

Marian MARSCHALKO*

PODMÍNĚNOST VÝSKYTU SVAHOVÝCH DEFORMACÍ VE VNĚKARPATSKÉM FLYŠI
CONDITIONALITY OF SLOPE DEFORMATIONS OCCURRENCE IN OUTER CARPATHIAN
FLYSCH

Abstrakt

V článku byly popsány stručné geomorfologické a geologické poměry flyšového pásma. Jsou zde vymezeny vztahy mezi charakteristikami reliéfu a podložím, uveden geomorfologický vývoj území, morfometrická charakteristika a typické tvary reliéfu (svahy), geologická charakteristika oblasti, klimatické poměry, zvláště s ohledem vlivu srážek na iniciaci a reaktivaci svahových pohybů. Dále byly popsány hydrologické a hydrogeologické poměry karpatského flyše s důrazem na specifické hydrogeologické podmínky, které vytváří vhodné prostředí pro gravitační svahové deformace, stručná inženýrskogeologická charakteristika regionu karpatského flyše, faktory podmiňující výskyt svahových poruch ve vněkarpatském flyši. Byl zpracován digitální model svahů a vytvořena mapa sklonitosti svahů vněkarpatského flyše pomocí programu Surfer, která bude využita v dalších fázích výběru typových modelů svahů a také pro následné studium závislosti změny sklonu svahu na stupeň stability.

Abstract

In the article geomorphological and geological conditions of the flysch zone are described briefly. Relations between the characteristics of the topography and the basement are defined. The geomorphological development of the area, the morphometric characterization and typical features (slopes), the geological characterization of the area, climatic conditions, especially with regard to the influence of rainfall on the initiation and reactivation of slope movements are presented here. Further, hydrological and hydrogeological conditions of the Carpathian Flysch with emphasis put on specific hydrogeological conditions forming an environment suitable for gravitational slope deformation, the brief engineering geological characterization of the Carpathian Flysch region, factors conditioning the occurrence of slope failures in the Outer Carpathian Flysch are described. A digital slope model was created and a map of the gradients of slopes in the Outer Carpathian Flysch was made by means of the Surfer program. The map will be used in the next phases of selecting type slope models and also in the next study of the dependence of a slope gradient change on the degree of stability.

Key words: slope deformation, engineering geology, flysch zone.

1. Úvod

Vněkarpatský flyš představuje z hlediska četnosti výskytu svahových deformací jednu z nejpostiženějších geologických jednotek v České a Slovenské republice. Zejména po povodňové situaci v roce 1997, kdy byl postižen velkým množstvím svahových gravitačních pohybů, iniciovaných a reaktivovaných neobvykle anomálními srážkami.

