

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Marek HANZL

Zhodnocení výskytu sesuvů v Bílých Karpatech pomocí GIS

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Libor Hladiš

Olomouc 2013

Bibliografický záznam

Autor (osobní číslo): Marek Hanzl (R09031)

Studijní obor: Regionální geografie

Název práce: Zhodnocení výskytu sesuvů v Bílých Karpatech pomocí GIS

Title of thesis: Evaluation of landslide appearance in Bílé Karpaty mountains using GIS

Vedoucí práce: Mgr. Libor Hladiš

Rozsah práce: 38 s. (56 364 znaků)

Abstrakt: Na území CHKO Bílé Karpaty byla provedena analýza výskytu sesuvů pomocí GIS. První část práce je věnována charakteristice oblasti. Druhá část se věnuje zhodnocení výstupů z programu ArcGIS. Hlavním cílem bylo vysledování vlivu fyzicko geografických podmínek na výskyt sesuvů různých kategorií. Tento cíl byl naplněn v kapitole statistické zhodnocení.

Klíčová slova: sesuvy, Arcgis, analýza, Bílé Karpaty

Abstract: At the Bílé Karpaty mountains, the analysis of landslides using GIS. The first part is devoted to the characteristics of the area. The second part deals with the evaluation of the outcomes of the program ArcGIS. The main objective was to trace the impact of physical geography on the occurrence of landslides various categories. This objective was fulfilled in chapter statistical evaluation.

Keywords: landslides, ArcGIS, Analysis, Bílé Karpaty mountains

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci řešil sám, a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu.
Všechna poskytnutá vstupní i výstupní digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

Olomouc, 14. 5. 2013

.....

Rád bych zde poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Liborovi Hladišovi za odborné rady a pomoc při zpracování bakalářské práce.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek HANZL**
Osobní číslo: **R09031**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Regionální geografie**
Název tématu: **Zhodnocení výskytu sesuvů v Bílých Karpatech pomocí GIS**
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je provést podrobnou analýzu výskytu sesuvné činnosti v CHKO Bílé Karpaty. Autor nejprve provede rešerši literatury týkající se dané problematiky v zájmové oblasti. Autor také provede terénní výzkum se zmapováním základních charakteristik jednotlivých druhů vyskytujících se sesuvů. Stěžejní částí práce bude finální analýza výskytu sesuvů v závislosti na terénních charakteristikách. Veškerá tato práce bude probíhat za pomoci GIS. Autor využije veškeré volně dostupné datové zdroje.

Struktura práce:

1. Úvod, cíle
2. Rešerše dostupné literatury
3. Metodika práce
4. Využití GIS pro výzkum sesuvů
5. Terénní analýzy pomocí GIS
6. Statistické zhodnocení sesuvné činnosti
7. Diskuze, shrnutí (anglicky)
8. Závěr

Seznam literatury

Summary (anglicky, max 750 slov)

Celkový rozsah práce: 5000 - 8000 slov

Rozsah grafických příloh: mapové výstupy, celková tematická mapa oblasti o sesuvech, dále dle potřeb

Rozsah pracovní zprávy: 5 000 - 8 000 slov

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná / elektronická

Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání
Rozsah pracovní zprávy: 5 000 - 8 000 slov
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Czudek, T. Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. Tišnov: Sursum, 1997. 213 s. ISBN 80-85799-27-8
Demek, J. a kol.: Zeměpisný lexikon ČSR: Hory a nížiny. Praha: Academia, 1987. 584 s.
Petříček, V., Pecina, P. (1989): Chráněná krajinná oblast Bílé a Biele Karpaty. Praha, Nakladatelství Svoboda.
Mackovčín P., Matková M. a kol. (2002): Zlínsko. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno.
Mitášová H., Mitáš L.: Interpolation by regularized spline with tension - I. Theory and implementation, Mathematical geology, 25.
Irasema Alcántara-Ayala (2010): Geomorphological Hazards and Disaster Prevention. Cambridge
DeMers, M. (2002): GIS modeling in raster, Willey.
Sullivan, D. (2010): Geographic Information Analysis, 2nd ed., Willey.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Libor Hladiš**
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **17. června 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2012**

L.S.

Prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan

Doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 17. června 2011

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíle práce	9
3. Charakteristika CHKO Bílé Karpaty	9
3.1 Historie území.....	9
3.2 Vymezení území	10
3.3 Geologické poměry.....	11
3.4 Geomorfologické poměry.....	12
3.5 Hydrologické poměry	15
3.6 Klimatické poměry.....	16
3.7 Pedologie.....	20
3.8 Biogeografie	21
4. Corine Land Cover	21
5. Sesuvy.....	24
5.1 Rozdělení svahových pohybů	24
5.2 Faktory porušující stabilitu svahu.....	25
5.3 Zabezpečování svahů v sesuvných územích.....	27
6. Statistické zhodnocení sesuvné činnosti v CHKO Bílé Karpaty.....	28
7. Pořizování dat a metody práce.....	33
8. Závěr.....	35
9. Summary.....	36
10. Literatura a použité zdroje	37

1. Úvod

V této práci se blíže seznámíme s problematikou sesuvné činnosti na území chráněné krajinné oblasti Bílé Karpaty.

V historii docházelo v Bílých Karpatech k rozsáhlým odlesněním, ta měla charakter krajinářských úprav využívajících zdejších přírodních podmínek. Výsledkem jsou tisíce hektarů jedinečných květnatých luk s roztroušenými dřevinami, představující dnes typický krajinný ráz Bílých Karpat. Z přírodovědného hlediska jsou tyto květnaté karpatské louky pozoruhodné především bohatostí rostlinných společenstev s vysokým zastoupením kriticky ohrožených druhů rostlin. Díky tomu patří k nejcennějším lučním biotopům Evropy. Dalším neméně cenným prvkem jsou rozsáhlé lesní komplexy v centrální a severní části pohoří s celou řadou typických prvků karpatské květeny i fauny. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Krajinný ráz střední a severní části Bílých Karpat je dotvářen poměrně řídkým osídlením pasekářského či kopaničářského typu, absencí velkých průmyslových podniků a zachovalou architekturou celých obcí (např. Lopeník, Vyškovec, Žitková). Pro západní část CHKO jsou charakteristické velmi rozsáhlé komplexy květnatých luk s rozptýlenými solitérními stromy. Střední část CHKO v širším okolí Starého Hrozenkova se nazývá Moravské Kopanice. Její současný vzhled vznikl teprve velmi pozdní valašskou kolonizací v 17. - 18. století. Vyznačuje se střídáním zalesněných a bezlesých ploch s mozaikou sušších míst, mokřadů, drobných lesíků, křovin a nevelkých políček. Severovýchodní část pohoří v okolí Valašských Klobouk a Brumova patří k Valašsku. Krajina zde již připomíná Javorníky, které na Bílé Karpaty bezprostředně navazují. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Rozmanité způsoby hospodaření, různorodý historický vývoj a v neposlední řadě odlehlost od průmyslových středisek umožnily zachovat neobvykle vysokou biodiverzitu na mnoha typech stanovišť, od teplomilných šípatkových doubrav po pralesovité horské bučiny, od teplomilných stepních porostů k podhorským přepásaným loukám a nejrůznějším typům drobných lesních i lučních mokřadů. Bílé Karpaty se staly pojmem především jako území s nejvyšší diverzitou a s největší kvantitou vstavačovitých rostlin (orchidejí) ve střední Evropě. Přírodní i kulturní faktory tak vytvářejí z Bílých Karpat území mimořádně cenné i v evropském kontextu. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

2. Cíle práce

V této práci se zaměříme na podrobné zmapování sesuvné činnosti na území CHKO Bílé Karpaty, a to za použití profesionálního programu ArcGIS 10.0. Hlavním cílem práce je zjištění vlivu fyzicko geografických podmínek na výskyt sesuvů. Sesuvná činnost je závislá na mnoha faktorech.

Mezi důležité faktory patří geologické podloží, krajinný pokryv, sklonitost svahů a orientace svahů ke světovým stranám. Aktivátorem sesuvů nejčastěji bývá intenzivní srážková činnost v kombinaci s podmáčením půdního krytu zejména v období jarního tání. V analytické části této práce byla použita geologická data, data využití půdy (Corine land cover 2000), sklonitost svahů a jejich orientace ke světovým stranám.

Ve statistickém hodnocení se pokusím najít zajímavé vztahy mezi hodnotami a vysledovat vliv podmínek na výskyt sesuvů.

3. Charakteristika CHKO Bílé Karpaty

3.1 Historie území

První osídlení na okrajích území dnešní CHKO Bílé Karpaty je doloženo z počátku neolitu, z období 6 000 - 3 500 př. n. l. Na počátku druhého tisíciletí př. n. l. sem pronikly kmeny z karpatských kotlin, jak dokazují opevněná hradiska (např. v Bánově). Ve starší až střední době bronzové neproniklo osídlení do vyšších poloh, ale bylo vázáno pouze na vodní toky v kotlinách. Na konci druhého tisíciletí př. n. l. se objevil lid popelnicových polí, jehož přítomnost dokázaly průzkumy pozůstatků rozsáhlého hradiště u Javorníku a řady pohřebišť mezi Luhačovicemi a Valašskými Klobouky. I později Keltové vybudovali v území opevněná sídliště (např. u Brumova). První slovanské osídlení dokumentují nálezy pohřebišť z doby Velké Moravy na Slavičínsku a Bojkovicku. Hornatější části však tehdy zřejmě osídleny nebyly. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Po rozpadu Velkomoravské říše se Bílé Karpaty stávají hraničním hvozdem na pomezí Království uherského a Markrabství moravského. Bojům mezi Uhry a českým králem učinil konec teprve mír z roku 1478. Jagellonci vládli nějakou dobu po obou stranách pohorí, což přineslo kraji klid a rozkvet i budování správních center. V této době nastupuje první vlna valašské kolonizace, která v Bílých Karpatech ovlivnila zejména severovýchodní část a okolí Starého Hrozenkova. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Na později obdělávaných pozemcích se pěstovaly převážně brambory, oves a žito, méně len, konopí, proso a pohanka. Významným prvkem bylo též tradiční ovocnářství, pěstovaly se zejména švestky, jabloně a hrušně, méně ořechy a ostatní peckoviny. V 19. století se v nižších polohách pásli především hovězí dobytek, ovce převažovaly na kopanicích. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Historický vývoj v Bílých Karpatech znamenal, že se zde nedochovalo mnoho středověkých stavebních památek. K nejstarším patří zřícenina hradu v Brumově. Na území CHKO najdeme také mnoho dokladů lidového stavitelství. K nejvýznamnějším patří větrný mlýn holandského typu z roku 1842 nad Kuželovem a soubor seníků v Javorníku. Zajímavým příkladem secesní architektury je řada objektů v lázních Luhačovice. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Specifické podmínky života v Bílých Karpatech a odlehlost řady sídel vedly k udržení bohatých folklórních tradic. Do CHKO Bílé Karpaty zasahuje více živých etnografických oblastí. Okraj západní části náleží Dolňácku, několik vesnic v okolí Velké nad Veličkou tvoří Horňácko. Samostatnou národopisnou oblastí jsou Moravské Kopanice. Do okolí Valašských Klobouk zasahuje Valašsko, k němu přiléhá Luhačovické Zálesí. Dodnes se v Bílých Karpatech setkáváme s živou tradicí lidových krojů, písní a tanců při oslavách různých svátků (fašank, Velikonoce, hody). (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

3.2 Vymezení území

Pohoří Bílé Karpaty leží v jihovýchodní části České republiky a zasahuje i na Slovensko. Z hlediska geomorfologického jsou součástí Slovensko-moravských Karpat. Svou polohou spadají do okresů Zlín, Hodonín a Uherské Hradiště. Rozloha moravské části je 575 km² a průměrná nadmořská výška je 473 m n. m. Nejvyšším a zároveň hraničním vrcholem je Velká Javořina (970 m n. m.), dalším významným vrcholem je Velký Lopeník (911 m n. m.) (Demek, 1987).

Významný faktor ovlivňující tuhle oblast bylo vyhlášení CHKO Bílé/Biele Karpaty v roce 1980, dnes má správa CHKO sídlo v Luhačovicích. Toto území bylo celá staletí obýváno člověkem a využíváno k obživě obyvatelstva, přesto se tu však zachovala příroda v harmonii s člověkem. Charakter historického odlesňování a terénních úprav probíhal citlivě a v souladu s přírodou. Díky tomu se také Bílé Karpaty v roce 1996 dostaly na seznam evropských biosférických rezervací UNESCO.

