

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
Přírodovědecká fakulta
Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie



**PROSTOROVÁ ANALÝZA NELEGÁLNÍ
MIGRACE ČESKÉ REPUBLIKY V LETECH 2005-2007**

Diplomová práce

Eva Mahová

srpen 2010

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

Vysoká škola: Univerzita Karlova v Praze
Katedra: Aplikované geoinformatiky a kartografie

Fakulta: Přírodovědecká
Školní rok: 2009/2010

Zadání diplomové práce

Pro: Evu Mahovou

Obor: Kartografie a geoinformatika

Název tématu: Prostorová analýza nelegální migrace České republiky
v letech 2005-2007

Zásady pro vypracování

Cílem diplomové práce bude provést prostorovou analýzu nelegální migrace České republiky v letech 2005-2007. Konkrétně se bude jednat o zhodnocení lokalizace míst nelegální migrace a nalezení souvislostí mezi místy migrace a vybranými geografickými aspekty (např. vzdálenost od hraničního přechodu, struktura krajiny...). Pro tento účel byla obdržena unikátní data od Cizinecké policie ČR a Ministerstva vnitra ČR, která kromě popisné složky obsahuje též složku prostorovou.

Prvotním úkolem práce bude zpracování různých druhů a formátů poskytnutých dat do jedné databáze. V tomto kroku se bude jednat o zajištění kompatibility a co nejpřesnější určení místa zachycení nelegálních migrantů. Součástí diplomové práce bude provedena literární rešerše podobně orientovaných výzkumů ve světě.

V analytické části bude provedena prostorová analýza s cílem najít souvislosti mezi místy zadržení a vybranými přírodními a socioekonomickými aspekty. V prvním kroku se jedná o výpočet (modelaci) těchto parametrů, jako např. nadmořská výška, sklonitost, vzdálenost místa zadržení od silnice či hraničního přechodu, struktura krajiny, viditelnost místa, hustota zalidnění... Tyto údaje vstoupí do geostatistické analýzy, kde se bude převážně pomocí korelačních indexů počítat váha jednotlivých faktorů. Pro tento účel budou nápomocné také mapové výstupy a 3D vizualizace. Bude navržen postup co nejpřesnějšího výpočtu prostorových parametrů a jejich vyhodnocení pomocí geostatistických nástrojů. Konkrétně se jedná o vzdálenostní, pohledové či výškové parametry. Cenným výstupem bude obecný model vypracovaný v modulu Model Builder, který by měl být aplikovatelný v podobných studiích v jiných státech Evropy. V závěrečné diskusi bude provedena kritické zhodnocení použitých metod a diskutováno zapojení metod a dat DPZ v této problematice.

Výstupem práce bude:

Prostorová databáze zachycení emigrantů 2005 – 2007

Vypočtené geografické charakteristiky míst zachycení

Metodika prostorové analýzy zpracovaná v modulu Model Builder

Geostatistické zhodnocení váhy jednotlivých geografických faktorů ve volbě místa nelegálního přechodu hranice

Mapové výstupy a 3D vizualizace

Rozsah grafických prací: v rámci textu práce, digitální přílohy

Rozsah průvodní zprávy: cca 60 stran

Seznam odborné literatury:


- CAO L. ...[et al.]. 2003. Smuggler's Blues: Mapping Border Trails with Multispectral Imagery [online]. 2003. [cit. 2009-04-13]. Dostupné z URL <<http://www.geospatial-solutions.com/geospatial-solutions/article/articleDetail.jsp?id=48146&sk=&date=&&pageID=1>>
- DE SMITH M., GOODCHILD M., LONGLEY P. 2006. Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools [online]. Leicester: Troubador Publishing, 2006. 394 s. [cit. 2009-04-13]. Dostupné z URL <<http://www.spatialanalysisonline.com/output/>>
- DIZARD W. 2004. Border Patrol integrates GIS into its electronic barricade [online]. 2004. [cit. 2009-04-13]. Dostupné z URL <<http://gcn.com/articles/2004/08/30/border-patrol-integrates-gis-into-its-electronic-barricade.aspx>>
- MITCHELL A. 1999. The ESRI guide to GIS Analysis. Vol. 1, Geographic Patterns & Relationships. Redlands: ESRI, 1999. 186 s.
- O'SULLIVAN D. 2002. Geographic Information Analysis. Hoboken, N.J.: John Wiley and Sons, 2002. 436 s.
- ROSSMO K. ...[et al.]. 2008. Geographic Patterns and Profiling of Illegal Crossings of the Southern U.S. Border. Security Journal [online]. 2008, č. 21, s. 29–57. [cit. 2009-04-13]. Dostupné z URL <<http://www.palgrave-journals.com/sj/journal/v21/n1/full/8350067a.html>>

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Doc. RNDr. Dušan Drbohlav, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 20. 9. 2009

Termín odevzdání diplomové práce: jaro 2010

.....


RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

vedoucí diplomové práce

.....


Ing. Markéta Potůčková, Ph.D.

vedoucí katedry

V Praze dne: 30. 9. 2009

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla veškerou použitou literaturu a prameny.

Jsem si vědoma toho, že případné použití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Praze dne 31. srpna 2010

.....

Eva Mahová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala RNDr. Přemyslu Štychovi, Ph.D. za mnoho cenných rad při vedení mé diplomové práce. Poděkování patří i Doc. RNDr. Dušanu Drbohlavovi, CSc. z Katedry sociální geografie a regionálního rozvoje PřF UK a Ing. Janu Zvěřinovi z Ministerstva vnitra za poskytnutá data a cenné informace. Zároveň děkuji rodině a přátelům, kteří mě podporovali.

Prostorová analýza nelegální migrace České republiky v letech 2005-2007

Abstrakt

Práce se zabývá prostorovou analýzou nelegální migrace na tzv. zelené státní hranici Česka s Německem a Rakouskem v letech 2005 až 2007. Hlavním podkladem je unikátní databáze zadržených migrantů od Cizinecké policie ČR a Ministerstva vnitra ČR, která kromě popisné složky obsahuje též složku prostorovou. Pro všechna místa překročení je vypočteno množství ukazatelů charakterizujících geomorfologii terénu, strukturu krajiny či vzdálenost k nejbližším silnicím, sídlům a hraničním přechodům. Propojením s anonymizovanou databází migrantů vzniká rozsáhlý soubor, na jehož základě je možné pomocí statistických nástrojů hodnotit vliv přírodních a socioekonomických podmínek v okolí mezníků na objem migrace.

Klíčová slova: nelegální migrace, GIS, Python, prostorová analýza, korelace, regrese

Spatial analysis of illegal migration in the Czech Republic 2005-2007

Abstract

This thesis deals with the spatial analysis of illegal migration across so-called green border from the Czech Republic to Germany and Austria in 2005-2007. The main data set was acquired from Czech Alien Police Service and Ministry of the Interior of the Czech Republic and contains also spatial component. For all places of detention various indicators characterizing geomorphology, landscape structure or distances from the closest routes, settlements and border checkpoints are computed. We can identify main aspects related to the choice to illegally cross state borders by merging the database of anonymous personal data of persons detained while illegally crossing the border and geographical data describing the nature of the place of detention.

Keywords: illegal migration, GIS, Python, spatial analysis, correlation, regression

| OBSAH

Přehled použitých zkratk	7
Seznam obrázků a tabulek	8
1 Úvod	10
2 Úvod do problematiky	11
2.1 Státní hranice	11
2.2 Nelegální migrace přes státní hranice.....	12
2.3 Geoinformatika a nelegální migrace přes státní hranice.....	15
2.3.1 Geostatistické zpracování dat o nelegální migraci	15
2.3.2 Modelování propustnosti státních hranic	16
2.3.3 Možnosti využití dat DPZ.....	20
3 Vstupní data	23
3.1 Data vymezení státních hranic	23
3.2 Data za nelegální migraci	23
4 Metodika zpracování vstupních dat	25
4.1 Tvorba databáze mezníků	25
4.1.1 Příprava seznamů souřadnic na import do ArcGIS	25
4.1.2 Možnosti automatizace přenosu do formátu ESRI	27
4.1.3 Python a ArcGIS Desktop	27
4.1.4 Tvorba skriptu pro převod do formátu ESRI.....	28
4.2 Napojení dat o migraci na mezníky.....	30
5 Prostorové analýzy	31
5.1 Geomorfologické charakteristiky.....	31
5.2 Vzdálenostní analýzy	33

5.3 Analýza viditelnosti.....	35
5.4 Struktura krajiny	36
5.5 Hustota zalidnění.....	40
6 Statistické hodnocení	41
6.1 Korelace.....	41
6.2 Regrese	42
6.3 Korelační a regresní analýza dat o migraci.....	44
7 Mapy a 3D vizualizace	48
8 Výsledky	51
8.1 Charakteristika nelegální migrace.....	51
8.2 Charakteristika míst přechodů	54
8.3 Analýza závislostí	55
9 Diskuze	61
10 Závěr.....	64
Seznam zdrojů informací.....	66
Seznam příloh	76

| PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK

CIR	Color Infrared image = snímek v infračerveném spektru
CIREFI	Centre for Information, Discussion and Exchange on the Crossing of Frontiers and Immigration = Středisko pro informace a diskusi v oblasti hranic a přistěhovalectví
DMT	Digitální Model Terénu
DMÚ25	Digitální Model Území 1:25 000
DPZ	Dálkový průzkum země
ETRS-89	European Terrestrial Reference System 1989 = Evropský terestrický referenční systém 1989
GIS	Geografický Informační Systém
GNSS	Global Navigation Satellite System = Globální družicový navigační systém
GPS	Globální polohový systém
SCPP	Správa cizinecké a pohraniční policie
S-JTSK	Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SKPV	Služba kriminální policie a vyšetřování
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
ÚOOZ	Útvar pro odhalování organizovaného zločinu
WMS	Web Map Service = webová mapová služba umožňující sdílení rastrových map v prostředí internetu
ZABAGED	Základní báze geografických dat ČR 1:10 000
ZM10	Základní Mapa ČR 1: 10 000
HSV	Hue, Saturation, Value = barevný model založený na tónu, sytosti a jasů
PC	Principal Component = hlavní komponenta
NDVI	Normalizovaný diferenční vegetační index
SMA	Spectral Mixture Analysis

| SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1:	Výpočet hustoty linií v okolí buňky rastru.....	17
Obr. 2:	Modely propustnosti hranic EU25 (a, b, c, d, e).....	19
Obr. 3:	Vývoj počtu zadržených migrantů ze třetích zemí	24
Obr. 4:	Ukázka zdrojového kódu v Pythonu v prostředí PythonWin	28
Obr. 5:	Model importu seznamů souřadnic do formátu ESRI.....	29
Obr. 6:	Hotová databáze mezníků s Rakouskem a Německem.....	30
Obr. 7:	Postup tvorby DMT a rastru sklonitosti.....	32
Obr. 8:	Výpočet vzdálenosti nástrojem Near	33
Obr. 9:	Analýza viditelnosti v 1km okolí mezníku	35
Obr. 10:	Grafické schéma činnosti skriptu pro tvorbu rastrů viditelnosti.....	36
Obr. 11:	Prostředí programu Fragstats – zadání vstupních souborů.....	39
Obr. 12:	Příklad výstupu nástroje Ordinary Least Square v ArcGIS	47
Obr. 13:	Mezníky podle počtu zadržených migrantů	48
Obr. 14:	Brandov na podkladu ortofotomapy	49
Obr. 15:	3D vizualizace v ArcScene - okolí Nové Bystřice	50
Obr. 16:	Rozložení migrantů v okresech na západní hranici ČR.....	51
Obr. 17:	Rozložení migrantů podle jednotlivých mezníků	52
Obr. 18:	Nejvíce zastoupené národy mezi zadrženými, 2005-2007.....	53
Obr. 19:	Objem migrace přes hranice ČR v průběhu roku	53
Obr. 20:	Lorenzova křivka pro četnosti přechodů na meznících.....	54
Obr. 21:	Histogram vzdáleností od silnice (bez mezníků 60 až 62).....	58
Obr. 22:	Histogram vzdáleností obce (bez mezníků 60 až 62)	58
Obr. 23:	Proložení hodnot sklonitosti různými regresními modely – výstup PASW	59

Tab. 1:	Reklasifikace tříd CORINE Land Cover	37
Tab. 2:	Rozdělení záznamů do intervalů podle hustoty zalidnění.....	45
Tab. 3:	Regrese v MS Excel na příkladu sklonitosti	46
Tab. 4:	Základní charakteristiky míst přechodů.....	55
Tab. 5:	Korelační koeficienty po shrnutí do intervalů	57
Tab. 6:	Odhady parametrů regresních modelů v PASW - sklonitost.....	59

KAPITOLA 1

Úvod

Prevence nelegální migrace patří mezi nejdůležitější politické priority Evropské unie. Její závažnost tkví především v provázání s organizovaným zločinem. Přesto výzkumů týkajících se migrace přes státní hranice na světě není mnoho. Zejména ve střední a východní Evropě se jedná o jeden z mála výzkumů tohoto druhu. Přitom právě na hranice těchto států je soustředěn hlavní proud nelegálních migrantů do Evropské unie. Hlavní překážkou často bývá nedostatek podkladových dat v dostatečné kvalitě a rozsahu.

Cílem této práce je tedy provést analýzu nelegální migrace přes české státní hranice do Německa a Rakouska v letech 2005 až 2007. Umožňuje to jedinečná databáze, vzniklá spoluprací Cizinecké policie ČR a Ministerstva vnitra, obsahující podrobné záznamy o všech zadržených nelegálních migrantech. Její prostorové navázání na hraniční mezníky umožňuje hodnotit vliv přírodních a socioekonomických aspektů na objem nelegální migrace. Výsledkem tak bude kromě prostorově ukotvené databáze migrantů řada tabulek, grafů a mapových výstupů.

Geoinformační systémy jsou vhodným nástrojem pro výpočet řady prostorových charakteristik míst, na kterých k nelegálním přechodům dochází. Jejich výstupy umožňují statisticky hodnotit váhu jednotlivých charakteristik při procesu výběru místa nelegálního překročení státní hranice. Identifikace důležitých faktorů může pomoci hlouběji proniknout do této problematiky a ve výsledku lépe alokovat finanční (a jiné) prostředky věnované ochraně státních hranic a prevenci nelegálních aktivit. Vycházíme však z předpokladu, že chování nelegálního migranta není náhodné, ale je výsledkem racionálního zvážení všech dostupných informací, zkušeností, prostředků a zhodnocení poměru ceny, rizika a potenciálního zisku.

KAPITOLA 2

Úvod do problematiky

2.1 Státní hranice

Státní hranice jsou stanovené mezinárodní smlouvou (např. Mírovou smlouvou podepsanou ve Versailles v roce 1919) nebo ústavním zákonem. Jak uvádí zákon č. 312/2001 Sb. (s. 7213): „státní hranice oddělují výsostné území České republiky od území sousedních států jak na zemském povrchu, tak svislým směrem ve vzdušném prostoru i pod zemským povrchem, v nadzemních i podzemních stavbách a zařízeních.“

Čáru státních hranic tvoří souvislá množina bodů, které určují průběh státních hranic na zemském povrchu. Poloha hraničních znaků a nevyznačených lomových bodů je určena souřadnicemi uvedenými v hraničním dokumentárním díle. Hraniční znak je měřičskou značkou tvořenou povrchovou stabilizací anebo povrchovou a podzemní stabilizací osazenou centricky nad sebou. Správa státních hranic a hraničního dokumentárního díla spadá pod působnost Ministerstva vnitra, které odpovídá za správnost průběhu a vyznačení hranic.

Státní hranice vznikly se založením Československé republiky a těsně na to byly i vyznačeny v terénu. Státní hranice mezi Českou a Slovenskou republikou vznikly samozřejmě později. V dřívějších dobách byly státní hranice uvedeny v hraničních dokumentárních dílech sice na základě zaměření, ale pouze v místních sítích. Souřadnice byly uvedeny jako staničení a kolmice vzhledem k polygonovým přímkám. Polygonové body byly v terénu stabilizovány nejčastěji jako podzemní značky vyznačené drenážní trubkou nebo nadzemními mezníky. Později byly tyto polygonové body ztotožňovány s hraničními znaky. Od dob nového zaměření a určení souřadnic v národních souřadnicových systémech (S-JTSK a německé a rakouské modifikaci Gauss-Krügerova zobrazení) už tyto polygonové body ztrácejí na významu. Rakouské státní hranice byly takto určeny v posledních cca 20 letech. Německé hranice se určují v současné době - od roku 2003 Sasko a 2009 Bavorsko (Zvěřina, 2010). Souřadnice se určují v systému ETRS-89 kombinací měření GPS a klasicky. Poté jsou tyto souřadnice transformovány do národních souřadných systémů. Za účelem údržby a zaměření jsou státní hranice rozděleny mezinárodními smlouvami přibližně na polovinu, takže půlku hranic udržují české státní orgány a půlku sousední státy. Výsledky samozřejmě musí druhá

strana schválit. K tomu jsou zřízeny mezinárodní hraniční komise např. Stálá Česko-německá hraniční komise spadající pod Ministerstvo vnitra.

Přesnost zaměření státní hranice je určena přesností použitých metod měření. V současné době je dána přesností transformací ze systému ETRS-89 do národních systémů, která podle posledních informací je na základě transformačního klíče do 0,05m (Zvěřina, 2010).

Státní hranice je vyznačena několika druhy hraničních kamenů. Hranice s každým státem má ale trochu odlišný systém značení, takže je nutné postupovat se značnou opatrností. Navíc momentálně dochází k přečíslování na logičtější a přehlednější systém. Trojmezí vyznačují asi 240 cm vysoké monolity – trojhranné jehly. Na jednotlivé úseky dělí státní hranice **základní mezníky** (označení např. II) nacházejí se ve vzdálenosti přibližně 20-30 km. **Hlavní mezníky** (označení např. II/2) poukazují na určitou část úseku a jsou od sebe vzdáleny přibližně 200-1000 m. **Mezilehlé mezníky** (označení např. II/2-3) označují všechny lomové body hraniční čáry, v praxi jsou od sebe jednotky metrů až 200 m, protože musí být z jednoho na druhý dobře vidět (Gamrot, 2008). Samozřejmě za předpokladu, že hraniční pruh v šířce jednoho metru na každou stranu od hraniční linie je udržován čistý a nezastavěný, jak to ukládá vlastníkům pozemků na naší straně hraniční linie zákon č. 312/2001 Sb. Poslední **doplňující body** (označení např. 25008) se dávají na místa dodatečného a přesnějšího označení průběhu státní hranice. Pokud státní hranice probíhají po spojnici hraničních znaků nebo spojnici lomových bodů, jsou vyznačeny přímo a hraniční znaky jsou osazeny v čáře státních hranic. Pokud státní hranice probíhají hraničním vodním tokem, hraniční cestou, příkopem či jiným způsobem stanoveným v hraničním dokumentárním díle, který neumožňuje přímé vyznačení, jsou vyznačeny nepřímě. V tomto případě jsou hraniční znaky umístěny v střídavě nebo v párech po obou stranách čáry státních hranic (Klub českého pohraničí, 2010).

Pro následné automatizované zpracování je nedostatkem odlišně značení mezníků v jednotlivých částech hranice v závislosti na sousedním (spolkovém) státu. Navíc v současné době dochází k přečíslování právě z důvodu zpřehlednění.

2.2 Nelegální migrace přes státní hranice

Nelegální migrace je běžně používaný pojem, ale nejen kvůli statistickému zpracování je důležité ho přesněji vymezit. Nelegální migrací se tedy rozumí: „1) případy nelegálního vstupu osob přes státní hranice na území státu a případy nedovoleného způsobu opuštění státu, tak 2) případy nelegálního pobytu cizinců ve vnitrozemí, tj. porušení zákonem předepsané podmínky pro pobyt cizince“ (Drbohlav, 2008, s. 22). Statisticky jsou tedy sledovány odděleně dvě kategorie nelegální migrace - přes státní hranice (v roce 2007 tvořila 42 % zadržených) a porušování pobytového režimu. Tato práce je omezená pouze na první kategorii a to na nelegální pohyb směrem z Česka do Německa a Rakouska. Ostatně počet osob zadržených ve směru z ČR převládá, osoby často vstupují legálně, ale opouštějí republiku nelegálním způsobem.

Podmínky vstupu a pobytu cizinců na území ČR upravuje zákon č. 326/1999 Sb. Podmínky překračování státních hranic, jejich ochranu proti nelegálnímu překračování a oprávnění Policie ČR při zajišťování jejich ochrany upravuje zákon č. 216/2002 Sb. Opatření proti nedovolenému překračování státních hranic se provádějí soustavně na hraničních přechodech, ale i mimo ně v celé délce státních hranic: 1) v blízkosti hranic tzn. do vzdálenosti 5 km od hranic a 2) ve vzdálenosti do 25 km od hranic. Hranice lze překračovat za podmínek stanovených zvláštním právním předpisem¹ nebo mezinárodní smlouvou². Pokud zmíněné dokumenty nestanoví jinak, je dle tohoto zákona každá osoba povinna se na vyzvání policie podrobit kontrole. Za nedovolené překročení hranic se považuje: 1) jejich překročení mimo hraniční přechod, 2) jejich překročení na hraničním přechodu v jiné než stanovené provozní době nebo překročení v rozporu s účelem hraničního přechodu, 3) úmyslné vyhnutí se kontrole na hraničním přechodu.

Radikální změnou ve způsobu ochrany státních hranic bylo přistoupení České republiky do tzv. Schengenského prostoru 27. prosince 2007. V rámci tohoto prostoru se rozeznávají dva typy hranic – vnitřní a vnější. Hraniční kontrola podle zmíněného zákona se tedy týká už pouze vnějších hranic, kde je doplněná o dotaz v informačním systému vytvořeném smluvními státy za účelem prověření, zda osoba, věci nebo vozidlo nepředstavují riziko z hlediska bezpečnosti nebo ohrožení zájmů smluvních států. Na vnitřních hranicích se v tomto smyslu kontrola neprovádí a lze je překračovat na kterémkoli místě. Neznamena to však, že se kontroly nemohou provádět a například německá policie je poměrně pravidelně v blízkosti českých hranic vykonává. Vnitřními hranicemi ČR jsou tedy hranice se státem, pro který jsou závazná pravidla Schengenské dohody (nyní tedy všechny pozemní hranice ČR) a rovněž mezinárodní letiště určená výhradně pro lety mezi smluvními státy. Vnější hranice jsou v případě ČR tvořeny mezinárodními letišti určenými pro lety, jejichž místo odletu, mezipřistání nebo příletu není na území smluvního státu. V roce 2007 tvořil podíl zadržených na letištích přibližně 13 %.

V posledních letech obě složky nelegální migrace jednoznačně klesaly, u migrace přes hranice ČR ze 44 672 zadržených v roce 1998 na 3 384 v roce 2007 (Zpráva o migraci, 2007). Pokles souvisí s častějším prováděním kontrol, zklidněním politické situace na Balkáně a Kavkaze, větší snahou legalizovat pobyt, vytlačováním nelegálních pracovníků ze třetích zemí pracovní silou ze zemí EU díky volnému pohybu osob atd. U výjezdů pak může mít vliv provádění kontroly na hraničních přechodech pouze jedním z hraničních států nebo změna strategie překračování hranic – větší zapojení převaděčských sítí, zapojení falešných dokladů apod. Ve struktuře zadržených cizinců se na předních příčkách dlouhodobě objevují občané Ruska, Ukrajiny, Číny nebo Vietnamu.

Ve struktuře cizinců zadržených při nelegálním překročení státní hranice se od roku 2000 v popředí pravidelně objevují občané Ukrajiny, Vietnamu, Ruska, Číny, Indie či Moldavska.

¹ Zákon č. 326/1999 Sb., o pobytu cizinců na území České republiky a o změně některých zákonů

² Mezinárodní dohody o zásadách překračování státních hranic mimo hraniční přechody – na turistických stezkách apod.

Rozdíl od struktury zadržovaných pro porušení pobytového režimu (vedou Ukrajinci s 74% podílem) je dán rozdílným charakterem migrace. Nelegální migrace přes státní hranice je spíše tranzitní, propojená s převaděčskými sítěmi i s azylovou procedurou, zatímco porušení pobytového režimu je spíše migrací pracovní (Drbohlav, 2008). Pro ilustraci významu nelegální migrace lze uvést například podíl nelegálně zaměstnaných na počtu zkontrolovaných cizinců, který mezi lety 2002-2006 tvořil 23 %. Celkově nejvíce osob bylo zadrženo na hranicích s Polskem. To je ale dáno jejich charakterem, kdy velkou část zachycených tvoří občané ČR a EU při provozování turistiky, návštěv obchodů apod. Ve směru z ČR bývá nejvíce osob zadrženo na hranicích s Německem a Rakouskem. Zde je také největší podíl převaděčství.

Důležité je se také seznámit s trendy ve způsobech nelegálního překračování státních hranic. Velmi obsáhlou výpověď o stavu migrace podává každoroční Zpráva o situaci v oblasti migrace na území ČR vydávaná Ministerstvem vnitra. Podíl osob chycených ve směru z ČR je pravidelně vyšší než ve směru do ČR (vstupují legálně, požádají o azyl, ale jejich cíl je dále na západ a opouštějí zemi nelegálně). Postupy migrantů samozřejmě dostaly změny se vstupem ČR do EU a zjednodušením kontrol na hranicích. Převaděčské organizace využívaly nových podmínek v hraničním režimu, snažily se častěji převážet osoby přímo přes hraniční přechody ve vozidlech nákladní a kamionové přepravy i v úkrytu osobních vozidel. Nově také zneužívali tzv. selektivního odbavování na hraničních přechodech, kdy se odbavující policisté důsledněji zaměřují na cizince ze třetích států. Používáním neregulérních dokladů zemí EU a převážením migrantů ve vozech s registrační značkou členských států se snaží eliminovat nebezpečí odhalení (Zpráva o migraci 2005 a 2006). Počet převáděných osob se sice mezi lety 2005 a 2007 snižoval, ale jejich podíl na celkově zadržovaných mírně stoupl (v průměru 16 % za toto období podle MV ČR, ale dle metodiky CIREFI³ podstatně více kolem 30 % (Zpráva o migraci 2007)). Nejvíce se převaděčství týká rakouské a německé hranice. Převaděčské metody zůstávají podobné. Převaděč například převede migranty pěšky přes tzv. zelenou státní hranici, za kterou na převáděné osoby čekají dopravci do cílové země. Podle poznatků SCPP a PČR SKPV ÚOOZ k častým metodám nelegálního překonávání státní hranice nadále patří doprava menších skupin osob (od jedné do čtyř) v přepravním prostoru osobních vozidel, a to za pomoci padělaných nebo pozměněných cestovních dokladů. Využívaná je i forma převozu migrujících osob přes hraniční přechody za pomoci kamionové dopravy, kdy mezi deklarovaným nákladem jsou vyhotoveny úkryty pro převoz cizinců. Tato forma je stále oblíbenější a při současném odbavování kamiónů a jejich počtu průjezdů přes hraniční přechody je velmi obtížně odhalitelná (Zpráva o migraci 2006). Je třeba rovněž zdůraznit, že převaděčství je často zapojené do obchodu s lidmi a organizovaného zločinu v obou sousedních zemích. Často se v něm angažují i cizinci, u nás zejména občané bývalého SSSR. Nejčastěji jsou převáděni občané Ukrajiny, Ruska a Číny či Vietnamu. V dopravních prostředcích bylo přitom v roce 2007 zadrženo kolem 4,5 % nelegálních migrantů. Pravidelně dochází k obměnám převaděčských tras a lokalit,

³ Dle této metodiky se převáděnými osobami rozumí osoby, které přiznaly pomoc převaděče, cestovaly ve skupině 10 a více osob nebo použily pozměněné doklady.

kteřé jsou využívány k převodu cizinců přes státní hranice. Zvyšuje se také podíl osob zachycených na hranicích s neregulérním⁴ cestovním dokladem (v roce 2007 činil 18,5 %).

V rámci EU funguje včasný varovný systém, který je součástí CIREFI (Zpráva o migraci 2007). Prostřednictvím tohoto systému jsou členskými státy Evropské unie zasílány informace o nových trendech, způsobech a trasách nelegální migrace na území Evropské unie. Součástí systému jsou i poznatky o různých formách zneužívání cestovních dokladů (zjištěné případy osob prokazujících se neregulérními cestovními doklady, informace o odcizených nevyplněných cestovních dokladech nebo vízech apod.). Rovněž probíhá spolupráce mezi orgány sousedních zemí především v oblasti výměny informací o pohybu osob a vozidel na obou stranách státní hranice s cílem odhalovat nelegální migraci a struktury jejího fungování.

Dle Zpráv o migraci je vládou ČR boj proti nelegální migraci pokládán za jednu z priorit bezpečnostní politiky v oblasti veřejného pořádku a vnitřní bezpečnosti státu. Tímto také naplňuje jednu z priorit Haagského programu, kterou je řízená migrace tj. posilování boje proti nelegální migraci, obchodu s lidmi, převaděčství a jiné.

2.3 Geoinformatika a nelegální migrace přes státní hranice

Geografických informačních systémů se již hojně využívá v oblasti kriminalistiky, avšak v odborné literatuře lze najít jen několik málo zmínek o aplikaci geoinformačních metod v oblasti nelegální migrace. Jedná se zejména o mapování míst podél státních hranic, na kterých dochází nejčastěji k nelegálním aktivitám, s cílem zlepšovat jejich ochranu. Studium podmínek, které mají vliv na objem nelegální migrace přes státní hranice, přispívá k lepšímu pochopení celého problému a k jeho efektivnějšímu řešení. Naprostá aktuálnost mapových podkladů v detailním měřítku umožňuje využití geoinformačních technologií i v aktuálním čase a efektivní zásah v případě narušení hranic.

2.3.1 Geostatistické zpracování dat o nelegální migraci

Statistické zpracování je jednou ze základních metod získávání informací. Zohledněním prostorových atributů dostává statistika nových a zajímavých rozměrů. Kvalita výstupů však silně závisí na statistických podkladech a dostupnosti a přesnosti polohových dat. Migrační statistiky se vedou po celém světě, jejich navázání na konkrétní prostorové aspekty je však výjimečné. Vyžaduje totiž značné úsilí na získání použitelných prostorových souřadnic a spolupráci mnoha orgánů.

