., 1975). Tlupy se nejčastěji vytváří v závislosti na rodinných vztazích (Drmota, 2014). Velikost zimních tlup závisí na typu a úživnosti prostředí. V lesních biotopech čítají tlupy kolem deseti kusů, v polním prostředí lze vidět tlupy početnější (Drmota, a další, 2007) o velikosti 30 až 70 kusů (Vach, 1993). Pohybují se stále na stejných stanovištích, pokud mají dostatek potravy, možnosti úkrytu a klidu (Ducros, 2020).

3.1.2 Potrava a pastevní cykly

Potrava srnčí zvěře se skládá z dřevin, trav a bylin v přibližném poměru 1:1 (Forst a kol., 1975). V letním období spásá nadzemní části rostlin, listy, plody a hledá semena. V zimním období získává živiny z okusu letorostů dřevin a větví mladých stromků a keřů (Drmota, a další, 2007).

Žije-li srnčí zvěř na polích dochází často ke spásání monokultur, což mívá za následek zažívací problémy a negativní dopad na zdravý vývoj jedinců (Červený, a další, 2016).

Za potravou se srnčí zvěř vydává v pastevních cyklech (Drmota, 2014), kterých může být až jedenáct v závislosti na ročním období (Forst a kol., 1975). Nejdelší pastevní cyklus nastává ráno a večer, kdy má zvěř nejvíce klidu (Červený, a další, 2016).

3.1.3 Pohlavní a věková skladba

Poměr pohlaví definuje vyhláška č. 491/2002 Sb. definuje v § 4: „*Požadovaný poměr pohlaví mezi samci a samicemi u spárkaté zvěře, s výjimkou kamzíka horského, je ve všech jakostních třídách honitby 1:1 (...)*“. Při zachování tohoto poměru pohlaví nedochází k populačním výkyvům a je zajištěn rozvoj zdravých a silných jedinců (Drmota, 2014).

Dnes, kdy je populace uměle regulována, často dochází k nárůstu počtu srn, což má za následek skokový nárůst populace, který je následován generačním propadem z důvodu nedostatečné úživnosti prostředí (Vach, 1993).

Věková skladba je určena vyhláškou č. 491/2002 Sb. podle koeficientu očekávané produkce, procentem dospělých samců, dospělých samic a mláďat. V případě srnce obecného jsou požadované poměry 39 % samců, 39 % samic a 22 % srnčat při koeficientu očekávané produkce 0,8. S narůstajícím koeficientem očekávané produkce se zvyšuje požadované procento mláďat a snižuje se procento dospělých jedinců se zachováním poměru pohlaví, například při koeficientu očekávané produkce 0,9 by měl být poměr 38 % srnců, 38 % srn a 24 % srnčat.

Samci srnčí zvěře se dělí na tři věkové třídy. V I. věkové třídě jsou jedinci od 10 měsíců do druhého roku věku, do II. věkové třídy se řadí jedinci mezi třemi až čtyřmi roky věku a III. věková třída obsahuje jedince od věku pěti let (Drmot, a další, 2007). Věkové třídy samců by měli být v poměru 41 % samců I. věkové třídy, 24 % samců II. věkové třídy a 35 % samců III. věkové třídy (Vyhláška č. 491/2002 Sb., 2002). Věkové třídy srn vyhláška neošetřuje. Udržení vyvážené věkové skladby může být složité, a to i z toho důvodu, že starší srny si raději k páření vybírají mladé samce (Cécile, 2019).

3.1.4 Rozmnožování

Srny mívají svá první srnčata okolo 16 měsíce svého věku, srnci pohlavně dospívají už v prvním roce věku (Červený, a další, 2016).

Říje srnčí zvěře probíhá jednou za rok. Letní říje nastává od poloviny července, případně od poloviny srpna (Vach, 1993). Říje trvá přibližně čtyři týdny (Javůrek, 1961). Průběh říje ovlivňuje mnoho faktorů, jako například počasí, sluneční svit, populační hustota, poměr pohlaví nebo věk zvěře. V období říje ponechává srna svá mláďata v ústraní a dočasně přerušuje kojení (Forst a kol., 1975). Srnec srnu nejdříve honí (Vach, 1993). Po pokládání srnec u srny zůstává čtyři až pět dní (Forst a kol., 1975). Za dobu říje oplodní jeden samec 3 až 5 srn ve svém teritoriu (Drmot, a další, 2007).

Březost srny trvá 38 až 40 týdnů (Javůrek, 1961). Po zabřeznutí srny zůstávají vajíčka v embryonální latenci přibližně do prosince (Forst a kol., 1975). Poté se vývoj urychluje. Nebyla-li srna oplodněna v letní říji, říje se opakuje přibližně po třech měsících, tedy v listopadu až prosinci. Poté dochází k rychlejšímu vývoji mláďete a rodí se ve stejnou dobu jako mláďata srn oplodněných v letní říji (Červený, a další, 2016). Z pozorování bylo

zjištěno, že v našich podmínkách se nejčastěji srnčata rodí ke konci května (Scherer) a počátkem června (Ziegrosser, 2017).

Srnčata jsou nejčastěji kladena na klidném místě (Drmota, 2014). Srna vodí nejčastěji jedno až dvě srnčata (Vach, 1993). Rozený počet srnčat závisí pozitivně na tělesné hmotnosti srny a negativně na hustotě dané populace (Flajšman, a další, 2017).

Srnčata jsou již po několika hodinách schopna postavit se na nohy, ale jejich přirozenou ochranou je zalehnutí (Drmota, a další, 2007). Prvních 14 dní života jsou srnčata plně odkázána na matku, která je ponechává v úkrytu a přichází je jen kojit. Poté se již mláďata drží u matky a jsou kojena přibližně do 3 měsíců (Červený, a další, 2016) (Forst a kol., 1975).

3.1.5 Úživnost prostředí

Srnčí zvěř byla nucena se adaptovat na rychlou změnu prostředí vyvolanou člověkem. Ve 20. století došlo k radikální přeměně krajiny, což mělo za následek transformaci úkrytů zvěře i její potravní nabídky. (Drmota, 2014)

Dle Vacha (1993) je rozvoj zdravé populace závislý převážně na kvalitě úživnosti životního prostředí, a tedy klíčovým faktorem je uspokojování základních potřeb a požadavků srnčí populace v daných lokalitách. Téměř polovina populací srnčí zvěře žije převážně na polích, která jsou zcela odlišným biotopem od prostředí lesního.

Nároky na obývanou plochu jednou skupinou populace srnčí zvěře jsou různé z hlediska úživnosti prostředí, výskytu predátorů a vlivu mnoha dalších faktorů. Také se mění v průběhu roku, kdy na podzim se samci přibližují k samicím z důvodu páření (Drmota, a další, 2007).

Je-li zvěř nucena být ve vzájemné větší blízkosti, než je pro ni přirozené, jedná se o jeden z nejsilnějších negativních faktorů, které populaci ovlivňují. Nejen, že dochází k vytěžení zdrojů lokality, ale zvěř je také více stresována a nucena se více pohybovat, což může mít za následek prochladnutí v zimních obdobích, komplikace při kladení mláďat, vyčerpání srnčat atd. (Vach, 1993).

Vnitrodruhová konkurence se snižuje se zvyšující se úživností prostředí (Drmota, a další, 2007). Nárůst plochy s trvalým krytem má za následek nárůst populační hustoty. Populační hustota má přímý vliv na hmotnost jedinců, parožení, reprodukci i úmrtnost. Přirozený přírůstek se s vyšší hustotou zvěře snižuje, a naopak přirozená úmrtnost stoupá (Vach, 1993).

Mezidruhovou konkurenci představují v české krajině například mufloni, daňci nebo jeleni, kteří mají velmi podobný styl života (Drmota, a další, 2007). Bylo pozorováno, že v případě obývání jedné oblasti dančí i srnčí zvěři, nedochází k fyzickým střetům, ale srnčí zvěř se snaží dančí zvěři vyhýbat a obývá tedy obvykle méně výhodná stanoviště (Ferretti, 2010).

3.1.6 Ochrana před sečemi a sklizněmi

Dle Vacha (1993) jsou mláďata nejčastěji zasečena v období od prvního do desátého dne věku a tyto ztráty činí až 76 % celkových úhynů a 50 až 60 % z ročního přírůstku.

Některé možnosti ochrany mláďat před sečemi a sklizněmi jsou dány zákonem, který uděluje zemědělcům povinnost nahlásit činnost, která by mohla divokou zvěř ohrozit, uživateli honitby. Při samotné seči a sklizni by měl zemědělec mít instalované plašiče na žacích strojích a kosení by mělo probíhat od středu k okraji plochy. Morální povinností myslivců, je zamezit ztrátám projitím oblasti nebo instalováním plašičů (Drmota, a další, 2007).

V dnešní době jsou zkoumány stále nové možnosti hledání srnčat na loukách a polích. Jednou z těchto metod je hledání srnčat drony s termokamerami v ranních hodinách, kdy je velký rozdíl teplot mezi tělem srnčete a okolím. Proto je tato metoda úspěšná téměř ze 100 % (Cukor, a další, 2019).

V případě nálezu srnčete, je srnče opatrně přeneseno do bezpečného úkrytu. Pomocí telemetrického měření takto zachráněných srnčat bylo zjištěno, že takovýto zásah mláďata z 91 % přežijí, protože si je matka dokáže najít a poté zůstávají v novém umístění (Cukor, a další, 2019).

Dalším účinným opatřením jsou optické plašiče, které ale mají účinnost jen dva dny. Poté je již zvěř nepovažuje za nebezpečné (Lenoch, a další, 2014). Ještě větší účinnosti bylo dosaženo kombinací optických a pachových plašičů, kde se účinnost plašiče prodloužila až na pět dní (Kroupa, 2018).

Certifikovaná metodika od Národní agentury pro zemědělský výzkum (Machálek, 2018) uvádí jako nejúčinnější opatření preventivní, tedy vytváření biocenter a biokoridorů, sadbu stromořadí a sadů, budování biopásů, zvěřních políček a dalších krajinotvorných prvků. Pozorováním bylo zjištěno, že si srna s 5x vyšší pravděpodobností vybere jiný krajinotvorný prvek s různorodou vegetací než řepkové pole nebo vojtěškovou louku.

V případě instalování plašičů je jejich nutná instalace den před sečí, aby srna měla čas odvést srnče do bezpečí, ale také je nežádoucí přivyknutí zvěře na daný typ plašiče. Toto je

velice problematické v případě posunu seče nebo sklizně oproti plánovanému termínu. Z experimentálního šetření bylo zjištěno, že nejméně účinné je procházení polí a luk (vyplašeno 0,09 ks/ha). Více účinné jsou kombinované plašiče (vyplašeno 0,16 ks/ha), akustické plašiče (vyplašeno 0,22 ks/ha) a pachové plašiče (vyplašeno 0,23 ks/ha). Téměř dvakrát účinnější jsou optické plašiče (vyplašeno 0,4 ks/ha) (Machálek, 2018).

Portál Senoseč Online

Webová stránka Senoseč online (<https://senosec.czu.cz/>) vznikla v rámci podpory komunikace mezi zemědělci a myslivci v období sečí a sklizní, a také k osvětě veřejnosti související s touto problematikou. Webový portál také pomáhá zapojit do ochranných akcí dobrovolníky, kteří chtějí pomoci myslivcům s plašením zvěře.

Projekt vznikl za podpory Ministerstva životního prostředí ČR, České zemědělské univerzity v Praze a projektu Stráž myslivosti.

Data o sečených plochách, nálezech a úhynech zvěře se evidují od roku 2015 (Bartoška J. a kol., 2015-2019). Získaná data z portálu nejsou oficiální statistikou. Data jsou pouze zástupná, získaná od registrovaných uživatelů, tedy nezachycují všechny informace o sečích a pohybech zvěře za celou Českou republiku.

3.2 Systémová věda

Systémová dynamika, původně nazývaná Industrial Dynamics, je odvětvím systémové vědy, které rozvinul J. W. Forrester v druhé polovině dvacátého století. Základem studií těchto oborů je systém. Systém lze definovat velice obecně jako množinu prvků a vazeb mezi nimi (von Bertalanffy, 1968). Jiná vymezení systém definují konkrétněji, a to jako množinu prvků, které jsou účelně organizovány a propojeny do struktury. Tato struktura je zdrojem charakteristického chování, které směřuje k dosažení nějakého cíle nebo naplnění funkce. Důležité je, že systém jako takový má vlastnost nazývanou se *emergence*, to znamená, že má vlastnosti, které nemá žádný jeho prvek sám o sobě, a že se téměř vždy v čase vyvíjí (Meadows, 2008).

3.2.1 Systémy obecně

Definice konkrétního systému závisí na účelu, který má splňovat, tedy jeden systém lze z různých pohledů popsat různými způsoby (Coyle, 1996).

Každý systém má svou strukturu, která se skládá z hranic systému, prvků systému, vazeb systému, chování systému, z jeho okolí a prvků definovaného okolí, které mají vazby na systém. Okolí systému je účelově definovaná množina prvků, které nejsou prvky systému, ale mají k němu významné vazby, a to jako jeho vstupy nebo výstupy (Meadows, a další, 2008). Prvky systému s vazbou na okolí tvoří tzv. hraniční prvky systému. Podle těchto vazeb můžeme určit, zda je systém uzavřený (v reálném světě se téměř nevyskytuje) nebo otevřený. Prvky systému jsou jeho elementárními částmi vzhledem k rozlišovací úrovni. Tedy systém, nebo naopak sám prvek, může být z jiného pohledu (drobnějšího nebo obecnějšího) vnímán jako subsystém (Sternan, 2000). Určení vhodného počtu prvků je obtížný úkol. Příliš mnoho prvků zvyšuje nepřehlednost a málo prvků naopak může vést k potlačení důležitých vlastností systému. Vazby prvků mohou být vnější nebo vnitřní. Vnější jsou vazby systému na prvky okolí, tedy na vstupní nebo výstupní prvky. Vnitřní vazby jsou vztahy prvků mezi sebou v systému. Chování systému je vlastnost systému, vyjadřující reakce systému na podněty, a zda dochází k jeho transformaci. Dynamické systémy se vyznačují změnou prvků, vazeb nebo chování, a naopak statické systémy změny nevykazují. Speciálním druhem jsou systémy s cílovým chováním. To jsou systémy, které mají tendence k dosažení předem daného cílového stavu (Forrester, 1968).

Systémy mají obecné vlastnosti, které způsobují dynamickou komplexnost systému, a jsou to:

- dynamičnost – změna chování v čase,
- úzké propojení – vliv změny jednoho prvku na ostatní prvky,
- řízení zpětnou vazbou – vliv reakce na akci, která ji vyvolala,
- nelineárnost – velikost reakce nebývá přímo úměrná velikosti akce,
- závislost na historii – akce minulosti ovlivňují možnosti v budoucnosti,
- sebe organizující tendence – chování systému dle vazeb mezi prvky a aktéry,
- adaptivnost – změna rozhodujících schopností v čase,
- protiintuitivnost – příčina bývá vzdálená (časově, vazebně) od důsledku,
- resistance vůči politikám – neúčinnost aplikací jednoduchých politik,
- charakteristické substituční vztahy – správné řešení často vede ke zlepšení až v delším časovém horizontu (Sterman, 2000).

Na systémy lze pohlížet z mnoha pohledů, a proto je i mnoho metod, které problémy systémové vědy řeší. Některá řešení jsou zaměřená na tvrdé prvky a většinou hledají optimální řešení. Naopak řešení, která se orientují na měkké prvky systémů, se snaží nalézt nejlepší možné řešení, s ohledem na „lidskost“ řešení. Všechny metody systémového pojetí však mají společný základ, a tím je systémové myšlení. Systémové myšlení má několik základních vlastností, které Senge (2007) zobrazuje jako pyramidu (viz *obrázek 1: Systémové myšlení*), kde je nutné znát možnosti práce se systémy při akceptaci jejich chování (zásad) a při pochopení jejich znaků (podstaty).



Obrázek 1: Systémové myšlení (zdroj: Senge, 2007, str. 390)

Dále zdůrazňuje několik nutných uvědomění, díky kterým lze se systémy lépe pracovat:

- 1) *Struktura systému ovlivňuje chování systému*: změna prvků bez změny struktury povede k velmi podobným výsledkům jako před změnou prvků.
- 2) *Struktura systémů tvořená lidmi je jemná*: strukturu v takovýchto systémech tvoří samotné rozhodování lidí.
- 3) *Pákový účinek je často důsledkem nových způsobů myšlení*: Mnohdy bývá pákový účinek v systémech neodhalen, protože lidé nedokáží zjistit veškeré vazby, které se v systému vyskytují (Senge, 2007).

Pro řešení problému popsaného v této práci byla zvolena metoda systémové dynamiky, proto se bude práce dále zabývat jen tímto vědním odvětvím.

3.2.2 Systémová dynamika

Tato vědní disciplína se zaměřuje na chování komplexních systémů v průběhu času, a to s důrazem na jejich strukturu, nelineární vztahy, zpětné vazby a jejich zpoždění, a tímto se snaží popsat chování těchto systémů, popř. zjistit, kde se vyskytuje problém, jaké jsou jeho příčiny a navrhnout efektivní řešení pomocí různých simulací (Coyle, 1996). Proto se systémová dynamika dá využít v oblasti řešení socioekonomických, manažerských, ekologických, energetických problémů nebo dokonce v oblastech bezpečnostní politiky, kde je nutné komplexnější pochopení složitějších problémů (Meadows, a další, 2008).

Správné využívání systémové dynamiky závisí na porozumění řešeného problému, tedy je také potřeba znát jiné vědní disciplíny, jako například matematiku, počítačové modelování, psychologii, teorii organizace nebo politologii. Jedná se o kombinaci teoretických znalostí s praktickým využitím. Před samotným modelováním se proto, vždy provádí podrobný výzkum situace (Sterman, 2000).

Politika v systémové vědě má trochu jiné pojetí než v běžném životě. Mluvíme-li o politice, máme na mysli „*pravidlo, na základě, kterého jsou prováděna rozhodnutí*“ (Forrester, 1968), jedná se tedy jen o taková pravidla, jež poskytují tok rozhodnutí.

Komplexnost systému značí vzájemnou propojenost prvků v systému a důsledek, že jakákoliv změna v systému bude mít za následek změny dalších jeho částí. Dynamická komplexnost zahrnuje změny působící v čase a zpoždění mezi jednotlivými projevy změny (Meadows, a další, 2008).

Systemy bývají zkoumány na modelech, aby nedošlo např. k jejich narušení nebo poškození. Jednou z metod modelování systémů je počítačová simulace. Systémová dynamika využívá počítačové simulace nejen pro rychlé zpracování dat, ale i pro lepší pochopení systému samotného. Lidský mozek se řídí mentálními modely, které mohou naše vnímání zkreslovat, a také má velice omezené množství kapacity pro udržení všech prvků a jejich vazeb. Dále je lidský mozek „učten“ myslet lineárně, tedy málokdy si uvědomuje zpětnovazební vlastnosti systému nebo důsledky změny v delším časovém období. Počítačová simulace pomáhá matematicky vyjádřit měkké proměnné, pro které nebývají žádná numerická data. Problémem kvantifikování vazeb systému bývá narušení principu robustnosti, který říká, že by za všech daných podmínek (i extrémních) mělo dojít ke stejnému chování systému (Coyle, 1996). Tedy nemělo by se chování systému vymykat přirozeným nebo fyzikálním pravidlům (např. záporná hodnota populace) (Sterman, 2000).

Mnoho rozhodnutí je vydáno na základě omezené racionality. Lidé se snaží rozhodovat racionálně, ale málokdy mají úplné informace. Proto je jejich rozhodnutí nejlepší možné v současné situaci s dostupnými daty, ale z hlediska dlouhodobějšího nebo rozsáhlejšího se může jednat o zcela špatná rozhodnutí (Meadows, a další, 2008).

Cílem vytváření modelů systémové dynamiky je pochopit a předvídat směr vývoje chování modelovaného systému do budoucna nebo jeho změnu chování při změně některých podmínek, a to v místech, kde se projevuje tzv. pákový efekt. Pákový efekt je situace, kdy z pomoci malého úsilí získáme velké změny systému. Často bývá zmiňováno, že konkrétní čísla nejsou cílem modelování, a proto je nelze brát jako zcela přesná a neměnná (Forrester, 1968).

Při snaze systém správně popsat a zachytit všechny potřebné vazby a vztahy, je využíváno grafického znázornění. Nejjednodušší je příčinně smyčkový diagram, který je následně převáděn na diagram toků a stavů.

Příčinně smyčkový diagram

Systémové myšlení je založeno na odhalování vztahů mezi prvky, hledání všech možných reakcí na jistý podnět. Toto není pro lidské uvažování zcela přirozené, a proto je nutné z lineárního chápání (obrázek č. 2) přejít na systémové myšlení (obrázek č. 3) (Senge, 2007).



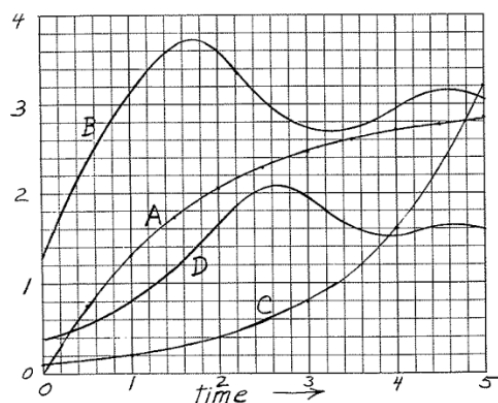
Obrázek 2: Lineární chápání (zdroj: Sterman, 2000, str. 10)



Obrázek 3: Systémové myšlení (zdroj: Sterman, 2000, str. 11)

Prvky jsou v modelech systémové dynamiky popsány slovy (např. *Změna podmínek prostředí* nebo *Pocitovaný problém*), vztahy neboli vlivy mezi těmito prvky zobrazují šipky. Pomocí těchto šipek vznikají tzv. zpětnovazební smyčky, které jsou vidět na obr. 3, a interpretují se takto: Pociťujeme-li problém, vykonáme rozhodnutí k napravení problému, které bude mít za následek změnu podmínek prostředí systému a zároveň zajisté vyvolá další vedlejší efekty, které také ovlivní podmínky prostředí a tyto změněné podmínky budou mít vliv na pocitovaný problém. Jedná se o uzavřený řetězec příčinných spojení. Zpětnovazební procesy (nebo též zpětnovazební smyčky) mohou být posilující nebo vyvažující (Meadows, a další, 2008).

