

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY  
Katedra fyzické geografie a geoekologie



**KAMENNÁ MOŘE NA ŠUMAVĚ**  
*(bakalářská práce)*

Zuzana BERANOVÁ

Vedoucí práce: RNDr. Marek Křížek, Ph.D.

Praha 2009

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala sama a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje.

V Praze dne 25. 5. 2009

.....

Ráda bych poděkovala RNDr. Marku Křížkovi, Ph.D. a Mgr. Kláře Vočadlové za odborné vedení, připomínky a strávený čas a dále svým nejbližším za trpělivost.

## **ABSTRACT**

### **Blockfields in the Bohemian Forest**

The aim of this bachelor's thesis was to locate blockfields in the Šumava Mts. (the Bohemian Forest) and characterize them shortly. Blockfields were classified in same group with other types of block accumulations (block streams, talus slopes, talus streams, debris avalanches and rock glaciers), because these forms of relief cannot be properly differentiated in the topographic maps and orthophotos which were used in this work. In Šumava Mts. 155 block accumulations were found and morphometrically analyzed (using the information of area, altitude, inclination, aspect and lithology). Topmost part of Šumava Mts. (over 1000 m a. s. l.) was analyzed more deeply - it was compared, whether the representation of block accumulations in a particular category of the phenomenon (for example altitude) matches the participation of this category in the topmost part of Šumava Mts. It was found out that the spatial distribution of block accumulations is very unequal. In some places was found higher occurrence of block accumulations than would be expected if the distribution was equal. All located accumulations in Šumava Mts. were divided into 3 groups and one specific accumulation. These groups were mostly based on the area and aspect of accumulations. The topmost part of Šumava Mts. was also compared with similar parts in the Czech Massif (Jeseníky Mts., Giant Mts.).

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b>	<b>7</b>
<b>2. METODIKA</b>	<b>8</b>
<b>3. FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ</b>	<b>11</b>
3.1 GEOGRAFICKÁ POLOHA	11
3.2 GEOLOGIE	12
3.2.1 GEOLOGICKÝ VÝVOJ	12
3.2.2 GEOLOGICKÁ STAVBA ŠUMAVY	12
3.3 GEOMORFOLOGIE	15
3.4 KLIMA	17
3.4.1 TEPLoty	17
3.4.2 SRAŽKY A VÍTR	19
3.5 VODSTVO	21
3.6 PŮDY	23
3.7 VEGETACE	24
<b>4. KAMENNÁ MOŘE A DALŠÍ BLOKOVÉ AKUMULACE</b>	<b>26</b>
4.1 KAMENNÁ MOŘE	26
4.1.1 DEFINICE	26
4.1.2 TYPY	27
4.1.3 CHARAKTERISTIKA	27
4.1.4 PŮVOD	29
4.1.5 VÝSKYT NA ŠUMAVĚ	31
4.2 KAMENNÉ PROUDY	33
4.3 SUŤOVÁ POLE	35
4.4 SUŤOVÉ PROUDY	37
4.5 KAMENNÉ LEDOVCE	38
4.6 MURY	39
<b>5. VÝSLEDKY MORFOMETRICKÉ ANALÝZY</b>	<b>41</b>
5.1 ROZMÍSTĚNÍ A ROZLOHA	41
5.2 NADMOŘSKÁ VÝŠKA	43
5.3 SKLONITOST	46
5.4 EXPOZICE	48
5.5 GEOLOGICKÉ PODLOŽÍ	50
5.6 SHLUKOVÁ ANALÝZA	51
<b>6. DISKUSE</b>	<b>53</b>
6.1 ROZMÍSTĚNÍ A ROZLOHA	53
6.2 NADMOŘSKÁ VÝŠKA	54
6.3 SKLONITOST	55
6.4 EXPOZICE	56
6.5 GEOLOGICKÉ PODLOŽÍ	57

<b>6.6 SHLUKOVÁ ANALÝZA</b>	<b>57</b>
<b>7. ZÁVĚR</b>	<b>59</b>
<hr/>	
<b>8. LITERATURA</b>	<b>61</b>
<b>8.1 MONOGRAFIE</b>	<b>61</b>
<b>8.2 ELEKTRONICKÉ ZDROJE</b>	<b>63</b>
<b>8.3 MAPOVÉ PODKLADY</b>	<b>64</b>
<b>9. SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A PŘÍLOH</b>	<b>65</b>

# 1. Úvod

Předložená bakalářská práce studuje kamenná moře na území geomorfologického celku Šumava. Ačkoli v odborné literatuře je termín kamenné moře hojně používán, jeho definice se často výrazně liší. V zásadě se jedná o „souvislé plochy pokryté kameny či většími balvany až bloky“ (Vítek, 1997, s. 458). Podrobnější definice a rozdíly oproti jiným tvarům blokových akumulací jsou popsány v kapitole 4.