Geografickými aspekty a analýzou nelegálního překračování hranic se zabývala například Univerzita v Texasu (Rossmo ... [et al.], 2008). Tento výzkum je zaměřen konkrétně na hranici USA a Mexika podél řeky Rio Grande. Jedná se o jednu z nejostřeji sledovaných státních hranic světa. Cílem projektu bylo najít prvky, které usnadňují či naopak znesnadňují nelegální

⁴ Neregulérní cestovní doklady jsou doklady pozmeněné či padělané nebo doklady cizích osob.

přechody hranic a identifikaci konkrétních fyzickogeografických a socioekonomických faktorů, které mají největší vliv na pravděpodobnost pohybu nelegálních pracovníků, obchodníků s drogami či pašeráků přes danou hranici. Tato hranice je extrémně dlouhá a rušná a každý poznatek umožní zefektivnit a zlevnit její ochranu. Projekt pracoval s databází 254 717 osob, které byly zachyceny v průběhu let 2000 až 2004 na 330 km dlouhém úseku hranice v sektoru Del Rio v Texasu. Každá událost byla lokalizována pomocí nejbližších hraničních bodů (landmark mile markers), které byly zaměřeny pomocí technologie GPS. Celkem se jednalo o 111 mezníků. Charakter migrace je zde samozřejmě úplně odlišný od evropských podmínek. Přibližně 93 % zachycených tvoří občané Mexika, kteří se stěhují hlavně z pracovních důvodů, přitom 90 % tvoří muži. Věkový průměr migrantů (26,9 let) je podobný našim podmínkám, roční chod počtu zadržených má vrchol spíše v jarních měsících. Statistické zpracování vstupní databáze společně s prostorovými daty ukázalo význam blízkosti míst přechodů k sídelním jednotkám na mexické straně. Zde se nelegální migranti seskupují a čekají na organizovaný přechod. Důležitým prvkem je zde řeka Rio Grande. Logicky se přechody nesoustředí do období s velkým průtokem a důležitým prvkem se zde zdá být přítomnost přírodních mostů a ostrovů z nahromaděných splavenin. Překročení řeky je vždy nebezpečné a oficiální mosty jsou ostře střeženy. Projevuje se tu například i využívání malých a občasných vodních toků jako orientačního prvku a pěších stezek. Zajímavé je například, že migranti preferují místa, kde je jižní břeh vyšší než severní, protože tak lépe mohou kontrolovat případnou přítomnost pohraničních stráží před překročením řeky.

2.3.2 Modelování propustnosti státních hranic

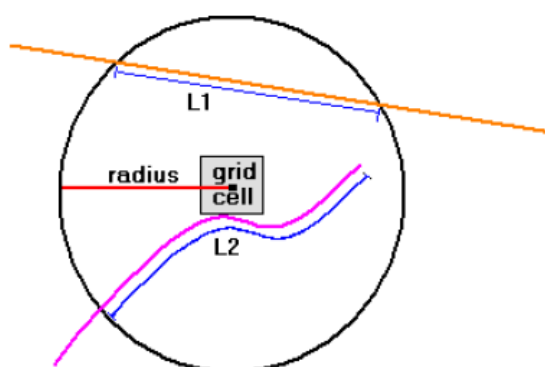
Jiným přístupem je modelování tzv. propustnosti hranice. Tomuto problému se věnovali například Stephenne s Pesaresim (2006) nad vnější východní hranicí EU25. Tento model vychází z toho, že objem migrace je funkcí geografické propustnosti hranice a efektivity její ochrany. V neposlední řadě také ochotou a touhou lidí hranici přecházet v souvislosti s tzv. push a pull faktory.

S rozšířením EU v roce 2004 vytvořily nové členské státy jakýsi pás mezi vyspělými státy západní Evropy a chudšími a méně stabilními státy na východě (státy bývalého Sovětského svazu, státy bývalé Jugoslávie atd.). Této vnější hranici tak musela být věnována značná pozornost pro zamezení nežádoucích aktivit. Vnější pozemské hranice EU25 měří přes 6 000 km a vzhledem k tomu se daný projekt omezuje na rozlišení 1 km velikosti základní buňky rastru. Na druhou stranu použitá obalová zóna 50 km po obou stranách hranice umožňuje zasadit hranici do širšího kontextu. Propustnost hranice P je zde tedy počítána jako inverzní hodnota tzv. tření či odporu hranice O , který je vypočten cenovou funkcí nad vstupními geografickými faktory G :

$$P(x) = \frac{1}{O(x)}, \text{ kde } O(x) = f(G).$$

Je nutné podotknout, že se model zaměřuje jen na tzv. zelenou hranici a uvažuje standardního dospělého člověka, který má v úmyslu nelegálně překročit státní hranici pěšky. Jiné druhy nelegální migrace (v osobních či nákladních autech, vlacích...) jsou soustředěny spíše na hraniční přechody a vypovídají tedy spíše o propustnosti těchto oficiálních kontrolních bodů.

Celý model není založen přímo na datech o zadržených ale na předpokládaném chování a schopnostech standardního dospělého člověka, který zamýšlí státní hranice nelegálně překročit. Autoři zahrnuli množství vstupních dat z různých zdrojů a odlišných forem reprezentace. Aby mohly všechny faktory vstoupit do společného modelu, musely být převedeny do stejného formátu. Vektorové vrstvy (silnice, železnice, vodní toky a plochy...) jsou převedeny do souvislého rastru. Hodnota buňky je vypočtena pomocí hustoty vektorových prvků v kruhovém okolí každé buňky (radius 1 km) viz obrázek 1.



Obr. 1: Výpočet hustoty linií v okolí buňky rastru (zdroj: ESRI ArcGIS Desktop 9.3 Help)

Úplná kompatibilita dat je zajištěna až po převodu rastrů na stejný typ a rozsah hodnot pomocí fuzzy funkcí (sinusové nebo lineární) na hodnoty 0-255⁵. Jednotlivé vrstvy jsou kombinovány pomocí operací překrytí (průnik, sjednocení) nebo vážené lineární kombinace (zde byly využity pouze stejné váhy všech kritérií).

Kompletní model zahrnuje velké množství vstupů, pro lepší pochopení ho lze rozdělit do tří dílčích konceptů:

- a) vlastnosti terénu a povětrnostní podmínky, které ovlivňují rychlost chůze

Kritérium chůze je základní. Vliv mají například atmosférické podmínky. Do multikritériálního hodnocení vstupují průměrné roční hodnoty teploty a výšky sněhové pokrývky za třicetileté období. Po reklasifikaci byly oba soubory lineárně zkombinovány (se stejnými vahami), takže pro atmosférické podmínky je výstupem jeden rastr s hodnotami 0-255 pro celou délku hranice. Z terénních podmínek lze vzpomenout nadmořskou výšku či sklonitost. Oba tyto faktory byly reklasifikovány rostoucí sinusoidou, lineárně zkombinovány a nakonec

⁵ Je zvolena rostoucí nebo klesající funkce tak, aby vyšší výsledné hodnoty značily horší podmínky pro přechod hranice.

minimálním překryvem zkorigovány vrstvou s informací o hustotě tunelů, které dané nepříznivé terénní podmínky zmírňují. Uvažována jsou samozřejmě i data o krajinném pokryvu, který zahrnuje rovněž vodní objekty, které významně znesnadňují pěší pohyb. Významnou roli hraje dopravní infrastruktura (silnice, železnice), která usnadňuje pokusy o přechod. Vhodným překrytím všech čtyř skupin vznikla výsledná vrstva pro kritérium chůze. Určitým nedostatkem tohoto kritéria může být hodnocení povětrnostních podmínek. Zahrnuta je sice průměrná hodnota teploty a výšky sněhové pokrývky za dlouhých 30 let, na druhou stranu se vůbec neuvažuje sezónnost těchto ukazatelů.

b) možnosti úkrytu v daném prostředí

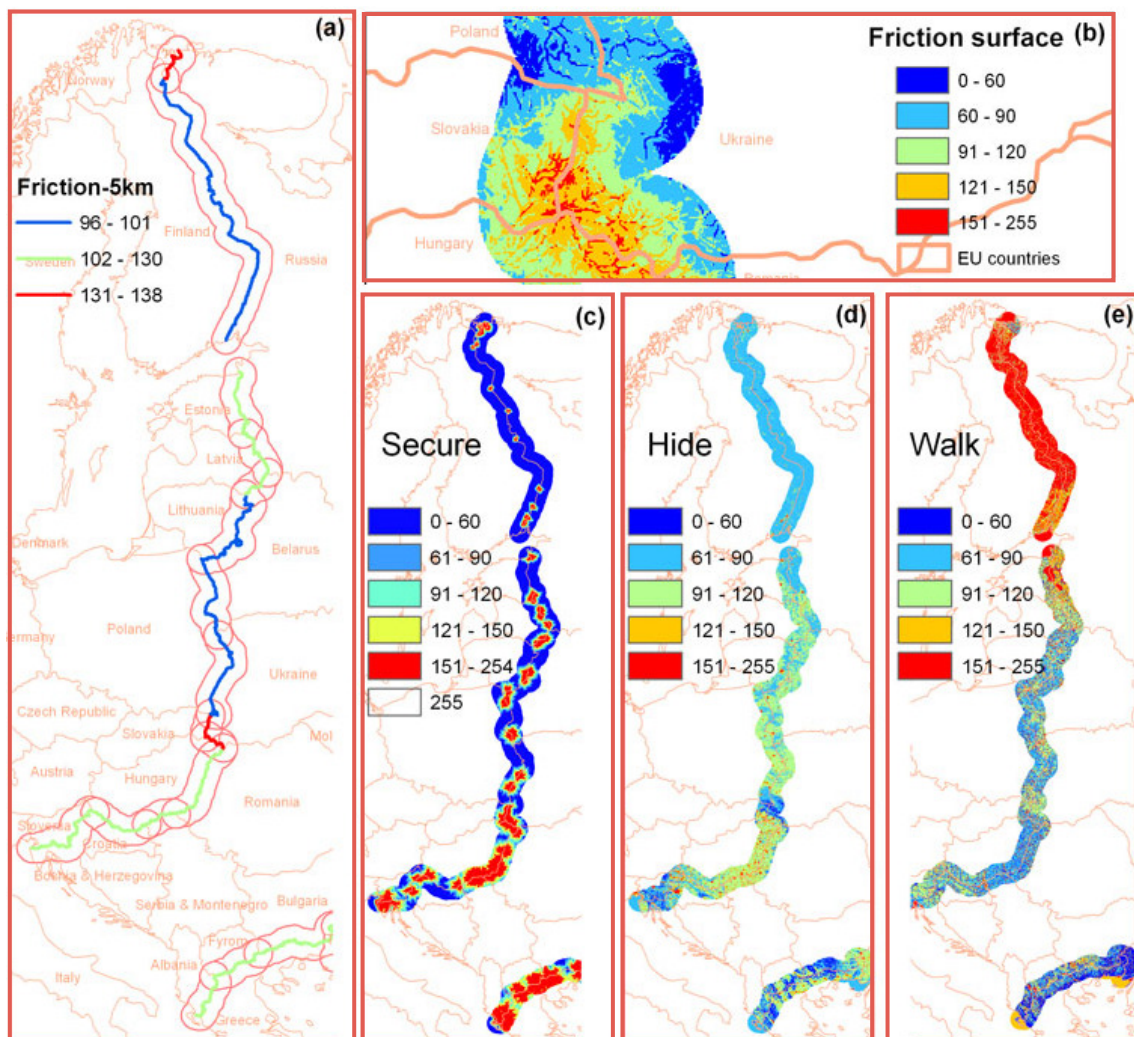
Pravděpodobnost, že migrant nebude spatřen při pohybu v pohraniční oblasti, zvyšuje šance na úspěšný přechod. Předpokládáme tedy, že k přechodu budou spíše vybírána místa s menší hustotou osídlení, mimo zástavbu a noční světla. Podle možností úkrytí v krajině je klasifikován například land cover, určen vliv hustoty osídlení a rozmístění sídel. Zajímavým doplňkem je rastr nočních světél, který nezahrnuje jen osídlené oblasti. V neposlední řadě může ztížit možnost chycení migrantů sám reliéf. Zde tedy odchýlně od faktoru chůze, rostou možnosti se schovat v členitém terénu o sklonu nad 20 %. Nad 40 % se už považují za maximální (hodnota 0 ve výsledném rastru). Všechny parametry jsou pak lineárně zkombinovány.

c) pravděpodobnost zachycení pracovníkem pohraniční stráže

Pohraniční kontroly samozřejmě sehrávají důležitou roli a pohyb nelegálních migrantů v jejich okolí je díky zvýšenému riziku odhalení nebezpečný. V tomto směru však studie trpí nedostatkem kvalitních vstupních dat o hraničních přechodech a nahrazuje je místy, kde hlavní silnice protínají státní hranice. Tento parametr tak může být poměrně sporný, navíc s přihlédnutím k jeho relativně velké váze v rámci celého modelu. Frikce z hlediska kontrol je vypočtena na základě vzdáleností metodou nejmenšího odporu nad cenovou vrstvou chůze. Takže každému pixelu je přiřazena hodnota vzdálenosti (resp. času potřebnému k dosažení migranta) od nejbližší hraniční kontroly ne vzdušnou čarou, ale dle podmínek pro pohyb v terénu vypočtených v prvním kritériu.

Celková frikce je pak lineární kombinací všech tří konceptů (se stejnými vahami) a může být pro celkový přehled vztažena k jednotlivým úsekům hranic v různém prostorovém kontextu 1, 5 nebo 50 km na obě strany od hranice. Z hlediska pěší prostupnosti vychází hranice v jižní části prostupnější než v severní, zároveň v bufferu 1 km je průměrná hodnota frikce většinou vyšší než v širším okolí. To je logické, protože státní hranice jsou často tvořeny přírodními hraničními prvky – řekami, horami... Z hlediska možností úkrytu nebyl prokázán nějaký severojižní trend, ale největší frikci mají, zdá se, hranice v centrální části, kde je nejhustější osídlení. Finská hranice obsahuje asi nejmenší hustotu hraničních přechodů, proto vychází pro nelegální migranty nejbezpečněji. Na druhou stranu přírodní podmínky pro pěší přechod tu nejsou natolik příznivé. Z hlediska možnosti odhalení je pro nelegální migranty vyhodnocena jako nejméně vhodná hranice Slovensko-Ukrajina a Řecko-Turecko. Tyto hranice jsou známé

koridory nelegální migrace do EU a pohraniční kontrola je zde dobře rozvinutá. Celkově model ukazuje, že s menším bufferem roste frikce, což je logické. Obecně se mnohé faktory vzájemně vyrušují – je snazší chodit spíše v jižnější části hranice, ale na druhou stranu je zde díky vyšší hustotě kontrolních míst vyšší šance být chycen. Nejnižší průměrnou hodnotu frikce zaznamenala hranice Bělorusko-Polsko. Nejméně vstřícné pro ilegální přechody jsou naopak hranice Řecko-Turecko, Ukrajina-Maďarsko a Norsko-Rusko. Poslední hranice je zajímavá tím, že v 50km okolí má frikci velmi nízkou, ale přímo na hranici vysokou. To ilustruje důležitost kontrolních míst na hranici, kterých je zde mnoho. Tato hranice by mohla být pro migranty zajímavá. Přestože Norsko nepatří do Schengenského prostoru, je vyspělou zemí západní Evropy a tato cesta by se mohla zdát snadnou bránou do Evropy. Kvalitní zabezpečení hranice naznačuje, že tomu tak není. Opačným případem je finsko-ruská hranice, která obsahuje jen pár oficiálních přechodů, ale na druhou stranu kritéria umožňující rychlou chůzi (povětrnostní podmínky, hodně jezer, bažin a řek...) jsou zde nepříznivá a tvoří tak přírodní překážky. Přes ukrajinské hranice proudí hlavní trasy nelegální migrace do Evropy, přesto tyto hranice vykazují poměrně vysoký odpor (obr. 2a a 2b).



Obr. 2 (a, b, c, d, e): Model propustnosti hranic EU25 (a), hranice Slovensko–Ukrajina(b), kritérium bezpečnosti (c), kritérium úkrytu (d), kritérium chůze (e)
(zdroj: Stephenne, Magoni, Laneve, 2009)

Celý model je aplikován na velké území, což neumožňuje uvažovat lokální podmínky. Vzhledem k rozlišení nemohou být odhaleny veškeré parametry, které mají velký vliv na lokální úrovni např. odlesnění hraničních pruhů o šířce 500 m, oplocení apod. Každopádně umožňuje do určité míry odhadnout úsilí, které je třeba jednotlivými státy vyvinout ke kvalitní ochraně státních a evropských hranic. Umožní si i udělat hrubou představu, kde přibližně migranti ze známého výchozího místa hranici překročili pomocí tzv. povrchu nákladů (cost surface).

Dobré porozumění vstupních parametrů a dobře sestavený model pak může sloužit pro testování scénářů navázaných nejen na politické změny týkající se hranic, změnu způsobu jejich ochrany, uplatnění doplňkových ochranných prvků (ploty, senzory) apod. S obměnou a doplněním parametrů (typ pobřeží, vítr, vlastnosti moře...) by mohl být celý koncept určité aplikován i na pobřežní hranice.

Lokální aplikaci podobného modelu na příkladu slovensko-ukrajinské hranice dává Stephenne a Zeug (2007). Na této úrovni už lze dobře využít dat DPZ o vysokém rozlišení. Zde jsou využity multispektrální snímky družice Quickbird – ortorektifikované nad SRTM a zaostřené panchromatickým pásmem pomocí barevné transformace HSV. Nad tímto je pak možné identifikovat a vektorizovat širokou škálu objektů – různé druhy vegetačního pokryvu, dopravní infrastruktury a osídlení. Lze ovšem rozeznat například i brody nebo neoficiální mosty (potrubí přes vodní tok apod.), které mohou v propustnosti hranice hrát významnou roli. Jejich identifikace ale vyžaduje větší úsilí a je třeba sledovat kontext jejich umístění v prostoru (návaznost na cestu na obou březích atd.). Proces digitalizace všech těchto objektů může být poměrně zdlouhavý, na druhou stranu přináší aktuální stav bez nutnosti spoléhat se na existující data. Určitě by zde bylo výhodné zvážit určitou automatizaci procesu. V lokálním měřítku se mění váha jednotlivých parametrů, které vstupují do výsledného modelu. Autoři považují například za zbytečné uvažovat meteorologické faktory, které jsou (vzhledem k použití průměrné roční teploty a výšky sněhu v globálním modelu) v tomto měřítku téměř homogenní. Problémem zůstávají mraky a jejich stíny přítomné na snímcích, které znemožňují identifikaci objektů na snímku.

2.3.3 Možnosti využití dat DPZ

Dálkový průzkum země umožňuje sbírat data o zemském povrchu v digitální nebo fotografické formě bez přímého kontaktu se zkoumaným povrchem skrze detekci elektromagnetického záření. Možnost praktického využití dat DPZ při ochraně hranice USA-Kanada uvádí například Kalacska (2008). Upozorňuje na velkou výhodu dat z LIDARu⁶, která umožňují získat velmi detailní informace o zemském povrchu pod vegetačním pokryvem. To je informace, která by při tradičním dálkovém průzkumu nebo pozemním vizuálním pozorováním zůstala skrytá. V kombinaci s dalšími geografickými daty (stezky, silnice, vodní plochy, lesy...) poskytuje efektivní způsob, jak odhalit potenciální místa vhodná pro pašování zbraní či drog nebo vstupu teroristů na území USA, což je žhavé téma a významná součást národní obrany zejména po

⁶ LIDAR - Light Detection and Ranging (letecké laserové skenování)

útočích v září 2001. Identifikace nejhroženějších míst dovolí efektivně rozmístit doplňková zařízení, jako jsou senzory apod.

Uplatnění dat DPZ jako levnější alternativu aktivního mapování příslušníky pohraničních stráží uvádí i další autoři (např. Cao ... [et al.], 2003). Pro mapování stezek využívaných pro nelegální pohyb používá multispektrálních snímků s prostorovým rozlišením 0,6 m. Z nich lze na základě spektrálních charakteristik a geografického kontextu extrahovat stále se měnící stezky. Nejpraktičtější by v tomto směru bylo implementování systému se semi-automatickým zpracováním snímků a rychlou (ale kvalitní) extrakcí stezek v cenově přijatelných mezích. Protože satelitní snímky neposkytují dostatečné rozlišení, vhodnější jsou zde digitální letecky pořízená data. Ze snímku lze tedy pomocí trénovacích množin, spektrální definice a prostorového kontextu dobře určit pěší stezky a rozlišit je například od silnic. Stezky bývají na rozdíl od silnic více členité, mají proměnlivou šířku a často jsou zakryté vegetací. Následně lze identifikovaná místa převést do vektorového liniového formátu a srovnat data pořízená v různých časových obdobích. Semi-automatické zpracování (zejména při procesu mozaikování) umožní poměrně rychlé a efektivní zpracování, což by mohlo činit tuto analýzu užitečnou jako pravidelný způsob monitoringu v čase dynamicky se měnících tras.

Nad přílišnou časovou, personální i finanční náročností pozemního GPS mapování pro účely pravidelné aktualizace tras využívaných pro nelegální aktivity se pozastavují i Kaiser, Stow a Cao (2004), kteří použité metody dále rozvádí. Opět se zaměřují na specifika extrakce stezek z multispektrálních snímků s vysokým prostorovým rozlišením. Stezky jsou radiometricky a geometricky méně konzistentní než silnice, proto je těžší nalézt automatický algoritmus na jejich kvalitní extrakci a následné převedení do linií. Nad testovacím územím v Kalifornii použili snímky pořízené z helikoptéry z výšky přibližně 1300 m, s prostorovým rozlišením 0,6 m a pořízené ve čtyřech pásmech - modrém (450-540 nm), zeleném (520-600 nm), červeném (610-690 nm) a blízkém infračerveném (780-1000 nm). K jejich zvýraznění bylo použito několik metod: 1) normalizovaný vegetační index; 2) třetí principální komponenta; 3) barevná syntéza PC1 (červená), PC2 (zelená), PC3 (modrá); 4) spectral mixture analysis (SMA). Nad všemi zvýrazněními proběhla detekce cest vizuální interpretací a také byla vyzkoušena automatická extrakce pomocí neuronových sítí, které umožňují zapojit spektrální i prostorové charakteristiky. Po vektorizaci je možné srovnat délku nalezených stezek nad snímky a zmapovanými v terénu. Při porovnání bere jako základní barevný infračervený snímek (CIR), jelikož toto zvýraznění se při podobných úkonech, kdy je třeba odlišit vegetaci, běžně využívá. U každého zvýraznění bylo identifikováno podstatně více tras než u terénního šetření, nejvíce v zelené frakci z analýzy SMA. Více než na základním snímku CIR pak ještě u NDVI. U automatické extrakce však bylo nalezeno poměrně velké množství cest, které ve skutečnosti neexistují. Pro lepší výsledky je tak vhodné automatickou metodu kombinovat s manuálními postupy. Pozice stezek ze snímků je považována za správnou pokud se nachází v bufferu o velikosti dvou pixelů (v daném rozlišení 0,6 m to odpovídá 1,2 m) na obě strany od v terénu zmapovaných. I v tomto ukazateli vede zelená frakce z analýzy SMA (shodný průběh ve 49 % délky terénně detekovaných tras), ale poloautomatická metoda extrakce stezek jich shodně

určila ještě o deset procent více. Výsledky ale hodně záleží na typu krajiny, která se zpracovává. Nejefektivnější metodou se ale zdá kombinace automatického zpracování a manuální interpretace.

Jak připomíná Stephenne, Magoni a Laneve (2009) data dálkového průzkumu jsou někdy jedinou cestou, jak získat kvalitní a homogenní data ve špatně přístupných oblastech, což uvádí na příkladu centrální Afriky. Z dat DPZ je možné například zkoumat změny ve využívání stezek či dočasných úkrytů v pohraničí. Ačkoliv data velmi vysokého rozlišení (IKONOS, QuickBird, EROS...) se v tomto případě zdají vhodná pro detekci nelegálního pohybu osob či vozidel, malá šířka záběru a malé časové rozlišení zatím neumožňuje provádět plnohodnotný monitoring v aktuálním čase pro velké úseky státních hranic. Využití dat středního rozlišení (SPOT 10 m, ASTOR 15 m) uvádí na příkladu detekce změny ve využívání převaděčských stezek na hranici Irák–Saudská Arábie ve dvouletém intervalu.

KAPITOLA 3

Vstupní data

3.1 Data vymezení státních hranic

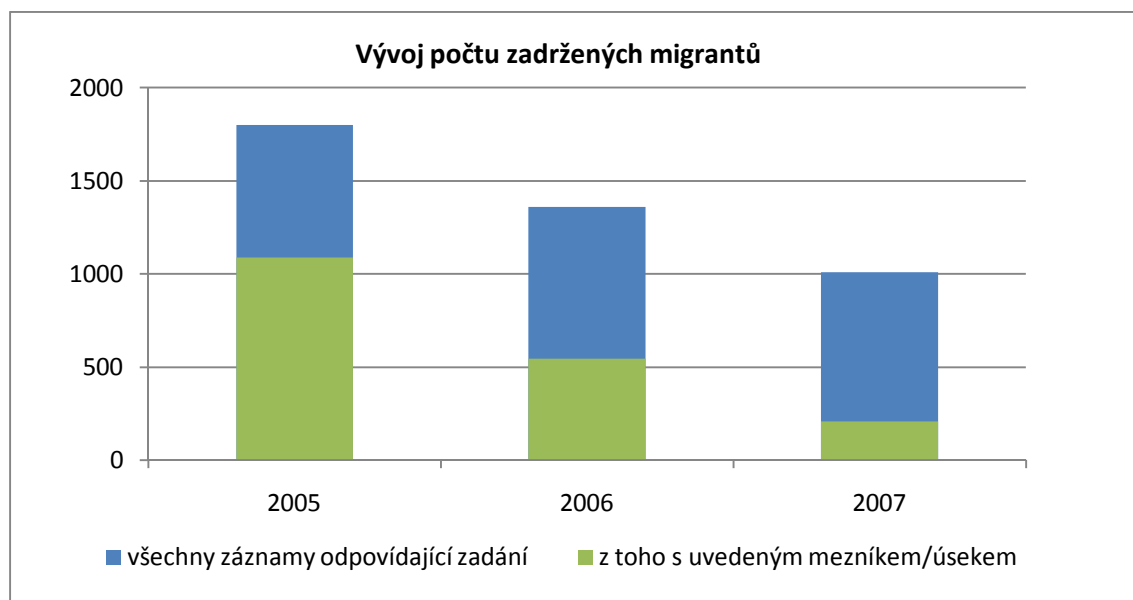
Ministerstvo vnitra ochotně poskytlo mapové podklady státních hranic s Německem a Rakouskem. Jedná se o podklady ve formátu DGN, které obsahují veškeré mezníky a také linii státní hranice. V tomto případě však z hlediska účelu použití a zpracování v softwaru ArcGIS byly praktičtější textové seznamy se souřadnicemi mezníků v souřadném systému S-JTSK a jejich názvem, které lze po úpravě do ArcGIS rovněž načíst. Seznamy byly poskytnuty v souboru TXT nebo STX (formát textového seznamu souřadnic pro grafický systém KOKES).

3.2 Data za nelegální migraci

Data o zachycených migrantech jsou čerpána z unikátní databáze, která vznikala ve spolupráci Cizinecké policie ČR a Ministerstva vnitra ČR. Jsou v ní obsaženy záznamy za všechny zadržené nelegální migranty mezi lety 2005 a 2007, ať už českými nebo zahraničními orgány. Databáze je anonymizovaná, ale o každé osobě je vedeno množství zajímavých údajů týkajících se věku, pohlaví, národnosti, způsobu, data a přesného času překročení hranice, typu pobytu na území ČR či informací o útvaru, který danou událost prošetřoval. Pro prostorovou analýzu je pak důležité, že byla zachycena i prostorová složka. Pokud to bylo možné, bylo každé události přiřazeno číslo nejbližšího existujícího mezníku (hlavního nebo mezilehlého) v daném úseku státních hranic, kde byl migrant zadržen. Databáze je tedy bohatá na důležité informace, ale díky nejednotné metodice zápisu jednotlivých případů příslušníky Cizinecké a pohraniční policie na jednotlivých úsecích státní hranice bylo nutné databázi pečlivě projít a vyčistit od nekvalitních záznamů.

Původní databáze obsahuje 15 559 záznamů za rok 2005, 11 558 za rok 2006 a 8 096 za rok 2007. Většina dat ale patří zadrženým ve vnitrozemí nebo na státních hranicích se Slovenskem a Polskem. Polská hranice je velmi aktivní a stálou cestou do Česka zejména pro občany Ukrajiny. Do analýzy jsou vybrány pouze záznamy o osobách z tzv. třetích zemí – v tomto případě občané států mimo EU. Dále pak byly odfiltrovány osoby zadržené ve vnitrozemí a na letištích. Vzhledem k zadání byla také vybrána pouze data ve směru z Česka do Německa a

Rakouska. Vyřazeny jsou rovněž osoby zadržené přímo na hraničních přechodech. Přirozeně jsou také odebrány záznamy bez informace o místě zadržetí. Všem zmíněným podmínkám tak odpovídá poměrně malá část celkové databáze. Po definitivním vyřazení neúplných záznamů s nepřesně uvedeným místem překročení apod. zbylo pro další zpracování celkem 1509 záznamů za všechny tři roky (vývoj viz obr. 3).



Obr. 3: Vývoj počtu zadržovaných migrantů ze třetích zemí ve směru z Česka do Německa a Rakouska

Nyní je rovněž těžko ovlivnitelný a zjistitelný způsob, kvalita a pečlivost doplňování databáze ze strany pracovníků policie. V neposlední řadě je nutné připomenout, že databáze samozřejmě obsahuje pouze zachycené migranty a je otázkou jaký je jejich podíl vůči těm, kterým se ilegální přechod povedl. Skutečný objem nelegální migrace přes státní hranice zůstává vždy neznámý, lze však logicky soudit, že je vyšší než údaje o počtu zadržovaných. Některé odhady (Drbohlav, 2008) například uvádějí, že na jednoho zadržovaného migranta připadají dva, kteří hranici úspěšně nelegálně přejdou. Nicméně toto číslo se liší s každou konkrétní hranicí.

KAPITOLA 4

Metodika zpracování vstupních dat

4.1 Tvorba databáze mezníků

Prvním nezbytným krokem je import obdržených textových souborů se souřadnicemi mezníků do GIS. Do ArcGIS lze importovat textové soubory mnoha způsoby. Lze je importovat i přímo, ale musí být ve formátu se standardní vnitřní strukturou, která ale neodpovídá potřebám tohoto případu. Rovněž je potřeba pro správné zobrazení nad ostatními mapovými podklady ČR v souřadném systému S-JTSK (negativní Křovákovo zobrazení se zaměněnými osami a negativními souřadnicemi) doplnit záporná znaménka před všechny souřadnice. Proto byl k přípravě dat zvolen MS Excel, kde je možné pohodlně provést úpravy, doplnit další informace a pak v plně standardizované podobě data připravit pro načtení v ArcGIS.

4.1.1 Příprava seznamů souřadnic na import do ArcGIS

Celkem byly zpracovány tři části naší státní hranice – Rakousko a z Německa Sasko a Bavorsko. Každá část se skládá z množství úseků, proto by manuální zpracování bylo velmi zdoluhavé. Pro úpravy před importem do ArcGIS bylo tedy vytvořeno makro v MS Excel (skript v Microsoft Visual Basic). Ten po spuštění automaticky provede potřebné úkony pro všechny soubory ve specifikované složce a uloží je v požadovaném formátu. V první řadě je třeba správně načíst textový soubor, tj. správně nastavit oddělovače sloupců, formát sloupců atd. Bohužel ve skriptu nelze specifikovat číselný formát, proto pro sloupce se souřadnicemi musí stačit obecný datový typ (`xlColumnDataType = xlGeneralFormat`). Sloupec s názvy mezníků je nutné označit jako text (`xlColumnDataType = xlTextFormat`), aby označení mezníků obsahující kombinaci písmen a čísel nebylo pozměněno. Po načtení seznamu souřadnic je desetinná tečka nahrazena desetinnou čárkou a je přidán řádek se záhlavím. Dále je vytvořeno několik nových sloupců. Ty obsahují především souřadnice mezníků se záporným znaménkem. Pro kompletní informaci je dodán sloupec se zkratkou sousedního státu, příp. spolkové země. Protože čísla mezníků se na jednotlivých úsecích opakuji a na německém úseku státní hranice není součástí popisu číslo úseku, je pro jednoznačnou identifikaci přidán i sloupec s číslem úseku. Když je tabulka naplněna všemi záznamy, je soubor uložen do specifikované složky. Excel 2007 běžně ukládá sešity se zkratkou XLSX. Tyto soubory se však pro následné použití příliš

neosvědčily, proto byly ukládány ve starší verzi sešitu MS Excel. Zde je opět nutné dát pozor na přesný typ použitého souboru. Excel 2007 nabízí možnost uložit soubor jako „Sešit aplikace Excel 97-2003“, což ve skriptu odpovídá formátu „xlOpenXMLWorkbook“. Ten je ale ostatními SW opět problematicky čten, proto je jistější vše ukládat do formátu „xlExcel5“. Pro následný import je ale nejjednodušším řešením uložení přímo do formátu DBF, se kterým se pak lépe pracuje při automatickém importu do ESRI formátů. Excel 2007 však ukládání v tomto formátu již nepodporuje. Je tedy nutné využít starší verze MS Excel (v tomto případě Excel 2003) nebo verzi Open Office. Některé kroky jsou naznačeny v následujících ukázkách. Kompletní kód je uveden v elektronické příloze 12.