Charakter jednotlivých partií CHKO je rozmanitý. Západní část je typická svým méně hornatým reliéfem zejména v okolí Strážnice, výskytem květnatých luk a osamocených

stromů. Střední část CHKO se nazývá Moravské Kopanice a je charakteristické roztroušenou zástavbou, pestrými přírodními poměry, malými poličky a lesy. Severovýchod patří již do regionu Valaška, tato krajina je podobná bezprostředně navazujícím Javorníkům.

3.3 Geologické poměry

Z geologického hlediska patří Bílé Karpaty do Vnějších Západních Karpat, které jsou součástí karpatského oblouku. Celé pohoří Karpat začalo vznikat již při alpínském vrásnění, to započalo při střetu africké a evropské litosférické desky v období starších třetihor. Geologická stavba Západních Karpat je výsledkem horotvorných pohybů v druhohorách a třetihorách. Téměř celé území CHKO patří do západního úseku flyšového pásma Karpat, zastoupeného magurskou skupinou příkrovů. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Magurská skupina příkrovů je tvořena třemi jednotkami s charakteristickou stavbou, a to jednotkou račanskou, bystrickou a bělokarpatskou. Račanská jednotka je zastoupena v severním podhůří Bílých Karpat v okolí Luhačovic. Jednotka bystrická probíhá v úzkém pruhu o šířce 5 – 10 km mezi Valašskými Klobouky a Bojkovicemi. Nejvíce je zastoupena jednotka bělokarpatská. (Kuča a kol., 1992). Pouze mezi Sudoměřicemi a Strážnicí zachází do CHKO asi 2 km široký pruh neogénu (s uloženinami sarmatu a panonu). (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Magurským flyšem z hlediska litologického rozumíme mnohonásobné střídání jílovců, slínovců, pískovců nebo slepenců ve vrstvách silných zpravidla od několika centimetrů až do několika metrů. Flyšové sedimenty dosahují velkých mocností (až přes 1000 m). Všechny paleogenní a neogenní horniny jsou překryty málo mocnými usazeninami kvarténními (svahové hlíny, sutě, fluvialní sedimenty apod.) (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Flyš je odborný název pro souvrství mořských usazenin z konce druhohor a hlavně z třetihor (eocénu). (Petříček a Pecina, 1989)

V okolí Bojkovic, Bánova, Komní, Nezdenic a Starého Hrozenkova došlo v neogénu k intruzi pravých i ložních žil neovulkanitů z trachyandezitů a čedičů do vrstev sedimentů magurské flyšové skupiny. Na tyto intruze jsou v lomu Bučník vázány významné mineralogické výskyty (je zde popsán výskyt 51 nerostných druhů). (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)



Obr. 1: Bílé Karpaty – kopanice (Foto: Marek Hanzl, 2012)

3.4 Geomorfologické poměry

Osu CHKO tvoří pohraniční pohoří Bílé Karpaty, protažené podél hranice od jihozápadu k severovýchodu. Moravská část má plochu 575 km² a střední výšku 473 m. Pohoří začíná za Strážnicí a končí u Lyského průsmyku. Na jihozápadě začíná Žalhostickou vrchovinou (Kobylnka 584 m n. m.). Směrem k severovýchodu na ni navazuje Javořinská hornatina s nejvyšším bodem Bílých Karpat Velkou Javořinou (970 m n. m.). Hranice probíhá po dlouhém ústředním hřbetu. Moravská část je rozčleněna do úzkých hřbetů a hluboce zařezaných údolí. Pod Velkou Javořinou leží Straňanská kotlina, jejíž dno má střední výšku 479 m. Dále na severovýchod pokračují Bílé Karpaty Lopenickou hornatinou (Velký Lopeník, 911 m n. m.). Příznačné jsou široké zaoblené hřbety se zarovnanými povrchy a hlubokými údolími. Za Vlárským průsmykem navazuje Chmelovská hornatina. K CHKO na severu náleží i přilehlé části Vizovické vrchoviny. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002).

Charakter reliéfu je členitý, s erozně denudačními procesy na flyšovém příkrovu. Projevuje se tu silná závislost na strukturně litologických poměrech. Dále se tu nachází zbytky zarovnaných povrchů, průlomová údolí a četné sesuvy půdy. (Demek, 1987)

Různá odolnost flyšových hornin se promítá do celkového reliéfu terénu. Geomorfologicky se výrazněji uplatňují pouze odolnější pískovce, které budují nejvyšší horské partie, např. Velká Javořina a Velký Lopeník. V místech s méně odolnými horninami jsou převážně mírné, dlouhé svahy, oblé, měkce modelované hřbety a rozsáhlé pedimenty. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002).

Charakteristickým a velmi častým jevem v místech měkčích (jílovcových) hornin jsou sesuvy. V lesních porostech občas způsobují značné škody, zvláště tam, kde pěstební postupy neberou ohled na toto riziko. Mechanizačně málo dostupná území sesuvů mimo les tvoří často ostrůvky přirozených biotopů neovlivněných zemědělskou výrobou. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002).

Vývoj Bílých Karpat lze rozdělit na tři geomorfologické fáze. V prvním (panonském) období se vyvinula středohorská rovina, jejíž zbytky se zachovaly ve výškách 490 – 600 m n. m. Vznikl erozně-denudační reliéf charakteristický plytkými údolími a plochými rozvodnými hřbety. Druhá etapa začíná tzv. rhodanskou fází. Tektonickými pohyby se vytvořily základní makroformy, pohoří a nížina, které byly předchůdci dnešních makroforem. Konečným produktem vývoje v tomto období je nižší, tzv. poříční systém zarovnaného povrchu. Jeho zbytky se zachovaly na okraji pohoří ve výškách 350 – 400 m n. m., ve vnitřní části pohoří o něco výše. Poslední vývojová etapa začíná koncem pliocénu. Vyzdvižením pohoří začala nová vlna hloubkové eroze a jí odpovídající akumulace na úpatí pohoří, trvající dodnes. Výsledkem pleistocenní a periglaciální modelace je systém mohutných náplavových kuželů na úpatí pohoří. V posledním období (holocénu) se vytvořily menší náplavové kužely ve vnitřní části pohoří. Významným holocenním modelačním činitelem jsou sesuvy. V současnosti můžeme mluvit o velkém vlivu člověka na vzezření Bílých Karpat (Kuča a kol., 1992).

Bílé Karpaty patří k makrotypu horské erozně-denudační krajiny mírného pásma s nejvyšším bodem Velkou Javořinou (970 m n. m.), nejnižší nadmořské výšky mají hodnoty kolem 175 m n. m. Základním fyziologickým znakem tohoto krajinného makrotypu je členitost povrchu s velmi kolísavou amplitudou reliéfu, sklonitostních poměrů území a nadmořských výšek. Celkově dominují vypuklé tvary nad vhloubenými. Dalším výrazným znakem, vyplývajícím z jejich polohy, je zpravidla bystrinný charakter toků se značným spádem a převahou erozních procesů nad akumulační činností. Reliéf je tvořen převážně plochými, širokými a nepříliš dlouhými hřbety, které jsou rozčleněny či od sebe odděleny 80 – 150 m hlubokými otevřenými údolími bez strmých svahů. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002).

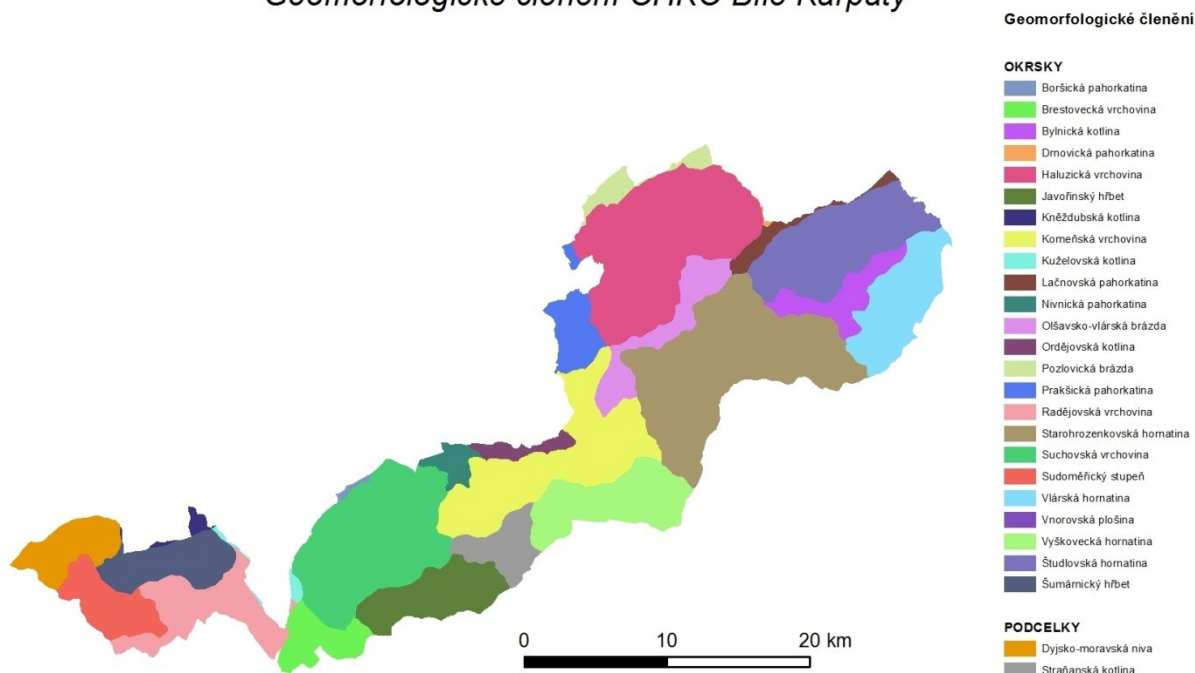
S ohledem na geologickou stavbu je oblast Bílých Karpat velmi vhodná pro vznik zářezů a strží. Vytvářejí se na svazích a dnech údolí, tedy tam, kde v období periglaciální modelace docházelo k akumulaci uvolněného materiálu. Další se vytvořily na málo odolných flyšových horninách, sprašových hlínách a jiných kvartérních pokryvech (Kuča a kol., 1992).

Z akumulačních tvarů jsou zde zastoupeny aluviální nivy a náplavové kužely. Aluviální nivy jsou vyvinuty hlavně v údolích řek Vlára, Olšava či Radějovka (Kuča a kol., 1992).

Geomorfologické členění CHKO BÍLÉ KARPATY (Demek, 1987)

- **Provincie** – Západní Karpaty
 - **Soustava** – Vnější Západní Karpaty
 - **Podsoustava** – Slovensko-moravské Karpaty
 - **Celek** – Bílé Karpaty
 - **Podcelek** – Žalostinská vrchovina
 - **Okrsek** – Šumárnický hřbet
 - **Okrsek** – Vrbovecká brázda
 - **Okrsek** – Radějovská vrchovina
 - **Okrsek** – Sudoměřický stupeň
 - **Podcelek** – Javořinská hornatina
 - **Okrsek** – Suchovská vrchovina
 - **Okrsek** – Javořinský hřbet
 - **Okrsek** – Brestovecká vrchovina
 - **Podcelek** – Lopenická hornatina
 - **Okrsek** – Komeňská vrchovina
 - **Okrsek** – Vyškovecká hornatina
 - **Okrsek** – Starohrozenkovská hornatina
 - **Podcelek** – Straňanská kotlina
 - **Podcelek** – Chmeřovská hornatina
 - **Okrsek** – Študlovská hornatina
 - **Okrsek** – Bylnická kotlina
 - **Okrsek** – Vlárská hornatina
- **Provincie** – Západopanonská pánev
 - **Soustava** – Vídeňská pánev
 - **Podsoustava** – Jihomoravská pánev
 - **Celek** – Dolnomoravský úval
 - **Podcelek** – Dyjsko-moravská niva

Geomorfologické členění CHKO Bílé Karpaty



Obr. 2: Geomorfologické členění Bílých Karpat (vlastní úprava, 2013)

3.5 Hydrologické poměry

Území CHKO Bílé Karpaty náleží k úmoří Černého moře. Jeho největší část patří do povodí řeky Moravy a jejích přítoků jejích levostranných přítoků Olšavy, Okluky, Svodnice, Veličky a Radějovky. Severní část patří do povodí Váhu, konkrétně jeho přítoku Vláry (plocha povodí (P) 323 km²). Nejvýznamnějším přítokem Vláry je Brumovka. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002).

