

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2009

Lukáš Vlk

Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

**Vyhodnocení vybraných pojistných rizik v prostředí geografických
informačních systémů**

Lukáš Vlk

Diplomová práce

2009

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš VLK**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Pojistné inženýrství**

Název tématu: **Vyhodnocení vybraných pojistných rizik v prostředí
geografických informačních systémů**

Zásady pro vypracování:

Pojistná rizika a jejich vyhodnocování se zaměřením na fyziogeografické faktory.
Návrh a vytvoření modelu v ModelBuilderu pro identifikaci rizikových zón se zohledněním vybraných fyziogeografických faktorů.
Ověření funkčnosti modelu na vybraném zájmovém území.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

DUCHÁČKOVÁ, E. Principy pojištění a pojišťovnictví. Praha : Ekopress, 2003. 178 s. ISBN 80-86119-67-X.

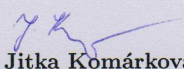
LONGLEY, P.A. a kol. Geographic information systems and science. Chichester: John Wiley & Sons, 2001. 454 s. ISBN 0-471-89275-0.

PACÁKOVÁ, V.: Aplikovaná poistná štatistika. Bratislava: IURA EDITION, 2004. 261 s. ISBN 80-8078-004-8.

SEKERKA, B.: Matematické a statistické metody ve financování, cenných papírech a pojišťovnictví. Praha: Profess Consulting, 2002. 397 s. ISBN 80-7259-031-6.

TUČEK, J. Geografické informační systémy: Principy a praxe. Praha: Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.

Vedoucí diplomové práce:


Ing. Jitka Komárková, Ph.D.

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Konzultant diplomové práce:

prof. RNDr. Viera Pacáková, Ph.D.


Ústav ekonomie

Datum zadání diplomové práce:

6. října 2008

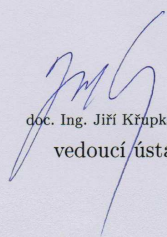
Termín odevzdání diplomové práce:

1. května 2009


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.


doc. Ing. Jiří Křepka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 6. října 2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 30. 4. 2009

Lukáš Vlček

Na tomto místě bych velmi rád poděkoval paní Ing. Jitce Komárkové, Ph.D. za pomoc, cenné připomínky a inspirující vedení při plánování, tvorbě a kompletování finální podoby této práce. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Intermap Technologies, s.r.o. za poskytnutí stěžejních mapových produktů a všem níže uvedeným pojišťovnám za informace o svých postupech a metodách.

ANOTACE

Práce se zabývá problematikou možností využití nástrojů geografických informačních systémů k oceňování vybraných rizik v oblasti pojišťovnictví.

První část práce se věnuje krátkému obecnému seznámení s jednotlivými druhy rizik a pojištění, které jsou vhodné pro aplikaci GIS a praxi vyhodnocení jednotlivých rizik ve vybraných pojišťovnách.

Druhá část je zaměřena na návrh a vytvoření modelu, který bude umožňovat ohodnocení rizikovosti zájmového území na základě vložených druhů rizik. Model bude vytvořen v ArcGIS ModelBuilder.

KLÍČOVÁ SLOVA

Riziko, neživotní pojištění, GIS, ArcGIS, ModelBuilder.

TITLE

Evaluation of chosen insured risks in environment of geographical information systems

ANNOTATION

The work deals with the possibility of using the tools of geographic information systems (GIS) for the measurement of selected risk in the insurance sector.

The first part of the work deals with a short theoretical introduction to the various types of risk and insurance, which are suitable for application of GIS and individual risk assessment practices in selected insurance companies.

The second part is focused on the design and creation of a model that will allow risk assessment of interest on the basis of the embedded types of risks. The model will be created in ArcGIS ModelBuilder.

KEYWORDS

Risk, non-life insurance, GIS, ArcGIS, ModelBuilder.

Obsah

ÚVOD	10
1. POJISTNÉ RIZIKO	11
1.1. NEJISTOTA A RIZIKO	11
1.2. POJIŠTĚNÍ A RIZIKO	12
1.3. MOŽNOSTI DĚLENÍ RIZIKA A JEHO KRYTÍ	14
1.4. RISK MANAGEMENT	15
2. POJIŠŤOVNICTVÍ A VYUŽITÍ GIS	16
2.1. ŽIVOTNÍ POJIŠTĚNÍ	16
2.2. NEŽIVOTNÍ POJIŠTĚNÍ	17
2.2.1. Základní pojmy v neživotním pojištění	18
2.2.2. Neživotní pojištění osob	19
2.2.3. Pojištění majetku	20
2.2.4. Pojištění odpovědnosti za škody	21
2.2.5. Pojištění právní ochrany	22
2.2.6. Cestovní pojištění	22
3. CHARAKTERISTIKA NEŽIVOTNÍCH POJISTNÝCH RIZIK ZPRACOVATELNÝCH V GIS	23
3.1. ŽIVELNÍ RIZIKA	23
3.2. POVODNĚ A ZÁPLAVY	25
3.2.1. Povodně a záplavy na území ČR	25
3.2.2. N-letá voda	26
3.3. VICHŘICE A OSTATNÍ VZDUCHOVÉ HMOTY	28

3.4.	POŽÁRY	29
3.5.	ZEMĚTŘESENÍ	29
3.6.	OSTATNÍ RIZIKA NEŽIVOTNÍHO POJIŠTĚNÍ	30
4.	VYUŽITÍ GIS V POJIŠŤOVNICTVÍ	31
4.1.	MOŽNOSTI VYUŽITÍ GIS VE ČLENSKÝCH POJIŠŤOVNÁCH ČAP	32
4.2.	DŮVODY NUTNOSTI VYUŽITÍ GIS V POJIŠŤOVNICTVÍ	33
4.3.	POŽADAVKY POJIŠŤOVEN NA GIS	33
5.	PRAKTICKÉ VYUŽITÍ GIS V ČESKÝCH KOMERČNÍCH POJIŠŤOVNÁCH U VYBRANÝCH POJISTNÝCH RIZIK	35
5.1.	ČSOB POJIŠŤOVNA, A.S.	35
5.2.	ČESKÁ POJIŠŤOVNA, A.S.	36
5.3.	GENERALI POJIŠŤOVNA, A.S.	36
5.4.	KOOPERATIVA POJIŠŤOVNA, A.S.	37
5.5.	SHRNUTÍ	37
6.	VYHODNOCENÍ VYBRANÝCH POJISTNÝCH RIZIK POMOCÍ GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ	38
6.1.	NÁVRH POSTUPU A POUŽITÉ NÁSTROJE	38
6.2.	ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ	38
6.3.	SBĚR A ZDROJE DAT	39
6.3.1.	Zabaged [®] - 3D vrstevnice	40
6.3.2.	Data společnosti Intermap Technologies	41
6.3.3.	Topografická data	41
6.4.	PŘEDZPRACOVÁNÍ DAT	42
6.5.	DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU	43

6.5.1.	Interpolace z vrstevnic.....	44
6.5.2.	Interpolace DMT z bodového pole.....	47
6.5.3.	Stínování reliéfu (Hillshade)	48
6.5.4.	Hydrologické analýzy.....	50
6.6.	NÁVRH VLASTNÍHO MODELU RIZIKOVÝCH OBLASTÍ V ARCGIS MODELBUILDERU.....	50
6.6.1.	Návrh vlastního modelu	52
6.6.2.	Tvorba modelu v ModelBuilderu	57
6.7.	MOŽNOSTI PRO INDIVIDUÁLNÍ POSOUZENÍ RIZIKA	61
7.	ZÁVĚR	63
8.	POUŽITÁ LITERATURA	65
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ	67
10.	SEZNAM TABULEK.....	68
11.	SEZNAM PŘÍLOH	69

Seznam zkratek

CEDA - Central European Data Agency, a.s.

ČAP - Česká asociace pojišťoven

ČR - Česká republika

ČSOB - Československá obchodní banka, a.s.

ČP - Česká pojišťovna, a.s.

DGN - formát vektorových dat

GIS - geografické informační systémy

DMT - digitální model terénu

FLEXA - druh pojištění majetku (fire, lightning, explosion, airplane)

FRAT - počítačový systém pro analýzu povodňových rizik

GML - formát vektorových dat

IDW - Metoda inverzních vzdáleností

JPO - jednotky požární ochrany

Q - označení pro N-letou vodu

SHP - formát vektorových dat

S-JTSK- druh souřadnicového systému

Úvod

Pojišťovnictví se snaží eliminovat následky vzniku potenciaálně možných životních i neživotních rizik. V dnešní době množství rizik, které pojišťovny pokrývají, nepřetržitě roste, proto je nezbytně nutné vytvářet stále dokonalejší nástroje pro analýzu nebezpečných a rizikových faktorů. Jedním z běžně využívaných a rychle se rozvíjejícím nástrojů v oblasti pojišťovnictví jsou geografické informační systémy (GIS). Jejich uplatnění je situováno převážně do oblasti neživotního pojištění, konkrétně na pojistné události způsobené vlivem činnosti živlů. Hloubka i šíře pokrytí jednotlivých živelních rizik se v pojišťovnách značně liší, proto se práce pokusí získat postupy a metody některých z pojišťoven, přestože získávání citlivých dat z pojišťoven je velmi obtížné.

Práce sleduje možnost vyhodnocení vybraných živelních rizik na zájmovém území. Úvodní kapitoly práce se zaměří na obecné seznámení s pojmem riziko a jeho výskyt v pojišťovnictví. V těchto kapitolách budou vymezena konkrétní odvětví pojišťovnictví, se kterými GIS spolupracují nejvíce a práce se jimi bude dále zabývat. Další část se pokusí definovat základní druhy živelních rizik a blíže popsat rizika, která jsou ve vztahu k umístění naší republiky stěžejní. Oslovením poboček vybraných pojišťoven bude realizován sběr informací o běžné pojistné praxi a využití geografických informačních systémů k vyhodnocení rizika zájmového území. Závěrečnou kapitolou vycházející ze všech dříve zjištěných informací bude předložení vlastního vytvořeného modelu v programu ArcGIS. Nejprve bude definován návrh postupu a následovat bude jeho realizace.

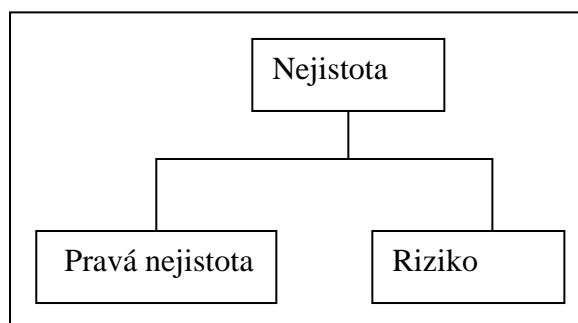
Cílem práce je vytvoření poloautomatizovaného modelu v prostředí ArcGIS Desktop ModelBuilder, který umožní identifikaci rizikovosti zvoleného místa ve vybraném zájmovém území se zohledněním kombinace více rizik. Model bude vytvořen na základě vlastního návrhu řešení situace a na základě informací o postupu získaných v pojišťovnách. Prvním krokem práce bude vytvoření reálného digitálního modelu terénu zájmového území, který poslouží jako podklad pro budoucí výstupy. Výsledný model v ModelBuilderu bude tvořen postupně, v dílčích krocích, a teprve po ověření funkčnosti bude daná část přidána do vlastního modelu. Funkčnost modelu ověří aplikace na vybrané zájmové území. Na závěr práce budou případně zmíněny nové postřehy vyplývající z práce, které by mohly být využity při vyhodnocení rizikovosti zájmového území.

1. Pojistné riziko

Lidská společnost je ovlivňována působením náhodných sil, nepředvídaných událostí. Nahodilé síly mohou mít z hlediska lidské společnosti kladné výsledky, ale také negativní důsledky. Tyto okolnosti vyplývají z přírodních jevů (například nemoci, působení živelních sil) i ze samotné lidské společnosti, tedy z jejich nedokonalosti (havárie, krádeže, úrazy). S rozvojem lidské společnosti dochází k ekonomickým, technickým a sociálním přeměnám, které znamenají na jedné straně zvyšování životní úrovně, ale na druhé straně také přinášejí větší nebezpečí [11].

1.1. Nejistota a riziko

Všechny subjekty v ekonomice jsou neustále vystaveny nebezpečí vzniku nějaké škody. Toto nebezpečí ohrožuje jistotu těchto subjektů, proto se mluví o nejistotě. Riziko je nejistota, která se dá měřit (počtem pravděpodobností), na rozdíl od „pravé nejistoty“, která měřitelná není. Riziko lze popsat určitou hodnotou pravděpodobnosti. Rozdělení nejistoty je popsáno na Obrázku 1.



Obrázek 1 Nejistota (zdroj: [11])

Pravá nejistota vyjadřuje stav, kdy je rozdělení pravděpodobnosti nspecifikovatelné. Lze rozlišit pravou nejistotu částečnou, kdy nejsou známy úplné informace, jen některé parametry, a úplnou, kdy nelze zcela odhadnout pravděpodobnost výskytu, protože informace nejsou známy.

V závislosti na povaze příslušného jevu či procesu mohou realizací příslušného rizika vzniknout jednak výhradně záporné odchylky od cíle, v tomto případě se jedná o tzv.čisté riziko., jednak mohou nastat jak záporné, tak i kladné odchylky od cíle, kdy jde

o tzv. spekulativní riziko (sázení, hazard, spekulace na burze, apod.). Pojištění se zabývá pouze čistými riziky, u kterých lze sledovat objektivní a subjektivní stránku. Objektivní riziko je dáno objektivně nezávisle na lidech (např. blesk, přírodní katastrofy). Subjektivní riziko existuje v závislosti na činnosti lidí, bez ohledu na to, zda na vědomé či nevědomé, rizikové momenty závisí na duševních a charakterových vlastnostech lidí (lidská neopatrnost, schopnosti, morální riziko, apod.). Součástí subjektivního rizika je i tzv. morální riziko, které se vztahuje na změnu pravděpodobnosti realizace rizika po sjednání pojištění. Dále je tento pojem spojen s tzv. pojistnými podvody. [4], [11]

1.2. Pojištění a riziko

Pojištění je úzce spojené s rizikem, je spjata s přesunem rizika na pojistitele. Pojem riziko pochází z arabského slova „risk“ a původně toto slovo označovalo jak příznivou, tak i nepříznivou událost v životě člověka. Dnes se jeho používání omezilo pouze nanepříznivé události.

Riziko je možné všeobecně definovat i jako možnost vzniku události s výsledkem odchýleným od cíle, a to s určitou objektivní pravděpodobností. Příčina možnosti vzniku odchylky spočívá už přímo v některých faktorech, za kterých se činnost odehrává. Odchylka mezi předpokládaným a skutečným výsledkem může být negativní (výsledek je nepříznivější než předpoklad) nebo pozitivní (výsledek je příznivější než předpoklad). Možnost vzniku nepříznivé odchylky je riziko. Je to možnost vzniku, ale ne odchylka sama. Až realizace rizika jako potencionální možnosti znamená vznik odchylky. Riziko znamená pravděpodobnost, že nám škoda v důsledku negativní odchylky vznikne nebo nevznikne, nikdy to nemůže být jistota, že daná negativní odchylka nastane. Riziko je za stejných předpokladů a za stejných podmínek stejné pro všechny členy - skupina vystavená určitému riziku se nazývá rizikové společenství.

Pojistitel, který na sebe přebírá velké množství rizik různého charakteru, musí k ohodnocení rizik zaujmout velmi zodpovědný postoj. Riziko pojistitele spočívá v nebezpečí, zda přijaté pojistné bude postačující k výplatě veškerých oprávněných pojistných plnění. Teorie rizika je proto logicky první oblastí v pojistných vědách, v které se vzhledem k praktickému rozvoji především neživotního pojištění začaly používat pokročilé metody teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky [28].

Základem modelů kolektivního a individuálního rizika jsou rozdělení počtu a výšky individuálních pojistných plnění. Při řešení rozhodujících otázek pro pojistitele, souvisejících se zajištěním, spoluúčastí, výškou rezerv, pravděpodobností krachu a podobně, je důležitá znalost základních charakteristik a rozdělení pravděpodobnosti celkového pojistného plnění S , tzv. kolektivní model rizika. Vztahy pro výpočet kolektivního rizika a podrobnosti o teorii rizika jsou uvedeny v [28].

V pojišťovací praxi je pojem riziko užíván v trojí slova smyslu. Nejprve je možné riziko chápat jako předmět ohrožený nahodilým nebezpečím (např. budova, dopravní prostředek, apod.). Dále je riziko vysvětlované jako událost způsobující škody, tedy zdroj rizika (např. požár, havárie, úraz, apod.) - nejčastější způsob chápání rizika. Poslední možností pochopení rizika je pravděpodobnost vzniku náhodné události s negativními dopady.

Pro svět, ve kterém žijeme, je charakteristická řada nejistot a nahodilosti. Pojištění v takovém světě slouží jako nástroj finanční eliminace negativních důsledků nahodilosti. Lze ho považovat za ochranu proti pojistným rizikům, kdy pojištěný přenesl svá rizika, jejichž potencionální škodní důsledky jsou z jeho individuálního hlediska neúnosné, na pojistitele. Při dostatečně velkém souboru rizik podobného charakteru je pojistitel schopen převzít rizika s využitím vyinkasovaného pojistného nejen zvládat, ale případně je učinit předmětem výnosné činnosti. Komerční pojišťovny mohou pojistit pouze ta rizika, při kterých existuje možnost stanovení pravděpodobnosti škody, toto riziko se nazývá pojistitelné riziko. Ostatní rizika nesplňující tyto podmínky se nazývají riziky nepojistitelnými. Rozlišení pojistitelných a nepojistitelných rizik je důležité kvůli eliminaci takových nebezpečí, pro která by se pravděpodobná výška případných škod nedala objektivně měřit, a proto ani objektivně ocenit. [4], [11]

Velikost rizika má dvě charakteristiky: četnost výskytu a závažnost (velikost škody spojená s realizací rizika). Existuje několik kombinací vzájemných vztahů těchto dvou charakteristik [11].

- nízká četnost a nízká závažnost rizika - riziko se realizuje zřídka a při realizaci vznikají malé škody,

- vysoká četnost a nízká závažnost rizika - u daného rizika dochází k časté realizaci, ale malými škodami v důsledku realizace rizika,
- nízká četnost a vysoká závažnost rizika - riziko se realizuje zřídka, ale realizace znamená vysokou škodu,
- vysoká četnost a vysoká závažnost rizika - riziko se realizuje často a jeho výše je vysoká.

1.3. Možnosti dělení rizika a jeho krytí

Pojistná rizika mohou být klasifikována z pohledu různých hledisek [4]:

- čisté - je prokazatelně náhodného charakteru (např. doba života),
- spekulativní - riziko uměle vytvořené (např. hazard),
- objektivní - dáno objektivními faktory (např. věk, pohlaví, zaměstnání),
- subjektivní - dáno subjektivními faktory (např. snaha zachovat si své zdraví, vyhnout se střetu se zákonem),
- ostatní - morální riziko, osobní riziko, živelní riziko, vodovodní riziko, dopravní riziko, riziko odcizení a vandalství, šomážní riziko, strojní riziko, zemědělské riziko, odpovědnostní riziko, sociálně-politické riziko, obchodně-finanční riziko, moderní rizika, atd.

V pojišťovnictví je možné členění rizika podle příčiny vzniku rizika na [11]:

- rizika přírodní,
- rizika vyvolaná lidským faktorem,
- rizika technická,
- rizika vyvolaná lidmi.

Z hlediska realizace rizika je možné rozlišovat různé rozměry rizika [11]:

- okamžik realizace rizika – jedná se o rozměr, který má každé riziko. Pokud by bylo předem známo, kdy se událostí uskuteční, nejednalo by se o riziko, ale jistotu,

- výskyt realizace rizika – rozměr, který lze sledovat pouze u rizik s absolutní nahodilostí (mohou se realizovat, ale nemusí – např. požár),
- rozsah realizace rizika – rozměr, který mají pouze ta rizika, která se mohou realizovat nejen plně, ale i částečně,
- realizace rizika, nastání události, která ohrožuje daný ekonomický subjekt, vede ke vzniku škody.

Ke krytí pojistných rizik dochází jednak prostřednictvím státu, které přichází v úvahu především pro řešení škod velkého a hromadného rozsahu (živelné katastrofy). Dále jsou rizika kryta individuálním zabezpečením, znamená to tvorbu individuálních rezerv na krytí rizik prostřednictvím různých druhů spoření, přitom míra krytí rizik je ohraničena naspořenými prostředky. Zbývajícím způsobem krytí rizik je pojištění, které znamená přenesení rizika na specializovanou instituci - pojistitele, opět se jedná o tvorbu rezerv na krytí rizik [11].

1.4. Risk management

Snaha zvládnout riziko pomocí určitých vědeckých přístupů vedla ke vzniku speciálního oboru risk managementu. Základní myšlenka risk managementu spočívá v soustavné analýze ekonomických činností z hlediska zřetelných, potencionálních i skrytých rizik. Risk management je racionální jednání v rizikové situaci tak, aby byla chráněna současná i budoucí aktiva podniku.

Pro dosažení nejlepších výsledků musí mít risk manažer vysokou pravomoc, jeho úkolem je pak dosažení přijatelného stupně bezpečnosti při vynaložení optimálních nákladů na prevenci a pojištění. Cílem risk managementu je dosažení bezpečné činnosti při co nejnižších nákladech na zajištění této bezpečnosti [10], [11].

Risk management představuje řadu činností, které lze rozdělit do několika fází - identifikace rizika, ocenění a kvantifikace rizika a kontrola a financování rizika. Více o fázích risk managementu je možné získat na [11].

2. Pojišťovnictví a využití GIS

Pojišťovnictví v dnešní době slouží především jako nástroj finanční eliminace negativních důsledků nahodilostí. Množství rizik, které pojišťovny prostřednictvím pojistek dokážou pokrýt, se stále zvyšuje a neexistuje téměř žádná věc, kterou by za určitých podmínek nebylo možné pojistit. S rostoucím množstvím rizik musí pojišťovny vyvíjet stále nové a lepší postupy a prostředky sloužící pro identifikaci možných rizik.

Jedním z nezbytných prostředků využívaných v oblasti pojišťovnictví jsou geografické informační systémy (GIS). S jejich využitím je možné se setkat jak v oblasti pojištění životního, tak i v pojištění neživotním, kde je jeho výskyt častější.

2.1. Životní pojištění

Životní pojištění zahrnují krytí rizik spojených s ohrožením života a zdraví lidí. Jednou z tendencí, která se ve společnosti začíná výrazně prosazovat, je větší starost o osobní zabezpečení v průběhu aktivního života i v období stáří. Lidé věnují stále větší pozornost zabezpečení své budoucnosti a také zabezpečení své rodiny. V této souvislosti patří mezi významné možnosti řešení životní pojištění.