Import textového souboru se středoevropským kódováním, kde oddělovačem je tabulátor s mezerou a první sloupec obsahuje textovou informaci lze zapsat takto:

```
Workbooks.OpenText Filename:= _
    "c:\work\Německo\Sasko\souradnice\Sasko" & usek & ".stx" _
    , Origin:=852, StartRow:=1, DataType:=xlDelimited, TextQualifier:= _
    xlDoubleQuote, ConsecutiveDelimiter:=True, Tab:=True, Semicolon:=False, _
    Comma:=False, Space:=True, Other:=False, FieldInfo:=Array(Array(1, 2), _
    Array(2, 1), Array(3, 1), Array(4, 1)), TrailingMinusNumbers:=True
```

Převod souřadnic do záporných hodnot je proveden pomocí klasického vzorce:

```
Range("D2").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=0-RC[-2]"
Range("D2").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("D2:E2"), Type:=xlFillDefault
Range("D2:E2").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("D2:E" & PocetZaznamu),
Type:=xlFillDefault
```

Uložení do staršího formátu sešitu MS Excel je zaručeno příkazem:

```
ActiveWorkbook.SaveAs Filename:= _
    "c:\work\Rakousko\souradniceGISex5\R" & usek & ".xls" _
    , FileFormat:=xlExcel5, CreateBackup:=False
```

Takto lze automaticky převést a upravit všechny textové soubory. Problémem je však nejednotnost vnitřní stavby vstupních souborů. Pouze některé obsahovaly záhlaví, sloupce byly odděleny různými způsoby apod. Před spuštěním skriptu bylo tedy nutné všechny seznamy

projít a v případě potřeby upravit do určité standardní podoby tak, aby byly konvertovány správně. Stejně tak po procesu je třeba provést kontrolu výstupů. V několika případech došlo k chybné úpravě například z důvodu nadbytečné mezery v názvu mezníku. Napravit to lze buď úpravou vstupního souboru a znovuspuštěním makra nebo úpravou parametrů ve skriptu.

4.1.2 Možnosti automatizace přenosu do formátu ESRI

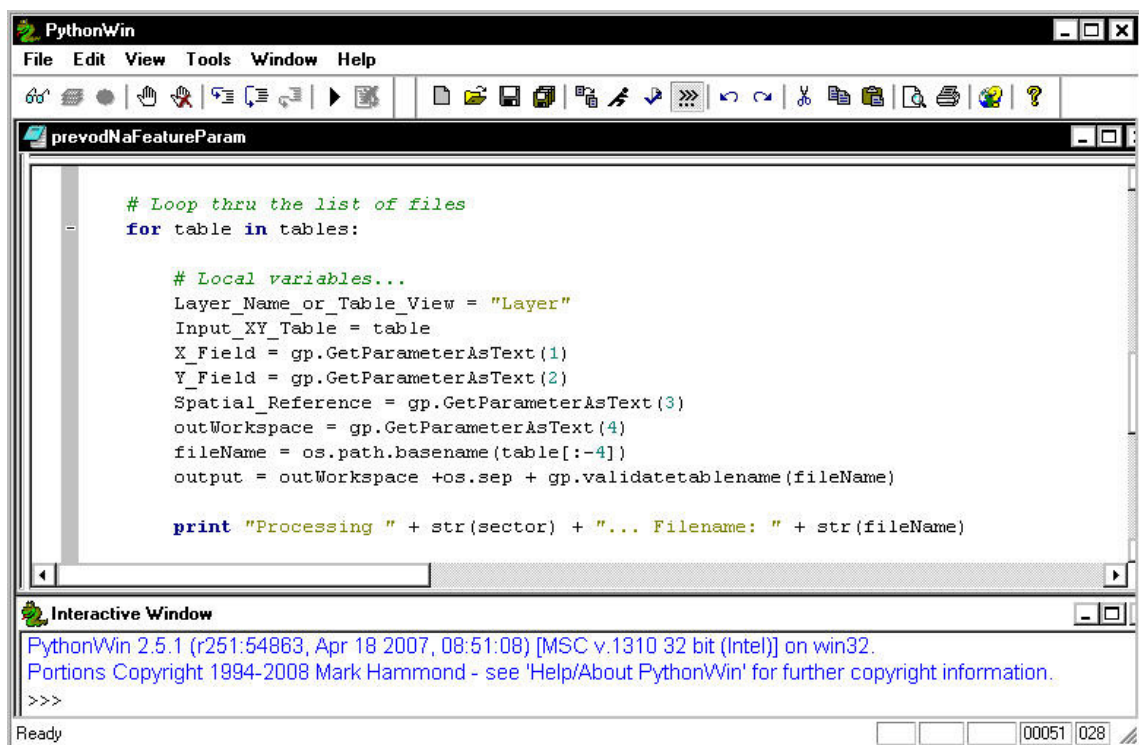
Běžně používaný způsob ručního načítání souřadnic do ArcGIS⁷ (např. příkazem *Add XY Data* v nabídce Tools) je problematický pro velké množství vstupních souborů. Proces načtení a uložení souborů lze zautomatizovat několika způsoby. První možností je **Model Builder**. Tato aplikace poskytuje grafické prostředí pro návrh a implementaci modelů zpracování prostorových dat. Modely jsou v tomto smyslu diagramy postupů zpracování dat, které seřazují řadu nástrojů a dat za účelem vytvoření progresivních procedur a postupů zpracování dat (ARCDATA, 2010). Do modelu lze přetáhnout nástroje a datové sady, propojit je a vytvořit tak uspořádanou posloupnost kroků pro provádění komplexních úloh GIS. Model Builder velmi usnadňuje práci, pokud je potřeba často používat určitou sekvenci funkcí z toolboxu. Umožňuje nastavení proměnných, vstupních parametrů nebo počet iterací před každým spuštěním, ale neumožňuje dávkové zpracování v pravém slova smyslu. Pro opakované zpracování velkého množství souborů je proto vhodnější vytvořit **skript**. Pro zpracování geografických dat (tzv. geoprocessing) ArcGIS podporuje několik moderních skriptovacích jazyků jako je Python, VBScript, JScript nebo Perl. Ty poskytují uživateli mnohem volnější ruku při sestavování nástrojů. Lze je využít k dávkovému zpracování dat, manipulaci s datovými objekty podle jejich vlastností atd. Umožňují manipulovat s rastrovými i vektorovými daty a transformovat je do jiných datových formátů. V této práci je využito skriptování v jazyku Python, který je společností ESRI nejvíce podporován díky jednoduché a srozumitelné syntaxi a koncepci. Skripty i modely vytvořené v Model Builderu lze pak uložit do Toolboxu mezi běžně poskytované funkce nebo je lze spustit přes příkazový řádek. Model vytvořený v Model Builderu lze také snadno exportovat do jednoho ze skriptovacích jazyků a dále upravovat.

4.1.3 Python a ArcGIS Desktop

Python je poměrně nový programovací jazyk. Je objektově orientovaný, interpretovaný a platformě nezávislý jazyk pod open source licenci. K jeho dobrým předpokladům k psaní skriptů patří rovněž vysoká modularita, jednoduchá syntaxe, možnost integrace s dalšími programovacími jazyky, existence velkého množství knihoven a modulů, podpora tvorby webových aplikací či snadný vývoj grafických uživatelských prostředí. Interpret Pythonu byl napsán v jazyce C, díky čemuž je poměrně snadné jeho rozšiřování o moduly napsané v jazycích C nebo C++. Ty jsou využívány hlavně z důvodu vyšší výpočetní rychlosti (Sklenička, 2006). Jazyk Python má velmi jednoduchou a čitelnou syntaxi kódu. Na rozdíl od ostatních jazyků, kde se blokové struktury (těla cyklu, podmínky, funkce...) uzavírají do

⁷ V rámci této práce je použit ArcGIS verze 9.3.

závorek, se v Pythonu využívá mezer a odsazování kódu od začátku řádku. Také se nepoužívá středníků na konci příkazu. Společnost ESRI zavedla v produktech ArcGIS Python jako skriptovací jazyk od verze 9.0. „Podpora pro skriptování v ArcGIS je zajištěna pomocí rozhraní tzv. COM objektů (Component Object Model), což je jakýsi model či standard popisující možnost komunikace mezi objekty různých aplikací vytvořených v různých programovacích jazycích“ (Sklenička, 2006, s.2). Funkčnost prostorového zpracování dat zajišťuje ArcObjects komponenta geoprocessor. Ke všem jejím funkcím a nástrojům má Python přístup právě přes rozhraní COM. Uživatel tak může v Pythonu využít všech nástrojů, kterými disponuje ArcGIS Toolbox.



```
PythonWin
File Edit View Tools Window Help
prevodNaFeatureParam

# Loop thru the list of files
for table in tables:

    # Local variables...
    Layer_Name_or_Table_View = "Layer"
    Input_XY_Table = table
    X_Field = gp.GetParameterAsText(1)
    Y_Field = gp.GetParameterAsText(2)
    Spatial_Reference = gp.GetParameterAsText(3)
    outWorkspace = gp.GetParameterAsText(4)
    fileName = os.path.basename(table[:-4])
    output = outWorkspace + os.sep + gp.validatetablename(fileName)

    print "Processing " + str(sectors) + "... Filename: " + str(fileName)

Interactive Window
PythonWin 2.5.1 (r251:54863, Apr 18 2007, 08:51:08) [MSC v.1310 32 bit (Intel)] on win32.
Portions Copyright 1994-2008 Mark Hammond - see 'Help/About PythonWin' for further copyright information.
>>>
Ready
```

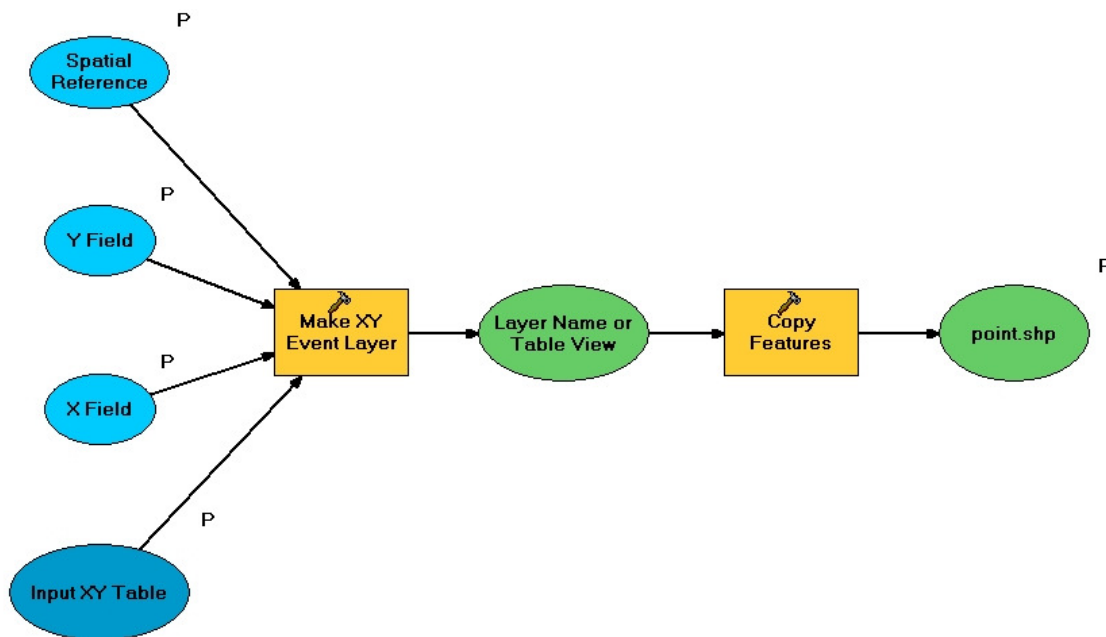
Obr. 4: Ukázka zdrojového kódu v Pythonu v prostředí PythonWin

Implicitně lze editovat a psát skripty jazyka Python v integrovaném vývojovém prostředí IDLE. Tato aplikace je sama napsána v jazyce Python a nabízí interaktivní překladač Python Shell s podporou zvýrazňování syntaxe. Obsahuje také textový editor (specializovaný na pythonovské zdrojové texty), který zprostředkuje spuštění programů přímo z IDLE. Pro účely této práce však byla využita spíše aplikace PythonWin (obr. 4), která je součástí rozšíření Pythonu pro Windows a poskytuje uživatelsky vstřícnější vývojové prostředí včetně debuggeru.

4.1.4 Tvorba skriptu pro převod do formátu ESRI

Při převodu seznamů souřadnic na formát ESRI sehrály hlavní roli dva nástroje. Jak naznačuje obr. 5, nejprve je použit nástroj *Make XY Event Layer* z Data Management toolboxu. Tento nástroj dokáže záznamy ze vstupní tabulky se souřadnicemi X a Y zobrazit jako vrstvu („layer“) v ArcMap. Tato vrstva je ale pouze dočasná a úplně zaniká, pokud není aktuální projekt uložen. Proto musí být výstup z této funkce ještě následně permanentně uložen do souboru.

K tomu právě slouží nástroj *Copy Features*, který uloží danou vrstvu do formátu shapefile nebo do geodatabáze.



Obr. 5: Model importu seznamů souřadnic do formátu ESRI

Jak již bylo výše řečeno Model Builder, neposkytuje optimální možnosti pro hromadné zpracování většího množství souborů najednou. Proto byl základní model z obrázku č. 5 implementován do skriptu v jazyku Python. Skript od uživatele očekává zadání vstupní složky s tabulkami, názvy sloupců se souřadnicemi, souřadný systém a adresu složky pro výstupy. Tyto parametry jsou zjištěny pomocí metody `GetParameterAsText()`. Následně jsou zjištěny DBF soubory nacházející se ve vstupní složce pomocí metody `listTables("*", "dBASE")`. V cyklu `for table in tables` jsou pak na každý soubor ze seznamu aplikovány dva nástroje podle výše uvedeného schématu:

```

MakeXYEventLayer_management(Input_XY_Table, X_Field, Y_Field, Layer_Name,
    Spatial_Reference)
  
```

```

CopyFeatures_management(Layer_Name, output, "", "0", "0", "0")
  
```

Pokud je zadána jako výstup obyčejná složka, jsou výstupy ve formátu shapefile. Pokud je zadána adresa do geodatabáze (Feature dataset), pak mají výstupy formát Geodatabase Feature Class. Jméno každého výstupního souboru je shodné s jeho vstupním jménem, což je docíleno ořezáním jména vstupního souboru o poslední 4 charaktery – tedy o „.dbf“. Je k tomu využit Python modul „os“ a příkaz vypadá takto: `os.path.basename(table[:-4])`. Většina kódu je vložena do bloku `try:/except:`. Nejdříve se tedy provádějí příkazy v bloku `try:`. Informace o průběhu zpracování jednotlivých souborů jsou podávány metodou `gp.addmessage()`. Pokud dojde k jakékoliv výjimce a na další příkazy v bloku `try` již nedojde, provedou se příkazy v bloku `except:` a je podána zpráva o chybě.

Uložený skript lze spustit přímo z používané aplikace (PythonWin) nebo importovat do toolboxu v ArcGIS. Po upřesnění vstupních parametrů, jejich datového typu a po doplnění dokumentace lze nástroj používat jako kterýkoliv jiný běžný nástroj ze základního toolboxu (vytvořený toolbox je přiložen v elektronické příloze 13). Lze tak snadno sdílet vytvořené nástroje s jinými uživateli.

OBJECTID	Shape	POPIS	ID	KATMEZNIK	STAT	SPOLK STAT	USEK	XGIS	YGIS
1	Point	I	1	1	AUT	-	1	-805096,37	-1181995,13
2	Point	I/-1	2	3	AUT	-	1	-804999,99	-1181979
3	Point	I/-2	3	3	AUT	-	1	-804911,14	-1181962,7
4	Point	I/-3	4	3	AUT	-	1	-804814,2	-1181929,81
5	Point	I/1	5	2	AUT	-	1	-804751,9	-1181940,11
6	Point	I/1-1	6	3	AUT	-	1	-804703,61	-1182009,37
7	Point	I/1-2	7	3	AUT	-	1	-804654,92	-1182098,1
8	Point	I/1-3	8	3	AUT	-	1	-804594,67	-1182184,32
9	Point	I/1-01	9	3	AUT	-	1	-804574,36	-1182208,16
10	Point	I/2	10	2	AUT	-	1	-804477,18	-1182292,56
11	Point	I/2-1	11	3	AUT	-	1	-804388,51	-1182299,31
12	Point	I/2-2	12	3	AUT	-	1	-804278,02	-1182293,18
13	Point	I/3	13	2	AUT	-	1	-804133,4	-1182242,74
14	Point	I/3-1	14	3	AUT	-	1	-804047,5	-1182213,14
15	Point	I/3-2	15	3	AUT	-	1	-803965,38	-1182186,16
16	Point	I/3-01	16	3	AUT	-	1	-803852,53	-1182211,23
17	Point	I/4	17	2	AUT	-	1	-803810,28	-1182219,86
18	Point	I/4-1	18	3	AUT	-	1	-803724,23	-1182287,19
19	Point	I/4-2	19	3	AUT	-	1	-803638,47	-1182353,18
20	Point	I/4-3	20	3	AUT	-	1	-803574,39	-1182406,85

Obr. 6: Hotová databáze mezníků s Rakouskem a Německem

Popsaným způsobem vznikla jednotná geodatabáze (obr. 6), která obsahuje všechny druhy mezníků na státních hranicích s Německem a Rakouskem, rovněž s doplňkovými geodetickými body (dohromady 57 782 bodů). Data jsou nyní v konzistentním stavu a lze je v ArcGIS jednoduše zobrazit nebo použít pro prostorové analýzy.

4.2 Napojení dat o migraci na mezníky

V této fázi existuje kompletní databáze mezníků a konzistentní seznam záznamů o zachycených migrantech. Oba seznamy lze propojit přes kombinaci tří atributů. Je to kombinace čísla úseku a konkrétního mezníku a spolkové země (sousedního státu), na jehož hranici se bod nachází. Stejná kombinace čísla úseku a mezníku se totiž v rámci celé české hranice mohou opakovat v závislosti na sousedním státu. Toto propojení je typickým příkladem použití SQL dotazu OUTER JOIN (vnější spojení), kdy jsou k záznamům o migrantech vyhledány odpovídající záznamy v databázi mezníků (pokud existují). Pro tuto operaci lze využít např. MS Access. Migrační data, ale často obsahují nepřesnosti a chyby v záznamech o meznících, proto je třeba ručně přiřazení kontrolovat a velmi často doplnit. Například v některých případech je poloha zaznamenána mezi dvěma mezníky. V této situaci jsou záznamu přiřazeny souřadnice jiného existujícího bodu (např. mezníku nižšího řádu) mezi těmito dvěma mezníky tak, aby se bod nacházel na státní hranici. V případě, že je uvedena neexistující kombinace čísla mezníku a úseku, je záznam vyřazen. Výsledným výstupem, který může být podkladem pro následné prostorové analýzy, je tedy prostorově ukotvený anonymizovaný seznam 1509 migrantů, kteří byli zadrženi v letech 2005 až 2007 na dohromady 180 meznících. Každému záznamu z očištěné databáze migrantů jsou přiřazeny souřadnice X a Y podle mezníku, u kterého byla daná osoba zadržena.

KAPITOLA 5

Prostorové analýzy

Kromě profilu osob pokoušejících se o nelegální přechod státní hranice je rovněž velmi zajímavé, jakým způsobem probíhá výběr míst, kde k přechodu dojde. Ke zjištění parametrů míst, kde nelegální přechody probíhají, je ideálním nástrojem geografický informační systém, v tomto případě software ESRI ArcGIS. Je možné zkoumat množství charakteristik přímo v místě, kde k přechodům dochází, nebo jejich usazení v kontextu širšího okolí. Lze popisovat přírodní podmínky v terénu, ale i dopravní infrastrukturu, rozmístění vůči sídlům či kontrolním orgánům.

Před samotným generováním charakteristik je důležité vhodně stanovit zájmové území. Pro případnou tvorbu map by bylo vhodné mít určitý územní přesah. Rozsah území, které bude zpracováno, je tedy (s ohledem na použité vrstevnice se shodným kladem) vybrán podle kladu Základní mapy 1:10 000. Vybrány jsou listy, uvnitř kterých leží vybrané mezníky a případně sousední listy v místě nedostatečného přesahu. Použitá jsou však podkladová data pouze za území ČR. Většina nelegálních migrantů je ale zadržena českými orgány ochrany státních hranic (Zpráva o migraci 2006).

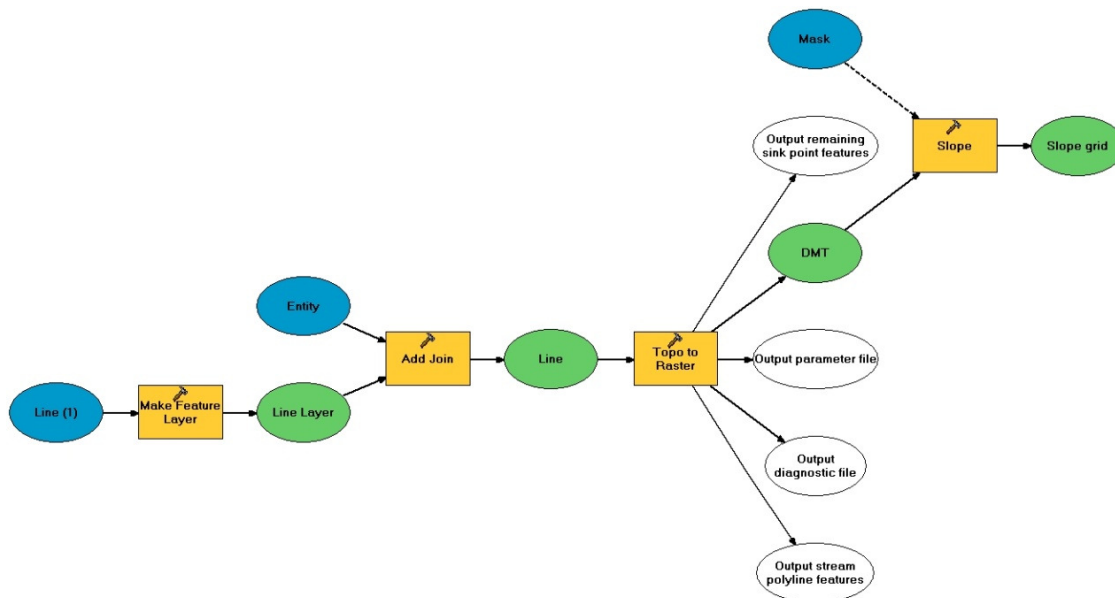
5.1 Geomorfologické charakteristiky

Pro geomorfologické charakteristiky terénu je nutným vstupem **DMT**. Podkladem pro jeho tvorbu byly vrstevnice ZABAGED⁸ (1:10 000). Protože celková rozloha zájmového území je obrovská (4 237 km²), bylo by neúnosně výpočetně náročné provádět výpočty najednou pro celou délku státních hranic. Proto bylo území rozděleno na 35 skupin o velikosti několika listů kladu Základní mapy 1:10 000 (ZM10). Takto je sice nutné jednotlivé úkony opakovat zvlášť pro všechna území, ale jde o výpočetně méně náročnou cestu a v případě chyb lze proces lépe kontrolovat.

Vrstevnice tedy byly z původního formátu DGN exportovány do geodatabázových souborů podle zmíněných kladů ZM10. Poté byl vypočten DMT nástrojem *Topo To Raster*

⁸ Podle členitosti reliéfu obsahuje vrstevnice po 1, 2 nebo 5 metrech.

(s rozlišením 10 m), který vytvoří hydrologicky korektní výškový model. Hodnoty nadmořské výšky v místech přechodů (mezníků) byly extrahovány z vytvořeného rastru jako další atribut k záznamům o zadržených migrantech. Pro urychlení procesu je opět možné využít skriptovacího jazyka Python a napojení atributů s nadmořskou výškou k liniím a interpolace do DMT provést hromadně. Etapy procesu jsou naznačeny na obr. 7, kompletní skript je uveden v elektronické příloze č. 15.



Obr. 7: Postup tvorby DMT a rastru sklonitosti

Z DMT je možné následně generovat další charakteristiky. Zajímavým ukazatelem by mohla být například sklonitost terénu. Byl tak vytvořen další rastr s informací o sklonitosti ve stupních. Výsledkem rastrových operací je vždy oblast ve tvaru obdélníku o velikosti dané maximálními a minimálními okrajovými vstupními souřadnicemi. Rastry sklonitostí tedy vznikaly pod maskou vytvořenou z použitých listů z kladu ZM10, aby byly charakteristiky generovány jen ze známých hodnot a ne z extrapolovaných okrajů, kde nebyly podkladem vrstevnice ZABAGED. DMT nebyl omezen maskou kladu ZM10, aby nebyly odstraněny informace z okrajových částí důležité pro správný výpočet sklonitosti. Hodnoty sklonitosti byly následně přiřazeny k mezníkům, resp. osobám.

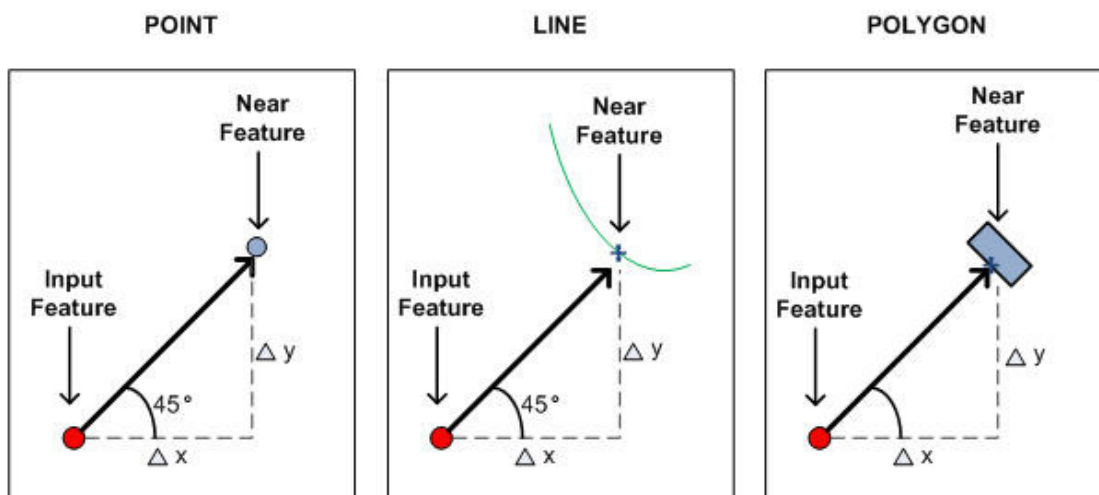
Hodnoty rastrů v místech mezníků pak lze exportovat příslušným nástrojem (Extract values to point). Díky rozdělení území na skupiny však mezníky leží v různých rastrach a musely by být jednotlivě exportovány a opět kopírovány do jednoho souboru. Tento problém lze snadno vyřešit spojením všech dílčích rastrů do jedné mozaiky. Důležitý je zde výběr typu výstupního rastru. Protože hodnoty nadmořské výšky i sklonu jsou desetinná čísla, je třeba zvolit 32 bitový soubor typu float.

5.2 Vzdálenostní analýzy

Výběr místa přechodu migrantů není dán pouze podmínkami v daném bodě. Nelegální migrace přes státní hranice je složitým procesem na sebe navazujících etap, proto je důležité zkoumat nejen podmínky v místech zachycení migrantů, ale i jejich umístění v rámci širšího okolí. Zajímavou otázkou určitě je, jaký vliv má na výběr místa například vzdálenost od sídelní či dopravní infrastruktury apod.

V ArcGIS se pro vzdálenostní analýzy nachází několik nástrojů. Je možné vytvořit pro vstupní objekty (sídlá, hraniční přechody...) rastr euklidovských vzdáleností a následně vyexportovat hodnotu rastru v zájmových místech (mezníky). Mezníky tak získají další atribut s hodnotou vzdálenosti k nejbližšímu hraničnímu přechodu apod. Přesnost hodnoty vzdálenosti však bude omezená velikostí buňky rastru. Podobnou variantou je vytvoření tzv. Multi ring bufferu, kde lze nadefinovat vzdálenosti, pro které se vytvoří výsledný buffer. Atributy vzniklých polygonů (tedy vzdálenosti) pak lze připojit k mezníkům pomocí operace prostorového překrytí. Oba tyto postupy mají svým charakterem omezenou přesnost a jsou tak v tomto případě vhodné spíše pro grafické znázornění.

Pro další statistické analýzy ArcGIS nabízí mnohem vhodnější nástroj *Near* z toolboxu Analysis Tools. Tento nástroj pracuje s dvěma vektorovými vrstvami. Obě mohou být bodového, liniového nebo polygonového typu. Pro zadanou vstupní vrstvu je vždy identifikován nejbližší objekt z druhé vrstvy, tedy s nejmenší euklidovskou vzdáleností. Hodnotu vzdálenosti spolu s identifikátorem nejbližšího prvku pak vloží do atributové tabulky vstupní vrstvy. Pokud pracujeme s liniemi nebo polygony, výpočet je proveden vždy z bodu na linii nebo hranici polygonu, který je nejbliže vstupním objektům viz obr. 8. Tento nástroj je tedy v tomto případě velmi praktický a byl aplikován na několik typů dat.



Obr. 8: Výpočet vzdálenosti nástrojem *Near* (Zdroj: ESRI ArcGIS Desktop 9.3 Help)

Určitým ukazatelem odlehlosti místa vůči lidské společnosti může být například vzdálenost od nejbližšího **sídlá**. V těch se koncentrují ekonomické aktivity, příležitosti a kontakty atd.

Pro výpočet vzdálenosti od nejbližšího sídla jsem použila bodovou vrstvu obcí z databáze ArcČR 500 (1:500 000). Dotyčná databáze má samozřejmě omezenou vypovídací hodnotu, protože pro tuto analýzu by byla vhodná spíše data většího měřítka, ale sídla jsou zaznačena dostatečně hustě a pro tyto účely určitě postačí. Samozřejmě nepokryje možnost, že migranti byli zachyceni přímo v městské zástavbě.