Severovýchodní část CHKO náleží k hornímu povodí Olšavy (plocha povodí (P) 112,2 km²). Jejimi významnými přítoky jsou Horní Olšava (Šťavnice) na níž je umístěna Pozlovická vodní nádrž (plocha 42 ha, objem vody 2,7 mil. m³), která slouží převážně pro rekreaci. K dalším významným přítokům patří Kolelač (vodní nádrž Bojkovice - plocha 15,4 ha, objem vody 0,96 mil. m³), Kladénka, Koménka a Bzovský potok. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002).

Střední část Bílých Karpat patří k horním povodím Veličky (plocha povodí (P) 66,6 km²) a Okluky a z malé části i Svodnice. Z jihozápadní části CHKO odvádí vody další levostranný přítok řeky Moravy Radějovka. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002).

Rozvodnice těchto povodí jde z větší části po hlavním hřebenu Bílých Karpat. Výjimku tvoří tok řeky Vláry se svými přítoky a potoky Klanečnica, Hrubár a Krátkovský potok, které prořizly

zpětnou erozí hlavní hřeben a odvádějí vody z původního povodí Moravy do povodí řeky Váh. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Průtoky zdejších řek dosahují svých maxim v jarním období tání sněhu. Nejnižší průtoky jsou v letním období, menší toky mohou i zcela vysychat. Intenzivně se tu projevuje také erozní činnost vodních toků, ty v horních částech vytváří hluboce zaříznutá údolí. Eroze má vliv na sklonitost svahů a je jedním z faktorů podmiňujících sesuvy půdy.

Vzhledem ke geologické stavbě je na území CHKO velmi omezený výskyt podzemních vod, které jsou vázány pouze na místní mocnější polohy pískovců. Vertikální komunikace vod končí na vrstvách pelitů, a tak se vytvářejí drobné hydrogeologické jednotky, odpovídající jednotlivým lavicím pískovců. Prameny ve flyšových oblastech jsou rozptýlené a většinou s menší vydatností. Relativně vydatnější zdroje podzemní vody jsou pouze v kvartérních fluviálních sedimentech podél některých vodních toků (Olšava, Velička, Radějovka, Vlára). (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002).

Na území CHKO jsou významné zdroje minerálních vod, z nichž nejdůležitější a nejznámější je luhačovická zřídelní struktura. Vývěry minerálních vod jsou vázány především na nezdenický zlom v linii Březová - Suchá Loz - Nezdenice - Luhačovice - Biskupice. V Luhačovicích je řada zřídél studené alkalické kyselky a jeden pramen sirovodíkové vody. Jejich vznik souvisí s třetihorním vulkanismem, díky němuž byly na zlomových liniích proplyněny hlubinným oxidem uhličitým a současně obohaceny stopovými prvky. Další zřídla kyselky jsou v Březové, Nezdenicích, Suché Lozi a Záhorovicích. Zdroje sirovodíkové vody jsou v Brumově, Javorníku, Korytné, Petrově, Pradlisku, a Strání. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002).

3.6 Klimatické poměry

Z hlediska klimatu se podle E. Quitta (Quitt, 1971, 1984) studované území nachází ve všech třech klimatických oblastech a to teplé (T2), mírně teplé (MT2, MT5, MT7, MT9, MT10) a chladné (CH7). Teplá oblast je zastoupena na jihovýchodním okraji v údolí Veličky a hlucké pahorkatiny. Většina území spadá do mírně teplé oblasti. Vrcholové partie Velké Javořiny a Lopeníku s nadmořskou výškou 800 - 970 m zasahují do chladné oblasti.

Tab. 1: Charakteristika klimatických oblastí

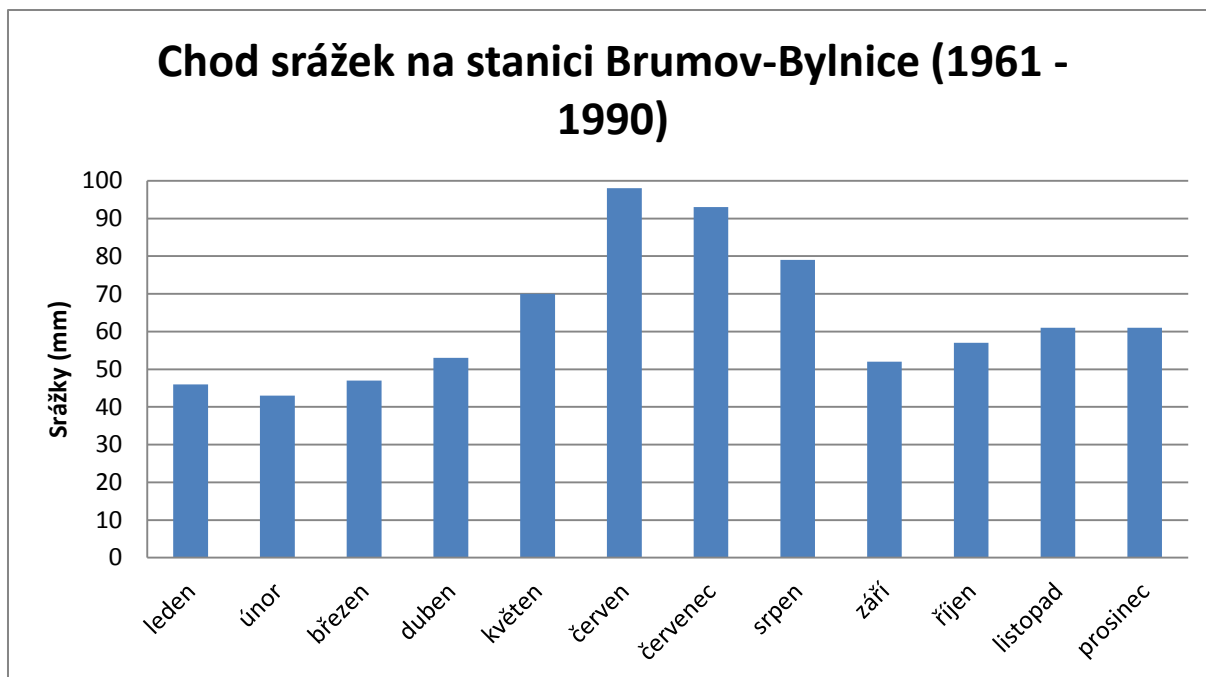
	Průměrná teplota v červenci	Průměrná teplota v lednu	Počet letních dnů	Počet mrazových dnů	Průměrný roční srážkový úhrn
Teplá oblast - T	18-20 °C	-2 až -3 °C	50 – 70	110 a méně	500 – 700 mm
Mírně teplá oblast - MT	16-18 °C	-2 až -5 °C	20 – 50	110 - 140	600 – 800 mm
Chladná oblast - CH	15-16 °C	-3 až -4 °C	10 – 30	140 – 160	850 – 1000 mm

Zdroj: Mackovčín, Jatiová a kol., 2002

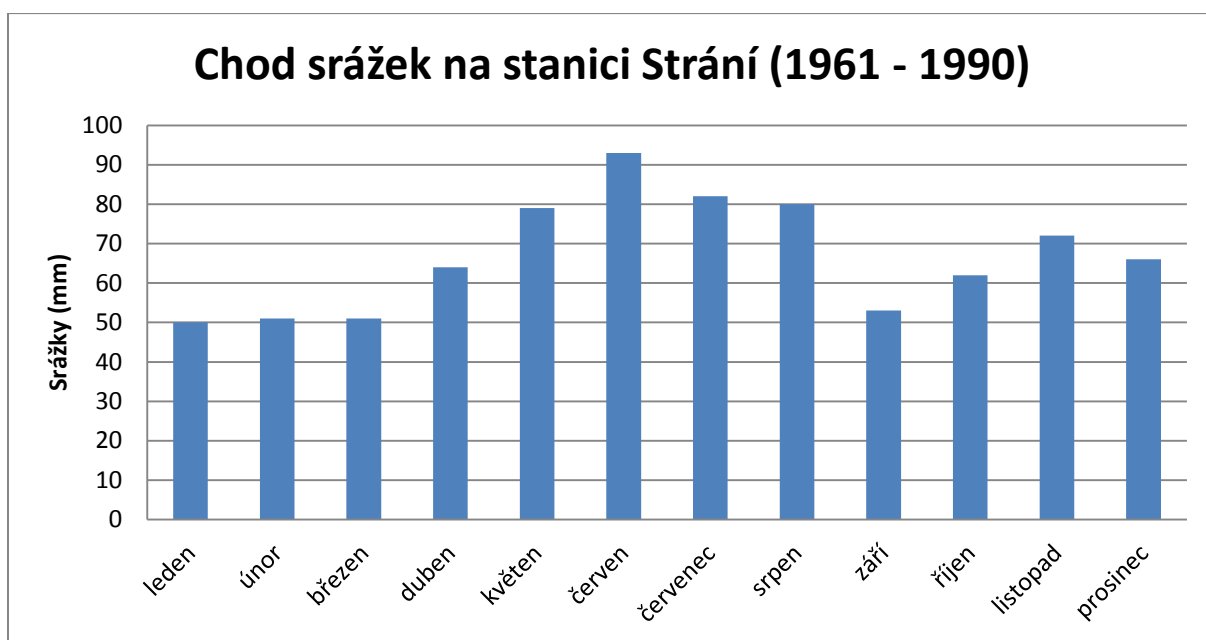
ČHMÚ v oblasti provozuje dvě klimatologické stanice (Strání a Brumov) a osm stanic srážkoměrných (Bojkovice, Nivnice, Suchá Loz, Starý Hrozenkov, Lopeník, Lopeník-Mikulčín vrch, Valašské Klobouky, Velká nad Veličkou). Srážky a klimatické podmínky obecně jsou spolu s geologickým podložím jedním z hlavních činitelů podmiňující sesuvnou činnost v oblasti.

Z hlediska ročního chodu atmosférických srážek se vyskytuje hlavní srážkové maximum v létě, převážně v červenci, a minimum v zimě. Druhotné maximum atmosférických srážek přichází v říjnu. Proměnlivost srážkových úhrnů mezi jednotlivými roky je však značná. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

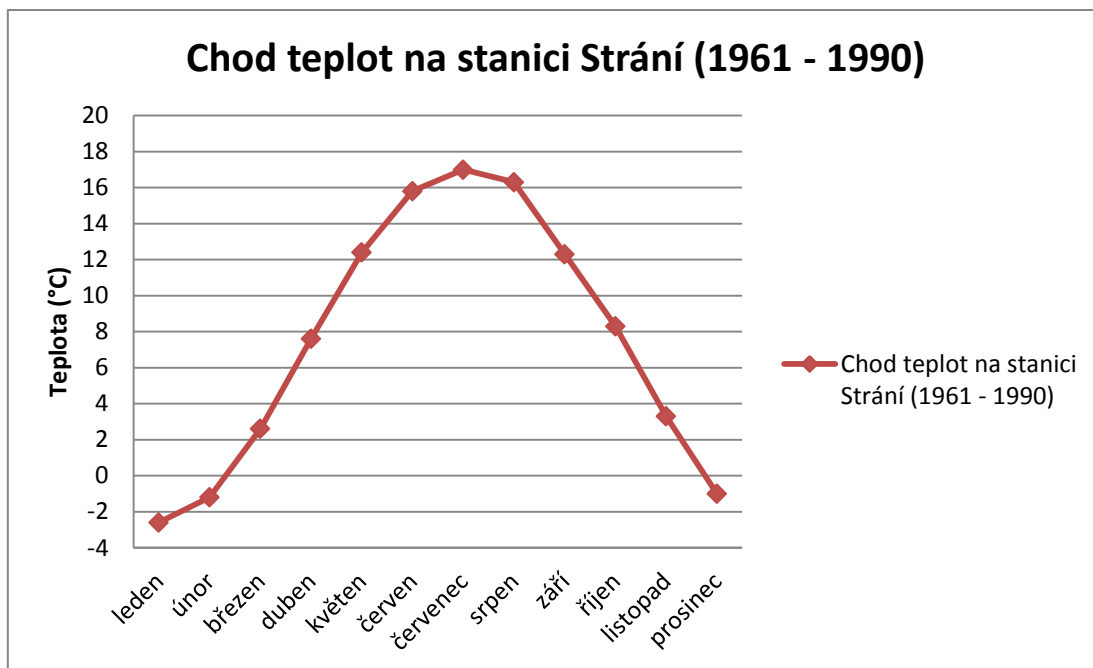
Teplota vzduchu je výrazně závislá na nadmořské výšce. S ohledem na konkrétní stavy počasí lze počítat s poklesem teploty vzduchu o 0,6 - 1,0°C na 100 m výšky, pokud však nedojde ke vzniku inverzních situací. Průměrné roční teploty vzduchu se pohybují v nižší části Hlucké pahorkatiny na jihovýchodě CHKO kolem 9°C. V podhůří Bílých Karpat ve výškách 400 m n. m. asi na 7,6°C a ve výškách 650 m n. m. asi na 6,8°C. Na vrcholových partiích Bílých Karpat klesá průměrná roční teplota pod 6°C. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)