Zpětnovazební vztahy, tzv. vyvažující smyčky, vytváří charakteristické chování systému (Sterman, 2000). Vytváří v systému stabilitu a odolnost vůči změně (Meadows, a další, 2008). Forrester (1968) zobrazuje charakteristická chování zpětnovazebních smyček pomocí čtyř křivek (viz obrázek č. 4). Křivka A je typická pro situace, kdy se rychlost změny snižuje s blížícím se dosažením požadované hodnoty. Jako příklad lze uvést plnění sklenice vodou, kdy je požadováno sklenici naplnit, ale nepřelít. Křivka B také zobrazuje požadavek naplnění cílové hodnoty, ale tentokrát skrze oscilace, které se postupně snižují (Sterman, 2000). Příkladem může být docílení jisté teploty vody pomocí otáčení kohoutkem s teplou a studenou vodou. Oscilace nejčastěji způsobuje zpožděná reakce systému na změnu (Meadows, a další, 2008). Křivka C naznačuje exponenciální růst, který je typický pro sebesilující smyčku, kde například více jedinců populace má za následek vyšší nárůst populace v dalších



Obrázek 4: Chování zpětnovazebních smyček (zdroj: Forrester, 1968, str. 11)

generacích (Sterman, 2000). V reálných systémech neomezený růst neexistuje, protože vše je limitováno nějakým omezujícím faktorem (např. množstvím potravy, výrobními kapacitami, dostupnými informacemi atd.). Křivka D zobrazuje reálné exponenciálně rostoucí systémy, na které v jisté velikosti začne působit omezující podmínka, a poté oscilují kolem udržitelné hodnoty. Nejčastějším příkladem jsou populace živočichů, které jsou omezeny úživností prostředí. Tedy prudký nárůst je zastaven a populace se rapidně sníží, protože není například dostatek potravy, ale při nárůstu zdroje dochází k opětovnému nárůstu populace, avšak už ne k tak rozsáhlému a postupně je nalezena rovnováha mezi počtem jedinců v populaci a udržitelným zdrojem potravy (Forrester, 1968).

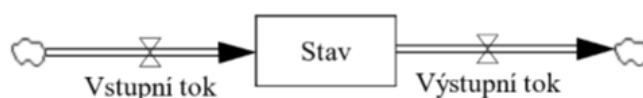
Posilující (popř. sebesilující) zpětnovazebná smyčka, nám říká, že čím větší (menší) bude vliv, tím větší (menší) bude prvek a tím víc (míň) bude růst (klesat) daný vliv. Tyto smyčky jsou sebezdokonalující, což vede k exponenciálnímu růstu nebo v průběhu času ke zhroucení systému. Jsou nalezeny vždy, když mají stavy schopnost se posílit nebo reprodukovat (Meadows, a další, 2008). Příkladem lze uvést případ obezity: čím více jíme, tím více přibíráme a tím více jíme. Vyvažující smyčky značí situace, kdy větší vliv má za následek méně daného prvku, např. čím více věcí si kupujeme, tím méně mále peněz na bankovním účtu. Těmto smyčkám se také říká cíl-hledající nebo vyrovnávací, protože většinou zobrazují jistá omezení systému nebo místa pákového efektu (Sterman, 2000). Značení smyček může být různé, např. Senge (2007) využívá obrázkového zobrazení, kde posilující smyčky značí valící se sněhovou koulí a vyvažující smyčky mají podobu rovnoramenných vah. Program Vensim značí sebesilující vztahy znaménkem plus a vyrovnávací znaménkem mínus po vzoru (Sterman, 2000). Celé sebesilující smyčky jsou značeny písmenem *R* a vyvažující smyčky písmenem *B* (Meadows, a další, 2008). Pro větší přehlednost jsou v této práci jednotlivé vlivy rozlišeny také barevně – sebesilující vazby mají modrou barvu a vazby cíl-hledající oranžovou. Zpoždění daného vlivu je značeno dvojitým přeškrtnutím vazby. Za zpoždění se považuje doba prodlevy delší než jeden cyklus systému. Všechna zpoždění zahrnují alespoň jeden stav (Sterman, 2000). Dochází-li k dlouhodobým zpožděním ve zpětnovazebních smyčkách, je nutné předvídat a jednat s předstihem. Jednat až při projevu problému, znamená promeškat příležitost k vyřešení problému (Meadows, a další, 2008).

V příčinně smyčkovém digramu se zobrazují veškeré vztahy, prvky a vlivy, které systém obsahuje, anebo jsou s ním úzce spjaty. Pomocí tohoto diagramu lze lépe určit nejen prvky a vazby v systému, ale také jeho hranice a vztahy s okolím (Sterman, 2000). Tyto

diagramy jsou užitečné v začátcích modelování, kdy se zaznamenávají mentální modely klientů. Pomáhají prezentovat výsledky modelové práce netechnickým způsobem (Coyle, 1996).

Diagram toků a stavů

Dále se využívají diagramy toků a stavů, kde je přesnější vyjádření systému, a také se snadněji převádí do matematického modelu. V tomto diagramu se rozlišují stavové proměnné (měřené k jistému okamžiku) a tokové proměnné (měřené za určité časové období), které mají jiné chování, tedy i jiné matematické vyjádření (Meadows, a další, 2008). Grafické znázornění diagramu toků a stavů zobrazuje obrázek č. 5. Matematické vyjádření diagramu je uvedeno dále v práci.



Obrázek 5: Diagram toků a stavů (zdroj: Meadows a další, 2008, str. 17)

Stavová (zkoumaná) proměnná je zapsána v diagramu obdélníkem. Mraky značí vstupní/ výstupní proměnné mimo daný (zkoumaný) model. Přesýpací hodiny značí tok, který je pojmenovaný pod tímto značením. Ze stavových proměnných vychází toky, tedy jsou klíčové k eliminaci daného problému. Mají vlastnost vytvářet zpoždění, oscilaci nebo překročení mezí. Zpožděním může vznikat jistá setrvačnost, případně tzv. paměť systému, která může mít za následek až protichůdné výsledky při porovnávání krátkých a dlouhých období. Dále mohou mít vliv na rozhodování, protože udávají jistou úroveň, případně stav, systému. Při výpočtech stavových proměnných je často využíváno integrálů, které zajišťují spojité chování systémů (Sterman, 2000).

Stav lze navýšit snížením odtokové proměnné nebo zvýšením přítokové proměnné. Stav působí jako tlumič toku, tedy i když dojde k náhlé změně na toku, stav generuje změnu pomaleji. Neobnovitelné zdroje jsou omezeny výší stavu. Celá skladová zásoba je k dispozici najednou a lze ji kdykoli "vybrat". Ale protože se zásoby neobnovují, čím rychleji je stav čerpán, tím kratší je životnost zdroje. Obnovitelné zdroje jsou neomezené. Lze je čerpat stále, ale pouze rychlostí, která se rovná jejich rychlosti regenerace. Pokud jsou extrahovány rychleji, než se regenerují, mohou nakonec dosáhnout kritické prahové hodnoty a mohou se stát neobnovitelnými (Meadows, a další, 2008).

Úspěšné použití systémové dynamiky a proces modelování

Podle Stermana (2000) existuje několik pravidel při užívání systémové dynamiky a jsou to:

- A) *Vyvinout model k řešení konkrétního problému, ne k modelování systému*
- B) *Modelování by mělo být integrováno do projektu hned ze začátku*
- C) *Být skeptický ohledně hodnot získaných modelováním a ptát se “proč to potřebujeme” hned na začátku projektu*
- D) *Systémová dynamika nesmí být použita samostatně.*
- E) *Zaměřit se na implementaci na začátku projektu*
- F) *Modelování pracuje nejlépe jako opakující se proces spojující klienta a konzultanta*
- G) *Vyhnout se černé skřínce v modelování*
- H) *Validace je nepřetržitý proces testování a vytváření důvěry ve vytvořený model*
- I) *Vytvořte předběžný fungující model, jak nejdříve je to možné.*
- J) *Zřetelná hranice modelu je důležitější než velké množství detailů.*
- K) *Využívejte k modelování experty, ne nováčky.*
- L) *Implementace modelu nekončí samostatným projektem.*

Systémové modelování by mělo probíhat v těchto krocích:

- 1) *Definování problému:*
 - A) *Nalézt motiv – co je problémem, proč problém existuje,*
 - B) *Určit klíčové proměnné – jaké proměnné je nutné zkoumat,*
 - C) *Určit časový horizont – jak dalece do budoucnosti je uvažováno, jak daleko do budoucnosti problém zasahuje,*
 - D) *Definování dynamického modelu – jaké je historické chování zvolených proměnných, jak se pravděpodobně budou chovat v budoucnosti.*
- 2) *Formulování dynamických předpokladů/ domněnek:*
 - A) *Počáteční generování hypotéz – jaké jsou současné teorie problémového chování,*
 - B) *Endogenní zaměření – formulace dynamické hypotézy popisující dynamiku jako endogenní důsledky zpětnovazební struktury,*
 - C) *Mapování – vypracování mapy neformální struktury podle počátečních hypotéz, klíčových proměnných,*

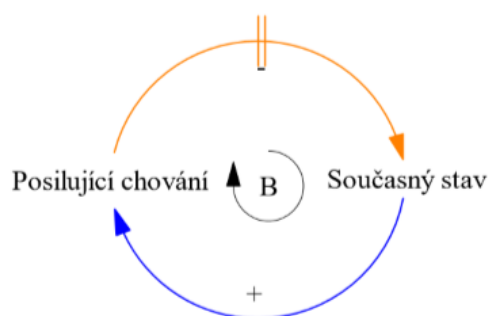
- D) Doporučené způsoby a další dostupná data – použít nástroje jako například diagram hranic modelu, diagram subsystémů, příčinně smyčkový diagram, diagramy toků a stavů, diagram politické struktury a další nářadí usnadňující pochopení problému.
- 3) *Formulace simulačního modelu:*
- A) Specifikování struktury a rozhodovacích pravidel,
 - B) Odhad parametrů, vztahů chování a počátečního stavu,
 - C) Testování konzistence pomocí hranic a účelu.
- 4) *Testování:*
- A) Porovnání modelu systémové dynamiky – zda vytváří model problémové chování adekvátně vůči očekávání,
 - B) Robustnost vůči extrémním hodnotám – zda se model chová se realisticky i v extrémních hodnotách,
 - C) Citlivost – chování modelu na citlivost v parametrech, na změnu počátečních podmínek, hranic modelu, agregaci apod.
- 5) *Návrh a hodnocení politiky:*
- A) Specifikace scénáře – jaké environmentální podmínky mohou vzniknout,
 - B) Návrh politiky – jaká nová rozhodnutí, strategie, struktury mohou být vyzkoušeny v reálném světě a jak mohou být reprezentovány v modelu,
 - C) Modelování „What – If“ - jaké jsou efekty dané politiky,
 - D) Analýza citlivosti – jak je navrhovaná politika robustní vůči nejistotě a různým scénářům,
 - E) Interakce politik – vzájemné ovlivňování politik, vytváření jejich synergií nebo kompenzačních reakcí (Sterman, 2000).

Systémové archetypy

Studiem systémů a praxí bylo zjištěno, že některé systémy s podobnými strukturami (vazbami mezi objekty) vykazují shodné chování bez ohledu na druh daného systému. Tato charakteristická chování byla popsána a nazvána systémovými archetypy. Jelikož jsou systémové archetypy dobře známé, je známo i jejich řešení, a tedy místo pákového efektu. Problémem bývá často neuvědomělá posilující se smyčka, která vede k eskalaci problému (Senge, 2007).

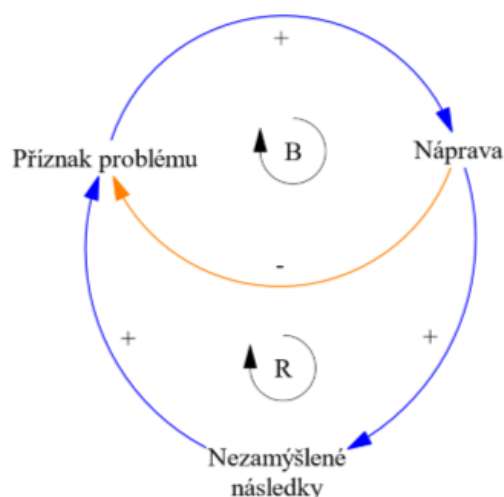
Počet archetypů je různý podle daného autora. Nejčastěji se autoři shodují na devíti archetypech.

Nejjednodušší z archetypů je *Vyvažující proces s prodlevou* (viz obrázek č. 6), protože se skládá jen z jedné zpětnovazební vyvažující smyčky, kde však dochází ke zpoždění mezi vynaloženým úsilím a efektem. Pokud nedojde k uvědomění si zpoždění lze přijmout více nápravných opatření, než je nutné nebo naopak „vzdát“ situaci, protože není výsledek snažení viditelný. Řešením problému může být vytrvání v současné míře úsilí, dokud se efekt nedostaví nebo pokusit se zvýšit citlivost systému (Senge, 2007). Praktickým příkladem může být regulace teploty vody, kdy se snažíme polohou kohoutku získat požadovanou teplotu a při svém jednání uvažujeme zpoždění mezi nastavením kohoutku a vytékající vodou (Coyle, 1996).



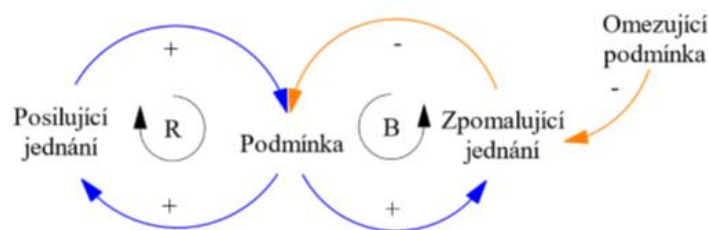
Obrázek 6: *Vyvažující proces s prodlevou* (zdroj: Senge, 2007, str. 393)

Tento nejjednodušší archetyp lze rozšířit o další část, kterou jsou nezamýšlené důsledky při snaze napravit pocíťovaný problém. Archetyp *Nápravy, které se vymstí* (viz obrázek č. 7) popisuje stav, kdy vedlejší účinky řešení daný problém z dlouhodobého hlediska ještě prohlubují. Proto je nutné vždy uvažovat dlouhodobé důsledky nápravných opatření (Senge, 2007).



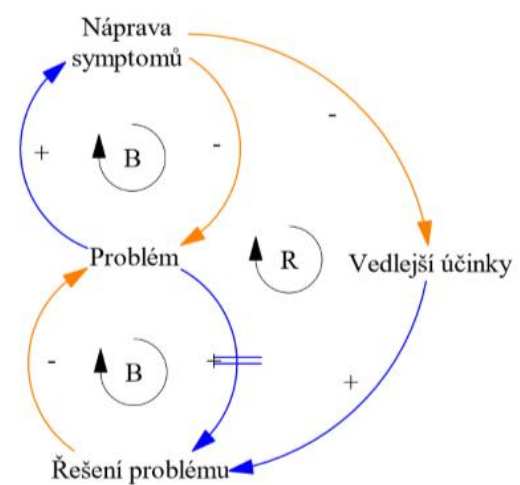
Obrázek 7: *Nápravy, které se vymstí* (zdroj: Senge, 2007, str. 404)

Archetyp *Meze růstu* (viz obrázek č. 8) popisuje systémy, které nejdříve prosperují, a díky posilující smyčce růst stále stoupá, ale posilujícím jednáním se systém stále blíží k jisté mezi (omezující podmínce), která když je překročena (naplněna) dojde k rychlému poklesu růstu, případně až ke zhroucení systému, protože se opět projeví posilující smyčka systému, ale tentokrát v negativním působení. Při rozeznání této struktury je doporučováno nepůsobit dále na posilující smyčku nebo odstranit zdroj omezení. Tento archetyp se často projevuje při růstu firem nebo při pronikání na nové trhy a jejich následné nasycení (Meadows, a další, 2008).



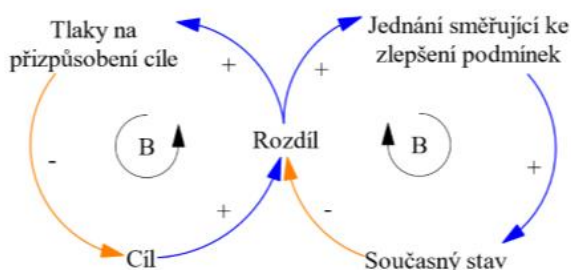
Obrázek 8: Meze růstu (zdroj: Senge, 2007, str. 394)

Archetyp *Přesouvání břemene* (viz obrázek č. 9) se vyskytuje v systémech, kde se řešení zaměřuje na symptomy problému a neřeší problém samotný. Nápravy symptomů často vedou dokonce ke zhoršení problému, protože se začne projevovat pozitivní smyčka systému. Řešení projevů problému bývají krátkodobá, jednodušší nebo levnější a samotný problém zůstává mnohdy neodhalen. Řešením tohoto archetypu je zaměření se na skutečný problém, nikoliv na jeho projevy (Meadows, a další, 2008). Praktickým příkladem může být řešení nedostatečné finanční situace stále vyššími půjčkami. Často se s problémem *Přesouvání břemene* setkáváme v oblasti, kdy se problém snaží napravit někdo z okolí systému, protože dochází k čím dál větší závislosti na pomáhané síle a problém samotný zůstává neřešen. Ukázkou může být dodávání vody z vyspělých zemí v rámci humanitární pomoci zemím méně rozvinutým, což ale neřeší problém s nedostatkem vody v dané oblasti, jen snižuje symptom problému (Senge, 2007).



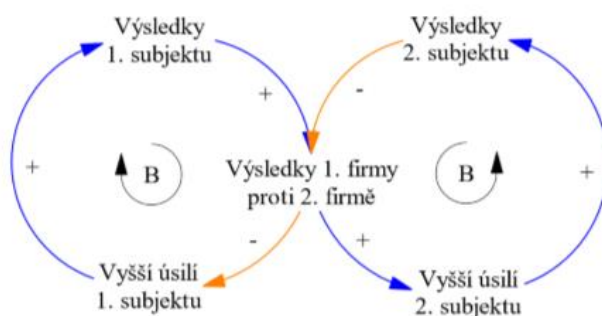
Obrázek 9: Přesouvání břemene (zdroj: Senge, 2007, str. 396)

Podobnou systémovou strukturou disponuje také archetyp *Eroze cílů* (viz obrázek č. 10), kde krátkodobá řešení vedou ke snižování a rozklad cílů, nároků apod. Jedná se o drobné ústupky, které v současné situaci nejeví žádný trvalý problém, ale pro další fungování systému jsou zcela zásadní. Pokud je tento archetyp odhalen, řešením je dále nesnižovat cíle a požadavky, ale zaměřit se na možnosti a příležitosti jejich snazšího dosahování (Meadows, a další, 2008).



Obrázek 10 :Eroze cílů (zdroj: Senge, 2007, str. 398)

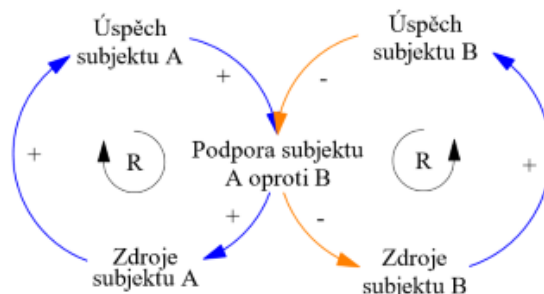
V konkurenčním prostředí se lze často setkat s archetypem *Eskalace* (viz obrázek č. 11). Tento archetyp zobrazuje dva subjekty, které na sebe vzájemně reagují a systém jako celek se snaží udržet v rovnováze. Proto zvýší-li své úsilí jeden subjekt, druhý se cítí více ohrožen a snaží se „ztrátu“ vyrovnat nebo první subjekt předstihnout, což má za následek stále zvyšující se úsilí na vyrovnání systému. Tento koloběh lze přerušit silnou účinnou strategií, která zvýší rozdíl mezi subjekty na tolik, že další „dohánění“ soupeře již bude žádoucí, nebo zmírněním napětí mezi subjekty, které sníží pocit ohrožení (Senge, 2007).



Obrázek 11: Eskalace (zdroj: Senge, 2007, str. 399)

Archetyp *Úspěch úspěšným* (viz obrázek č. 12) také popisuje vztah dvou subjektů, ale tyto subjekty soupeří o omezený zdroj. Čím více se daří jednomu subjektu, tím hůře se daří subjektu druhému (Meadows, a další, 2008). Příkladem může být situace dvou žáků ve škole, kde paní učitelka věnuje nevědomě větší pozornost žákovi s lepšími výsledky, a méně pozornosti žákovi s horšími výsledky, a tím se první žák stále zlepšuje, ale druhý žák má

stále menší úspěchy. Řešením této situace je nalezení cíle, který dovolí oběma subjektům využívat zdroj vyváženě, případně oslabit spojení subjektů, aby nadále nedocházelo k boji o omezený zdroj (Senge, 2007).



Obrázek 12: Úspěch úspěšným (zdroj: Senge, 2007, str. 401)

Systémová ZOO

Na podobném principu jako archetypy, jsou založeny také molekuly systémové ZOO. Systémová ZOO představuje také oddělené struktury (jako jsou odděleny zvířata v ZOO), které jsou detailně zkoumány a vyjadřovány matematicky s pomocí diagramů toků a stavů. Jejich základem je kvantitativní analýza, základní modelovací struktury a popis problému pomocí soustav diferenciálních rovnic. Z těchto jednoduchých systémů prvního řádu, jsou postupně vytvářeny stále složitější struktury, například až k modelování celosvětových problémů (Bossel, 2007).

3.2.3 Výpočty a funkce v programu Vensim Professional

Matematické vyjádření

Modely systémové dynamiky jsou vyjádřeny diferenciálními rovnicemi, aby byl zachycen čas jako spojitá proměnná. Proto i toky jsou vnímány jako spojité (Forrester, 1968).

Rovnice modelů se obvykle skládají z více faktorů, tedy je nutné určit jejich správný vztah v rovnici. Pokud se použije součet faktorů, znamená to, že faktory jsou na sobě nezávislé. Pokud použijeme násobení faktorů, vyjadřujeme tím závislost faktorů. Jako příklad lze uvést porodnost, která může být ovlivňována množstvím lidí v populaci, kvalitou prostředí a počtem potenciálních matek. Bude-li nulový počet potenciálních matek, bude i porodnost nulová, bez ohledu na to, jak vysoké jsou ostatní faktory (Sterman, 2000).

Již samotné smyčky příčinně smyčkového diagramu lze vyjádřit rovnicemi pomocí integrálu. K jejich popsání jsou využity prvky x a y symbolizující proměnné, T_0 počáteční

stav, T aktuální čas a t okamžik mezi T_0 a T . Posilující smyčka, kdy y je stavová proměnná a x přibývá k y , je definována takto (Sterman, 2000):

$$y = \int_{T_0}^T x dt + y_{T_0} \quad (1)$$

Vyvažující smyčka, kdy y je stavová proměnná a x ubývá z y , je definována takto (Sterman, 2000):

$$y = \int_{T_0}^T -x dt + y_{T_0} \quad (2)$$

Diagram toků a stavů zobrazuje složitější matematické struktury, které lze vyjádřit integrálem nebo diferenciální rovnicí (Sterman, 2000):

Vyjádření integrálem:

$$y = \int_{T_0}^T (Vstupní tok_t - Výstupní tok_t) dt + Stav_{T_0}, \quad (3)$$

kde T_0 , T a t mají stejný význam jako v rovnici č. 1.

Vyjádření diferenciální rovnicí:

$$\frac{d(Stav)}{dt} = \text{čistá změna stavu} = Vstupní tok_t - Výstupní tok_t \quad (4)$$

Program Vensim Professional využívá k zápisům stavů takovýto syntax:

$$Stav = INTEG(Vstupní tok - Výstupní tok, Stav_{T_0}), \quad (5)$$

kde T_0 má stejný význam jako v rovnici č. 1.

Řád systému označuje počet stavových proměnných (stavů), které dynamický systém obsahuje. Stav s lze definovat jako funkci vstupních a výstupních toků, kde stav je akumulací vstupních toků i snížených o výstupní toky o (Sterman, 2000):

$$s_T = \int_{T_0}^T (i_t - o_t) dt + s_{T_0}, \quad (6)$$

kde T_0 , T a t mají stejný význam jako v rovnici č. 1.