Podle literatury je důležitým prvkem i **dopravní infrastruktura**, protože určitá část nelegálních překročení státních hranic probíhá přímo ve vozidlech a i v případech pěšího překonávání tzv. zelené hranice hraje doprava do blízkosti hranice velmi důležitou roli. V neosídlených oblastech výrazně zvyšují rychlost pohybu v terénu a zároveň slouží jako orientační prvky. Důležité jsou proto nejen zpevněné silnice, ale také lesní a polní cesty, turistické stezky apod. Pro účely vzdálenostních analýz byl základ silniční infrastruktury převzat z databáze CEDA (Česká republika 1:150 000), která díky většímu měřítku poskytuje hustější síť než ArcČR 500. Jak již bylo řečeno, z pohledu nelegálních přechodů sehrávají velkou roli spíše silnice nižší třídy, proto bylo nutné dohledat další datový zdroj nejen pro zpevněné místní komunikace, ale i lesní, případně pěší cesty. Jako vhodný se ukázal digitální model území v měřítku 1:25 000 z mapového serveru CENIA (DMÚ25). Podle tohoto zdroje byl obohacen průběh silnic z CEDA. Byly zvektorizovány a připojeny silnice nižších řádů (zpevněné i lesní či polní cesty). DMÚ25 sice neobsahuje turistické trasy, ale nezpevněné lesní cesty jsou zaznačeny dostatečně detailně, takže odpovídají i turistickým stezkám. U každé nově zvektorizované linie bylo poznačeno, zda jde o zpevněnou či lesní cestu. Tak lze provést výpočet vzdálenosti jak od nejbližší cesty, tak pro každý typ cesty zvlášť.

Zajímavým ukazatelem je rovněž vzdálenost od oficiálních **hraničních přechodů**. Bodovou vrstvu hraničních přechodů opět poskytuje CEDA 150. Protože však byla upravena vrstva silnic, bylo nutné přikročit i ke zpřesnění umístění hraničních přechodů podle DMÚ25. Hraniční přechody by měly vždy ležet na hlavním silničním tahu. Rovněž hrubě zaznamaná pozice z CEDA 150 by mohla ovlivnit závěrečné vyhodnocení. Je nutné podotknout, že vstupní vrstva obsahuje pouze oficiální hraniční přechody bez přechodů pro malý pohraniční styk či cestovní ruch. Přechod přes hranice v těchto místech je však pro osoby žijící mimo tuto oblast nepovolený, takže se tyto přechody v základní analýze neuvažovaly.

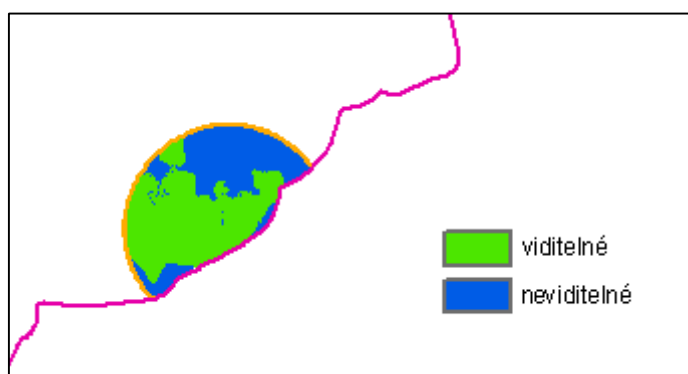
Vodní toky obecně často tvoří přírodní státní hranice a jejich přítomnost může mít pozitivní i negativní vliv na výběr místa přechodu. Vzdálenost mezníku k vodnímu toku byla hodnocena pouze vizuálním zhodnocením nad DMÚ 25. Podle vzdálenosti a typu toku byly mezníky rozděleny do 3 kategorií – neleží na vodním toku, leží v blízkosti od pramenného toku, leží v blízkosti od většího toku.

5.3 Analýza viditelnosti

Přehlednost krajiny může být důležitým kritériem pro výběr místa nelegálních aktivit. Čím je terén členitější, tím je pro příslušné orgány těžší hranici chránit a tím lepší podmínky pro ukrytí a úspěšné dokonání přechodu poskytuje.

Podkladem pro analýzu je DMT vytvořený z vrstevnic ZABAGED, tedy modelu holého terénu bez vegetace, budov atd. Krajinný kryt ale důležitým aspektem určitě je. Les podstatně snižuje pravděpodobnost, že bude migrant spatřen, na druhou stranu při pohybu na poli či louce může být identifikován na velké vzdálenosti. Takováto detailní analýza by však musela být podpořena kvalitními vstupními daty a hodila by se spíše pro malé území. V této analýze viditelnosti je okolí hodnoceno bez krajinného krytu apod.

Software ArcGIS opět poskytuje několik nástrojů pro analýzy viditelnosti. V první řadě se jedná o nástroj *Viewshed*, který pro zadaný DMT a vstupní body (případně linie) vytvoří rastr s odlišnými hodnotami pro viditelné a neviditelné oblasti. Nevýhodou v tomto případě je, že u viditelných území nerozlišuje, z jakého pozorovacího bodu jsou viditelná. To tedy neumožňuje hodnotit viditelnost u každého konkrétního mezníku zvlášť. Napravuje to nástroj *Observer Points*, který přesně identifikuje, které body jsou vidět z každé buňky rastru (ArcGIS 9.3 Help, 2010). Výsledek je vložen do atributové tabulky, kde lze zjistit, která území jsou z každého konkrétního bodu viditelná. Extrakce dat pro jednotlivé mezníky by ale byla prakticky neproveditelná, jelikož tento nástroj umí zpracovávat pouze 16 vstupních bodů najednou. Další významnou nevýhodou je, že ani jeden z výše uvedených nástrojů neumí při výpočtu viditelnosti zahrnout masku a prostorově tak omezit území výpočtu. Za určitou náhražku lze považovat možnost vložení sloupce „RADIUS2“ do atributové tabulky bodů s hodnotou poloměru kruhu, pro který má být výpočet proveden. Tento postup se ovšem pro účely této analýzy neosvědčil a neumožňuje rozumnou cestou získat ukazatel viditelnosti v jednotlivých meznících.

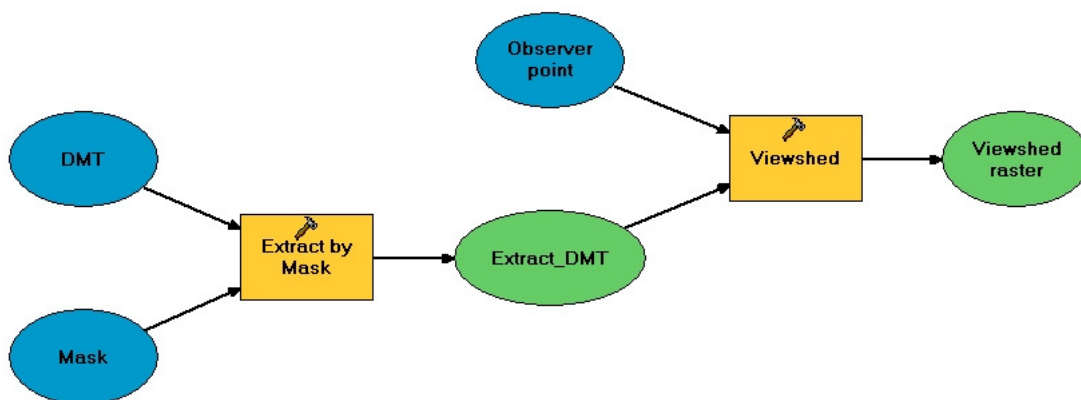


Obr. 9: Analýza viditelnosti v 1km okolí mezníku

Jako ukazatel viditelnosti byla tedy zvolena rozloha území viditelného z každého mezníku (viz obr. 9). Ta se získala znásobením počtu viditelných pixelů velikostí základní buňky rastru.

Aby bylo možné srovnat jednotlivé rozlohy a kvůli velké výpočetní náročnosti analýzy viditelnosti, byl výpočet rozlohy omezen maskou na 1km okolí mezníku a zároveň pouze na českou stranu státní hranice, ze které jsou podkladová data.

Nástroje ze základní nabídky ArcGIS tedy nesplňují všechny požadavky na tento výpočet, proto bylo třeba vytvořit komplexnější skript. Využit lze i databázi volně stažitelných skriptů a rozšíření pro ArcGIS ArcScripts. Například skript autorky Susan Jones (2009a), vytvořený v jazyku Python, plně automaticky provede požadovaný proces. Na vstupu požaduje zadat standardně DMT a soubor bodů. Pro každý jednotlivý bod je pak automaticky vytvořen vlastní shapefile, který následně vstoupí do nástroje *Viewshed*. Výstupem jsou tedy rastry viditelnosti pro každý bod zvlášť. Konstrukce skriptu ale není úplně vyhovující (matoucí názvy výstupních souborů, shapefile bodů bez atributů...), proto bylo praktičtější vytvořit vlastní skript (příloha 16). Postup naznačuje obr. 10 a začíná přípravou vstupních dat. Výpočetní oblast byla omezena maskou (průnik bufferu 1 km kolem všech mezníků a státního území ČR). Body mezníků a jejich masky byly exportovány do individuálních shapefilů (bodových resp. polygonových) pro každý mezník nástrojem *Split Layer by Attributes* z databáze ArcScripts (Patterson, 2010). Některá buffery mezníků se totiž překrývají, proto je potřeba automatizovaně provést stejnou analýzu pro každý mezník zvlášť. Výstupem je tedy 180 rastrů viditelnosti, z jejichž atributové tabulky lze vyčíst počet viditelných a neviditelných pixelů v území. Z důvodu proměnlivého zastoupení rozlohy cizího státního území v každém bufferu byl vypočten procentuální podíl viditelného území v zájmové oblasti. Tento údaj se tak stává ukazatelem viditelnosti pro každý mezník.



Obr. 10: Grafické schéma činnosti skriptu pro tvorbu rastrů viditelnosti

5.4 Struktura krajiny

Strukturu krajiny lze hodnotit z mnoha pohledů a pomocí různorodých ukazatelů. V úvahu lze vzít především typové složení krajinného pokryvu a fragmentaci daného prostředí.

Vhodnými podkladovými daty pro tyto analýzy je databáze CORINE Land Cover (EEA, 2010). Program CORINE (Coordination of Information on the Environment) byl založen

Evropskou komisí v roce 1985 a nyní se skládá se z celé řady dílčích projektů. Cílem je sběr, koordinace a zajištění kvalitních informací o životním prostředí a přírodních zdrojích, které by byly srovnatelné v rámci Evropského společenství (CENIA, 2010). Cílem dílčího projektu CORINE Land Cover je tvorba databáze krajinného pokryvu Evropy na základě jednotné metodiky a pravidelná aktualizace databáze. Data o krajinném pokryvu jsou vytvořena interpretací satelitních snímků družic Landsat. Od založení projektu byly vytvořeny databáze pro rok 1990, 2000, 2006 a změnové databáze, které vyjadřují přírůstky a úbytky jednotlivých tříd. V této práci byla použita konkrétně databáze CLC2006, která je už v rámci evropského projektu GMES (Global Monitoring for Environment and Security) aktualizovaná k roku 2006. Databáze má vektorovou i rastrovou podobu. Správcem je pro Českou republiku Ministerstvo životního prostředí ČR. Rastrová data však lze bezplatně stáhnout z webu Evropské agentury pro životní prostředí. Použit byl tedy GeoTiff s prostorovým rozlišením 100 m dostupný pro mnohé evropské státy. Krajinný kryt kategorizuje do 44 tříd, z nichž se na území ČR vyskytuje pouze 28.

Druh krajinného krytu může ovlivňovat prostupnost terénu – možnou rychlost postupu apod. Nejjednodušším ukazatelem je druh krajinného krytu v místě zachycení. Tuto informaci lze lehce získat pomocí nástrojů ArcGIS. Tento ukazatel je sice jednoduchý a přesný, ale nezohledňuje podmínky v širším okolí místa zachycení, které mají nesporně na proces výběru místa nelegálního přechodu vliv. Proto byl podobně jako u analýzy viditelnosti vytvořen ještě další ukazatel, který určitým způsobem popisuje podmínky v 5km okolí každého místa překročení. Pro tento účel byla původní databáze generalizována do čtyř kategorií. Každá třída obsahuje plochy s podobnými vlastnostmi a tedy podobným vlivem na prostupnost terénu. Dělení je uvedeno v tabulce č. 1, vychází z literatury (Pesaresi, Stephenne, 2006) a odpovídá nejvyšším kategoriím členění databáze Land Cover.

Tab. 1: Reklasifikace tříd CORINE Land Cover

Třídy CORINE - základní členění	Reklasifikováno	Krajinný kryt
1	10	Umělé povrchy
2	7	Zemědělské plochy
3	5	Lesy, křoviny
4 a 5	0	Vodní plochy, bažiny

Rastr byl tedy reklasifikován podle míry prostupnosti terénu. Například vodní plochy tvoří významnou až nepřekonatelnou překážku, proto jim byla přiřazena nula. Naopak osídlené oblasti s dopravní infrastrukturou pohyb urychlují, proto jim byla přiřazena maximální hodnota. Pro zhodnocení zastoupení jednotlivých kategorií v zájmových oblastech je vhodný nástroj *Zonal Statistics As Table*. Charakter vstupních dat (překrývající se polygony okolí bodů) opět neumožňují pouhé použití funkce z toolboxu, proto byl opět vytvořen vlastní skript.

Předně je pro jistotu aplikován nástroj, který spojí polygony v případě, že maska okolí bodu je složena z více polygonů:

```
gp.AggregatePolygons_management(fc, fcAggregate, "1 Meters")
```

Poté je již vypočtena zmíněná statistika:

```
gp.ZonalStatisticsAsTable_sa(fcAggregate, "Id", corine, OutTable,
    "DATA")
```

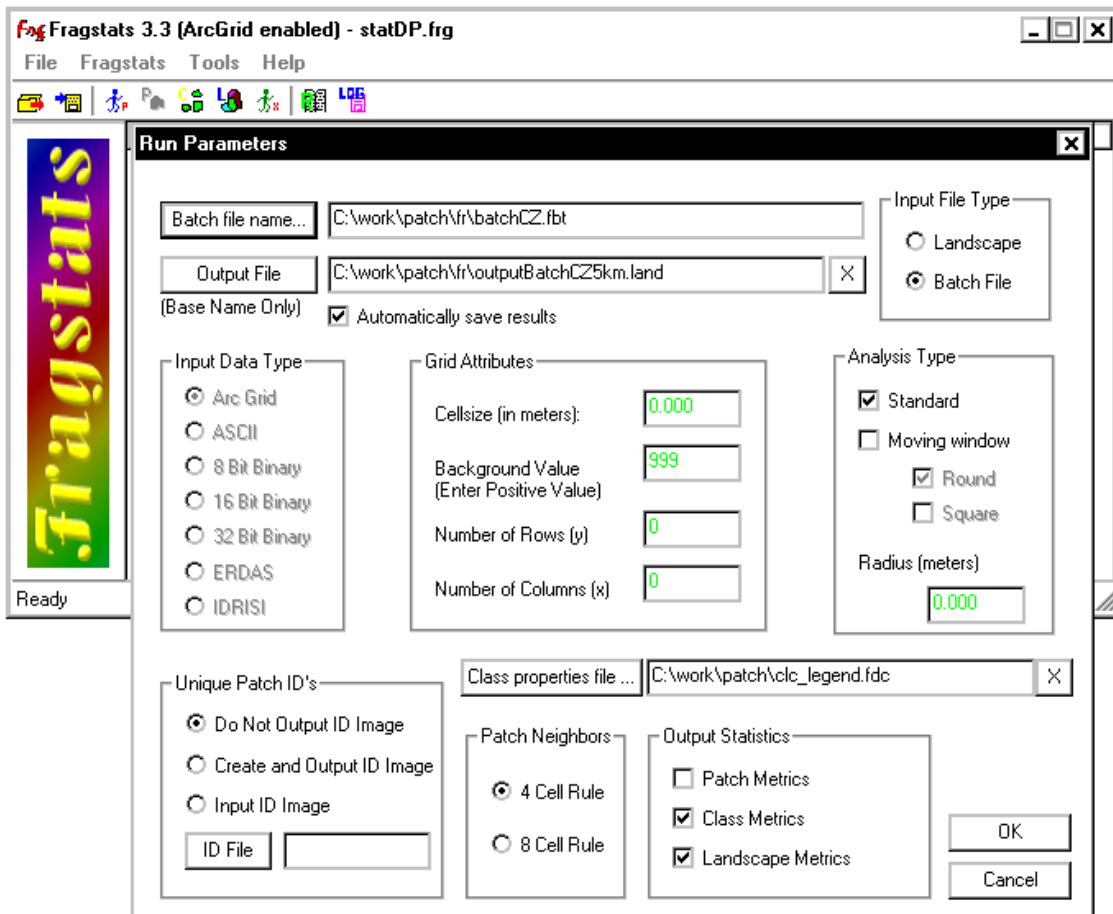
Vzhledem k tomu, že hodnota pixelu odráží prostupnost daného krajinného krytu, ve výsledku byl parametr prostupnosti definován jako průměrná hodnota pixelů v okolí místa překročení. Čím vyšší hodnota na mezník připadá, tím lepší prostupnost (viz reklasifikační hodnoty) oblast má. Samotný údaj o průměru však není dostatečně vypovídající, proto je tuto hodnotu třeba doplnit o směrodatnou odchylku, informace o nejrozšířenější kategorii, počtu vyskytujících se kategorií atd. Všechny tyto ukazatele zmíněný nástroj poskytne.

Krajinná ekologie běžně hodnotí strukturu krajiny pomocí množství indexů vyjadřujících velikost, tvar, počet jednotlivých celků, heterogenitu území apod. Srovnání vývoje ukazatelů v čase umožňuje efektivně hodnotit změny v krajině. K této analýze existují různé specializované softwary fungující samostatně nebo formou doplňku k existujícím geoinformačním produktům. K základním nástrojům patří FRAGSTATS. Z něj vycházejí extenze Patch Analyst nebo V-LATE, které přenášejí jeho funkce do příjemného uživatelského prostředí. Všechny tyto nástroje nabízejí automatický výpočet velkého množství krajinných metrik pro krajinu jako celek (landscape indices) nebo polygony stejného typu (class indices).

FRAGSTATS je napsán v Microsoft Visual C++ a je volně stažitelný. Na vstupu podporuje různá rastrová data formátu ArcGRID, ERDAS, IDRISI nebo třeba ASCII formát (McGarigal ... [et al.], 2002b). Výstup tvoří čtyři ASCII soubory s různými typy metrik podle zadání. Patch Analyst (resp. Patch Grid pro rastrové formáty) je bezplatnou extenzí softwaru ArcGIS a vychází z programu FRAGSTATS. Poskytuje tedy i shodné výsledky. Po instalaci se stane součástí běžné nabídky nástrojů v ArcGIS. Kromě prostorové statistiky nad vektorovými i rastrovými daty poskytuje i základní nabídku nástrojů na předzpracování dat.

Pro zpracování byl nakonec zvolen program FRAGSTATS, který je sice uživatelsky při prvním pohledu méně vstřícný, na druhou stranu poskytuje lepší kontrolu nad procesem a v neposlední řadě lépe podporuje dávkové zpracování. Proces je velmi výpočetně náročný, proto je potřeba dbát na vhodnou velikost vstupních dat. Stejný výpočet je možné provést díky dávkovému zpracování současně nad několika vstupními soubory. Hromadný výpočet je podmíněn vytvořením speciálního souboru s příponou FBT, který obsahuje informace o všech vstupních souborech a jejich parametrech. Před výpočtem je také potřeba vytvořit soubor obsahující vlastnosti tříd a to ve formátu FDC. Program umožňuje výpočet velkého množství statistik z pohledu celé krajiny, jednotlivých tříd nebo i samostatných plošek. Před spuštěním je nutné vhodně nastavit i obecné parametry výpočtu (obr. 11). Například pro výpočet počtu plošek má velký vliv druh zvoleného sousedství 4 nebo 8 pixelů. Nastavení vstupů a parametrů je možné uložit do samostatného souboru FRG a opakovaně využívat. Výstup lze ve formátu tabulky zobrazit přímo v editoru nebo z ASCII souboru s příponou LAND, CLASS nebo PATCH podle druhu vypočtených metrik.

Z velkého množství metrik bylo vybráno několik základních, které by mohly vhodně charakterizovat území v okolí mezníků. Z povahy zadání vyplývá, že zde bylo využito spíše ukazatelů hodnotících celou krajinu (tedy převážně tzv. „Landscape Metrics“). Základním ukazatelem fragmentace území je údaj o počtu plošek. Pro možnost srovnání různě velkých území je vhodnější spíše relativní ukazatel hustoty plošek (Patch density), kde je údaj o počtu plošek vztažen k rozloze území. Dalším ukazatelem, který může vypovídat o struktuře krajiny je například index největší plošky (Largest Patch Index). Je udáván v procentech území, které zabírá největší ploška. Jde tedy o velmi jednoduchý ukazatel dominance.



Obr. 11: Prostředí programu Fragstats – zadání vstupních souborů

O bohatosti ve složení krajiny vypovídá například Patch Richness index, resp. jeho relativní forma Patch Richness Density (vztažená k rozloze území). Udává množství krajinných tříd, které se vyskytují v daném území. Populární mírou rozmanitosti krajiny je také Shannonův či Simpsonův index (výpočet viz například McGarigal ... [et al.], 2002b). Hodnoty obou rostou od nuly, pokud roste počet typů plošek nebo pokud se zastoupení jednotlivých typů plošek stává rovnoměrným. Nuly nabývají, pouze pokud je území tvořeno jen jedinou ploškou, tedy jedním typem krajiny. Doplnkem těchto indexů je Shannonův index rovnováhy, který vyjadřuje, jak moc je reálné společenstvo vzdáleno od maximální vyrovnanosti mezi typy krajiny (Haruštiáková, 2007).

Výpočet byl proveden hromadně pro 5km okolí každého mezníku. Samotnému výpočtu v programu FRAGSTATS tak předcházelo vytvoření 5km bufferu okolo každého bodu a následná extrakce těchto okolí z mapy krajinného krytu CORINE Land Cover. Tyto přípravné kroky byly opět provedeny pomocí základních nástrojů ArcGIS a to automatizovaně skriptem v jazyce Python. Samotný výpočet metrik pak proběhl také hromadně pro všechna území, díky speciálně vytvořenému textovému souboru, který obsahuje cesty a popis všech vstupních souborů.

5.5 Hustota zalidnění

O zasazení místa v rámci lidské infrastruktury určitým způsobem vypovídá i hustota zalidnění v místě mezníku. Podkladem pro její výpočet se stala databáze obcí ArcČR 500 a data ČSÚ o počtu obyvatel v obcích za rok 2006. Ke každému mezníku je tedy přiřazen údaj o hustotě zalidnění v katastru obce, ve které se bod nachází.

KAPITOLA 6

Statistické hodnocení

Zda pohyb jedné veličiny systematicky ovlivňuje pohyb jiné veličiny, studujeme prostřednictvím korelační a regresní analýzy. Tyto analýzy umožňují řešit dvě základní úlohy, a to zjistit formu závislosti (a vyjádřit ji matematickou funkcí) a určit stupeň síly, s jakou se závislost projevuje. V tomto případě zkoumáme, zda lze počet zjištěných přechodů dát do souvislosti s podmínkami v okolí mezníků. K tomu jsou nápomocny korelační indexy a regresní modely.

Závislost mezi statistickými znaky může být dvojího druhu: funkční a statistická (stochastická). **Funkční závislost** je charakteristická tím, že dané hodnotě jednoho znaku odpovídá jediná hodnota druhého znaku a naopak (např. vztah mezi objemem válce a jeho výškou). Většinou se však setkáváme se **statistickou závislostí**. Jedná se o takovou závislost, kdy dané hodnotě jednoho znaku odpovídá nikoliv pouze jedna, ale několik hodnot druhého znaku. Základním případem statistické závislosti je tzv. **jednoduchá závislost**, kterou rozumíme závislost pouze mezi dvěma náhodnými veličinami X a Y . Jestliže uvažujeme o závislosti veličiny Y na $n > 2$ veličinách $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, hovoříme o **vícenásobné závislosti**.

6.1 Korelace

Korelace určuje těsnost závislosti mezi náhodnými veličinami. Čím je tento vztah silnější, tím existuje větší pravděpodobnost, že změny jedné veličiny budou mít za následek změnu druhé veličiny s ní statisticky svázané. Stupeň svázanosti náhodných veličin rovněž charakterizuje, jaká je vypovídací schopnost užitého regresního modelu. „Čím bude rozptyl empirických hodnot závisle proměnné kolem příslušné regrese menší (a tedy závislost těsnější), tím budou regresní odhady, založené na dané regresní funkci, přesnější“ (Kapitola 6: Korelační a regresní analýza, 2006, s. 112).

Těsnost závislosti je možné měřit pomocí koeficientů korelace, resp. obecněji indexů korelace i pro nelineární závislosti. Míru lineární závislosti mezi dvěma veličinami popisuje **Pearsonův korelační koeficient** (r). Definován je takto:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}}.$$

Korelační koeficient nabývá hodnot v intervalu $\langle -1, 1 \rangle$. Závislost je silnější, čím se jeho absolutní hodnota více blíží jedné. Vypovídá však jen o lineární závislosti, proto u jiných typů závislosti (například u parabolického tvaru) může vykazovat jen velmi slabé hodnoty (viz Litschmannová, 2010). Výklad síly korelace podle hodnoty koeficientu je nejednotný a závisí na kontextu. Orientačně může vypadat například takto:

$0 < r \leq 0,3$	velmi slabá závislost
$0,3 < r \leq 0,8$	střední závislost
$0,8 < r \leq 1$	silná závislost.

Významnost korelačního koeficientu lze testovat pomocí testovacích statistik nebo jednoduše porovnáním s tabelovanou kritickou hodnotou. Je-li vypočtená absolutní hodnota koeficientu vyšší než tabelovaná, lze zamítnout nulovou hypotézu, že korelační koeficient je nulový a lze jej považovat za statisticky významný. Lze tedy uvažovat, že mezi veličinami X a Y existuje lineární závislost. V tomto případě o 180 párech pozorování (tedy 178 stupních volnosti) je tabelovaná hodnota 0,146 na 5% hladině spolehlivosti.

Těsnost závislosti kvantitativních znaků lze rovněž charakterizovat pomocí **Spearmanova koeficientu pořadové korelace** r_s . Na rozdíl od Pearsonova koeficientu nenárokuje normalitu základního souboru ani linearitu regrese. Měří těsnost jakékoliv závislosti, která je monotónní. Z jeho definice také vychází výhoda, že je rezistentní vůči odlehlým hodnotám. Při jeho výpočtu jsou tedy pozorované hodnoty x_i a y_i nahrazeny jejich pořadovými čísly p_i , resp. q_i . Při n počtu pozorování je vyjádřen ve tvaru:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}, \text{ kde } d_i = p_i - q_i.$$

6.2 Regrese

Regresi lze v zásadě rozdělit na jednoduchou lineární a nelineární regresi. **Lineární regrese** využívá pro popis závislosti veličin funkce lineární v parametrech, resp. funkce, které lze na lineární v parametrech převést pomocí vhodné transformace. **Nelineární regrese** využívá funkce nelineární v parametrech, které nelze transformací na lineární převést (Litschmannová, 2010). Dále lze rozlišit jednoduchou regresi, která studuje závislost dvou veličin, a **vícenásobnou regresi**, která studuje závislost jedné veličiny na alespoň dvou dalších

veličinách. Základní model regresní závislosti s jednou nezávisle proměnnou X vyjadřuje libovolnou hodnotu y_i ($i=1, 2, \dots, n$) závisle proměnné Y takto:

$$y_i = f(x_i) + e_i,$$

kde $f(x)$ je tzv. regresní funkce a e_i je reziduální odchylka (náhodná chyba) i -tého pozorování veličiny Y .

Matematický tvar závislosti často vyplývá z teorie příslušného jevu, popřípadě je nutné ho kvalifikovaně odhadnout. Nejjednodušší a nejčastější je přímková (lineární) závislost. Teoretická regresní přímka je dána vztahem $f(x) = \alpha + \beta x$, kde α je úsekem na ose y a β regresním koeficientem, který udává směrnici přímky. Podle jeho znaménka tak rozpoznáváme pozitivní a negativní (nepřímou) formu závislosti.

Přímku (popřípadě v obecném případě křivku) je nutné známými daty vhodně proložit a odhadnout neznámé teoretické výběrové koeficienty. Nejběžnějším vyrovnávacím kritériem pro lineární regresní modely je **metoda nejmenších čtverců**. Tato metoda vychází z požadavku, aby součet čtverců odchylek pozorovaných hodnot $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ veličiny Y od odhadované regresní funkce byl minimální. Výpočet tedy vychází z minimalizace následujícího výrazu:

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i)^2.$$

Lineární regrese je nejjednodušším a velmi často používaným typem regrese. „Používá se především tam, kde není o typu regresní závislosti nic známo a postačuje hrubá analýza této závislosti nebo se studuje závislost v malém intervalu, na němž je lineární závislost dostatečnou aproximací jiné závislosti“ (Kapitola 6: Korelační a regresní analýza, 2006, s. 110). Mnohé závislosti mají skutečně lineární charakter, avšak existuje také mnoho příkladů nelineárního charakteru. K jejich vystižení je pak nutno užívat nelineárních funkcí (parabolické, hyperbolické, exponenciální, logaritmické apod.). U mnohých nelineárních regresních modelů je tento odhad numericky velmi zdoluhavý a bez užití příslušné výpočetní techniky neefektivní. Řada nelineárních funkcí lze ale transformacemi převést na lineární tvar. Tyto metody se nazývají **metody linearizující transformace**. Nelineární funkce jsou převedeny na lineární funkci $y = a + bx$, kde x a y mají tento tvar:

$$\text{hyperbola} \quad X = \frac{1}{x} \quad a \quad Y = y,$$

$$\text{logaritmická funkce} \quad X = \ln x \quad a \quad Y = y,$$

$$\text{mocninná funkce} \quad X = \log x \quad a \quad Y = \log y,$$

$$\text{exponenciální funkce} \quad X = x \quad a \quad Y = \ln y.$$

Obecně míru těsnosti dvou veličin vyjadřuje **index korelace**. Ten je v případě lineární závislosti shodný s Pearsonovým korelačním koeficientem. Kvalitu regresního modelu udává **koeficient (index) determinace** R^2 . Je druhou mocninou koeficientu (indexu) korelace a vždy

platí, že: $0 \leq R^2 \leq 1$. Může se udávat v procentech a označuje tak, z kolika procent je variabilita závisle proměnné vysvětlitelná variabilitou nezávisle proměnné, resp. zvolenou regresní funkcí. Jeho nízká hodnota nemusí znamenat nízký stupeň závislosti mezi proměnnými, ale může signalizovat chybnou volbu typu regresní funkce (Seger, Hindls, Hronová, 1998).

Počet hledaných parametrů zohledňuje **upravený koeficient determinace** R^2_{adj} :

$$R^2_{adj} = 1 - (1 - R^2) \frac{n - 1}{n - p}, \text{ kde } p = k + 1$$

a kde n je počet pozorování a k počet proměnných. Tento koeficient se tak používá pro srovnání modelů s různým počtem parametrů. Má podobnou interpretaci, tedy čím více se blíží jedné, tím jsou odhadované hodnoty podobnější skutečným a regrese je přesnější. V praxi se vybírá model s vyšší hodnotou R^2 (resp. R^2_{adj}), ale přednost se dává jednodušším modelům s méně parametry. Složitější tvary se připouští, pouze pokud se statisticky významně zlepší proložení mezi body.