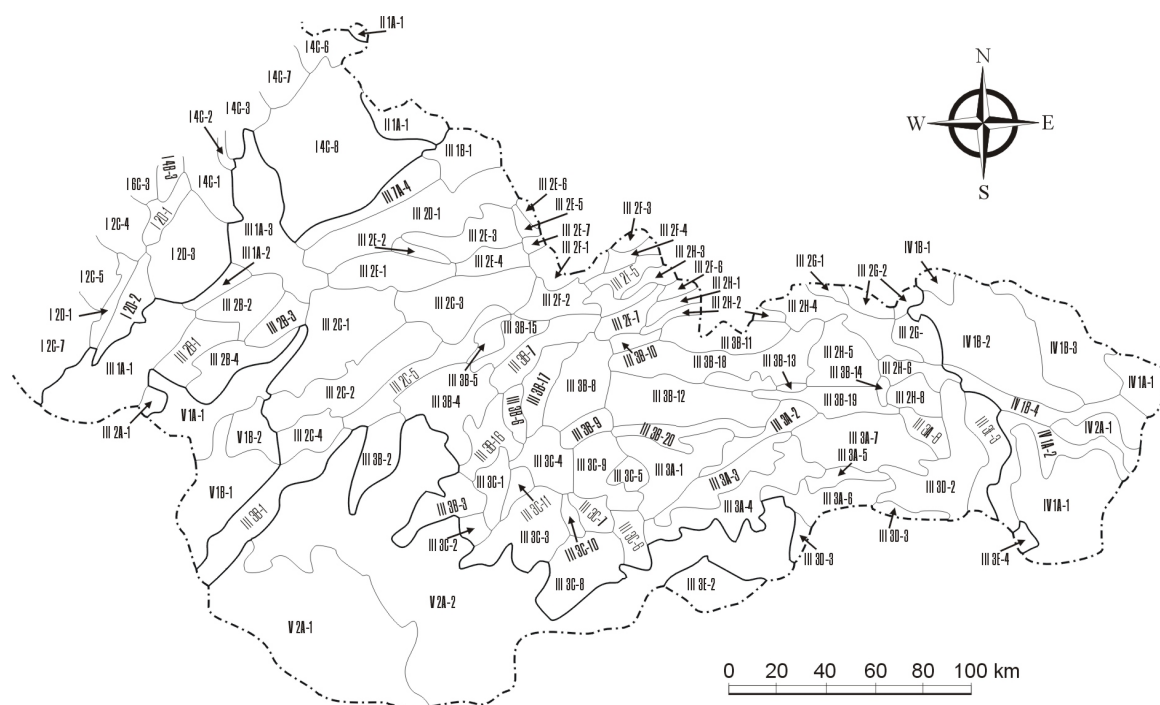
V následujících kapitolách jsou stručně popsány: geomorfologické a geologické poměry flyšového pásma, vztahy mezi charakteristikami reliéfu a podložím, klimatické poměry, hydrologické a hydrogeologické poměry, inženýrskogeologická charakteristika regionu karpatského flyše, faktory podmiňující výskyt svahových poruch v této geologické jednotce s uvedením digitálního modelu terénu a mapy sklonitosti svahů.

* Ing., Ph.D., Institut geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, VŠB - Technická univerzita Ostrava, tř.17.listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba, Tel: 00/420/596993505, E-mail: marian.marschalko@vsb.cz

2. Stručné geomorfologické a geologické poměry flyšového pásma.

Podle regionálního a typologického geomorfologického členění (obr. 2.1) patří flyšové pásmo do provincie Západní Karpaty, soustavy Vnější Západní Karpaty. Na území České a Slovenské republiky zahrnuje tyto geomorfologické celky: Ždánický les (III.2.B-1), Chříby (III.2.B-3), Vizovická vrchovina (III.2.C-1), Bílé Karpaty (III.2.C-2), Javorníky (III.2.C-3), Západní Beskydy (III.2.E), Hostýnsko-vsetínská hornatina (III.2.E-1), Moravskoslezské Beskydy (III.2.E-3), Kysucké Beskydy (III.2.F-1), Oravské Beskydy (III.2.F-3), Oravská Magura (III.2.F-6), Čergov (III.2.G-3), Skorušinské vrchy (III.2.H-1), Spišská Magura (III.2.H-4), Nízké Beskydy (IV.1.B), Busov (IV.1.B-1), Ondavská vrchovina (IV.1.B-2), Laborecká vrchovina (IV.1.B-3).

Reliéf flyšového pásma je ve svých základních rysech ovlivněn odlišnou geomorfologickou hodnotou flyšových hornin, kterými jsou tyto jednotky budovány a tektonickými pohyby od paleogénu až po kvartér. Pro flyšové pásmo je typické střídání méně a více členitých oblastí. Tak např. u reliéfu ústředního hřbetu Radhošťské hornatiny vidíme málo členitý kompaktní reliéf budovaný komplexem pevných glaukonitických pískovců středních vrstev godulských. Naopak členitý reliéf můžeme vidět na severu, kde v horninách různě odolných vůči exogenním procesům (spodní godulské vrstvy, pestré godulské vrstvy a ostravické pískovce) se střídají návrší, strukturální plošiny a zálomy s méně členitým reliéfem.