V životním pojištění jsou kryta dvě základní rizika, a to riziko úmrtí a riziko dožití. V dnešní době životní pojištění kombinuje různými způsoby tato dvě rizika a navíc bývají do pojistných produktů v rámci životního pojištění zahrnuta i některá rizika spadající do neživotního pojištění (např. úraz, invalidita).

Dříve byl význam životního pojištění přikládán krytí rizika úmrtí, dnes se jedná o pojistný produkt, jehož hlavní přednost spočívá především v možnosti kombinace spoření a pojištění. Nabídka pojistných produktů je velice široká a neustále se rozvíjí. Na pojistném trhu se vyskytují samostatná pojištění pro případ smrti nebo pro případ dožití, ale i pojištění pro případ smrti nebo dožití, která umožňují kombinaci pojištění a spoření.

Podle způsobu použití přijatého pojistného k zabezpečení pojistného plnění pojistitele lze pojistné rozdělit na dvě složky: rizikové pojistné (tvoří část netto pojistného,

kde se hodnota pravděpodobnosti pojistné po dobu trvání pojištění v čase výrazně nemění) a pojistné rezervotvorné (tvoří část netto pojistného, kde hodnota pravděpodobnosti pojistné události v čase roste a kdy se podstatná část pojistného ukládá do rezervy na závazky budoucích let). [4], [11], [35]

Na základě Zákona o pojišťovnictví č. 363/1999 je odvětví životního pojištění rozděleno na následující [35]:

- pojištění pouze pro případ smrti, pojištění pouze pro případ dožití, pojištění pro případ dožití se stanoveného věku nebo dřívější smrti, pojištění spojených životů, životní pojištění s vrácením pojistného,
- svatební pojištění nebo pojištění prostředků na výživu dětí,
- důchodové pojištění,
- pojištění podle bodů 1 až 3 spojené s investičním fondem,
- kapitálové činnosti,
- pojištění pro případ úrazu nebo nemoci, je-li doplňkem pojištění podle odvětví 1 až 5.

Z důvodu velkého množství zohledňovaných faktorů v životním pojištění je použití v GIS značně komplikované, a proto se v souladu se zadáním práce zaměří především na oblast neživotního pojištění.

2.2. Neživotní pojištění

Pro využití GIS ve své práci se soustředím především na oblast neživotního pojištění. Toto pojištění zahrnuje krytí celé škály rizik neživotního charakteru. V rámci neživotních pojištění jsou kryta rizika různého charakteru, a to rizika ohrožující zdraví a životy osob, rizika vyvolávající přímé věcné škody a rizika vyvolávající finanční ztráty. Na rozdíl od životního pojištění je neživotní pojištění uzavíráno na kratší pojistné doby (nejčastěji rok) s pravidelným prodlužováním. Tento druh pojištění dále charakterizuje, že se většinou jedná o škodová pojištění s pojistným plněním omezeným rozsahem pojistného zájmu – skutečným rozsahem škody nebo dobou trvání následků škody. Různorodost neživotního pojištění umožňuje vzájemnou kombinaci jednotlivých pojistných produktů pro dosažení komplexnosti pojištění [11].

Pod pojmem neživotní pojištění se rozumí následující druhy pojištění [4], [11]:

- neživotní pojištění osob,
- pojištění majetková,
- pojištění odpovědnosti,
- pojištění právní ochrany,
- cestovní pojištění.

2.2.1. Základní pojmy v neživotním pojištění

V pojišťovnictví se používají celé řady pojmů, některé jsou univerzální pro životní i neživotní pojištění, ale také se používají pojmy, které mají smysl pouze v neživotním pojištění.

Účastníci pojištění a základní pojmy pojišťovnictví jsou definovány následovně [4]:

- pojistitel – právnická osoba, která je oprávněna provozovat pojišťovací činnost podle zvláštního zákona,
- pojistník - osoba, která s pojistitelem uzavřela pojistnou smlouvu,
- pojištěný - osoba, na jejíž život, zdraví, majetek, odpovědnost za škodu nebo jiné hodnoty pojistného zájmu se soukromé pojištění vztahuje,
- oprávněná osoba - osoba, které v důsledku pojistné události vznikne právo na pojistné plnění,
- obmyšlený - osoba určená pojistníkem v pojistné smlouvě, které vznikne právo na pojistné plnění v případě smrti pojištěného,
- pojistné riziko - míra pravděpodobnosti vzniku pojistné události vyvolaná pojistným nebezpečím,
- pojistná událost - nahodilá skutečnost blíže označená v pojistné smlouvě nebo ve zvláštním právním předpisu, na který se pojistná smlouva odvolává, a se kterou je spojen vznik povinnosti pojistitele poskytnout pojistné plnění,
- pojistná smlouva - smlouva o finančních službách, ve které se pojistitel zavazuje v případě vzniku nahodilé události poskytnout ve sjednaném rozsahu plnění a pojistník se zavazuje platit pojistiteli pojistné,

- pojistný kmen – souhrn pojistných smluv, které pojišťovna v rámci určitého pojištění spravuje,
- pojistná doba - doba, na kterou bylo soukromé pojištění sjednáno.

Pro neživotní pojištění se využívají také pojmy specifické [4]:

- intenzita pojistné ochrany (I) – poměr pojistného plnění vůči škodě, kde platí $0 \leq I \leq 1$,
- pojistná hodnota (H) – v době uzavření pojistné smlouvy se jedná o reálné ocenění pojišťované věci a v okamžiku pojistné události je to časová nebo nová cena pojištěné věci,
- časová cena – cena, kterou měla věc bezprostředně před pojistnou událostí; stanoví se z nové ceny věci, přičemž se přihlíží ke stupni opotřebení nebo jiného znehodnocení anebo k zhodnocení věci, k němuž došlo její opravou, modernizací nebo jiným způsobem,
- nová cena – cena, za kterou lze v daném místě a v daném čase věc stejnou nebo srovnatelnou znovu pořídit jako věc stejnou nebo novou, stejného druhu a účelu,
- pojistná částka S – je v neživotním pojištění údaj technického charakteru tvořící základ pro výpočet pojistného,
- škodná událost - skutečnost, ze které vznikla škoda a která by mohla být důvodem vzniku práva na pojistné plnění,
- další pojmy jsou přesně definovány v [4], [35].

2.2.2. Neživotní pojištění osob

Neživotní pojištění zaměřená na eliminaci škod vzniklých na lidských životech lze členit na dvě základní skupiny, a to úrazové pojištění a soukromé zdravotní [4]. Z důvodů obtížné aplikace do GIS, jako u pojištění životního, se tímto druhem pojištění ve své práci zabývat nebudu.

2.2.3. Pojištění majetku

Oblastí pojišťovnictví s největším využitím GIS softwaru je pojištění majetku, pojišťovny nejčastěji vypracovávají a využívají mapy umožňující předvídat a mapovat rizika různých živelných rizik ohrožující majetek (povodňové mapy, větrné mapy, apod.).

Majetkové pojištění patří k základním, tradičním pojistným produktům a jedná se většinou o pojištění týkající se skutečně nahodilých událostí, při kterých dochází ke škodám na majetku. Základními skupinami jsou pojištění majetku obyvatelstva, pojištění průmyslových a podnikatelských rizik a pojištění zemědělských rizik. Tento druh pojištění zahrnuje širokou oblast krytí rizik, která se dá rozdělit podle jejich důsledku na rizika, při jejichž realizaci dochází ke vzniku přímých věcných škod, a na rizika, kde dochází ke vzniku finančních ztrát [10].

a) Rizika vzniku přímých věcných škod

První oblast zahrnuje především rizika živelní, vodovodní, rizika havarijní a rizika odcizení a vandalství. Živelní rizika jsou zahrnuta ve většině pojištění majetku. Vznikají působením živelních událostí, kterými jsou například požár, vichřice, výbuch, blesk, povodeň, záplava, krupobití, zemětřesení, pád stromu, působení sněhu a námrazy, náraz nebo zřícení letadla. Jednotlivá živelní rizika jsou podrobně popsána v (zákon). U těchto rizik se nejčastěji uplatňuje tzv. pojištění FLEXA (fire, lightning, explosion, airplane). Na živelní rizika navazují vodovodní rizika, kde se jedná o riziko škod způsobených vodou vytékající z vodovodních zařízení. Rizika havárie dopravního prostředku můžeme rozdělit jednak na rizika vzniklá na dopravním prostředku a dále na rizika vzniklá na přepravovaném nákladu. Tzv. kaskopojištění kryje například havární rizika motorových vozidel, pojištění leteckého kaska a pojištění lodního kaska. Tzv. kargopojištění je pojištěním přepravy a kryje riziko zničení, odcizení nebo ztráty věci ve vnitrostátní dopravě nebo v zahraničním obchodě. Dalšími riziky této oblasti jsou odcizení a vandalství, týkají se škod na majetku v souvislosti se zásahem třetí osoby. Oblast rizik vzniku přímých škod uzavírají rizika strojní týkající se škod spojených s havárií nebo poruchou strojního zařízení. [10], [11]

b) Rizika vzniku finančních ztrát

Druhou oblast rizik tvoří rizika přerušení provozu a rizika úvěrová. Rizika přerušení provozu jsou rizika škod v důsledku přerušení provozu nebo výroby v důsledku živelní události, havárie, výpadku dodávky elektrické energie atd. Tato rizika jsou pokryta tzv. šomážním pojištěním. Rizika úvěrová jsou spjata s nesplacením úvěru v důsledku nesolventnosti dlužníka, platební nevěle a v důsledku vnějších podmínek, díky kterým není možné zaplatit [10], [11], [33].

Tento druh pojištění pojišťovny prostřednictvím GIS analyzují nejčastěji, proto se jím budu níže podrobněji zabývat.

2.2.4. Pojištění odpovědnosti za škody

Pojištění odpovědnosti za škodu se vztahuje na škody způsobené na majetku a zdraví nebo zájmech jiných osob a organizací. Potřeba odpovědnostního pojištění je dána kulturním a technickým rozvojem společnosti. Pojištění na sebe přebírá všechny druhy zákonných náhrad a zbavuje pojištěného povinnosti zaplatit škody v případě, že by pro něj v oblasti pojistné ochrany vyplynuly povinnosti náhrady škody. Pojištění se obvykle nevztahuje na škodu způsobenou úmyslně, na škodu nad rámec stanovený právními předpisy, na škodu, za kterou pojištěný odpovídá přímým příbuzným nebo osobám žijícím s ním ve společné domácnosti, při nesplnění povinnosti k odvracení škody atd. [4], [5]. Odpovědnostní pojištění je obvykle členěno podle jeho právní formy na [4]:

- smluvní pojištění odpovědnosti (subjekt nese odpovědnost za škodu na základě vlastního uvážení):
 - pojištění odpovědnosti za škody občana v běžném občanském životě,
 - speciální pojištění odpovědnosti za škody občana,
- povinné smluvní pojištění odpovědnosti (subjekty jsou povinny na základě právních předpisů sjednat příslušnou pojistnou smlouvu jako podmínku určité činnosti), například:
 - povinné smluvní pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla (povinné ručení),

- povinné smluvní pojištění odpovědnosti provozovatelů civilních letadel,
- povinné smluvní pojištění odpovědnosti za škody vzniklé při výkonu práva myslivosti apod.,
- zákonné pojištění odpovědnosti (vymezené subjekty mají ze zákona povinnost platit pojistné, aniž by byla sjednaná pojistná smlouva – pojištění odpovědnosti organizace za škodu způsobenou při pracovním úrazu a nemoci z povolání).

Pojištění odpovědnosti za škodu nemá velký vztah k určitému území, proto není vhodné pro podrobnější rozbor z hlediska problematiky GIS.

2.2.5. Pojištění právní ochrany

Pojištění právní ochrany zahrnuje krytí nákladů pojištěného v souvislosti s právními úkony a nákladů spojených s prosazením požadavků na náhradu škod pojištěného. V rámci pojistného plnění u tohoto pojištění jsou obvykle kryty soudní výdaje a náklady, náklady na svědky a soudní znalce povolane soudem, odměny a náklady zvoleného právního zástupce, náklady na provedení výkonu rozhodnutí, apod. [11].

Podobně jako u předchozího druhu pojištění je i pojištění právní ochrany špatně analyzovatelné prostřednictvím GIS.

2.2.6. Cestovní pojištění

Cestovní pojištění kombinuje velké množství pojistných produktů různého typu. V dnešní době je značně flexibilní a jeho možnosti se například díky možnosti sjednání přes internet nebo telefonicky rychle rozvíjí. Zahrnuje většinou následující pojistné produkty: pojištění zdravotní kryjící náklady na lékařskou péči, léky, pobyt v nemocnici apod., pojištění úrazové, storno pojištění zájezdu, pojištění zavazadel, pojištění odpovědnosti a další [11].

V cestovním pojištění by se za určitých podmínek GIS daly využít, ale z důvodu velkého rozsahu území jsou zde velké nároky na sběr vhodných dat, a proto je tento druh pojištění pro moji práci nevhodný.

3. Charakteristika neživotních pojistných rizik zpracovatelných v GIS

Pojišťovny při analýzách pojistných rizik používají GIS především v neživotním pojištění, konkrétně v pojištění majetku. Toto pojištění zahrnuje krytí rizik, jejichž realizací dochází ke škodám na majetku (poškození, zničení, ztráta věcných hodnot, finanční ztráty). Pojištění majetku zahrnuje krytí celé řady rizik, která lze rozdělit podle jejich důsledků na [11]:

- rizika, při jejichž realizaci dochází ke vzniku přímých věcných škod,
- rizika, při jejichž realizaci dochází ke vzniku finančních ztrát.

Do první oblasti patří živelní rizika, vodovodní rizika, rizika havarijní a rizika odcizení a vandalství. Tyto druhy rizik lze prostředím GIS relativně dobře zachytit. Do druhé oblasti se řadí rizika přerušování provozu a rizika úvěrová. Zpracování těchto rizik v GIS je těžko zachytitelné.

Při stanovení rizikovosti jednotlivých území pojišťovny nejčastěji pracují s informacemi o různých druzích živelného pojištění (povodně, vichřice, požáry, zemětřesení, apod.).

3.1. Živelní rizika

Živelní rizika vyplývají z působení fyziografických faktorů. Podle Netopila je fyzická geografie vědní disciplína v rámci geografických věd, zabývající se studiem fyzickogeografické sféry Země. Z časového a prostorového hlediska popisuje, studuje a prognózuje procesy a jevy, které se v ní odehrávají. Fyzickogeografická sféra Země se skládá z jednotlivých geosfér [19]:

- zemská kůra s georeliéfem – nejsvrchnější vrstva pevného zemského tělesa, jejíž povrch se označuje jako georeliéf,
- atmosféra – plynný obal Země (po ozonovou vrstvu),
- hydrosféra – geosféra tvořená vodami oceánů a pevniny,

- kryosféra – část zemské kůry a hydrosféry, jejíž teplota je po více než 2 roky pod bodem mrazu,
- pedosféra – půdní pokryv na povrchu pevnin,
- biosféra – geosféra s podmínkami pro život a trvale obydlena živými organismy,
- fyzickogeografická + socioekonomická sféra = krajinná sféra Země.

V posledních několika letech jsme svědky velkých změn počasí a teplotních výkyvů. Tropické počasí střídají prudké poklesy teplot a přívalové deště. Právě kvůli nedostatku srážek v průběhu jarních měsíců bývá půda vyschlá a ztvrdlá a nedokáže absorbovat velké množství deště, který padá z nebe. Výsledkem toho je, že voda stéká po povrchu a způsobuje lokální záplavy.

Extrémní změny počasí se stávají stále častější a intenzivnější. Povodně a extrémní bouře přicházejí do některých oblastí i několikrát ročně a s mnohem větší razantností. Kromě přestěhování je účinným pomocníkem proti přírodním živlům a jejich rozmarům dobré a aktuální pojištění majetku.

Pojištění majetku existuje dvojího druhu, na časovou hodnotu a na novou hodnotu. Starší pojistné smlouvy o pojištění staveb byly většinou sjednány na časovou cenu. To v praxi znamená, že v případě pojistné události je pojistné plnění vyplaceno v časové ceně, tedy ceně nové věci minus opotřebením podle stáří budovy (u budovy zděné konstrukce činí opotřebením 0,5 % ročně, což v případě domku z 30. let minulého století představuje téměř 40 %).

V případě pojištění domácnosti bývá častou příčinou nedostatečné pojistné ochrany skutečnost, že pojistná částka, na kterou byly původní pojistné smlouvy uzavřeny, je znehodnocena vlivem inflace, vybavení domácnosti přibývá a je obnovováno.

Z tohoto důvodu je pojistnou smlouvu třeba pravidelně aktualizovat, aby nedošlo k tzv. podpojištění majetku. Dnes je běžným standardem, že pojišťovny nabízejí pojištění na tzv. novou hodnotu. To v překladu znamená, že klient obdrží od pojišťovny takové pojistné plnění, aby si mohl majetek obnovit na úrovni současných pořizovacích cen (podle údajů České pojišťovny je až polovina smluv zastaralých). [21]

3.2. Povodně a záplavy

Obecně lze povodeň definovat jako přechodné výrazné zvýšení hladiny vodního toku způsobené náhlým zvýšením průtoku nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, při kterém hrozí vylití vody z koryta nebo při kterém se voda z koryta vylévá a může způsobit škody [17].

Povodně vyskytující se na území ČR lze podle příčin rozdělit do několika hlavních typů [21]:

- zimní a jarní povodně způsobené táním sněhové pokrývky,
- letní povodně způsobené dlouhotrvajícími srážkami,
- letní povodně způsobené krátkodobými srážkami velké intenzity (často i přes 100 mm za několik hodin),
- zimní povodně způsobené ledovými jevy na tocích i při relativně menších průtocích.

Při pojištění stavby či domácnosti je důležité vědět, na co se pojištění vztahuje. Pokud je sjednáno pojištění proti povodni, rozumí se tím zaplavení větších či menších územních celků vodou, která se vylije z břehů vodních toků, nádrží, nebo jejich břehy protrhla. Oproti tomu záplavou se rozumí stav, jestliže se voda šíří z jiných příčin než u povodně. Takovou událostí může být přívalový déšť, kdy si následně voda najde odtok přes pozemek nebo dům [21].

3.2.1. Povodně a záplavy na území ČR

Na území ČR se od jejího vzniku vyskytly velké povodně dvakrát, v roce 1997 a v roce 2002. Před „prvními“ povodněmi v roce 1997 nepřikládali lidé hrozbě tohoto rizika příliš důraz. Z průzkumu, který si nechala Česká pojišťovna vypracovat od společnosti AISA, však vyplývá, že ani škody způsobené velkou vodou nepřesvědčily občany o nutnosti kvalitního pojištění majetku. Jestliže v roce 1997 zaplatily pojišťovny pouze 15 % škod (9,7 mld. Kč), v roce 2002 to bylo okolo 50 % škod (více než 36 mld. Kč). Z tohoto čísla by se dalo usoudit, že došlo k lepšímu pojištění majetku. Bohužel však toto zvýšení způsobil jiný faktor. Zvýšený podíl pojištěných škod

vyplývá z odlišností zaplaveného území. V roce 2002 byla postižena převážně velká města s jinou strukturou poškozeného majetku a zasaženy byly převážně podnikatelské subjekty, které se zpravidla pojišťují v dostatečném rozsahu a častěji svá pojištění aktualizují.

Po další povodňové vlně z roku 2006, která zasáhla celou Českou republiku, si však již lidé uvědomují, že extrémní výkyvy počasí (mezi nimi i povodně) nás budou navštěvovat stále častěji. Nebezpečí, že voda nebo jiný přírodní živel zničí jejich majetek, je nyní bráno jako reálná hrozba a nikoliv jako strašák pojišťoven.

V souvislosti s jarní povodní 2006 bylo nahlášeno 14 126 pojistných událostí s celkovou výší škod 779,6 mil. Kč. Do 30. června 2006 vyplatily pojišťovny celkem 91,8 % finančního plnění z pojištění občanů. V případě podnikatelských subjektů bylo k tomuto datu vyplaceno 40,5 % [21]. Počty pojistných událostí po povodních v roce 2002 udává Tabulka 1.

Tabulka 1 Vyřizování povodňových škod (zdroj: [21])

Vyřizování povodňových škod pojišťoven ČAP k 28. 2. 2003											
Pojišťovna	Počet pojistných událostí (ks)										
	Vyřizené										
	Pojištění obyvatel					Podnikatelé				Pojištění plodin a zvířat	Celkem
Celkem	domácnost	budovy	motorová vozidla	ostatní	Celkem	majetek	motorová vozidla	ostatní			
AIG						6	6				6
Allianz	1 808	718	979	111		295	232	63			2 103
Česká pojišťovna	41 052	13 621	10 682	250	16 499	2 810	2 345	70	395	237	44 099
ČSOB Poj., holding *	835					370				13	1 218
Generali	1 047	381	623	43		282	267		15	3	1 332
GERLING						16	14		2		16
GOTHAER	1	1				5	5				6
Hasičská	2 876	560	2 311	5		625	622	1	2	4	3 505
Komerční pojišťovna	127					79	71	8			206
Kooperativa	5 608	2 743	2 761	101	3	2 192	1 971	113	108		7 800
KRAVAG-SACH **)						4	1	2	1		4
Podnikatelská	80	26	11	20	23	69	53	16			149
Pojišťovna ČS	1 681	758	903	14	6	672	585	62	25		2 353
Slavia	67	43	24			23	23				90
Union	434	302	131	1		61	59	2			495
UNIQA	684	279	362	43		446	413		33		1 130
Zürich	29	2		27		31	30		1		60
pojišťovny ČAP	56 329	19 434	18 787	615	16 531	7 986	6 697	337	582	257	64 572

3.2.2. N-letá voda

V případě povodně se označení N-letá voda využívá pro označení „extrémnosti“ kulminačního průtoku. Hodnoty pro stanovení a posouzení se zjišťují analýzou

předchozích dlouhodobých pozorování. Pojem N-letá voda charakterizuje největší dosaženou nebo překročenou hodnotu kulminačního průtoku průměrně jednou za N let. Jako stoletou povodeň (Q100) tak je možno označit takovou povodeň, jejíž kulminační průtok je v daném místě dosažen nebo překročen jednou za 100 let (resp. desetkrát za tisíc let). Tuto charakteristiku však nelze používat jako predikční. Neznamena tedy, že po stoleté povodni se další stoletá povodeň vyskytne až za sto let. Z této charakteristiky tak pouze vyplývá, že každý rok existuje 1 % pravděpodobnost výskytu stoleté povodně.