Vhodnost regresního modelu je dále vhodné ověřit. Kontrolují se především předpoklady, které byly o modelu učiněny. Většina ověřujících procedur je založena na studiu chování reziduí. O těch se předpokládá, že mají normální rozdělení s nulovou střední hodnotou, konstantním rozptylem a jsou vzájemně nezávislé. Dále se pomocí t-testu ověřuje, zda regresní koeficienty nejsou nulové.

Vhodně zvolený regresní model umožňuje provádět tzv. regresní odhady. Ze známých hodnot jedné veličiny tak lze provést predikci neznámých hodnot vysvětlované proměnné a to přímo bodově nebo intervalovým odhadem.

Jednoduchá regrese a korelace však uvažuje, že významný vliv má pouze jedna nezávislá proměnná. Působení dalších nesledovaných vlivů je tak uvažováno jen jako náhodné chyby. Část těchto náhodných chyb lze však někdy vysvětlit závislostí na dalších nezávislých proměnných (Synek, 2010). Tím se zabývá **vícenásobná regrese a korelace**. Mezi nezávisle proměnnými by však neměla být silná lineární korelace, neboť v tomto případě by docházelo k multikolinearitě a velkému rozptylu u odhadů koeficientů. Výpočetní metody jsou zobecněním principů jednoduché regrese a jsou již výpočetně velmi náročné.

6.3 Korelační a regresní analýza dat o migraci

Dříve vypočtené parametry vypovídající o podmínkách v místech mezníků byly navázány na záznamy o nelegálních migračních. Základní charakteristika je provedena pomocí kontingenčních tabulek a jednoduchých statistických ukazatelů. Pro potřeby dalších analýz byly počty přechodů, které byly na jednotlivých meznících zaznamenány, sumarizovány. Pro účely korelační a regresní analýzy byl tedy vytvořen seznam, který obsahuje identifikátor mezníku, hodnotu vypočtené charakteristiky a počet na něm zaznamenaných nelegálních přechodů. Lze tak zkoumat, zda počet přechodů na mezníku závisí na hodnotě charakteristik. Protože však na mnoha meznících došlo v celém období k jedné nebo několika málo událostem (a tak počet

zaznamenaných přechodů svědčí spíše o počtu migrantů v zachycené skupině), byl pro účely statistického zpracování vytvořen i soubor, kde jsou všechny záznamy zahrnuty do intervalů podle jednotlivých charakteristik viz tabulka 2. To umožňuje studovat, v jakých podmínkách migranti nejčastěji přecházejí. Analýza závislostí tak byla provedena i pro tento typ dat. Ke korelaci byl vždy použit střed intervalu. Všechny výpočty byly také provedeny pro celou databázi a s vyloučením tří mezníků s naprosto odlehlými počty přechodů. Mohou mít totiž významný vliv na výsledek analýz.

Tab. 2: Rozdělení záznamů do intervalů podle hustoty zalidnění

Hustota zalidnění	Počet migrantů	střed intervalu
0-50	505	25
50-100	145	75
100-150	22	125
150-200	52	175
200-250	20	225
250-300	747	275
300-350	6	325
400-450	7	425
550-600	5	575
Celkový součet	1509	

Z počtu přechodů na daném mezníku a hodnoty nezávislé proměnné lze následně statisticky hodnotit významnost daného parametru. Nástroje korelační a regresní analýzy obsahuje i **MS Excel**. Kromě vzorců na výpočet Pearsonova korelačního koeficientu, směrnice přímky atd. poskytuje i ucelenější nástroj *Regrese* v nabídce doplňkového modulu *Analýza dat*. Ten umožňuje efektivněji provádět složitější statistické výpočty a kromě výstupních tabulek umí automaticky vytvářet i grafy. Nutné je především správně zvolit závisle a nezávisle proměnnou a na zvolené hladině spolehlivosti jsou vypočteny veškeré důležité statistiky viz tabulka 3.

Prvním odstavcem obsahuje regresní statistiky, především hodnotu korelačního koeficientu a (upraveného) koeficientu determinace. Ty jsou důležité pro srovnání vhodnosti různých regresních modelů pro daná data. V dalším oddíle ANOVA (Analysis of variance) je uvedena mimo jiné p-hodnota pro testování statistické významnosti zvoleného regresního modelu. Ta se porovnává se zvolenou hladinou významnosti (zde $\alpha=0,05$) a pokud je p-hodnota nižší, lze zamítnout nulovou hypotézu o nevhodnosti modelu pro daná data. Poslední část obsahuje koeficienty přímky a také informace důležité pro posouzení jejich statistické významnosti (p-hodnoty, pravděpodobnostní intervaly). Stejný nástroj je možné použít i pro jiné než lineární modely. Vstupní data však musejí být transformována podle metod linearizující transformace uvedených v předchozí kapitole. Volitelným výstupem jsou tabulky a grafy s informací o reziduiích. Jejich studium je důležité pro posouzení vhodnosti regresního modelu.

Trochu rozdílně bylo přikročeno k analýze vzdálenosti mezníku od vodního toku. Není totiž zaznamenána přesná vzdálenost, pouze je mezník přiřazen do kategorie označujícího přítomnost a případně velikost blízkého toku. Na studium závislosti kvantitativní a kvalitativní proměnné je tak aplikována analýza rozptylu. Provedena byla nástrojem *ANOVA: jeden faktor* ze stejného doplňkového modulu jako regrese.

Tab. 3: Regrese v MS Excel na příkladu sklonitosti

Regresní statistika								
Násobné R	0,105							
Hodnota spolehlivosti R	0,011							
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,006							
Chyba stř. hodnoty	31,903							
Pozorování	180							
ANOVA								
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F			
Regrese	1	2033,75	2033,750	1,998	0,159			
Rezidua	178	181172,80	1017,825					
Celkem	179	183206,55						
	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%	Horní 95%	Dolní 95,0%	Horní 95,0%
Hranice	12,039	3,513	3,427	0,001	5,106	18,971	5,106	18,971
sklonitost (X)	-1,169	0,827	-1,414	0,159	-2,801	0,463	-2,801	0,463

Kromě MS Excel ale existuje řada specializovaných statistických programů, které provedou složité výpočty plně automatizovaně. Vyzkoušen byl například **PASW Statistics 18**, který poskytuje velkou řadou efektivních nástrojů nejen pro regresi a korelaci. Do programu lze načíst soubory XLS a při správné volbě parametrů podává stejné výsledky jako MS Excel. Výstupy ve formě tabulek lze uložit do různých formátů např. XLS či DOC.

Jednoduchá korelace se skrývá pod nástrojem *Bivariate Correlations*. Kromě Pearsonova korelačního koeficientu umožňuje výpočet Kendallova a Spearmanova pořadového koeficientu, což je velmi praktické vzhledem k absenci této funkce v MS Excel. Přítomny jsou samozřejmě nástroje lineární, mnohonásobné či nelineární regresní analýzy. Výpočty nelineární regrese se provádí zadáním regresní rovnice a jejích proměnných do dialogového okna, což neomezuje analýzu na vybrané modely. Velmi praktický je nástroj *Curve Estimation*. Ten pro zvolené proměnné vypočte regresní parametry za použití různých regresních modelů a doplní je i grafem s proloženými křivkami. Lze je tedy nejprve porovnat, vybrat vhodnou regresní křivku a následně provést plnou regresi.

Základní nástroje pro lineární regresní analýzu nabízí i **ArcGIS**. Jedná se především o nástroj *Ordinary Least Squares* z toolboxu Spatial Statistics. Jde o globální regresní metodu vycházející z běžné metody nejmenších čtverců. Na vstupu lze zadat více nezávisle proměnných a jednoduše tak provést vícenásobnou lineární regresi. Výstupem je shapefile s přidanými informacemi o reziduích a dále množství statistik (obr. 12).

Uvedeny jsou koeficienty regresní rovnice, hodnoty determinačního indexu a další testové statistiky, z nichž lze hodnotit signifikantnost modelu a jednotlivých proměnných. Například Koenkerův test pomůže vyhodnotit, zda by se pro data nehodilo spíše použití dalšího nástroje *Geographically Weighted Regression*. Ten vytváří lokálně regresní modely. Pro analýzu reziduí lze použít nástroj *Spatial Autocorrelation (Morans I)*, který zhodnotí jejich nezávislost. Pro výběr vhodné kombinace vysvětlujících proměnných do regresního modelu slouží graf *Scatter Plot*, který znázorňuje vztahy mezi proměnnými. I ArcGIS podává stejné výsledky jako předešlé aplikace.

```

Ordinary Least Squares
Completed
Close
<< Details

 Close this dialog when completed successfully

Executing: OrdinaryLeastSquares mez_char_regrese_bez60az62 OID_ "C:\Documents and Settings\eva\Dokumenty\DP\data\praceDP\stat\gis\mez_char_OLS_5p_bez60az62.shp" Cnt_GIS sklonitost; hustota_za; vzdOb2; vzdPrech2; vzdZpev2 # #
Start Time: Sun Aug 29 14:24:55 2010
Running script OrdinaryLeastSquares...
Summary of OLS Results
Variable Coefficient StdError t-Statistic Probability Robust SE Robust t Robust Pr VIF [1]
Intercept 5,982878 1,013760 5,901671 0,000000* 0,997317 5,998971 0,000000* -----
SKLONITOST -0,220018 0,142354 -1,545570 0,124068 0,103484 -2,126110 0,034921* 1,057775
HUSTOTA_ZA -0,002547 0,003711 -0,686517 0,493314 0,003016 -0,844706 0,399445 1,112254
VZDOB2 -0,000147 0,000231 -0,638017 0,524316 0,000220 -0,669097 0,504333 1,486739
VZDPRECH2 0,000149 0,000115 1,298643 0,195820 0,000106 1,406924 0,161274 1,479919
VZDZPEV2 -0,000489 0,000696 -0,701945 0,483664 0,000358 -1,366322 0,173640 1,151468

OLS Diagnostics
Number of Observations: 177 Number of Variables: 6
Degrees of Freedom: 171 Akaike's Information Criterion (AIC) [2]: 1098,994065
Multiple R-Squared [2]: 0,026477 Adjusted R-Squared [2]: -0,001988
Joint F-Statistic [3]: 0,930150 Prob(>F), (5,171) degrees of freedom: 0,462856
Joint Wald Statistic [4]: 7,928685 Prob(>chi-squared), (5) degrees of freedom: 0,160210
Koenker (BP) Statistic [5]: 4,552687 Prob(>chi-squared), (5) degrees of freedom: 0,472865
Jarque-Bera Statistic [6]: 401,815741 Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom: 0,000000*

Notes on Interpretation
* Statistically significant at the 0.05 level.
[1] Large VIF (> 7.5, for example) indicates explanatory variable redundancy.
[2] Measure of model fit/performance.
[3] Significant p-value indicates overall model significance.
[4] Significant p-value indicates robust overall model significance.
[5] Significant p-value indicates biased standard errors; use robust estimates.
[6] Significant p-value indicates residuals deviate from a normal distribution.

WARNING 000851: Use the Spatial Autocorrelation (Moran's I) Tool to ensure residuals are not spatially autocorrelated.
Completed script OrdinaryLeastSquares...
Executed (OrdinaryLeastSquares) successfully.
End Time: Sun Aug 29 14:25:06 2010 (Elapsed Time: 11,00 seconds)

```

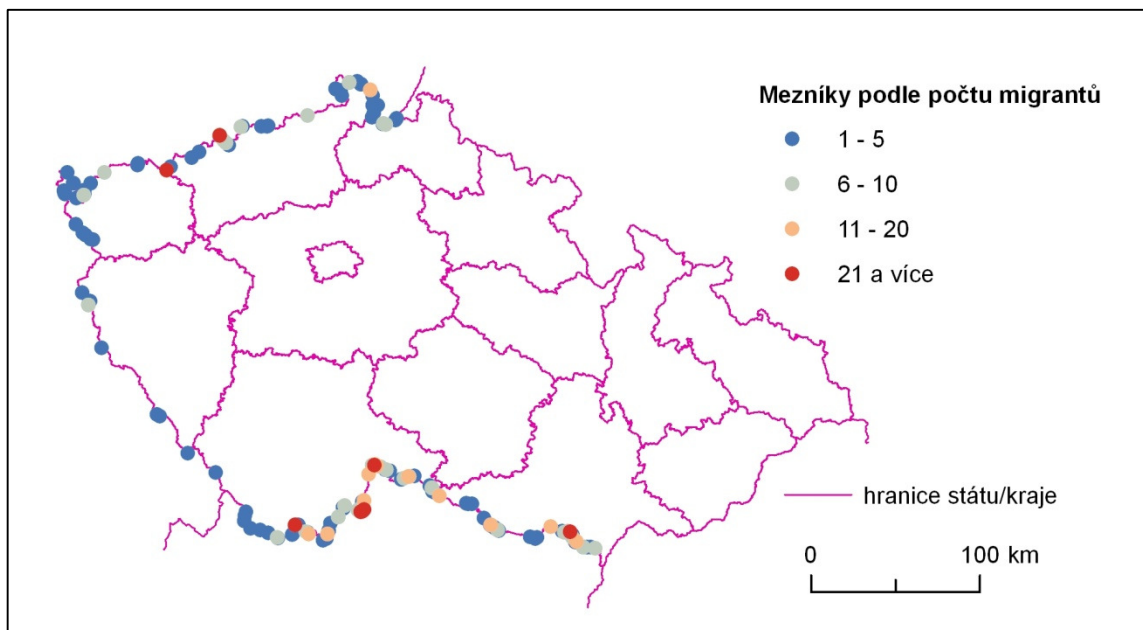
Obr. 12: Příklad výstupu nástroje *Ordinary Least Square* v *ArcGIS*

Všechny uvedené programy tedy podávají stejné výsledky a výběr tak záleží na povaze řešeného problému, množství a druhu dat apod. Zejména u většího množství dat je však využití specializovaného statistického softwaru pro hlubší zpracování problému nevyhnutelné.

KAPITOLA 7

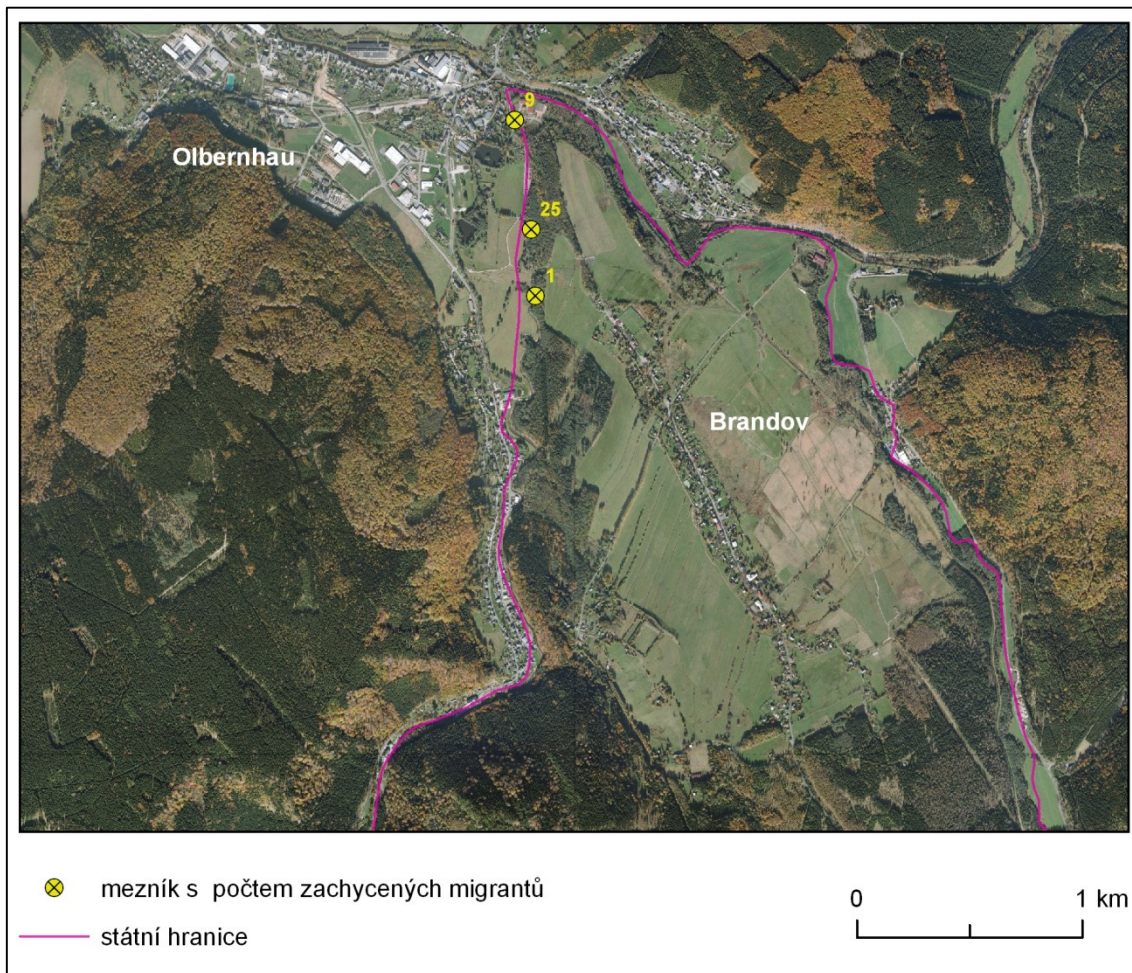
Mapy a 3D vizualizace

Statistické hodnocení umožňuje získat exaktní popis všech lokalit. K pochopení souvislostí je však nezbytná vizuální návštěva dotčených míst. K tomuto účelu byly vytvořeny mapové výstupy a 3D animace. Celkový pohled znázorňuje obr. 13. Dále bylo vzhledem k povaze a rozsahu prostorových dat k vizualizaci vybráno vždy menší zájmové území. Všechny zobrazené lokality se vyznačují vysokým počtem zadržených migrantů.



Obr. 13: Mezníky podle počtu zadržených migrantů

Základní mapové výstupy byly vytvořeny v prostředí **ArcMap**. Například na obr. 14 lze demonstrovat, že mezníky s velkým počtem zaznamenaných přechodů jsou velmi často situovány tak, aby na druhé straně hranice navazovaly na sídla a na dobrou dopravní infrastrukturu.

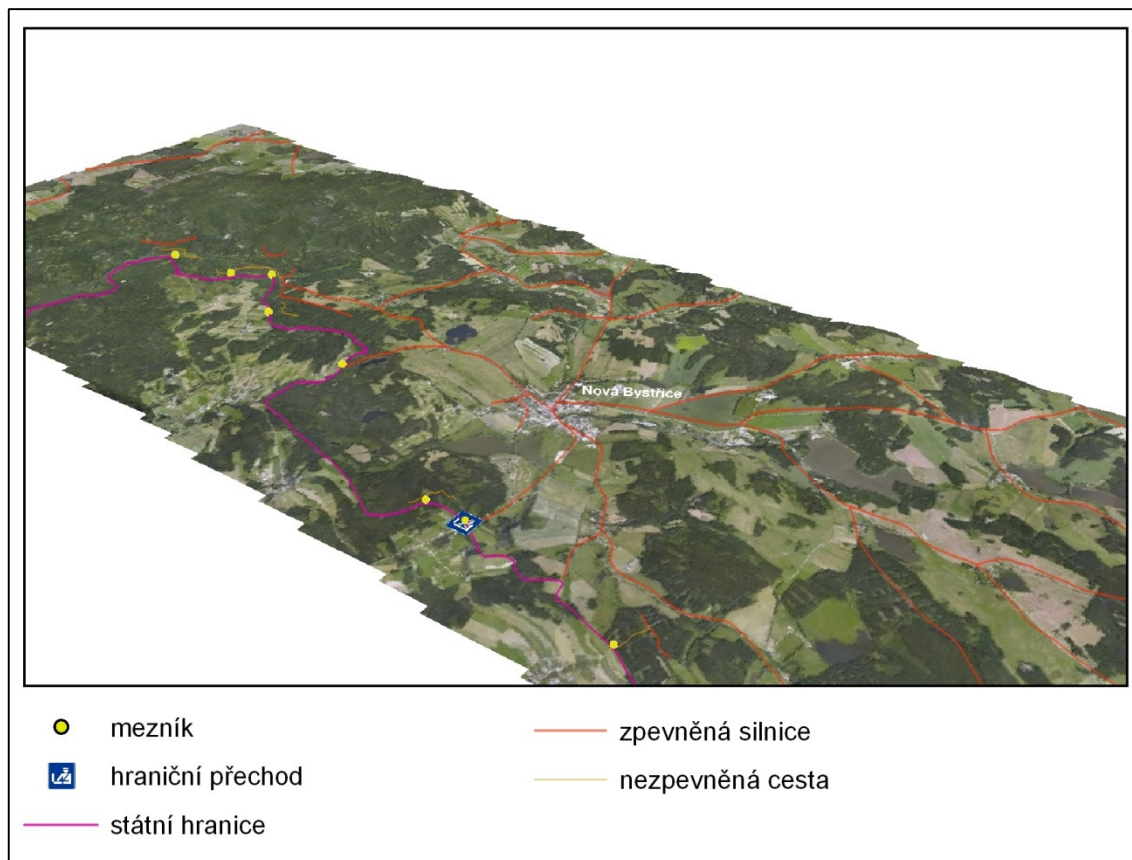


Obr. 14: Brandov na podkladu ortofotomapy (zdroj podkladu: <http://geoportal.cenia.cz>)

Třetí rozměr lze přidat využitím aplikace **ArcScene**. Na obrázku 15 je vymodelováno okolí Nové Bystřice v jižních Čechách. Výšková informace je získána z digitálního modelu terénu vypočteného v předešlých etapách práce. Povrch je pokryt ortofotomapou získanou exportováním obrázku ve formátu JPEG z aplikace Google Earth a následným georeferencováním v prostředí ArcMap.

Dále byly vytvořeny dva druhy animací. První vznikla v prostředí **ArcGlobe**, kde jsou georeferencovaná data zobrazena na povrchu glóbu. Tato aplikace poskytuje podobné možnosti interaktivní 3D vizualizace a analýzy jako ArcScene, ale navíc podporuje i zobrazení dat dostupných přes mapové služby WMS. Kromě prohlížení scény z libovolného úhlu poskytuje další možnosti animací ve 3D scéně formou přeletu nebo „chůze“ po terénu. Výšková data jsou čerpána z výškového modelu SRTM (tedy s prostorovým rozlišením 90 m), příp. modelu GTOPO30 (rozlišení 1 km). V základním nastavení jsou dispozici rovněž některá další základní

data pro celou Zemi včetně satelitních snímků pocházejících z databáze ArcGIS Online. V této aplikaci byla vytvořena animace s náhledem na okolí Mikulova (elektronická příloha 20).



Obr. 15: 3D vizualizace v ArcScene - okolí Nové Bystřice

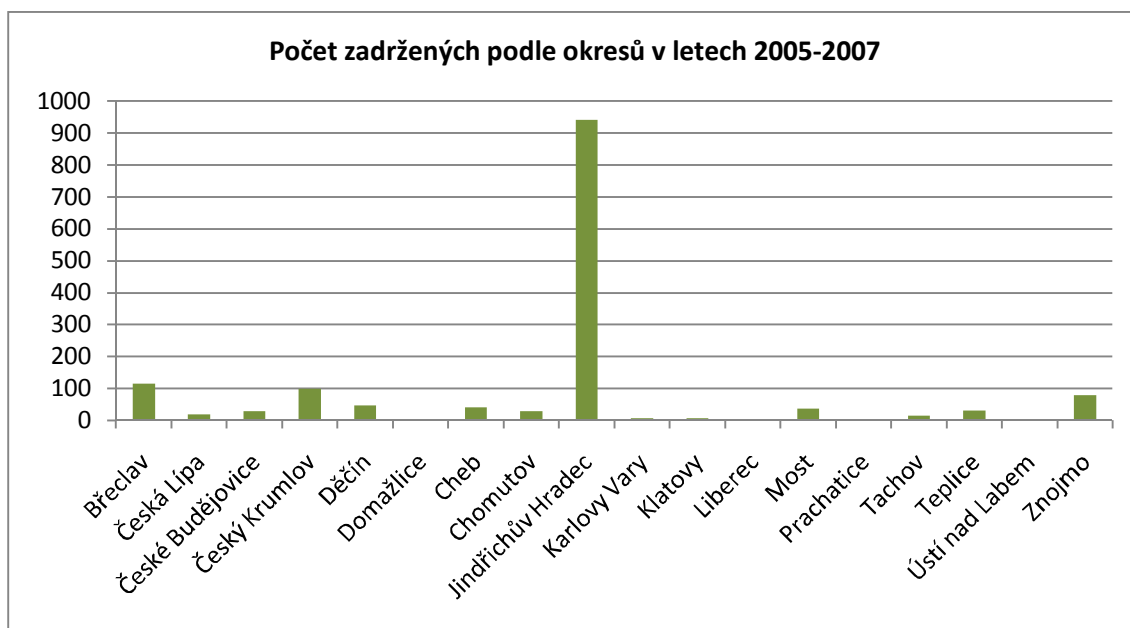
Velmi atraktivní a realistický pohyb po povrchu glóbu nabízí i software **Google Earth**. Kromě satelitních snímků obsahuje rovněž množství dalších mapových prvků včetně 3D modelů významných budov. Přidávat lze vlastní vektorová i rastrová data. Základním vektorovým formátem je KML a jeho komprimovaná verze KMZ, ale rozšířená verze Google Earth Pro podporuje i formáty běžných geoinformačních systémů (SHP, DGN, TAB, PIX...). Pro převod ESRI shapefile na KML lze využít nástroj z knihovny ArcScripts *Export to KML 2.5.4* (Martin, 2010). Ten lze přidat jako extenzi do ArcMap. Převod funguje spolehlivěji, pokud jsou již na vstupu data v referenčním systému WGS84 používaném v Google Earth. Na povrch glóbu tak byly přidány mezníky a byla vytvořena animace průletu nad státní hranicí v okolí Českých Velenic a Nové Bystřice (elektronické přílohy 18 a 19). Základní freeware verze programu neumožňuje nahrávat a exportovat videosekvence, k nahrání tak byl použit externí volně stažitelný program **Fraps**. Ten podporuje všechny aplikace používající DirectX nebo OpenGL technologie a umožňuje zachycení videa v reálném čase ve formátu AVI.

KAPITOLA 8

Výsledky

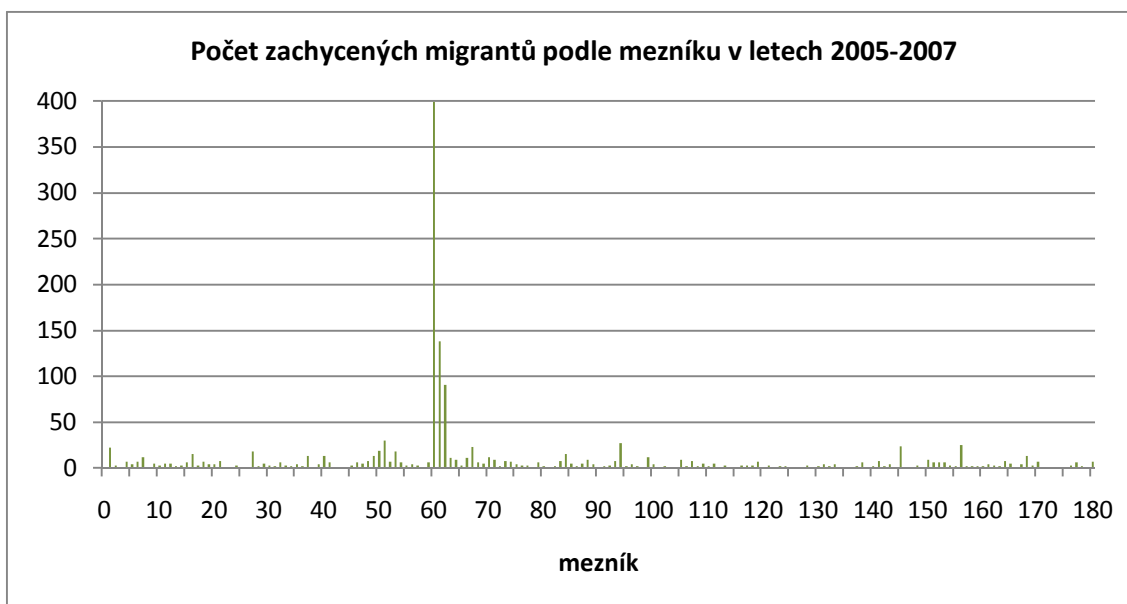
8.1 Charakteristika nelegální migrace

Po definitivním vyřídění tedy zbylo v databázi 1509 záznamů. Počet zadržených osob pokoušejících se nelegálně překročit státní hranice České republiky mezi lety 2005 a 2007 poměrně výrazně klesal. Pokles může mít souvislost se zlepšením politické, ekonomické či bezpečnostní situace ve zdrojových zemích (např. v Čečensku). Česká republika se také stávala z transitní země cílovou destinací migrantů. Pokles však může souviset i s postupným začleňováním do tzv. Schengenského prostoru, do kterého Česká republika definitivně vstoupila na konci roku 2007. Část migrantů tak čekala na uvolnění pohraničního režimu (Drbohlav, Štych, Dzúrová, 2010). V tomto prostoru se přísná ochrana týká hlavně vnějších hranic a ty má Česká republika pouze na mezinárodních letištích. Pokles však může souviset i se změnami ve způsobu překračování hranic – častější používání padělaných dokladů a úkrytů ve vozidlech.



Obr. 16: Rozložení migrantů v okresech na západní hranici ČR

Naprostá většina migrantů (84 %) byla zadržena na hranicích s Rakouskem. Největší množství migrantů bylo zadrženo v jižních Čechách, následně pak na jižní Moravě. Jak vyplývá z grafu na obr. 16, neobvykle velké množství migrantů bylo zachyceno v okrese Jindřichův Hradec (téměř 62 % z celkového počtu). Konkrétně na mezníku číslo 60⁹ bylo zadrženo 399 osob (24 % migrantů). Počty zadržенých jsou zde nadprůměrné ve většině měsíců. Přitom na ostatních meznících bylo zadrženo v průměru přibližně 6 osob za celé tříleté období. Jmenovaný mezník se nachází v Českých Velenicích, na které z druhé strany hranice přímo navazuje rakouský Gmünd a kde je poměrně velký železniční uzel. Migranti jsou tak často zadrženi u železniční trati. Nejčastěji zde byli zadrženi občané Ruska a Gruzie. Rovněž na dva sousední mezníky je vázáno velké množství migrantů (viz obr. 17). Těchto několik bodů má tak extrémní vliv na celkové statistické hodnocení. Je otázkou, s jakou pečlivostí byla databáze příslušnými pracovníky vyplňována a do jaké míry ovlivňuje z ní vycházející závěry. V původní databázi například v roce 2005 není u 543 záznamů uvedeno označení úseku ani mezníku a pětinu z toho tvoří záznamy z okresu Děčín. V roce 2007 je neúplných záznamů dokonce 691, z toho 65 % tvoří okresy Chomutov, Děčín, Teplice a Ústí nad Labem, tedy všechny na Německé části hranice. Z grafu na obr. 3 je patrné, že velkou část dat bylo třeba odstranit z důvodu absence prostorové informace.