Vstupní a výstupní toky jsou definovány jako funkce stavů s , exogenních proměnných u a konstantních parametrů c (Sterman, 2000):

$$i_t = f(s_t, u_t, c) \quad o_t = g(s_t, u_t, c), \quad (7)$$

kde t má stejný význam jako v rovnici č. 1.

Mnoho systémů vykazuje chování, které se projevuje s časovou prodlevou oproti prováděné akci. Proto je nutné modelovat v simulacích zpoždění. Systémová dynamika rozlišuje dva typy zpoždění.

První typ je zpoždění materiálové, které značí prodlevu mezi výstupem a vstupem dat, kterými může být materiál, výrobky nebo stárnoucí populace. Zásadou použití tohoto

zpoždění je, že všechny vstupující jednotky musí také stav opustit (Meadows, a další, 2008). Matematicky lze toto zpoždění popsat takto (Sterman, 2000):

$$Výstup = \frac{Stav}{Doba\ zpoždění} \quad (8)$$

V případě nutnosti modelovat zpoždění vyšších řádů, lze použít jejich vzájemné řetězení. Ke zpoždění může docházet vždy za stejný časový úsek nebo v různých intervalech. Pokud je čas zpoždění vždy stejný, jedná o fixní zpoždění, pokud je čas zpoždění různý používá se průměr těchto intervalů (Coyle, 1996).

Druhým typem modelovaného zpoždění je zpoždění informační. To si lze představit jako prodlevu mezi získáním nějaké informace a reakcí provedenou na základě získané informace. Toto zpoždění je časté u systémů, které je nutné regulovat na základě změn vyvolaných ať už systémem samotným nebo jeho okolím (Sterman, 2000). Informační zpožděním popisuje také Senge (2007) v archetypu *Vyvažující proces s prodlevou*, který je popsán dále v práci.

Aby bylo možné sledovat vývoj stavů, byl vytvořen tzv. řetězec stárnutí, který bere v úvahu nejen typ stavu, ale také jeho vlastnosti. Tato vlastnost je poté kritériem pro zařazení do jednotlivých stavů neboli kohort. Příkladem může být stárnutí populace nebo rozdělení pracovníků podle zkušeností, tedy kohortami jsou děti, dospělí a starší lidé nebo pracovníci mohou být nováčci ve firmě, stálými zaměstnanci nebo nezkušenějšími členy organizace. Pomocí kohort lze modelovat velikost proměnné s jednotlivými vlastnostmi, a také lze měnit prvky, které na proměnu v kohortách působí. Například nováčci ve firmě budou více vzdělávání a budou se snažit získávat více informací než již zkušení zaměstnanci (Sterman, 2000). Řetězce stárnutí jsou často využívány k modelování populací z hlediska věkových struktur a jejich vlastností. Nejčastěji jsou pro každou kohortu určeny jiné míry úmrtnosti a porodnosti, pracovní povinnosti, zdravotní stav, politické názory atd. (Bossel, 2007).

Matematicky lze řetězec stárnutí zapsat pomocí proměnných C_i (i -tá kohorta), I_i (vstupní tok do i -té kohorty), O_i (výstupní tok z i -té kohorty), $T_{(i+1,i)}$ (přechodová rychlost z i -té kohorty do kohorty C_{i+1}) k času t , ve vztahu:

$$C_i(t) = \int_{t_0}^t [I_i(t) + T_{(i-1,i)}(t) - O_i(t) - T_{(i+1,i)}(t)] dt + C_{(i)t_0} \quad (9)$$

Velikost přechodu mezi kohortami lze chápat jako zpoždění vyššího řádu s více stavovými proměnnými. Rozdílnou vlastností řetězců stárnutí je, že se velikost kohort může měnit, tedy poslední kohorta může vykazovat zcela jiné hodnoty oproti původní. Z různých

důvodů mohou jednotky kohorty opouštět (například z důvodu úmrtí) nebo naopak mohou přibývat (například z důvodů imigrace) (Bossel, 2007).

Podle Stermana (2000) lze v populačních modelech používat fixní zpoždění, které udává délku období, kterou stráví každý prvek v kohortě, než přejde do další. Tento způsob zápisu je použit v praktické části práce.

Výpočty v počítačových simulacích

Vytvářené počítačové simulace vypočítávají hodnoty z diferenciálních rovnic, mnohdy s řešením jiným než analytickým. Proto se používají různé metody numerických integrací. V programu Vensim Professional lze využít Eulerovu metodu nebo metodu Runge-Kutta v různých modifikacích. Eulerova metoda pracuje s tokem jako s konstantní proměnnou po zvolený časový úsek. Metoda Runge-Kutta předpokládá změnu uvnitř časového kroku, a proto dopočítává body v průběhu kroku. Proto metoda Runge-Kutta dosahuje vyšší přesnosti, pokud nejsou v modelu použity diskrétní proměnné (Sterman, 2000). Přesnost výpočtu lze ovlivnit volbou délky časového kroku, kdy zkrácováním kroku dochází k nižší chybě odhadu, ale chyby vznikají také zaokrouhlováním, tedy v jistém bodě zmenšování kroku již nemá vliv na přesnost výsledků (Coyle, 1996).

Simulační program Vensim Professional má mnoho funkcí, které popisují chování systému. Pro účely práce byly využity jen některé funkce, jako funkce DELAY FIXED nebo PULSE TRAIN.

Funkce DELAY FIXED se využívá při modelování fixního zpoždění, kdy jednotky přichází do stavu a každá jednotka zůstává v tomto stavu stejnou dobu, než ji opustí. Syntax funkce v programu Vensim Professional vypadá takto:

$$DELAY\ FIXED(\{in\}, \{dtime\}, \{init\}), \quad (10)$$

kde *in* značí vstupní tok, *dtime* určuje dobu, po kterou zůstává jednotka ve stavu a *init* udává velikost počáteční hodnoty.

Funkce PULSE TRAIN vytváří v modelu oscilaci. Používá se, pokud je potřeba zachytit opakující se chování systému ve stálých intervalech. Tato funkce se zapisuje pomocí proměnné *start* (čas kdy, má tok poprvé nastat), *duration* (doba trvání toku), *repeattime* (po jaké době se chování opakuje) a *end* (čas, kdy má tok naposledy nastat), které jsou v programu Vensim Professional v tomto vztahu:

$$PULSE\ TRAIN(\{start\}, \{duration\}, \{repeattime\}, \{end\}) \quad (11)$$

3.3 Oblast ORP Trutnov

Obec s rozšířenou působností Trutnov se nachází v Královéhradeckém kraji v podhůří Krkonoš (viz obrázek č. 13). Z hlediska státní správy myslivosti má oblast Krkonošského národního parku (KRNAP) vlastní správu, tedy se do honebních ploch ORP Trutnov nezapočítává. Honební plochy této oblasti se rozkládají přibližně na 35 600 ha a skládají se z 31 samostatných honiteb. Největší plochu honitby zabírá zemědělská půda (přibližně 53 % plochy) a lesní půda (přibližně 42 % plochy) (Územně identifikační registr ČR, 2013).



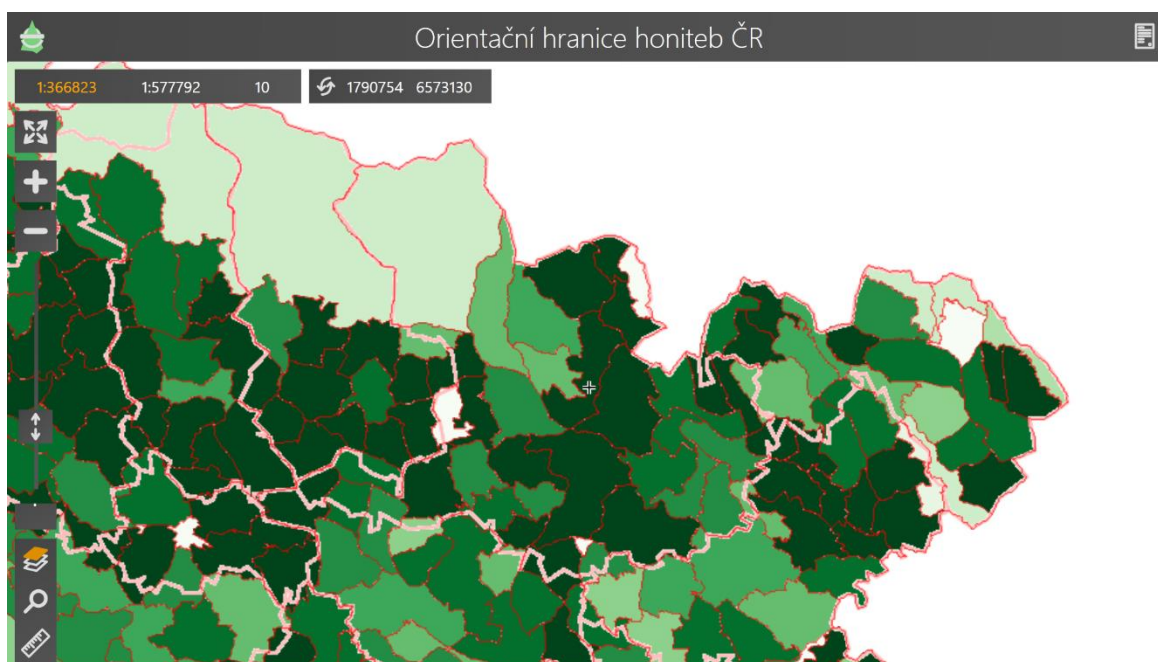
Obrázek 13: Oblast ORP Trutnov (zdroj: MěÚ Trutnov)

Z divoké zvěře se v této oblasti vyskytují zajáci, srnčí zvěř, jelení zvěř a černá zvěř. V menším zastoupení žijí ve volné krajině mufloni a daňci. Daňčí zvěř je v oblasti chována v jedné oboře, která tvoří jednu celou honitbu.. Jeleni se vyskytují ve vyšších polohách, převážně v oblasti Krkonošského národního parku (Kaasová, 2006).

Vach (1993) uvádí v okrese Trutnov dobré zazvěření srnčí zvěří, které sílí k jižní okraji okresu a řídne k severní části, kde se vyskytuje více konkurentů, jako je například jelen evropský.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (ÚHÚL) zveřejnil roku 2017 na svých webových stránkách vrstvu mapy zobrazující Index ohrožení srnčí zvěře sečí travního porostu, který je vyjádřen sytostí zelené barvy (čím sytější barva, tím je větší index ohrožení). Hodnota indexu je získána ze součinu kusů odstřelené srnčí zvěře na 1 000 ha honitby a podílu trvalých travních porostů (TTP) na celkové rozloze honitby. Tato vrstva vznikla v rámci projektu *Prevence a snižování škod působených zvěří a na zvěři při zemědělském hospodaření pomocí legislativních opatření a nových technických řešení*. Na obrázku č. 14 lze ve vybrané oblasti vidět mnoho sytě zelených ploch, které značí vysoké ohrožení srnčí zvěře sečí travního porostu (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2019).

Mapové aplikace ÚHÚL poskytují pouze základní informace o jednotlivých honitbách, jako je číselné označení, název a výměra honitby. Přesnější informace mohou zemědělci zjistit u orgánu státní správy myslivosti, pokud nevědí, komu mají nahlásit plánované seče a sklizně zemědělských porostů. Obdobně musí postupovat policie, popřípadě veřejnost, pokud naleznou uhynulou nebo zraněnou zvěř (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2019).



Obrázek 14: Index ohrožení srnčí zvěře sečí travního porostu (zdroj: <http://eagri.cz/public/app/uhul/MyslMap>, 5. 11. 2019)

4 Vlastní práce

4.1 Příčinně smyčkový diagram pro populaci srnce obecného

Příčinně smyčkový diagram populace srnce obecného byl vytvořen k názornějšímu zobrazení důležitých faktorů a vazeb mezi nimi, které dle odborníků ovlivňují velikost vybrané populace. V diagramu jsou zobrazeny významné vlivy a zpětnovazebné smyčky, které v tomto systému působí. Nejdůležitější smyčky a prvky z hlediska řešeného problému jsou popsány níže.

Jako systém je v tomto modelu vnímán vývoj populace srnce obecného, na který působí mnoho hraničních prvků a exogenních proměnných. Klíčovými proměnnými v modelu jsou *Populace srnce obecného*, ve smyslu počtů kusů v populaci, *Narození* a *Zemřelí*, ve smyslu celkového počtu narozených a zemřelých kusů srnce obecného.

Vzhledem ke zkoumanému problému jsou v modelu zohledněny proměnné s významným vlivem na úmrtnost a reprodukci populace srnce obecného, tedy *Kapacita honitby*, *Hustota srnčí zvěře v honitbě*, *Odlov*, *Příznivý poměr samců a samic*, *Predátoři*, *Choroby* a *Zasečení*. Konkrétní význam těchto proměnných je popsán níže.

Nejobecnější modelovaný příčinně smyčkový diagram vznikal postupným přidáváním prvků do modelu a jeho rozšiřováním. Jak již bylo zmíněno, podle podrobnosti pohledu, lze měnit definice hraničních a vnitřních prvků. Tedy některé vnější vazby v jednodušším zakreslení diagramu, jsou v dalších diagramech chápány jako vnitřní struktury modelu. V nejobecněji vytvořeném příčinně smyčkovém diagramu jsou jako hraniční prvky systému chápány *Rozloha honitby*, *Podíl lesních porostů*, *Podíl zemědělské půdy*, *Úživnost prostředí*, *Konkurenti*, *Střety s dopravními prostředky*, *Ochranné aktivity* a *Rozloha sečených ploch*.

V diagramu jsou záměrně vynechány vlivy a faktory, které jsou pro řešenou problematiku zanedbatelné. Hranice a zkoumané prvky systému byly stanoveny na takové úrovni, aby nedošlo k zanedbání žádného důležitého vlivu, ale zároveň je rozsah modelu takový, aby jej bylo možné popsat, pochopit a propočítat v reálném čase.

4.1.1 Populace srnce obecného

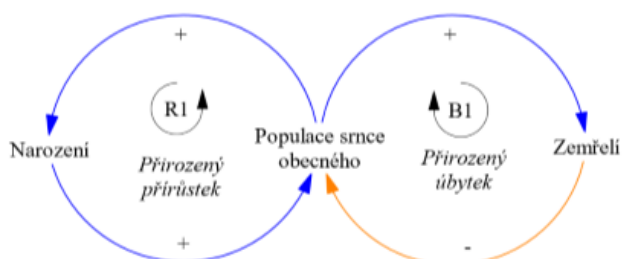
Základem modelu je populace srnce obecného, jejíž velikost se mění v závislosti na počtu narozených a zemřelých kusů. Na tyto prvky působí další faktory, které jsou popsány dále v práci.

Na obrázku č. 15 je zachycena interakce dvou smyček, které velikost populace primárně ovlivňují.

Smyčka *Přirozený přírůstek* obsahuje sebesilující smyčku, která naznačuje, že čím početnější je populace, tím je větší její reprodukce. V tomto případě, tedy bez působení dalších vlivů, by docházelo k exponenciálnímu nárůstu populace.

Smyčka *Přirozený úbytek* je vyvažující smyčka, kde počet úmrtí snižuje velikost populace, a tím redukuje neomezený růst smyčky *Přirozený přírůstek*.

Smyčky *Přirozený přírůstek* a *Přirozený úbytek* vytváří základ popisovaného systému. Na tyto vazby působí další faktory, které postupně vytváří stále složitější a provázanější struktury. Dominance sebesilující nebo naopak vyvažující smyčky, bude mít za následek růst nebo pokles počtu jedinců v populaci. Například vzroste-li počet narozených, bude docházet k navyšování počtu jedinců v populaci. Tento růst počtu jedinců v populaci sniží po nějaké době počet zemřelých, kteří vzrostou v důsledku vyšších počtů starých kusů. Přesto bude stále dominovat posilující smyčka vedoucí k navyšování populace.



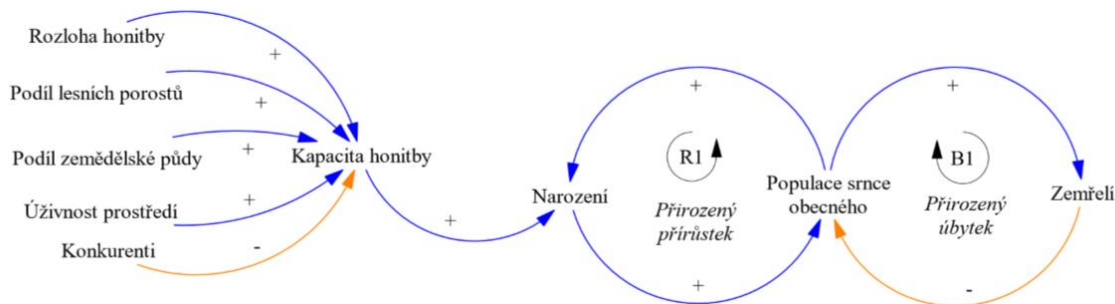
Obrázek 15: Smyčky *Přirozený přírůstek* a *Přirozený úbytek* (zdroj: vlastní zpracování)

4.1.2 Kvalita prostředí

Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících rození mláďat srnce obecného je tzv. *Kapacita honitby*, zachycená na obrázku č. 16, která vyjadřuje možnosti daného prostředí uživit jistý počet živočichů. Kapacita honitby narůstá s rostoucí rozlohou oblasti. Poté je ovlivňována podílem lesních porostů a podílem zemědělské půdy, které také pozitivně působí na populaci srnce obecného, protože se jedná o prostředí přirozené pro tuto divokou zvěř. Úživnost prostředí zahrnuje faktory typu dostatek pitné vody, druhově rozmanitou vegetaci nebo četnost úkrytů pro zvěř. Čím jsou tyto faktory příznivější, tím více se rodí mláďat divoké zvěře.

Negativní vliv na kapacitu honitby pro populaci srnce obecného má výskyt konkurentů v honitbě, kterými jsou například jeleni, mufloni nebo zvěř černá, protože také uplatňují své nároky na přežití.

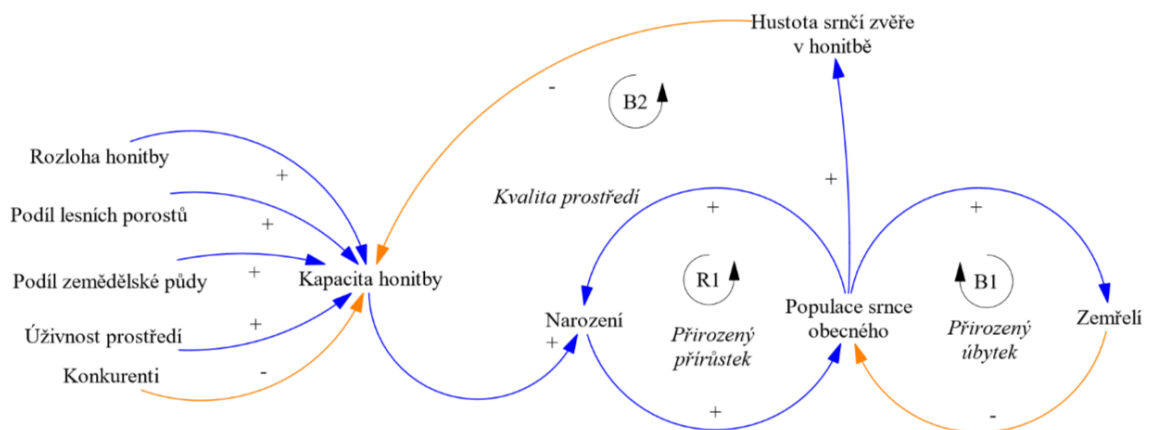
Kapacita honitby může působit jako omezující podmínka, tedy tato část diagramu zachycuje archetyp *Meze růstu*, který je popsán výše. V tomto případě, přináší odhalení archetypu poznání omezující podmínky, a tedy i případné místo pákového efektu.



Obrázek 16: Kvalita prostředí (zdroj: vlastní zpracování)

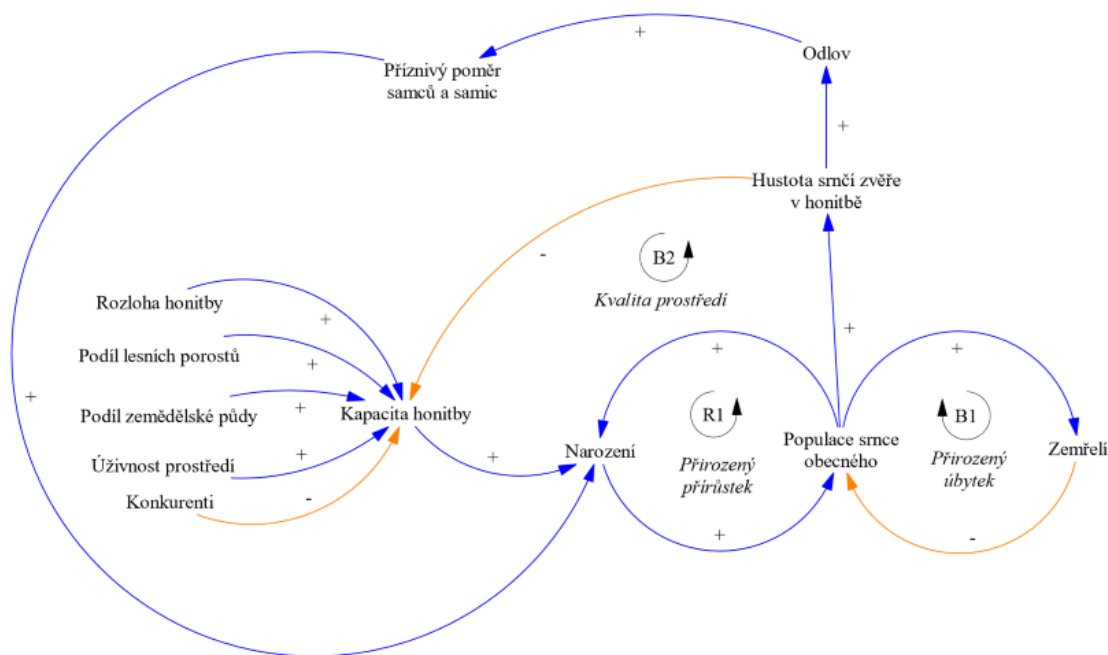
Na kapacitu honitby má významný vliv hustota srnčí zvěře v honitbě, která je součástí modelu další vyvažující smyčky *Kvalita prostředí*. Tato smyčka je zachycena na obrázku č. 17. V případě vysoké populace srnce obecného bude narůstat hustota srnčí zvěře v honitbě, což bude mít za následek snížení kapacity honitby, a následně dojde ke snížení počtu narozených mláďat a poté snížení celkové populace srnce obecného, v porovnání s úrovní, kterou by jinak nabývala.

Únosná hustota srnčí zvěře v honitbě se mění v závislosti na ročním období, protože se velikost teritorií srnčí zvěře mění podle dostupnosti potravy a vody, ale také v závislosti na reprodukčním cyklu.



