

Model rozložení sněhové pokrývky v povodí vodárenské nádrže Šance

Jiří Juroš

Institut geoinformatiky

Hornicko – geologická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
708 33, Ostrava, Česká republika

jiri.juros.st@vsb.cz, jiri.juros@seznam.cz

Abstrakt. Tato diplomová práce se zabývá analýzou parametrů sněhové pokrývky v hydrologickém povodí vodní nádrže Šance, která se nachází cca. 20 km jižně od města Frýdek Místek.

Rovněž jsou zde analyzovány a statisticky zhodnocovány míry závislostí zkoumaných parametrů na konfiguraci okolního terénu, zejména pak na nadmořské výšce, sklonu a orientaci svahu, popř. na dalších parametrech, které se v budoucích analýzách vyhodnotí jako podstatné a mohly by tedy přinést zpřesnění vytvářeného modelu. Posledním krokem pak bude využití zjištěných poznatků a jejich aplikace při výběru a použití interpolačního algoritmu.

Klíčová slova: sněhová pokrývka, geostatistika, prostorová analýza, prostorové modelování, interpolace

Abstract. This diploma thesis deals with analysis of snow cover parameters in the hydrological catchment of the Sance dam which is located approximately 20 km south from Frydek-Místek city.

There are also analyzes and statistic evaluations of dependency rate of researched parameters of the surrounding terrain layout, especially elevation of the sea-level, slope and aspect or additional parameters which will be evaluated as significant in the future analysis and which can give more specific details of this composed model. The last step will be utilize ascertained piece of knowledge and their application for selection and use of interpolation algorithm.

Keywords: snow cover, geostatistics, spatial analysis, spatial modelling, interpolation

1 Úvod

S rozvojem výpočetní techniky se rozvíjí také programové vybavení a to včetně produktů pro práci s prostorovými daty. Tyto programy umožňují automatizované zpracování dat, čímž dochází ke zrychlení zpracovávaných analýz, a tedy možnosti operativního využití poznatků, plynoucích z jejich závěrů.

Rozšiřující se počet a úroveň SW vybavení a odborníků v oblasti geografických informačních systémů (GIS) rovněž umožňuje nasazení těchto produktů do oblastí, na které se v průběhu 90-tých let 20. a poloviny 1. dekády 21. století nedostávalo potřebných kapacit.

Stejně jako v jiných oborech se také v lesnictví využívá GIS v mnoha úlohách, které jsou zpravidla zaměřeny na evidenční činnost, plánování, monitoring či predikci činitelů, ovlivňujících kvalitu, skladbu a poškození lesního porostu.

Tato diplomová práce se zaměřuje na sněh, který je po větru druhým nejvýznamnějším abiotickým škodlivým činitelem. Z historických pramenů plyne, že ke sněhovým kalamitám dochází poměrně často. V tomto století byly tyto kalamity zaznamenány např. v letech 2001/2, 2003/4, 2004/5, 2005/6. Posledně jmenovaná kalamita způsobila přítomnost sněhu v nižších polohách dokonce v nevídaně dlouhém období (od prosince do dubna). Navíc řada odborníků, zabývajících se problematikou klimatu, do budoucna předpokládá spíše větší výskyt takovýchto extrémních projevů zimního počasí.

Také finanční a materiální škody způsobené tímto nepříznivým činitelem nejsou zanedbatelné. Jedna z největších katastrof, způsobených sněhem, byla zaznamenána v zimě 1992/3, kdy sněh, pouze v Moravskoslezských Beskydech, způsobil nahodilé těžby ve výši více než 115 tis. m³.