Pro úplnost je třeba připomenout, že mezi N-letými vodami neplatí lineární úměra. Hodnota průtoku při stoleté povodni tak není jednoduchým dvojnásobkem průtoku při povodni padesátileté. Pro ilustraci velikosti jednotlivých průtoků poslouží Tabulka 2.

Tabulka 2 N-leté vody (zdroj: [6])

N-LETÁ VODA	PRŮTOK [M ³ .S ⁻¹]
Q1	856 m ³ .s ⁻¹
Q5	1770 m ³ .s ⁻¹
Q10	2230 m ³ .s ⁻¹
Q50	3440 m ³ .s ⁻¹
Q100	4020 m ³ .s ⁻¹

Z metodiky výpočtu používaného Českým hydrometeorologickým ústavem vyplývá, že stoletá (případně vyšší) povodeň se v období sta let vyskytne s pravděpodobností 63,4 %, v období dvakrát delším s pravděpodobností 86,6 % a v období dlouhém pěti set let s pravděpodobností 99,3 % [6].

Pojišťovny tento živel používají jako základní při stanovení výše pojistného pro neživotní pojištění. Každá pojišťovna rozlišuje podle svých informací různá povodňová území. Ve většině případů GIS softwary pracují s informacemi o 20leté (Q20), 50leté (Q50) a 100leté vodě (Q100). Tento druh živelního rizika je základní pro pojištění majetku, proto se jím budu ve své práci dále zabývat [23], [24], [25], [26].

3.3. Vichřice a ostatní vzduchové hmoty

Zemská atmosféra je velmi nestejnoroďá, je rozdělena na tzv. vzduchové hmoty. Vzduchová hmota je podle definice meteorologů určitou částí troposféry, která je proti svému okolí stejnorodá. V horizontálním směru zabírá vzduchová hmota prostor až několik tisíc kilometrů. Na naše území se postupně dostávají různé vzduchové hmoty. Nejčastěji nad naším územím máme polární vzduchovou hmotu (80 % sledované doby).

Atmosférická fronta je pásmo styku různých vzduchových hmot v atmosféře. Podle charakteru přesunu frontální čáry se rozlišují [2]:

- teplé fronty - postupuje-li relativně teplejší vzduchová hmota v horizontálním směru a zatlačuje studený vzduch, nastupující lehčí vzduch vykluzuje po ustupujícím klínu těžšího studeného vzduchu pomalu vzhůru a na jejich styčné ploše se tvoří teplá fronta (Příloha 1)
- studené fronty - studenější vzduch vytlačuje teplejší vzduchovou hmotu (Příloha 2)
- okluzní fronta - studená fronta postupuje rychleji než teplá fronta, časem ji dožene, spojí se u zemského povrchu dvě studené vzduchové hmoty. Jedna, která postupovala před studenou frontou, a druhá, která postupovala za studenou frontou. Teplý vzduch, který ležel mezi oběma frontami, je vytlačen vzhůru nad zemský povrch (Příloha 3),
- stacionární fronta - pokud se fronta mezi pozorovacími termíny podstatně nepřemísťuje, jedná se o stacionární frontu.

Vítr je horizontální proudění vzduchu v atmosféře. Je vyvolaný rozdíly v tlaku vzduchu a rotací Země. Sílu větru udává tzv. Beaufortova stupnice. Riziko tohoto živlu se změnami klimatických podmínek stále častěji rozšiřuje i na naše území. Pojišťovny využívají informace o větru z tzv. větrných map a dále z vlastních interních informací [1]. Ukázka větrné mapy je zachycena v Příloze 4.

V minulosti převládal mezi lidmi názor, že ČR je region vystavený pouze rizikům povodní a záplav. Výkyvy počasí však ukazují, že českým domácnostem a podnikům hrozí nejen velká voda. Na začátku roku 2007 byly pojistné události v kategorii živelní pohroma

nejčastěji způsobené větrnou smršťí Kyrill. Orkán zasáhl Evropu 18. ledna 2007 silou větru srovnatelnou s tropickými hurikány. Podle údajů ČAP bylo nahlášeno celkem 58 693 pojistných událostí. Z toho bylo již během prvních třech měsíců vyřízeno 87,5 % a včetně záloh vyplatily pojišťovny v tomto období poškozeným necelou miliardu korun.

S větrem při výpočtu pojištění počítá méně pojišťoven než s povodněmi a není mu přikládána taková váha. K zohlednění tohoto rizika dochází většinou až v případě, kdy se v pojištěné lokalitě opakovaně vyskytla větrná smršť. Pokud se bude působení klimatických změn stupňovat, začnou i pojišťovny přikládat působení větru větší důraz při výpočtu výše pojistného (například Česká pojišťovna rozlišuje 1-3 větrné zóny: 1. slabá síla větru, 2. střední síla větru, 3. nejsilnější síla větru) [21].

3.4. Požáry

S teplým letním počasím vzrůstá také nebezpečí požárů. Vzhledem k tomu, že množství vody, které je schopna země vsáknout, závisí na délce a intenzitě srážek, může sucho z krajů vyhnat pouze několikadenní drobný déšť, nikoli intenzivní přívalové deště doprovázené bouřkami. Čím je totiž déšť prudší a kratší, tím méně vody se do půdy dostane. I přes vydatné srážky proto může být na mnoha místech stále nedostatek vody. Tento stav způsobuje nejen nedostatek srážek v průběhu dubna a května, ale také teplá zima a brzký nástup jara.

Při výpočtech pojistného s požáry opět nepočítají všechny pojišťovny, ale pokud ano, může nastat situace, že nedosažitelné objekty pro požární jednotky nebudou z tohoto důvodu pojištěné. (Například v pojišťovně ČSOB se počítá s dojezdovou dobou od požárních jednotek JPO1). V Příloze 5 jsou zachyceny četnosti výskytu požárů v jednotlivých regionech. [23]

3.5. Zemětřesení

Zemětřesení je nejohroživější přírodní katastrofa. Podle počtu obětí, podle škod, podle velikosti zasaženého území i podle obtížnosti ochrany proti němu [16]. V našich geografických podmínkách jsou ovšem otřesy země spíše ojedinělým jevem, a proto s tímto rizikem pojišťovny často nekalkulují. Mezi rizikové oblasti v ČR patří pouze malá část západních Čech (Chebsko). S tímto rizikovým faktorem částečně počítá

například Česká pojišťovna. Přehled neaktivnějších oblastí zemětřesení v ČR je ilustrován v Příloze 6.

3.6. Ostatní rizika neživotního pojištění

Ostatní rizika neživotního pojištění vyskytující se na našem území (některé druhy majetkového pojištění, neživotní pojištění osob, odpovědnostní pojištění, pojištění právní ochrany a cestovní pojištění) jsou stejně jako životní pojištění obtížněji zpracovatelné v GIS a pojišťovny musejí pro důkladnou analýzu disponovat velkým množstvím dat z dané oblasti. Z tohoto důvodu se zaměřím především na analýzu výše uvedených rizik [23], [24], [25], [26].

4. Využití GIS v pojišťovnictví

Geografický informační systém je softwarový produkt nabízející digitální záznamy geografických map umožňující jejich grafické a digitální úpravy, které jsou v dnešní době v oblasti pojišťovnictví nezbytné. Digitální propojení GIS, zejména některých objektů nebo struktur na mapách s dalšími databázemi nejrůznějších obsahů a formátů (textů, tabulek, grafů apod.) poskytuje nový softwarový produkt jakožto informační systém s nepřehledným množstvím mimořádně názorných, efektivních, rychlých, komplexních, exaktních, objemných a spolehlivých údajů, které lze dále vytvářet, propojovat, zpracovávat, analyzovat, vyhodnocovat a elektronickou poštou snadno všem účastníkům systému rychle a bezpečně distribuovat. K takto vzniklému informačnímu systému si každá pojišťovna (účastník systému) může připojit své vlastní (a sloužící jen její potřebě) databáze a s využitím obecných dat a postupů (společných pro všechny) si vytvoří svůj vlastní a před únikem informací zaručeně chráněný informační systém.

Většina definic, které byly doposud sestaveny, je silně poznamenána prostředím, z něhož jejich autoři pocházejí. Jako obecně použitelnou definici je možné uvést definici, kterou používá firma Environmental Systems Research Institute (ESRI) v materiálech ke svému systému PC ARC/INFO: „GIS je organizovaný soubor počítačového hardwaru, softwaru a geografických údajů navržený na efektivní získávání, ukládání, upravování, obhospodařování, analyzování a zobrazování všech forem geografických informací“ [32].

V oblasti GIS ve světě působí dvě čelné společnosti: Systems Research Institute (ESRI), Inc. a ERDAS, Inc. Systémy GIS firmy ESRI jsou v ČR široce využívány zejména referáty životního prostředí okresních úřadů, které v nich mohou jako pověřené vodohospodářské orgány vydávat a distribuovat zátopová území, Ministerstvem životního prostředí a jemu podřízenými organizacemi, městskými a obecními úřady a dalšími. Datové formáty fy ESRI jsou neoficiálním standardem, který respektují prakticky všechny systémy GIS. Autorizovaným distributorem této špičkové a perspektivní technologie v ČR je ARCDATA PRAHA, s.r.o. [22].

4.1. Možnosti využití GIS ve členských pojišťovnách ČAP

GIS je jedním z nástrojů, který dokáže jednoduše a přitom přesně odhadnout skutečný rozsah pojistných událostí a zabezpečit tak vynaložení nákladů pouze ve skutečně postižených oblastech. GIS může pomoci především při odhadech škod na rozsáhlých pozemcích - tedy při řešení konkrétní pojistné události, ale dokáže pomoci i při plánování strategie pojistných aktivit jak na vybraných územích, tak pro vybrané skupiny obyvatelstva. GIS pomáhá předpovědět rizikové oblasti a navíc může pomoci i při strategii dalších marketingových aktivit a s využitím dostupných demografických údajů dokáže silně zpřesnit oblasti potenciálních klientů. Hlavními možnostmi využití GIS v pojišťovnách ČAP jsou [22]:

1. standardní, např. zobrazení na digitální mapě
 - portfolia pojišťovny,
 - rozložení škod,
 - rozložení skupin klientů,
 - rozložení pojistných rizik,
 - četnosti pojistných podvodů /strukturované/,
2. rozšířené (podmíněno získáním údajů od „třetí“ strany) např. rozložení
 - povodňových nebo jiných rizik,
 - struktury obyvatelstva /věkové, sociální, profesní, národnostní, zdravotní,
 - trestné činnosti podle druhů,
 - rizikových faktorů,
3. nadstandardní, tj. průnik (grafický a následně i datový) výše uvedených informací, možnosti klást dotazy, např.
 - kteří klienti budou v rizikových oblastech při zátopách,
 - jaká je struktura našeho portfolia v závislosti na struktuře obyvatelstva (rozložení trestných činů).

4.2. Důvody nutnosti využití GIS v pojišťovnictví

Hlavním z důvodů nezbytnosti GIS v oblasti pojišťovnictví je, že informace vztažené k území jsou natolik rozsáhlé, proto jejich ukládání, zpracovávání a zejména distribuce nejsou možné ani ve standardní elektronické, natož listinné formě. Zřízení a využívání GIS pro takové účely jsou proto nutností.

Další nezanedbatelnou výhodou tvoří propojení s řadou centrálních a velkých orgánů a institucí, které již GIS mají nebo ho urychleně zavádějí. Například referáty životního prostředí okresních úřadů, které vydávají zátopová území právě v digitální formě s využitím GIS. Celá řada cenných databází Ministerstva pro místní rozvoj, např. územně identifikační registr, a Státního informačního systému využívá GIS. Předpokladem využívání takových informačních systémů je mít kvalitní GIS.

Na bázi GIS je založena také informační podpora krizového řízení a integrovaného záchranného systému v ČR. Krizové zóny průmyslových a ekologických havárií, stejně jako monitoring výskytu poškození přírodního prostředí zpracovává Ministerstvo životního prostředí rovněž v GIS. Pojišťovny musí umět oceňovat příslušná rizika a mít k dispozici kompatibilní informační technologie, které jim sběr a zpracovávání takových informací umožní.

Posledním stěžejním důvodem pro využití GISů je usnadnění komunikace mezi centrálními orgány a pojišťovnami. Se zavedením GISů odpadá nutnost komunikovat s každou pojišťovnou zvlášť. [22]

4.3. Požadavky pojišťoven na GIS

Každá pojišťovna používá pro své potřeby služby různých GIS, ovšem jejich požadavky na kvalitní a spolehlivý systém jsou podobné. Systém musí [22]:

- obsahovat digitální mapu území celé ČR s dostatečně hustou sítí vrstevnic umožňující odčítání nadmořské výšky (měřítko cca 1:10 000, nejlépe v tzv. vektorové formě) v hierarchickém členění na regiony (kraje), okresy, obce, katastry a perspektivně území základních sídelních jednotek a umožnit postupně vytvářet a doplňovat další potřebná členění (např. hranice správ

povodí, zátopové čáry, hranice různých rizikových oblastí, hranice podle poštovních směrovacích čísel, podle příslušnosti ke stavebnímu úřadu apod.),

- umožňovat vykreslování a zooming (zvětšování a zmenšování měřítka) map a jejich částí podle požadavků rozčleněné do jednotlivých vrstev s případnou možností jejich vzájemného prolínání,
- umožnit připojení
 - dalších grafických/geometrických, různě barevně nebo jinak odlišených útvarů nebo
 - dat z běžně užívaných produktů Windows (Word, Excel, Access, Power Point) formou editačních tabulek, grafů, databází a textů k různým objektům (bodům, vyznačeným oblastem apod.) ke geografické podkladové mapě,
- umožnit každé pojišťovně, aby si výlučně pro své potřeby (např. pro marketingovou nebo obchodní činnost) a využívání mohla sama opatřit své vlastní mapy nebo hranice oblastí na nich (např. odpovídající jejímu vnitřně strukturovanému regionálnímu organizačnímu uspořádání) a k nim si přidružit svá interní data a informace; tato data pak spolu s geografickým podkladem vyhodnocovat, analyzovat, klást dotazy, kombinovat apod.,
- umožnit pohotový, rychlý, spolehlivý a bezpečný přenos dat s kategoričkou (právní i technicko-provozní) podmínkou, že vlastní podsystémy nebo databáze každé pojišťovny jsou přístupny ostatním účastníkům informační sítě jen v tom rozsahu, který si sama určí.

Požadavky pojišťoven na stabilní a spolehlivý GIS se většinou prolínají, ačkoliv každá pojišťovna pro určení rizikovosti určitého území klade důraz na rozdílné rizikové faktory (povodňová území, větrné mapy, oblasti s výskytem zemětřesení, dojezdové vzdálenosti hasičů apod.) [22].

5. Praktické využití GIS v českých komerčních pojišťovnách u vybraných pojistných rizik

Na českém pojistném trhu působí řada neživotních pojišťoven. Při své analýze využití GIS jsem se zaměřil na pojišťovny poskytující v rámci svých produktů živelní pojištění. V roce 2007 byl počet členů ČAP zabývajících se živelním pojištěním 11 a největší z nich jsem při své práci oslovil. Ačkoli je oblast pojišťovnictví citlivá na získávání interních dat, pokusil jsem se zjistit obecné postupy při vyhodnocování živelních rizik v jednotlivých pojišťovnách. Díky vstřícnému přístupu zaměstnanců mohu podrobněji srovnávat postupy v těchto pojišťovnách: ČSOB Pojišťovna, a.s., Česká pojišťovna, a.s., Generali Pojišťovna, a.s. a Kooperativa pojišťovna, a.s..

5.1. ČSOB Pojišťovna, a.s.

Živelní pojištění v ČSOB pojišťovně, a.s. je podrobně definováno ve všeobecných podmínkách pro živelní pojištění. Kalkulace tohoto pojištění vychází především z ohrožení povodní a záplav. Na základě interních povodňových map a parcelních čísel z katastru nemovitostí rozlišuje pojišťovna 4 zóny nebezpečí, ve kterých se objekty nachází [23]:

- I. zóna mimo riziko,
- II. zóna maximálního rozlivu (v podstatě oblast 100leté vody),
- III. zóna 50leté vody – přísnější podmínky při stanovení pojistného,
- IV. zóna 20leté vody a horší – nepojistitelné.

Dalším zohledňovaným faktorem, který má vliv na pojištění, je riziko požáru. Zde pojišťovnu zajímá dojezdová vzdálenost požárních jednotek JPO1 a faktory, které mohou dojezdovou vzdálenost ovlivnit (železniční přejezdy, počasí, apod.). Pokud se jedná o standardní oblast (bez zvýšeného rizika dojezdu – železniční přejezdy, počasí), není zpravidla problém pojistit objekt s dojezdovou dobou JPO1 do 10 minut.

Povodňové zóny jsou podrobně vyhodnocovány prostřednictvím programu FRAT (Flood Risk Assessment Tool) a u dojezdových vzdáleností požárních jednotek používají zaměstnanci ČSOB Pojišťovny internetový server www.mapy.cz. [23]

5.2. Česká pojišťovna, a.s.

Další pojišťovnou, která poskytla relativně podrobné informace o svých postupech v živelním pojištění, je Česká pojišťovna, a.s.. I zde je pro pojištění proti negativnímu působení živlů stěžejní stanovení záplavových oblastí, opět pojišťovna rozlišuje 4 zóny [24]:

- I. pojištění bez omezení,
- II. + III. přísnější podmínky při stanovení pojistného,
- IV. výluka pojištění, případně posouzení centrálou.

Dalším rizikem, ke kterému se přihlíží, je vichřice. Podle nebezpečí působení síly větru jsou rozlišeny 3 oblasti rizik (I. - nízké, II. – střední a III. - vysoké). Toto riziko má na pojistné vliv až v případě, že se v průběhu 5 let působení vichřice opakuje.

Nejmenší vliv na tvorbu pojistných smluv tvoří riziko zemětřesení. Působení tohoto živlu je na našem území minimální, a pokud ano, tak málo intenzivní. I přes to Česká pojišťovna, a.s., rozlišuje tři rizikové zóny (V. – nízké, VI. – střední, VII. – velké).

Výstupy umožňuje pojišťovně program Aquarius, který pracuje se všemi třemi riziky. Základní informace o živelním pojištění jsou upraveny také ve všeobecných podmínkách živelního pojištění.[24]

5.3. Generali Pojišťovna, a.s.

Generali Pojišťovna a.s. vychází stejně jako její konkurence z informací o povodních a záplavách. Na rozdíl od předchozích pojišťoven rozlišuje Generali Pojišťovna a.s. pouze tři pásma [25]:

- Q 100 – riziko max. 100leté vody – normální sazba,
- Q 50 – riziko max. 50leté vody – zvýšená sazba,
- Q 20 – riziko 20leté vody a horší – nelze pojistit, výjimky posuzuje centrála.

K rizikům vichřice a zemětřesení pojišťovna přihlíží pouze ve výjimečných případech, běžně na pojištění nemají vliv.

Název programu, který Generali Pojišťovna a.s. používá, se mi bohužel nepodařilo zjistit. [25]

5.4. Kooperativa pojišťovna, a.s.

I poslední z pojišťoven, které mi poskytly informace o živelním pojištění, vychází v první řadě z vlastních povodňových map. K práci s mapami používá program FRAT a k ostatním rizikům se zde běžně nepřihlíží [26].

5.5. Shrnutí

Pojišťovny působící na českém trhu se z hlediska působení živlů zabývají především povodněmi a záplavami. Jejich postup je jednotný. Na výši pojistného u pojištění majetku má v souvislosti s velkou vodou vliv pojistná částka, na kterou ho chce pojištěný klient pojistit (měla by odpovídat skutečné hodnotě stavby), zvolená spoluúčast a také záplavové pásmo. Právě posledně jmenované kritérium se výrazně podepíše na tom, kolik pojišťovna bude požadovat. Pojišťovny totiž při stanovení cen pojistného využívají geografický informační systém, jenž umožňuje libovolné místo na našem území zařadit do některé z rizikových zón.

Ostatní živelná rizika nejsou zpracována podrobně jako povodně a záplavy, ale vzhledem ke změnám klimatu lze očekávat, že pojišťovny budou muset začít přihlížet k větším množstvím možných rizik (na našem území především působení větru).

6. Vyhodnocení vybraných pojistných rizik pomocí geografických informačních systémů

Následující kapitola se zabývá nejprve návrhem postupu tvorby modelu, výběrem použitých nástrojů, výběrem zájmového území, sběrem a předzpracováním dat a vytvořením modelu. Model bude vytvořen na základě dostupných dat. Model bude umožňovat poloautomatické předzpracování dat a vyhodnocení vybraných pojistných rizik (povodně a vichřice) za dodržení postupů a pravidel používaných ve výše uvedených komerčních pojišťovnách. Model bude ověřen na vybraném zájmovém území.

6.1. Návrh postupu a použité nástroje

Návrh postupu tvorby modelu v ModelBuilderu se bude skládat z několika následujících bodů:

- vymezení zájmového území,
- sběr a zdroje dat,
- předzpracování dat,
- tvorba digitálního modelu terénu (DMT),
- stanovení nových rizikových oblastí,
- navržení modelu v ModelBuilderu a jeho ověření na zájmovém území.

Nejvhodnějším programem, zvoleným pro práci s mapovými vrstvami, tvorbu prostorových analýz a mapových výstupů, je ArcGIS Desktop 9.3. Produkt od společnosti ESRI vzhledem k svým kvalitám a rozsahům nástrojů patří mezi nejpoužívanější GIS aplikace v oblasti veřejné správy. Všechny níže zmíněné nástroje jsou prováděny prostřednictvím nástrojové sady ArcToolbox programu ArcGIS Desktop 9.3.

6.2. Zájmové území

Výběr zájmového území je odvozen od dostupnosti dat potřebných pro další práci. Získání dat přímo z pojistných institucí není prakticky možné, neboť se jedná o data velmi citlivá a z důvodu konkurence i velmi střežená. Vymezení zájmového území proto vychází z dat, které poskytnou vybrané instituce zabývající se problematikou GIS. Z výsledného

překrytí získaných dat je přesněji stanoveno, jaké území lze analyzovat. Z důvodu znalosti krajiny v okolí vlastního bydliště je jako zájmové území zvoleno území města Pardubice a okolí.