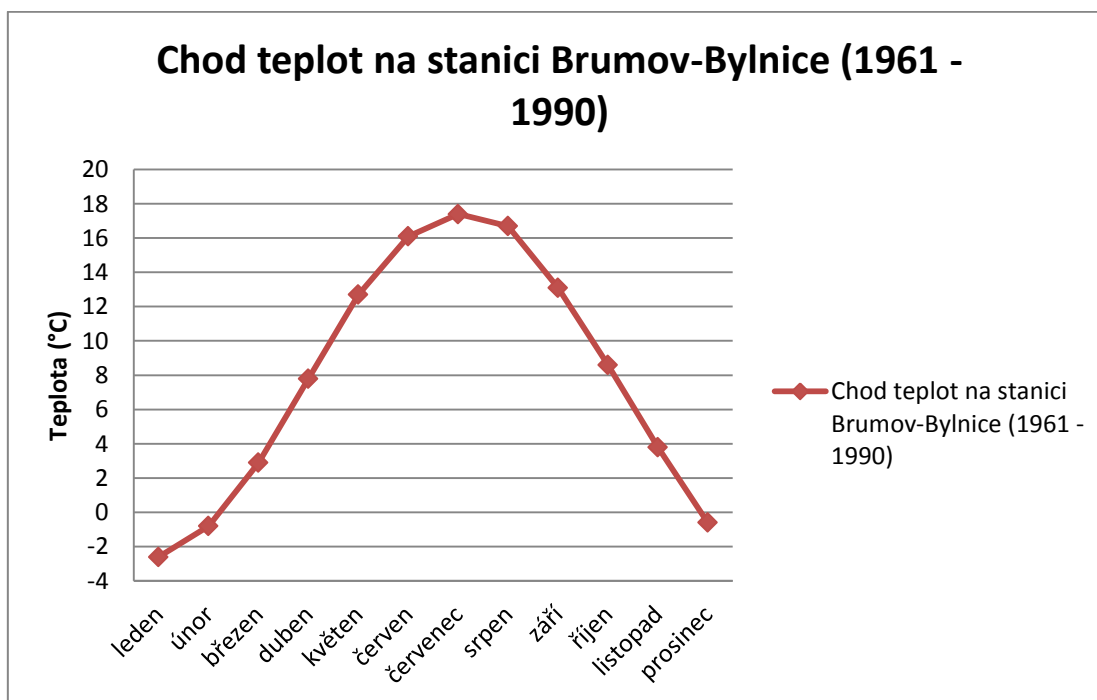
Obr. 3: Roční chod srážek v Brumově – Bylnici (podle ČHMÚ)



Obr. 4: Roční chod srážek ve Strání (podle ČHMÚ)



Obr. 5: Roční chod teplot ve Strání (podle ČHMÚ)



Obr. 6: Roční chod teplot v Brumově – Bylnici (podle ČHMÚ)

3.7 Pedologie

Na vývoji půdy se podílí zejména půdotvorný substrát (flyš), ale také klimatickými a geomorfologickými podmínkami, částečně je ovlivněn i působením člověka. Lesní půdy v Bílých Karpatech považujeme za přírodní díky původnímu druhovému složení. Negativně jsou ovlivňovány půdy se smrkovými porosty (okyselování a podzolizace půd). Travnaté louky a mýtiny nepodléhaly v minulosti masivnímu hnojení. Intenzivně využívané orné půdy snadno podléhají větrné a vodní erozi, zejména v jarním období.

Půdní pokryv menších okrsků tvoří jižně od Dolního Němčí, Bánova a Bojkovic pararendzina typická a kambizemní, místy i v asociacích s kambizemí typickou, vzniklé na svahovinách hornin z karbonátových flyšových břidlic, místy se slabými projevy oglejení. Na spraši, překrývající kyselé terasové štěrky a štěrkopísky i svahoviny hornin z karbonátových flyšových břidlic, hlavně v oblasti Strážnice - Sudoměřice - Radějov se vyvinula černozem typická, lokálně v asociacích s černozemí hnědozemní. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

V jihovýchodní části CHKO se na svahovinách hornin z karbonátových flyšových břidlic vytvořila i černozem černicová (v celcích s černicí pelickou), se slabými projevy solončakování. Na rozsáhlou nivu řeky Moravy především východně - jihovýchodně od Strážnice, Velké nad Veličkou a Suchova navazuje černice typická (v asociacích s akcesorickou černicí pelickou) a černice glejová na karbonátových nivních uloženinách. Jihovýchodně od Strážnice přechází černozemní půdy do souvislých celků hnědozemě typické na spraši. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

Skupinu kambizemí (hnědých půd), které vznikly na svahovinách karbonátových flyšových břidlic, téměř na celém území CHKO zde představuje kambizem typická (rovněž i v asociacích s kambizemí pseudoglejovou). Jako varieta kyselá a silně kyselá se nachází v dolních resp. horních partiích Velké Javořiny a Lopeníku, lokálně pak též kolem hranic se Slovenskou republikou. Severně od Štítné nad Vláří se vyvinula i kambizem pseudoglejová, varieta kyselá. V menších celcích jižně od Strání, při hranici se Slovenskou republikou a jižně od Bánova i Bojkovic se na polygenetických hlínách s eolickou a štěrkovitou příměsí vytvořil pseudoglej typický (primární). Pouze malou rozlohou zasahuje do CHKO glej typický na bezkarbonátových nivních uloženinách, který je lokalizován podél menších vodních toků v okolí Vlachovic. Zrnitostně různorodé karbonátové nivní uloženy a svahoviny kolem četných vodotečí v jihozápadní a střední části území (Velička, Nivnička, Olšava, Komňa) pokrývá fluvizem typická. Fluvizem glejová tvoří pokryv bezkarbonátových nivních uloženin kolem Vlárý, Brumovky, Bylničky převážně v severní a severovýchodní části Bílých Karpat. (Mackovčín, Jatiová a kol., 2002)

3.8 Biogeografie

CHKO Bílé Karpaty jsou ukázkovým případem soužití zájmů hospodářských a zájmů ochrany přírody. Chráněná oblast byla vyhlášena 3. listopadu roku 1980. Sídlo správy CHKO je v Luhačovicích.

Podle biografického členění leží převážní část Bílých Karpat v bělokarpatském bioregionu, menší části v bioregionu zlínském, hluckém a vsetínském. (Culek, 1996)

V Bílých Karpatech se nachází rozsáhlá stanoviště orchidejí. V roce 1996 bylo území zařazeno na seznam biosférických rezervací UNESCO. K nejznámějším lokalitám patří komplex květnatých luk Čertoryje a bukový prales Javořina. Zajímavým úkazem jsou tzv. suťové lesy, které se vyskytují ve vrcholových partiích Javořické hornatiny. Známostí bývá každoroční kosení luk v Lopenické hornatině. (Culek, 1996).



Obr. 7: Logo CHKO Bílé Karpaty (AOPK ČR)

4. Corine Land Cover

Program Corine (coordination of information on the environment) započal v roce 1985 na popud evropské unie. Záštitu nad tímto programem vykonává evropská agentura pro životní prostředí (EEA). Jedním z cílů projektu je monitoring krajinného pokryvu (land use, land cover) v Evropě. Krajinný pokryv byl rozdělen do 44 tříd a je prezentován jako kartografický produkt v měřítku 1:100 000. (Bossard, Feranec, Otahel, 2000)

Na území CHKO Bílé Karpaty se nachází 16 kategorií krajinného pokryvu:

1) 1.1.2. Nesouvislá městská zástavba

Jedná se o plochu, která je z většiny pokryta budovami. Budovy, komunikace a umělé povrchy se vyskytují spolu s povrchy pokrytými vegetací a holou půdou. Patří sem i sídliště. 30 – 80 % z celkového povrchu je nepropustných (pro vodu).

2) 1.2.1. Průmyslové a obchodní areály

Většina plochy jsou zóny s umělým povrchem (cementovým, asfaltovým nebo stabilizovaným) bez vegetace. Budovy a vegetace se vyskytuje v omezené míře. Zahrnují se sem i zemědělské komplexy.

3) 1.2.2. Silniční a železniční síť s okolím

Jde o silnice a železnice včetně připojených ploch (nádraží, násypy, příkopy). Minimální šířka musí být 100 m.

4) 1.4.2. Sportovní a rekreační plochy

Patří sem campingové plochy, sportoviště, rekreačních plochy, golfová hřiště, dostihové dráhy, atd. a také udržované parky nezačleněné do městské zástavby.

5) 2.1.1. Nezavlažovaná orná půda

Jedná se o obilniny, luštěniny na polích, píce, řádkové kultury a květinové kultury, lesní (lesní školky) a zeleninové (zelinářské) kultury na polích pod skleníky a plastickými hmotami dále rostliny léčivé, aromatické a koření. Nejsou zahrnuty stálé louky. Třída zahrnuje květinářské, ovocnářské (školky) a zelinářské šlechtitelské plochy. Součástí této třídy jsou parcely orné půdy s výměrou až sta hektarů.

6) 2.2.1. Vinice

Jsou to plochy, kde se pěstuje vinná réva. Areály vinic jsou zařazeny do této třídy, pokud plocha samotných vinic přesahuje 50% a vinice jsou typickou a charakteristickou formou využití půdy pro danou oblast.

7) 2.2.2. Sady, chmelnice a zahradní plantáže

Zde patří pozemky, na nichž se pěstuje ovoce (stromy i keře). Patří sem i chmelnice, plochy kaštanovníků a ořešáků, ale pouze v případě, že jsou určeny k produkci plodů.

8) 2.3.1. Louky a pastviny

Plochy jsou hustě pokryté flórou, zejména travami. Jde především o pastviny, jejichž píce mohou být sklizeny mechanizovaně. Jsou zahrnuty stálé, umělé i dočasné louky a živé ploty. Tyto plochy musí být spásané dobyt看kem. Pastviny mohou být charakterizovány

jako travnaté plochy s farmářskou strukturou: ploty, přístřešky, ohrady, napajedla, a s projevy pravidelné zemědělské činnosti: sečení trávy, sušení sena, hnojení.

9) 2.4.2. Směsice polí, luk a trvalých plodin

Jde o mozaiku malých ploch různých dočasných kultur, luk a stálých kultur umístěných vedle sebe včetně zahrad v rozptýlené zástavbě (chaty a sporadicky zastavěné plochy). Třída zahrnuje také městské trávníky, ladem ležící půdu, případně s rozptýlenými domy nebo zahradami.

10) 2.4.3. Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací

Jsou to plochy převážně zemědělské, přerušované přirozenou vegetací. Třída zahrnuje území se zemědělskou produkcí a plochy přírodního nebo polopřírodního původu (včetně mokřadů a vodních ploch, neúrodné plochy).

11) 3.1.1. Listnaté lesy

Nachází se zde hlavně vegetační formace složené převážně ze stromů, křovin a houštin, kde dominují listnaté druhy lesů.

12) 3.1.2. Jehličnaté lesy

Jde o vegetační formace složené převážně ze stromů, křovin a houštin, kde dominují jehličnaté druhy lesů.

13) 3.1.3. Smíšené lesy

Zde se nachází vegetační formace složené převážně ze stromů, křovin a houštin, v nichž ale nedominují ani listnaté stromy, ani jehličnany.

14) 3.2.1. Přírodní louky

Patří sem pastviny s nízkým výnosem; často jsou situované ve zvlněném území. A často také obsahují skalnaté povrchy, trnité porosty a houštiny. Přírodní louky a pastviny jsou plochy s bylinnou vegetací (max. výška do 1,5 m s převažujícími travinami), která pokrývá min. 75% zarostlého povrchu. Mohou to být travnaté plochy v chráněných územích, v kraze nebo na vojenských cvičištích.

15) 3.2.4. Nízký porost v lese

Jedná se o křovinnou vegetaci, travnatou vegetaci s rozptýlenými stromy, nebo vymýcený les. Také se jedná o území přirozeného vývoje lesních formací (mladé listnaté a jehličnaté lesy s bylinnou vegetací a rozptýlenými soliterními stromy) např. na opuštěných loukách a pastvinách nebo po různých kalamitách.