Obrázek 17: Smyčka Kvalita prostředí (zdroj: vlastní zpracování)

V současné době je nutná umělá regulace populace ze strany myslivců, jelikož chybí přirození predátoři. Tento vztah zachycuje obrázek č. 18. Myslivci se snaží o zachování zdravé populace v přirozené věkové skladbě a v přirozeném poměru pohlaví, který je důležitým faktorem při rozmnožování. Tento faktor je zaznamenán proměnou *Příznivý poměr samců a samic*, který je ovlivňován proměnnou *Odlov*. V případě nízkého počtu samic bude docházet ke snižování počtu narozených mláďat, a v případě vysokého počtu samic se bude navyšovat i počet narozených srnčat. Změna hustoty srnčí zvěře způsobená nižším přírůstkem bude mít za následek nižší hustotu srnčí zvěře v honitbě, která povede k vyšší kapacitě honitby, a tyto faktory opět ovlivní hustotu srnčí zvěře v honitbě, kterou je nutné regulovat odlovem k zachování požadovaného poměru. Také změna kteréhokoliv z vnějších faktorů ovlivňující kapacitu honitby povede také ke změně poměru pohlaví.

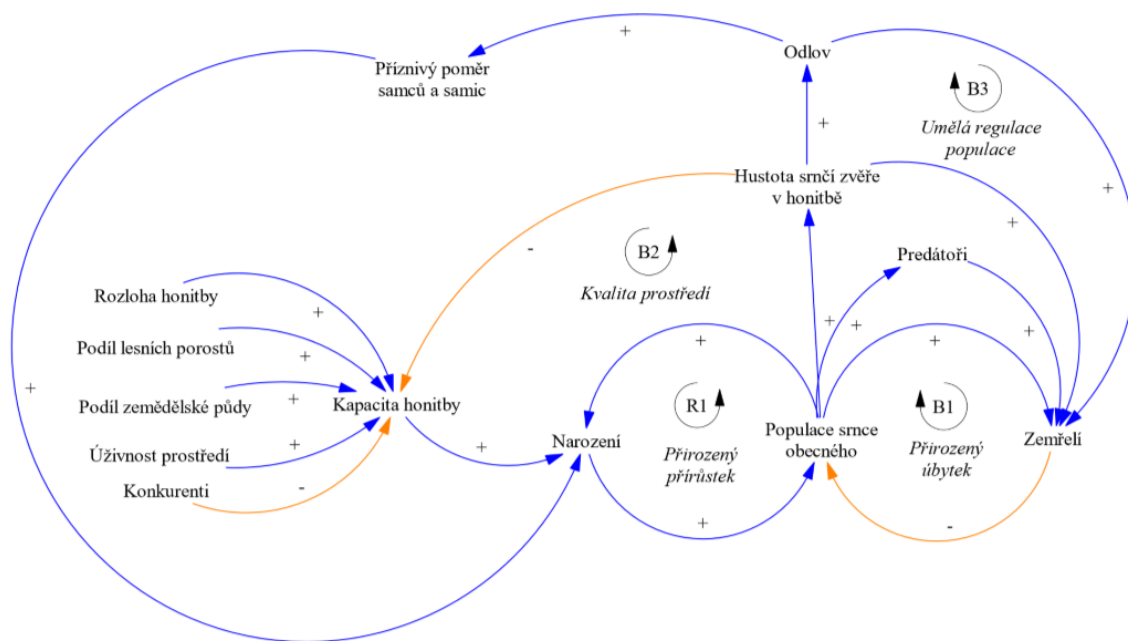


Obrázek 18: Poměr pohlaví (zdroj: vlastní zpracování)

4.1.3 Umělá regulace populace

Faktory *Hustota srnčí zvěře v honitbě* a *Odlov* neovlivňují jen počet narozených mláďat, ale také mají dopad na počet uhynulých jedinců v populaci, viz obrázek č. 19. Počet uhynulých jedinců je přímo ovlivňován množstvím predátorů (faktor *Predátoři*) v honitbě, kteří však v dnešní době mnohdy chybí a stavy zvěří jsou proto regulovány odlovem. Tím vzniká další vyvažující smyčka *Umělá regulace populace* působící proti faktorům podporující růst populace. Při snaze vytvářet odlovem zdravou a silnou populaci dochází ke snižování počtu nemocných a slabých kusů a ponecháním geneticky vhodných jedinců, kteří poté přispívají k rozvoji populace.

Smyčkou *Umělá regulace populace* může být částečně vysvětlen současný problém s rostoucí populací. Čím více je loveno, tím více zemřelých a tím je menší populace. Čím je menší populace, tím je menší hustota srnčí zvěře v honitbě, a tím se navyšuje kapacita honitby, která působí pozitivně na rození srnčat, která opět populaci navyšují.

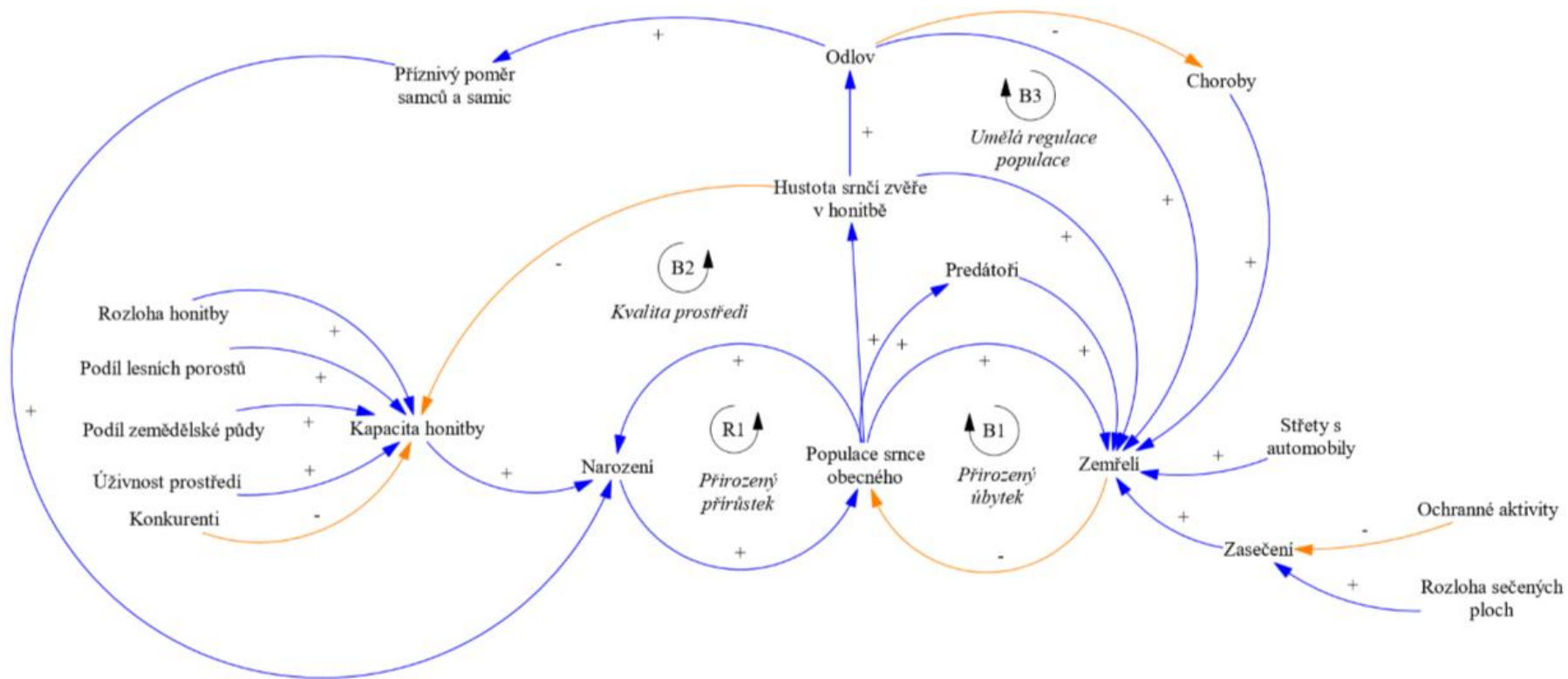


Obrázek 19: Umělá regulace populace (zdroj: vlastní zpracování)

4.1.4 Úmrtí v důsledku urbanizačních vlivů

Na obrázku č. 20 je zobrazen vliv urbanizačních faktorů na počet zemřelých v populaci. Myslivci uvádí, že až 80 % uhynulých jinak než odstřelem a přirozeným úhynem, je sraženo automobily a vlaky (faktor *Střety s automobily*). Další vysoké ztráty na populaci vznikají při sečích a sklizních, kdy dochází k častému zasečení mláďat (proměnná *Zasečení*). Počty zasečených mláďat srnčí zvěře se zvyšují z důvodu adaptace zvěře na kulturní prostředí, vlivem výkonnější zemědělské techniky a vysokou rozlohou sečených ploch (proměnná *Rozloha sečených ploch*). Vysoké traviny a obiloviny poskytují srnám klidné a kryté místo k pokládání srnčat. Po narození nechává srna srnčata samotné v úkrytu, aby minimalizovala nalezení mláďete predátory, a také odchází za potravou. Narozená srnčata do věku přibližně 14 dní se chrání přikrčením k zemi, nikoliv útekem, a proto jsou jejich zasečení častější než u jiných druhů divoké zvěře (Cukor, a další, 2019).

Tento negativní faktor lze zmírnit ochrannými aktivitami (faktor *Ochranné aktivity*), jako je vyhánění zvěře před sečí, instalování plašičů nebo kontrola ploch drony s termovizí.



Obrázek 20: Urbanizační vlivy na populaci srnce obecného (zdroj: vlastní zpracování)

4.2 Modelování populace srnce obecného

. V programu Vensim Professional je vytvořen diagram stavů a toků, který slouží k definování rovnic popisujících vztahy a vazby mezi proměnnými. Struktura diagram stavů a toků po namodelování umožňuje převedení modelu do matematické podoby a výpočet budoucích odhadovaných hodnot. K modelování byla využita data z portálu Senoseč Online (viz příloha č. 2) a z mysliveckých statistik honiteb obce s rozšířenou působností (ORP) Trutnov (viz příloha č. 3).

4.2.1 Zpracování dat

Do portálu Senoseč Online lze zadávat informace dvojího typu. Za prvé lze zaznamenat informace o sečených plochách, a to konkrétně o poloze a rozloze sečené plochy, druhu sečeného porostu a termínu sečení. Druhým typem informací jsou informace o nálezech divoké zvěře, kde lze zapsat místo a termín nálezu, druh nalezené zvěře, zda se jednalo o mládě či dospělého jedince, počet takto nalezených kusů a typ nálezu. Typ nálezu se rozlišuje podle toho, zda byla zvěř vyplašena při vyhánění před sečí, vyplašena nebo vynesena při seči nebo nalezena mrtvá po seči. Pro účely práce byla využita data o sečených rozlohách, množstvích a typech nálezů pro mláďata srnce obecného.

Data z portálu Senoseč Online byla agregována do ročních údajů, které byly přepočítány procentuálním podílem, aby je bylo možné využít jako koeficienty při odhadech ve vybrané oblasti.

Zpracovaná data jsou zaznamenána v tabulce č. 1. Původní data jsou k nahlédnutí v příloze č. 2.

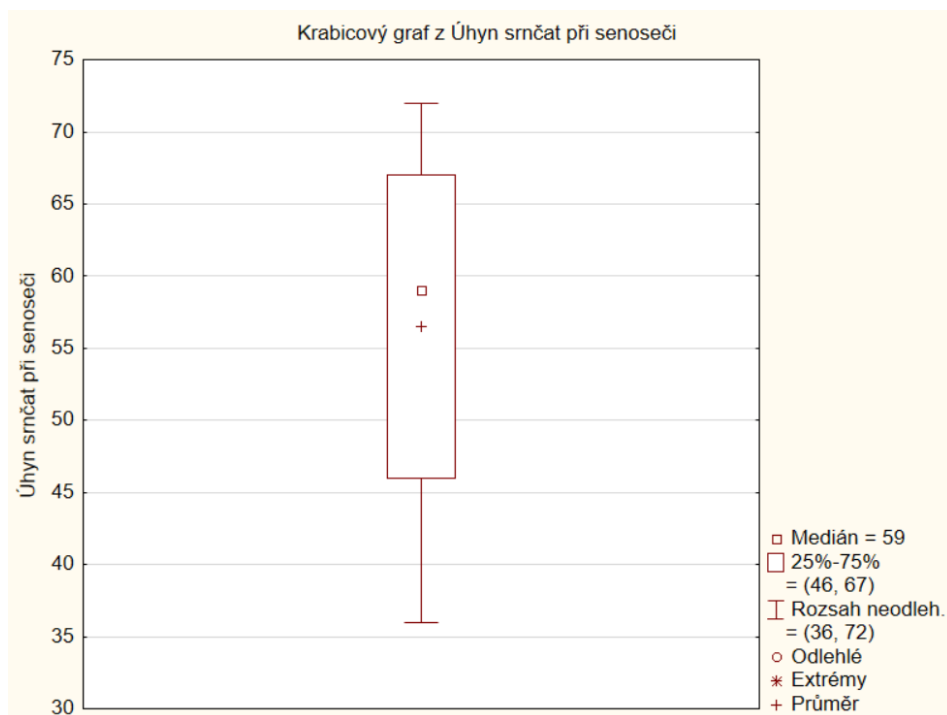
Rok	2015	2016	2017	2018
Úhyn srnčat při senoseči (ks)	56	72	62	36
Vyneseno/ vyplašeno při sečení (ks)	22	74	79	52
Vyplašeno při vyhánění (ks)	18	75	71	54
Sečená rozloha celkem (ha)	2903,30	7152,34	16323,75	9613,81
Ohrožená populace sečemi (ks)	96	221	212	142
<i>Ohrožená populace sečemi na jednotku (ks/ha)</i>	<i>0,0331</i>	<i>0,0309</i>	<i>0,0130</i>	<i>0,0148</i>
<i>Úhyn srnčat při senoseči na jednotku (ks/ha)</i>	<i>0,0193</i>	<i>0,0101</i>	<i>0,0038</i>	<i>0,0037</i>
<i>Zachránění před sečí na jednotku (ks/ha)</i>	<i>0,0076</i>	<i>0,0103</i>	<i>0,0048</i>	<i>0,0054</i>
<i>Zachránění při seči na jednotku (ks/ha)</i>	<i>0,0062</i>	<i>0,0105</i>	<i>0,0043</i>	<i>0,0056</i>
<i>Úhyn srnčat při seči (%)</i>	<i>26,4</i>	<i>34,0</i>	<i>29,2</i>	<i>25,4</i>
<i>Zachránění při seči (%)</i>	<i>10,4</i>	<i>34,9</i>	<i>37,3</i>	<i>36,6</i>
<i>Zachránění při vyhánění (%)</i>	<i>8,5</i>	<i>35,4</i>	<i>33,5</i>	<i>38,0</i>

Tabulka 1: Data z portálu Senoseč Online (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019)

Vzhledem ke konzistentnosti dat a největší zaznamenané ploše byla pro model použita data z roku 2017.

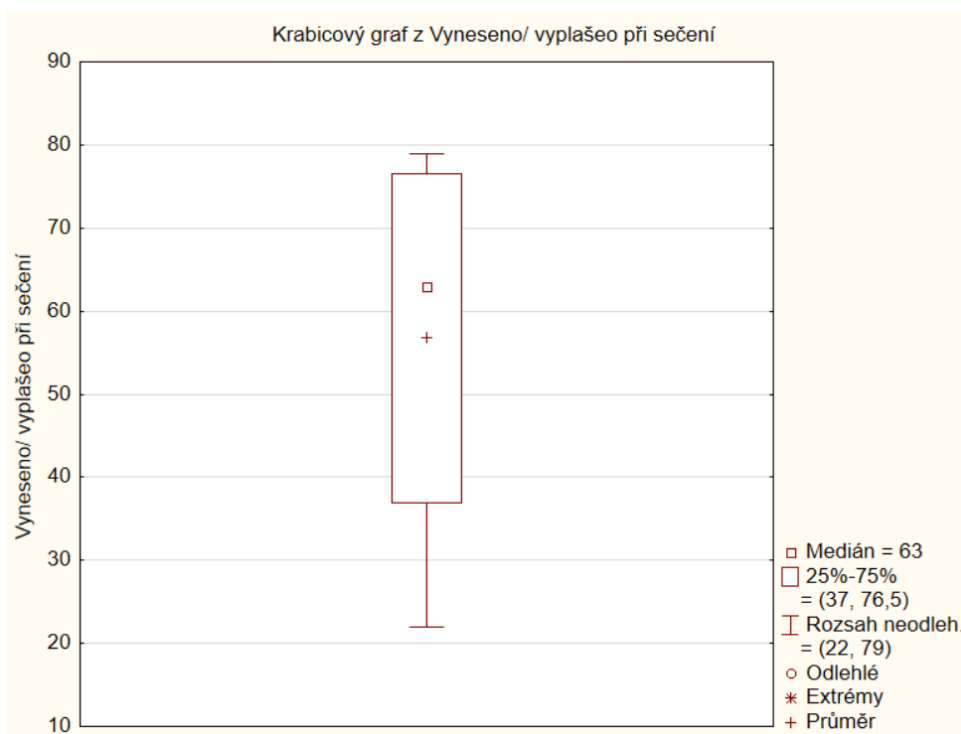
Protože neexistují data za delší časové období, není zatím možné postihnout trend ani chyby měření. Pro základní popis dat byly použity grafy box plot v programu Statistica.

Na grafu č. 1 je vidět poměrně velký rozptyl dat pro proměnnou *Úhyn srnčat při senoseči* bez analyzování extrémních nebo odlehklých hodnot. Hodnota mediánu a průměru se příliš neliší a obě hodnoty se pohybují kolem středu grafu, tedy průměr řady má dobrou vypovídací hodnotu.



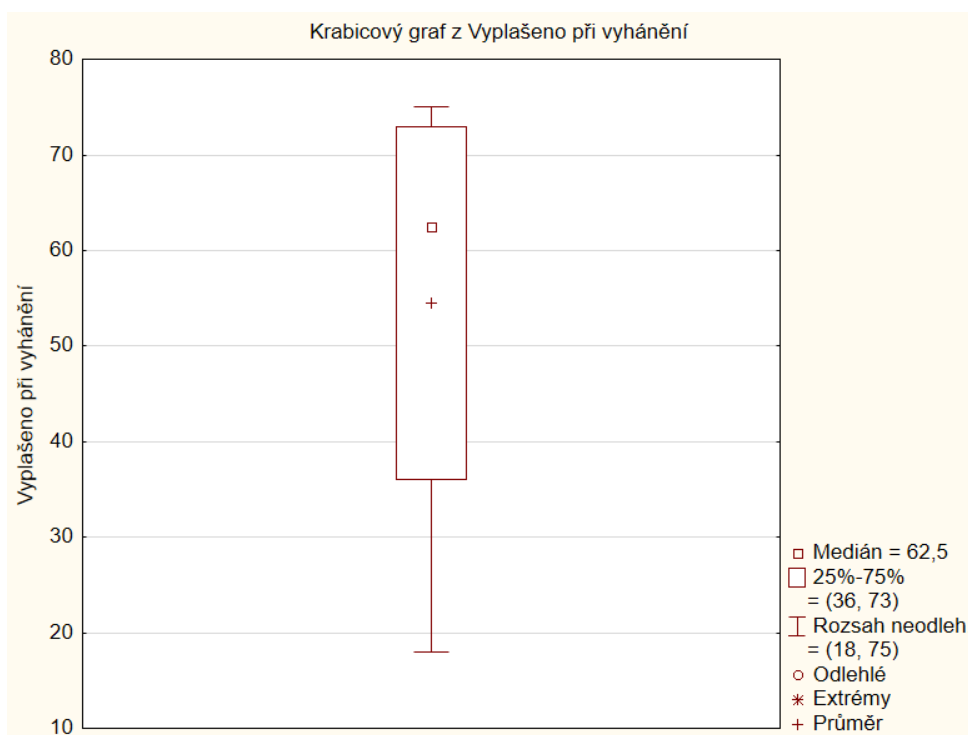
Graf 1: Úhyn srnčat při senoseči (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019)

Proměnná *Vyneseno/ vyplašeno při sečení*, znázorňující graf č. 2, má také velký rozsah dat, kde se hodnoty akumulují spíše kolem vyšších hodnot a také medián je v horním kvartálu grafu. Opět zde nejsou žádné odlehlé ani extrémní hodnoty.

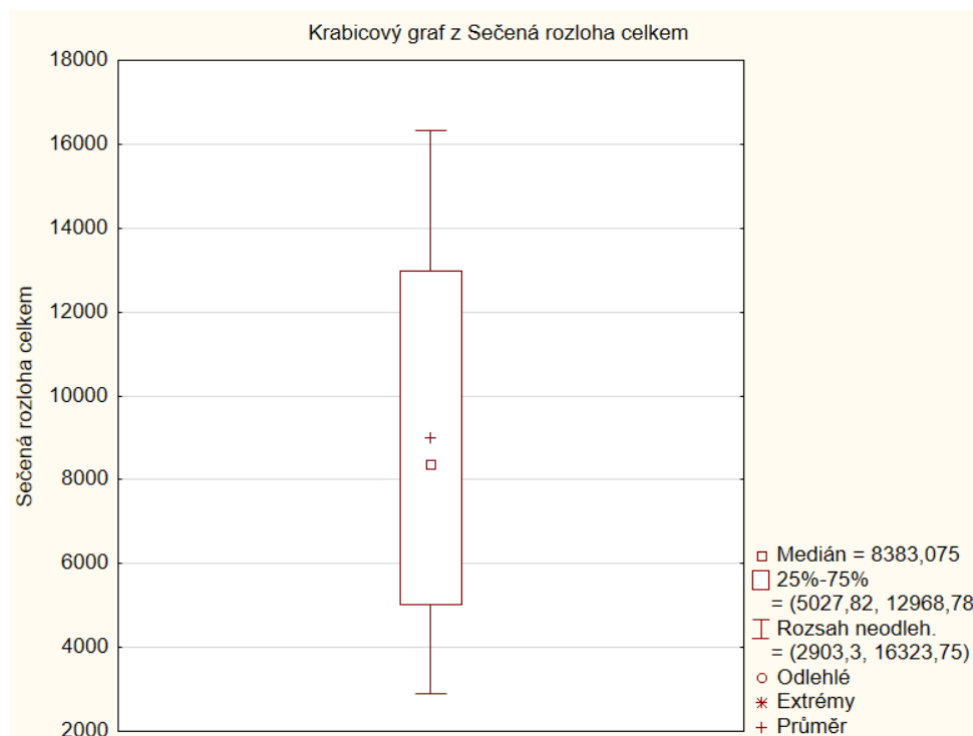


Graf 2: Vyneseno/ vyplašeno při sečení (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019)

Téměř shodný rozptyl dat a hodnotu mediánu vykazuje proměnná *Vyplašeno při vyhánění*, viz graf č. 3. Lze tedy obě tyto proměnné vzájemně porovnávat a agregovat.



Graf 3: Sečená rozloha celkem (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019)



Graf 4: Vyplašeno při vyhánění (zdroj: Provozně ekonomická fakulta v Praze, 2019)

Graf č. 4 popisuje vlastnosti proměnné *Sečená plocha celkem*. Hodnoty dat vykazují také veliký rozptyl, který je zapříčiněn nedostatkem získaných informací v počátečních letech projektu. Z těchto důvodů nebyly použity průměry dat, ale byl vybrán jeden rok, jehož hodnoty mají největší vypovídací hodnotu z hlediska nejrozsáhleji zmapované plochy ze všech dostupných let.