Obr. 2.1 Základní geomorfologické jednotky (Demek, Mištera, 1985)

Provincie	soustava	podstava	celek
III. Západní Karpaty	III.2 Vnější Západní Karpaty	III.2.A Jihomoravské Karpaty	III.2.A -1 Mikulovská vrchovina
		III.2.B Středomoravské Karpaty	III.2.B -1 Ždánický les
			III.2.B -2 Litenčická pahorkatina
			III.2.B -3 Chříby
		III.2.C Moravsko-slovenské Karpaty	III.2.C -1 Vizovická vrchovina
			III.2.C -2 Bílé Karpaty
			III.2.C -3 Javorníky
			III.2.C -4 Myjavská pahorkatina
			III.2.C -5 Považské podolie
		III.2.D Západobeskydské podhůří	III.2.D -1 Podbeskydská pahorkatina
		III.2.E Západní Beskydy	III.2.E -1 Hostýnsko-vsetínská hornatina
			III.2.E -2 Rožnovská brázda
			III.2.E -3 Moravskoslezské Beskydy
			III.2.E -4 Turzovská vrchovina
			III.2.E -5 Jablunkovská brázda
			III.2.E -6 Slezské Beskydy
			III.2.E -7 Jablunkovské mezihoří
		III.2.F Střední Beskydy	III.2.F -1 Kysucké Beskydy
			III.2.F -2 Kysucká vrchovina
			III.2.F -3 Oravské Beskydy
			III.2.F -4 Podbeskydská brázda
			III.2.F -5 Podbeskydská vrchovina
			III.2.F -6 Oravská Magura
			III.2.F -7 Oravská vrchovina
		III.2.G Východní Beskydy	III.2.G -1 Pieniny
			III.2.G -2 Ľubovnianska vrchovina
			III.2.G -3 Čergov
		III.2.H Podhůřno-magurská podstava	III.2.H -1 Skorušinské vrchy
III.2.H -2 Podtatranská brázda			
III.2.H -3 Oravská kotlina			
III.2.H -4 Spišská Magura			
III.2.H -5 Levočské vrchy			
III.2.H -6 Bachureň			
III.2.H -7 Spišsko-šarišské medzihorie			
III.2.H -8 Šarišská vrchovina			
IV. Východní Karpaty	IV.1 Vnější Východní Karpaty	IV.1.A Poloniny	IV.1.A -1 Bukovské vrchy
		IV.1.B Nízke Beskydy	IV.1.B -1 Busov
			IV.1.B -2 Ondavská vrchovina
			IV.1.B -3 Laborecká vrchovina
	IV.1.B -4 Beskydské predhorie		
IV.2 Vnitřní Východní Karpaty	IV.2.A Vihorlatsko-gutínska podstava	IV.2.A -1 Vihorlatské vrchy	

Podobně to můžeme vidět v její západní části, kde se projevuje silná litologická proměnlivost istebňanského souvrství, které je zde budováno pískovci, slepenci a jílovcí.

2.1 Vztahy mezi charakteristikami reliéfu a podložím.

Reliéf, vzniklý v neogénu, byl výrazně přemodelován glacigenními, zejména periglaciálními pleistocenními procesy (Stehlík, 1961). Střídání různě odolných pískovců, slepenců a jílovců, jejich zastoupení a vzájemný poměr, ovlivňují podstatným způsobem morfometrické charakteristiky jako jsou např.: průběh údolní sítě, sklony svahů, relativní výšky hřbetů, hustota erozní sítě atd. Geomorfologický význam hornin je ovlivněn především jejich zrnitostí, jakostí a typem tmelu, mocností stejnorodých poloh, množstvím a mocností různých vložek odlišných fyzikálně-mechanických vlastností, dále zvrstvením, hustotou puklin, propustností a dalšími faktory (Buzek et al., 1986).

2.1.1 Geomorfologický vývoj území

Základní charakter reliéfu je dán složitými tektonickými pohyby a reliéfortvornými procesy v terciéru a kvartéru. V celém území se odráží vlastnosti podloží, zvláště jeho odolnost vůči zvětrávání a odnosu. Velmi důležité pro geomorfologický vývoj této oblasti bylo střídání období tektonické aktivity s obdobími tektonického klidu, v nichž probíhalo silné zarovnávaní reliéfu, spojené s působením eroze a denudace a následného odnosu. Toto střídání dalo základ vzniku několika generacím plošin.