16) 5.1.2. Vodní plochy

Tato kategorie obsahuje 2 skupiny a to přirozené nebo umělé vodní plochy. (Bossard, Feranec, Otahel, 2000)

5. Sesuvy

Svahovými pohyby se označuje přemísťování hornin po svahu, z vyšších poloh do nižších, účinkem zemské síly. Svahové pohyby přirozené i vyvolané lidskou činností patří k nejrozšířenějším a nejzávažnějším geodynamickým jevům na zemském povrchu. Způsobují velké přímé i nepřímé škody. Ohrožují a poškozují jednotlivé budovy, celá sídliště a města, komunikace, inženýrské sítě a vodohospodářské stavby. Ohrožují anebo znemožňují těžbu nerostných surovin. Nejnebezpečnější formy svahových pohybů jsou ty, které doprovázejí silná zemětřesení. Z geologického hlediska není žádný svah trvale stabilní. Údolní svahy podléhají trvalému vývoji vlivem různých procesů, které formují jejich tvar. Pro všechny inženýrské práce jsou důležité svahové pohyby vzniklé porušením stability svahu přírodními faktory nebo činností člověka. Svahové pohyby jsou nejrůznější povahy, podle druhu a počtu faktorů, které je způsobují, a podle jejich vzájemného působení. (Němčok, Pašek, Rybář, 1974)

5.1 Rozdělení svahových pohybů

Velká rozmanitost sesuvných jevů na svazích poskytuje mnoho kritérií pro jejich klasifikaci. Jedno dělení navrhl K. Terzaghi (1925), který přihlížel na fyzikální vlastnosti postižených hornin. Další dělení je podle S. P. Savarenského. Ten přihlíží k průběhu smykových ploch a dělí svahové pohyby na **asekventní** – vznikají ve stejnorodých soudržných zeminách a k pohybu dochází po válcových smykových plochách, **konsekventní** – tyto jsou pohyby po plochách vrstevnatosti ukloněných po svahu, a **insekventní** sesuvy, které probíhají napříč vrstvami a jsou většinou velkých rozměrů a smykové plochy zasahují hluboko do svahu.

U nás se zabývali dělením svahových pohybů A. Němčok, J. Pašek, J. Rybář (1972, 1973). Ti navrhli dělit svahové pohyby podle mechanismu a rychlosti pohybu na 4 hlavní skupiny: **ploužení, stékání, sesouvání a řícení.**

- **Ploužení** je velmi pomalé až pomalé tečení tuhé látky. Z geologického hlediska jde o dlouhodobý a zpravidla se nezrychlující se pohyb horninových hmot. Rozhraní mezi pohybující se hmotou a jejím podložím je málo zřetelné. Ploužením začíná každý svahový pohyb.
- **Sesouvání** je relativně rychlý krátkodobý pohyb horninových hmot po svahu podle jedné nebo více smykových ploch. Charakteristické je, že část hmot se nasune na původní terén v předpolí.
- **Stékání** je velice rychlý krátkodobý klouzavý pohyb horninových hmot ve viskózním stavu. Většina hmot vyteče z jámy a přemístí se na poměrně velkou vzdálenost. Stékající hmoty jsou od podloží odděleny ostrou hranicí. Výslednou formou stékání je proud.
- **Řícení** je náhlý katastroficky rychlý krátkodobý pohyb horninových hmot na strmých svazích, kdy ztrácejí krátkodobě kontakt s podložím. Dochází k volnému pádu a vzdálenosti přemístění hmot jsou pak značné.

Převážná část sesuvů u nás se týká kvartérních pokryvných uloženin. Sesuvy v horninách předkvartérního podkladu rozlišujeme podle charakteru postižených hornin a podle typu pohybu (Q. Záruba, V. Mencl, 1969)

- Svahové pohyby pokryvných útvarů (svahových sutí, hlín a zvětralin).
- Sesuvy v pelitických horninách
- Svahové pohyby pevných skalních hornin
- Zvláštní případy svahových pohybů (v našich geografických podmínkách se nevyskytují, je to např. sesouvání citlivých jíílů)

5.2 Faktory porušující stabilitu svahu

Je nezbytně důležité, aby byly vždy rozpoznány podmínky, které způsobují náchylnost území k sesouvání a činitele, kteří pohyb vyvolávají. Proto zde uvádím faktory, které mohou porušit stabilitu svahu:

- Změna sklonu svahu - zvýšení sklonu svahu způsobuje v horninách změnu napětí, rovnováha pak bývá porušena zvýšením napětí ve smyku

- Přetížení násypy – to způsobuje zvýšení smykových napětí a i zvýšení napětí vody v pórech jílovitých zemin a tím se zároveň sníží její smykové pevnosti. Čím je přetížení rychlejší, tím je nebezpečnější.
- Otřesy a vibrace – zemětřesení, výbuchy náloží trhavin i otřesy strojů vznikají kmity různé frekvence. V každé hornině tak vznikají změny napětí a ty mohou porušit rovnováhu svahu.
- Změny obsahu vody – dešťová voda i voda z tajícího sněhu se dostává do puklin, kde vyvolává hydrostatický tlak. Vzrůstající tlak v pórech v zeminách, snižuje jejich smykovou pevnost.
- Působení podzemní vody – na zeminu působí proudící podzemní voda i napjatá hladina podzemní vody, která na nepropustné vrstvy v nadloží působí jako vztlak.
- Působení mrazu – mrznutí se zvětšuje objem vody v trhlinách, rozšiřují se staré trhliny a tvoří se i nové. Díky tomu je pak v horninách menší soudržnost.
- Zvětrávání hornin – k porušování hornin a jejich soudržnosti dochází díky mechanickému i chemickému zvětrávání
- Změny ve vegetačním porostu – odlesněním svahu dochází ke změnám vodního režimu v podzemních vrstvách. Kořeny stromů totiž vysušují svah tím, že spotřebovávají část podzemní vody, ale i udržují stabilitu svahu mechanickým působením. (Němčok, Pašek, Rybář, 1974)

Při vzniku a vývoji sesuvů je důležitý čas. Podle vývoje můžeme svahové pohyby dělit na pohyby v počátečním, pokročilém nebo závěrečném stádiu. Svahové pohyby se také mohou dělit podle stáří na současné (recentní) a staré. Ty, které se nemůžou za dnešních podmínek už opakovat, se nazývají fosilní. Dále můžeme vymezit sesuv pohřbený. Jedná se o sesuv zavátý sprašovými hlínami nebo přikrytý jinými mladšími uloženinami. (Němčok, Pašek, Rybář, 1974)

Sesuvy mohou být vymezeny také z hlediska stupně stabilizace na živé (aktivní), dočasně uklidněné (potenciální) a trvale uklidněné (stabilizované). Živé sesuvy bývají lehce rozeznatelné. Povrchové tvary jsou čerstvé, neporušené erozí. Stromy bývají vychýlené, cesty přerušené a stavení pobořená. Sesuvy dočasně uklidněné bývají zarostlé nebo také porušené erozí. Stopy posledních pohybů jsou málo znatelné, ale pohyb se může znovu obnovit, protože příčiny vzniku stále trvají. A sesuvy trvale uklidněné vznikly za podmínek, které se dnes už nemohou opakovat. Svahové pohyby se mohou dělit také podle půdorysného tvaru a to na plošné (areální), proudové a čelní (frontální, lineární). (Němčok, Pašek, Rybář, 1974)

Svahové pohyby pokryvných útvarů

Tyto pohyby vznikají v povrchových vrstvách.

Slézání suti a hákování vrstev

Ke slézání suti dochází díky různým drobným pochodům, které vedou k pomalému plíživému pohybu suti po svahu. Posouváním povrchových vrstev sutí vzniká hákování vrstev. Mezi pohybující se vrstvou a povrchem skalního podkladu působí tření, které způsobuje postupné ohýbání vrstev. Hákování vrstev je u nás velmi rozšířeno.

Plošné sesuvy svahových sutí a zvětralin

Suťové sesuvy mohou mít velké plošné rozměry avšak mocnost porušeného svahového pokryvu je většinou malá – jen několik metrů.

Sesuvy proudové

Jestliže se sesuvné hmoty hromadí v erozní rýze potoka a při dostatečném provlhčení pohybují k údolí v úzkém proudu na značnou vzdálenost, jedná se o sesuv proudový. Podle druhu materiálu a jeho konsistence se pak mluví o suťových, zemních nebo bahenních proudech. Pohyby jsou obvykle vyvolány nadměrnými srážkami a oproti plošným sesuvům mívají rychlejší průběh.

Suťové proudy, mury

Jako suťové proudy se označují rychlé pohyby (stékání) svahových sutí při náhlých vodních přívalcích. Tyto proudy vznikají v málo soudržných horninách a voda se do nich tak může dobře vsáknout. Horské kamenité suťové proudy se jmenují podle alpského názvu mury. Materiál suťových proudů se skládá jak z velkých balvanů, tak i z drobné písečné suti.

5.3 Zabezpečování svahů v sesuvných územích

Geologové se zaměřují hlavně na to, jak zabránit sesuvům, nebo jak stabilizovat svah tam, kde již k sesuvu došlo. Nejlepším opatřením je, vyhnout se sesuvnému území úplně. To je ovšem možné jen někdy. Vždy je však nutné, omezit zásah do sesuvného území jak nejvíc to jde. Musí se provést průzkum a potom navrhnout příslušná opatření. Ideální pak je zjistit příčinu svahového pohybu a následně ji odstranit.

Za stabilizační řešení se považují:

- Úprava tvaru svahu
- Odvodnění území
- Opření sesuvu nebo jeho kotvení

6. Statistické zhodnocení sesuvné činnosti v CHKO Bílé Karpaty

V České republice se dají vysledovat dvě hlavní lokality výskytu sesuvů, jednou je oblast Českého Středohoří a druhou je právě oblast Bílých Karpat, která je na našem území součástí CHKO Bílé Karpaty. Celková rozloha území ohroženého sesuvy je 88 km², jedná se tedy o poměrně významnou část. Z hlediska aktuálního ohrožení jsou důležité sesuvy kategorie aktivní. Jejich podíl na celkové ploše sesuvů je 2 %. Ze 77 % se na celkové ploše sesuvů podílí dočasně uklidněné sesuvy. 20% podíl patří uklidněným sesuvům, které jsou dlouhodobě neaktivní. Zanedbatelné 1 % náleží lokalitám s podmínkami pro potenciální výskyt nových sesuvů.

Tab. 2: Rozloha sesuvů v CHKO Bílé Karpaty (zdroj: vlastní analýza)

Rozloha sesuvů v CHKO Bílé Karpaty (km ²)	
Aktivní sesuvy	1,8
Dočasně uklidněné sesuvy	68,1
Uklidněné sesuvy	17,4
Potenciální sesuvy	0,7

Následující tabulky reprezentují shrnutí výpočtů provedených na základě matematických operací se vstupními daty. Pokud se zaměříme na jednotlivé kategorie, nejvíce nás bude zajímat kategorie aktivních sesuvů, protože přináší největší aktuální rizika.

U aktivních sesuvů vidíme jednoznačný náznak výskytu na svazích s vyšším sklonem, kategorie do 10 stupňů je zastoupena pouze 17 %, zatímco prudší svahy se svahem 10 a více stupňů 83 %. Orientace svahů nemá na výskyt zásadní vliv, za povšimnutí stojí 36% podíl východních svahů a naopak malý podíl severních svahů (11,6 %).

Geologická lokalizace aktivních sesuvů vypovídá o 61 % podílu na kvartérních fluvialních a deluviálních písčitohlinitých sedimentech v okolí vodních toků. 29,5 % aktivních sesuvů se nachází na flyšových horninách terciárního stáří, konkrétně pískovcových a jílovcových vrstvách. Zbývajících 9,5 % aktivních sesuvů leží na flyšových horninách odlišného stáří.

V současné době se aktivní sesuvy vyskytují mimo obydlená území a z většiny 74 % se nachází v lesních porostech. Z menší části se objevují na loukách, pastvinách a zemědělsky využívané půdě.

V této kategorii můžeme vysledovat převažující výskyt sesuvů v lesních porostech na prudších svazích v blízkosti vodních toků, což usuzují z geologického podloží. Větší vliv nemá orientace svahu.