Podobně byla zpracována data z mysliveckých výkazů do tabulky č. 2, které za účelem zpracování diplomové práce poskytl Městský úřad Trutnov, za roky 2015 až 2018.

Myslivecké výkazy obsahují základní informace o honitbě, jako je výměra honitby celkem a výměry jednotlivých typů ploch, obor nebo bažantnic. Dále obsahuje informace o vlastnictví a způsobu využívání honiteb, počet registrovaných loveckých psů v jednotlivých honitbách, počet držitelů loveckých lístků trvale vykonávajících v honitbě právo myslivosti a počet zařízení pro přikrmování zvěře (slaniska, zásypy, krmelce, napajedla).

Druhá část výkazu informuje o klasifikacích honiteb a jakostních třídách. V dané oblasti se nejvíce kusů srnčí zvěře vykazuje ve III. jakostní třídě.

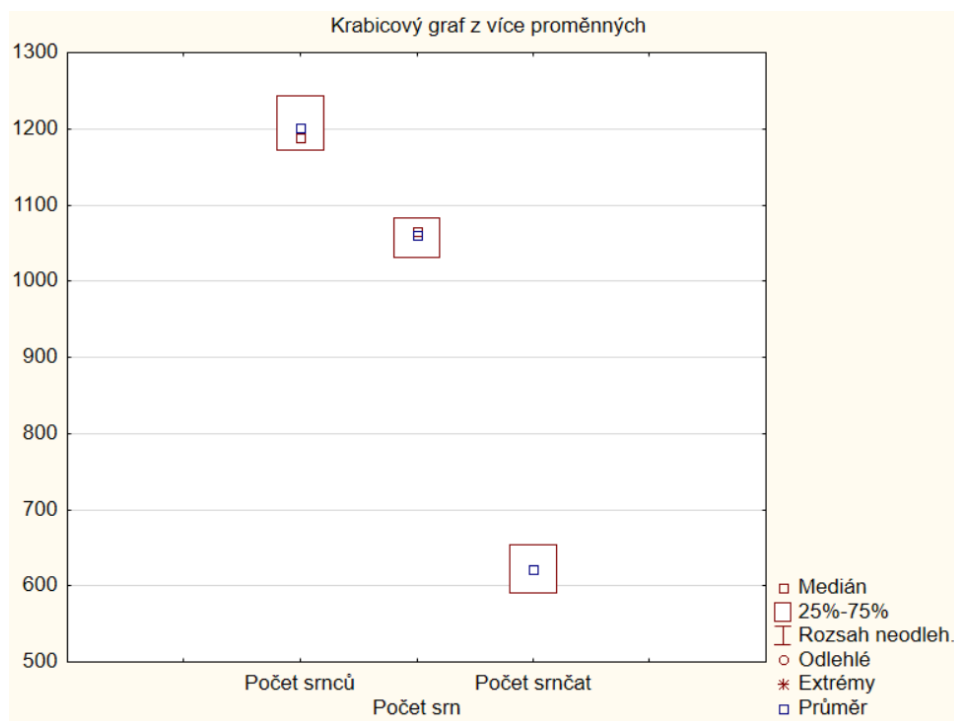
Ve třetí části výkazu jsou zaznamenány výsledky mysliveckého hospodaření, tedy druh zvěře (s rozlišením samců, samic a mláďat), jeho plán lovu, skutečný odstřel, skutečný odchyt, úhyn zvěře, zazvěřování, vypuštěná mladá zvěř a jarní kmenový stav (JKS) nasčítaný k 31. březnu vykazovaného roku. Tyto záznamy se týkají například jelení, dančí, mufloní, srnčí, černé, kamzičí a bažantí zvěře, zvěře siky nebo zvěře jelence. Odděleně se vykazují počty a lov ostatní zvěře, která se v honitbách vyskytuje.

V práci jsou využita data o celkových rozlohách, rozlohách zemědělské půdy a informace o stavech, odlovech a úhynech srnčí zvěře. Počty kusů jsou agregovány zpětně z počtu JKS k březnu daného roku, úhynů a lovu z roku předchozího, aby byla známa celková velikost populace v požadovaném roce.

Rok	2015	2016	2017
Rozloha honiteb na ORP Trutnov (ha)	35632,00	35632,00	35499,00
Rozloha zemědělské půdy (ha)	18778,00	18816,00	18816,00
Počet srnců (ks)	1243	1189	1172
Počet srn (ks)	1083	1032	1066
Počet srnčat (ks)	622	654	591
Úhyn srnců (ks)	79	89	87
Lov srnců (ks)	378	355	336
Úhyn srn (ks)	134	133	150
Lov srn (ks)	225	205	224
Úhyn srnčat (ks)	124	103	133
Lov srnčat (ks)	194	196	174

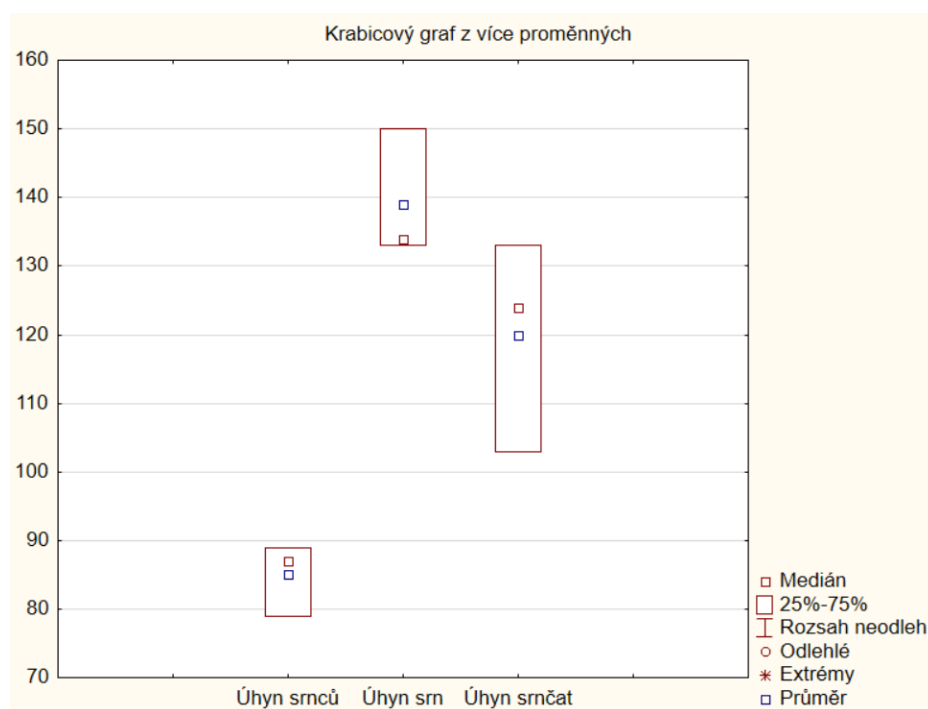
Tabulka 2: Data z mysliveckých statistik (zdroj: MěÚ Trutnov, 2019)

V krabicovém grafu č. 5 je vidět nepoměr pohlaví v dané oblasti mezi počtem srn a srnců. Přibližné požadované procento mláďat (22 % z populace) je zachováno. Ve zpracovávaném rozsahu dat nelze analyzovat odlehlé a extrémní hodnoty.



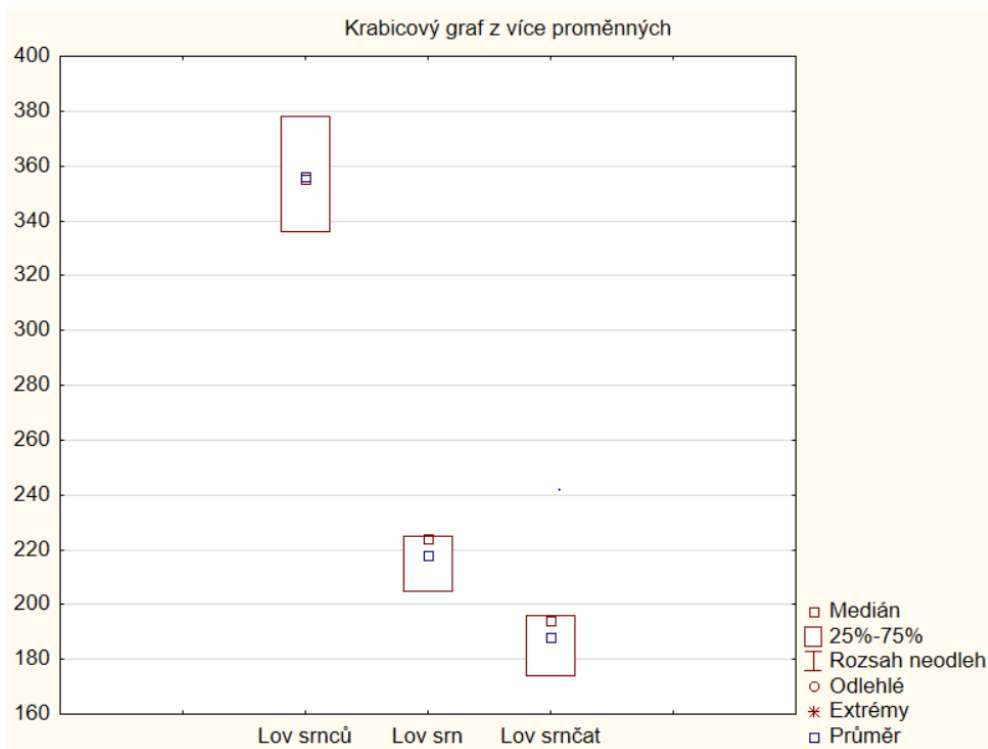
Graf 5: Počty srnců, srn a srnčat ve vybrané oblasti (zdroj: MěÚ Trutnov, 2019)

Z hlediska úhynů (z jiného důvodu než odlovem) lze podle grafu č. 6 konstatovat, že nejvíce ohroženou skupinou jsou srny a srnčata, u kterých je zaznamenáno téměř dvakrát více úhynů než u srnců. Četnější úhyny holé zvěře lze zdůvodnit tím, že srny vodí stádo, tedy jsou nejvíce ohroženy. Také se holá zvěř pohybuje více ve skupinách, tedy je větší pravděpodobnost střetu s dopravním prostředkem. Časté úhyny srnčat lze vysvětlit faktem, že při úhynu srny většinou zahyne i srnče, které je na matce závislé. Srnčata jsou také častěji obětmi dravců nebo černé zvěře.



Graf 6: Úhyny srnců, srn a srnčat ve vybrané oblasti (zdroj: MěÚ Trutnov, 2019)

Odlovem je naopak nejvíce regulován stav srnců, a daleko méně stav srn a srnčat, viz graf č. 7. Srnčí zvěř je v zásadě lovena v rámci tzv. průběrného odstřelu, pokud trpí podvýživou, je napadena parazity, zaostává ve vývoji, opožděně přebarvuje nebo je poraněná. Srnci jsou při lovu posuzováni především podle vyspělosti parůžků ve vztahu k věku jedince s přihlédnutím k poměru věkových tříd, který je dán vyhláškou. U holé zvěře je posouzení chovnosti obtížnější, než u srnců, proto je lovena na základě zkušenosti myslivců, zejména s přihlédnutím ke kvalitě srnčat a tělesné hmotnosti. Poměr věkových tříd u zvěře holé není vyhláškou stanoven.



Graf 7: Lov srnců, srn a srnčat ve vybrané oblasti (zdroj: MěÚ Trutnov, 2019)

Z těchto agregovaných dat byly vypočítány koeficienty a vstupní hodnoty, se kterými je pracováno v modelu systémové dynamiky. Velikost populace byla poměrově přepočítána na velikost plochy zemědělské půdy, protože zvířata zdržující se v lesích není sečeni a sklizněmi ohrožena.

4.2.2 Model populace

Definování problému

Model systémové dynamiky v této práci byl vytvořen za účelem zobrazení vzájemných vlivů s důrazem na vztah četnosti úmrtí srnčat při sečích a jejich následnou umělou regulací odstřelem.

K modelování vlivu senosečí a sklizní na vývoj populace byly určeny klíčové proměnné, které jsou počty kusů srneček a srn. Za srnečku je v modelu považováno srně ženského pohlaví do věku 11 měsíců. Srny jsou v modelu vnímány jako samice v produktivním věku, tedy ve věku do 10 let. Počty srnců nebyly do modelu zohledněny, protože se předpokládá rození mláďat v poměru pohlaví 1:1 a dostatek samců k pokrytí srn.

Časový horizont zkoumání vývoje populace byl určen na dobu 10 let. Po této době se předpokládá velký technologický pokrok, případně změny norem nebo zákonů, tedy se budou podmínky velmi měnit.

Z historických záznamů zvolených proměnných lze říci, že dochází ke každoročnímu nárůstu srn i srnčat, ale také se zvyšují obdělávané plochy, rychlost a rozsah žacíh strojů, a proto také narůstají ztráty na zvěři při senosečích a sklizních. V budoucnu se očekává zachování toho vývojového trendu.

Dynamické předpoklady a domněnky

Problém vznikl z nedostačující regulace populace myslivci, a neochotou zemědělců provádět ochranné aktivity před sečemi a sklizněmi.

Z hlediska systémového přístupu lze problém vidět spíše ve vazbách systému a v prodlevách, které obsahuje. Ke snižování populace dochází dvěma způsoby, kterými jsou úhyn a odlov. Úhyn byl pro účely modelu definován jako úmrtí v důsledku aktivit jiných než regulovaným odstřelem, tedy je zde zahrnuto úmrtí při sečích a sklizních, střety s automobily, úmrtí v důsledku predace apod. Odlov je chápán jako výběrová regulace vedoucí ke stabilní a kvalitní populaci. Dále jsou struktury modelu ovlivňovány zpožděním, které je zapříčiněno dospíváním mladých kusů.

Simulační model

Na obrázku č. 21 jsou zachyceny proměnné a vztahy modelovaného problému. Šedivé šipky v modelu označují vstupní proměnné, které vstupují do modelu jen pro první krok výpočtu. Poté už jsou tyto hodnoty generovány modelem.

V první části diagram zobrazuje vývoj srnčat, který je ovlivňován vstupními proměnnými *Reprodukční koeficient*, *Podíl samic* a *Počáteční hodnota srnčat*, které udávají prvotní hodnotu proměnných pro model. Z těchto vstupních proměnných jsou vypočítány proměnné *Narozená srnčata* a *Počáteční hodnota srneček*:

$$\text{Narozená srnčata} = (\text{Reprodukční koeficient} * \text{Srny}) \quad (12)$$

$$\text{Počáteční hodnota srneček} = (\text{Počáteční hodnota srnčat} * \text{Podíl samic}) \quad (13)$$

Výše popsané proměnné vstupují do toku *Rození*, který přechází do stavu *Srnečky* a do akumulace *Srnečky výstup*.

Tok *Rození* je definován takto:

$$\text{Rození} = [\text{Narozená srnčata} * \text{Podíl sami} * \text{PULSE TRAIN} \left(\frac{5}{12}, \frac{1}{12}, 1, \frac{114}{12} \right)] \quad (14)$$

Funkce PULSE TRAIN zachycuje v této rovnici situaci, kdy se srnčata nerodí celoročně, ale přibližně jen v měsíci květnu. Interpretovat lze tedy tuto funkci jako interval, který má započít v květnu prvního modelovaného roku, má trval jeden měsíc, jeho

opakování je každoroční a naposledy má proběhnout v květnu posledního modelovaného roku.

Stav *Srnečky* popisuje rovnice:

$$Srnečky = INTEG(Rození - Dospívání - Odlovené srnečky - Úhyn srneček, Počáteční hodnota srneček) \quad (15)$$

Tedy tento stav je navyšován počtem narozených mláďat, ale je snižován dospívajícími jedinci, odlovenými a uhynulými kusy, tedy odtoky *Odlovené srnečky* a *Úhyn srneček*.

Tok *Úhyn srneček* je definován:

$$Úhyn srneček = (Srnečky výstup * Úhyn srnčat v \%), \quad (16)$$

$$\text{kde } Úhyn srnčat v \% = (Jiný úhyn srnčat + Úhyn při sečích) \quad (17)$$

Vstupní proměnná *Jiný úhyn srnčat* je nastavena podle myslivecké statistiky. Proměnná *Úhyn při sečích* je definována jako procentuální hodnota celkové populace srnčat snižená o procentuální hodnotu srnčat zachráněných (vstupní proměnná *Zachránění*).

Vstupy *Úhyn při sečích* a *Jiný úhyn srnčat* ovlivňuje také velikost odtoku *Odlovené srnečky*. Vztah těchto dvou odtoků je negativní, tedy je-li zvyšován počet uhynulých srneček je snížen počet odlovených kusů srneček. Naopak, jsou-li nízké úhyny, je možné populaci více regulovat odlovem.

Tok *Odlovené srnečky* je popsán vztahem:

$$Odlovené srnečky = (Srnečky výstup * Lov srneček), \quad (18)$$

$$\text{kde } Lov srneček = Podíl srneček k lovu \quad (19)$$

$$\rightarrow Podíl srneček k lovu = [MIN(MAX(0, zidz(Srnečky rozdíl, Srnečky)), 1 - Jiný úhyn srnčat - Úhyn při sečích) \quad (20)$$

Proměnná *Podíl srneček k lovu* vypočítává procentuální hodnotu srneček, které je nutné odlovit na základě rozdílu skutečných a plánovaných stavů a úhynů z jiného důvodu než odlovem. Proměnná *Srnečky rozdíl* udává hodnotu mezi současným a požadovaným stavem srneček. Čím je pocíťovaný rozdíl větší, tím větší je podíl srneček k lovu, tedy je více srneček odloveno. Tyto vazby jsou v diagramu (obrázek č. 20) označeny jako zpětnovazební smyčka *B1*, která znázorňuje vztahy, kde stav *Srnečky*, ovlivňuje rozdíl mezi skutečným stavem srneček a požadovaným stavem srneček. Tento rozdíl je vázán na podíl srneček k odlovu, tedy na lov srneček a počet odlovených kusů srneček působí zpětně na výši stavu *Srnečky*. Lov mladých srneček je podle § 2a vyhlášky 245/2002 Sb., *O době lovu*

jednotlivých druhů zvěře možný po celý rok. Proto nebylo nutné použít žádné časové omezení doby odlovu.

Proměnná *Srnečky výstup* zahrnuje fixní zpoždění, proto je zde použita funkce DELAY FIXED.

$$\text{Srnečky Výstup} = \text{DELAY FIXED} [(Rození), (\text{Doba věku jako srnečky}), (\text{Počáteční hodnota srneček})] \quad (21)$$

Funkce DELAY FIXED pomáhá modelovat situaci, kdy se srnečky narodí, zůstávají srnečkami po dobu 11 měsíců, a po této době jsou již natolik staré, aby z akumulace odešli a přešli do jiného stavu.

$$\text{Přechod mezi stavem Srnečky a Srny je definován jako tok Dospívání:Dospívání} = [\text{Srnečky výstup} * (1 - \text{Úhyn srnčat v \%} - \text{Lov srneček})] \quad (22)$$

Dospívají samice, které neuhynuly, ani nebyly zastřeleny v průběhu prvních 11 měsíců života.

Stav *Srny* je popsán vztahem:

$$\text{Srny} = \text{INTEG}(\text{Dospívání} - \text{Úhyn srn} - \text{Odlovené srny}, \text{Počáteční hodnota srn}) \quad (23)$$

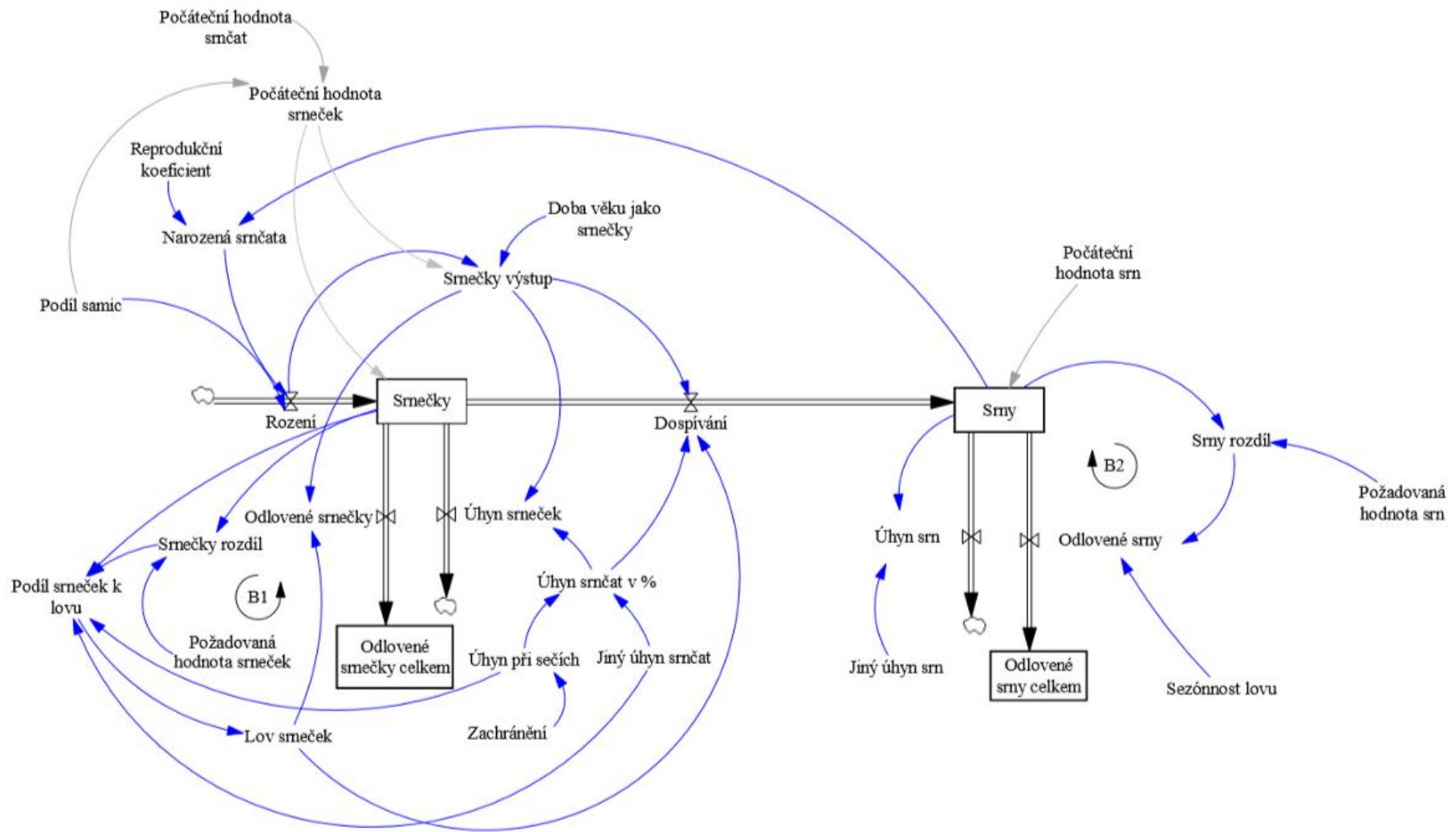
Odtok *Úhyn srn* je ovlivňován vstupní procentuální hodnotou *Jiný úhyn srn*, která byla nastavena podle dat z mysliveckých statistik. Z těchto statistik vychází také vstupní proměnná *Počáteční hodnota srn*.