Pardubice leží uprostřed Pardubické kotliny u soutoku řeky Labe a Chrudimky. Dominantu oblasti tvoří Kunětická hora (295 m n.m.), odkud je rozhled po celé rovině, na Železné hory, Českomoravskou vysočinu, na Orlické hory i Krkonoše, někdy až na Kozákov a Ralsko. Kromě dominanty krajiny - Kunětické hory tvoří území okolí Pardubic rovina s nadmořskou výškou pohybující se lehce nad 200 m n.m.. Pardubicko je krajem rozsáhlých luk, starých kanálů a rybníků. Reliéf krajiny Pardubické kotliny formovaly především řeky, zvláště Labe, které splavovalo krkonošskou půdu a ukládalo ji v pardubické rovině, především ve velikém oblouku u Pardubic, kde řeka mění svůj tok od severu k jihu směrem na západ. V Pardubicích se Labe stéká s vodnatou řekou Chrudimkou a nedaleko od tohoto soutoku směrem proti proudu Labe s řekou Loučná. [29]

6.3. Sběr a zdroje dat

Celá práce a její postup jsou závislé na množství a kvalitě získaných dat, proto je velký důraz kladen na sběr vhodných dat. Získaná data nemusí být vždy ve stavu vhodném pro samotnou práci, a proto je nutné jejich kvalitu ověřit a případně je upravit do potřebného stavu. Modely terénu a tvorby prostorových analýz vyžadují několik typů dat. Pro tvorbu DMT jsou nezbytná data obsahující výškopisné údaje – vrstevnice. Dále jsou potřebná data tematická popisující rizikovost území z hlediska živelných jevů a nezbytná jsou také data topografická tvořící topografický podklad.

Zdrojů dat pro tvorbu digitálního modelu terénu a analýzu rizikového území je velké množství. Mohou být získána jednak pozemním měřením (geodetické měření a pomocí družicových polohových systémů), dále dálkovým průzkumem země (fotogrammetrie, laserové a radarové snímání) a také mohou být získána z existujících digitálních a analogových dat (ZABAGED[®], apod.)

Komerční pojišťovny využívají při své práci data získaná vlastním sběrem (historické údaje o pojistných událostech, smlouvách, apod.) a data, která zpracovávají

specializované firmy zabývající tvorbou map pojistných rizik (např. Intermap Technologies). Získání mapových podkladů z komerčních pojišťoven je prakticky nemožné, protože právě uchovávání a zdokonalování těchto dat tvoří rozhodující rozdíl v oceňování rizik mezi jednotlivými pojišťovnami a je jimi pečlivě střeženo (mlčenlivost stálých i bývalých zaměstnanců apod.).

Cíl mé práce vyžadoval potřebu topografických dat s výškovým popisem pro sestavení modelu reliéfu vybraného území a dále ostatní data polohopisu využívaná v pojišťovnách.

6.3.1. Zabaged[®] - 3D vrstevnice

ZABAGED[®] je digitální geografický model území České republiky, který svou přesností a podrobností zobrazení geografické reality odpovídá přesnosti a podrobnosti Základní mapy České republiky v měřítku 1:10 000 (ZM 10). Obsah ZABAGED[®] tvoří 106 typů geografických objektů zobrazených v databázi vektorovým polohopisem a příslušnými popisnými a kvalitativními atributy. ZABAGED[®] obsahuje informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu a prvcích terénního reliéfu. Součástí ZABAGED[®] jsou i vybrané údaje o geodetických, výškových a tíhových bodech na území České republiky a výškopis reprezentovaný prostorovým 3D souborem vrstevnic.

Data ZABAGED[®] se v současné době poskytují po mapových listech v kladu ZM 10, dále v rozsahu krajů, případně jako ucelená bezešvá databáze z celého území České republiky. Vektorové soubory polohopisu (2D) jsou poskytovány ve formátu DGN s atributy ve formátu mdb, dále ve formátu SHP nebo GML. Data jsou poskytována v souřadnicových systémech S-JTSK, WGS84/UTM, případně v S-42/1983 a výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání.

Využil jsem nabídky pro studenty na produkt ZABAGED[®] - 3D vrstevnice od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, který nabízí bezplatný odběr dat jednoho produktu – je stanoven limit daný velikostí území v rozsahu maximálně 10 mapových listů mapy měřítko 1:10 000. Student se tímto zavazuje k předání jednoho kompletního výtisku závěrečné práce Zeměměřickému úřadu. [8]

6.3.2. Data společnosti Intermap Technologies

Na základě informací a doporučení získaných při výzkumu v komerčních pojišťovnách byla podána žádost o poskytnutí dat do společnosti Intermap Technologies se sídlem v Praze. Tato společnost se zabývá celou řadou mapových a GIS služeb, mimo jiné z oblasti pojišťovnictví (program FRAT, apod.).

Díky velmi vstřícnému postoji firmy Intermap Technologies bylo při osobním pohovoru domluveno poskytnutí vzorků záplavových dat Q20, Q50, Q100, Q250 a Q500 ve formátu SHP a souřadnicovém systému S-JTSK/Křovák, dále vektorové zóny vichřic ČHMU ve formátu SHP (1-3 podle četnosti vichřic na daném území), opět souřadnicového systému S-JTSK/Křovák a na závěr rastrů maximálních rychlostí větru v průběhu událostí: Emma, Ginger, Jeanett, Kyrill udávaných v m/s a souřadnicovém systému Lat-Long/WGS84.

Všechny druhy dat byly získány primárně pro okres Pardubice, ale protože se území pardubického okresu nachází skoro celé téměř v rovině, byla mi pro kontrolu poskytnuta i data výškově různorodějšího okresu Chomutov. [27]

6.3.3. Topografická data

Posledním datovým balíkem jsou data „ČR Města“ od společnosti Central European Data Agency, a.s. (CEDA) omezená na území města Pardubice a data „ArcČR 500“ od společnosti ARCDATA PRAHA, s.r.o.

„ČR Města“ jsou vektorové podklady pro rozsáhlou kolekci velmi podrobných map měst, které jsou zpracovány na základě mapových podkladů v měřítku 1:10 000. Mapy tak nabízejí základní polohopisné a prostorově identifikační údaje českých měst a jejich okolí. Představují kvalitní podklad pro tvorbu a prezentaci široké škály prostorových analýz z oblastí obchodu, dopravy a logistiky. Soubor mapových podkladů „ČR Města“ je standardně dodáván ve formátu ESRI Shape File nebo MapInfo MIF/MID v souřadném systému S-JTSK.

ArcČR 500 je digitální vektorová geografická databáze pro území České republiky, zpracovaná v měřítku 1 : 500 000. Navazuje na podobné databáze, zpracované firmou ESRI. Výchozím souřadnicovým systémem ArcČR 500 je systém S-JTSK. [1], [3]

6.4. Předzpracování dat

Nejdříve bylo nutné vybrat, které z dostupných vrstev bude nutné při analýzách použít. Pro vytvoření modelu terénu jsou nezbytné vrstvy výškopisu ze ZABAGEDu[®] obsahující atributy nadmořské výšky, v mém případě to byly tři druhy vrstevnic (hlavní, doplňková, zesilující) a tzv. „břehovka“ (udávající nadmořskou výšku břehu vodních toků). Z povodňových oblastí byly k práci vybrány vrstvy znázorňující území 20leté vody (Q20), 50leté (Q50) vody a 100leté (Q100) vody. Jde o data nejčastěji používaná i v pojišťovnách.

V úvahu přicházelo i použití N-leté vody s menší frekvencí výskytu (500leté vody, Q500), než je Q100, proto je vhodné toto rozhodnutí podložit numerickým výpočtem. Nejprve bylo nezbytné oříznout obdržené záplavové oblasti podle okresu Pardubice, protože části rozlohy záplavových území přesahují hranice okresu. K oříznutí potřebných ploch posloužila funkce „Intersect“ (Příloha 7). Podobným postupem se postupuje i u vrstvy zón vichřic (Příloha 8). Vyhodnocení oblastí, kterými je vhodné se zabývat, bylo vypočteno následujícím způsobem. Rozloha jednotlivých záplavových oblastí byla vydělena rozlohou okresu, ve kterém se zájmové území nachází. Z procentuálního vyjádření záplavových oblastí vyplývá, že vzhledem k ojedinělosti nastání jevu Q500, nejsou rozdíly mezi ní a Q100 příliš velké na to, aby je jak pojišťovny, tak i tato práce braly do úvahy. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tabulka 3 Rozlohy záplavových území (zdroj: vlastní)

N-letá voda	Rozloha záplavové oblasti okresu Pardubice [km²]	Rozloha zatopeného území N-letou vodou okresu Pardubice [%]
20 - letá	11,72	1,46%
50 - letá	75,18	9,39%
100 - letá	172,11	21,49%
500 - letá	248,56	31,04%
Rozloha okresu Pardubice [km₂]	800,899904	

Po výběru vhodných vrstev spočívalo předzpracování v kontrole souřadnicových systémů. Všechny vrstvy jsou v souřadnicovém systému S-JTSK.

6.5. Digitální model terénu

Digitálním modelem terénu (DMT) se rozumí digitální zpracování prostorových geografických informací. Jedná se o prostorový geometrický popis reliéfu terénu, na kterém lze dále modelovat a popisovat nejrůznější informace.

Základními analýzami, které nabízí DMT, jsou obecné geomorfometrické analýzy (sklonitost, reflektance, expozice a zakřivení) a specifické geomorfometrické analýzy (tvary terénu, odtok, povodí, viditelnost) [13].

Pro tvorbu modelu terénu je důležité získat výškopisné vrstevnice zkoumaného území. Ze ZABAGEDu byly získány tři typy vrstevnic, které je vhodné nejprve sjednotit do jedné liniové vrstvy. K tomuto sjednocení se využívá funkce „Merge“ z nástrojového balíku ArcToolbox, která umožňuje sjednotit více vrstev a vytvořit samostatnou vrstvu obsahující atributy původních vrstev.

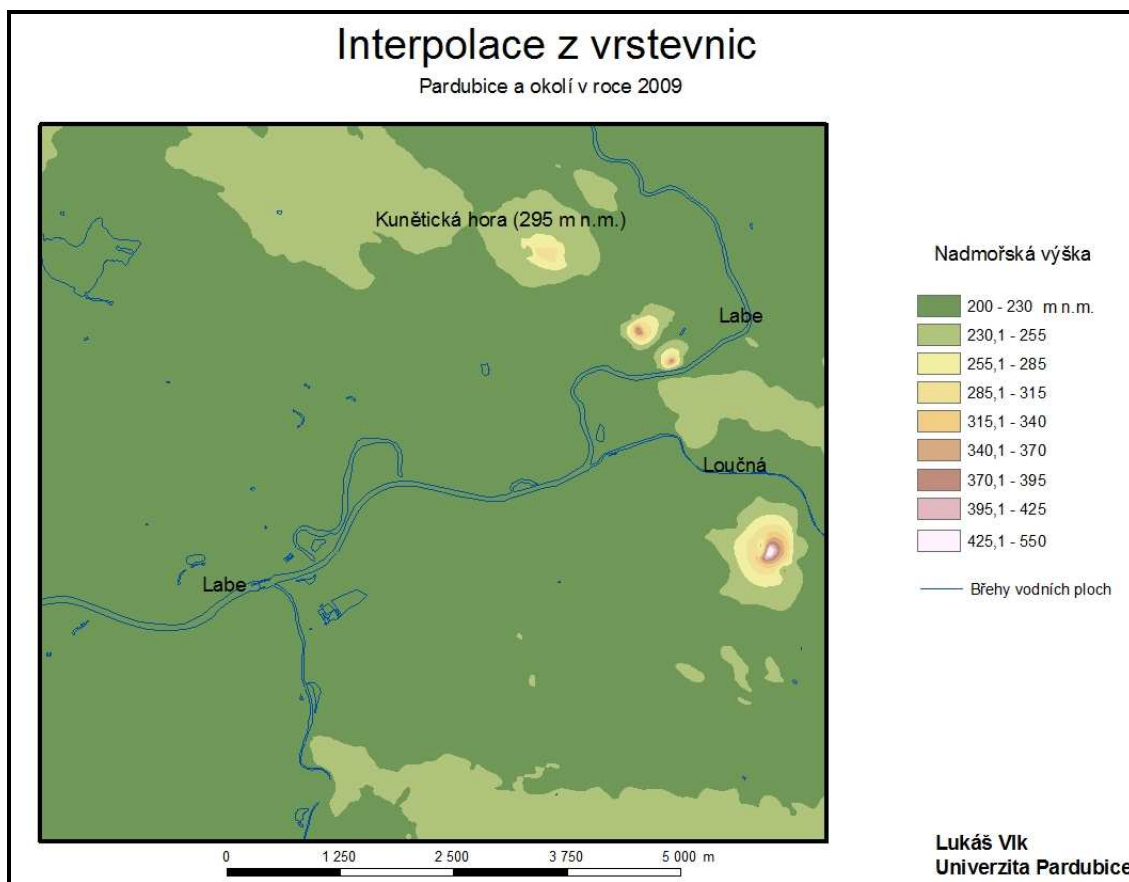
Samotný převod vektorových vrstev na rastry lze uskutečnit několika způsoby, základními jsou interpolace (metoda, kdy se při zpracování dat dopočítávají body,

z nichž se skládá obrázek - srovnáním s fyzicky existujícími body) z bodového pole a dále interpolace přímo z vrstevnic [9].

6.5.1. Interpolace z vrstevnic

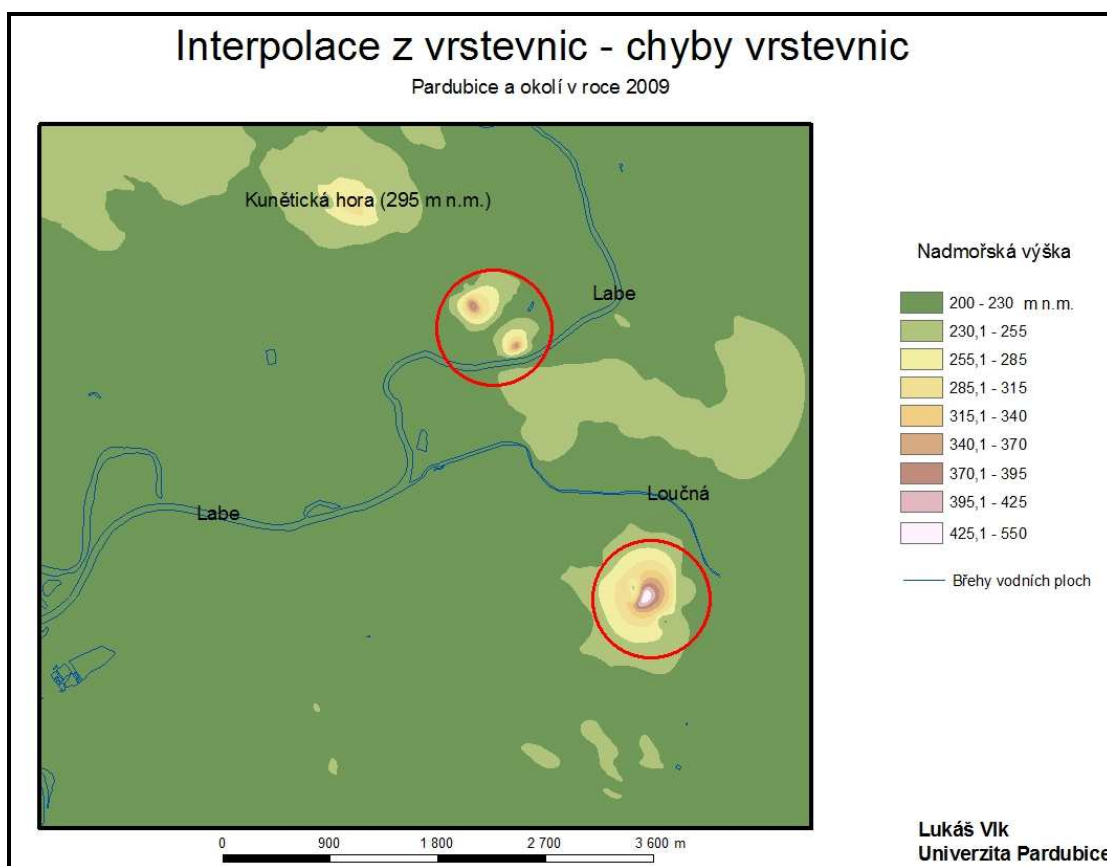
Pro převod přímo z vrstevnic je využíváno nástroje „Topo to rastr“ ve složce „Interpolation“, který je speciálně určen pro vytvoření hydrologicky korektního DMT. Více informací je uvedeno zde: [13]

Vstupem do nástroje jsou jednotlivé složky vrstevnic, případně již jedna sjednocená vrstevnice. Zahájení vlastní funkce podmiňuje správné nastavení prostředí ArcToolboxu a zvolení parametru převodu na rastr (v tomto případě nadmořská výška), výběrem optimální velikosti výsledného rastru a složky umístění jednotlivých výstupů. V případě správného nastavení proběhne úspěšný převod na rastrovou vrstvu podle zvoleného parametru, podobně jako na Obrázku 2.



Obrázek 2 Interpolace z vrstevnic (zdroj: vlastní)

Přestože se zdá, že převod proběhl zcela bez chyb, není to pravda. Reliéf krajiny okolí města Pardubice tvoří převážně rovina, z tohoto pohledu proběhl převod v pořádku. Zásadní chybu lze spatřit u vygenerovaných vrcholů. Nejvyšším místem v okolí Pardubic je Kunětická hora s nadmořskou výškou 295 m n. m., ovšem převod vytvořil další tři místa s větší nadmořskou výškou. Na následujícím Obrázku 3 jsou označena červeně chybná místa a pro srovnání je popsán i nejvyšší bod okolí - správně vyhodnocená Kunětická hora.



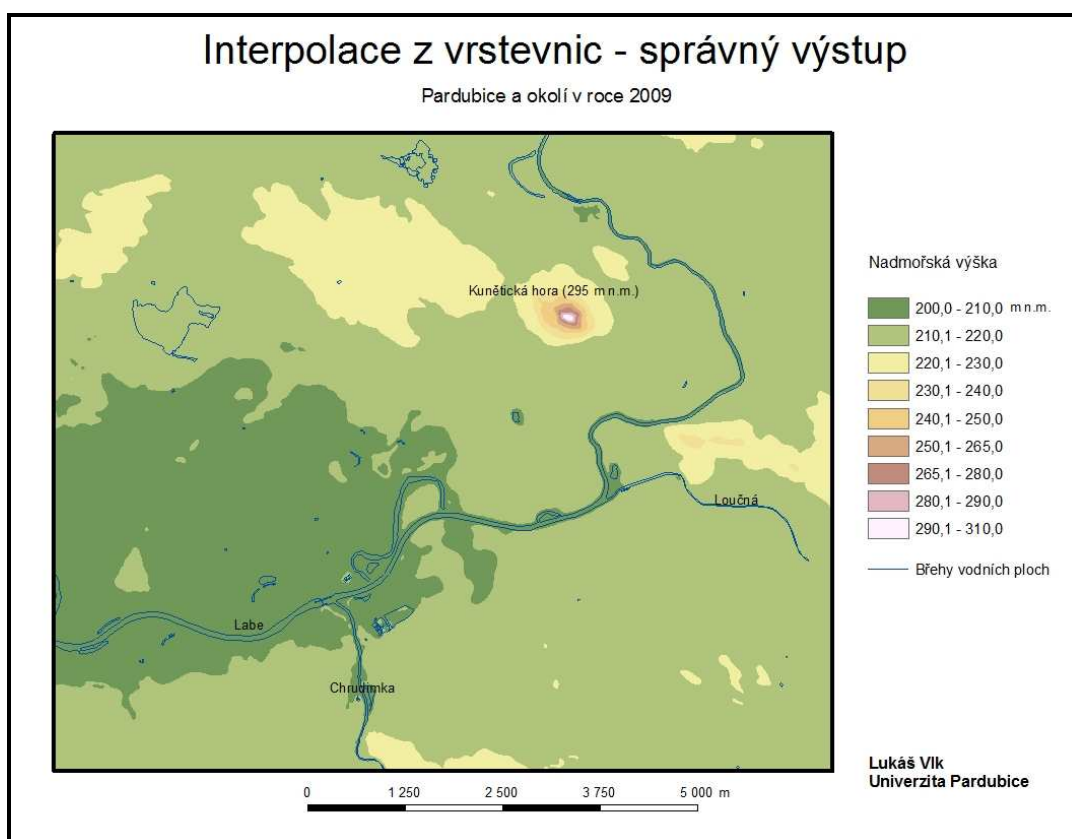
Obrázek 3 Interpolace z vrstevnic - chyby (zdroj: vlastní)

Potvrzení chyby bylo provedeno osobně, průzkumem terénu v místech chybných výsledků, a protože se na místě špatně vygenerovaných vrcholů žádné objekty vyšších nadmořských výšek nenacházejí, je nutné nalézt chybu u vstupních vrstevnic. Atributové tabulky vrstevnic umožňují editovat a odstranit nesrovnalosti v chybných nadmořských výškách (kolem 541 m n. m.). Tabulka 4 ukazuje, že chybné údaje jsou ve všech případech u vrstevnic vyhodnocených nebo odvozených, nikoli vrstevnic, které byly měřeny.

Tabulka 4 Chybné údaje v atributové tabulce (zdroj: vlastní)

Attributes of VrstevniceHlavni						
FID	Shape	ID	MAPNO	VYSKA	TYP	
3317	Polyline ZM	1069282	132423	541,988	odvozena	
3417	Polyline ZM	1068896	132423	541,988	vyhodnocena	
2342	Polyline ZM	1070271	132423	541,987	odvozena	
2356	Polyline ZM	1068371	132423	541,987	vyhodnocena	
2357	Polyline ZM	1069731	132423	541,987	odvozena	
2162	Polyline ZM	1070090	132423	308	odvozena	
2161	Polyline ZM	1069999	132423	306	odvozena	
2160	Polyline ZM	1070089	132423	304	odvozena	
2159	Polyline ZM	1070089	132423	302	odvozena	

Identifikátorem jsou nejprve zjištěny hodnoty správných sousedních vrstevnic u míst s výskytem chyb. V dalším kroku jsou v editoru opraveny původní, chybné hodnoty atributové tabulky na hodnoty správné nadmořské výšky. Po opravě je opět proveden převod, tentokrát již s upravenými hodnotami, a výsledek již odpovídá skutečnosti, jak je vidět na Obrázku 4.