Tab. 3: Kategorie sesuvů – aktivní (zdroj: vlastní analýza)

Kategorie sesuvů – aktivní			
Sklonitost svahů (stupně)	(%)	Orientace svahů	(%)
0 - 4,99	2,71	Sever	11,65
5 - 9,99	14,54	Východ	36,44
10 - 14,99	40,19	Jih	29,42
15 - 19,99	27,65	Západ	22,49
20 a více	14,91		
Geologické kategorie			(%)
Kvartér - holocén, pleistocén - fluvialní a deluviální písčitohlinité sedimenty, spraše a sprašové hlíny			60,84
Terciér - paleogén - paleocén, eocén - flyš (pískovec, jílovec)			29,47
Kenozoikum, mezozoikum - křída, paleogén - křída svrchní, paleocén - flyš (pískovec, slínovec)			7,93
Terciér - paleogén - paleocén, eocén - flyš (pískovec, jílovec, slínovec)			1,76
Corine land cover			(%)
Louky a pastviny, přírodní louky			10,47
Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací			15,43
Lesy a lesní porosty			74,10

U dočasně uklidněných sesuvů není žádný náznak vztahu mezi orientací svahu a výskytem sesuvu, výskyt je rovnoměrný. Závislost na výši sklonu se zde projevuje v menší míře než u sesuvů aktivních, nicméně i tak se sesuvy vyskytují na svazích prudších 10 stupňů z 64 %. Nejvíce sesuvů je na sklonu svahů 10 – 14,99 stupňů.

Na fluviálních a deluviálních sedimentech se nachází 64 % sesuvů. 21 % leží na flyšovém podloží terciárního stáří, složeného z pískovce a jílovce. Zbýlých 15 % se vyskytuje na flyšovém podloží jiného stáří.

70 % rozlohy dočasně uklidněných sesuvů se vyskytuje v lesních porostech, 14 % na loukách a pastvinách, 12 % na zemědělsky využívaných plochách. 4 % sesuvů leží na orné půdě a nepatrný výskyt je i na vinicích v oblasti Strážnice.

Orientace svahů v této kategorii nemá žádný vliv na výskyt sesuvů. Podstatná část sesuvů se vyskytuje opět na prudších svazích, lesních porostech a na fluviálních sedimentech, případně flyšových vrstvách.

Tab. 4: Kategorie sesuvů – dočasně uklidněné (zdroj: vlastní analýza)

Kategorie sesuvů - dočasně uklidněné			
Sklonitost svahů (stupně)	(%)	Orientace svahů	(%)
0 - 4,99	4,79	Sever	24,53
5 - 9,99	30,59	Východ	26,22
10 - 14,99	40,54	Jih	24,11
15 - 19,99	17,15	Západ	25,14
20 a více	6,93		
Geologické kategorie			(%)
Kvartér - holocén, pleistocén - fluviální a deluviální písčitohlinité sedimenty, spraše a sprašové hlíny			63,81
Terciér - paleogén - paleocén, eocén - flyš (pískovec, jílovec)			21,38
Kenozoikum, mezozoikum - křída, paleogén - křída svrchní, paleocén - flyš (pískovec, slínovec)			6,81
Mezozoikum, terciér - křída, paleogén - křída svrchní, paleocén - flyš (pískovec, jílovec - jílovec)			2,7
Terciér - paleogén - eocén, oligocén - flyš			1,83

(pískovec, jílovec)	
Terciér - paleogén - eocén - flyš (pískovec, jílovec)	0,92
Terciér - paleogén - paleocén, eocén - flyš (pískovec, jílovec, slínovec)	2,55
Corine land cover	(%)
Urbanizované plochy, infrastruktura	1,00
Orná půda (pole)	3,71
Vinice, sady, chmelnice	0,25
Louky a pastviny, přírodní louky	14,04
Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací	11,70
Lesy a lesní porosty	69,29

Třetí kategorií jsou sesuvy uklidněné, jejich zvýšený výskyt můžeme vidět na západních svazích, konkrétně 38 % sesuvů uklidněných. Vyrovnané hodnoty jsou na severních a jižních svazích (23 %). Nižší je výskyt na východních svazích, ztráta je způsobena větším výskytem na západních svazích.

Na svazích se sklonem vyšším než 10 stupňů se nachází 61 % sesuvů. Největší zastoupení je na sklonech 5 – 15 stupňů, dohromady 66 %.

Co se týče vazeb na geologické podloží, situace je podobná jako u aktivních a dočasně uklidněných sesuvů. Dvě třetiny sesuvů se nachází na sedimentech v okolí vodních toků jedna třetina na flyšových horninách různého stáří. Nejvíce zastoupený je flyš paleocenního a eocenního stáří, který je zastoupen 14 %.

Polovina sesuvů se vyskytuje v lesních porostech, je patrný úbytek oproti předchozím typům sesuvů. 16 % sesuvů se vyskytuje na orné půdě, dalších 16 % v zemědělských oblastech a 15 % na loukách a pastvinách. Nepatrné procento zasahuje do člověkem obývaných či urbanizovaných ploch.

V této kategorii je patrný posun výskytu sesuvů na ornou půdu, stále je však hlavním místem výskytu les. Sklonitost je rovněž stále důležitá. Orientace svahů vykazuje větší výskyt sesuvů na západních svazích.

Tab. 5: Kategorie sesuvů – uklidněné (zdroj: vlastní analýza)

Kategorie sesuvů - uklidněné			
Sklonitost svahů (stupně)	(%)	Orientace svahů	(%)
0 - 4,99	7,65	Sever	23,28
5 - 9,99	31,24	Východ	15,79
10 - 14,99	35,25	Jih	23,17
15 - 19,99	19,51	Západ	37,76
20 a více	6,35		
Geologické kategorie			(%)
Kvartér - holocén, pleistocén - fluviální a deluviální písčitohlinité sedimenty, spraše a sprašové hlíny			67,69
Terciér - paleogén - paleocén, eocén - flyš (pískovec, jílovec)			13,58
Kenozoikum, mezozoikum - křída, paleogén - křída svrchní, paleocén - flyš (pískovec, slínovec)			0,74
Mezozoikum, terciér - křída, paleogén - křída svrchní, paleocén - flyš (pískovec, jílovec - jílovec)			0,28
Terciér - paleogén - eocén, oligocén - flyš (pískovec, jílovec)			2,55
Terciér - paleogén - eocén - flyš (pískovec, jílovec)			2,12
Terciér - paleogén - paleocén, eocén - flyš (pískovec, jílovec, slínovec)			13,04
Corine land cover			(%)
Urbanizované plochy, infrastruktura			1,69
Orná půda (pole)			15,82
Louky a pastviny, přírodní louky			14,94
Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací			16,11
Lesy a lesní porosty			51,44

Poslední a nejmenší kategorií jsou sesuvy potenciální. Jsou zde nejvíce viditelné extrémní hodnoty. Na svazích se sklonem 10 a více stupňů se nachází 84 % sesuvů.

Orientace svahů je u této kategorie zásadní. 57 % sesuvů je lokalizováno na západních svazích, pouze 8 % na jižních. 22% výskyt je přiřazen východním svahům.

Potenciální sesuvy náleží pouze do dvou geologických kategorií. Na kvartérních fluviálních a diluviálních sedimentech leží 49 % sesuvů a na flyšovém podloží terciérního stáří se nachází 51 % rozlohy sesuvů.

Nejvýznamnější podíl 74 % sesuvů připadá na lesní porosty, 18 % na zemědělské oblasti, pouhých 6 % na louky a pastviny a nepatrná 2 % na ornou půdu.

Potenciální sesuvy jsou podle této analýzy lokalizovány zejména na prudkých svazích převážně v lesním porostu, převažuje západní orientace těchto sesuvů.

Tab. 6: Kategorie sesuvů – potenciální (zdroj: vlastní analýza)

Kategorie sesuvů – potenciální			
Sklonitost svahů (stupně)	(%)	Orientace svahů	(%)
0 - 4,99	-	Sever	13,23
5 - 9,99	15,57	Východ	21,92
10 - 14,99	42,95	Jih	8,16
15 - 19,99	32,03	Západ	56,69
20 a více	9,45		
Geologické kategorie			(%)
Kvartér - holocén, pleistocén - fluviální a deluviální písčitohlinité sedimenty, spraše a sprašové hlíny			48,98
Terciér - paleogén - paleocén, eocén - flyš (pískovec, jílovec)			51,02
Corine land cover			(%)
Orná půda (pole)			2,26
Louky a pastviny, přírodní louky			5,62
Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací			17,88
Lesy a lesní porosty			74,24

7. Pořizování dat a metody práce

Fáze pořizování a přípravy dat pro analýzu byla stěžejní a zabrala nejvíce času. Prvním krokem bylo vytvořit vrstvu sesuvů z mapové aplikace České geologické společnosti „Registr svahových nestabilit ČGS“. Pomocí georeferencingu a screenshotů mapové aplikace v dostatečném rozlišení jsem vytvořil vrstvu sesuvů, kterou jsem rozčlenil na 4 kategorie (aktivní, dočasně uklidněné, uklidněné, potenciální).

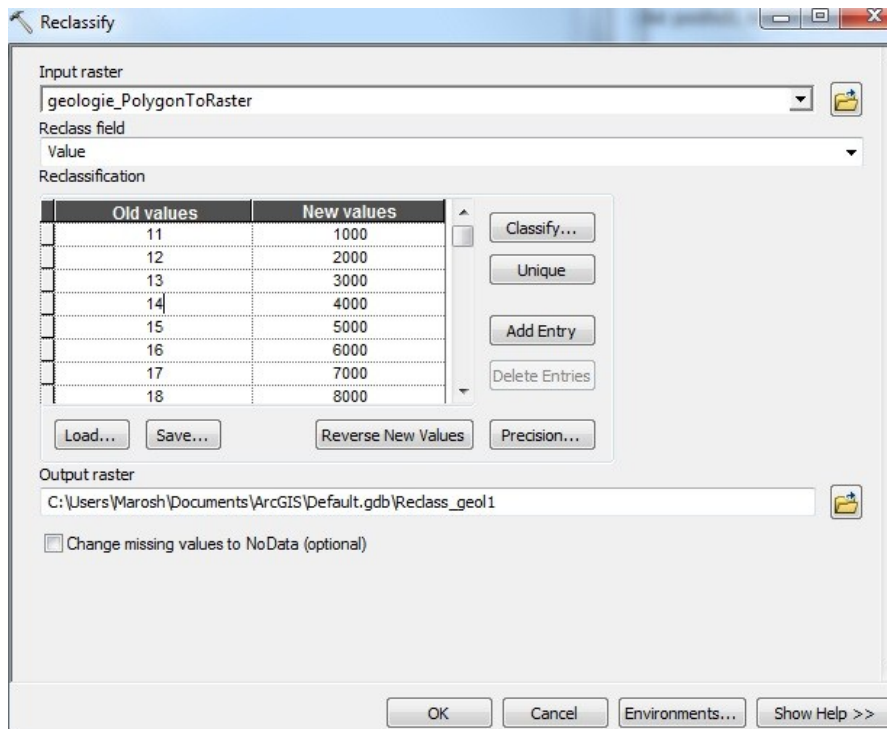
Velmi náročným a zdlouhavým procesem byla digitalizace vrstevnic přes WMS (prohlížečí služba WMS - ZM 25) z webové aplikace ČUZK. Přirazení výškových hodnot bylo rovněž časově náročným úkolem. Nástrojem Topo to Raster jsem vytvořil digitální model reliéfu (DMR), z něhož se pomocí funkcí Slope a Aspect vypočítala sklonitost svahů, respektive orientace svahů ke světovým stranám.

Obdobně jako u vrstvy sesuvů se postupovalo i při tvorbě geologické vrstvy. V hojné míře jsem uplatnil nástroje Auto Complete Polygon a Snapping. Jako zdroj dat posloužila opět webová aplikace ČGS (http://mapy.geology.cz/website/new_tisk/). Použité metody byly obdobné jako v případě vrstvy sesuvů.

V této fázi máme vytvořeny vrstvy sesuvů, geologického podloží a rastry sklonitosti svahů a orientace ke světovým stranám. Dalším kritériem pro hodnocení je vrstva krajinného pokryvu (Corine land cover 2000), která mi byla poskytnuta katedrou. Nezbytným krokem bylo převedení vrstev na rastry pomocí funkce Polygon to Raster. Velikost pixelu jsem zvolil u všech vrstev 5 m (kvůli vysoké výpočetní náročnosti na PC při tvorbě DMR). Dále jsem provedl reklasifikaci rastrů pomocí funkce Reclassify na jedinečné hodnoty kvůli zajištění unikátnosti dat po sečtení rastrů a následné identifikace hodnot.

V rámci reklasifikace jsem se také rozhodl pro generalizaci některých kategorií v rastru Corine land cover a rastru Orientace svahů ke světovým stranám z důvodu příliš velkého počtu hodnot v závěrečném statistickém zhodnocení. U rastru CLC jsem generalizoval 16 kategorií do 7 příbuzných tříd (urbanizované plochy a infrastruktura; orná půda (pole); vinice, sady a chmelnice; louky, pastviny a přírodní louky; zemědělské oblasti s přirozenou vegetací; lesy a lesní porosty; vodní plochy).