Z geodynamických procesů je nejvýznamnější hluboké zvětrávání, svahová eroze a svahové pohyby. Z periglaciálních procesů se uplatňovala soliflukce modelující oblé formy reliéfu, která vytvářela akumulace mocných svahových hlín (průměrně 5 až 8 m) na úpatích pohoří a v lokálních depresích. Gravitační pohyby zasáhly i navětralé části flyšového podkladu a způsobily tzv. hákování vrstev, které při povrchním hodnocení odkryvů často zapříčiňuje nesprávné závěry o úložních poměrech hornin ve svahu. Deluviální hlíny jsou silně jílovité a z tohoto důvodu většinou mají nevhodné geotechnické vlastnosti pro stabilitu svahů. V širokých rovinných územích v předhoří flyšových hornatin i vrchovin se uplatňovala a uplatňuje výmolová eroze (Beskydy, Bílé Karpaty, Javorníky, aj.). Výrazně se projevila během povodňové situace v roce 1997, kdy byla příčinou vzniku a reaktivace celé řady svahových gravitačních pohybů (viz. kapitola 3 a 6.1).

2.1.2 Morfometrická charakteristika a typické tvary reliéfu (svahy)

Oblasti flyšových hornatin

Flyšové hornatiny jsou rozloženy v mohutném oblouku a vrcholy jejich hlavních masívů dosahují nadmořské výšky 1000 - 1300 m. Mají relativně jednotvárné litologické složení a jednoduchou geologickou stavbu. Formování makroreliéfu a mezoreliéfu se odrazilo ve větší morfologické monotónnosti, v osové usměrňenosti hřbetů a údolí, i v typu říční sítě. Energie reliéfu je tu nižší, amplitudy již jsou 100 až 500 m rel. Celkový ráz krajiny je charakterizován měkkými tvary s plochými hřbety, širokými subsekventními údolními s mírnými svahy, erozními kotlinami a brázdami. U pískovcových a slepencových souvrství jsou vymodelovány selektivní denudační strmější vysoké hřbety (až monoklinální kvesty), které jsou prořezány hlubokými údolními příčnými toků.

Oblasti flyšových vrchovin a pahorkatin

V těchto oblastech jsou značně rozšířeny především deluviální sedimenty vzniklé zejména periglaciální soliflukcí, která přemístila velké množství zvětralin a málo odolného podkladu do lokálních depresí a k úpatím svahů (extrémní mocnost 18-20 m). Oblasti flyšových vrchovin se vytvořily zejména na širokých převážně jílovcových komplexech a na komplexech relativně rychlého střídání psamitických a pelitických hornin. Amplitudy reliéfu jsou 50 - 200 m rel.. Reliéf území je monotónní, převládají mírné sklony měkce modelovaných svahů, zaoblené hřbety a široká mělká údolí. Méně časté jsou morfologicky aktivní formy reliéfu na slepencových, pískovcových komplexech a vápencích, kde vznikají skalní bradla, protáhlé ostré hřbety aj.

Svahy

Z hlediska záměru této práce uvádím pouze stručnou charakteristiku nejdynamičtějších tvarů – svahů.

Tyto prvky reliéfu flyšových Karpat mají profil převážně konvexně-konkávniho tvaru. V horních částech těchto svahů jsou oblasti odnosu a na povrch často vystupuje skalní podloží. Dolní, konkávní část svahu, je překryta svahovými sedimenty. Geneticky můžeme rozdělit svahy na erozně-denudační, akumulační a zlomové, které se s největší pravděpodobností ve flyšových sedimentech nemohly udržet ve své původní podobě i pozici a byly postupně přemodelovány (Buzek et al., 1986).

Příkré erozně-denudační svahy se sklonem nad 20° se vyskytují především v odolných pískovcových komplexech a jejich geneze je tektonicky předisponována.