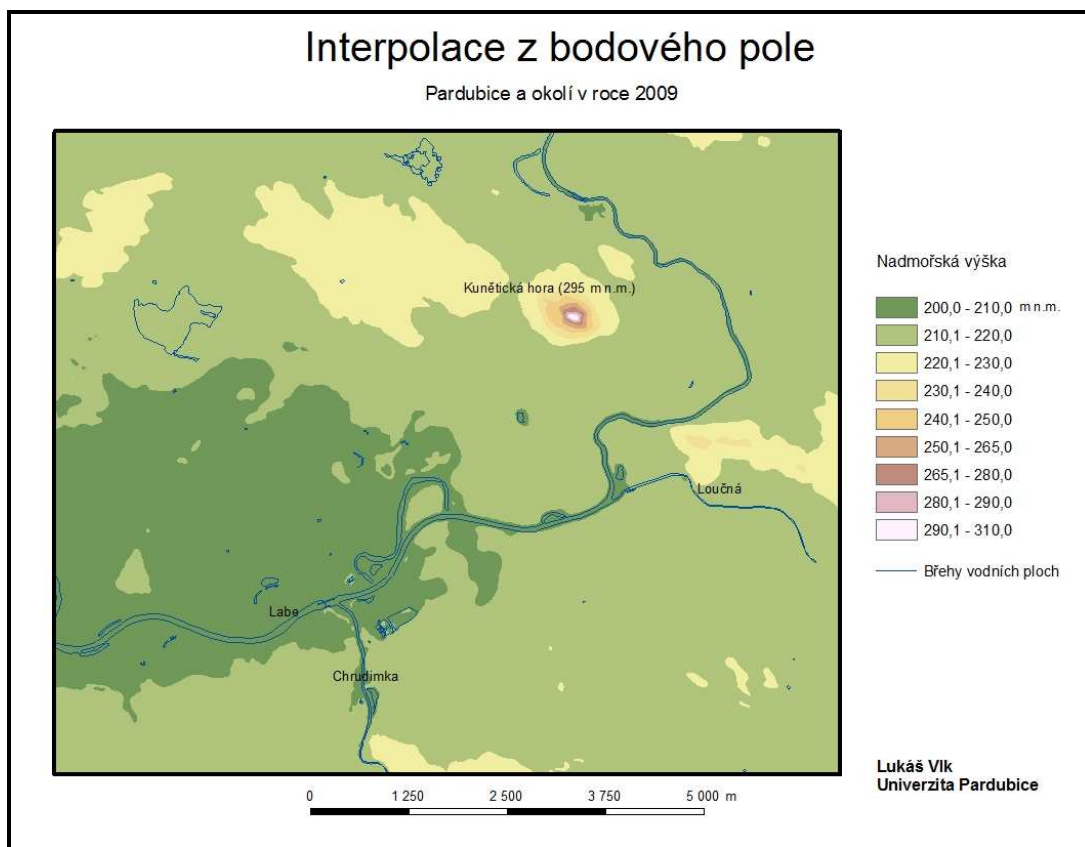
Obrázek 4 Interpolace z vrstevnic – správný výstup (zdroj: vlastní)

6.5.2. Interpolace DMT z bodového pole

Druhým způsobem pro vytvoření DMT je proces interpolace z bodového pole. Zde je na rozdíl od předchozího postupu nutné sjednotit všechny vrstvy vrstevnic pouze do jedné (práce probíhá s již opravenými hodnotami vrstevnic). Vytvořenou vrstvu použijeme jako vstup do nástroje „Feature to raster“, společně s atributem, podle kterého bude prováděn převod, a optimální velikostí výsledného rastru. Výsledkem je velké množství jednotlivých rastrů opisujících dráhu původních vrstevnic (Příloha 9).

Vytvoření samotného bodového pole je nyní možné realizací nástroje „Raster to point“, který každému jednotlivému rastru přiřadí jeden bod. Generování velkého počtu nových bodů je časově náročné. Výsledný vzhled je znázorněn v Příloze 10.

Interpolace z bodového pole je uskutečněna prostřednictvím metody inverzních vzdáleností (IDW) pracující váženými průměry (více o metodě je uvedeno na [15]) nebo nástrojem „Spline“ (více na [13]). Obě metody jsou časově náročné v závislosti na hardwarovém vybavení. Vložení bodového pole a parametru podle, kterého je nový model tvořen, se získá podobný model jako pomocí prvního postupu (Obrázek 5).



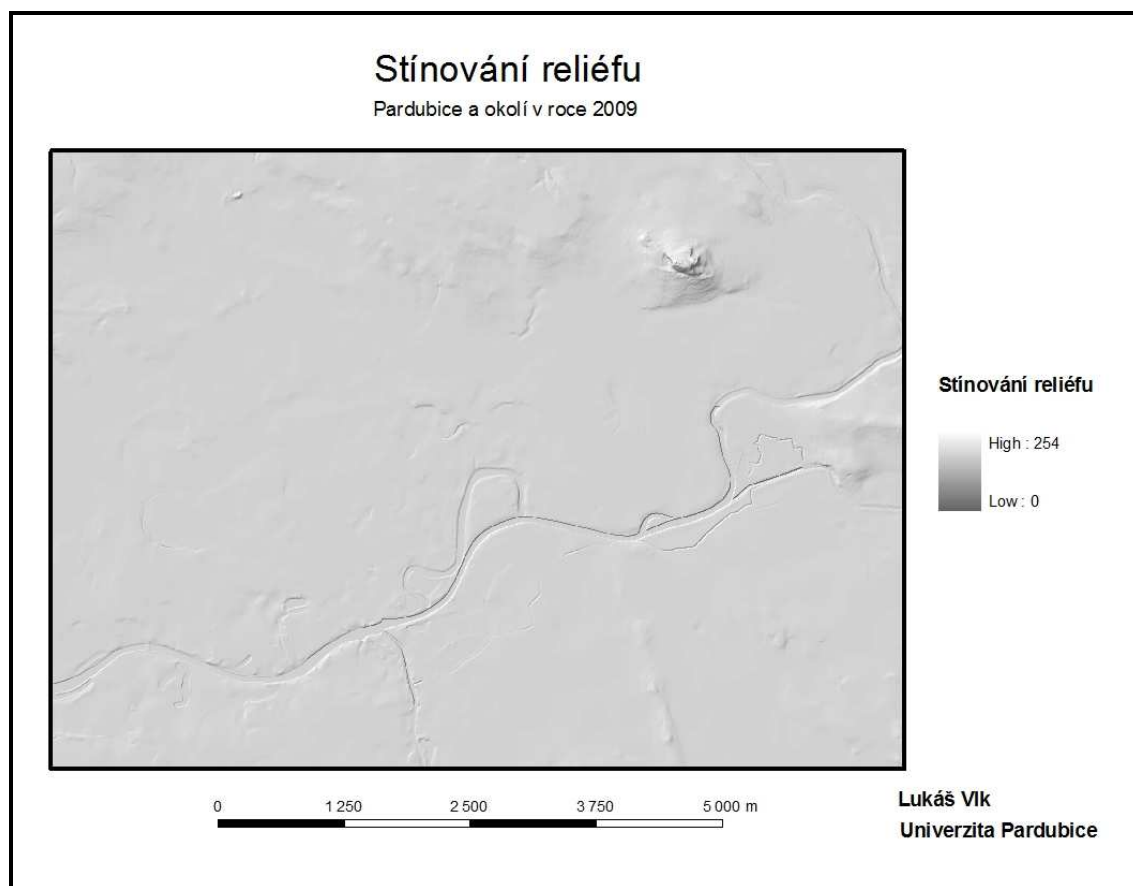
Obrázek 5 Interpolace z bodového pole (zdroj: vlastní)

Oba výše uvedené postupy ukazují, že je DMT možné dosáhnout různými způsoby, aniž by se výsledky výrazně lišily. Zásadním rozdílem při tvorbě DMT se ukazuje časová náročnost druhého postupu vyplývající z kombinace více kroků a náročnosti výpočtu jednotlivých fází, proto se jako vhodnější jeví interpolace přímo z vrstevnic. Vzniklý DMT poslouží jako výchozí bod pro jednotlivé analýzy. Budou zmíněny jen některé, použitelné ve vztahu k živelným rizikům.

6.5.3. Stínování reliéfu (Hillshade)

Stínovaný reliéf zobrazuje míru odraženého světla pro jednotlivé plochy reliéfu vzhledem k definovanému zdroji světla. Každá buňka rastru nese celočíselnou hodnotu v rozmezí 0 – 255 vyjadřující míru světla, které buňka odrazí. V základní variantě je využíván jeden světelný zdroj s azimutem (orientovaný úhel mezi severem a polohou zdroje světla) 315° (Severozápad). Výška zdroje bývá v rozmezí 35° až 45°. V základní variantě není počítáno s vrženými stíny [12].

Spuštěním funkce získáme věrohodný model reliéfu krajiny, kde je nejlépe možné pozorovat koryta řek Labe, Chrudimka a Loučná a také jediný vyšší bod okolí - Kunětickou horu (Obrázek 6).



Obrázek 6 Stínování reliéfu (zdroj: vlastní)

Stínování reliéfu prostřednictvím funkce „Hillshade“ dodává v kombinaci s jinými používanými vrstvami prostorový vzhled, proto je vhodné jej použít jako podklad např. při analýze záplavových oblastí.

Model terénu je poměrně kvalitní, ale protože se modelovaná oblast nachází převážně v nížině, je vhodné zdůraznit sebemenší rozdíly. Ke zvýraznění rysů krajiny poslouží změna nastavení ve vlastnostech vrstvy, kde je získán ostřejší pohled na krajinu díky změně odchylky (Příloha 11).

6.5.4. Hydrologické analýzy

Základ pro tvorbu hydrologických analýz spočívá v odstranění možných bezodtokých oblastí. K tomu poslouží nástroj „Fill“, který tím pádem vytvoří mapu (Příloha 12) výchozí pro případné další analýzy. Více o problematice bezodtokých oblastí je dostupné na [14], [18].

Nástroje k hydrologickým analýzám se vyskytují v programu ArcGIS ve velkém množství, patří mezi ně například: směr odtoku, akumulovaný odtok, odvodňovací síť, délka odtoku, povodí apod. Protože tento druh analýz není nezbytný pro cíl práce, bude se dále vycházet pouze z výše uvedených modelů.

Díky výše uvedeným modelům bylo možné získat informace o vlastnostech sledovaného terénu, který bude hlouběji analyzován z hlediska hrozeb živelných rizik, a především model stínování reliéfu poslouží jako podklad pod vytvořené výstupy.

6.6. Návrh vlastního modelu rizikových oblastí v ArcGIS ModelBuilderu

Návrh nových rizikových oblastí se opírá o poznatky z dotazovaných pojišťoven, ale zároveň se přináší vlastní pohled na zohlednění různých rizik a jejich intenzity. Záplavové zóny jsou pro stanovení výše pojistného u pojištění majetku stěžejní, proto jim musí být i v novém modelu přikládána největší váha. O zdokonalení samostatných záplavových map se pokusím kombinací s dostupnou vrstvou výskytu vichřic v zájmovém území. Další živelná rizika jsou v zájmovém území spíše ojedinělým jevem, proto by mělo mít jejich zakomponování do modelu minimální vliv.

Model bude proto zpracovávat tři záplavové vrstvy Q20, Q50 a Q100 a tři vrstvy výskytu vichřic označených stupnicí 1–3 od nejmenšího rizika po největší. Kombinací uvedených vrstev vzniknou nové vrstvy rozdělující zájmové území na bezpečné oblasti (např. možnost slevy na pojistném), oblasti s normálním výskytem živelní události (normální sazba), dále oblasti se zvýšeným rizikem (např. možnost zvýšené sazby, přírážek) a na závěr oblast s vysokým rizikem (většinou nepojistitelná nebo ve zvláštních případech pojistitelná individuálně).

Pro stanovení rizikovosti jednotlivých kombinací jsem použil výpočet. Jak u povodní, tak i u vichřic bylo vypočítáno ohodnocení každé vrstvy. Protože se u záplavových oblastí postupuje od 20letých vod, které jsou nejhorší, po víceleté, tj. mírnější, bude použit postup výpočtu pro maximalizační kritérium.

Pro maximalizační kritérium, kdy větší hodnota kritéria je považována za „lepší“, je definována transformace $\varphi_i: S_i \rightarrow [0,1], i = 1,2$ dle vztahu (1):

$$\varphi_i(x) = \frac{x - f_i^{\min}}{f_i^{\max} - f_i^{\min}}, x \in S_i \quad (1)$$

kde x se rovná hodnota kritéria, f_{\min} minimální hodnota kritéria, f_{\max} maximální hodnota kritéria a φ dílčí ohodnocení [30].

U vichřic je situace opačná. Zde je hodnota 1 přiřazena prvnímu pásmu, tj. oblasti s nejmenším rizikem výskytu vichřice. Hodnota 3 je přiřazena oblasti s rizikem největším. Je zde použit postup pro minimalizační kritérium.

Pro minimalizační kritérium, kdy menší hodnota kritéria je považována za „lepší“, definujeme transformaci $\varphi_i: S_i \rightarrow [0,1]$ (2):

$$\varphi_i(x) = \frac{f_i^{\max} - x}{f_i^{\max} - f_i^{\min}}, x \in S_i \quad (2)$$

kde x se rovná hodnota kritéria, f_{\min} minimální hodnota kritéria, f_{\max} maximální hodnota kritéria a φ dílčí ohodnocení [30]. Z uvedených vztahů je následně vypočteno dílčí ohodnocení pro záplavové oblasti i pro oblasti výskytu vichřic následovně (Tabulka 5):

Tabulka 5 Výpočet dílčích ohodnocení (zdroj: vlastní)

N - leté voda	Dílčí ohodnocení	Pásmo vichřic	Dílčí ohodnocení
Q20	1	1	0
Q50	0,625	2	0,5
Q100	0	3	1

Na základě vypočtených dílčích ohodnocení pro všechna pásma je možné pomocí metody úměrného skórování určit výsledné hodnoty určující, do které výsledných zón bude kombinace vstupních dvou oblastí zařazena. Aby bylo možné výpočet uskutečnit, je důležité znát také váhu vlivu záplavových zón a oblastí vichřic na výslednou výši pojistného. Podle výzkumu provedeného v pojišťovnách bylo rozhodnuto stanovit váhy pomocí metody alokace 100 bodů s těmito výsledky vah: 0,8 pro záplavové zóny a 0,2 pro oblasti vichřic. Stanovení zmíněných vah je pro tvořený model pouze orientační, protože uživatel bude mít možnost nastavení libovolných hodnot vah při spuštění modelu. Dosazením do vzorců jsou vypočteny konečné hodnoty ohodnocení uvedené v Tabulce 6 a každé kombinaci rizik povodní a vichřic je přiřazeno riziko výsledné.

Tabulka 6 Tabulka rizik (zdroj: vlastní)

Kombinace rizik	N-letá voda	Zóna vichřic	Výše rizika	Nové rizikové zóny
1	100	1	0	Bezpečné oblasti - možnost slevy
2	100	2	0,1	
3	100	3	0,2	
4	50	1	0,5	Oblasti s normálním rizikem výskytu žilvné události - normální sazba
5	50	2	0,6	
6	50	3	0,7	Oblasti se zvýšeným výskytem pojistných události - zvýšená sazba
7	20	1	0,8	
8	20	2	0,9	Oblast s vysokým rizikem pojistných události - nepojišitelné (případně individuálně)
9	20	3	1	

6.6.1. Návrh vlastního modelu

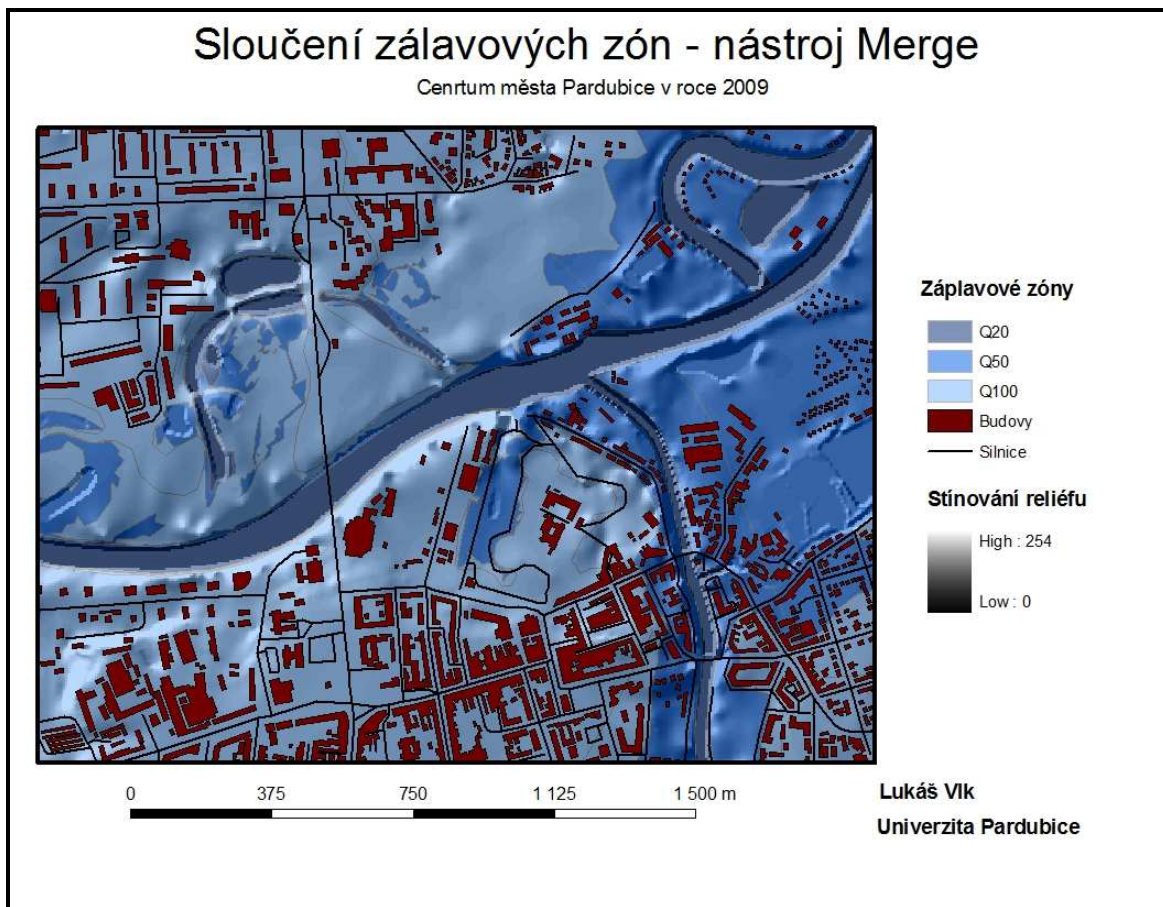
Teoretickým zpracováním původních rizikových oblastí a vytvořením nových zón vznikly podklady pro vytvoření samostatného modelu, kde budou tyto údaje aplikovány. Připravená data tvoří jedna vrstva obsahující pásma rizikových zón vichřic a tři záplavové zóny (Q20, Q50 a Q100). Jelikož byly jako bezpečné z hlediska hrozby povodní vyhodnoceny oblasti Q100 a vyšší, je třeba vytvořit novou vrstvu pokrývající území, které nespadá do žádné záplavové oblasti.

Nejjednodušším způsobem k vytvoření nové vrstvy pro zbývající území je oříznutí vektorové vrstvy okresu Pardubice podle vrstvy Q100, která ohraničuje největší záplavovou oblast a na níž neexistuje logicky místo, kde by ji přesahovala záplavová oblast s častější frekvencí opakování. Oříznutí umožňuje již zmíněný nástroj „Erase“ a jeho výstupem je samostatná vrstva pokrývající území záplavami nezasažené.

Dalším krokem pro vytvoření modelu v ModelBuilderu je sjednocení atributů u vrstev stejných vlastností. Zóny vichřic jsou připraveny již od výrobce, ovšem u záplavových zón je třeba atributy nutné opravit. Stěžejním bodem je vytvoření nových atributů definujících hodnotu rizikovosti území pro všechny druhy rizikových zón. Každému riziku jsou vytvořeny dva nové atributy, první obecně popisuje rizikovou oblast (záplavové oblasti - „Zaplavy“, zóny vichřic – „Vichrice“) a druhý atribut přiřazuje dílčí ohodnocení uvedené v Tabulce 6 (záplavové oblasti - „Ohzpl“, zóny vichřic - „Vichr_oh“). U nezáplavových oblastí bude přiřazena obecnému atributu hodnota 100, neboť oblast odpovídá, na základě výše uvedených skutečností, stejnému riziku. Množství atributů je vhodné pro větší přehlednost omezit pouze na nezbytné, v případě práce pouze na atributy určující identifikaci, rozlohu a definici rizikového území.

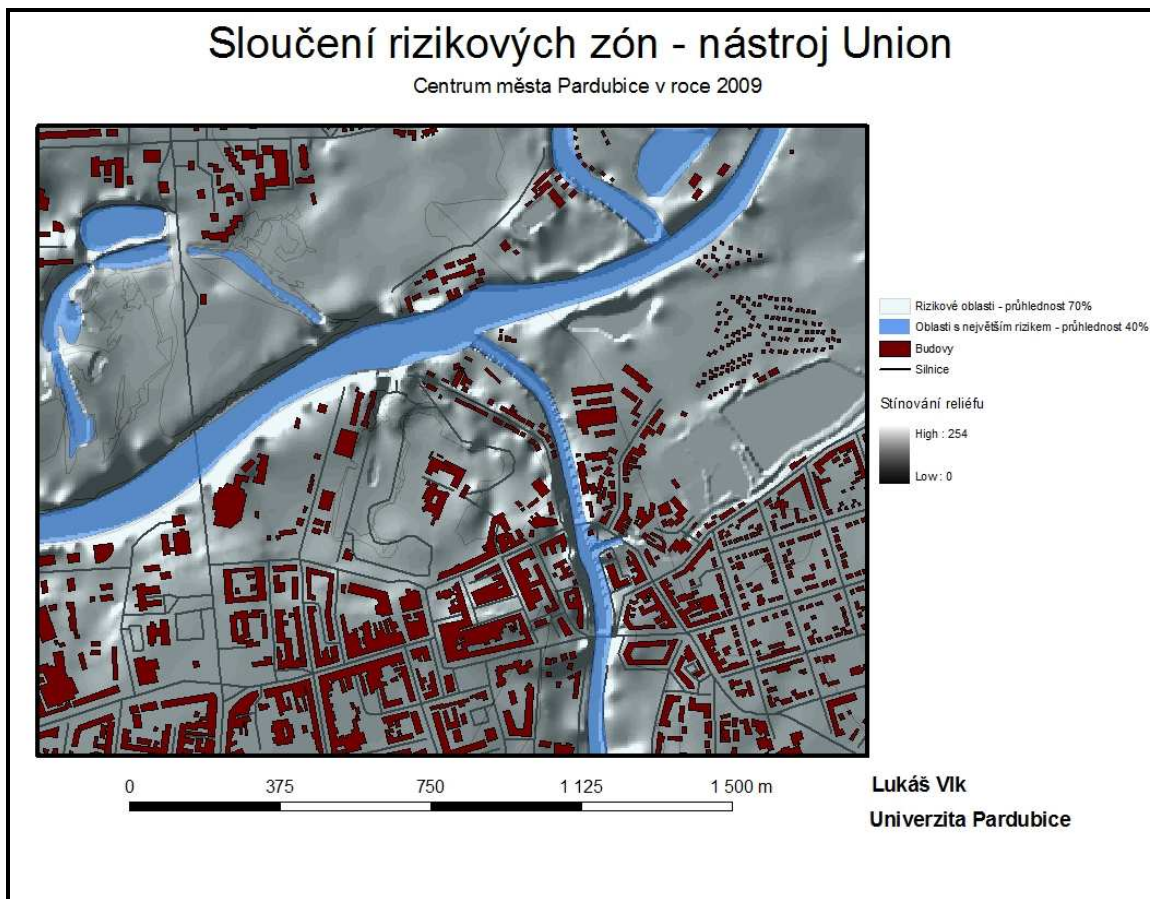
Vytvoření překrytí rizikových oblastí komplikuje rozložení záplavových vrstev na 4 různé vrstvy, a proto je nezbytné jejich sloučení pomocí vhodného nástroje. Nabízí se sloučení funkcí „Union“, ale její aplikace na stávající vrstvy vytvoří řadu nových atributů zvláštních pro každou záplavovou zónu namísto toho, aby byly atributy sloučeny do jednoho. Tímto použitím zmíněného nástroje odpadá. Do úvahy přichází nástroj „Merge“ již použitý pro sloučení vrstevnic u modelu terénu. Vložení vstupů do nástroje „Merge“ musí předcházet vzájemné oříznutí záplavových vrstev od sebe, neboť není žádoucí, aby vybraný bod znázorňoval případně více záplavových zón, ale vždy stačí pouze zobrazit výskyt té nejhorší. Ke zmíněnému kroku je opět použit nástroj „Erase“ a postupně jsou odříznuty záplavové zóny následovně Q50 od Q20 a Q100 od Q50. Další oříznutí již není nutné, protože nezáplavová oblast již oříznuta byla a navíc má z hlediska záplav stejnou hodnotu atributů jako 100letá záplavová oblast.