Reklasifikaci jsem provedl metodou přiřazení jednotkových, desítkových, stovkových, tisícových a desetitisícových řádů jednotlivým rastrům, čímž jsem zajistil jedinečné hodnoty po závěrečném sečtení pomocí funkce Raster Calculator. Výsledné hodnoty jsem si rozdělil podle kategorií do tabulek a jejich výsledky interpretoval v kapitole statistického zhodnocení.



Obr. 8: Ukázka reklasifikace hodnot (Reclassify)

8. Závěr

Bakalářská práce Zhodnocení výskytu sesuvů v Bílých Karpatech pomocí GIS byla zpracována pod vedením Mgr. Libora Hladiše na Katedře geografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Cílem práce bylo zhodnocení výskytu sesuvů v závislosti na různých fyzicko geografických podmínkách na území CHKO Bílé Karpaty.

Část práce je zaměřena na fyzicko geografickou charakteristiku zájmové oblasti a teoretický popis svahových pohybů, zejména sesuvů. Druhá část se zaměřuje na konkrétní zmapování sesuvů v CHKO Bílé Karpaty a jejich statistické zhodnocení včetně popsaných metod práce.

Pro zpracování práce bylo nutné vyhledat volně dostupné zdroje dat, případně si vektorová data opatřit pomocí Georeferencingu a tvorby nových vrstev (geologické podloží, údaje o výšce území, sesuvy). Rovněž bylo zapotřebí porozumět používaným nástrojům programu ArcGIS 10.0

Stěžejní část práce je statistické zhodnocení sesuvů. V této kapitole jsou popsány vlivy podmínek na jednotlivé typy sesuvů (potenciální, uklidněné, dočasně uklidněné, aktivní). Závěrem, lze říci, že cíle práce byly splněny.

9. Summary

Bachelor thesis Evaluation of landslides in the Bílé Karpaty mountains using GIS was prepared under the direction of Mgr. Libor Hladiš at the Department of Geography, Faculty of Palacky University in Olomouc. The aim of this work was to evaluate the occurrence of landslides in different physical geographic conditions in the Bílé Karpaty mountains.

Part of the work is focused on physical and geographical characteristics of the area of interest and theoretical description of landslides. The second part focuses on the specific mapping of landslides in the Bílé Karpaty mountains and their statistical evaluation including methods described work.

For processing work was necessary to search freely available data sources, or a vector data provide by Georeferencing and the creation of new layers (geology, the altitude areas, landslides). It was also necessary to understand the tools used ArcGIS 10.0. The main part is the statistical evaluation of landslides. This chapter describes the effects of conditions in the different types of landslides (potential, relieved temporarily relieved active). In conclusion, we can say that the objectives of the work were met.

10. Literatura a použité zdroje

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky* [online]. 2012 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z:

http://www.ochranaprirody.cz/wps/portal/cs/aopkcr/aopkcr/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3h_n0BLUzdTEwP3EGNTA0_vUGNHp1BnlwMLA_1wkA7cKtyNCcgbQuQNcABHA30_j_zcVP2C7OwgC0dFRQC39OjQ/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/

Aspect (Spatial Analyst). *ArcGIS Resource Centre* [online]. 2011 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/009z000000tr000000.htm>.

Bílé Karpaty - rozcestník [online]. 2012 [cit. 2013-03-28]. Dostupné z: <http://www.bilekarpaty.cz/>.

BOSSARD, M., J. FERANEC a J. OTAHEL. *CORINE land cover technical guide – Addendum 2000* [online]. European Environment Agency, Květen 2000 [cit. 2013-04-26]. Dostupné z: www.eea.europa.eu/publications/tech40add/at_download/file.

CULEK, M. a kol. *Biogeografické členění ČR*. Praha: Enigma, 1996, 380 s.

CZUDEK, Tadeáš. *Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru*. Tišnov: SURSUM, 1997, 213 s. ISBN 80-857-9927-8.

DEMEK, J. a kol. *Zeměpisný lexikon ČSSR - Hory a nížiny*. Praha: Academia, 1987, 584 s.

Geomorphological hazards and disaster prevention. Editor Irasema Alcántara. New York: Cambridge University Press, 2010, xi, 291 p. ISBN 05-217-6925-6.

DEMERS, Michael N. *GIS modeling in raster*. New York: John Wiley, 2002, 203 s. ISBN 04-713-1965-1.

KUČA, P. a kol. *Chráněná krajinná oblast Biele/Bílé Karpaty*. 1. vyd. Bratislava: Ekológia, 1992.

MACKOVČIN P., MATKOVÁ M. a kol. *Zlínsko*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 2002.

NĚMČOK, A., PAŠEK, J., RYBÁŘ, J. *Dělení svahových pohybů*. Praha: UÚG, 1974.

MITÁŠOVÁ, Helena a Luboš MITÁŠ. *Interpolation by regularized spline with tension: I. Theory and implementation*. issue 6. Illinois: Kluwer Academic Publishers, 1993.

ORŠULÁK a Jan PACINA. *Modelování terénu*. Vydání první. Ústí nad Labem: Centrum digitálních služeb MINO, 2010.

Petříček, V., Pecina, P. *Chráněná krajinná oblast Bílé a Biele Karpaty*. Praha: Nakladatelství Svoboda, 1989.

Prohlížeč služba WMS - ZM 25. *Geoportál ČÚZK* [online]. Praha, 2010 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28stpdIrrxksudsp45mtqgnkqz%29%29/Default.aspx?mode=TextMet&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ZM25-P&metadataXSL=metadata.sluzba&head_tab=sekce-03-gp&menu=31151

QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa*. Praha: ČSAV - GgÚ Brno, 1971, 82 s.

Raster Calculator (Spatial Analyst). *ArcGIS Resource Center* [online]. 2011 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/009z000000z7000000.htm>.

Reclassify (Spatial Analyst). *ArcGIS Resource Centre* [online]. 2011 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/Reclassify/009z000000sr000000/>.

Slope (Spatial Analyst). *ArcGIS Resource Centre* [online]. 2011 [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/009z000000v2000000.htm>.

Svahové nestability - mapové záznamy. *Česká geologická služba* [online]. 2011 [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/sesuvy_cgs/

Tisk geologických map z území ČR. *Mapy.geology.cz* [online]. 2004 [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/website/new_tisk/

Topo to Raster (Spatial Analyst). *ArcGIS Resource Centre* [online]. 2011 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/009z0000006s000000.htm>.

UNWIN, David O'Sullivan. *Geographic information analysis*. 2nd ed. Hoboken, N.J: John Wiley, 2010. ISBN 04-702-8857-4.

ZÁRUBA, Quido a Vojtěch MENCL. *Inženýrská geologie*. Vydání 3. Praha: Academia, 1974, 512 s.

Použitý software

ArcGIS 10.0, ESRI, 2010.

Microsoft Office Excel, Word 2010.

Použitá data

Datová sada ArcČR 500, Arcdata Praha

Data poskytnutá katedrou geografie UPOL

Digitalizovaná data z volně dostupných zdrojů

11. Seznam příloh

Příloha 1 – Sklonitost svahů v CHKO Bílé Karpaty

Příloha 2 – Geologická mapa CHKO Bílé Karpaty

Příloha 3 – Corine Land Cover 2000

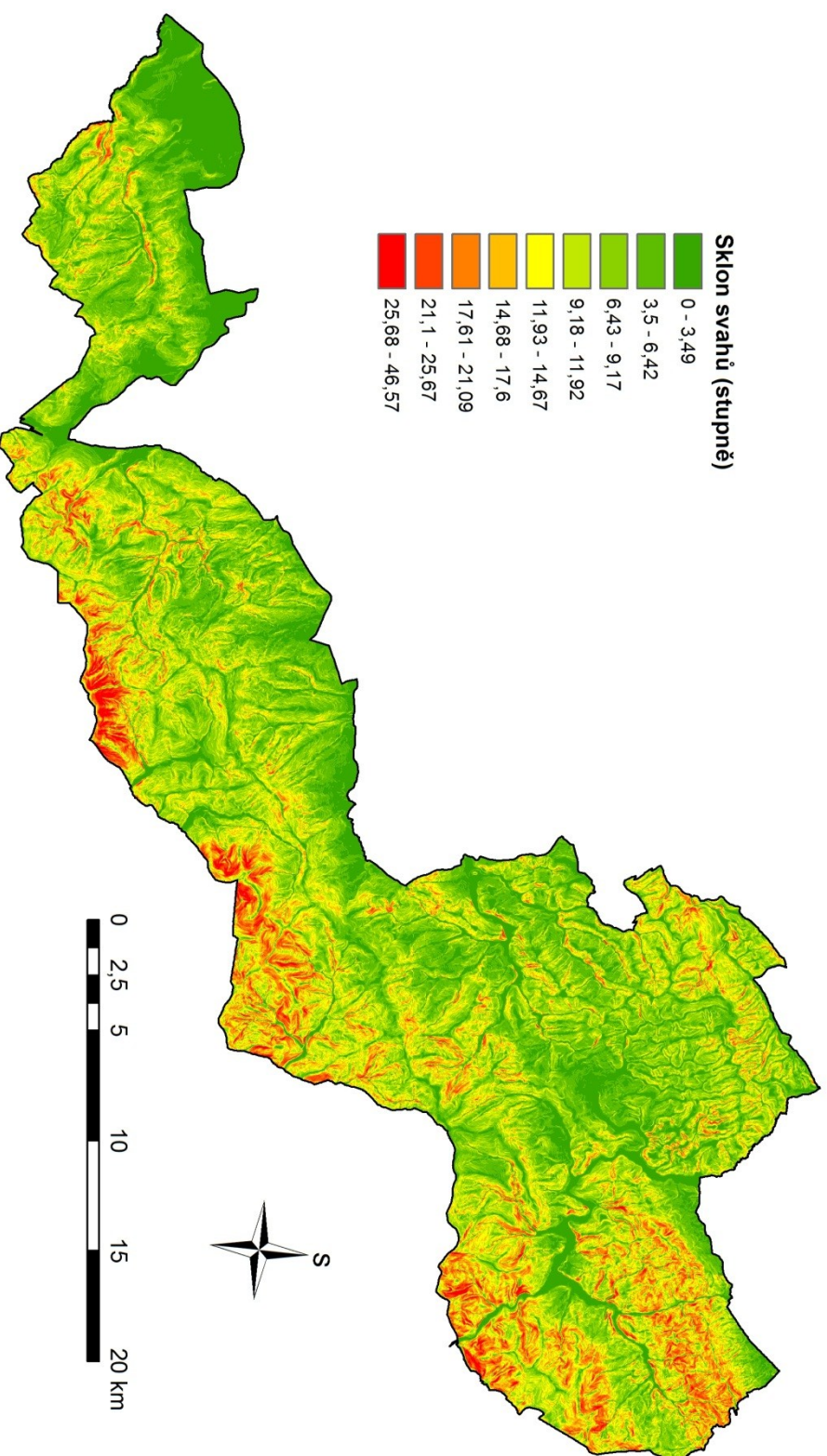
Příloha 4 – Polohopisná mapa CHKO Bílé Karpaty

Příloha 5 – Orientace svahů ke světovým stranám

Příloha 6 – Nadmořská výška (m n. m.)