Mírné erozně-denudační svahy se sklonem do 20° jsou zpravidla kryty mocnějšími svahovými sedimenty. Kvartérní údolíčka, která je místy prořezávají až na skalní podklad, mají méně výrazný příčný profil ve srovnání se stržemi na příkrých svazích.

Svahy na akumulacích pokryvech zpravidla svým sklonem přesahují 8° a jsou zastoupeny především soliflukčními sedimenty při přechodu do velkých údolí a kotlin. Od erozně denudačních svahů jsou převážně odděleny úzkým pruhem příkřejších svahů na suťových osypech. Při vyústění velkých údolí do kotlin a brázd jsou akumulacní svahy tvořeny náplavovými kužely a proluvii.

2.2 Geologická charakteristika

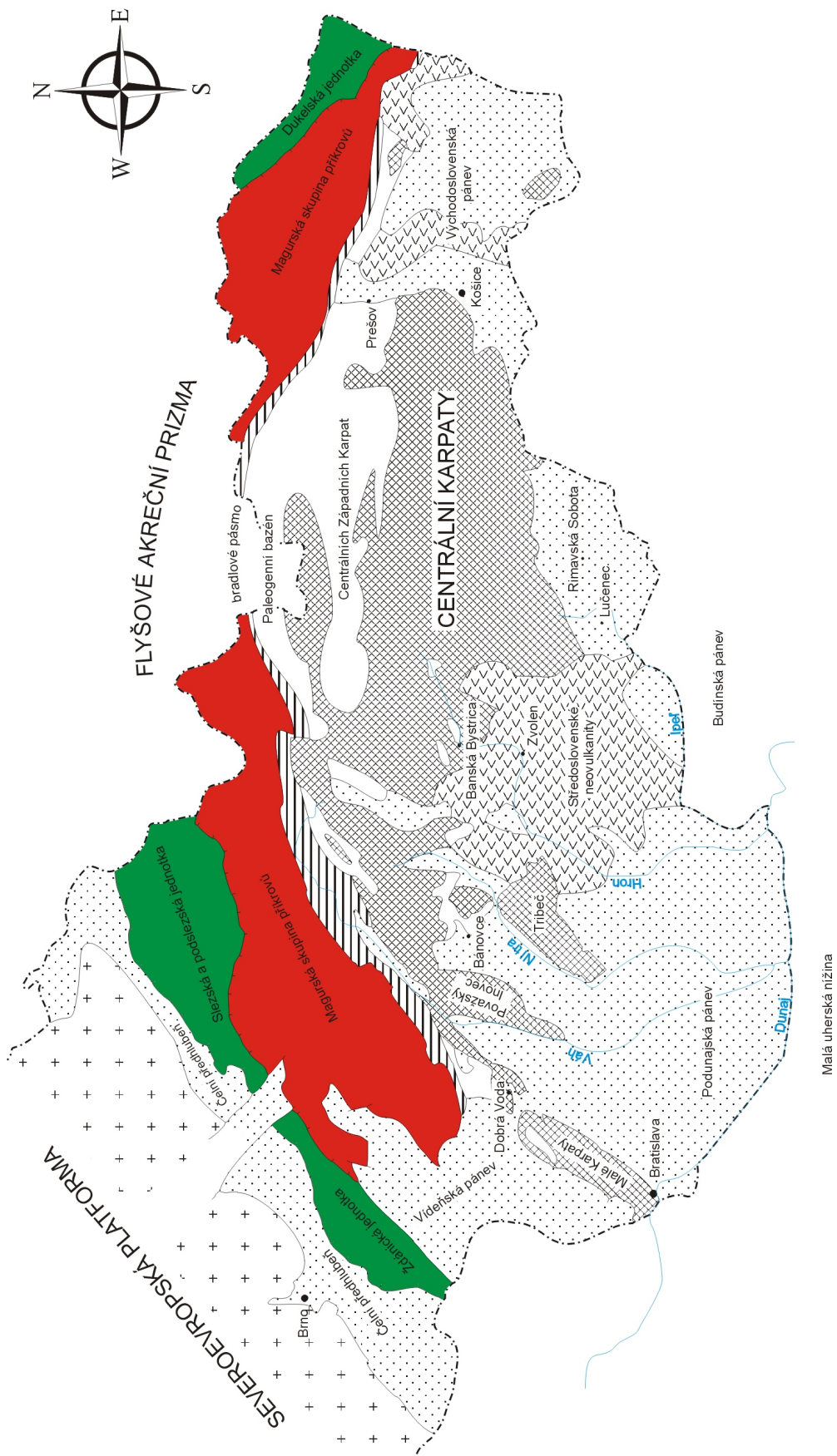
Flyšové pásmo patří k externidám Vnějších Západních Karpat. Jeho pozici ukazuje tabulka 2.2.1 (Kováč, 1993). Tvoří neoalpínské akreční prizma (obr. 2.2.1), které se nachází v čele nasouvající se plotny ranněalpínských konsolidovaných Centrálních Západních Karpat.