Odtok *Odlovené srny* je součástí zpětnovazební smyčky B2, kdy stav *Srny* má vliv na rozdíl počtů požadovaných a skutečných stavů (proměnná *Srny rozdíl*), a tento rozdíl ovlivňuje počet *Odlovených srn*, které snižují hodnotu stavu *Srny*.

$$\text{Odlovené srny} = [\text{MAX}(0, \text{Srny rozdíl} * \text{Sezónnost lovu})], \quad (24)$$

$$\text{kde Sezónnost lovu} = \text{PULSE TRAIN} \left(\frac{9}{12}, \frac{4}{12}, 1, \frac{116}{12} \right) \quad (25)$$

Odtok *Odlovené srny* je regulován dobou lovu (vstupní proměnná *Sezónnost lovu*), která je dle vyhlášky 245/2002 Sb., *O době lovu jednotlivých druhů zvěře* stanovena na období 1. září – 31. prosince. Proto jsou nastaveny hodnoty funkce PULSE TRAIN tak, aby lov započal devátý měsíc prvního modelovaného roku, jeho trvání je čtyři měsíce a opakování každoroční. Poslední lov začíná v září posledního modelovaného roku.



Obrázek 21: Simulační model (zdroj: vlastní zpracování)

Parametry a počáteční hodnoty vychází ze vstupních dat popsanych v kapitole 3.2.1. *Zpracování dat* a z načtené odborné literatury. Hodnoty za rok 2017 byly dopočítávány zpětně z mysliveckého výkazu roku 2018 (viz příloha č. 3). Počáteční hodnoty pro model systémové dynamiky jsou zobrazeny v tabulce č. 3.

Rok	2017
Počáteční hodnota srnčat (ks)	472
Reprodukční koeficient	0,55
Podíl samic (%)	51
Doba věku jako srnečky (měsíc)	10
Požadovaná hodnota srneček (ks)	203
Zachránění (%)	71
Jiný úhyn srnčat (%)	23
Počáteční hodnota srn (ks)	638
Požadovaná hodnota srn (ks)	565
Sezónnost lovu (měsíc)	4
Jiný úhyn srn (%)	14

Tabulka 3: Vstupní hodnoty modelu systémové dynamiky (zdroj: vlastní zpracování)

Testování

Model systémové dynamiky byl vytvořen se vstupními daty z portálu Senoseč Online, kde byla v roce 2017 zaznamenána průměrná efektivnost záchranných akcí 37,3 % v případě záchran prováděných při seči (nejčastěji vyplašení srnčete) a 33,5 % v případě preventivních akcí (nejčastěji procházení luk před sečemi). Celkem tedy bylo uvažováno, že z celkové ohrožené populace srnčat bude 70,8 % zachráněno. Další vstupní data byla nastavena pro všechny modely z údajů myslivecké statistiky pro ORP Trutnov za rok 2018.

Takto nastavený model vytváří problémové chování podle očekávání.

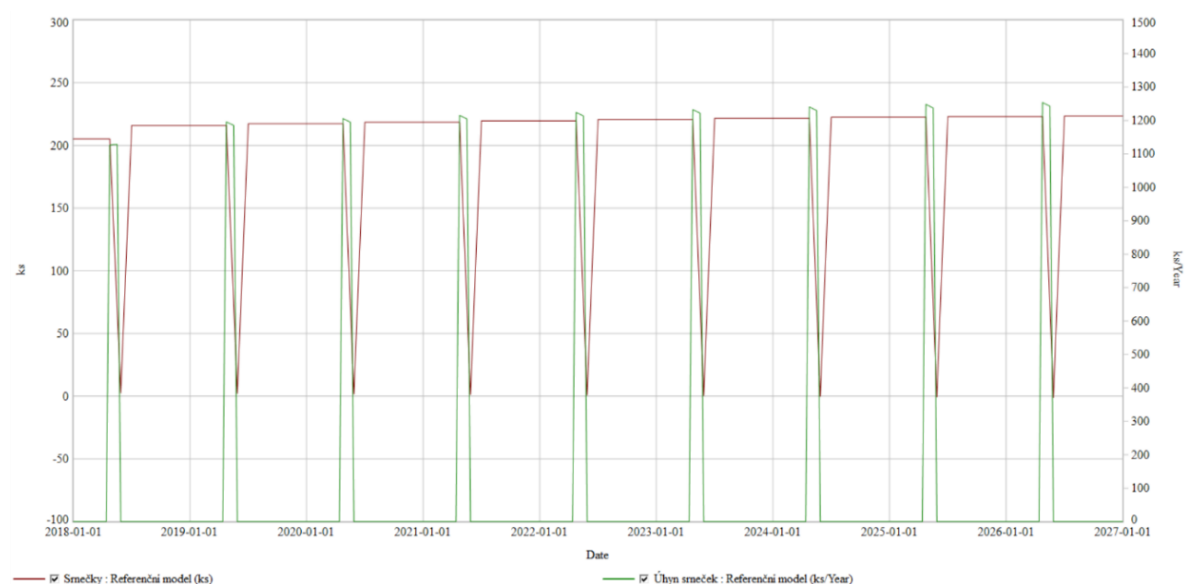
V modelu je simulována jen populace mladých srneček vyskytujících se v zemědělských oblastech území, s uvažovaným poměrem pohlaví 1:1 v celé populaci srnčat, tedy celkový počet srnčat na oblast zemědělské půdy je dvakrát větší.

Křivka červené barvy na grafu č. 8 značí stav *Srnečky*, která vykazuje každoroční trend chování stavu. V květnu každého roku dojde k narození srneček, které na dobu 11 měsíců navýší hodnotu stavu. Po požadované době odejdou z tohoto stavu do jiného (buď úmrtím, nebo stárnutím). Takto se stav vyprázdní až k nulové hodnotě, ale poté se stav od května dalšího roku opět naplňuje rodičimi se srnečkami. Na grafu je patrný pozvolný nárůst

populace, a to přibližně o jednu srnečku na rok. Pro celou populaci to znamená navýšení polní populace srnčí zvěře ročně o jeden mladý pár.

Jeden z faktorů, který ovlivňuje snižování stavu *Srnečky*, je odtok *Úhyn srneček*, který je na grafu č. 8 značen zelenou křivkou. Na grafu lze vidět souvislost těchto proměnných. V případě působení odtoku, dochází ke snižování stavu. Tento odtok může probíhat, jen v případě, že ve stavu *Srnečky* jsou ještě nějaké hodnoty. Pokud je hodnota stavu nulová, nemůže probíhat odtok stavu. Čím je vyšší populace srneček, tím více jich také uhynie. Proto dochází také k navyšování tohoto odtoku, a to přibližně o tři srnečky ročně. Z hlediska celé populace jsou tedy ročně sníženy stavy mladých dospělých kusů přibližně o tři páry.

Tento odtok reguluje odtok *Odlovené srnečky*. Pokud je úhyn příliš velký nemůže probíhat selekce slabých kusů odlovem, a tím může docházet ke zhoršení kvality populace.

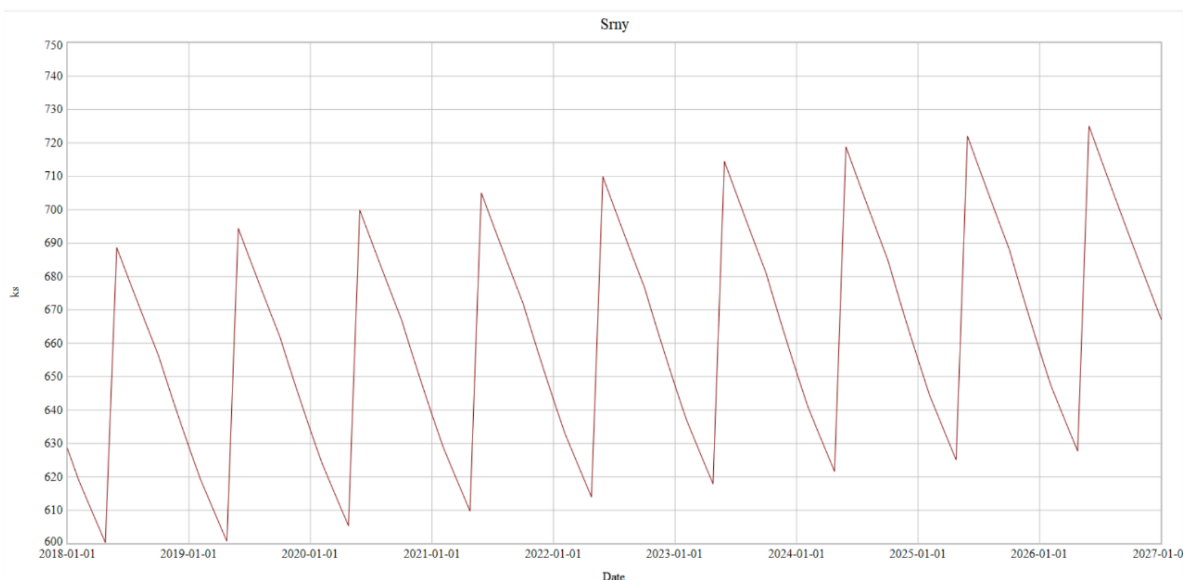


Graf 8: Hodnoty stavu *Srneček* a toku *Úhynu srneček* (zdroj: vlastní zpracování)

Stav *Srny*, jehož vývoj je zobrazen na grafu č. 9, osciluje každoročně mezi dvěma krajními hodnotami. Maximální hodnoty je dosaženo po dospění přeživších loňských srnčat, která hodnotu stavu navýší. Poté začíná působit odtok *Úhyn srn*. V průběhu klesání počtu kusů ve stavu je na grafu patrný zlom. Ten je zapříčiněn zahájením odlovu, který počty srn sníží více k požadované hodnotě. V období lovu vykazuje křivka lehce strmější pokles než po zbytek období. Protože je povolen lov jen sezónně není možné odlovit tolik srn, kolik je požadovaná hodnota. Každoroční nárůst dospělých srn je přibližně pět kusů. Minimální hodnota v daném roce, je proto blízká hodnotě požadované, ale postupně dochází ke stále větší odchylce.

Roční nárůst pěti srn vede k vyšší porodnosti srnčat, tedy dochází k navyšování stavu *Srnečky* přibližně o dvě srnečky, které do stavu každoročně vstupují.

Model byl dále testován z hlediska robustnosti vůči extrémním hodnotám a byl sledován realistickým i v těchto krajních podmínkách.



Graf 9: Hodnoty stavu Srny (zdroj: vlastní zpracování)

4.2.3 Modelování scénářů

Scénáře byly vytvořeny na základě dat účinnosti různých typů plašení zvěře podle certifikované metodiky pro praxi PREVENCE A SNIŽOVÁNÍ ŠKOD PŮSOBENÝCH ZVĚŘÍ A NA ZVĚŘI PŘI ZEMĚDĚLSKÉM HOSPODAŘENÍ (Machálek, 2018), viz tabulka č. 4.

Typ plašiče	Vysečeno (ks/ha)	Vyplašeno (ks/ha)	Ohrožená populace (ks/ha)
Procházení	0,26	0,09	0,35
Akustický	0,11	0,22	0,33
Pachový	0,06	0,23	0,29
Kombinovaný	0,19	0,16	0,35
Optický	0,12	0,40	0,52

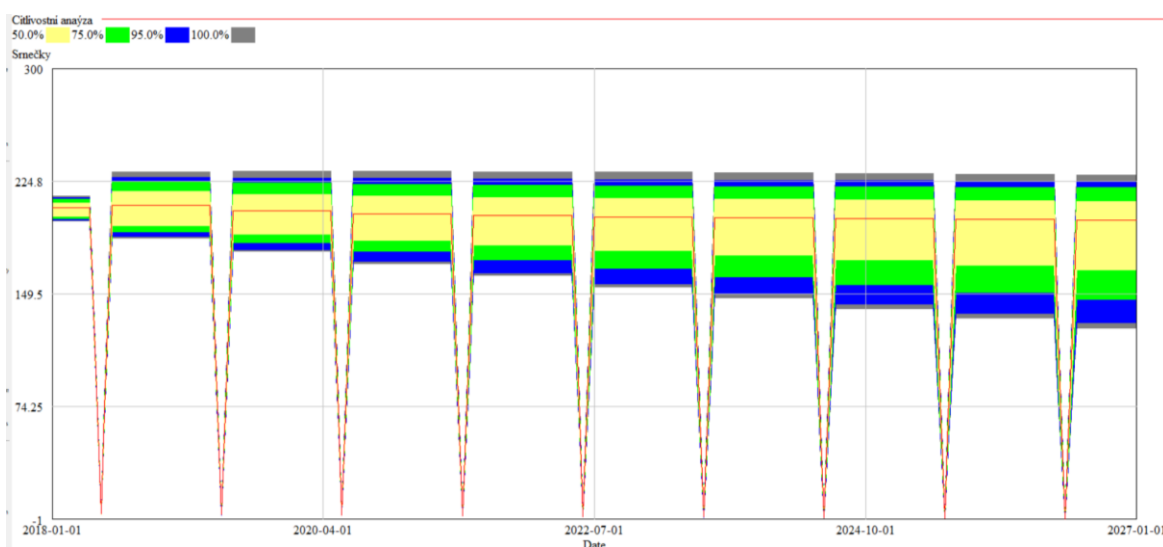
Tabulka 4: Druhy plašičů (zdroj: metodika Prevence a snižování škod působených zvěří a na zvěři)

Z dat uvedených v tabulce č. 4 lze usuzovat pro scénáře prostý průměr zachráněných kusů srnčat vůči ohrožené populaci, tedy hrubý odhad účinnosti plašiče, který je uveden v tabulce č. 5.

Typ plašiče	Vyplašeno (ks/ha)	Ohrožená populace (ks/ha)	Účinnost (%)
Procházení	0,09	0,35	25,71
Akustický	0,22	0,33	66,67
Pachový	0,23	0,29	79,31
Kombinovaný	0,16	0,35	45,71
Optický	0,40	0,52	76,92

Tabulka 5: Odhad účinnosti plašiče (zdroj: metodika Prevence a snižování škod působených zvěří a na zvěři)

Graf č. 10 zobrazuje citlivostní analýzu s nastavením rozsahu účinnosti ochran v období sečí a sklizní mezi 50 % až 99 % při různých intervalech spolehlivosti. Z grafu je patrné, že stav Srnečky se bude s vyšší pravděpodobností snižovat než narůstat. Případný růst nebude tolik výrazný, jako pokles počtu kusů v populaci.



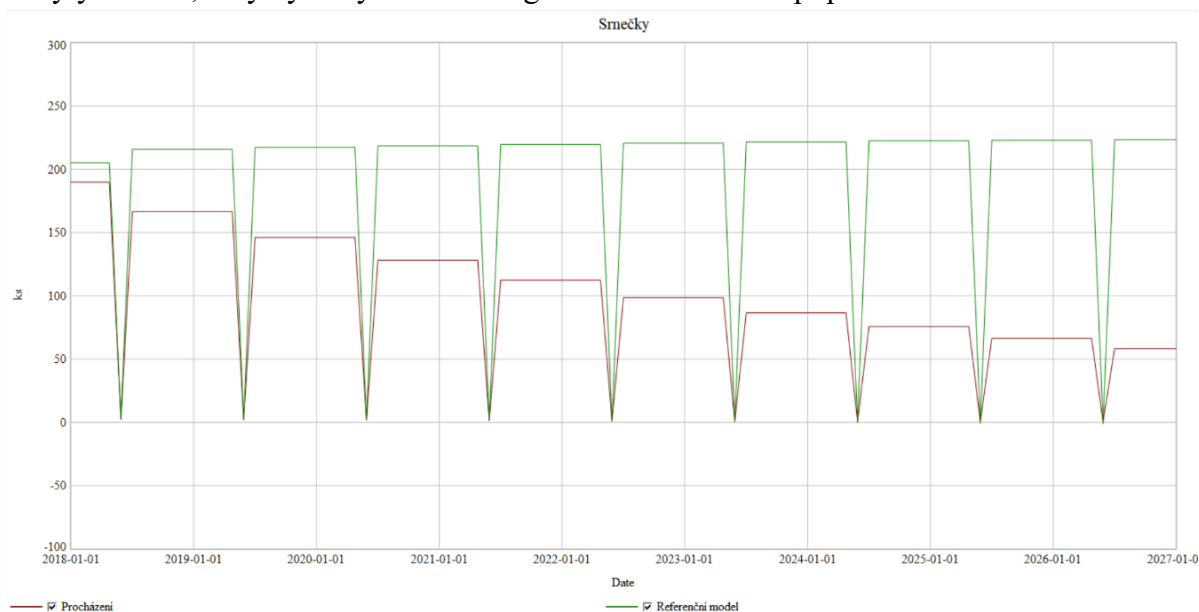
Graf 10: Citlivostní analýza (zdroj: vlastní zpracování)

Použití metody procházení luk a polí

Procházení luk a polí myslivci s loveckými psy nebo vytváření rojnic s dobrovolníky je nejčastěji prováděná metoda ochrany. Z hlediska účinnosti se jeví jako nejméně účinná, protože přirozenou ochranou nejen malých srnčat je znehybnění, tedy jsou často přehlédnuta. Také při této metodě dochází k velkým škodám na plodinách, protože jsou lidmi při plašení pošlapány.

V případě používání jen této metody s odhadovanou účinností 25,71 % by docházelo k velikým ztrátám na populaci mladých srnčat, který zobrazuje červená křivka na grafu č. 11 v porovnání s původním modelem systémové dynamiky.

V tomto modelovém příkladu by byly překročeny minimální požadované stavy srnčí zvěře v oblasti, což by mělo za následek vymírání populace. Také by nebyl povolen lov zbylých kusů, tedy by nebylo možné regulovat kvalitu srnčí populace



Graf 11: Metoda procházení luk a polí (zdroj: vlastní zpracování)

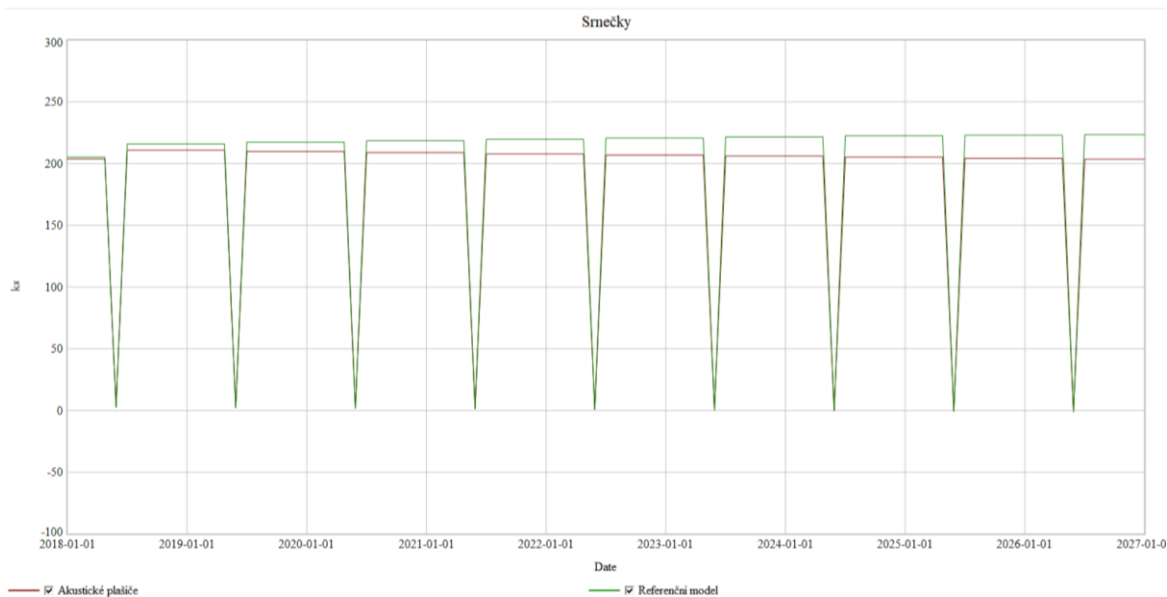
Použití akustických plašičů

Akustické plašiče vydávají různé zvuky, nejčastěji pískání. Nejefektivněji působí pískání přerušované a nepravidelné, na které si zvěř hůře zvyká. Nepřirozený zvuk zneklidní srnu, která poté srnče odvede z rizikové oblasti. Tato metoda je účinná přibližně z 66,67 %, pokud je aplikována den před sečí. Působí-li tento plašič déle, zvěř si na zvuk navykne a nadále ho nepovažuje za nebezpečný.

Účinnost tohoto plašiče je blízká prvnímu modelu systémové dynamiky, přesto ale dochází k nárůstu populace v prvních letech, a poté k jejímu pozvolnému snižování, který značí červená křivka v grafu č. 12. Prvotní nárůst je způsoben pamětí a dynamikou systému, kdy je systém ovlivněn vysokými vstupními hodnotami, které jsou poté regulovány.

Takto nastavený systém se blíží k požadované hodnotě 203 srneček a nedochází k nárůstu, ani ke snižování populace. Projevuje se zde cíl hledající smyčka, která reguluje výši lovu podle hodnoty úhynů a přibližuje se logaritmicky k požadované hodnotě.

Z hlediska myslivecké praxe je tento stav žádoucí, protože nedochází k přemnožení, ale také je prostor pro umělou regulaci populace z hlediska kvality.



Graf 12: Akustické plašiče (zdroj: vlastní zpracování)

Použití pachových plašičů

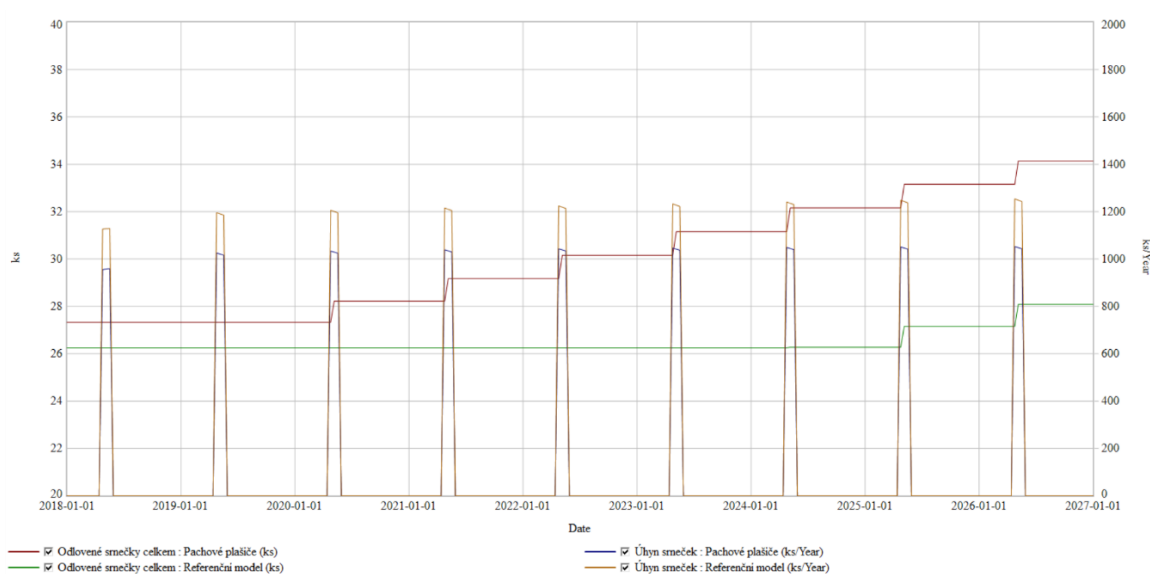
Pachové plašiče obsahují nejčastěji pachy přirozených predátorů dané zvěře, tedy v tomto případě bývají použity pachy medvědů, vlků apod. Protože se nyní používají tyto pachové repelenty poměrně hojně, zvěř si na ně velice rychle zvyká a tím se snižuje jejich účinnost z hlediska dlouhodobé ochrany. Je-li pachový plašič instalován den před sečí je jeho účinnost odhadována na 79,31 %.