Dosavadní geomorfologické prozkoumání Šumavy není příliš podrobné a ke komplexnější charakteristice území je třeba ještě mnohých výzkumů. Tato práce se snaží podpořit v současnosti probíhající grant GAUK „Vývoj pleistocénního zalednění české části Šumavy“. Kamenná moře jsou v tomto projektu studována jako tvar vzniklý ve stejných klimatomorfo-genetických podmínkách jako glaciální či nivační formy reliéfu (Vočadlova, 2009).

Hlavním cílem bakalářské práce je vymezit lokality výskytu šumavských kamenných moří a stručně tyto tvary charakterizovat, rozřadit je na základě morfometrických charakteristik do skupin a popsat případné zákonitosti jejich výskytu.

Po vysvětlení použité metodiky obsahuje práce tři hlavní části (kapitola 3 - 5). Kapitola 3 shrnuje současné fyzickogeografické poměry na Šumavě včetně naznačení geologického a geomorfologického vývoje oblasti. Kapitola 4 je rešerší odborné literatury věnované kamenným mořím a dalším typům blokových akumulací a v kapitole 5 jsou shrnuty výsledky morfometrické analýzy. Poslední kapitoly poskytují prostor pro diskusi nad zjištěnými skutečnostmi a vyvození závěrů. Práci uzavírá seznam použité literatury a seznam obrázků, tabulek a příloh.

## 2. Metodika

Zájmové území se shoduje s geomorfologickým celkem Šumava (Balatka - Kalvoda, 2006) a má velikost přibližně 1671 km<sup>2</sup> (Chábera, 1987). K vymezení jednotlivých kamenných moří bylo použito topografických map a ortofotomap (leteckých snímků). Vzhledem k obtížnosti odlišit v těchto materiálech kamenná moře od podobných typů blokových akumulací, je v metodické a analytické části práce raději používán termín blokové akumulace.

Barevné ortofotomapy s rozlišením 0,5 m byly využity z mapových služeb Portálu veřejné správy České republiky (CENIA, 2005-2009). Topografické mapy patřily do Základní mapy ČR v měřítku 1 : 25 000 (ČÚZK). Byly použity listy 21-421, 21-423, 21-424, 21-441, 21-442, 21-444, 22-313, 22-331, 22-332, 22-333, 22-334, 22-341, 22-343, 22-344, 32-111, 32-112, 32-121, 32-122, 32-123, 32-124, 32-141, 32-142, 32-144, 32-211, 32-213, 32-231, 32-233, 32-411, 32-413, 32-412 a 32-414.

Při práci s ortofotomapami byly zaznamenány všechny plochy souvisle pokryté kameny. Jejich tvar byl v některých případech upraven podle topografických map, kdy došlo většinou k rozšíření o části zakryté na snímcích vegetací. Pro topografické mapy byla zvolena minimální velikost akumulace 1000 m<sup>2</sup> (přibližně odpovídá nejmenší akumulaci zachycené z leteckých snímků), další kritéria se lišila dle druhu vydání. U map staršího vydání byly vymezovány akumulace pouze v místech těsně na sebe nakupených trojúhelníků (téměř se dotýkajících), u map novějšího vydání byly za blokovou akumulaci považovány minimálně tři bodové značky (skupina balvanů) vzdálené svými středy v přepočtu maximálně 50 m.

V softwaru ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) byla vytvořena vektorová vrstva blokových akumulací sloužící jako podklad pro mapu rozmístění vymezených akumulací (Příloha 1). Dále byl vytvořen digitální model území z vektorových vrstev Topografické mapy DMÚ 1:25 000 (GŠ AČR). Použity byly listy: M-33-099-A-a, M-33-099-A-b, M-33-099-A-c, M-33-099-A-d, M-33-099-B-c, M-33-099-B-d, M-33-099-C-b, M-33-099-D-a, M-33-099-D-b, M-33-099-D-c, M-33-099-D-d, M-33-100-A-c, M-33-100-A-d, M-33-100-C-a, M-33-100-C-b, M-33-100-C-c, M-33-100-C-d, M-33-100-D-c, M-33-100-D-d, M-33-111-B-b, M-33-112-A-a, M-33-112-A-b, M-33-112-A-d, M-33-112-B-a, M-33-112-B-b, M-33-112-B-c, M-33-112-B-d, M-33-112-D-a, M-33-112-D-b, M-33-112-D-d, M-33-113-A-a, M-33-113-A-c, M-33-113-C-a, M-33-113-C-c, M-33-113-C-d, M-33-125-A-a, M-33-125-A-b, M-33-125-A-d, M-33-125-B-a, M-33-125-B-c.