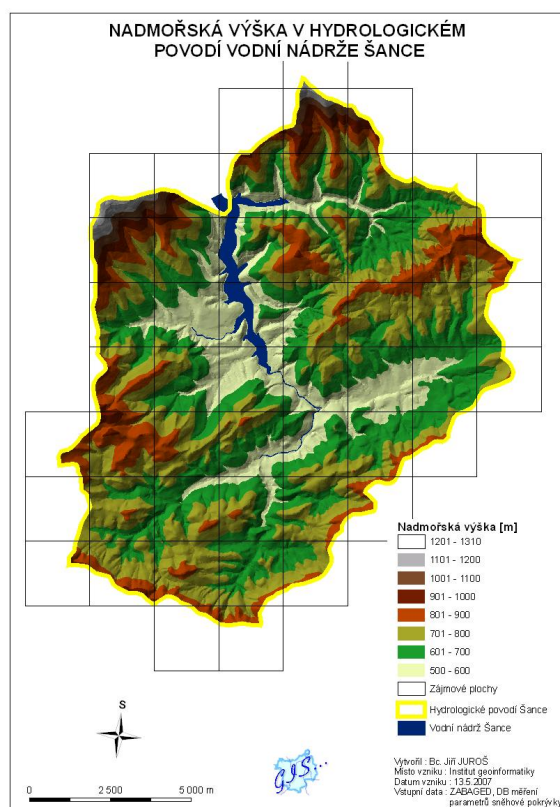
Z tohoto důvodu se zadavatel práce - Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) rozhodnul, že ve spolupráci s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) a Vysokou školou báňskou – Technickou univerzitou Ostrava (dále VŠB-TUO) provede základní průzkum sněhové problematiky a to s pomocí GIS nástrojů, statistiky a prostorových analýz. Klade se zde za cíl hlavně popis jednotlivých vztahů, které ovlivňují výši škod, způsobených sněhovou pokrývkou.

Výsledkem práce bude popis vybraných parametrů sněhové pokrývky (výšky, hustoty a vodní hodnoty), jejich vzájemných vztahů a také popis vztahů k vybraným vnějším faktorům (především konfigurací terénu). Jako nejvhodnější forma výstupu se zde jeví digitální mapa, zachycující průběh vybraných jevů a jejich vztahů.

2 Zájmové území

Polygon zájmového území je dán hydrologickým povodím vodní nádrže Šance. Hranice byla převzata z Vodohospodářské mapy 1:50 000 a to od Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G.Masaryka. Plocha zájmového území dosahuje hodnoty 146,6 km², přičemž 88 % rozlohy pokrývají zpravidla jehličnaté lesy.

Zájmovým územím byla proložena pravidelná čtvercová síť 2 x 2 km, která rozděluje území na menší části, ve kterých byla prováděna jednotlivá měření.



Obr. 1. Nadmořská výška v zájmovém území

3 Zkoumané parametry sněhové pokrývky

Jednotlivými zkoumanými parametry sněhové pokrývky byly v rámci tohoto projektu :

- Výška
- Hustota
- Zásoba vody ve sněhu*
- Vodní hodnota**
- Objem
- Hmotnost

* V původní DB, kterou dodala společnost ÚHÚL se tento parametr nazývá vodní hodnota

** Tento parametr vznikl standardizací dle Vzorce 1.

Po dohodě se společností ÚHÚL budou v rámci této diplomové práce analyzovány a interpolovány pouze významné parametry sněhové pokrývky (výška, hustota a vodní hodnota).

$$\text{Vodní_hodnota} = \frac{\text{Zásoba_vody}}{\text{Výška_sněhu} * 10} * 100 \quad (1)$$