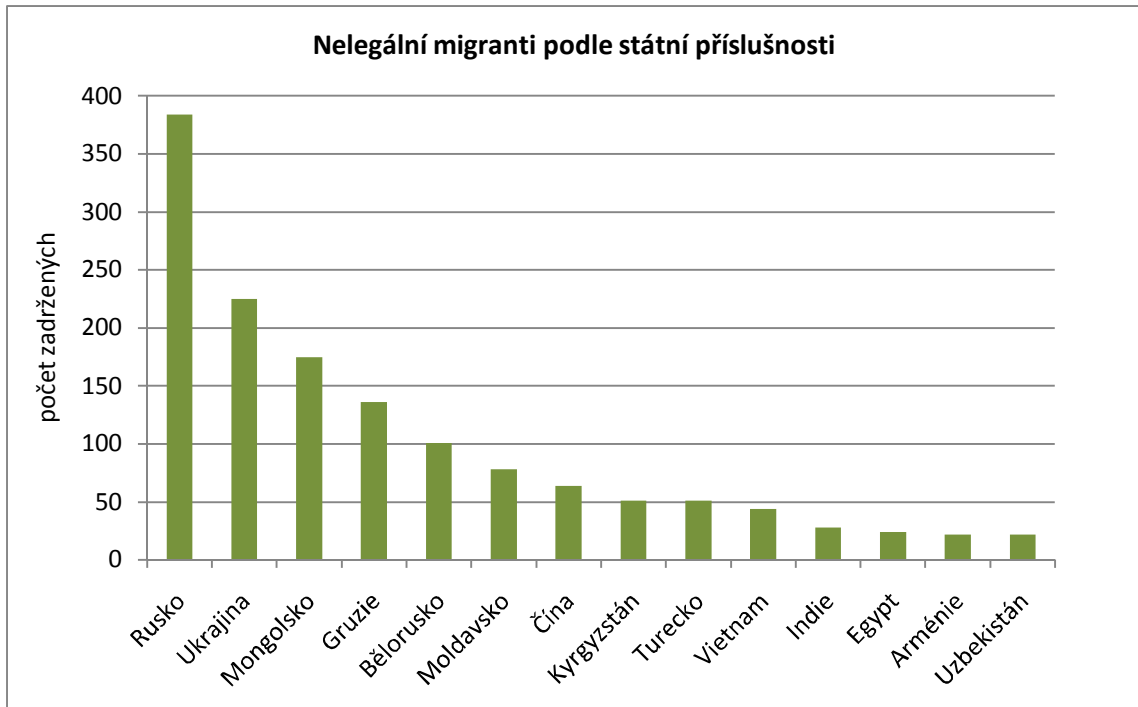
Obr. 17: Rozložení migrantů podle jednotlivých mezníků

Z hlediska charakteristik celé skupiny zadržенých lze zjistit celou řadu více či méně předpokládaných faktů. Jak napovídá obrázek č. 18, většina zadržенých pochází ze zemí bývalého Sovětského svazu. Osoby měly rovněž různý statut pobytu na území ČR, nicméně větší část tvořili ti, co byli na území ČR legálně. Věkový průměr je 26,7 let, přitom nejmladšímu ještě nebyl ani jeden rok a nejstaršímu zadržенému bylo 61 let. Muži tvoří přibližně 59 % z celkového počtu zadržенých, ženy 25 % a děti 12 %¹⁰. Průměrně byly společně

⁹ Číslo mezníku neodpovídá oficiálnímu označení. Slouží jen pro jednodušší zpracování a identifikaci v rámci práce.

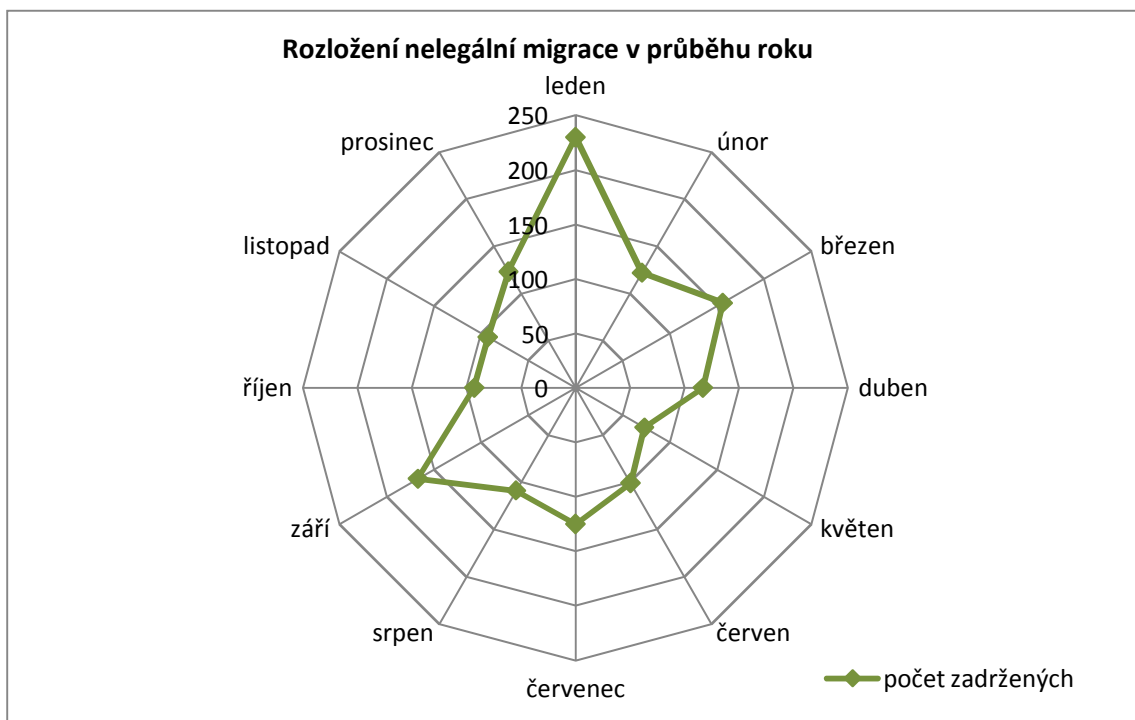
¹⁰ V několika případech nebylo pohlaví vyplněno, nemá to však vliv na výsledek prostorových analýz.

zadrženy 3 osoby, největší skupina 25 čínských migrantů byla zadržena v okrese Teplice v roce 2006. Necelých 30 % osob bylo převáděných.



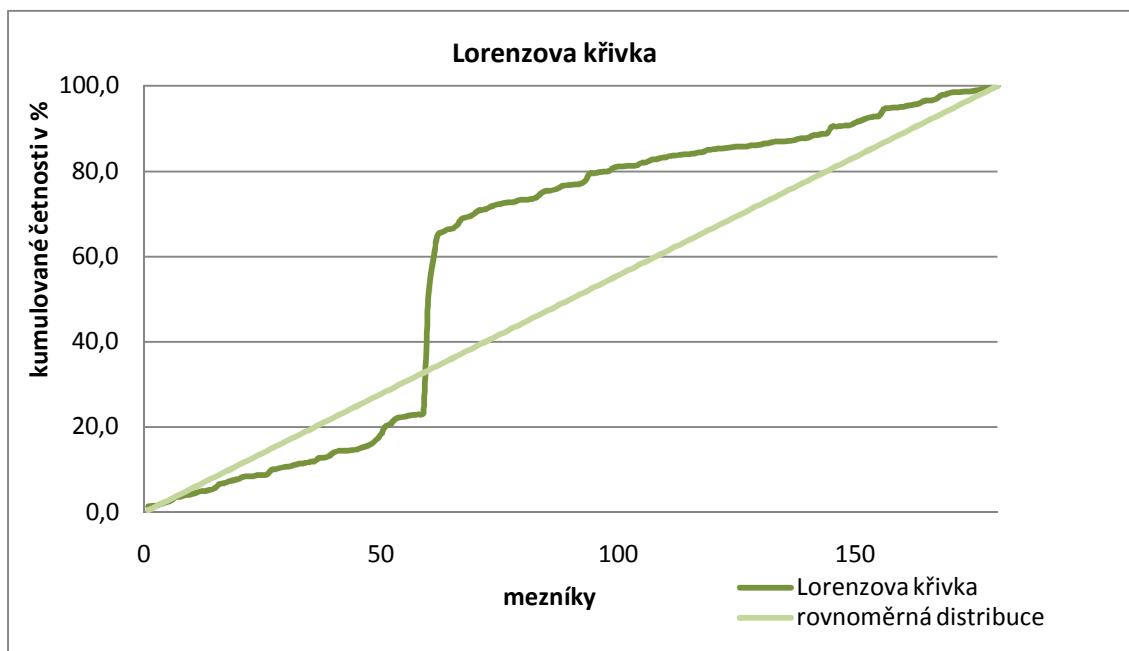
Obr. 18: Nejvíce zastoupené národy mezi zadržnými, 2005-2007

Nejvíce osob bylo zadrženo spíše ve večerních hodinách, nejvíce od 20:00 do půlnoci. Graf na obr. 19 naznačuje, že v průběhu roku měla migrace dva vrcholy, a to hlavní v lednu a vedlejší v září. V tomto případě jde o obecný trend, data nejsou ovlivněna mezníkem č. 60, kde jsou zaznamenána vysoká čísla v průběhu celého roku.



Obr. 19: Objem migrace přes hranice ČR v průběhu roku

Rovnoměrnost rozložení hodnot vyjadřuje Lorenzova křivka a Giniho koeficient koncentrace (obr. 20). Určuje míru nerovnoměrnosti distribuce, jeho hodnota se pohybuje od 0 (absolutní rovnoměrnost) do 1 a pro použítá data vychází 0,683.



Obr. 20: Lorenzova křivka pro četnosti přechodů na meznících

8.2 Charakteristika míst přechodů

Hodnoty jednotlivých charakteristik se mezi mezníky značně liší, základní popisné statistiky jsou uvedeny v tabulce č. 4. Migranti byli zadrženi průměrně 2176 m od nejbližší obce, průměrně však jen 128 m od nějaké nejbližší silnice. Ve třech čtvrtinách případů byla nejbližší silnicí zpevněná cesta. To může ale odrážet i skutečnost, že v mapách jsou zakresleny pouze některé trvalé lesní cesty a mnoho jich zůstává nezakreslených. Lesní cesty vzdálené více než 1 km, tak většinou ztrácejí svůj význam v této úloze. Téměř 92 % všech přechodů byl totiž zaznamenán do 200 m od nějaké cesty. Nejbližší oficiální přechod se nacházel průměrně 3 km od místa nelegálního překročení, avšak rozpětí hodnot je zde velké. Většina přechodů (63 %) však nebyla dále než 2 km od oficiálního hraničního přechodu. V nadmořské výšce mezi 450 až 550 m n. m. bylo zaznamenáno 65 % přechodů. Necelé tři čtvrtiny přechodů se odehrály v území o sklonitosti do 2 stupňů. Procento z mezníku viditelného území rovněž velmi kolísalo, nejčastěji se však pohybovalo v intervalu od 20 do 50 %. Velká část přechodů se soustředila do oblastí s nízkou hustotou zalidnění do 50 oby./km². Druhým vrcholem je interval mezi 250 a 300 oby./km², ten je ale hodně ovlivněn zmíněnými třemi mezníky s velkým počtem záznamů.

Tab. 4: Základní charakteristiky míst přechodů

Charakteristiky	Min	Max	Průměr	Smodch
sklonitost (ve stupních)	0,02	18,82	1,97	2,31
nadmořská výška (m n. m.)	163,51	1292,74	494,37	148,41
vzdálenost obce (m)	91,28	10039,74	2176,16	2122,85
vzdálenost přechod (m)	0,00	19617,22	3148,63	3632,08
vzdálenost lesní cesta (m)	0,00	32392,90	1670,83	3964,17
vzdálenost zpevněná silnice (m)	0,00	6554,26	293,30	427,54
vzdálenost silnice celkem (m)	0,00	1280,49	128,41	116,64
% viditelnosti	2,18	84,25	35,72	13,79
hustota zalidnění (oby./km ²)	0,63	596,29	166,39	124,06
Number of Patches	14,00	178,00	63,68	32,72
Patch Density (Nb/100 ha)	0,54	4,97	1,95	0,57
Largest Patch Index (%)	5,81	83,15	51,58	19,67
Landscape Shape Index	3,11	9,77	5,17	1,60
Patch Richness	3,00	13,00	9,87	1,84
Patch Richness Density (Nb/100 ha)	0,11	0,54	0,36	0,16
Shannon's Diversity Index	0,55	1,99	1,34	0,22
Simpson's Diversity Index	0,25	0,85	0,59	0,10
Shannon's Evenness Index	0,33	0,95	0,59	0,10
Prostupnost krajiny	3,60	8,01	5,95	0,48

Zdroj: vlastní výpočet

Z hlediska krajinného krytu bylo zaznamenáno nejvíce (49 %) přechodů na převážně zemědělských areálech s výrazným podílem volné vegetace, dále pak 18 % přechodů se odehrálo v jehličnatých lesích. Jak potvrzuje i Drbohlav, Štych a Dzúrová (2010), lze pozorovat rozdíl ve zvoleném typu krajiny mezi migranty s převaděčem a bez. V odlehlejších (například od obcí) a méně prostupném terénu (bažiny, křoviny...) přecházeli spíše migranti s převaděčem. Jiný ukazatel však naznačuje, že v 5km okolí bodů mají ze 75 % největší zastoupení lesy a křoviny¹¹. Ukazatel prostupnosti dosáhl průměrné hodnoty 5,95 s průměrnou směrodatnou odchylkou 1,42. Ve 44 % případů tvoří největší ploška 60-70 % celého 5km okolí. To je celkem vysoké procento a pravděpodobně odpovídá větším zemědělským oblastem či lesním porostům. V tomto území se nachází průměrně 10 typů krajiny podle kategorií CORINE Land Cover na 100 ha. Hodnoty dalších měř rozmanitosti krajiny se pohybují většinou okolo středu spektra možných hodnot, Simpsonův index rozmanitosti i Shannonův index rovnováhy mají průměr 0,59. Většina přechodů (63 %) proběhla na meznících, v jejichž těsné blízkosti není vodní tok.

8.3 Analýza závislosti

Nejprve byl statisticky zjišťován vztah mezi počtem přechodů na jednotlivých meznících a hodnotou charakteristik. Z vypočtených korelačních koeficientů však nelze soudit žádnou silnou závislost na charakteristikách okolí. Zjištěné hodnoty jsou obecně velmi nízké a jen u několika byla hodnota korelačního koeficientu vyšší než kritická hodnota a tedy závislost

¹¹ Vychází z výsledku nástroje Zonal Statistics v ArcGIS, po deklasifikace CORINE Land Cover do 4 tříd.

mohla být prohlášena za statisticky významnou. Nejvyšší vyšel Pearsonův koeficient pro relativní ukazatel rozmanitosti krajiny Patch Richness Density, a to 0,322. Porovnáním determinačních indexů se zdá, že hodnoty nejlépe aproximuje polynomický model 2. stupně. Že je pro data vhodný dokazuje i test jeho p-hodnoty. Otestovány byly i jeho parametry, žádný z nich není nulový, což dokazuje, že by mohl být využit pro předpověď. Její vypočítací schopnost je však velmi omezená. Dokazuje to hodnota determinačního indexu, tedy že pouze 17 % variability je vysvětleno právě zvoleným modelem. Ostatní charakteristiky jsou na tom ještě hůře, průměr korelačního koeficientu nedosahuje ani hodnoty 0,1 a to u žádného ze tří použitých. Výsledek nijak nezlepšilo ani odstranění odlehlých mezníků ze souboru. Bez nich dosáhla na 5% hladině spolehlivosti statistické prokazatelnosti pouze jedna charakteristika. Kompletní výsledky jsou uvedeny v příloze č. 6. Nejvyšší hodnotu pouze 0,181 Spearmanova koeficientu dosáhl index největší plošky, což prokazuje jeho statistickou významnost na 5% hladině spolehlivosti. S tím souvisí, že prakticky lze těžko najít signifikantní regresní model. Rovněž význam přítomnosti vodního toku nebyl na 5% hladině významnosti statisticky prokázán. Tento výsledek je způsoben pravděpodobně tím, že na většině mezníků nedocházelo k překračování pravidelně, ale pouze několikrát za sledované období. Počet přechodů na mezníku tak spíše odráží velikost skupiny zadržené při jedné či několika málo událostech. Rovněž charakteristiky většinou neplní podmínku normálního rozdělení¹², proto Pearsonův koeficient ztrácí na významu. Na druhou stranu ani v analýzách na americko-mexické hranici nevycházejí korelační koeficienty nijak závratně vysoké (pro vzdálenost k velkému vodnímu toku 0,503, k mexickým sídelním jednotkám již jen 0,367) (Rossmo ... [et al.], 2008).

¹² Zkoumáno pomocí Shapiro-Wilkova testu v PASW. Pokud je vypočtená p-hodnota menší než zvolená hladina spolehlivosti $\alpha=0,05$, zamítá se nulová hypotéza o normálním rozdělení. Naznačuje to i Jarque-Bera test v ArcGIS.

Tab. 5: Korelační koeficienty po shrnutí do intervalů

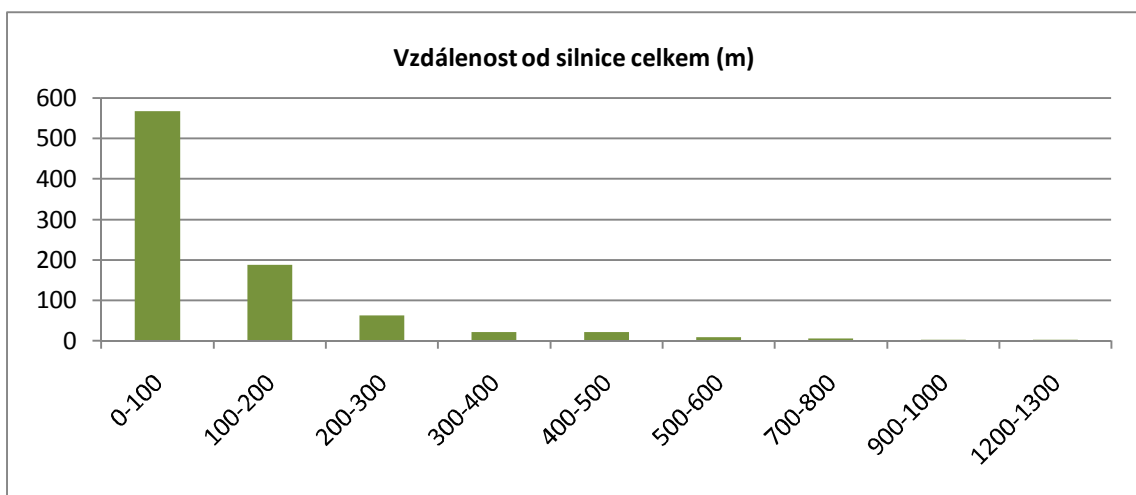
	Intervaly kompletní db			Intervaly bez mezníků 60 až 62		
	Pearson	Kendall's tau_b	Spearman's rho	Pearson	Kendall's tau_b	Spearman's rho
% viditelnosti	-,396	-,389	-,583	-,600	-,556*	-,683*
hustota zalidnění (oby./km ²)	-,317	-,611*	-,717*	-,609	-,722**	-,867**
Number of Patches	-,507*	-,444*	-,600*	-,473	-,259	-,465
Patch Density (Nb/100 ha)	-,316	-,357	-,452	-,366	-,357	-,452
Largest Patch Index (%)	,255	,050	,044	-,244	-,183	-,253
Landscape Shape Index	-,463	-,385	-,437	-,246	-,209	-,279
Patch Richness	,365	,418	,482	,418	,418	,482
Patch Richness Density (Nb/100 ha)	,238	-,310	-,293	-,729*	-,592*	-,795*
Shannon's Diversity Index	,100	,090	,122	,104	,045	,097
Simpson's Diversity Index	,173	,273	,490	,573	,394	,559
Shannon's Evenness Index	-,277	-,429	-,429	-,398	-,429	-,429
Prostupnost krajiny	,042	,222	,367	,127	,111	,217
sklonitost (ve stupních)	-,646	-,982**	-,994**	-,782*	-,982**	-,994**
nadmožská výška (m n. m.)	-,272	-,577**	-,765**	-,440	-,644**	-,733*
vzdálenost obce (m)	-,740**	-,790**	-,923**	-,777**	-,638**	-,826**
vzdálenost přechod (m)	-,603**	-,614**	-,831**	-,791**	-,614**	-,830**
vzdálenost lesní cesta (m)	-,340	-,617**	-,756**	-,378	-,617**	-,756**
vzdálenost zpev. silnice (m)	-,362	-,930**	-,979**	-,444	-,930**	-,979**
vzdálenost silnice celkem (m)	-,626	-,873**	-,962**	-,617	-,930**	-,979**

Pozn.: * Korelace je signifikantní na $\alpha = 0.05$

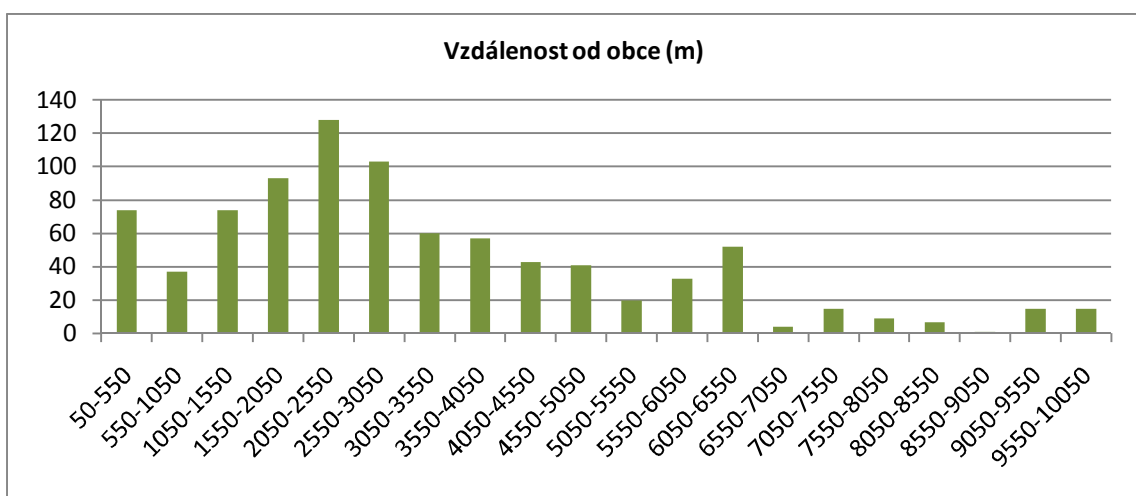
** Korelace je signifikantní na $\alpha = 0.01$

V dalším kroku tedy byla provedena analýza počtu přechodů zaznamenaných v intervalech jednotlivých charakteristik. V tomto případě již korelační koeficienty vycházejí podstatně průkazněji. Pro srovnání mezi charakteristikami je překážkou rozdílný počet intervalů. Ten vychází z rozpětí hodnot každé charakteristiky. Proto některé charakteristiky (například Pearsonův koeficient pro vzdálenost od silnice) ač mají vyšší hodnotu koeficientu, nejsou statisticky průkazné díky vyšší kritické hodnotě pro menší počet intervalů. Hodnoty všech koeficientů pro kompletní databázi i s vyloučením tří odlehlých mezníků jsou uvedeny v tabulce 5. Nejsilnější korelaci lze pozorovat u parametru sklonitosti. Poměrně vysokou nepřímou závislost vykazuje například i hustota zalidnění. Podle předpokladů je u všech vzdálenostních charakteristik zjištěna negativní hodnota korelačních koeficientů. Jak již bylo řečeno výše, nejnižší korelace je zaznamenána u lesních cest. Nejsilnější se v tomto smyslu zdá být korelace se vzdáleností od nejbližší silnice, hraničního přechodu a obce. Avšak jak naznačují grafy 21 a 22, je nutné výsledek doplnit grafickým vyjádřením v podobě histogramu. Zde je vidět rozdílný průběh počtu přechodů, který je ještě znásobený odlišnou stavbou intervalů. Svědčí i o vhodnosti rozdílných regresních funkcí. I z těchto dvou grafů je tedy patrné, že se nelze omezit na zkoumání lineární závislosti (shrnutí výsledků lineární regrese je uvedeno v příloze 7). Kompletní statistiky jsou uvedeny v elektronické příloze 22, tab. 6 uvádí příklad sklonitosti. Hodnoty R^2 dosahují u několika modelů poměrně vysokých hodnot. Při výběru vhodného modelu je však nutné uvážít, jakých hodnot může charakteristika reálně

dosahovat, zkontrolovat grafické znázornění proložení křivek body (obr. 23) a případně respektovat pravidlo o výběru jednodušší funkce. V tomto případě tak můžeme vybrat například model hyperboly (označen *Inverse* v tabulce č. 6), který je rovněž statisticky významný, tedy vhodný pro daná data (p -hodnota je menší než α). Znamená to, že počet přechodů je nejvyšší u nejnižších hodnot sklonitosti a pak poměrně rychle klesá a dál již klesá jen velmi mírně. Model vysvětluje 95 % variability počtu přechodů, to už umožňuje lepší možnosti predikce. Stejný regresní model bychom zvolili i u zmíněné vzdálenosti od silnice. Naopak u vzdálenosti od obce je poměrně těžké bez dalších analýz vybrat vhodný model, protože statistiky jednotlivých modelů jsou si velmi podobné. Počet přechodů má vrchol v intervalu mezi 2 až 2,5 km, pak na obě strany klesá, což se vylučuje s lineárním modelem. Například v kubickém modelu zase vyšší počet přechodů v nejvzdálenějších intervalech žene model do nelogicky vysokých hodnot. Pro vzdálenost od přechodů se zase zdá být nejvhodnější logaritmický model s 83 % vysvětlené variability.



Obr. 21: Histogram vzdáleností od silnice (bez mezníků 60 až 62)

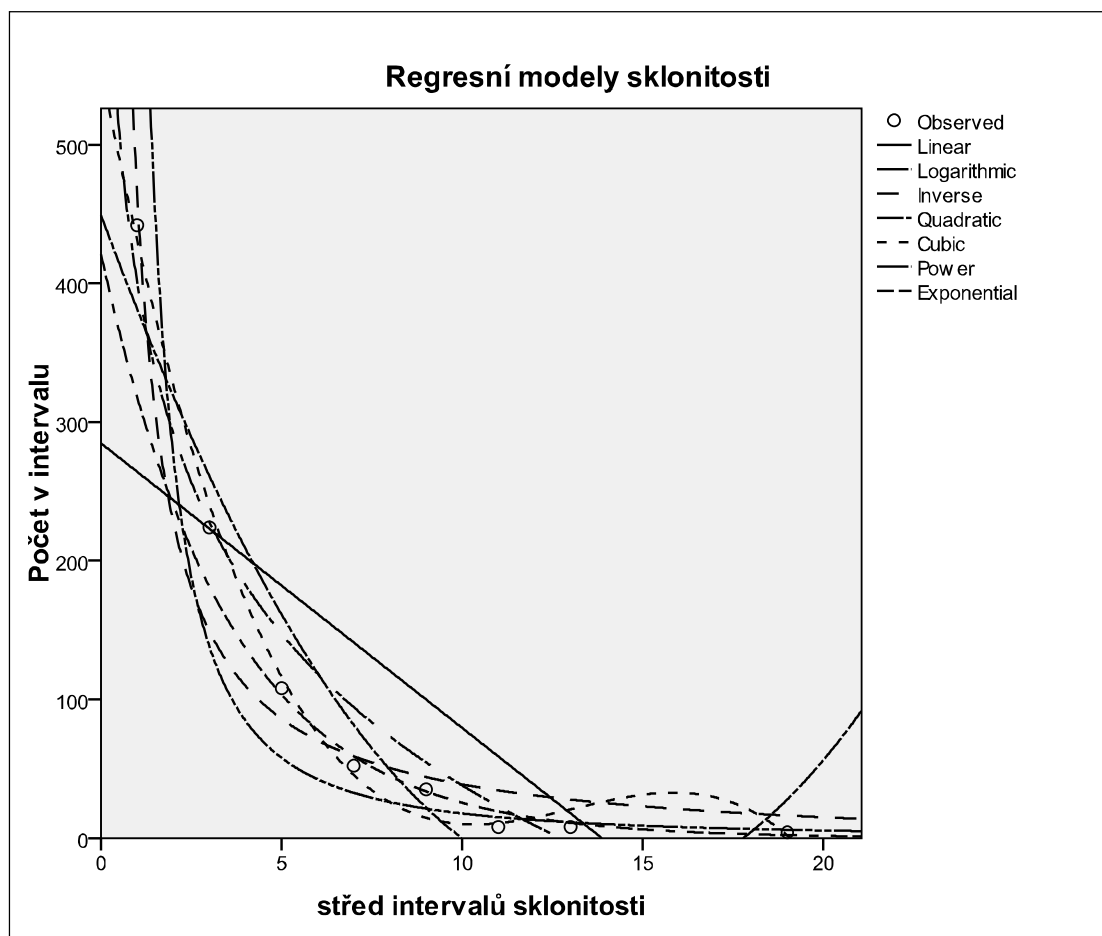


Obr. 22: Histogram vzdáleností obce (bez mezníků 60 až 62)

Tab. 6: Odhady parametrů regresních modelů v PASW – sklonitost (intervaly bez mezníků 60 až 62)

Equation	Model Summary					Parameter Estimates			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Linear	,611	9,426	1	6	,022	284,68	-20,54		
Logarithmic	,937	89,934	1	6	,000	401,24	-157,80		
Inverse	,951	117,673	1	6	,000	-8,72	473,55		
Quadratic	,926	31,420	2	5	,001	449,12	-70,24	2,530	
Cubic	,993	198,936	3	4	,000	555,67	-134,91	10,778	-,274
Power	,888	47,477	1	6	,000	900,52	-1,71		
Exponential	,926	75,372	1	6	,000	421,13	-,28		

Krajinné indexy zaznamenaly spíše nízké závislosti (nízké korelační koeficienty i indexy determinace), to ale odpovídá předpokladu, že pro volbu místa jsou významnější vlivy infrastruktury než nuance v krajinném krytu. Z dalších ukazatelů má statisticky prokázanou negativní korelaci ještě hustota zalidnění a procento viditelnosti v okolí (při použití pořadových koeficientů pro celou databázi i bez odlehlých bodů). Viditelnost má opět vrchol kolem 30 % a odtud na obě strany počet přechodů klesá. Kvadratický regresní model však těsně není statisticky průkazný (p-hodnota 0,076), na rozdíl od kubického.



Obr. 23: Proložení hodnot sklonitosti různými regresními modely – výstup PASW

Použití intervalů bez odlehlých mezníků ve většině případů zvyšuje absolutní hodnotu korelačních koeficientů, indexy determinace (procento vysvětlené variability) a také zlepšuje signifikanci regresních modelů (má nižší p-hodnoty). Podobně lze tedy postupovat u všech charakteristik, avšak pro definitivní výběr nejlepšího regresního modelu by bylo nutné provést další analýzy reziduí¹³ apod. To však překračuje rámec této práce. Dalším krokem by mohlo být vytvoření vícenásobného regresního modelu, do kterého by vstupovalo více charakteristik najednou.

¹³ Analýza reziduí byla provedena pro lineární rezidua některých charakteristik v ArcGIS nástrojem *Spatial Autocorrelation* a shlukování reziduí nenaznačovala.