V této fázi práce je vše připraveno pro sloučení záplavových vrstev vložním do nástroje „Merge“, který bude mít na výstupu pouze jednu vrstvu použitelnou pro další práci. Na Obrázku 7 je vidět výsledná vrstva, jednotlivé její části jsou barevně odlišeny.



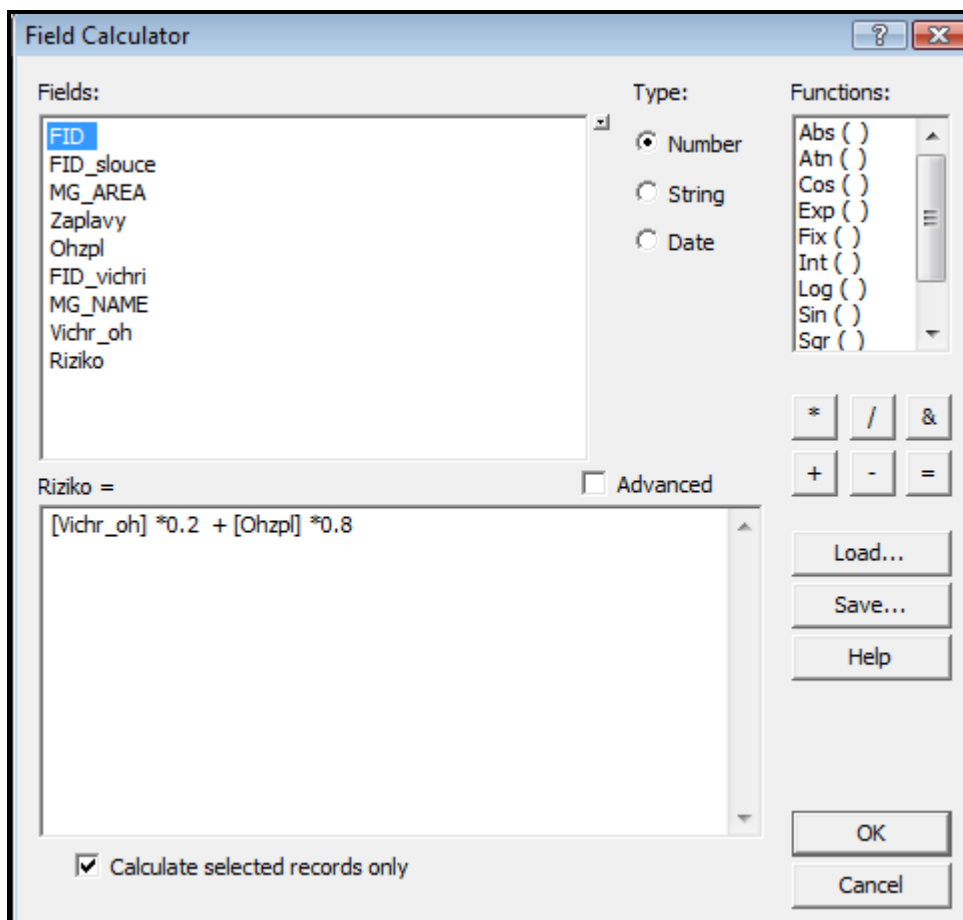
Obrázek 7 Záplavové oblasti - sloučení nástrojem Merge (zdroj: vlastní)

Oba druhy vrstev jsou již připraveny pro společné sloučení, nyní už lze použít nástroj „Union“ a rizikové vrstvy vichřic a záplavových zón sloučit. Na první pohled se u vrstev sjednotila pouze vizualizace (Obrázek 8, podrobněji Příloha 13), ale po kliknutí na libovolné místo mapy kurzorem nástroje „Identify“ jsou zobrazeny jak hodnoty rizika záplav, tak i vichřic. Ukázka výsledku dotazu nástrojem „Identify“ je na Obrázku 10.



Obrázek 8 Sloučení rizikových zón vichřic a záplav - nástroj Union (zdroj: vlastní)

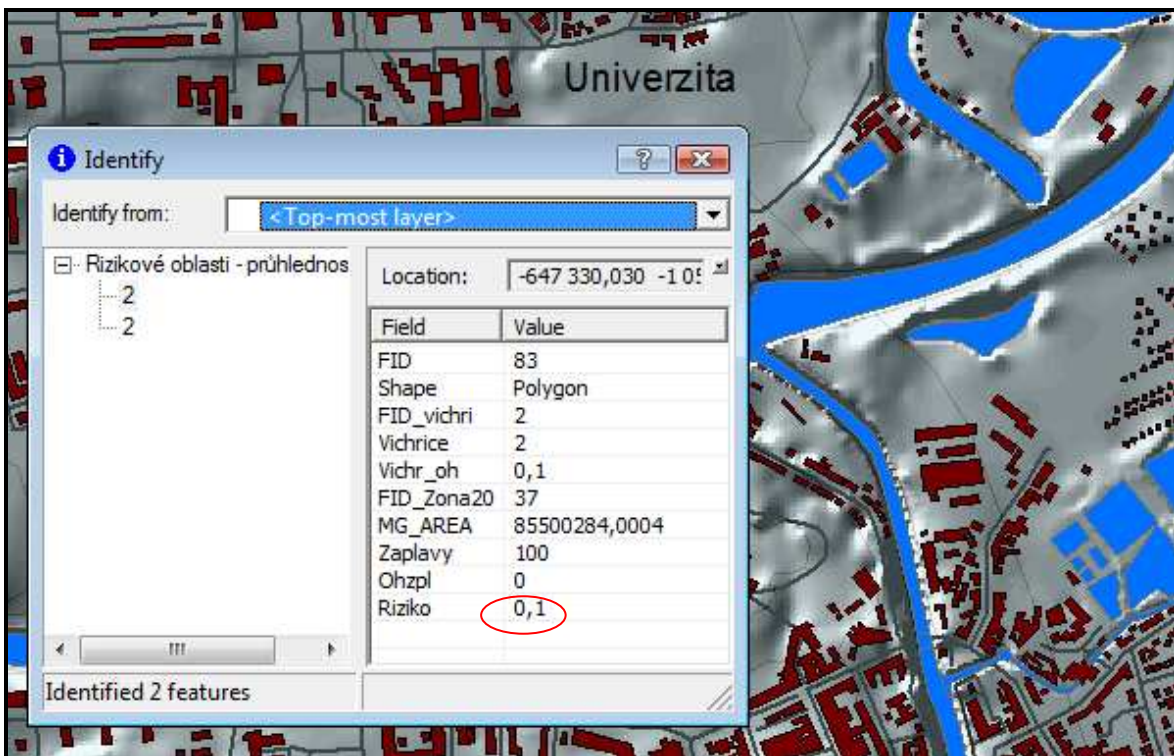
V této fázi je model schopen po označení libovolného místa na zájmovém území vyhodnotit rizikovost z hlediska zadaných rizik (v případě práce hodnoty rizikových oblastí vichřic a záplav). Není ovšem stále získána výsledná hodnota celkového rizika. Pro automatický výpočet výsledného rizika musí následovat ještě dva další kroky. Nejprve krok, který automaticky vytvoří nový atribut pro vypočítané hodnoty (nástroj „Add Field“), a dále krok tvořený nástrojem obsahující vlastní výpočet (nástroj „Calculate Field“). Zmíněná fáze tvorby modelu nabízí uživateli vložit do modelu vlastní hodnoty vah pro zvolená rizika, v případě práce to jsou již zmíněné hodnoty 0,2 pro vichřice a 0,8 pro záplavy. Algoritmus výpočtu je znázorněn na Obrázku 9.



Obrázek 9 Field Calculator (zdroj: vlastní)

Uvedený výpočet lze vytvořit v rámci vrstvy také manuálně, ale pro potřebu práce je zvolen první automatický postup, který lze vložit do výsledného modelu.

Na Obrázku 10 jsou zobrazeny hodnoty rizik pro území Univerzity Pardubice právě pomocí nástroje „Identify“. Z hlediska hrozby záplav se nachází v zóně nejbezpečnější a z hlediska výskytu vichřic v zóně se středním rizikem.

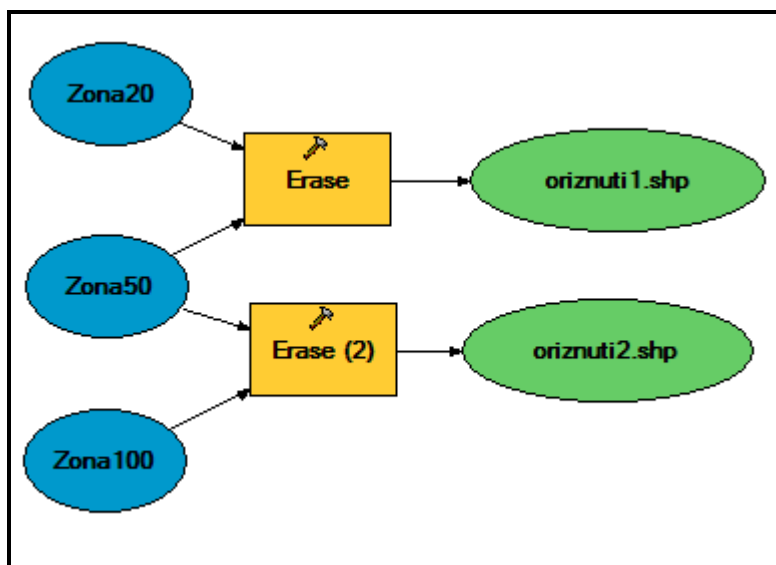


Obrázek 10 Identifikace zájmového území (zdroj: vlastní)

6.6.2. Tvorba modelu v ModelBuilderu

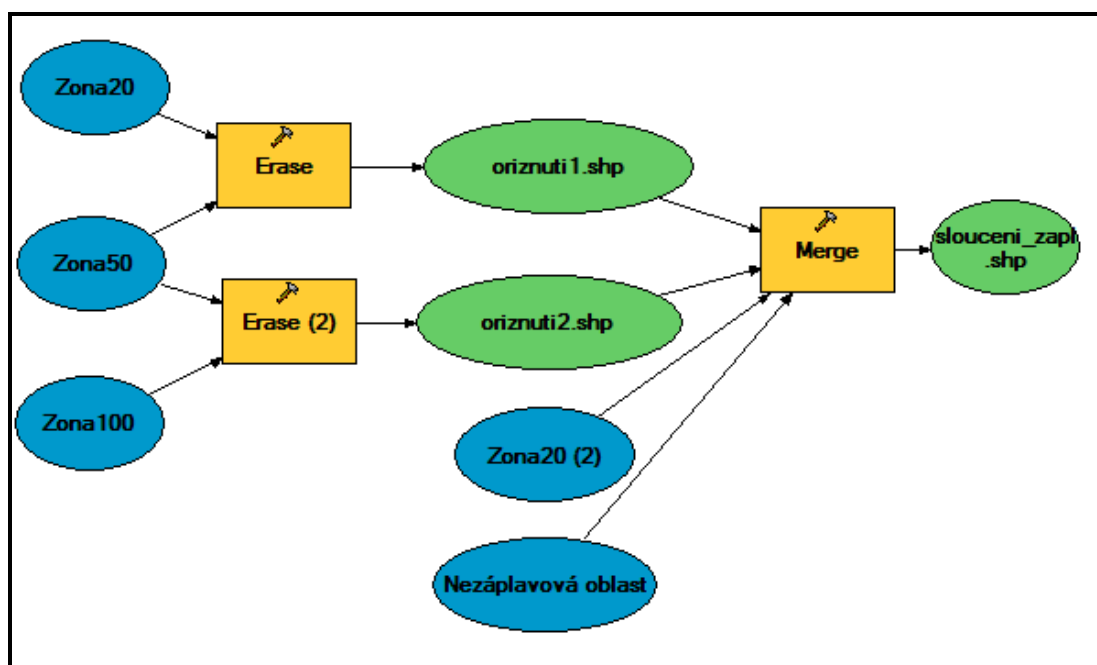
Jednotlivé postupy uvedené výše v kapitole 6.6. umožňují ModelBuilder spojit v jeden model, který dokáže spustit všechny nástroje současně v pořadí a se vstupy, které si uživatel stanoví. Na vstupu do modelu jsou ideální vrstvy zahrnující všechny stupně nebezpečí. V případě práce se jedná pouze o vichřicová data a u dat záplavových je potřeba vrstvy upravit.

Prvními vstupy do modelu jsou proto záplavové vrstvy, které je nutné před sloučením vzájemně ořezat prostřednictvím nástroje „Erase“, aby se jejich plochy nepřekrývaly. Tento postup není teoretický správný, neboť například oblast Q100 pokrývá ve skutečnosti území Q50 i Q20, ovšem pro práci v programu nezbytný. První fázi modelu popisuje Obrázek 11.



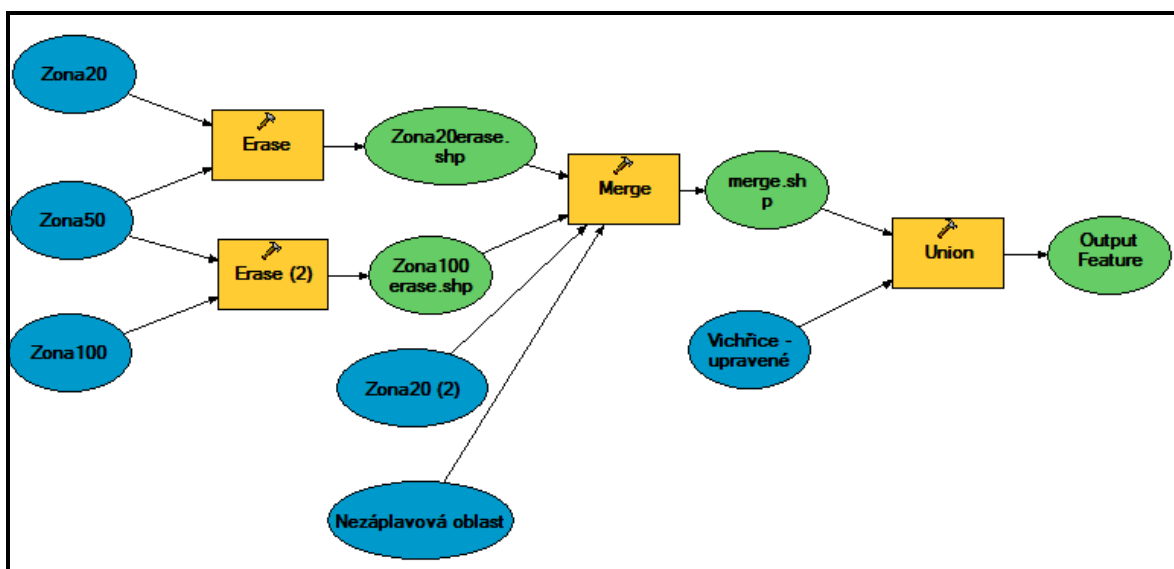
Obrázek 11 ModelBulder – Erase (zdroj: vlastní)

K výstupům uvedené funkce se v modelu dále přidávají předem známé vrstvy Q20 a nezáplavových oblastí. Všechny uvedené vrstvy vstupují dále do bloku obsahujícího nástroj „Merge“ a spuštěním funkce na výstupu vzniká jedna vrstva zastupující všechny záplavové vrstvy. Druhá fáze je též vyjádřena na Obrázku 12.



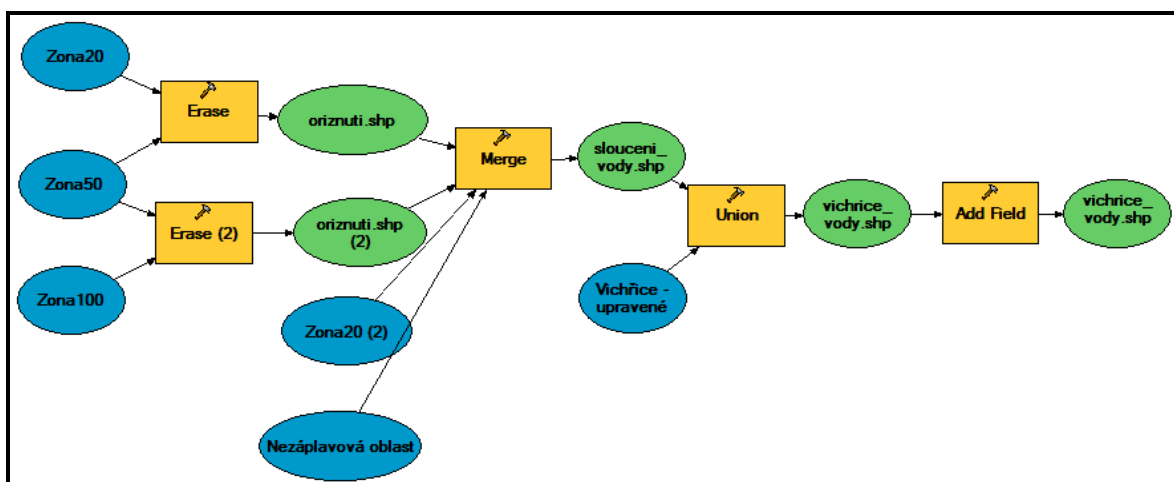
Obrázek 12 ModelBuilder – Merge (zdroj: vlastní)

Zde se k výstupu přidá vrstva rizik vichřic a dochází ke sloučení s oblastmi záplav v bloku „Union“. Jmenovaný blok vstupní vrstvy spojí do jedné nesoucí atributy vstupních vrstev. Současná fáze je z pohledu slučování vrstev rizikových závěrečná a na výstupu vzniká vrstva kombinující oba rizikové faktory – vichřice i záplavy. Schéma vytvořené v ModelBuilderu je znázorněno na Obrázku 13.



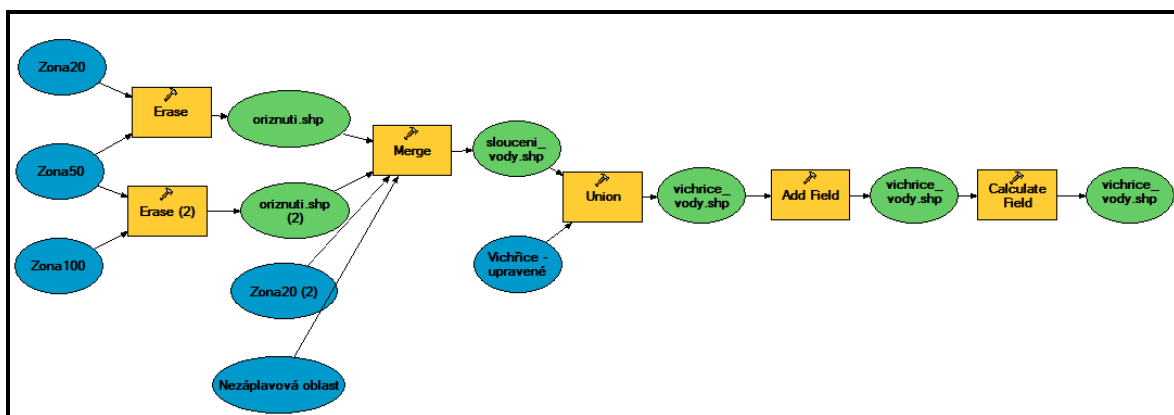
Obrázek 13 ModelBulder - Union (zdroj: vlastní)

Současný model ovšem ještě neumožňuje vypočítat hodnotu výsledného rizika. K tomu je nejdříve nutné vytvořit nový atribut do stávající vrstvy nástrojem „Add Field“, v případě práce atribut „Riziko“. Znázorněno na Obrázku 14.



Obrázek 14 ModelBuilder - Add Field (zdroj: vlastní)

Do nového atributu již zbývá pouze doplnit rozhodující matematický algoritmus a ModelBuidler vypočítá hodnotu ohodnocení nových rizikových zón. Vzorec umožňuje vložení libovolné hodnoty vah roznásobit s příslušným dílčím ohodnocením pro dané riziko. V případě diplomové práce byly zvoleny již zmíněné hodnoty 0,8 pro riziko záplav a 0,2 pro riziko vichřic. Výsledný tvar ModelBuilderu je znázorněn na Obrázku 15.