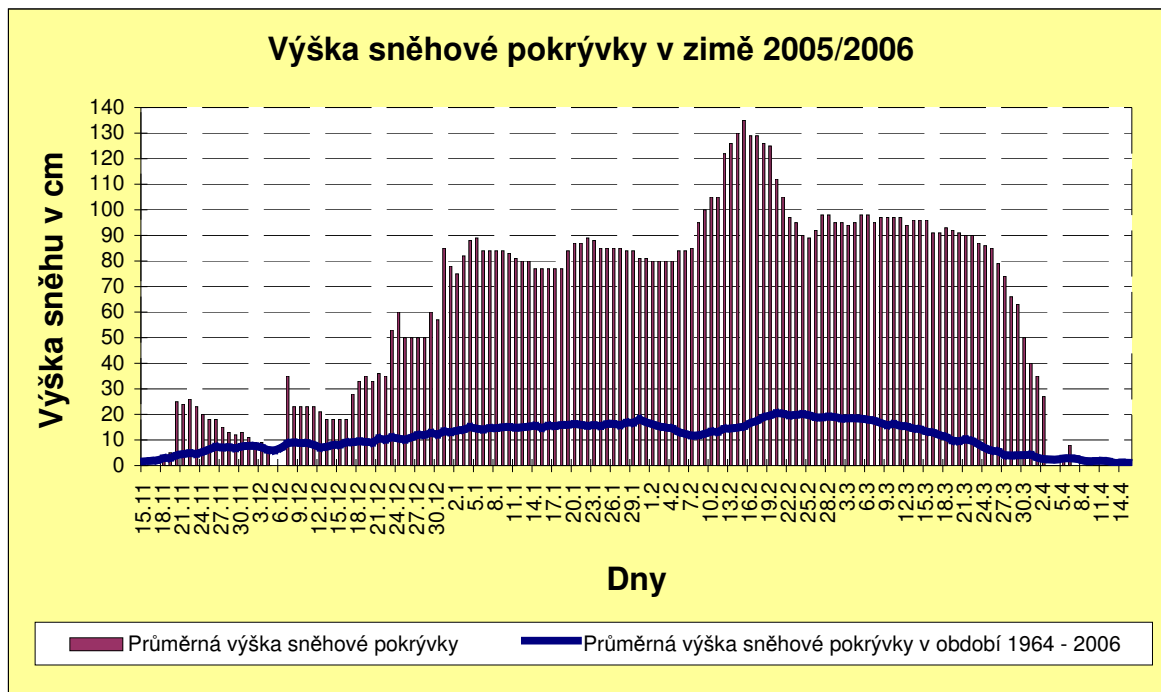
4 Jednotlivá měření

Vstupními daty tohoto projektu byly naměřené hodnoty v zimních obdobích 2006/07 a 2007/08. Přesněji se jednalo o tyto termíny :

- Březen 2006 (6. – 9. března 2006)
- Duben 2006 (13. – 14. dubna 2006)
- První měření 2007 (5. – 7. března 2007)
- Druhé měření 2007 (22. – 24. března 2007)

4.1 Zimní období 2005/06

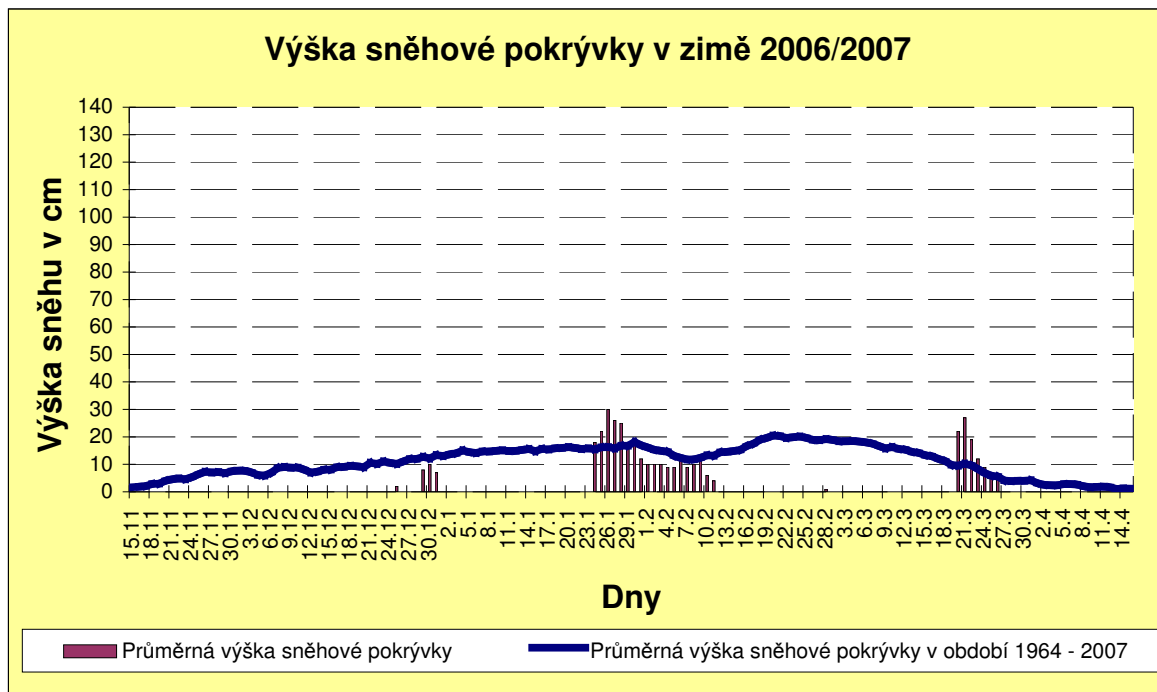
Celé zimní období 2005/2006 je charakteristické mnohonásobně vyšší sněhovou pokrývkou, než je dlouhodobý průměr. Prakticky v průběhu celé zimy se jedná o čtyř až pěti násobek dlouhodobého průměru z let 1964 – 2006 (viz Graf. 1.), přičemž je nutné podotknout, že tato data byla naměřena na meteorologické stanici, která je umístěna na hrázi vodní nádrže Šance a to v nadmořské výšce 509 m. Z grafu je rovněž dobře pozorovatelné, že se v místě měření nacházel sníh již v celé druhé polovině listopadu a sněhová pokrývka zde vydržela až do počátku dubna.