Na grafu č. 13 je vidět mírný nárůst populace v prvních letech oproti zelené křivce původního modelu, protože přežívá více srncek, které vstupují do produktivního věku, a tedy populace zvyšuje své počty rychleji. V průběhu dalších let se křivky shodují.

V důsledku růstu počtu kusů srnčat bude narůstat i jejich odlov, aby docházelo k regulaci populace, viz graf č. 14. Na grafu č. 14 jsou zobrazeny kombinace křivek úhynů a odstřelů. Tendence všech těchto křivek jsou stále stoupající, což je z hlediska regulace populace problém, protože je vyžadována stále vyšší aktivita myslivců, kteří nemají kapacity na zvyšování lovných aktivit.



Graf 13: Pachové plašiče - Odlovené srnečky a Úhyn srneček (zdroj: vlastní zpracování)

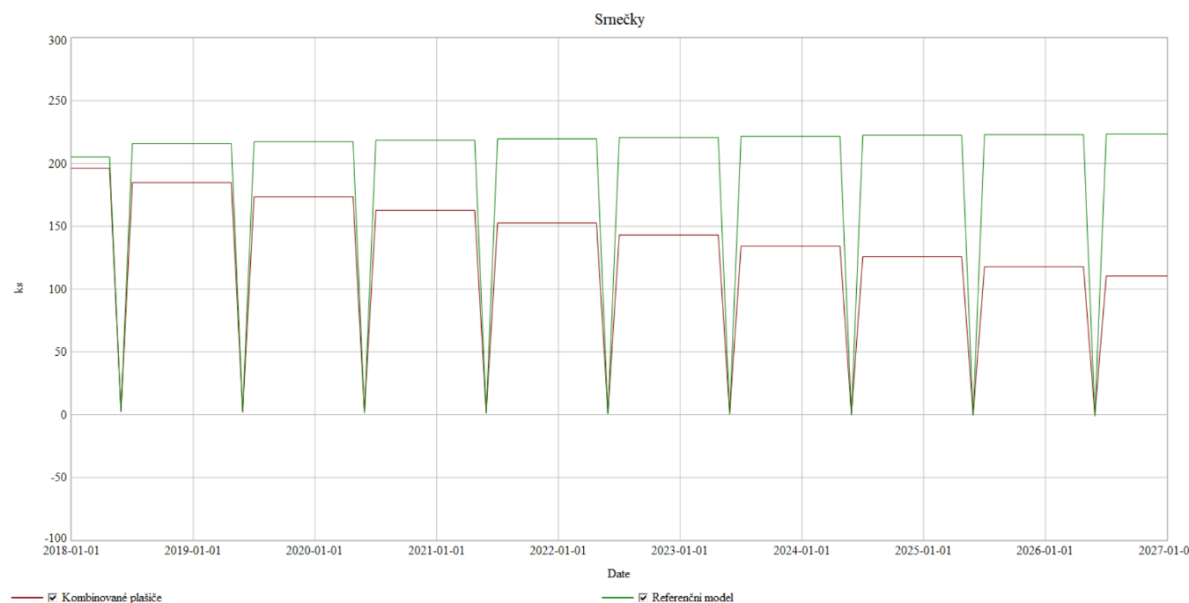


Graf 14: Pachové plašiče (zdroj: vlastní zpracování)

Použití kombinované metody

Kombinované plašiče mají obvykle část akustickou a světelnou, tedy se očekává vyšší účinnost. Z terénních šetření, ale bylo zjištěno, že efekt plašení je přibližně 45,71 %.

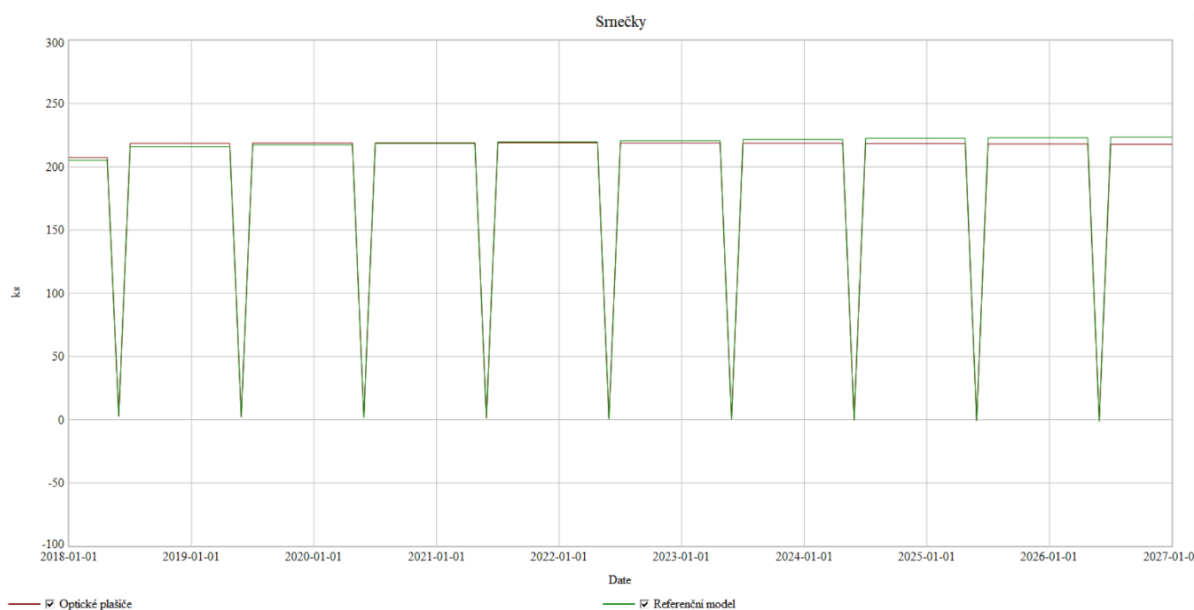
Tento scénář simuluje vymírání populace. V případě užívání kombinované metody plašičů by docházelo k rychlému poklesu srnčí populace, jak zobrazuje červená křivka grafu č. 15.



Graf 15: Kombinované plašiče (zdroj: vlastní zpracování)

Použití optických plašičů

Optické plašiče blikajícím světlem, obvykle oranžovým nebo modrým, zneklidňují zvěř a ta poté svá mláďata odvádí do klidnější oblasti. Účinnost těchto plašičů je přibližně 76,92 % až 4 dny. Aplikování optických plašičů vykazuje téměř shodný efekt na populaci srnčat jako původní model, viz graf č. 16. Populace srnčat se v těchto případech stabilizuje, ale na vyšších hodnotách, než je požadováno. Tento scénář patří mezi přívětivější z hlediska myslivecké praxe, ale není ideální.

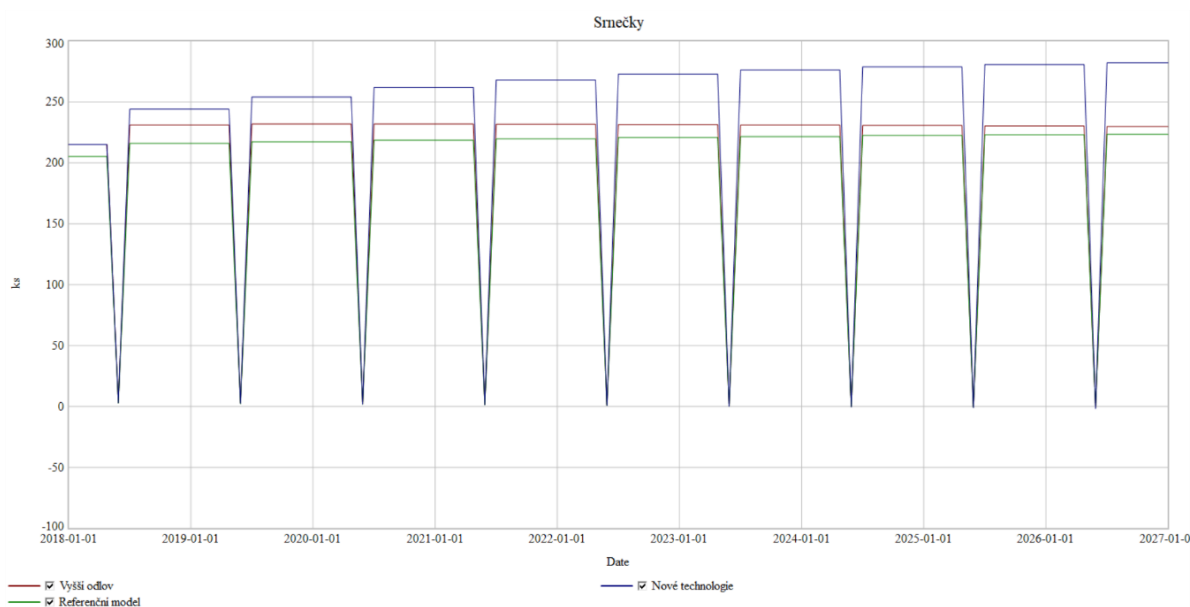


Graf 16: Optické plašiče (zdroj: vlastní zpracování)

Každý rok se vytváří a testují nové formy plašení zvěře, jako je například využívání dronů s termokamerami nebo instalace kombinovaných programovatelných plašičů, které vydávají zvuk výstřelu doprovázený optickým efektem. U těchto metod se očekává účinnost téměř 100 %.

Při účinnosti ochran při sečích a sklizních 99 % by docházelo k nárůstu populace (viz modrá křivka v grafu č. 17), a tedy by bylo nutné více lovit.

Graf č. 17 simuluje situaci zvýšení efektivity lovu 3x, kde by populace srnčat oscilovala okolo hodnoty 232 kusů srnčat (červená křivka grafu) a hodnota dospělých srn se přibližuje hodnotě 579 kusů. Tyto hodnoty jsou vyšší než požadované o 29 kusů v případě srneček a o 14 kusů v případě dospělých srn. Navýšení hodnot je způsobeno vysokými vstupními hodnotami, které musí systém nejdříve stabilizovat. Poté již lze takto nastavený systém považovat za stabilní, bez narůstání nebo vymírání populace.



Graf 17: Moderní technologie (zdroj: vlastní zpracování)

5 Výsledky a diskuse

Model systémové dynamiky se zahrnutím toků *Rození, Odlovené srnečky, Úhyn srneček, Dospívání, Úhyn srn, Odlovené srny* a stavů *Srnečky* a *Srny* simuluje současný vývoj populace srnce obecného, který je stále stoupající. Tento trend není žádoucí z hlediska úživnosti prostředí, četnosti způsobovaných škod zvěři a na zvěři, ani z hlediska zachování biologické rovnováhy ve vybrané oblasti a kvality populace srnčí zvěře.

Scénáře zobrazují alternativní situace při senosečích a sklizních s použitím různých druhů plašičů (viz graf č. 18). Tyto scénáře ukazují nežádoucí modely, kdy dochází k přemnožování, nebo naopak k vymírání populace. Také jsou modelovány situace, které vykazují stabilizaci systému kolem jedné hodnoty.

Model systémové dynamiky a scénáře byly diskutovány s pracovníkem státní správy myslivosti pro ORP Trutnov. Model systémové dynamiky byl shledán realistickým a generujícím problémové chování, které vyplývá z nedostatečného odstřelu srnčí zvěře. Tento problém lze řešit navýšením kapacit lovu, ale to v praxi není mnohdy reálné.

V případě dalšího modelování by bylo možné diagram toků a stavů rozšířit o počet držitelů loveckých lístků trvale vykonávajících v honitbě právo myslivosti s jejich kapacitami lovu a časovými možnostmi, s ohledem na nutné odstřely jiné divoké zvěře (např. prasete divokého). Dále by mohl být zahrnut do modelu počet registrovaných loveckých psů v dané oblasti, kteří zvyšují účinnost lovu i efektivnost metody procházení luk a polí před sečemi a sklizněmi.

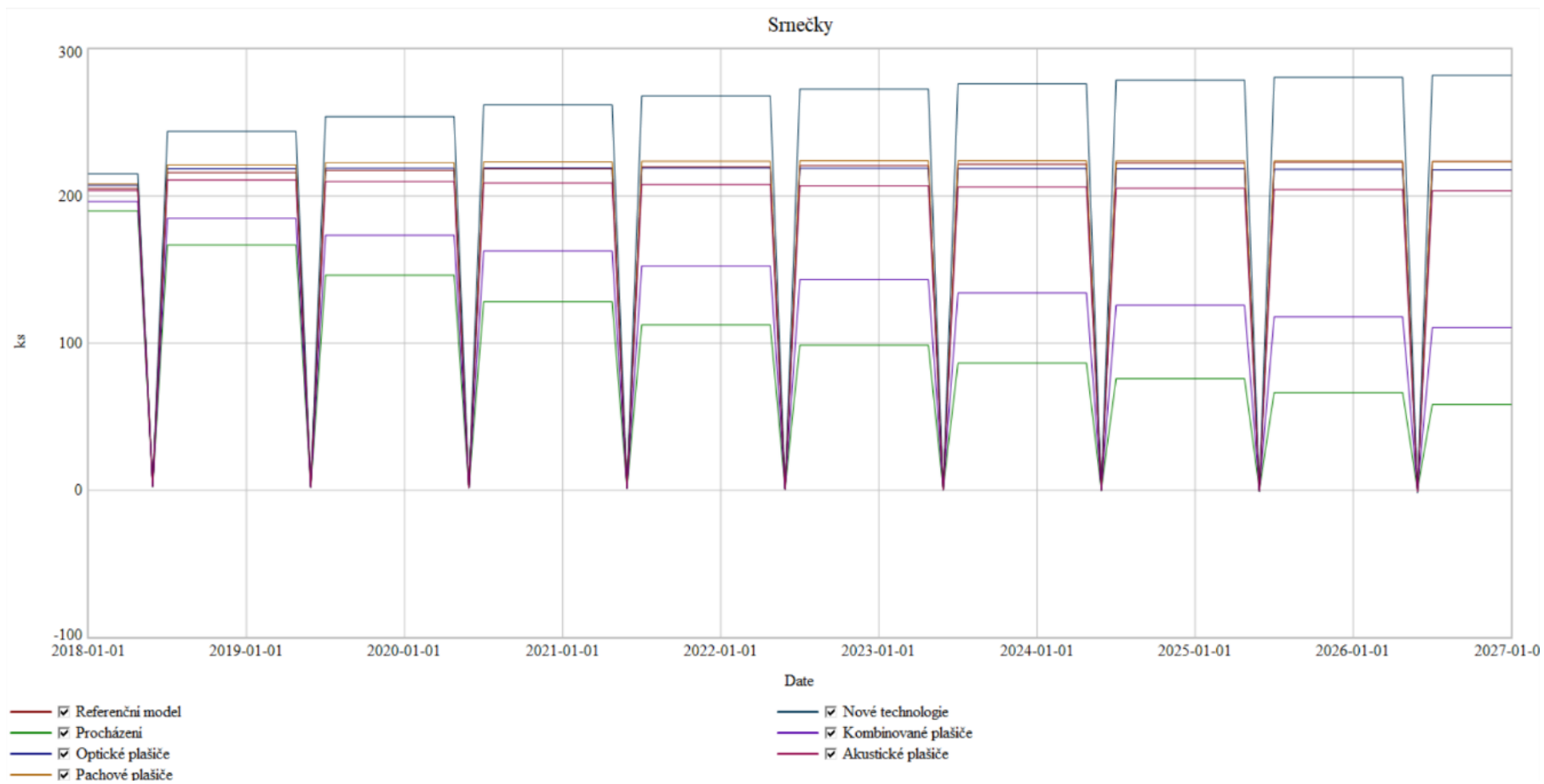
Pokud by měl být modelován komplexnější pohled na populaci srnce obecného, bylo by možné zahrnout do simulací úživnost prostředí, která je podle dotazovaného velice důležitou proměnnou. Kvalitu úživnosti prostředí lze modelovat například podle počtu a druhu krajinných prvků poskytujících stravu a úkryt nebo podle kvality zemědělských a lesních porostů. Dále lze do simulace zahrnout i počet zařízení pro příkrmování zvěře (slaniska, zásypy, krmelce, napajedla).

Dotazovaný pracovník státní správy myslivosti pro ORP Trutnov potvrdil, že by řešením problému mohlo být více krajinnotvorných prvků a preventivních opatření. Řešení nevidí v nařízení vyšších odstřelů, protože myslivci nemají kapacitu na větší odlovy, a při nesplnění plánu lovu by jim hrozilo udělení sankcí. Vzhledem k tomu, že výkon práva myslivosti je dobrovolná činnost, mohli by myslivci z finančních důvodů svoji činnost ukončit.

Navrhovaný model systémové dynamiky by bylo možné rozšířit o další proměnnou *Myslivci*, která by byla ovlivňována faktory *Počet myslivců v honitbě*, *Časová dotace myslivců* a *Nutnost odlovu jiné divoké zvěře*. Proměnná *Myslivci* by měla pozitivní vliv zvyšování toků *Odlovené srny* a *Odlovené srnečky*. Čím by byly vyšší faktory *Počet myslivců v honitbě* a *Časová dotace myslivců*, tím by byl vyšší také odlov a docházelo by ke snižování populace. Navyšováním faktoru *Nutnost odlovu jiné divoké zvěře*, by docházelo ke snižování faktoru *Časová dotace myslivců*, tedy i ke snižování počtu odlovených kusů a navyšováním počtů kusů v populaci srnce obecného. Dalším faktorem ovlivňující výši odstřelu srnce obecného by mohla být motivace myslivců, například skrze zástřelné nebo jiné finanční náhrady.

Scénáře rozšířeného modelu systémové dynamiky mohou modelovat různou vytíženost myslivců na základě rozhovorů nebo dotazníků, které by na toto téma byly vytvořeny.

Další oblastí rozšíření modelu by mohlo být modelování faktorů ovlivňujících proměnnou *Kapacita honitby*, která má pozitivní vliv na rozvoj populace. V rámci této proměnné lze uvažovat scénáře modelující lokality s převažujícím monokulturním prostředím a lokality, kde jsou využívány krajinnotvorné prvky. Tato proměnná působí pozitivně na rození mláďat a negativně na četnost výskytu srnčat na lukách a polích, kde jsou prováděné zemědělské senoseče a sklizně. Tedy čím více míst k úkrytu bude zvěř mít, tím nižší budou škody na zvěři při sečích. Zmenšení monokulturních polí také poskytne lepší možnost lovu divoké zvěře, tedy bude snazší její umělá regulace odlovem.



Graf 18: Porovnání typů plášťů (zdroj: vlastní zpracování)

6 Závěr

Systémová věda poskytuje nové možnosti, jak nahlížet na objekty a problémy mnoha oblastí. Zvláště účinná se zdá být při popisování chování dynamických systémů, které vykazují nějaký vývoj, jako například populace nebo organizace. Díky možnosti určit prvky systému a jejich vazby, lze snadno modelovat teoretické scénáře neboli analýzy *What-If*.

Práce využívá tento vědecký přístup k popsání populace srnce obecného. Ve vybrané populaci jsou odhaleny struktury zpětnovazebních smyček a klíčové proměnné, jako je kapacita honitby, hustota srnčí zvěře v lokalitě, výskyt predátorů v lokalitě, četnost a kvalita odlovu divoké zvěře nebo četnost úhynů srnčat při sečích a sklizních.

V dnešní době chybí v krajině mnoho krajinotvorných prvků, které by mohla zvěř využívat ke svému pobytu. Tím je nucena pobývat na lukách a polích, které nejsou ideálním prostředím pro srnčí zvěř. Jsou zde také vystavovány nebezpečí v podobě žacích strojů při sklizních a sečích. Tento jev je kritický převážně pro srnčata do 14 dní věku, která při pocitu nebezpečí využívají taktiku zalehnutí, nikoliv útěku. Proto jsou prováděny ochranné aktivity s různou účinností.

Na těchto teoretických podkladech je založena druhá část práce, kde byla zpracována data z Portálu Senoseč Online a mysliveckých statistik z oblasti ORP Trutnov. Tato data byla použita při sestavování diagramu toků a stavů, kde bylo nutné řešit různé specifické chování této populace, jako je sezónnost rození mláďat, stárnutí populace, sezónnost lovu a vzájemné ovlivňování toků vstupními proměnnými. Vytvořený model systémové dynamiky popisuje vývoj a sleduje přirozený a nepřirozený úhyn srnce obecného, zejména jeho mláďat v důsledku jarní senoseče.

Na základě sestaveného modelu systémové dynamiky byl popsán současný trend vývoje populace. Populace každý rok narůstá, protože dochází k účinným ochranným aktivitám při ochraně mláďat, a myslivci nemají dostatečné kapacity na odlov přeživších kusů. Každoroční nárůst populace ve zvolené oblasti je větší přibližně o 2 kusy srnčat a o 3 páry dospělých kusů.

Scénáře ukazují tři druhy vývoje populace, kterými jsou pokles populace, přemnožení populace a stabilizace populace. Při používání ochranných metod při sklizních a sečích s nižší účinností než přibližně 65 % (metoda procházení luk a polí před sečemi, kombinované plašiče) dochází k vysokým úhynům na mláďatech, které se projevují radikálním snižováním dospělých stavů, a proto se každoročně rodí méně srnčat. Při účinnosti plašičů

přibližně 80 % (pachové plašiče, moderní technologie) narůstá populace v prvních letech rychleji, ale poté se přírůstky stabilizují. Pokud jsou používány plašiče s účinností přibližně 70 %, prvotní nárůst populace je v průběhu let vyrovnán a velikost stavu se přibližuje požadované hodnotě. Vysoké prvotní hodnoty jsou způsobené setrvačností systému, kdy se zavedená opatření projeví s časovým odstupem. Tento jev se v dynamických systémech projevuje často, ale málokdy je řešiteli problému rozpoznán.

Stabilní a zdravá populace je cílem mysliveckého hospodaření. Proto je nutné minimalizovat nepřírozené úhyny srnčat, aby byl prostor pro umělou regulaci vedoucí ke kvalitní populaci s vyrovnaným vývojem. Nejefektivnější ochranou zvěře je návrat krajinných prvků do kulturní krajiny a využívání moderních technologií k analyzování výskytu srnčat v ohrožených oblastech. Podle uvedených výsledků scénářů, by bylo nutné zvýšit intenzitu lovu minimálně třikrát, aby byla udržena stabilní a kvalitní populace srnce obecného na požadované výši.

7 Seznam použitých zdrojů

BOSSSEL, Hartmut. 2007. *System ZOO 1: Simulation models Elementary Systems, Physics, Engineering*. Norderstedt : Books on Demand GmbH, 2007. ISBN 978-3-8334-8422-3.

CAPPELLI, J. 2020. Smaller does not mean worse: variation of roe deer antlers from two distant populations in their mechanical and structural properties and mineral profile. *ZSL Publications*. [Online] Journal of Zoology, 28. Leden 2020. [Citace: 5. Únor 2020.] DOI: 10.1111/jzo.12764. ISSN:1469-7998.