Obrázek 15 ModelBuilder - Calculate Field (zdroj: vlastní)

Závěrečný pohled na atributy nové vrstvy (Obrázek 16) dokazuje bezchybnou funkčnost modelu

FID	Shape	FID slouce	MG AREA	Zaplavy	Ohzpl	FID vichri	MG NAME	Vichr oh	Riziko
53	Polygon	46	127,5	50	0,625	2	2	0,5	0,6
54	Polygon	47	3516371,64489	50	0,625	2	2	0,5	0,6
55	Polygon	16	303452,124762	20	1	2	2	0,5	0,9
56	Polygon	42	1035694,1797	50	0,625	2	2	0,5	0,6
57	Polygon	21	4996734,78736	20	1	2	2	0,5	0,9
58	Polygon	37	85500284,0004	100	0	2	2	0,5	0,1
59	Polygon	40	4996734,78736	20	1	2	2	0,5	0,9
60	Polygon	23	341424,286974	20	1	2	2	0,5	0,9
61	Polygon	38	1669954,06068	100	0	2	2	0,5	0,1
62	Polygon	41	341424,286974	20	1	2	2	0,5	0,9

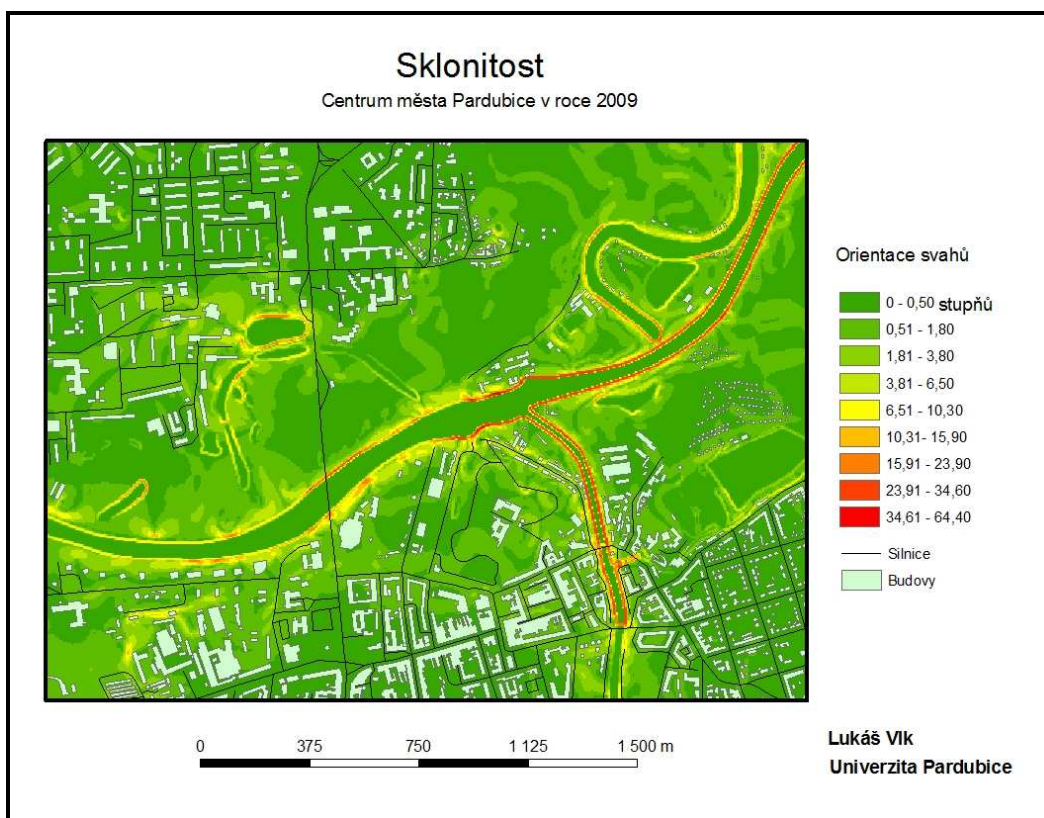
Obrázek 16 Atributová tabulka - výsledná vrstva (zdroj: vlastní)

Vytvořený model je nyní schopen posloužit jako výchozí pro každou další aplikaci podobné situace. V případě náročnějších požadavků uživatele lze kdykoliv přidat další rizikovou vrstvu podobným způsobem, jaký byl v práci uveden.

6.7. Možnosti pro individuální posouzení rizika

Kromě klasických metod stanovení velikosti nebezpečí živelného rizika v oblasti existují také metody individuální, které se řeší zvláště pro každou pojistnou smlouvu. Většinou tato situace nastává v případě, kdy se jedná o území s velkou hrozbou rizika. Práce na závěr zmíní dvě analýzy vycházející z modelu terénu, které by mohly být použity při individuálním ohodnocení rizikovosti území.

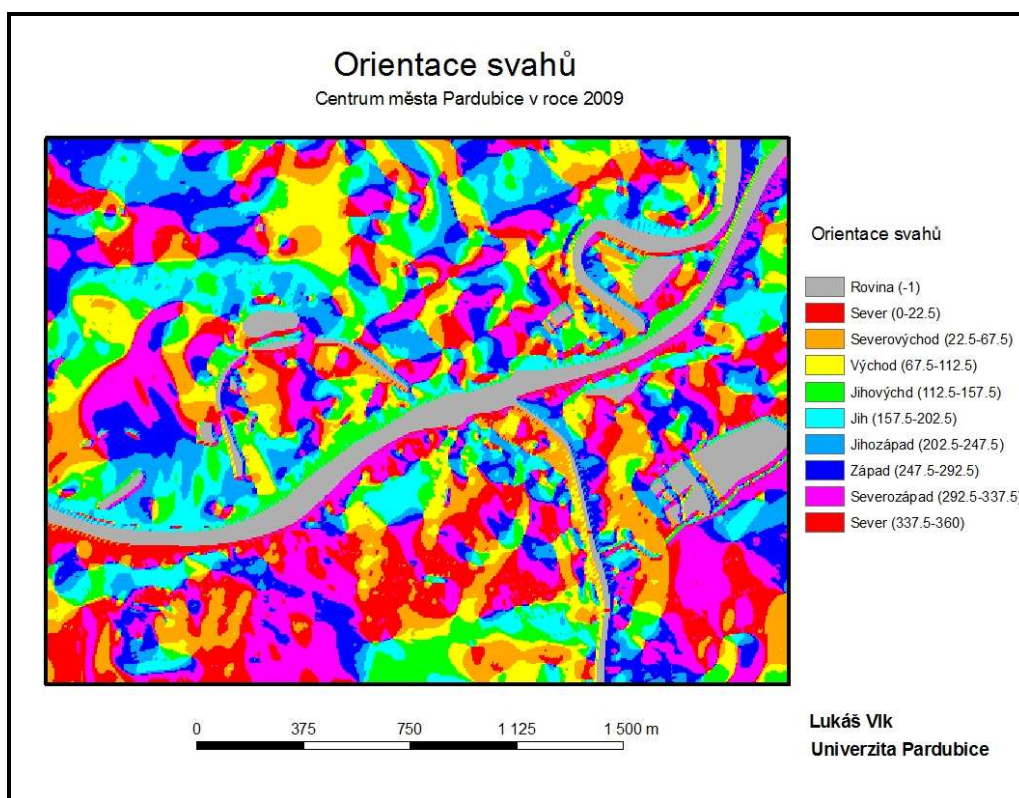
První doplňující analýzou je sklonitost, popisuje velikosti sklonů zájmového území a jejich hodnoty vyjadřuje ve stupních. Prostředníkem k vytvoření modelu sklonitosti je nástroj „Slope“. Na Obrázku 17, kde je sklonitost zájmového území ukázána, vyjadřují zelené odstíny nepatrný sklon a červené odstíny svahy prudké.



Obrázek 17 Sklonitost (zdroj: vlastní)

Nejvíce červených odstínů se vyskytuje hlavně v okolí řek (břehy) a na místech strmých svahů. Funkce sklonitost by mohla najít v pojišťovnictví využití z hlediska odhalování rizik, kterými jsou například sesuvy půdy a sesuvy způsobené táním sněhu.

Druhou doplňující analýzou vycházející z digitálního modelu terénu je orientace svahů podle světových stran. Nástrojem „Aspect“ lze přesně identifikovat, na kterou světovou stranu se zájmové území orientuje. Výsledky vytvořené pro centrum města Pardubice (Obrázek 18) jsou značně různorodé, neboť zájmové území tvoří převážně rovina a nejedná se o velké svahy.



Obrázek 18 Orientace svahů (zdroj: vlastní)

Z uvedeného mapového výstupu lze získat doplňující informace vhodné pro určení míst s častými nárazy větru charakteristické pro zájmové území. Na území Pardubic převládá západní proudění větru, proto lze označit oblasti s touto orientací za nejvíce rizikové. Oproti tomu oblastí s orientací na sever jsou zde z hlediska převládajícího proudění větru relativně nejbezpečnější [7].

7. Závěr

Tendence vzniku stále nových pojistných rizik roste společně s rozvojem společnosti. Pojišťovny, jakožto moderní instituce, se snaží jít s dobou a eliminovat následky co největšího počtu druhů pojistných rizik. Velkou nevýhodou pojišťoven je jejich práce s nejistotou a rizikem, které se snaží za každou cenu identifikovat, a tím i případné negativní následky minimalizovat. Vhodným nástrojem především v oblasti neživotního pojištění jsou geografické informační systémy poskytující řadu analýz získaných dat, která se vážou k vybranému zájmovému území.

Práce se nejprve snažila nastínit základy běžné pojistné praxe na českém pojistném trhu, především u živelního pojištění, které je do geografických informačních systémů nejlépe aplikovatelné. Na základě oslovení vybraných pojišťoven byly získány informace o obecných postupech při sjednávání živelního pojištění majetku a dále se z těchto informací vycházelo. Požadavky na kvalitu geografických informačních systémů poskytla kompetentní instituce - Česká asociace pojišťoven. Zmíněné informace byly základem pro splnění cíle práce, kterým byl návrh a vytvoření modelu v ModelBuilderu pro identifikaci rizikových zón se zohledněním vybraných fyziogeografických faktorů.

Cílem práce bylo vytvoření poloautomatizovaného modelu v prostředí ArcGIS Desktop ModelBuilder, který umožní identifikaci výše pojistného rizika se zohledněním kombinace vybraných pojistných rizik.

Tvorba modelu se skládala z několika bodů a závisela na získání dat o výskytu vybraných pojistných rizik, která jsou pro pojišťovnictví velmi citlivá. Nejprve byl stanoven návrh postupu společně s výběrem vhodného GIS softwaru, kterým byl zvolen ArcGIS Desktop 9.3. Nejdůležitější částí práce byl sběr dat, z kterých mohly být dále tvořeny všechny modely. Díky vstřícnosti oslovených institucí poskytujících mapové služby byla získána data obsahující vrstevnice s výškovým popisem, data záplavových zón a zón vichřic a podkladová topografická data. Ze získání těchto dat vyplynulo i vymezení zájmového území na plochu, kde se všechny tyto vrstvy překrývají – území města Pardubic a okolí. Návrh vlastního modelu spočíval nejprve v tvorbě digitálního modelu terénu převedením výškopisných vrstevnic do rastrového formátu. Díky této fázi práce vzniklo

několik zajímavých a přesných modelů terénů, které mohly dále posloužit jako podkladová vrstva pro další analýzy.

Jelikož byl cílem návrh vlastního modelu a rizikových oblastí, bylo nutné stanovit kombinace vybraných rizik a definovat nové rizikové oblasti. Jako vstupní rizikové oblasti byly zvoleny záplavové zóny, z kterých vychází většina pojišťoven, a dále bylo v práci zohledněno druhé riziko vichřic. Výstupem kombinace těchto rizik vznikly 4 nové rizikové oblasti. Tvorba modelu v ModelBuilderu, která by tento teoretický krok převedla do praxe, byla složitá zejména proto, že bylo nutné její rozdělení na jednotlivé kroky. Tyto dílčí kroky byly prováděny nástroji ArcToolbox v ArcGIS Desktop 9.3 a teprve po úspěšném dosažení správných výsledků dílčích subcílů mohl být tento blok přidán do modelu. Vložení všech dokončených kroků do ModelBuilderu vznikl model, který umožňuje po označení vybraného místa na zájmovém území určit, jaké riziko zde hrozí.

Vytvořením funkčního modelu v ModelBuilderu byl splněn stanovený cíl práce a tento model je schopen vytváření dalších modifikací přidáním případných dalších rizikových faktorů. Síla nově vzniklého modelu navíc spočívá v libovolném nastavení vah jednotlivých rizik podle potřeb uživatele. Na závěr práce byl zmíněn návrh na dva doplňující postupy v případě individuálního ohodnocení rizika. Výstup modelu může být využit také pro identifikaci míst s určitým stupněm pojistného rizika.

8. Použitá literatura

- [1] ARCDATA PRAHA: *ArcČR* [online]. 2007 [cit. 2009-02-07]. Dostupný z WWW: <<http://old.arcddata.cz/data/arccr>>.
- [2] ATMOSFERICKÉ FRONTY [online]. 2007-2009 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <<http://www.meteocentrum.cz/encyklopedie/atmosfericke-fronty.php>>.
- [3] CENTRAL EUROPEAN DATA AGENCY: *ČR města* [online]. 2009 [cit. 2009-04-07]. Dostupné z: <http://www.ceda.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=10&Itemid=34>.
- [4] CIPRA, T.. *Pojistná matematika: Teorie a praxe*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Ekopress, s.r.o., 2006. 411 s. ISBN 80-86929-11-6.
- [5] ČEJKOVÁ, V., ŘEZÁČ, F., ŠEDOVÁ, J.. *Pojišťovnictví*. 1. vyd. Brno: Masarykova Univerzita, 1996. 206 s., tab., grafy. ISBN 80-210-1448-2.
- [6] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Vysvětlení pojmu „stoletá povodeň“* [online]. [cit. 12. 10. 2008]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/hydro/pov02/100_voda.htm>.
- [7] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [online]. 2005 [cit. 2009-04-16]. Dostupné z <[http://www.czso.cz/xednicniplan.nsf/t/2C0026FC02/\\$File/13-5341070308.pdf](http://www.czso.cz/xednicniplan.nsf/t/2C0026FC02/$File/13-5341070308.pdf)>.
- [8] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ [online]. 2009 [cit. 2009-02-27]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_ZABAGED>.
- [9] DIGINEFF : *Co je interpolace* [online]. 2000-2001 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <<http://diginet.cz/cojeto/ruzne/interpolace.html>>.
- [10] DUCHÁČKOVÁ, E. *Pojišťovnictví a pojištění*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 2000. 118 s. ISBN 80-245-0023-X.
- [11] DUCHÁČKOVÁ, E. *Principy pojištění a pojišťovnictví*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Ekopress, s.r.o., 2005. 178 s. ISBN 80-86119-92-0.
- [12] GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY: *Digitální kartografie v ArcGIS* [online]. Lesnická a dřevařská fakulta, 2008 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z:<http://mapserver.mendelu.cz/sites/default/files/data/skripta/ArcGIS/ArcGIS_cviceni_5.pdf>.
- [13] GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY: *DMT* [online]. Lesnická a dřevařská fakulta, 2008 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <<http://mapserver.mendelu.cz/sites/default/files/data/skripta/gis/cvic06.pdf>>.
- [14] GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY: *Topografické a hydrologické modelování* [online]. Lesnická a dřevařská fakulta, 2008 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <http://mapserver.mendelu.cz/sites/default/files/data/skripta/ArcGIS/ArcGIS_cviceni_7.pdf>.
- [15] GEONIFORMATIKA [online]. 2005 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <<http://kgi.wz.cz/GIS/GIS.pdf>>.
- [16] KUKAL, Z. *Přírodní katastrofy*. Praha: Horizont, 1983. 194s.
- [17] KONVIČKA, M. *Město a povodeň – strategie rozvoje měst po povodních*. Šlapanice: ERA, 2001. ISBN: 80-86517-38-1.

- [18] LONGLEY, P.A. a kol. *Geographic information systems and science*. Chichester: John Wiley & Sons, 2001. 454 s.
- [19] NETOPIĽ, R. *Fyzická geografie*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984. 272 s.
- [20] ODBOR ENERGETICKÉHO INŽENÝRSTVÍ, ENERGETICKÝ ÚSTAV - VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ: *Větrná energie* [online]. 2005 [cit. 2008-12-07]. Dostupné z: <<http://oei.fme.vutbr.cz/jskorpik/17.html>>.
- [21] Osobní konzultace ze dne 6.11.2007, PhDr. Dagmar Koutská – *Odbor komunikace, Česká pojišťovna, a.s., Praha*.
- [22] Osobní konzultace ze dne 13.5.2008, doc. RNDr. Milan Šulista, CSc. – *bývalý tajemník ČAP, Praha*.
- [23] Osobní konzultace ze dne 30.9.2008, Mgr. Jana Pochobradská. – *Specialista na GIS, ČSOB pojišťovna, a.s., Pardubice*.
- [24] Osobní konzultace ze dne 30.9.2008, Česká pojišťovna, a.s., *Pobočka Pardubice*.
- [25] Osobní konzultace ze dne 30.9.2008, Generali pojišťovna, a.s., *Pobočka Pardubice*.
- [26] Osobní konzultace ze dne 30.9.2008, Kooperativa pojišťovna, a.s., *Pobočka Pardubice*.
- [27] Osobní konzultace ze dne 14.11.2008, Ladislav Garassy.– *Product Development Manager, Intermap Technologies, s.r.o., Praha*.
- [28] PACÁKOVÁ, V. *Aplikovaná poistná štatistika*. 3. dopl. vyd. Bratislava: Iura Edition, 2004. 261 s., tab., grafy. Ekonómia. ISBN 80-8078-004-8.
- [29] PARDUBICKÝ SVĚT : *Současnost Pardubic* [online]. 2005 [cit. 2009-04-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.pardubice.cz/soucasnost/?PHPSESSID=a3077fb42872ca5cff879f726263533d>>.
- [30] RAMÍK, J. *Vícekritériální rozhodování - analytický hierarchický proces (AHP)*. 1. vyd. Opava : Slezská Univerzita, 1999. 211 s. ISBN 80-7248-047-2.
- [31] STATISTICKÉ ROČENKY HASIČSKÉHO ZÁCHRANÉHO SBORU ČR: *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. 2009 [cit. 2009-04-10]. Dostupné z: <<http://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>>.
- [32] TUČEK, J. *Geografické informační systémy: Principy a praxe*. Praha: Computer Press, 1998. 424 s.
- [33] VOŽENÍLEK, V., CHLAŇ, A. *Pojišťovnictví*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 139 s. ISBN 80-7194-564-1.
- [34] WISE, S. *GIS Basics*. London: Tailor & Francis, 2002. ISBN 0-415-24651-2.
- [35] ZÁKON O POJIŠŤOVNICTVÍ: *Příloha č. 1 - Odvětví a skupiny pojištění* [online]. 1998-2009 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <<http://business.center.cz/business/pravo/zakony/pojistovnictvi/priloha1.aspx>>.
- [36] ZEMĚTŘESENÍ ON-LINE : *Živý přehled o zemetřesení* [online]. 2009 [cit. 2009-02-25]. Dostupné z: <<http://www.zemetreseni.okamzite.eu/>>.

9. Seznam obrázků

Obrázek 1 Nejistota (zdroj: [11]).....	11
Obrázek 2 Interpolace z vrstevnic (zdroj: vlastní).....	44
Obrázek 3 Interpolace z vrstevnic - chyby (zdroj: vlastní)	45
Obrázek 4 Interpolace z vrstevnic – správný výstup (zdroj: vlastní)	46
Obrázek 5 Interpolace z bodového pole (zdroj: vlastní).....	48
Obrázek 6 Stínování reliéfu (zdroj: vlastní)	49
Obrázek 7 Záplavové oblasti - sloučení nástrojem Merge (zdroj: vlastní)	54
Obrázek 8 Sloučení rizikových zón vichřic a záplav - nástroj Union (zdroj: vlastní).....	55
Obrázek 9 Field Calculator (zdroj: vlastní)	56
Obrázek 10 Identifikace zájmového území (zdroj: vlastní).....	57
Obrázek 11 ModelBulder – Erase (zdroj: vlastní).....	58
Obrázek 12 ModelBuilder – Merge (zdroj: vlastní)	58
Obrázek 13 ModelBulder - Union (zdroj: vlastní)	59
Obrázek 14 ModelBuilder - Add Field (zdroj: vlastní)	59
Obrázek 15 ModelBuilder - Calculate Field (zdroj: vlastní).....	60
Obrázek 16 Atributová tabulka - výsledná vrstva (zdroj: vlastní).....	60
Obrázek 17 Sklonitost (zdroj: vlastní).....	61
Obrázek 18 Orientace svahů (zdroj: vlastní)	62

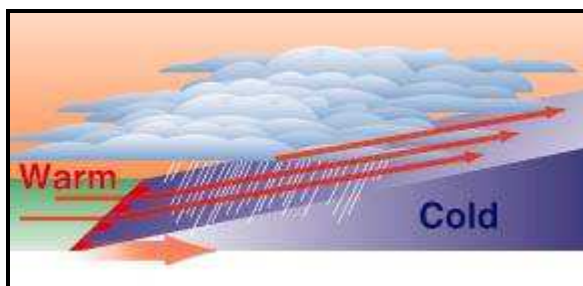
10. Seznam tabulek

Tabulka 1 Vyřizování povodňových škod (zdroj: [21])	26
Tabulka 2 N-leté vody (zdroj: [6])	27
Tabulka 3 Rozlohy záplavových území (zdroj: vlastní).....	43
Tabulka 4 Chybné údaje v atributové tabulce (zdroj: vlastní).....	46
Tabulka 5 Výpočet dílčích ohodnocení (zdroj: vlastní)	52
Tabulka 6 Tabulka rizik (zdroj: vlastní)	52

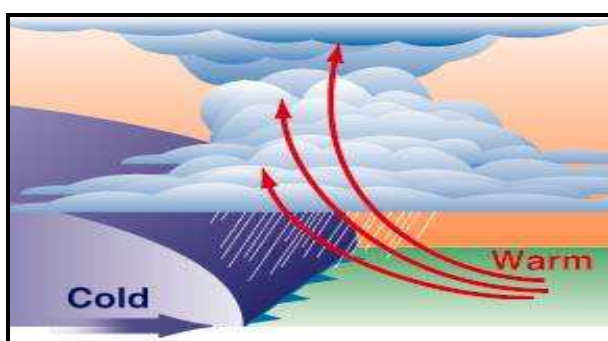
11. Seznam příloh

Příloha 1 Teplá fronta (zdroj: [1]).....	I.
Příloha 2 Studená fronta (zdroj: [1])	I.
Příloha 3 Okluzní fronta (zdroj:[2])	I.
Příloha 4 Větrná mapa (zdroj: [20])	II.
Příloha 5 Počty požárů za období 1994 - 2008 na 10000 obyvatel (zdroj:[31])....	II.
Příloha 6 Oblasti zemětřesení v ČR (zdroj:[20]).....	III.
Příloha 7 Oříznutí záplavových zón podle hranic okresu (zdroj: vlastní).....	IV.
Příloha 8 Oříznutí zón vichřic podle hranic okresu (zdroj: vlastní)	V.
Příloha 9 Interpolace z bodového pole I. (zdroj: vlastní).....	VI.
Příloha 10 Interpolace z bodového pole II. (zdroj: vlastní).....	VI.
Příloha 11 Stínování reliéfu – zvýraznění nerovností (zdroj: vlastní).....	VII.
Příloha 12 Odstranění bezodtokých depresí (zdroj: vlastní)	VIII.
Příloha 13 Sloučení rizikový zón (zdroj: vlastní).....	IX.