Podle geofyzikálních údajů (Mišík et al., 1985) a vrtného průzkumu (Stránik et al., 1993) dosahuje mocnost flyšového pásma 5 až 7 km. Je to způsobeno velkou primární mocností sedimentárních souvrství a tektonickým nakupením. Nachází se zde také čočky jurských vápenců (ve starších pracích označované jako „vnější bradlové pásmo“) odtržené z podloží při převrásnění flyšového pásma.

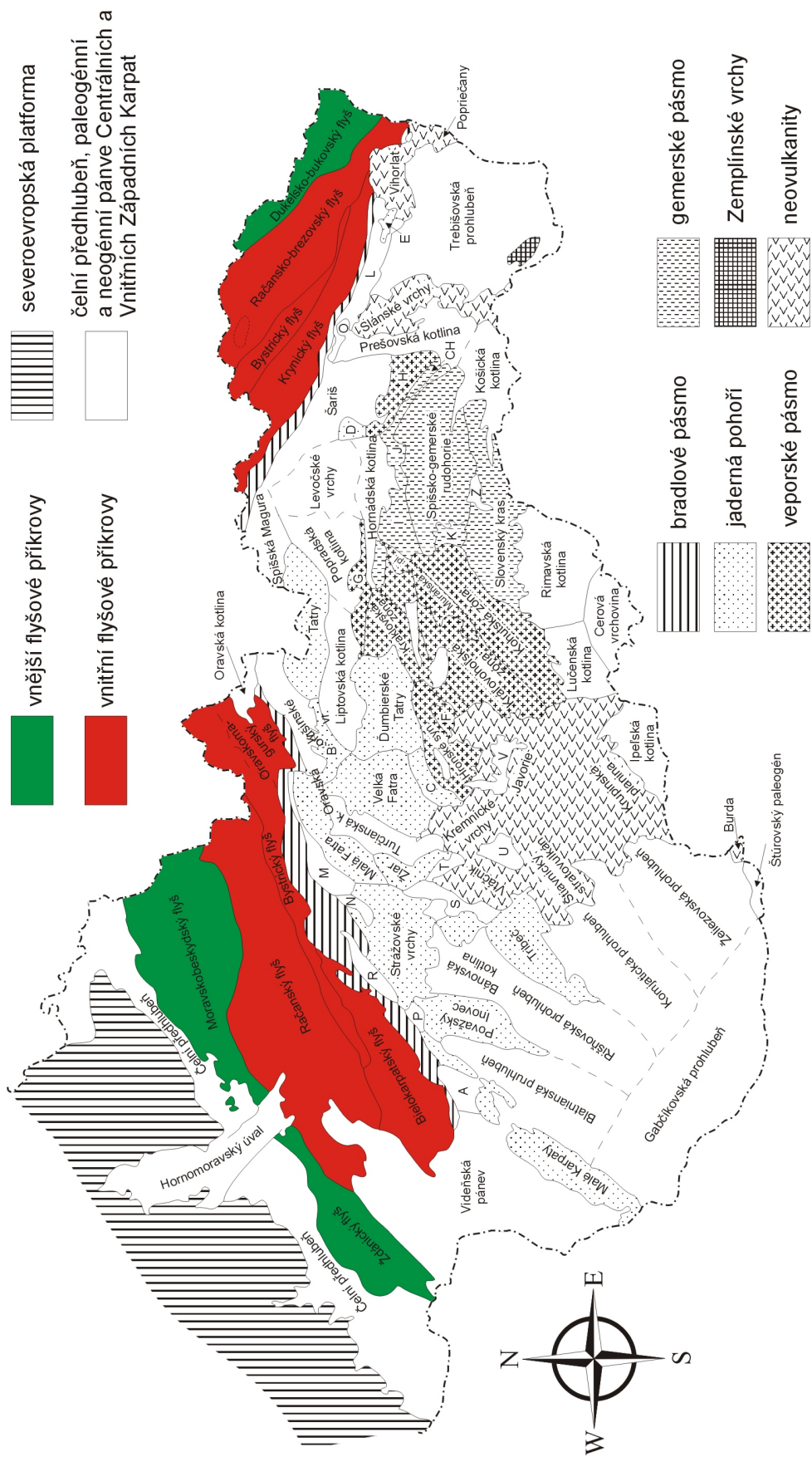
Tab. 2.2.1 Pozice flyšového pásma v rámci morfostrukturního a geologického členění Západních Karpat (podle Kováč et al., 1993) - *zájmové území