SKLONITOST SVAHŮ

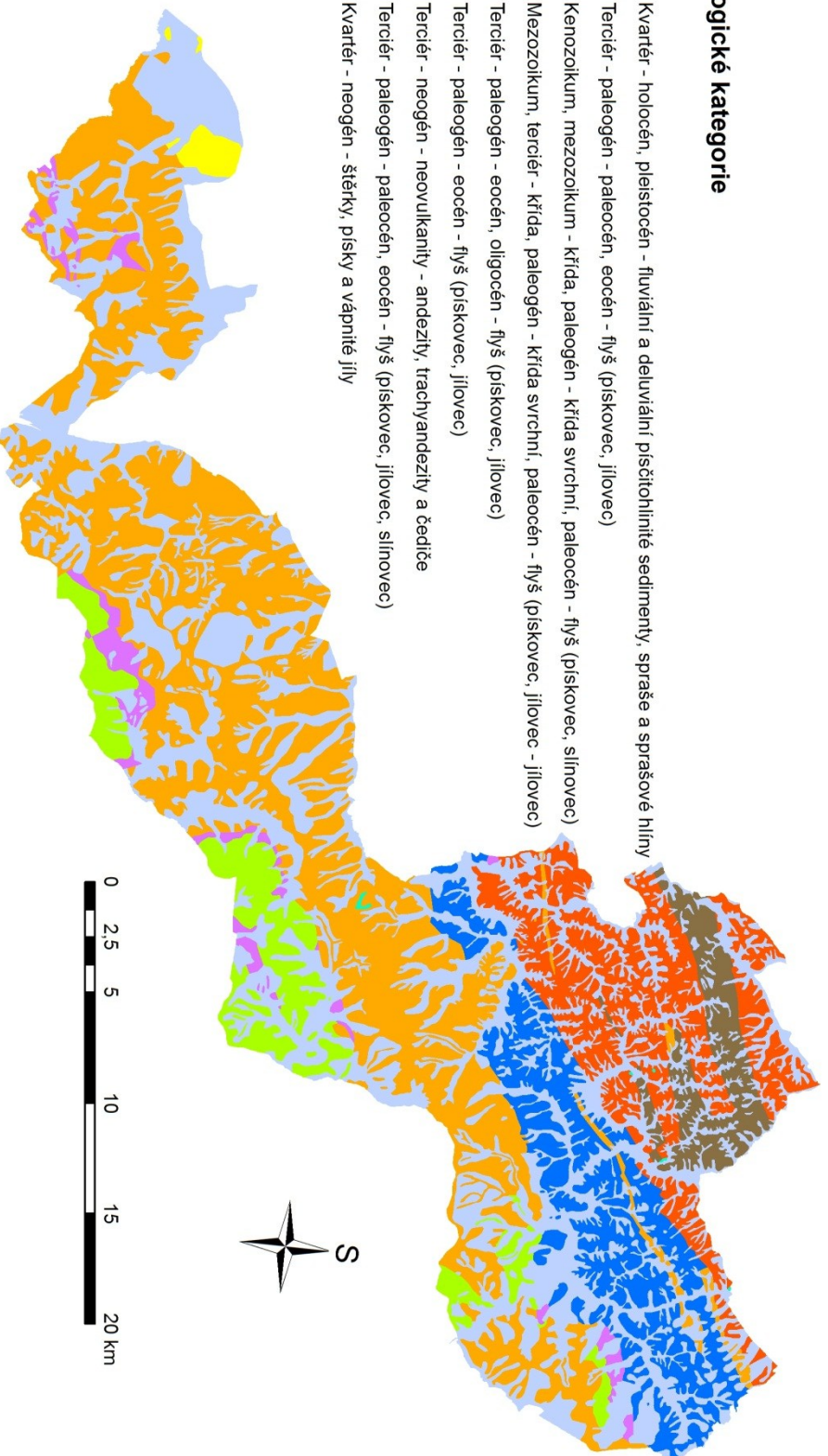
V CHKO BÍLÉ KARPATY



GEOLOGICKÁ MAPA CHKO BÍLÉ KARPATY

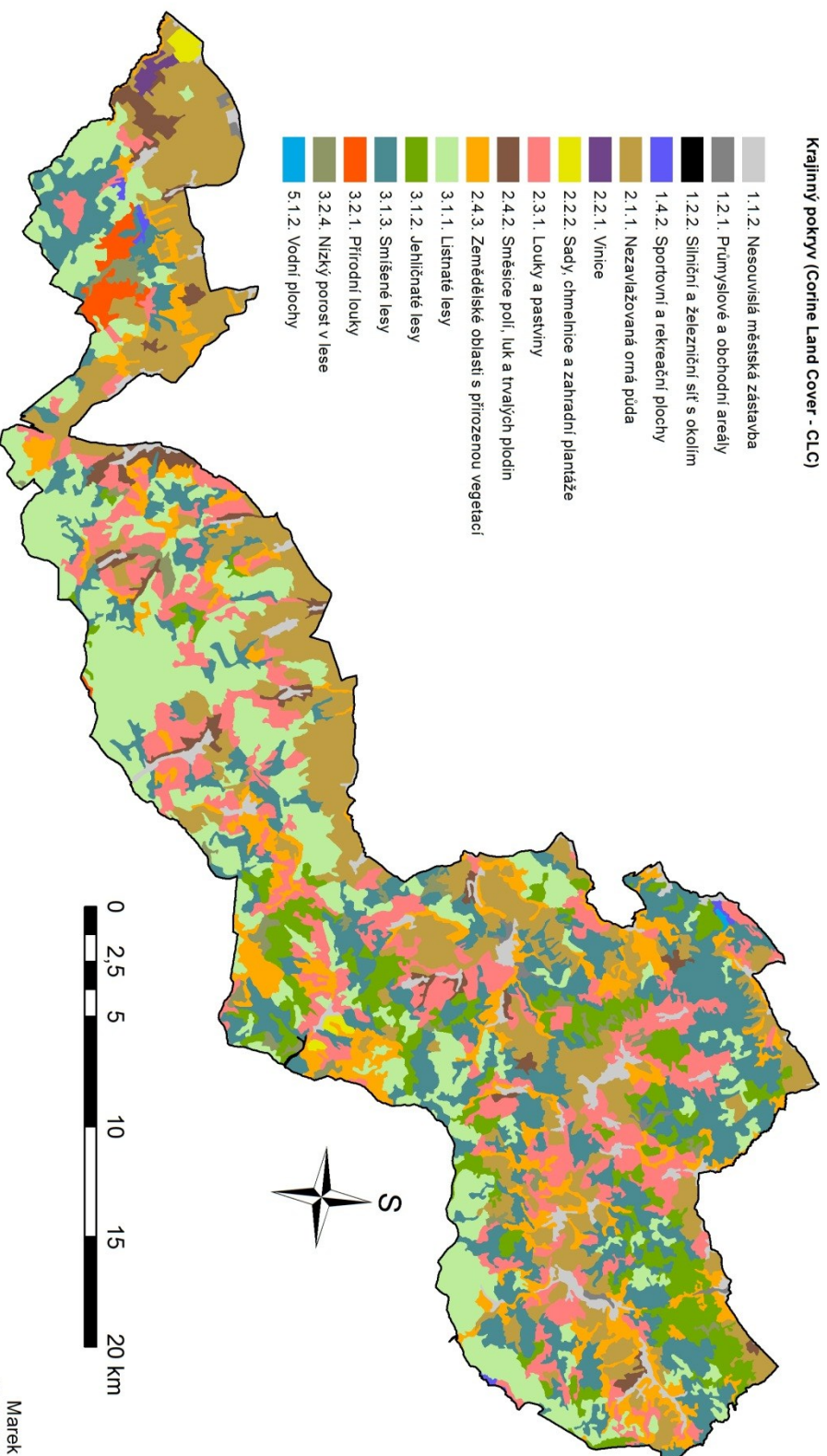
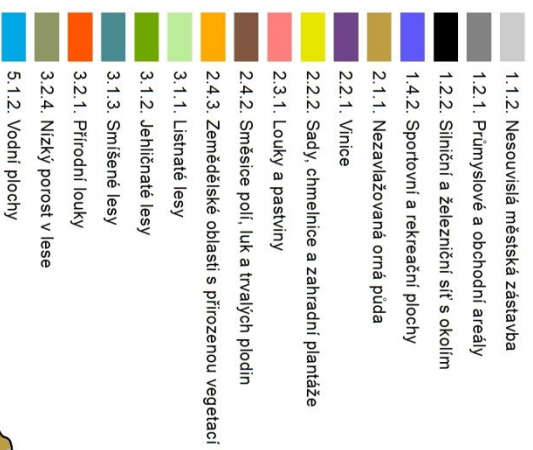
Geologické kategorie

-  Kvartér - holocén, pleistocén - fluvialní a deluvialní písčitohlinité sedimenty, spraše a sprašové hlíny
-  Terciér - paleogén - paleocén, eocén - flyš (pískovec, jílovec)
-  Kenozoikum, mezozoikum - křída, paleogén - křída svrchní, paleocén - flyš (pískovec, slínovec)
-  Mezozoikum, terciér - křída, paleogén - křída svrchní, paleocén - flyš (pískovec, jílovec)
-  Terciér - paleogén - eocén, oligocén - flyš (pískovec, jílovec)
-  Terciér - paleogén - eocén - flyš (pískovec, jílovec)
-  Terciér - neogén - neovulkanity - andezity, trachyandezity a čediče
-  Terciér - paleogén - paleocén, eocén - flyš (pískovec, jílovec, slínovec)
-  Kvartér - neogén - štěrky, pískvy a vápnité jíly



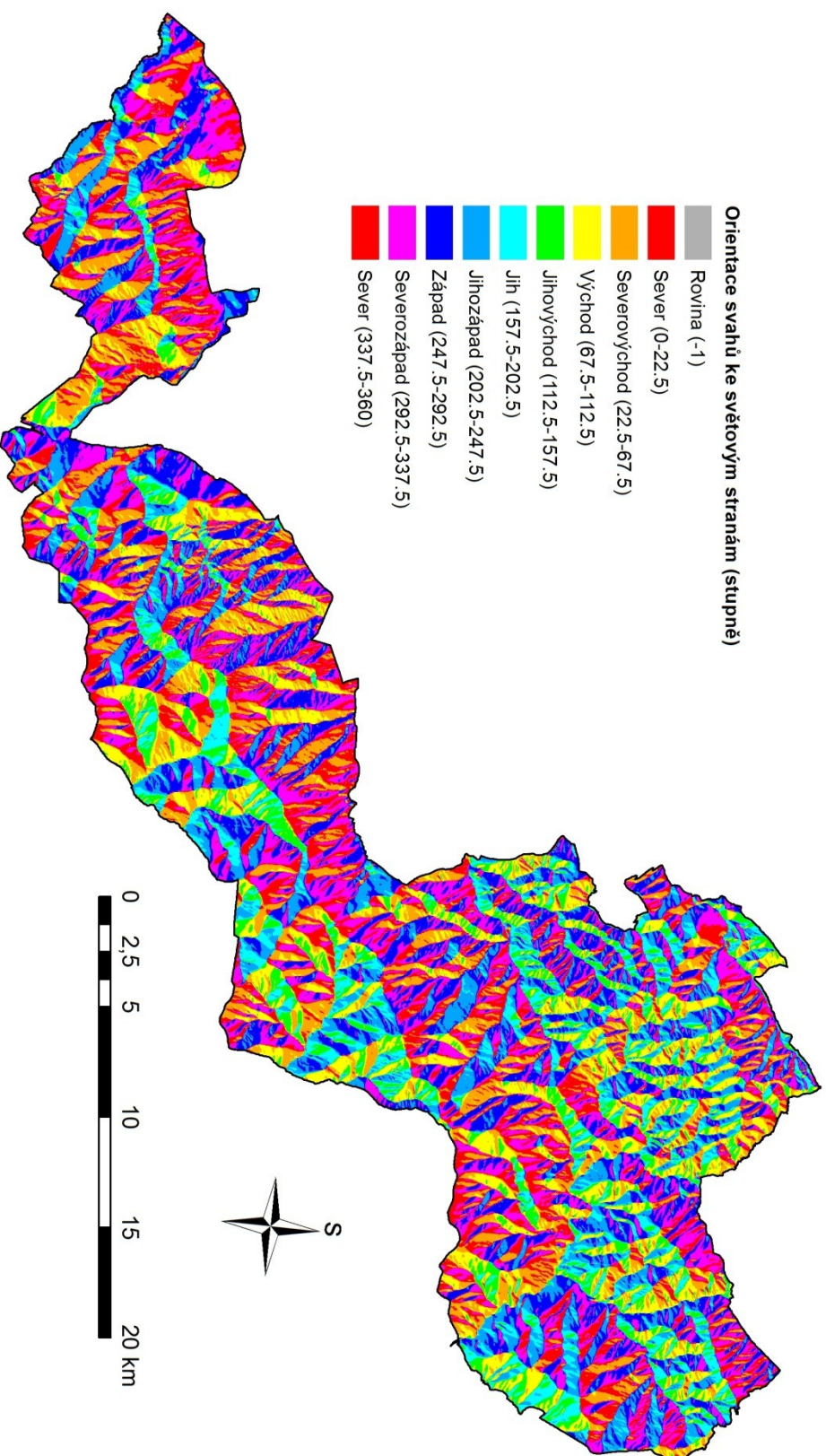
KRAJINNÝ POKRYV DLE CORINE LAND COVER V CHKO BÍLÉ KARPATY

Krajinný pokryv (Corine Land Cover - CLC)



ORIENTACE SVAHŮ KE SVĚTOVÝM STRANÁM

V CHKO BÍLÉ KARPATY



NADMOŘSKÁ VÝŠKA (m n. m.)

V CHKO BÍLÉ KARPATY

Nadmořská výška (m n. m.)