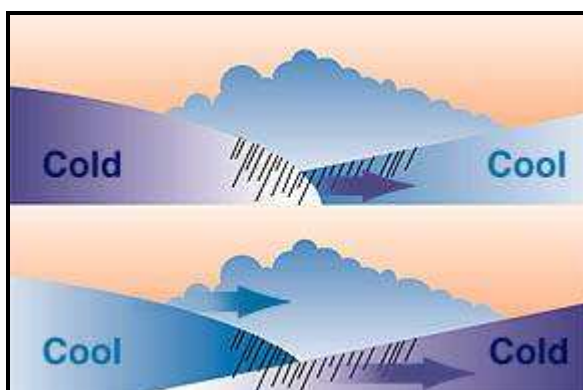
Příloha 1 Teplá fronta (zdroj:[2])



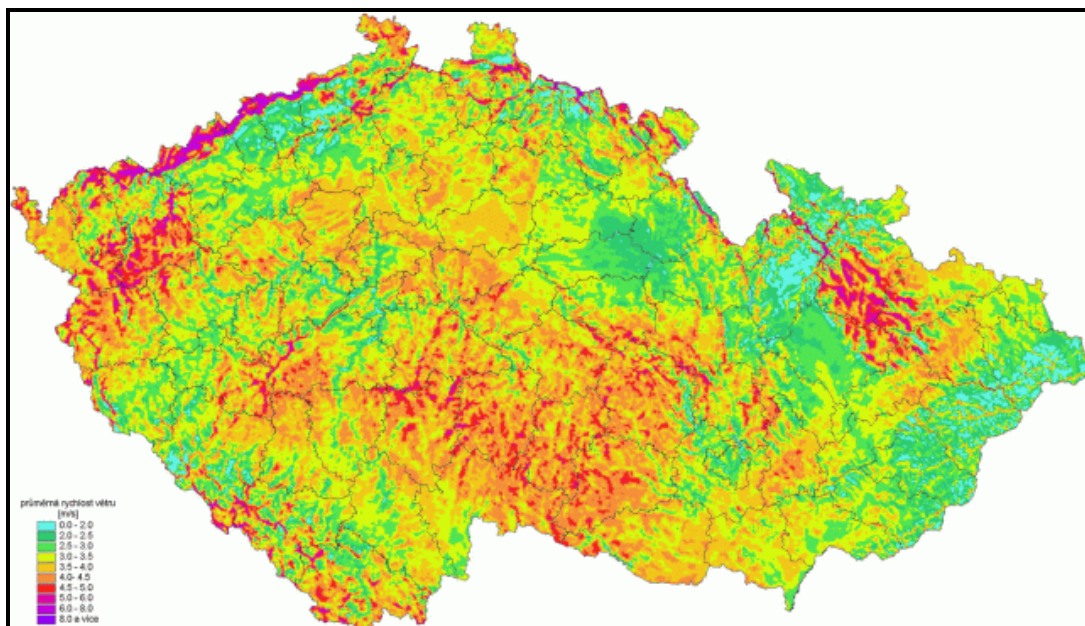
Příloha 2 Studená fronta (zdroj:[2])



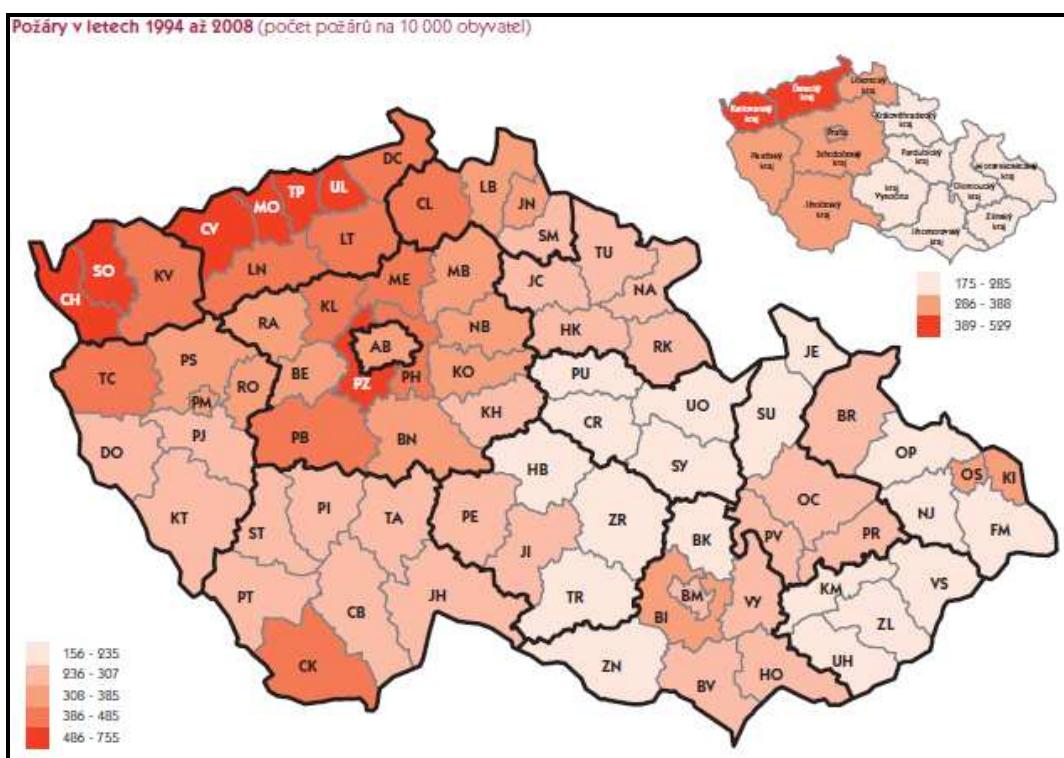
Příloha 3 Okluzní fronta (zdroj:[2])



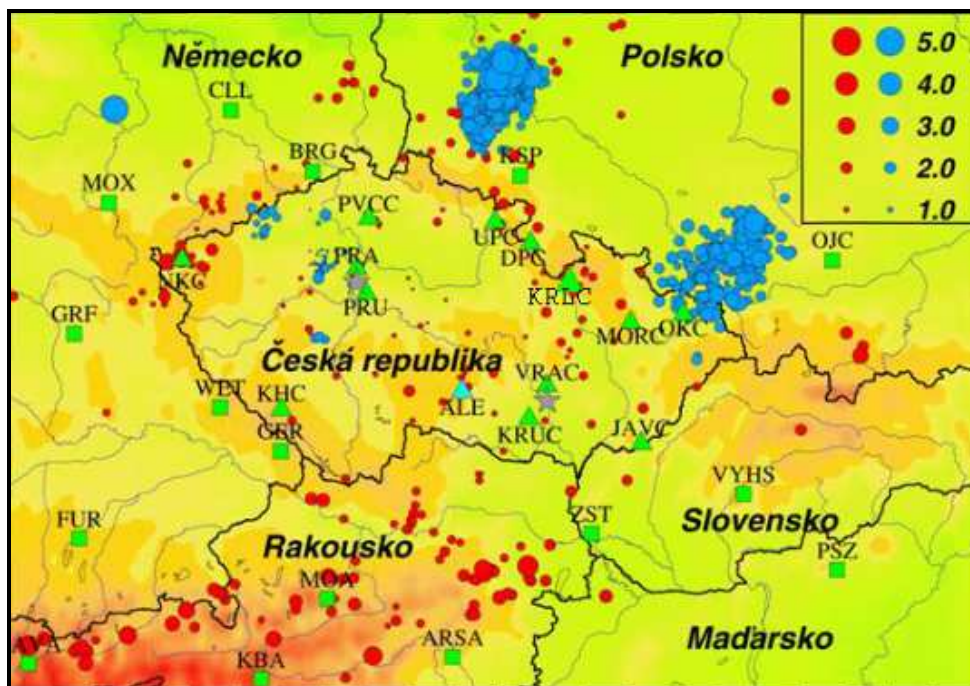
Příloha 4 Větrná mapa (zdroj: [20])



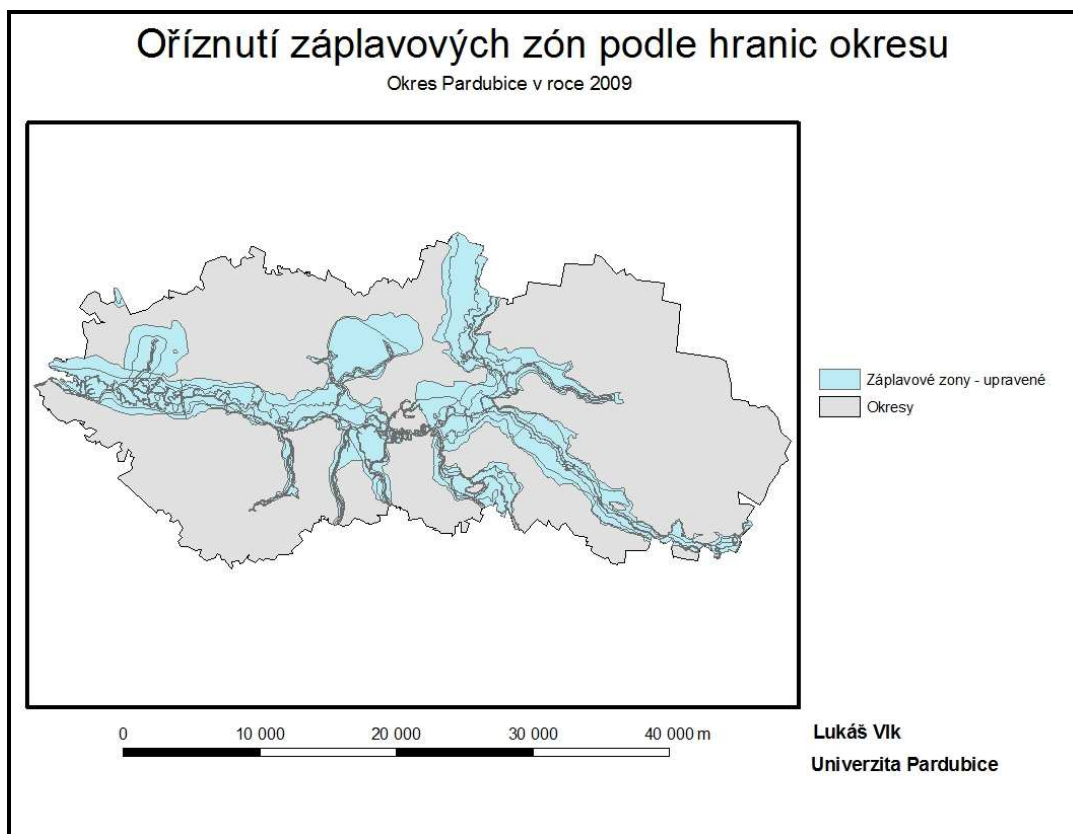
Příloha 5 Počty požárů za období 1994 - 2008 na 10000 obyvatel (zdroj:[31])



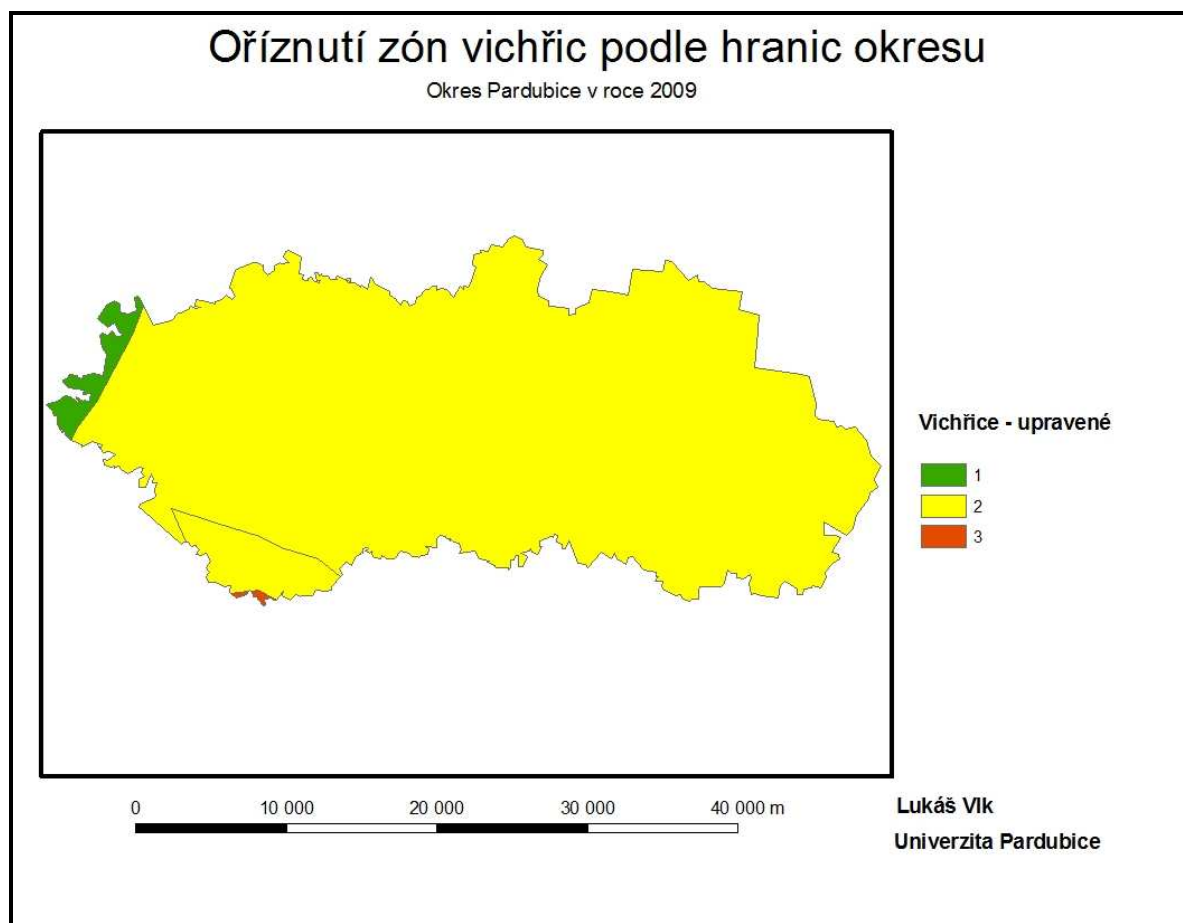
Příloha 6 Oblasti zemětřesení v ČR (zdroj:[20])



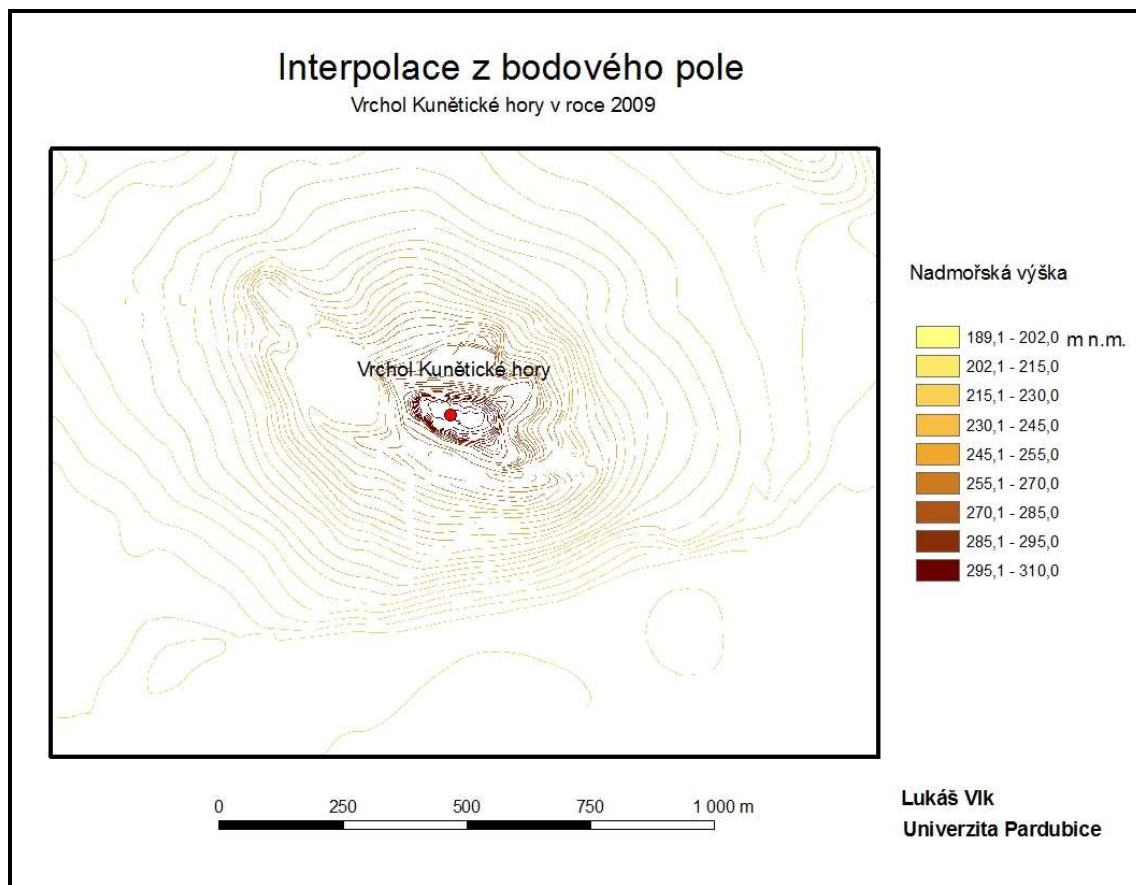
Příloha 7 Oříznutí záplavových zón podle hranic okresu (zdroj: vlastní)



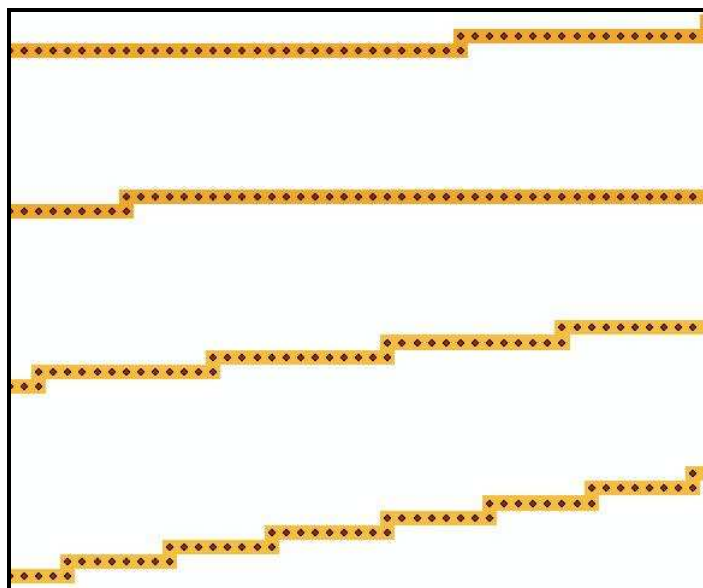
Příloha 8 Oříznutí zón vichřic podle hranic okresu (zdroj: vlastní)



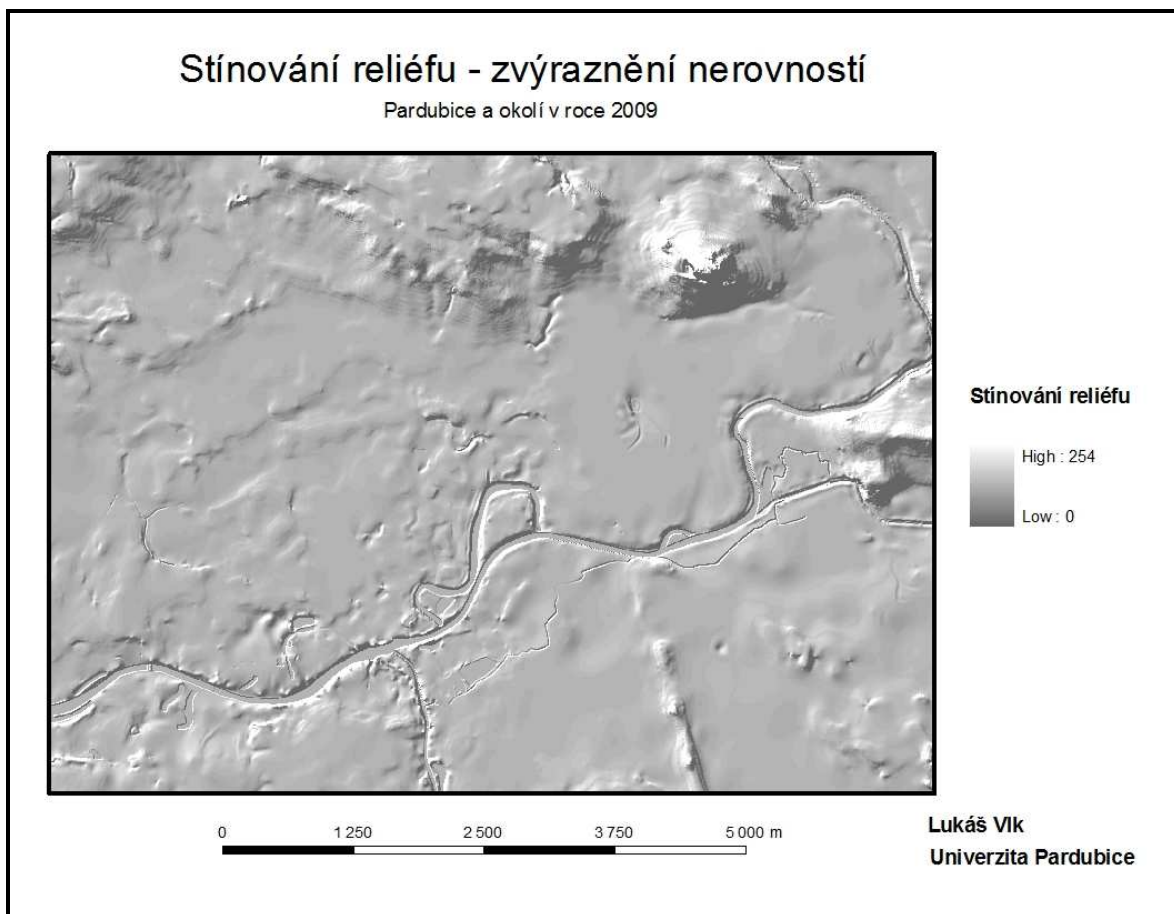
Příloha 9 Interpolace z bodového pole I. (zdroj: vlastní)



Příloha 10 Interpolace z bodového pole II. (zdroj: vlastní)



Příloha 11 Stínování reliéfu – zvýraznění nerovností (zdroj: vlastní)



Příloha 12 Odstranění bezodtokých depresí (zdroj: vlastní)