Graf. 1. Průběh zimního období 2005/06

4.2 Zimní období 2006/07

Zimní období 2006/2007 je naopak charakteristické velice podprůměrnou výškou sněhové pokrývky. Z Grafu 2. lze vyzorovat, že dlouhodobý průměr přesáhla výška sněhu pouze v období 24. – 29. ledna 2007 a 20. – 26. března 2007. Zbytek zimního období byl, v nadmořských výškách okolo 500 m, charakteristický prakticky nulovou výškou sněhové pokrývky.



Graf. 2. Průběh zimního období 2006/2007

5 Statistické analýzy

5.1 Explorační analýza

Explorační analýza potvrdila velké rozdíly mezi daty parametrů sněhové pokrývky, které byly získány v zimních obdobích 2005/2006 a 2006/2007. Přičemž co do počtu extrémních a odlehlých hodnot, vykazují větší extrémnost data ze zimního období 2006/2007, zejména pak data z druhého měření, které bylo v této zimě provedeno.

Krabicové grafy a histogramy napovídají tomu, že data nenabývají normálního rozdělení. Z tohoto důvodu bude zapotřebí, např. pro korelační a shlukovou analýzu, data transformovat do normálního rozdělení. Tto domněnky následně potvrdily také testy normality.

5.2 Transformace dat do normálního rozdělení

Praxe ukazuje, že již první lineární interpolace mezi dvěma koeficienty šikmosti (nejlépe s různými znaménky) dává postačující odhad transformační konstanty, na jejímž základě bude koeficient šikmosti transformovaných hodnot blízký nule [7]. Třeba ale zdůraznit, že nulový koeficient šikmosti je pouze nutnou, nikoliv však postačující podmínkou souměrnosti transformovaného souboru.

$$k \approx k_D - \frac{\alpha_3(k_D)}{\alpha_3(k_H) - \alpha_3(k_D)} \cdot (k_H - k_D) \quad (2)$$

5.3 Korelační analýza

V rámci tohoto projektu byla zjišťována korelace navzájem mezi významnými parametry sněhové pokrývky (výška, hustota, vodní hodnota) v rámci jednotlivých měření. Dále se korelace zjišťovala mezi parametry sněhové pokrývky a jednotlivými parametry terénu (nadmořskou výškou, orientací ke světové straně a sklonem svahu). V této rozsáhlé analýze byla prokázána pouze korelace výšky sněhové pokrývky s nadmořskou výškou. Na zbylé dva parametry sněhové pokrývky (hustota a vodní hodnota) nemá statisticky významný vliv žádný ze sledovaných parametrů terénu.

5.4 Strukturální analýzy

Pro interpolaci pomocí kokrigingu bylo nutno vykreslit semivariogramy těchto parametrů :

- Transformovaná výška sněhové pokrývky
- Nadmořská výška
- Vzájemný semivariogram

Pro základní krigování bylo zapotřebí vykreslit pouze semivariogramy daných parametrů (vodní hodnota, zásoba vody ve sněhu).