EXTERNIDY	<i>Vnější Západní Karpaty</i>	<i>čelní předhlubeň</i>	
		<i>flyšové pásmo *</i>	<i>vnější krosněnská zóna</i>
			<i>vnitřní magurská zóna</i>
		<i>bradlové pásmo</i>	<i>Čorštýnská jednotka</i>
<i>Kysucko – pieninská jednotka</i>			
INTERNIDY	<i>Centrální Západní Karpaty</i>	<i>příbradlové pásmo</i>	<i>Klapská jednotka</i>
			<i>Manínská jednotka</i>
		<i>pásmo jáderných pohoří</i>	<i>Tatrikum</i>
			<i>Subtatranské příkrovy</i>
	<i>veporské pásmo</i>	<i>Veporikum</i>	
		<i>Chočský a muránský příkrov</i>	
	<i>gemerské pásmo</i>	<i>Gemerikum</i>	
		<i>silický příkrov</i>	
<i>Vnitřní Západní Karpaty</i>	<i>meliatské pásmo</i>		
	<i>pásmo Bükku</i>		

Mohutnou zónu flyšového pásma tvoří příkrovy, které obsahují souvrství křídových a paleogenních sedimentů, usazených zejména z turbiditních proudů. Geologickou stavbu tvoří dvě zóny, vnější (krosněnská) zóna a vnitřní (magurská), vyvrásněné na konci paleogénu a ve středním miocénu. Bližší členění je uvedeno v tabulce 2.2.2 a na obrázku 2.2.2. Dráha násunu vnitřních flyšových příkrovů na vnější straně je až 40 km (na východním Slovensku). Flyšové pásmo jako celek je nasouváno na neogenní čelní předhlubeň v délce až 25 km. Jednotky flyšového pásma byly úplně odtrženy od svého podkladu a nasunuty na platformní předpolí Českého masívu (obr. 2.2.3).