CÉCILE, Vanpé. 2019. Old females rarely mate with old males in roe deer. *Biological Journal of the Linnean Society*. 2019, Sv. III, 128.

COYLE, Robert Geoffrey. 1996. *System Dynamics Modeling*. London : Chapman and Hall, 1996. ISBN 978-0-412-61710-2.

CUKOR, Jan, BARTOŠKA, Jan a HAVRÁNEK, František. 2019. Telemetrie srnčat vynesných z lučních porostů před sklizní pícnin. *Myslivost - Stráž myslivosti*. 2019, Sv. VII.

CUKOR, Jan, BARTOŠKA, Jan a ROHLA, Jan. 2019. PeerJ - Life and Environment. *Use of aerial thermography to reduce*. [Online] 10. Květen 2019. [Citace: 4. Listopad 2019.] DOI: 10.7717/peerj.6923. ISSN: 2167-8359.

ČERVENÝ, Jaroslav, KOUBEK, Petr a ŠŤASTNÝ, Karel. 2016. *Ottova encyklopedie zvěř*. Praha : Ottovo nakladatelství, 2016. ISBN 978-80-7451-521-7.

DRMOTA, Josef. 2014. *Povídání o srnčí zvěři*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2014. ISBN 978-80-247-5287-7.

DRMOTA, Josef, KOLÁŘ, Zdeněk a ZBOŘIL, Jirí. 2007. *Srnčí zvěř v našich honitbách*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2007. ISBN: 978-80-247-2366-2.

DUCROS, Delphine. 2020. Beyond dispersal versus philopatry? Alternative behavioural tactics of juvenile roe deer in a heterogeneous landscape. *OIKOS*. 2020, Sv. I, 129.

FERETTI, F. 2010. Interspecific aggression between fallow and roe deer. *Taylor and Francis Online*. [Online] 3. Květen 2010. [Citace: 18. Listopad 2019.] DOI: 10.1080/03949370.2011.554883. ISSN 03949370.

FLAJŠMAN, Katarina a BOROWIK, Tomasz. 2017. Effects of population density and female body mass on litter size in European roe deer at a continental scale. *Springer Link*.

[Online] 4. Prosinec 2017. [Citace: 27. Říjen 2019.] DOI: 10.1007/s13364-017-0348-7. ISSN 1573-3386.

FORRESTER, Jay Wright. 1968. *Principles of Systems*. Cambridge : Wright-Allen Press, 1968. ISBN 1883823412.

FORST, P. a kol. 1975. *Myslivost*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1975.

HÁLA, Vladimír. 2014. Chování srnčí zvěře. *Myslivost - Stráž myslivosti*. 2014, Sv. V.

HANZAL, Vladimír a JANISZEWSKI, P. 2017. THE CORRELATION BETWEEN MANDIBULAR LENGTH VERSUS BODY MASS AND AGE IN THE EUROPEAN ROE DEER. *APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH*. [Online] 20. Zář 2017. [Citace: 20. Říjen 2019.] DOI: 10.15666/aeer/1504_16231632. ISSN 1785 0037.

HROMAS, Josef, a další. 2008. *Velká myslivecká encyklopedie*. České Budějovice : Grand, s.r.o., 2008. ISBN 978-80-900593-0-6.

CHECKLAND, Peter. 1981. *Systems Thinking*. Chichester : Wiley, 1981. ISBN 0-471-27911-0.

JAVŮREK, Jaromír. 1961. *Myslivost*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1961.

KAASOVÁ, Kamila. 2006. Navštívili jsme OMS Trutnov. *Myslivost - Stráž myslivosti*. 2006, Sv. 11.

KROUPA, Petr. 2018. Plašiče srnčat. *Myslivost - Stráž myslivosti*. 2018, Sv. IV.

LENOCH, Jirí a ODSTRČIL, Lubomír. 2014. Zachraňme srnčata. *Myslivost - Stráž myslivosti*. 2014, Sv. XI.

MACHÁLEK, Antonín. 2018. Prevence a snižování škod působených zvěří a na zvěři při zemědělském hospodaření. Praha : Mendelova univerzita v Brně, 2018.

MEADOWS, Donella H. a WRIGHT, Diana. 2008. *Thinking in Systems*. White River Junction : Vt.: Chelsea Green Pub, 2008. ISBN 978-1-60358-055-7.

MEADOWS, Donella H., a další. 1972. *The limits of growth*. New York : Universe Books, 1972. ISBN 0-87663-165-0.

PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA ČZU v Praze. 2015-2019. Senoseč online. *Ochrana zvířet při sklizni a sečích*. [Online] Provozně ekonomická fakulta ČZU v Praze, 2015-2019. [Citace: 20. 11 2019.] <http://senosec.czu.cz/>.

SENGE, Peter M. 2007. *Pátá disciplína: teorie a praxe učící se organizace*. Praha : Management Press, 2007. ISBN 9788072611621.

SCHERER, Pavel. 2019. REPRODUKCE SRNČÍ ZVĚŘE ANEB ÚSPĚCH PO DESETI LETECH (I.). *Myslivost - Stráž myslivosti*. 2019.

STERMAN, John. 2000. *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Boston : McGraw-Hill, 2000. ISBN 007238915X.

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM. 2019. Katalog webových informací. *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem*. [Online] ÚHÚL, 18. Červen 2019. [Citace: 8. Listopad 2019.] <http://www.uhul.cz/mapy-a-data/katalog-mapovych-informaci>.

ÚZEMNĚ IDENTIFIKAČNÍ REGISTR ČR. 2013. Obec Trutnov: podrobné informace. *Územně identifikační registr ČR*. [Online] SEAL, s.r.o., 27. Březen 2013. [Citace: 6. Listopad 2019.] <http://www.uir.cz/obec/579025/Trutnov>.

VACH, Miloslav. 1993. *Srnčí zvěř*. Uhlířské Janovice : SILVESTRIS, 1993. ISBN 80-901775-0-6.

von BERTALANFFY, Ludwig. 1968. *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York : George Braziller, 1968. ISBN 0807604534.

VYHLÁŠKA č. 491/2002 Sb. 2002. o způsobu stanovení minimálních a normovaných stavů zvěře a o zařazení honiteb nebo jejich částí do jakostních tříd. 2002.

ZÁKON č. 449/2001 Sb. 2001. o myslivosti. *Sbírka zákonů*. 2001. ISSN 1211-1244.

ZIEGROSSER, Petr. 2017. Zachraň zvíře před sekačkou – srnčata. *Myslivost - Stráž myslivosti*. 2017, Sv. VI.

8 Seznam příloh

Příloha č. 1 - Zařazení honitby nebo její části do jakostní třídy pro spárkatou zvěř a Normované stavy spárkaté zvěře (zdroj: (Vyhláška č. 491/2002 Sb., 2002)

Příloha č. 2 – Data z portálu Senoseč Online (zdroj: Provozně ekonomická fakulta ČZU v Praze, 2019)

Příloha č. 3 – Myslivecká statistika roku 2018 (zdroj: MěÚ Trutnov, 2019)

Příloha č. 1

Zařazení honitby nebo její části do jakostní třídy pro spárkatou zvěř

Přírodní podmínky lesního celku honitby			Přírodní podmínky pozemků části honitby	
Celková charakteristika lesů	Bližší specifikace charakteru lesa	Jakostní třída pro všechny druhy zvěře	Charakteristika zemědělského využití pozemků polní části honitby – zemědělská oblast	Jakostní třída
Listnaté lesy	Les nízký	I	Kukuřičná a Řepařská	I
Smíšené lesy s převahou listnáčů alespoň 60 %	Les vysoký s dřevitým i bylinným podrostem	I		
	Les vysoký s bylinným podrostem	II		
	Les vysoký převážně bez podrostu	III	Obilnářská	II
Smíšené lesy s listnáči 60–20 %	Les vysoký s dřevitým i bylinným podrostem	II		
	Les vysoký s bylinným podrostem	III	Bramborářská	III
	Les vysoký převážně bez podrostu	III		
Jehličnaté lesy nebo lesy s příměsí listnáčů do 20 %	Les vysoký s dřevitým i bylinným podrostem	III	Pícninářská	IV
	Les vysoký s bylinným podrostem	III		
	Les vysoký převážně bez podrostu	IV		

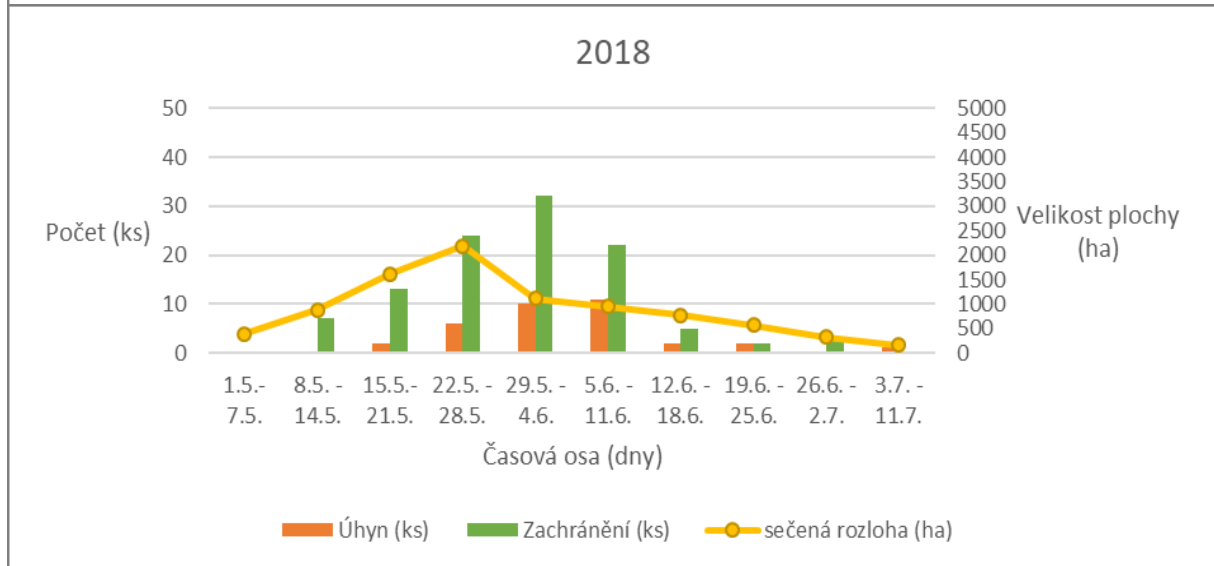
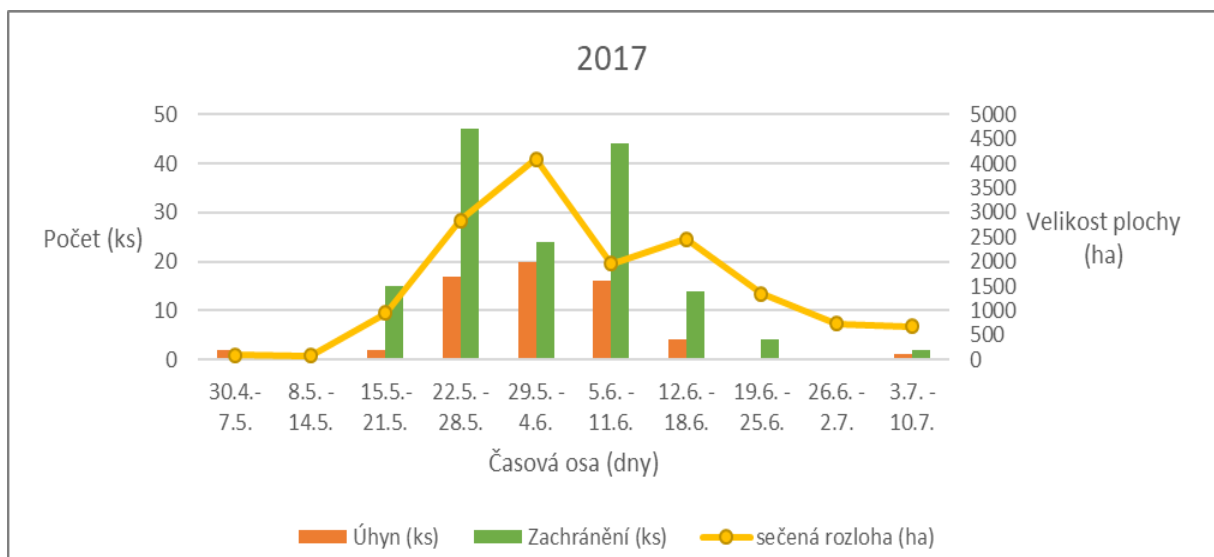
Normované stavy spárkaté zvěře

Jakostní třída honitby	počet jedinců na 1 000 ha plochy, na kterou se spárkatá normuje						
	jelen evropský, sika Dybowkého, sika japonský	daněk skvrnitý, jelenec běloocasý, muflon	kamzík horský	srnec obecný		souhrnný počet spárkaté zvěře (s výjimkou prasete divokého) v honitbě [přepočten podle § 2 odst. 1 písm. c)]	prase divoké
				"les"	"pole"		
I.	26	46	99	122	56	39	16
II.	22	36	63	96	48	31	13
III.	16	27	39	64	40	22	10
IV.	11	20	24	32	36	14	7

Příloha č. 2 Data z Portálu Senoseč Online

2015				2017			
Týden (Pá – Čt)	Sečená rozloha (ha)	Úhyn (ks)	Zachránění (ks)	Týden (Út-Po)	Sečená rozloha (ha)	Úhyn (ks)	Zachránění (ks)
1.5.- 7.5.	0	0	0	30.4.- 7.5.	86,7	2	0
8.5. - 14.5.	28,6	1	0	8.5. - 14.5.	75,7	0	0
15.5.- 21.5.	50	2	3	15.5.- 21.5.	945,1	2	15
22.5. - 28.5.	508,7	9	5	22.5. - 28.5.	2843,9	17	47
29.5. - 4.6.	460,9	27	12	29.5. - 4.6.	4088	20	24
5.6. - 11.6.	155,1	0	7	5.6. - 11.6.	1953,3	16	44
12.6. - 18.6.	528,2	0	0	12.6. - 18.6.	2457,9	4	14
19.6. - 25.6.	586,7	0	0	19.6. - 25.6.	1338,2	0	4
26.6. -2.7.	297	0	10	26.6. -2.7.	734,4	0	0
3.7. - 15.7.	59,1	0	3	3.7. - 10.7.	673,1	1	2
2016				2018			
Týden (Po-Ne)	Sečená rozloha (ha)	Úhyn (ks)	Zachránění (ks)	Týden (St-Út)	Sečená rozloha (ha)	Úhyn (ks)	Zachránění (ks)
1.5.- 7.5.	84,1	0	3	1.5.- 7.5.	397,5	0	0
8.5. - 14.5.	173,7	1	3	8.5. - 14.5.	878,6	0	7
15.5.- 21.5.	577,3	7	3	15.5.- 21.5.	1609	2	13
22.5. - 28.5.	745,1	3	17	22.5. - 28.5.	2188,6	6	24
29.5. - 4.6.	302,3	8	38	29.5. - 4.6.	1105	10	32
5.6. - 11.6.	1817,5	23	42	5.6. - 11.6.	941,6	11	22
12.6. - 18.6.	673,5	20	33	12.6. - 18.6.	776,8	2	5
19.6. - 25.6.	1270,6	1	10	19.6. - 25.6.	568,4	2	2
26.6. -2.7.	695,7	6	0	26.6. -2.7.	324,7	0	3
3.7. - 6.7.	214	3	0	3.7. - 11.7.	162,9	1	0





Příloha č. 3 *Myslivecká statistika roku 2018*

VÝKAZ MYSL 1-01 - SUMÁŘE	14.10.2019
Období: 2018 - 2018	12:12:07

ZÁKLADNÍ ÚDAJE O HONITBĚ

I. Výměra honitby v ha (podle stavu k 31.12.)

	celková výměra honební plochy	z toho připadá na		
		oboru	bažantnici (s)	bažantnici (h)
Zemědělská půda	18 816	4	0	303
Lesní půda	14 854	0	0	37
Vodní plocha	133	0	0	10
Ostatní pozemky	1 829	1	0	0
Honební plocha celkem	35 632	5	0	350

II. Obhospodařování honitby

Vlastnický vztah k honitbě	honitba		obora		bažantnice (s)		bažantnice (h)	
	počet	ha	počet	ha	počet	ha	počet	ha
1. vlastní	9	7 865	1	5	0	0	0	0
2. společenstevní	22	27 767	0	0	0	0	1	350

Způsob využívání honitby	honitba		obora		bažantnice (s)		bažantnice (h)	
	počet	ha	počet	ha	počet	ha	počet	ha
1. ve vlastní režii	8	6 789	1	5	0	0	0	0
2. pronajatá	23	28 843	0	0	0	0	1	350

III. Stav psů s loveckou upotřebitelností

Druh	skutečný počet	Zkoušky z výkonu pro	plánovaný počet	skutečný počet
ohaň	37	drobná zvěř	31	33
barváři	19	spárkatá zvěř	47	65
honiči	12	norování	32	48
slídkři	12	celkem	110	146
teriéři	38			
jezevčáci	28			
severští psi	0			
celkem	146			

IV. Početní stavy zařízení pro přikrmování

Druh zařízení	počet	počet jednotek
slaniska	477	
zásypy	43	160
krmejce	409	2 219
napajedla	9	215

V. Skutečný počet osob (držitelů platných loveckých lístků) trvale vykonávajících v honitbě právo myslivosti

počet: 456

2. KLASIFIKACE HONITBY - NKS A VÝMĚRA HONEBNÍ PLOCHY PODLE JAKOSTNÍCH TŘÍD

zvř jakostní třídy	jelen evropský			daněk skvrnitý			muflon			srnec obecný		
	ks norm	ks min	ha	ks norm	ks min	ha	ks norm	ks min	ha	ks norm	ks min	ha
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	8	611
III	62	50	5 460	0	0	0	61	35	2 950	1 577	641	32 291
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Obory	0	0	0	15	5	5	0	0	0	0	0	0
Celkem	62	50	5 460	15	5	5	61	35	2 950	1 606	649	32 902

zvř jakostní třídy	prase divoké			sika Dybow a japonský			jelenec běloocasý			kamzík horský		
	ks norm	ks min	ha	ks norm	ks min	ha	ks norm	ks min	ha	ks norm	ks min	ha
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	69	40	7 181	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Obory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem	69	40	7 181	0	0	0	0	0	0	0	0	0

zvř jakostní třídy	zajíc polní			bažant v bažantnici			bažant mimo bažantnici		
	ks norm	ks min	ha	ks norm	ks min	ha	ks norm	ks min	ha
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	986	650	13 537	105	98	350	133	118	3 891
IV	604	1 053	8 967	0	0	0	30	0	0
Celkem	1 590	1 703	22 504	105	98	350	163	118	3 891

3. VÝSLEDKY MYSLIVECKÉHO HOSPODAŘENÍ

I. Lov zvěře a zazvěřování, jarní kmenové stavy

druh zvěře	plán lovu	skutečný lov zvěře-odstřel	skutečný lov zvěře-odchyt	z toho lov v oboře	úhyn zvěře celkem	provedené zazvěřování	vypuštěná mladá zvěř	JKS k 31.3. sčítaný
jelen	39	55	0	0	1	0	0	100
laň	23	41	0	0	2	0	0	92
kolouch	26	46	0	0	2	0	0	45
zvěř jelení sa	88	142	0	0	5	0	0	237
daněk	7	13	0	7	0	0	0	11
daněla	6	5	2	5	0	0	0	19
daňče	5	10	0	7	0	0	0	11
zvěř daňčí sa	18	28	2	19	0	0	0	41
mufon	12	7	0	0	0	0	0	66
mufonka	8	5	0	0	0	0	0	60
mufonče	7	9	0	0	0	0	0	28
zvěř mufoní sa	27	21	0	0	0	0	0	154
smec	412	336	0	0	87	0	0	749
sma	361	224	0	0	150	0	0	692
smče	298	174	0	0	133	0	0	458
zvěř smčí sa	1 071	734	0	0	370	0	0	1 899
křour	52	105	0	0	1	0	0	82
bachyně	50	119	0	0	3	0	0	78
lončák	0	0	0	0	0	0	0	0
sele	184	579	0	0	40	0	0	328
zvěř černá sa	286	803	0	0	44	0	0	488
sika Dybow. a japon.	0	0	0	0	0	0	0	0
laň	0	0	0	0	0	0	0	0
kolouch	0	0	0	0	0	0	0	0
zvěř siky sa	0	0	0	0	0	0	0	0
jelenec	0	0	0	0	0	0	0	0
laň	0	0	0	0	0	0	0	0
kolouch	0	0	0	0	0	0	0	0
zvěř jelence sa	0	0	0	0	0	0	0	0
kamzík	0	0	0	0	0	0	0	0
kamziče	0	0	0	0	0	0	0	0
zvěř kamzičí sa	0	0	0	0	0	0	0	0
koza bezoárová	0	0	0	0	0	0	0	0
zajíc polní	30	12	0	0	10	0	0	800
králik divoký	0	0	0	0	0	0	0	3
polák velký a choch.	0	0	0	0	0	0	0	0
lyska černá	0	0	0	0	0	0	0	0
bažant kohout	80	36	0	0	0	0	0	18
bažant slepice	15	7	0	0	0	0	0	48
bažant královský	0	0	0	0	0	0	0	0
zvěř bažantí sa	95	43	0	0	0	0	0	66
perlička obecná	0	0	0	0	0	0	0	0
orebice horská	0	0	0	0	0	0	0	0
krocán divoký	0	0	0	0	0	0	0	0
kachna divoká	425	223	0	0	0	0	75	293
husy	4	0	0	0	0	0	0	0

II. Výskyt dalších druhů zvěře a jejich lov

druh zvěře	početní stav	lov
liška obecná celkem	486	354
liška pomocí normků		25
jezevec lesní	215	45
kuna lesní a skalní	462	74
ondatra pižmová	31	0
holub hřivnáč	621	95
straka obecná	711	77
vrána obecná	119	15
tchoř tmavý a stepní	80	0
hrdlička zahradní	242	0
špaček obecný	655	0

4. VÝSKYT DALŠÍCH DRUHŮ ZVĚŘE A JEJICH LOV, POKUD BYLA UDĚLENA VÝJIMKA

druh zvěře	početní stav	lov	druh zvěře	početní stav	lov
bobr evropský	0	0	poštołka obecná	201	0
kočka divoká	2	0	racek chechtavý	45	0
los evropský	0	0	raroh velký	0	0
medvěd hnědý	0	0	sluka lesní	217	0
rys ostrovid	3	0	sojka obecná	593	0
vlk eurasijský	36	0	sokol stěhovavý	17	0
vydra říční	39	0	tetřev hlušec	0	0
čírka modrá a obecná	0	0	tetřev obecný	0	0
havran polní	0	0	volavka popelavá	120	10
holub doupňák	30	0	výr velký	67	0
jeřábek lesní	4	0			
jestřáb lesní	80	0			
káně lesní a rousná	303	0			
kopřivka obecná	0	0			
kormorán velký	67	5			
koroptev polní	26	0			
krahujec obecný	68	0			
krkavec velký	321	0			
křepelka polní	53	0			
lžčák pestrý	0	0			
moták pochop	14	0			

5. LOV DALŠÍCH ŽIVOČICHŮ

druh zvěře	lov
mýval severní	0
psík mývalovitý	77
norek americký	0
nutrie říční	0
toulavý pes	5
toulavá kočka	26