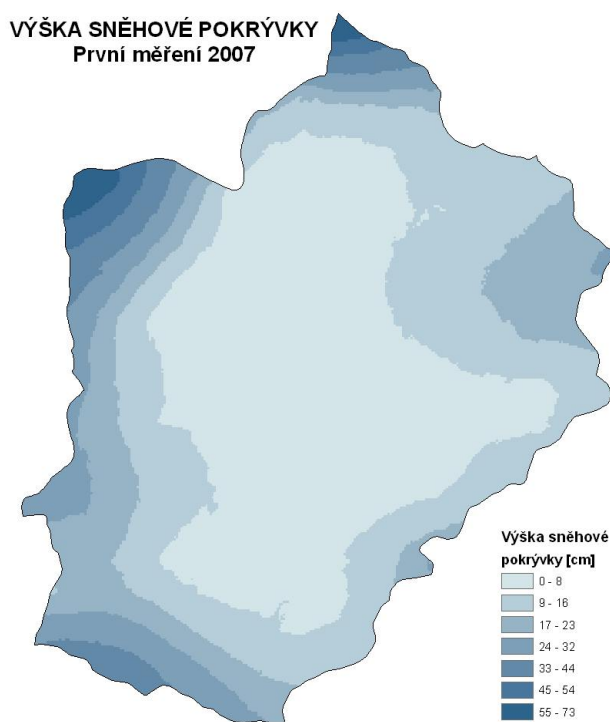
Semivariogramy v jednotlivých směrech se snažíme interpretovat stejným modelem semivariogramu s téže hodnotou prahu a zbytkového rozptylu, tedy pouze dosah může být rozdílný. Vykreslí se dosahy semivariogramů na liniích odpovídajících výpočtovým směřům. Pokud lze body aproximovat kružnicí, jde o izotropní pole. Jestliže body proložíme elipsou, jedná se o anizotropní pole (tzv. geometrická anizotropie), kde směr maximální variability pole odpovídá směru s minimálním dosahem (směr vedlejší osy elipsy) a směr minimální variability pole je shodný se směrem maximálního dosahu (tedy směrem hlavní osy elipsy) [12].

6 Interpolace

Z analýz provedených na všech dostupných datech vyplynulo, že nejlepším interpolačním algoritmem bylo krigování, resp. kokriging pro výšku sněhové pokrývky.

Pro krigování hustoty a vodní hodnoty byla zvolena transformovaná data podle Vzorce. 2., avšak pro kokriging výšky sněhové pokrývky s nadmořskou výškou jakožto korelovanou veličinou byla zvolena data netransformována a to z důvodu nižšího průměrování hodnot.

7 Ukázka výsledků



Obr. 2. Výška sněhové pokrývky (první měření 2007)

8 Závěr

Ze zkoumaných závislostí parametrů sněhové pokrývky (výška, hustota a vodní hodnota) na parametrech terénu (nadmořská výška, sklon a orientace svahu) byla prokázána závislost pouze prvně jmenovaného parametru sněhové pokrývky na

nadmořské výšce. Z tohoto důvodu bylo pro interpolaci výšky sněhové pokrývky využito metody kokriging. Rovněž bylo prokázáno, že je v tomto případě lepší využít netransformovaných hodnot výšky sněhové pokrývky a to z důvodu, že nedocházelo k tak výraznému průměrování hodnot.

U zbylých dvou parametrů sněhové pokrývky pak nebyla prokázána závislost ani na jednom parametru sněhové pokrývky a tak se jako dostatečně přesný interpolační algoritmus jevílo základní krigování. Vstupními daty pak byly transformované hodnoty, které vykazovaly lepší výsledky zejména na datech z měření, provedených v zimě 2006/2007.

Jako obecně udávaný základní kámen každého modelu, a to nejen v oblasti Geoinformatiky, se udávají vstupní data. Do tohoto projektu vstupovaly hodnoty parametrů sněhové pokrývky pouze ze 4 měření, které byly provedeny v zimních obdobích 2005/2006 a 2006/2007. Hlavní problém však tkvěl v tom, že tato zimní období představovala opačné extrémy, kdy v prvním zimním období dosahovala výška sněhové pokrývky čtyř- až pěti- násobek dlouhodobého průměru. Naopak ve druhém zimním období byl sněhu nedostatek resp. v nižších nadmořských výškách se sněh nacházel jen zcela výjimečně. Tyto rozdíly jsou dobře patrné z grafů č. 1. a 2. Extrémní hodnoty parametrů sněhové pokrývky se tak jistě negativně podepsaly na výsledcích projektu.

V průběhu těchto dvou let rovněž došlo ke změně několika míst na kterých byly parametry sněhové pokrývky měřeny. Do příštích měření by tak bylo vhodné sjednotit místa měření. Z chybových map interpolací také vyplynula místa, na kterých je předpokládána nejvyšší chyba interpolací. V těchto místech by jistě stálo za zvážení založení nových podploh, což by mohlo přispět ke zkvalitnění modelu. Jednalo by se cca. o 3 nové podplochy, avšak jejich umístění by bylo vhodné vyřešit tak, aby byly dobře dostupné terénním pracovníkům.