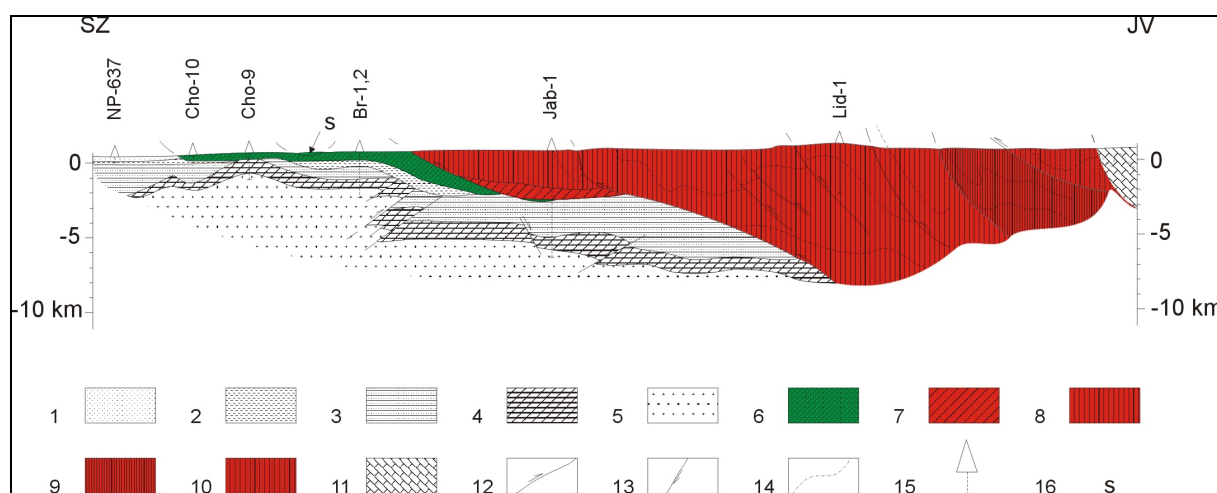
Obr. 2.2.1 Tektonická skica Západních Karpat (Kováč et al., 1993)



Obr. 2.2.2 Geologické a morfostrukturní členění Západních Karpat (Vass et al., 1988)

Tab. 2.2.2 Členění flyšového pásma (podle Kováč et al., 1993)

Zóna	Jednotka	Poznámka
Vnější (krosnenská) zóna	podslézského příkrovu (ždánicko-podslézská) slezského příkrovu duklianská předmagurská	zvrásněná během neogénu
Vnitřní (magurská) zóna	račanského příkrovu bystrického příkrovu bělokarpatského příkrovu krynického příkrovu	zvrásněná během paleogénu



Obr. 2.2.3 Profil částí Západních Karpat s flyšovým pásmem (Stránik et al., 1993)

Geologický řez Blahutovice – Vršatec

1 – střední miocén (baden) karpatské předhlubně, 2 – spodní miocén karpatské předhlubně, 3 – uhlonosný svrchní karbon a kulmský vývoj spodního karbonu, 4 – karbonáty devonu až spodního karbonu, 5 – krystalinikum brunovistulika, 6 – podslézská jednotka, 7 – předmagurská jednotka, 8 – račanská jednotka magurské skupiny příkrovů, 9 – bystrická jednotka magurské skupiny příkrovů, 10 – bělokarpatská jednotka magurské skupiny příkrovů, 11 - pieninské bradlové pásmo, 12 – příkrovy a přesmyky, 13 – zlomy, 14 – strukturální linie vnitřní stavby příkrovů, 15 – vrty, 16 – s (slezská jednotka)

3. Klimatické poměry

Klimatické poměry na území karpatského flyše lze charakterizovat podle klimatických klasifikací, kterých byla vypracována celá řada. Podle Alisovy genetické klasifikace (Buzek et al., 1986) leží flyšové pásmo Karpat v mírném pásmu na hranicích mezi oblastí atlanticko-kontinentální a oblastí evropsko-kontinentální, tedy na hranici mezi přímořským a kontinentálním klimatem. Charakteristický je výskyt vzduchových hmot mírných šířek, zatímco výskyt arktických nebo tropických vzduchových hmot je poměrně řídký.

Podle Köppenovy klasifikace, lze oblast karpatského flyše zařadit do skupiny klimatu Cfb, event. Dfb, podle toho zda teplota nejméně chladnějšího měsíce je vyšší nebo nižší než -3°C , přičemž srážky jsou v obou oblastech během roku rozděleny rovnoměrně (písmeno f) a alespoň čtyři měsíce mají průměrnou teplotu vyšší než 10°C . Pouze oblasti nad 1200 m n.m. patří již do oblastí Dfc, charakterizované alespoň jedním měsícem s teplotou nad 10°C (Buzek et al., 1986).