KAPITOLA 9

Diskuze

Kvalita výsledků je vždy závislá na kvalitě vstupních dat a tu ovlivňuje mnoho faktorů. V první řadě je nutné si uvědomit, že přechody migrantů nejsou lokalizovány pomocí přesných souřadnic míst zadržení (např. z přístroje GPS), ale uvedením nejbližšího mezníku. Ty jsou rozmístěny v proměnné vzdálenosti podle členitosti terénu. Mezilehlé mezníky jsou od sebe vzdáleny maximálně 200 m tak, aby bylo z jednoho na druhý vidět. Ačkoliv i hlavní mezníky mohou být od sebe jen několik metrů, mohou být vzdáleny až 1 km. Nyní je však těžké ověřit, jak lokalizace každé události v praxi probíhala a i když souřadnice mezníků jsou zaměřeny s velkou přesností, prostorová přesnost vstupních dat je tímto bezesporu ovlivněna. Přesnost (a tedy i výsledky analýz) tak z velké části závisí na ochotě pracovníků zanést do databáze přesné místo události, příp. na kvalitě vyznačení mezníků v terénu. Literatura však naznačuje (např. Trujillo, 2009), že na některých státních hranicích by příslušníci pohraniční stáže mohli být vybaveni přístroji GPS, v budoucnu tak možná budou existovat velmi přesná data. Další nevýhodou vyplívající z použité metodiky je fakt, že pracuje pouze s daty o odhalených nelegálních migračních trasech. Trasy migrantů, kteří hranice úspěšně přešli, tak přirozeně zůstávají skryté.

Vliv na přesnost výpočtů mají samozřejmě i použité mapové podklady. Hodnoceno je poměrně rozsáhlé území, avšak jednotlivé lokality bylo třeba hodnotit ve větším měřítku. Proto bylo nutné například dovektorizovat silniční síť. Souvisí to i s nutností použít podklady v různých měřítkách. Právě díky velkému rozsahu území a různorodosti charakteristik je tato metodika náročná na různé mapové podklady. I s ohledem na prostorovou přesnost určení míst přechodů však hodnotím podkladová data za dostatečná.

Statistické zpracování potvrdilo, že i přes obsáhlou databázi není lehké dojít k prokazatelným závěrům. Určitá počáteční nejednoznačnost výsledků může být zapříčiněna i charakterem dat. Pro srovnání připomeňme příklad americko-mexické hranice (Rossmo ... [et al.], 2008), kde bylo 254 717 osob zadrženo pouze na 111 meznících. Počet přechodů na každém mezníku je tak průměrně mnohokrát vyšší a tedy lépe vypovídající.

Na základě statistických ukazatelů nelze pronést mnoho závěrů nad závislostí počtu přechodů na mezníku na charakteristice jeho okolí, protože výsledky statistických analýz jsou zde obecně nesignifikantní. Důvodem je, jak již bylo řečeno, struktura vstupních dat a nedostatečný výskyt událostí na jednotlivých meznících. Shrnutí dat do intervalů je možná diskutabilní metoda, avšak na rozdíl od původního souboru alespoň dává představu o tom, v jakých podmínkách nelegální přechody nejčastěji probíhají. Je nepopiratelné, že výsledky statistických analýz jsou ovlivněny volbou intervalů a je třeba to vzít v úvahu při jejich hodnocení. Při dodržení rozumné šíře a počtu intervalů však tato metoda umožňuje odhalit obecné trendy, které data obsahují. Maximální obezřetnost je však nutné dodržet zejména při hodnocení regresních modelů, protože právě na tvar závislosti má způsob tvorby intervalů největší vliv. Jak však bylo ověřeno, změna intervalů má vliv zejména na rychlost klesání či stoupání regresní křivky, avšak při udržení smysluplného počtu a šířky intervalů se základní trend tolik nemění. Smysluplným počtem intervalů se myslí takové rozdělení, které umožňuje odhalit podstatné a charakteristické rysy souboru. Nápomocné může být například Sturgesovo pravidlo o počtu intervalů viz například Cyhelský (2009).

Vyloučení tří odlehlých mezníků se při zpracování dat v intervalech významně projevilo. Odlehlé body totiž způsobují velké vychýlení odhadů při použití metody nejmenších čtverců. Zpracování v intervalech rovněž odstraní chybu, která může vzniknout prostorovým umístěním mezníků. Může se totiž stát, že několik sobě vzdálenostně blízkých mezníků zaznamená pouze malý počet přechodů, avšak společně tvoří významnou migrační bránu. Obecně lze říci, že zatímco u vzdálenostních nebo geomorfologických charakteristik lze z dat vyčíst určitý trend, u krajinných indexů je to obtížnější a jejich vliv je tak pravděpodobně malý.

V průběhu práce bylo zpracováno velké množství různých dat a použito několik druhů softwarů. Jako velmi praktické se ukázaly možnosti automatizace jednotlivých etap práce různou formou podle použitého softwaru (MS Excel, ArcGIS, Fragstats). Při tvorbě databáze mezníků byla automatizace procesu téměř nezbytná. Ke statistickému zpracování bylo možné přikročit mnoha způsoby. ArcGIS poskytuje uživatelsky příjemné, jednoduché, ale poměrně mocné nástroje a pro mnoho úloh poskytuje víc než dostatečné zázemí. PASW však nabízí širší možnosti ovlivnění parametrů analýz či formátů výstupů při zachování poměrně intuitivního ovládání. Zejména pro analýzu intervalů, tak zde byl praktičtější volbou.

Nedostatek podobně zaměřených výzkumů nedává velký prostor pro srovnání. V Evropě bohužel nebyla nalezena podobná studie, jediný srovnatelný výzkum byl proveden na hranici USA a Mexika (viz Rossmo ... [et al.], 2008). Tato hranice má však úplně jiný charakter migrace i socioekonomického pozadí. Přesto lze najít podobné znaky například v podobném průměrném věku migrantů, podobném ročním chodu objemu migrace nebo důležitosti sídelních jednotek v blízkosti státních hranic. V každém případě je třeba respektovat, že i uvnitř skupiny migrantů dochází k různému chování podle národnosti či důvodů nelegální migrace. Například na rozdíly v chování migrantů s převaděčem a bez na českých státních hranicích poukazují

i Drbohlav, Štych, a Dzúrová (2010), kteří prokazují, že migranti s převaděčem preferují odlehlejší místa a nevdají jim ani nižší teploty nebo špatná viditelnost.

Možnosti dalšího rozšíření se nabízejí jak po stránce použitých charakteristik, tak ve statistickém zpracování. Z dalších charakteristik by bylo možné zahrnout například atmosférické podmínky, které, jak již bylo naznačeno, mohou mít na počet přechodů vliv. Určitým nedostatkem se také může zdát zahrnutí prostorových dat pouze za území ČR. Domnívám se však, že získání vhodných dat od sousedních států a zajištění jejich kompatibility s českými podkladovými daty by byl proces dlouhý a náročný. Zajímavé výsledky by mohlo mít sestavení vícenásobného regresního modelu. Nalezení vhodného modelu je však iterativní a dlouhý proces. Do regrese by vstupovalo více charakteristik zároveň, a pokud by se podařilo nalézt vhodný regresní model, mohl by být použit k predikci počtu přechodů na mezníku s určitými charakteristikami. V tuto chvíli však zůstávají možnosti predikce omezené. Některé charakteristiky vykazují sice vysokou těsnost závislosti při shrnutí dat do intervalů, ale mimo jiné právě velikost intervalu omezuje přesnost výpočtu teoretické hodnoty. Zároveň je nutné podotknout, že význam jednotlivých charakteristik se může lišit s každou státní hranicí. Souvisí to s charakterem samotné migrace - podílem převaděčství, věkem a pohlavím migrantů či převažujícím důvodem ilegálního překročení hranic. Nesporný vliv má i politická situace v obou státech či způsob ochrany státní hranice. Přesto tato práce poskytuje ucelený vhled do tohoto problému a při uvážení lokálních odlišností může být metodika použita i na jiná území. Práce také přináší jiný přístup ke studiu nelegálního překračování hranic než zmíněné modelování propustnosti státních hranic. Nevychází totiž z předpokladů o chování migrantů, ale snaží se jejich chování zmapovat a na jeho základě hodnotit podmínky nahrávající nelegální migraci. Výsledky této práce mohou pomoci poodhalit skryté aspekty na jiných hraničních úsecích, kde nejsou k dispozici takto podrobné záznamy o migraci, a mohou tak přispět k zefektivnění ochrany státních hranic.

KAPITOLA 10

Závěr

Ochrana státních hranic je jedním ze základních pilířů národní obrany. Ačkoli hranice České republiky již ztratily svůj původní význam, celosvětově objem mezinárodní migrace stále roste a využití moderních informačních metod umožňuje stále více porozumět jejím vnitřním strukturám. V této práci je tomuto tématu věnována pozornost na příkladu západních hranic České republiky.

V úvodu je pro pochopení problematiky podrobně popsána situace v oblasti nelegální migrace v České republice v evropském kontextu. Prostor je věnován i několika přístupům při použití geoinformačních systémů v oblasti nelegální migrace. Ty se soustřeďují jak na studium míst, kde k migraci dochází, tak na možnosti predikce a prevence nelegálního chování. Podrobně je tak uveden například modulární systém pro modelování propustnosti státních hranic, který umožňuje zahrnout různé skupiny parametrů v závislosti na specifikách daného území, co se týče přírodních podmínek nebo definice migranta. Rovněž byly naznačeny možnosti využití dat DPZ. Jejich výhoda spočívá v možnosti efektivního a rychlého získání detailní informace o zemském povrchu a jeho změnách. Použití tak naleznou jak při studiu území, kde k nelegálním přechodům dochází, tak při prevenci.

V praktické části byla v první řadě vytvořena jednotná databáze mezníků pro německou a rakouskou část české hranice, která jistě může sloužit i pro jiné účely než této práce. Při zpracování takto velkého souboru dat, byla nedocenitelná možnost automatizace celého procesu. Standardizace formátu souborů s mezníky tak byla zajištěna pomocí maker v jazyce Microsoft Visual Basic v MS Excel. Import do formátu ESRI byl poté zajištěn skriptem v jazyce Python a vytvořením nového toolboxu v ArcGIS. Skriptování v jazyce Python umožnilo velmi efektivně využít nástroje ArcGIS a automatizovaně provést množství prostorových analýz jednotlivě pro okolí všech mezníků, na kterých došlo k nelegálnímu přechodu.

Informace o nelegální migraci přes státní hranice byla čerpána z anonymizované databáze vzniklé spoluprací Cizinecké policie ČR a Ministerstva vnitra ČR. Její unikátnost spočívá v uvedení prostorové informace pomocí čísla mezníku, u kterého byl nelegální migrant zachycen.

Propojením těchto dvou databází tak vznikl rozsáhlý soubor obsahující seznam 1509 migrantů, kteří byli mezi lety 2005 a 2007 zachyceni při nelegálním pokusu o překročení tzv. zelené státní hranice na dohromady 180 meznících. Ke každé události je vztaženo množství charakteristik popisujících přírodní podmínky či vzdálenosti od obcí, silnic a hraničních přechodů. Frekvenční třídění a korelační a regresní analýzy pak pomáhají proniknout do struktury migrace a lépe pochopit chování migrantů. Výstupy jsou však výsledkem jakéhosi průměrného chování migrantů. Samozřejmě i uvnitř této skupiny existuje velká variabilita jednání a je tak potřeba i přistupovat k výsledkům.

Práce ukazuje na fakt, že vhodně zvolenou metodikou založenou na kombinaci nástrojů GIS, které jsou ve standardní nabídce mnoha programů, je možné dosáhnout zajímavých výsledků. Dokazuje to vysoký potenciál GIS při aplikaci v mnoha výzkumných oborech.

Tato diplomová práce také přispěla k úspěšnému řešení výzkumného projektu na PřF UK v Praze. Ten si kladl za hlavní cíl do té doby unikátní komplexní výzkum zkoumající prostorové chování migrantů při nelegálním překračování státních hranic. Každá státní hranice má svá územní a kulturní specifika, ale mnoho aspektů je podobných. I když důležitost naší západní hranice se s vývojem Evropské unie a Schengenského prostoru postupně mění, poznatky výtěžené z této databáze určitě mohou být dobrou inspirací pro sousední státy, kterými probíhají vnější hranice EU a na které by se tak v evropském prostoru měla soustředit pozornost.

| SEZNAM ZDROJŮ INFORMACÍ

- ACEMOGLU, A. 2002. *Import XYZ from text file into shapefile ZAware* [online]. 2002, v. 1.2 [cit. 2010-03-09]. Dostupný z: <<http://arcscripsts.esri.com/details.asp?dbid=14474>>. Skript pro ArcGIS Desktop.
- Amapy.cz* [online]. Dostupné z: <<http://amapy.atlas.cz>>.
- Analýzy změn krajiny* [online]. [cit. 2010-05-21]. Dostupné z: <http://gelda.own.cz/skola/statnice/AGI/AGI_06.pdf>.
- AWRAAM, M. 2009. *Using geoprocessor's List Methods* [online]. 2009 [cit. 2010-03-09]. Dostupný z: <<http://michalisavraam.org/2009/08/using-the-geoprocessors-list-methods/>>.
- BALEJ, M. *Krajinné metriky jako indikátory udržitelné krajiny* [online]. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně. Přírodovědecká fakulta. Katedra geografie [cit. 2010-03-29]. Dostupné z: <http://gacr.geograf.cz/projekt_s/pdf/budejovice_balej.pdf>.
- BÍLEK, P. *Python* [online]. [cit. 2010-03-20]. Dostupný z: <<http://www.sallyx.org/sally/python/>>.
- CAO, L. ... [et al.]. *Mapping Illegal Immigrant and Smuggler Trails at U.S-Mexico Border Using ADAR 5500 Imagery* [online]. Poslední revize 14. května 2009 [cit. 2010-23-02]. Dostupné z: <<http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc02/pap0683/p0683.htm>>.
- CAO L. ... [et al.]. 2003. *Smuggler's Blues: Mapping Border Trails with Multispectral Imagery* [online]. 2003 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <<http://www.geospatial-solutions.com/geospatialolutions/article/articleDetail.jsp?id=48146&sk=&date=&pageID=1>> .
- CENIA. Projekt CORINE Land Cover 2006 [online]. [cit. 2009-05-09]. Dostupné z: <http://www.cenia.cz/___C12572160037AA0F.nsf/showProject?OpenAgent&PID=CPRJ7T3H42O2&cat=about>.
- Cizinecké policie ČR a Ministerstvo vnitra ČR. *Databáze nelegálních migrantů 2005-2007* [soubor XLS].

- CYHELSKÝ, L. 2009. K zjištění nejčtetnějších obměn hodnot numerického ukazatele. *Statistika* [online]. 2009, č. 4 [cit. 2010-06-03]. Dostupné z: <<http://panda.hyperlink.cz/cestapdf/pdf09c4/cihelsky.pdf>>.
- Česko. Zákon č. 161/2006 Sb. ze dne 16. března 2006, kterým se mění zákon č. 326/1999 Sb., o pobytu cizinců na území České republiky a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony. In *Sbírka zákonů České republiky*, částka 55, s. 1953-1987. Dostupný také z: <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2006/sb055-06.pdf>>.
- Česko. Zákon č. 216/2002 Sb. ze dne 2. května 2002 o ochraně státních hranic České republiky a o změně některých zákonů (zákon o ochraně státních hranic). In *Sbírka zákonů České republiky*, částka 83, s. 4890-4894. Dostupný také z: <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2006/sb055-06.pdf>>.
- Česko. Zákon č. 312/2001 Sb. ze dne 8. srpna 2001 o státních hranicích a o změně zákona č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o hranicích). In *Sbírka zákonů České republiky*, částka 120, s. 7213-7220. Dostupný také z: <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2001/sb120-01.pdf>>.
- Česko. Zákon č. 326/1999 Sb. ze dne 30. listopadu 1999 o pobytu cizinců na území České republiky a změně některých zákonů. In *Sbírka zákonů České republiky*, částka 106, s. 7406-7447. Dostupný také z: <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1999/sb106-99.pdf>>.
- ČSÚ. 2006. *Počet obyvatel v obcích České republiky k 1.1.2006* [online]. 2006. Aktualizováno 28. 10. 2006 [cit. 2010-04-04]. Dostupný z: <http://www.czso.cz/csu/2006edicniplan.nsf/publ/1301-06-k_1_1_2006>.
- ČVUT. 2010. *10. Cvičení : Skriptování v Python* [online]. 2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupný z: <<http://michalisavraam.org/2009/08/using-the-geoprocessors-list-methods/>>.
- DAVIS, J. *Geoprocessing Scripts with Python* [online]. Poslední revize 11. 10. 2009 [cit. 2010-03-17]. Dostupné z: <<http://bss.sfsu.edu/jdavis/cert/9021/Ex3-PythonExer.pdf>>.
- DE SMITH M., GOODCHILD M., LONGLEY P. 2006. *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools* [online]. Leicester: Troubador Publishing, 2006. 394 s. [cit. 2009-04-13]. Dostupné z: <<http://www.spatialanalysisonline.com/output/>>.
- DIZARD, W. 2004. *Border Patrol integrates GIS into its electronic barricade* [online]. 2004. [cit. 2009-04-13]. Dostupné z: <<http://gcn.com/articles/2004/08/30/border-patrol-integrates-gis-into-its-electronic-barricade.aspx>>.
- DRBOHLAV, D., ŠTYCH, P., DZÚROVÁ, D. 2010. *"Westwards" - Illegal Migration across the Czech State Border before Schengen: The Role of Physical and Human Environmental Factors* (předloženo k publikování do Security Dialogue).

- DRBOHLAV, D. (ed.). 2008. *Nelegální ekonomické aktivity migrantů : (Česko v evropském kontextu)*. Praha: Karolinum, 2008. 311 s. ISBN 978-80-246-1552-3.
- ELKIE, P. C., REMPEL, R. S., CARR, A. P. 1999. *Patch Analyst User's Manual* [online]. 1999. Ontario: Ontario Ministry of Natural Resources. Northwest Science & Technology [cit. 2010-03-29]. Dostupné z: <http://www.g.uni-klu.ac.at/geo/lv_online/seminar2002/pa_manual.pdf>. ISBN 0-7778-8295-7>.
- ELVERS, G. *Using SPSS for linear Regression* [online]. [cit. 2010-08-05]. Dostupné z: <<http://academic.udayton.edu/gregelvers/psy216/SPSS/reg.htm>>.
- ERDAS. 2008. *U.S. Border Patrol Enters New Era of Mapping Intelligence*. 2008 [cit. 2009-03-26]. Dostupný z: <<http://www.erdas.com/LinkClick.aspx?fileticket=RXXpg%2BN9qkA%3D&tabid=100&mid=613>>.
- ESRI. 2009. *Regression Analysis Tutorial* [online]. 2009, poslední revize 7. Června 2009 [cit. 2010-08-15]. Dostupný z: <<http://resources.esri.com/geoprocessing/index.cfm?fa=codeGalleryDetails&scriptID=16428>>.
- ESRI. *ArcGIS Desktop 9.3 Help* [online]. Poslední revize 25. dubna 2009 [cit. 2010-05-02]. Dostupný z: <<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3>>.
- ESRI. *ArcGIS Desktop Discussion Forums* [online]. [cit. 2010-05-02]. Dostupný z: <<http://forums.esri.com/>>.
- ESRI. *Layer (LYR) files referencing globe services for ArcGlobe users* [online]. [cit. 2010-08-19]. Dostupný z: <http://resources.esri.com/arcgisdesktop/index.cfm?fa=content&tab=Globe_Layers>.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. 2010. *CORINE Land Cover 2006 raster data* [online]. 2010 [cit. 2010-04-25]. Dostupný z: <<http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=14127>>. Databáze krajinného krytu.
- GAMBALE, M., REICHLER, M., GILCHRIST, Y. D. 2004. *Operation Waypoint*. May 2004 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <http://www.gpsworld.com/gis/security-defense/operation-waypoint-5411?page_id=1>.
- GAMROT, Č. 2008. Hranice padly, hraniční kameny zůstaly. *Horizont* [online], 2008, 50/XVI, s. 7 [cit. 2010-03-1]. Dostupné z: <http://www.ihorizont.cz/archiv_pdf/2008/50HZ_web.pdf>.
- GAULD, A. *Learning to program* [online]. Poslední revize 27. května 2007 [cit. 2010-03-1]. Dostupné z: <<http://www.freenetpages.co.uk/hp/alan.gauld/>>.
- GOOGLE. 2010. *Google Earth Help* [online]. 2010 [cit. 2010-03-1]. Dostupné z: <<http://earth.google.com/support>> .

- GUERETTE, R. T., CLARKE R. V. 2005. Border enforcement, organized crime, and deaths of smuggled migrants on the United States – Mexico border. *European Journal on Criminal Policy and Research* [online]. 2005. Vol. 11, No. 2, s. 159-174 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <<http://www.springerlink.com/content/y926uq7442318285/>>.
- GUPTA, V. 2000. *Regression explained in simple terms* [online]. 2000 [cit. 2010-08-05]. Dostupné z: <http://medresearchconsult.com/regression_explained.pdf>.
- GUTH, J., KUČERA, T. 1997. Monitorování změn krajinného pokryvu s využitím DPZ a GIS. *Příroda* [online]. Praha. roč. 10. 1997 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z: <<http://www.usbe.cas.cz/people/kucera/LE/TEXTY/landcov.pdf>>.
- HARLOW, M. ... [et al.]. 2004. *ArcGIS 9.0 : Geoprocessing Commands Quick Reference Guide* [online]. Redlands: ESRI. 2004 [cit. 2010-03-08]. Dostupné z: <http://www.gis.usu.edu/~jlowry/python/Documents/Geoprocessing9_Quick_Ref_Guide.pdf>.
- HARUŠTIÁKOVÁ, D. c2007. *Analýza biodiverzity: indexy biodiverzity* [online]. c2007. Brno: Masarykova univerzita. Centrum biostatistiky a analýz [cit. 2010-08-12]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/el/1431/podzim2007/Bi5980/Indexy_diverzity.pdf>.
- Hodnocení závislosti kvantitativních znaků* [online]. [cit. 2010-04-08]. Dostupné z: <<http://vfwww.vfu.cz/stat/FVHE/PredFVHE/Kombin-II.pps>>. Výukový materiál.
- JONES, S. 2009a. *Automate viewshed analysis* [online]. 2009 [cit. 2010-03-09]. Dostupný z: <<http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=14687>>. Skript pro ArcGIS Desktop.
- JONES, S. 2009b. *XY Text File to Featureclass* [online]. 2009 [cit. 2010-03-09]. Dostupný z: <<http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=14474>>. Skript pro ArcGIS Desktop.
- KAISER, J. V., STOW, D. A., CAO, L. 2004. Evaluation of Remote Sensing Techniques for Mapping Transborder Trails. *Photogrammetric engineering and remote sensing* [online]. 2004. Vol. 70, No. 12, s. 1441-1447 [cit. 2010-02-16]. Dostupný z: <https://www.asprs.org/publications/pers/2004journal/december/2004_dec_1441-1447.pdf>. ISSN 0099-1112.
- KALACSKA, M. 2008. *Remote Sensing as a Tool for Border Security Enhancement*. 2008 [cit. 2010-01-24]. Dostupný z: <http://www.onlinecic.org/resourcece/archives/foreignpol/cic_kalacs>.
- Kapitola 6 : korelační a regresní analýza* [online]. 2006 [cit. 2010-06-15]. Dostupné z: <http://www.strediskoczuhk.cz/doc/as_6_kapitola.pdf>. Materiál k předmětu Aplikovaná statistika na Provozně ekonomické fakultě ČZU.
- KLUB ČESKÉHO POHRANIČÍ. *Státní hranice a její výklad* [online]. Poslední revize 31. 7. 2010 [cit. 2010-03-1]. Dostupné z: <http://www.klub-pohranici.cz/ps_SH.htm>.

- Korelační koeficient* [online]. [cit. 2009-06-02]. Dostupné z:
<<http://www.pedf.cuni.cz/kpsp/skalouda/korelace.doc>>. Výukový materiál.
- KRATOCHVÍL, J. *Kurz Excel – programování maker v jazyce VBA* [online]. [cit. 2010-02-25].
Dostupné z: <<http://makra.webz.cz/Prirucka.pdf>>. Příručka ke kurzu.
- LEPŠ, J. *Lineární regrese* [online]. [cit. 2010-06-14]. Dostupné z:
<<http://botanika.bf.jcu.cz/suspa/vyuka/materialy/Regrese-intro-PSm.ppt>>.
- LIPTON, E. 2005. Homeland Security Chief, With Nod to Public Discontent, Tells of Plan to Stabilize Border. *New York Times* [online]. New York. Aug 24, 2005. s. A.11
[cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <<http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9801E1D6113EF937A1575BC0A9639C8B63&sec=&spon=&pagewanted=1>>.
- LITSCHMANNOVÁ, M. *Regrese* [online]. [cit. 2010-04-08]. Dostupné z:
<<http://www.am.vsb.cz/~lit40/STA1/Materialy/Regrese.pps>>. Výukový materiál k předmětu Statistika I.
- Mapy.cz* [online]. Dostupné z: <<http://mapy.cz>>.
- MAREK, A. C. 2005. Border Wars; More illegal immigrants. More violence. More death. The public has had it. Now the Bush administration has a new plan. But will it matter?. *U.S. News & World Report* [online]. Washington. Nov 28, 2005. Vol. 139, Iss. 20, s. 46-48
[cit. 2009-04-09]. Dostupné z:
<<http://www.usnews.com/usnews/news/articles/051128/28border.htm>>.
- MAREŠ, P., RABUŠIC, L. 2002. *Lekce 09 : měření (síly) asociace mezi dvěma spojitými proměnnými: korelační koeficienty a grafy* [online]. Brno: Masarykova univerzita
[cit. 2010-08-13]. Dostupné z:
<http://is.muni.cz/el/1423/podzim2004/SOC418/SPSS_8_korelace.pdf?fakulta=1423;obdobi=2962;kod=SOC418>. Studijní materiál předmětu Multivariační analýza dat I.
- MARTIN, K. 2010. *Export to KML* [online]. 2010, v. 2.5.4 [cit. 2010-08-16]. Dostupný z:
<<http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=14273>>. Skript pro ArcGIS Desktop.
- McGARIGAL, K. CUSHMAN, S. A., NEEL, M. C., ENE, E. 2002a. *FRAGSTATS* [online].
2002. v. 3.3 [cit. 2010-05-20]. Dostupný z:
<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats_downloads.html>.
Freeware.
- McGARIGAL, K. CUSHMAN, S. A., NEEL, M. C., ENE, E. 2002b. *FRAGSTATS documentation* [online]. 2002 [cit. 2010-05-20]. Dostupný z:
<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats_documents.html>.

- MICROSOFT. *Podpora MS Excel 2007* [online]. [cit. 2010-05-05]. Dostupné z: <<http://office.microsoft.com/cs-cz/excel-help/napoveda-a-postupy-k-aplikaci-excel-FX010064695.aspx>>.
- Ministerstvo vnitra ČR. 2009. *Databáze hraničních mezníků* [elektronické zdroje].
- MITCHELL, A. 1999. *The ESRI guide to GIS Analysis : Geographic Patterns & Relationships*. Redlands: ESRI, 1999. Vol. 1, 186 s. ISBN: 9781879102064
- NOVÁK, L. *Měření závislostí ve statistice* [online]. [cit. 2009-06-16]. Dostupné z: <http://fsi.uniza.sk/kkm/old/zamestnanci/novak/p_09.doc>. Přednáška k předmětu Štatistika pre manažérov.
- NOVOTNÁ, M. *Volba typu regresní funkce při jednoduché regresi* [online]. Jihočeská univerzita. Zemědělská fakulta. Katedra ekonomiky [cit. 2009-04-13]. Dostupné z: <http://xarquon.jcu.cz/zf/veda_a_vyzkum/svoc_a_dsp/svoc/2000/sbdsp/csekeko/Novotna.rtf>.
- PATTERSON, D. 2010. *Split Layer by Attributes* [online]. 2010 [cit. 2010-03-09]. Dostupný z: <<http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=14127>>. Skript pro ArcGIS Desktop.
- McCOY, J. 2004. *ArcGIS 9 : Geoprocessing in ArcGIS* [online]. Redlands: ESRI. 2004 [cit. 2010-03-08]. Dostupné z: <http://www.gis.unbc.ca/help/software/esri/Geoprocessing_in_ArcGIS.pdf>.
- PAVELKA, F., KLÍMEK, P. 2000. *Aplikovaná statistika* [online]. Zlín: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta managementu a ekonomiky ve Zlíně. 2000. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/texty/statistika/as.pdf>. ISBN 80-214-1545-2.
- Pearson's correlation coefficient r (critical values)* [online]. [cit. 2010-08-01]. Dostupné z: <http://mathmod.aspu.ru/images/File/zelepukhina_materials/Table_Pearson.pdf>.
- PECHANEC, V. c2009a. *Analýza struktury krajiny* [online]. c2009. Olomouc: Univerzita Palackého. Katedra geoinformatiky [cit. 2010-03-29]. Dostupné z: <<http://www.geoinformatics.upol.cz/file/vyuka/ml1.pdf>>. Metodické listy pro podporu předmětu Analýzy krajiny v GIS.
- PECHANEC, V. c2009b. *Analýzy viditelnosti* [online]. c2009. Olomouc: Univerzita Palackého. Katedra geoinformatiky [cit. 2010-03-29]. Dostupné z: <<http://www.geoinformatics.upol.cz/file/vyuka/ml1.pdf>>. Metodické listy pro podporu předmětu Analýzy krajiny v GIS.

- PICK, J., VISWANATAN, N., HETTRICK, J. 2001. The U.S.-Mexican borderlands region: a binational spatial analysis. *The Social Science Journal* [online]. 2001. No. 38, s. 567-595 [cit. 2010-01-25]. Dostupný z: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6W64-44J1G27-7&_user=10&_coverDate=10%2F01%2F2001&_alid=1447651017&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_zone=rslt_list_item&_cdi=6588&_sort=r&_st=13&_docanchor=&view=c&_ct=12&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=5985b09e529b0b353b2093c78445acf4&searchtype=a>.
- POPELKA, J. 2009a. *Analýza závislosti* [online]. 2009 [cit. 2010-06-15]. Dostupné z: <http://most.ujep.cz/~popelka/Statistika2009_6.ppt>. Přednáška k předmětu Statistika pro studenty kombinovaného studia.
- POPELKA, J. 2009b. *Diagnostická kontrola a předpověď* [online]. 2009 [cit. 2010-06-14]. Dostupné z: <http://most.ujep.cz/~popelka/statistika_reg2.avi>. Video k předmětu Statistika pro studenty kombinovaného studia.
- POPELKA, J. 2009c. *Regresní analýza* [online]. 2009 [cit. 2010-06-14]. Dostupné z: <http://most.ujep.cz/~popelka/Statistika2009_9.ppt>. Přednáška k předmětu Statistika pro studenty kombinovaného studia.
- POPELKA, J. 2009d. *Regrese – řešené příklady* [online]. 2009 [cit. 2010-06-14]. Dostupné z: <http://most.ujep.cz/~popelka/Regrese_prikklady_resene.xls>. Cvičení k předmětu Statistika pro studenty kombinovaného studia.
- POPELKA, J. 2009e. *Tvorba regresních modelů* [online]. 2009 [cit. 2010-06-14]. Dostupné z: <http://most.ujep.cz/~popelka/statistika_reg.avi>. Video k předmětu Statistika pro studenty kombinovaného studia.
- Python Programming Language – Official Website* [online]. [cit. 2010-03-1]. Dostupné z: <<http://www.python.org/>>.
- O'SULLIVAN, D. 2002. *Geographic Information Analysis*. Hoboken, N.J.: John Wiley and Sons, 2002. 436 s.
- RABUŠIC, L. 2004a. *Lekce 8 : měření (síly) asociace mezi dvěma proměnnými* [online]. [cit. 2010-08-04]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/el/1423/podzim2004/SOC418/Lekce_8_asociace.pdf?fakulta=1423;obdobi=2962;kod=SOC418>. Studijní materiál předmětu Multivariační analýza dat I.
- RABUŠIC, L. 2004b. *Lekce 10 : základy lineární regrese* [online]. [cit. 2010-08-04]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/el/1423/podzim2004/SOC418/Lekce_10_regrese.pdf?fakulta=1423;obdobi=2962;kod=SOC418>. Studijní materiál předmětu Multivariační analýza dat I.