V zimním období 2006/2007 došlo také k úpravě metodiky měření a to s cílem zpřesnění vstupních dat. Jakékoliv zpřesnění metodiky měření může výrazně přispět ke zkvalitnění modelu, avšak do dalších let by ale jistě bylo vhodné tuto metodiku ustálit.

Pro některé výsledky využití tohoto projektu by bylo možné využít i jiné techniky interpolace jako například pravděpodobnostní krigování, které, zjednodušeně řečeno, udává pravděpodobnost s jakou krigovaná proměnná překročí v daném místě zadanou hodnotu parametru. Tuto techniku by bylo možné použít např. pro stanovení stupně potenciálního ohrožení lesních porostů.

Za zvážení by jistě stálo také čerpání dat z jiných zdrojů. Měření parametrů sněhové pokrývky provádí např. ČHMÚ, jejichž data byla využita při tvorbě grafů sloužících pro popis rozdílů mezi daty z jednotlivých měření. V takovýchto případech by však bylo nutné ověřit do jaké míry je shodná metodika získávání dat a zda by vůbec bylo možné použít data ČHMÚ do tohoto modelu.

Rovněž ověření některých dílčích výsledků by bylo vhodné provést. V korelační analýze byla například zjištěna poměrně nízká závislost výšky sněhové pokrývky na nadmořské výšce a to pro severní a západní směr. V obou těchto případech však bylo ve statistických souborech málo dat a výsledky tak nelze považovat za statisticky věrohodné.

Použitá literatura

- [1] Blažek Z., Pelikán E. a kolektiv : Vyhodnocení připravenosti České republiky splnit požadavky na kvalitu ovzduší podle směrnic EU a Konvence LRTAP : Zhodnocení a optimalizace stávající sítě a verifikace návrhu sítě ověřovacím měřením : Praha, 2000, 50 stran
- [2] Burrough P., McDonnell A. : Principles of Geographical Information Systéme, Oxford University Press 1998, 333 stran.
- [3] Cressie N. : Statistics for Spatial Data, Wiley, 1993, 900 stran, ISBN 0-471-00255-0.
- [4] Hlásny, T. 2007 : Geografické informačné systémy – Priestorové analýzy. Zephyros & Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 160 stran.
- [5] Horák J.: Prostorová analýza dat : Skripta VŠB - TUO, 2006. 149 stran.
- [6] Hrádek F., Kuřík P. : Hydrologie : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2004, 280 stran.
- [7] Kaňok M. : Statistické metody v řízení, České vysoké učení technické Praha, 1996, 210 stran.
- [8] Kevin Johnston, Jay M. Ver Hoef, Konstantin Krivoruchko, and Neil Lucas : Using Geostatistical Analyst, 300 stran
- [9] Křístek Š., Holuša J., Rychtecká P., Urbaňcová N., Tomeček P., Tomančák O., Veska J., Vojtelová P. : Poškození smrkových porostů sněhem v Moravskoslezských Beskydech v zimě 2005 – 2006.
- [10] Křístek Š., Holuša J., Urbášek J. : Metodika a pracovní postup při měření sněhové pokrývky.
- [11] Schejbal, C.: Aplikovaná geostatistika. Příbram, GŘ ČSUP, 1983, 153 s.
- [12] Walford N.: Geographical Data Analysis. UK, John Wiley & Sons Ltd., 1995, 446 s., ISBN 0-471-94162-X.

Seznam použitých odkazů na internetu

- [I1] Normální rozdělení. , [cit 29.7.2007] dostupné na WWW : <www.wikipedia.cz>
- [I2] Prostorová analýza dat dostupná na WWW : <<http://gis.vsb.cz/pad/>>
- [I3] Software INKSCAPE, [cit 17.3.2008] dostupný na WWW : <<http://www.inkscape.org/>>
- [I4] Software PsPad, [cit 17.3.2008] dostupný na WWW : <<http://www.pspad.com/cz/>>
- [I5] Speciální metody analýzy dat, dostupné na WWW : <<http://am.vsb.cz/litschmannova/>>
- [I6] *What is it?*, [cit. 27.7.2007] dostupné na WWW : <www.gstat.org>