- RABUŠIC, L. 2004. *Mnohonásobná lineární regrese*. Pracovní verze [online]. 2004 [cit. 2010-08-13]. Dostupné z: http://is.muni.cz/el/1423/podzim2004/SOC418/multipl_regres_1.pdf?fakulta=1423;obdobi=2962;kod=SOC418>. Studijní materiál předmětu Multivariační analýza dat I.
- REMPEL, R. *Patch Analyst for ArcGIS* [online]. Centre for Northern Forest Ecosystem Research [cit. 2010-05-21]. Dostupné z: <<http://flash.lakeheadu.ca/~rrempel/patch/images/patchanalyst.pdf>>
- REMPEL, R. 2010. *Patch Analyst 4* [online]. 2010, v. 4.2 [cit. 2010-03-20]. Dostupný z: <<http://flash.lakeheadu.ca/~rrempel/patch/download.htm>>. Extenze k ArcGIS.
- ROSSMO, K. ... [et al.]. 2008. *Geographic Patterns and Profiling of Illegal Crossings of the Southern U.S. Border*. *Security Journal* [online]. 2008, č. 21, s. 29–57. [cit. 2009-04-13]. Dostupné z: <<http://www.palgrave-journals.com/sj/journal/v21/n1/full/8350067a.html>>.
- ŘÍMSKÁ, Z. 2010. *Metody analýzy závislosti s využitím korelace a logistické regrese v prostředí R* [rukopis]. Olomouc: Univerzita Palackého. Přírodovědecká fakulta. Katedra geoinformatiky, 2010. 75 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Pavel Tuček, Ph. D. Dostupné z: <http://theses.cz/id/ytsmgj/bakalarska_prace.pdf>.
- SCOTT, L., ROSENSHEIN, L., JANIKAS, M. 2010. *Regression Analysis for Spatial Data* [online]. 2010. Poslední revize 20. 7. 2010 [cit. 2010-08-15]. Dostupné z: <<http://resources.arcgis.com/gallery/file/geoprocessing/details?entryID=F15A382D-1422-2418-348C-6D2A80463896>>. Materiál zveřejněný v rámci ESRI International User Conference July 2010.
- SEGER, E., HINDLS, R., HRONOVÁ, S. 1998. *Statistika v hospodářství*. Praha: ETC Publishing, 1998. 636 s. ISBN 80-86006-56-5.
- Seznam hraničních přechodů podle čl. 2 odst. 8 nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 562/2006 ze dne 15. března 2006, kterým se stanoví kodex Společenství o pravidlech upravujících přeshraniční pohyb osob (Schengenský hraniční kodex). In: *Úřední věstník Evropské unie* [online]. 2006. řada C, č. 247/04 [cit. 2010-01-25]. Dostupný z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2006:247:0025:0084:CS:PDF>>.
- SKLENIČKA, R. 2006. Programovací jazyk Python v *geoinformatice* [online]. In: TALICH, M. Eds.) *GEOS 2006: Conference proceedings*. Praha, Vol.52, No. 40. [cit. 2010-03-17]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/43_sklenicka_r/paper/43_sklenicka_r.pdf>.

- SCHWARTZ, K. D. 2003. Mapping a more secure future. *Government Executive* [online]. 2003 [cit. 2009-04-09]. Dostupné z: <http://www.govexec.com/story_page.cfm?filepath=/features/0203/0203managetech1.htm&oref=search>.
- SMITH, A. 2007. *How to Create a Professional Zoom Movie in Google Earth (Free Version)* [online]. 2007. Poslední revize 6. 1. 2007 [cit. 2010-03-1]. Dostupné z: <<http://www.digitalurban.org/2007/01/how-to-create-professional-zoom-movie.html>>.
- SOUKUP, 2006. *Lineární regrese* [online]. Poslední revize 25. 4. 2006 [cit. 2010-08-04]. Dostupné z: <http://samba.fsv.cuni.cz/~soukup/sb037/cviceni1/Prednaska_Lineární%20regrese.ppt>.
- SPSS. 2001. *SPSS Regression Models 11.0* [online]. 2001 [cit. 2010-08-02]. Dostupné z: <<http://www.tau.ac.il/cc/pages/docs/spssmanuals/SPSS%20Regression%20Models%2011.0.pdf>>. ISBN 0-13-034843-0.
- STEPHENNE, N., MAGONI, R., LANEVE, G. 2009. From Real Time Border Monitoring to a Permeability Model. In JASANI, B., PESARESI, M., SCHNEIDERBAUER, S., ZEUG, G. (Eds.) *Remote sensing from space* [online]. 2009. s. 239-259 [cit. 2010-01-25]. Dostupný z: <<http://www.springerlink.com.ezproxy.is.cuni.cz/content/l813wuu5u5374348/fulltext.pdf>>. ISBN: 978-1-4020-8483-6.
- STEPHENNE, N., PESARESI, M. 2006. *Spatial Permeability Model at the European Union Land Border* [online]. 2006. EU report EUR-22332 EN [cit. 2010-02-15]. Dostupný z: <http://isferea.jrc.it/Activities/ProjectPortfolio/Documents/2005_Border_Permeability/4442_Permeability_EUR_22332.pdf>.
- STEPHENNE, N., ZEUG, G. 2007. Border permeability modelling: technical specifications at global and local scale. In: ZEUG, G., PESARESI, M. (Eds.) *Global Monitoring for Security and Stability (GMOSS)* [online]. 2007, EU-report EUR 23033 EN s. 223-240 [cit. 2010-01-24]. Dostupný z: <http://isferea.jrc.it/Activities/ProjectPortfolio/Documents/2005_Border_Permeability/Stephennne_Zeug.pdf>.
- SYNEK, V. *Korelační analýza* [online]. [cit. 2009-06-02]. Dostupné z: <<http://fzp.ujep.cz/~synek/statistika/prednasky/less7cor2.doc>>. Výukový materiál.
- SYNEK, V. *Regresní analýza* [online]. [cit. 2010-06-14]. Dostupné z: <<http://fzp.ujep.cz/~synek/statistika/prednasky/less8reg2.doc>>. Výukový materiál.
- THORPE, M. *Excel VBA: No Experience Necessary - Lesson 1* [online]. [cit. 2010-03-1]. Dostupné z: <<http://www.freenetpages.co.uk/hp/alan.gauld/>>.
- Trojmezí* [online]. Poslední revize 30. Července 2009 [cit. 2010-03-1]. Dostupné z: <<http://www.volny.cz/obec.hrcava/trojmezi.html>>.

- TRUJILLO, H. 2009. *The Future of the Border Patrol* [online]. 2009 [cit. 2010-08-20].
Dostupné z: <<http://arizonasonoranewsservice.com/stories/34-stories/55-the-future-of-the-border-patrol>>.
- TUCKER, C. 2004. *ArcGIS 9 : Writing Geoprocessing Scripts With ArcGIS* [online]. Redlands: ESRI. 2004 [cit. 2010-03-08]. Dostupné z: <http://gisgeek.pdx.edu/programming/Writing_Geoprocessing_Scripts.pdf>.
- WARMERDAM, N. 2009. *ArcGIS Geoprocessing : Python scripting - Advanced Techniques* [online]. 2009 [cit. 2010-04-04]. Dostupný z: <<http://proceedings.esri.com/library/userconf/devsummit09/papers/pythonscriptingadvancedtechniques.pdf>>. 2009 Developer Summit Proceedings.
- WOOD, W. 2000. GIS as a tool for territorial negotiations. In *IBRU Boundary and Security Bulletin*. 2000, Vol. 8 No. 3, s. 72-78 [cit. 2010-01-24]. Dostupný z: <http://www.iapad.org/publications/ppgis/gis_tool_for_territorial_negotiations.pdf>.
- WONNACOT, T., WONNACOT, R. [1995?]. *Statistika pro obchod a hospodářství*. Praha: Victoria Publishing, [1995?]. 891 s. ISBN 80-85605-09-0.
- ZVĚŘINA, J. 2010. Ústní sdělení.
- ZVÁROVÁ, J. 1999. *Měření závislostí* [online]. 1999. Poslední revize 5. Ledna 1999 [cit. 2010-05-05]. Dostupné z: <<http://new.euromise.org/czech/tajne/ucebnice/html/html/node13.html>>. Příručka k předmětu Základy statistiky pro biomedicínské obory.

| SEZNAM PŘÍLOH

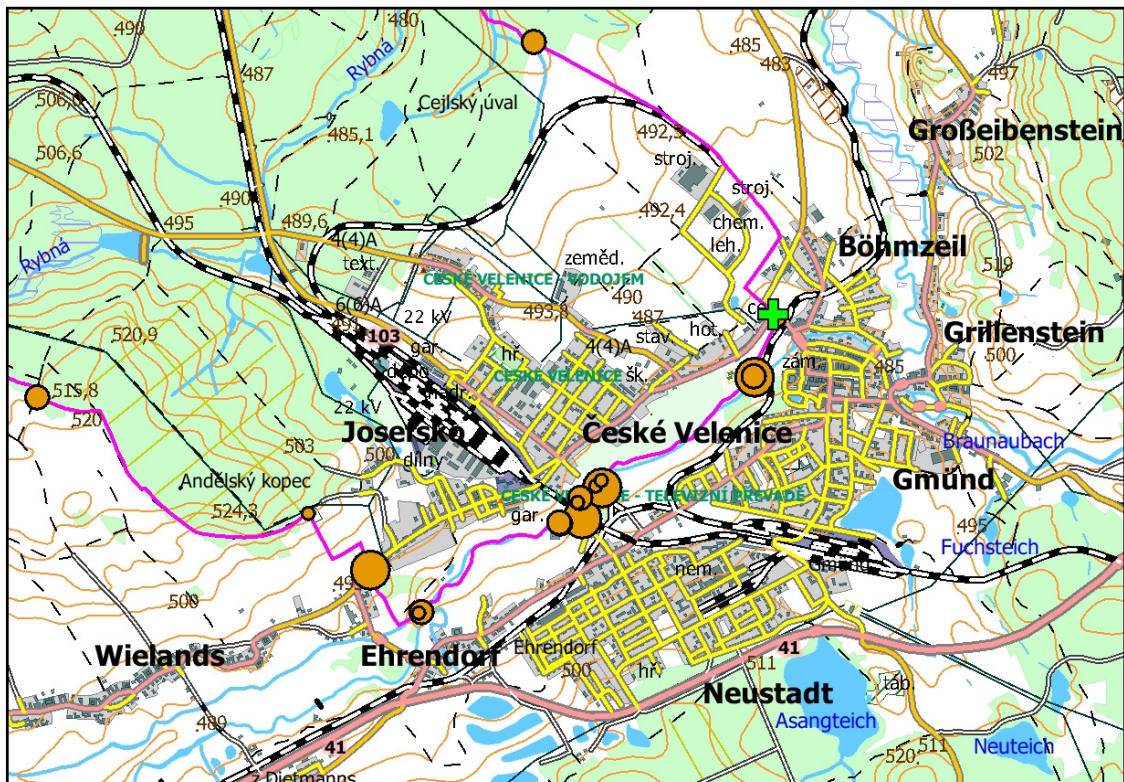
Přílohy v rámci práce

- Příloha 1: Okolí Českých Velenic na podkladu DMÚ25
- Příloha 2: Kompletní hraniční body - hraniční přechod Nové Hrady - Pyhrabruck
- Příloha 3: Rastr euklidovských vzdáleností – okolí Nové Bystřice
- Příloha 4: CORINE Land Cover – okolí Nové Bystřice
- Příloha 5: Kernel density
- Příloha 6: Korelační koeficienty pro počet migrantů na mezníku
- Příloha 7: Výsledky regrese pro lineární model
- Příloha 8: Kontingenční graf – procento viditelnosti (bez mezníků 60 až 62)
- Příloha 9: Kontingenční graf – hustota zalidnění (bez mezníků 60 až 62)
- Příloha 10: Kontingenční graf – sklonitost (bez mezníků 60 až 62)

Elektronické přílohy na DVD

- Příloha 11: Elektronická verze práce
- Příloha 12: VBA skript pro převod souřadnic mezníků z TXT do DBF
- Příloha 13: ArcGIS Toolbox pro převod seznamů souřadnic DBF do ESRI formátu
- Příloha 14: Geodatabáze mezníků s Německem a Rakouskem
- Příloha 15: Python skript pro výpočet DMT a sklonitost z vrstevnic ZABAGED
- Příloha 16: Python skript pro výpočet analýzy viditelnosti
- Příloha 17: Python skript pro výpočet zonální statistiky
- Příloha 18: Průlet – okolí Českých Velenic (video)
- Příloha 19: Průlet – okolí Nové Bystřice (video)
- Příloha 20: 3D animace - Mikulov (video)
- Příloha 21: Databáze migrantů se všemi charakteristikami
- Příloha 22: Výsledky regresních a korelačních analýz

Příloha 1: Okolí Českých Velenic na podkladu DMÚ25

(zdroj podkladu: <http://geoportal.cenia.cz>)

Mezníky podle počtu přechodů






- 1 - 5
- 6 - 20
- 21 a více
- ✚ hraniční přechod



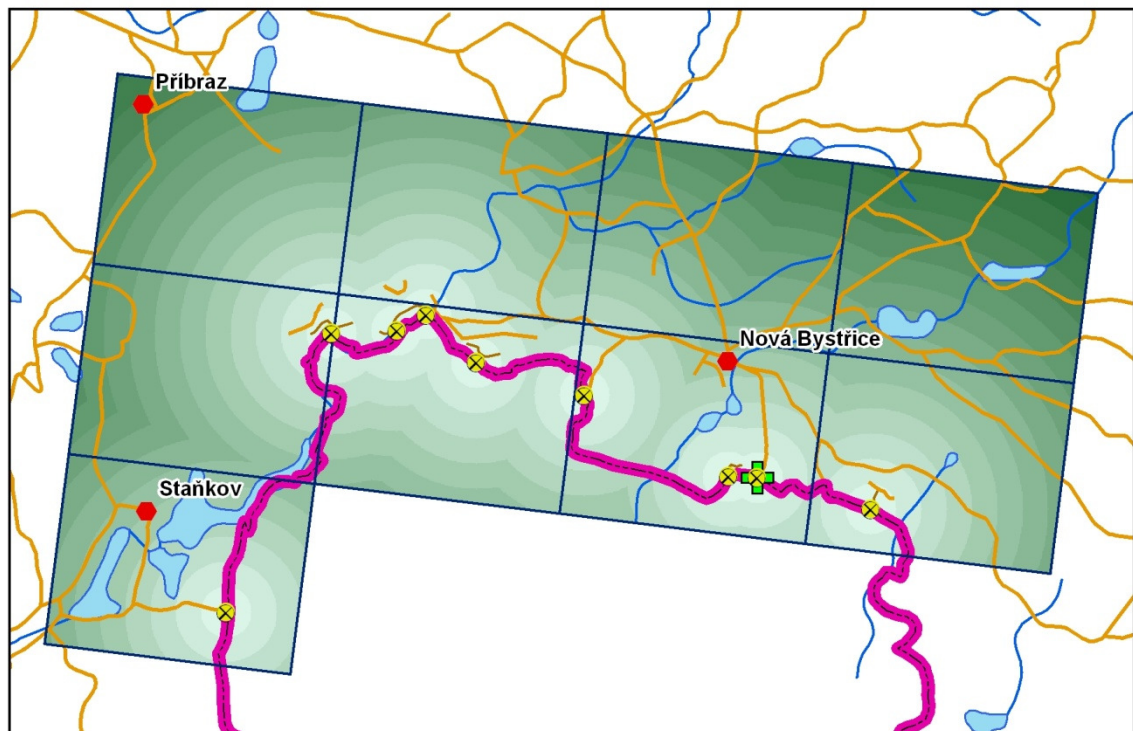
Příloha 2: Kompletní hraniční body - hraniční přechod Nové Hradky-Pyhrabruček

(zdroj podkladu: <http://geoportal.cenia.cz>)



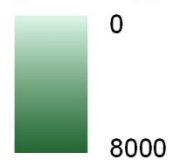
-  mezník s nelegálním přechodem
-  základní mezník
-  hlavní mezník
-  mezilehlý mezník
-  doplňkové body

0 200 m

Příloha 3: Rastr euklidovských vzdáleností – okolí Nové Bystřice

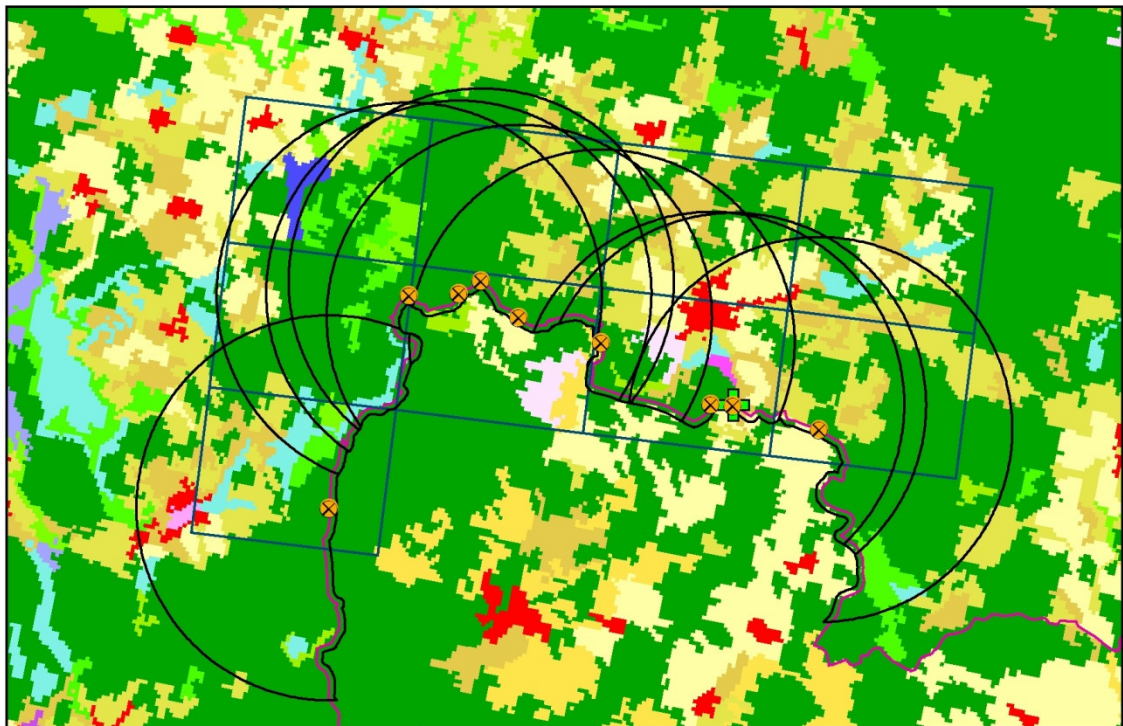
- ⊗ mezník
- ⊕ hraniční přechod
- obec
- zpevněná silnice
- nezpevněná silnice

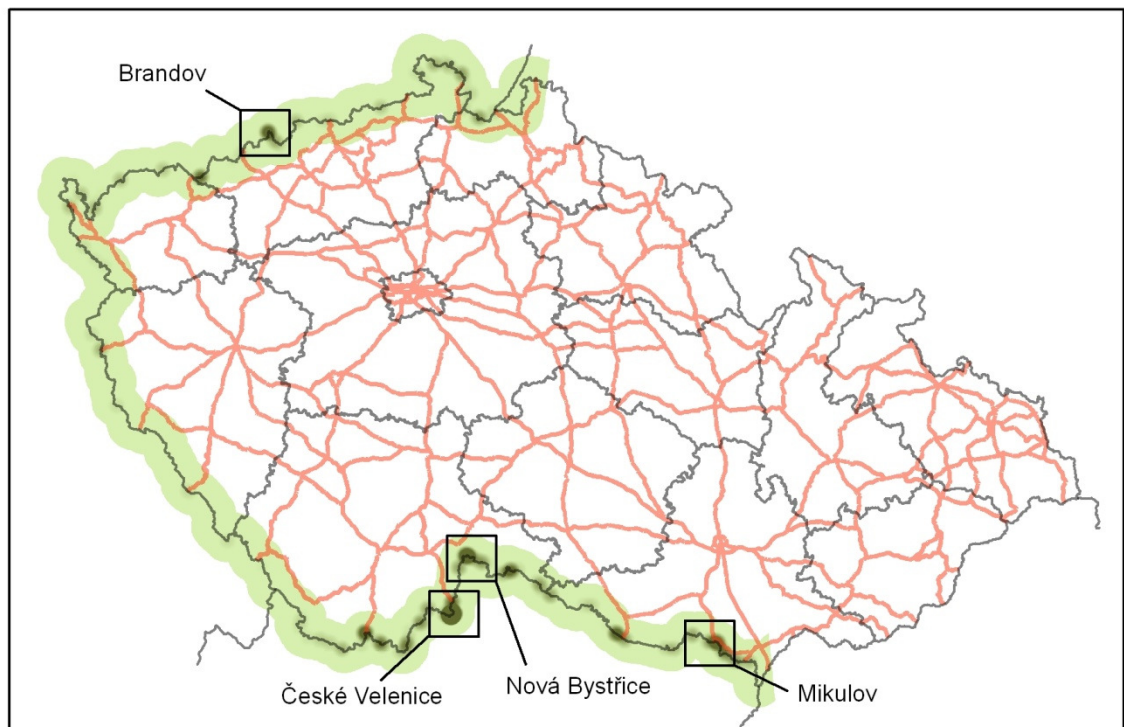
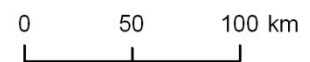
Euklidovská vzdálenost od mezníků
(zobrazeny pásy po 500 m)



0 2 km

Příloha 4: CORINE Land Cover – okolí Nové Bystřice



Příloha 5: Kernel density**Kernel density (z počtu migrantů zadržených na mezníku)**— hlavní komunikace
— hranice státu/kraje

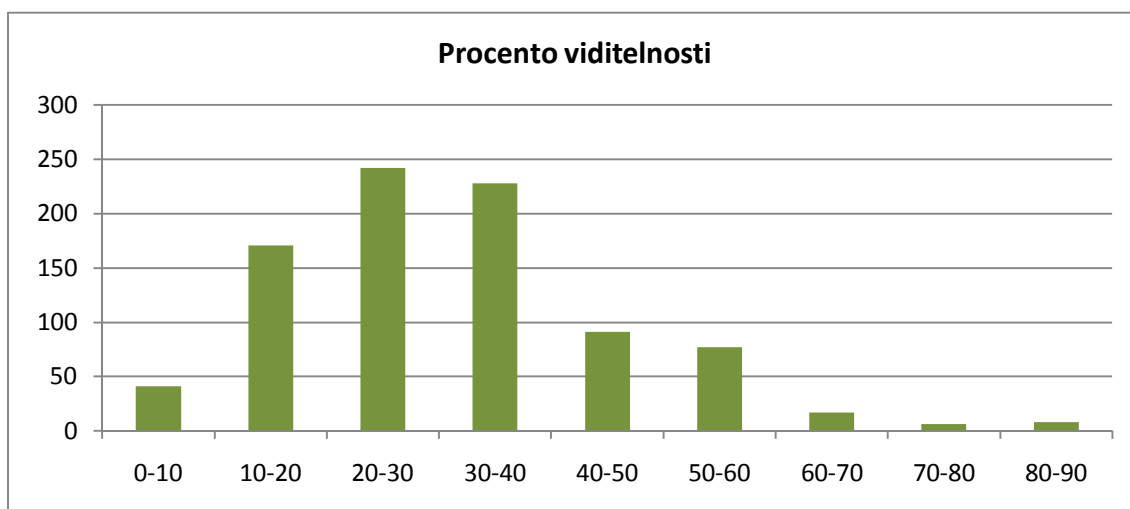
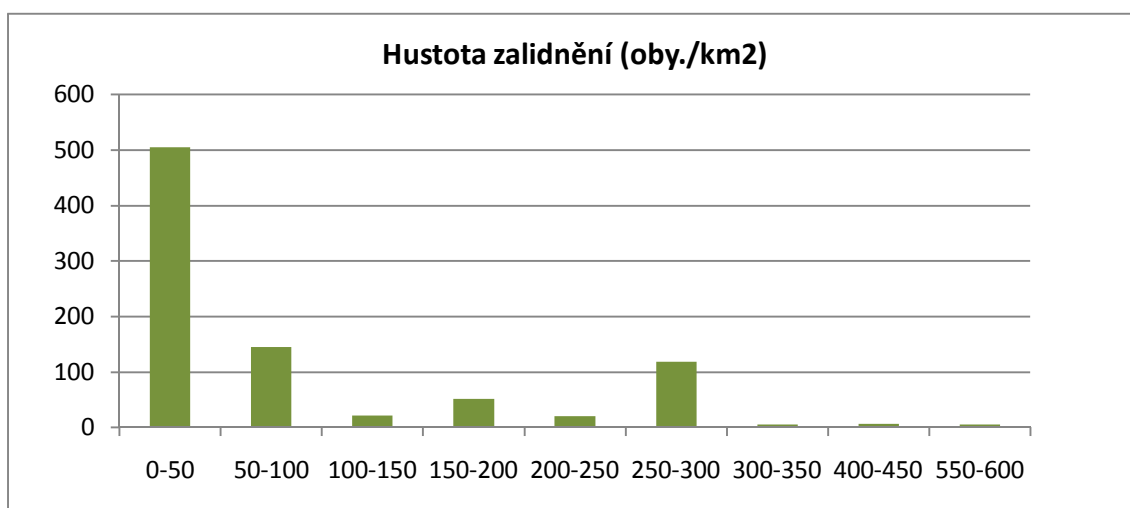
Pozn.: Zvýrazněny jsou lokality s velkým počtem zadržených migrantů zobrazené v jiných výstupech práce.

Příloha 6: Korelační koeficienty pro počet migrantů na mezníku

	Kompletní databáze			Bez mezníků 60 až 62		
	Pearson	Kendall's tau_b	Spearman's rho	Pearson	Kendall's tau_b	Spearman's rho
% viditelnosti	0,080	0,054	0,082	0,002	0,042	0,065
Hustota zalidnění (oby./km ²)	0,157*	0,003	0,008	-0,058	-0,026	-0,034
Number of Patches	-0,130	-0,076	-0,112	0,029	-0,049	-0,074
Patch Density (Nb/100 ha)	-0,013	-0,048	-0,071	0,056	-0,049	-0,073
Largest Patch Index (%)	0,132	0,140**	0,202**	0,089	0,124*	0,181*
Landscape Shape Index	0,168*	0,124*	0,180*	-0,033	-0,099	-0,147
Patch Richness	0,130	0,079	0,107	0,108	0,055	0,075
Patch Richness Density (Nb/100 ha)	0,322**	0,090	0,124	0,087	0,059	0,080
Shannon's Diversity Index	-0,005	-0,079	-0,113	-0,007	-0,080	-0,112
Simpson's Diversity Index	-0,049	0,107*	0,159*	-0,041	-0,097	-0,144
Shannon's Evenness Index	-0,063	0,105*	0,152*	-0,040	-0,097	-0,139
Prostupnost krajiny	-0,034	-0,050	-0,074	-0,054	-0,048	-0,069
sklonitost (ve stupních)	-0,105	-0,070	-0,102	-0,099	-0,047	-0,070
nadmořská výška (m n. m.)	-0,026	-0,090	-0,123	-0,055	-0,084	-0,115
vzdálenost obce (m)	-0,131	-0,018	-0,030	-0,006	0,011	0,012
vzdálenost přechod (m)	-0,060	0,024	0,029	0,068	0,042	0,054
vzdálenost lesní cesta (m)	-0,038	0,016	0,018	-0,035	0,005	0,005
vzdálenost zpev. silnice (m)	-0,052	-0,009	-0,015	-0,053	-0,001	-0,004
vzdálenost silnice celkem (m)	0,028	0,060	0,082	-0,044	0,044	0,061

Příloha 7: Výsledky regrese pro lineární model

Lineární regresní model	celá db			celá db bez 60 až 62			celá db - intervaly			bez 60 až 62 - intervaly		
	R	R ²	R ² _{adj}	R	R ²	R ² _{adj}	R	R ²	R ² _{adj}	R	R ²	R ² _{adj}
% viditelnosti	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,40	0,16	0,04	0,60	0,36	0,27
Hustota zalidnění (oby./km ²)	0,16	0,02	0,02	0,06	0,00	0,00	0,32	0,10	-0,03	0,61	0,37	0,28
Number of Patches	0,13	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,51	0,26	0,20	0,81	0,65	0,60
Patch Density (Nb/100 ha)	0,01	0,00	-0,01	0,06	0,00	0,00	0,32	0,10	-0,05	0,37	0,13	-0,01
Largest Patch Index (%)	0,13	0,02	0,01	0,09	0,01	0,00	0,26	0,07	0,00	0,24	0,06	-0,01
Landscape Shape Index	0,17	0,03	0,02	0,03	0,00	0,00	0,46	0,21	0,15	0,25	0,06	-0,02
Patch Richness	0,13	0,02	0,01	0,11	0,01	0,01	0,36	0,13	0,04	0,42	0,17	0,08
Patch Richness Density (Nb/100 ha)	0,32	0,10	0,10	0,09	0,01	0,00	0,24	0,06	-0,08	0,73	0,53	0,46
Shannon's Diversity Index	0,01	0,00	-0,01	0,01	0,00	-0,01	0,10	0,01	-0,11	0,10	0,01	-0,11
Simpson's Diversity Index	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,17	0,03	-0,07	0,57	0,33	0,26
Shannon's Evenness Index	0,06	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,28	0,08	-0,11	0,40	0,16	-0,01
Prostupnost krajiny	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	-0,14	0,13	0,02	-0,12
sklonitost (ve stupních)	0,11	0,01	0,01	0,10	0,01	0,00	0,65	0,42	0,32	0,78	0,61	0,55
nadmořská výška (m n. m.)	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,32	0,10	0,05	0,44	0,19	0,09
vzdálenost obce (m)	0,13	0,02	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,74	0,55	0,52	0,78	0,60	0,58
vzdálenost přechod (m)	0,06	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,60	0,36	0,33	0,79	0,63	0,60
vzdálenost lesní cesta (m)	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,34	0,12	0,06	0,38	0,14	0,09
vzdálenost zpevněná silnice (m)	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,36	0,13	0,01	0,44	0,20	0,08
vzdálenost silnice celkem (m)	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,63	0,39	0,30	0,62	0,38	0,29

Příloha 8: Kontingenční graf – procento viditelnosti (bez mezníků 60 až 62)**Příloha 9:** Kontingenční graf – hustota zalidnění (bez mezníků 60 až 62)**Příloha 10:** Kontingenční graf – sklonitost (bez mezníků 60 až 62)