Digitální model území byl vytvořen jako TIN (Triangulated Irregular Network) s využitím rozšíření 3D Analyst programu ArcGIS 9.2. Pro potřeby další práce byl TIN převeden na rastr a postupně byly pro zájmové území vytvořeny mapy s údaji o nadmořské výšce, sklonu a expozici. Tyto údaje byly pomocí funkce Zonal Statistics (v rozšíření Spatial Analyst) vztaženy na vrstvu vymezených akumulací. Tím byly získány základní morfometrické charakteristiky každé akumulace (rozloha, průměrná nadmořská výška, průměrný sklon svahu a převažující expozice). Pro určení geologického podloží jednotlivých akumulací bylo využito srovnání s geologickou mapou v měřítku 1:50 000 (GEOČR 50) dostupnou přes mapový server České geologické služby (ČGS, 2003).

Údaje o nadmořské výšce byly pro potřeby statistiky rozděleny do intervalů po 100 m s výjimkou nejnižšího pásma (550 - 700 m n. m.). Sklonitost byla vyjádřena kategoriemi po 5° a expozice klasickým dělením na S, SV, V, JV, J, JZ, Z, SZ a plošiny, u kterých se expozice neurčuje.

Vzhledem k velikosti zájmového území bylo zvláště vyčleněno vrcholové pásmo Šumavy (tj. polohy nad 1000 m n. m.), které je v kapitole 5 vždy zvlášť zhodnoceno a v kapitole 6 je srovnáváno s vrcholovými partiemi Hrubého Jeseníku a Krkonoš. Na konci práce jsou též přiloženy mapy sestrojené pro tuto část zájmového území.

Získané údaje pro vymezené blokové akumulace byly dále statisticky zpracovány. Nejprve byly vytvořeny grafy zastoupení blokových akumulací v jednotlivých kategoriích dané charakteristiky a to jak z hlediska podílu počtu akumulací, tak z hlediska podílu jejich rozlohy. Pro vrcholové pásmo byly sestaveny také grafy podílu rozlohy blokových akumulací v jednotlivých kategoriích k celkové ploše kategorií. Ke zhodnocení, zda je výskyt blokových akumulací vázán na určitou nadmořskou výšku, sklon či expozici svahu, byl vždy v příslušné kapitole vypočítán tzv. index rozmístění W (sensu Křížek - Tremel - Engel, 2007). Určuje se jako podíl procentuálního zastoupení blokových akumulací v dané kategorii a procentuálního zastoupení této kategorie na celkové ploše území. Index rozmístění byl počítán vždy dohromady pro celou kategorii (nadmořské výšky, sklonu či expozice). V případě, že vyšlo  $W = 1$ , pak procentuální zastoupení blokových akumulací v této kategorii odpovídá podílu této kategorie na celkové ploše vrcholového pásma. Při  $W > 1$  mají blokové akumulace v této kategorii poněkud větší zastoupení a jsou tedy vázány na danou kategorii. Čím je W menší než 1, tím menší mají blokové akumulace v dané kategorii zastoupení než by odpovídalo podílu dané kategorie ve vrcholovém pásmu.

Následovala práce v programu STATISTICA 8 Cz (StatSoft CR, 2007), kdy byly pomocí shlukové analýzy CLU (sensu Meloun - Militký, 2002) zjišťovány podobnosti mezi vymezenými akumulacemi. Jako parametry posloužily: rozloha, průměrná nadmořská výška, průměrný sklon svahu a převládající expozice. Pro účely shlukové analýzy bylo nejprve nutné převést jednotlivé charakteristiky na srovnatelné jednotky. Rozloha blokových akumulací byla vyjádřena v ha, nadmořská výška v km n. m. a sklonitost svahu podílem na hodnotě 90°. Všechny parametry pak dosahovaly hodnot v rozmezí 0 až 6,4.

U orientace bylo nutné převést hodnoty ve stupních na desetinná čísla. Vymezené akumulace byly porovnány s využitím insolace, která je pro procesy fyzikálního zvětrávání důležitá (Summerfield, 1991). Zatímco potenciální přímá radiace je symetrická podle osy S-J, u teplot to neplatí, neboť odpolední slunce způsobuje na svazích o stejném sklonu vyšší maximální teploty než slunce ranní (McCune - Keon, 2002). Je tedy vhodné vymežit kategorie expozice symetricky dle osy SV - JZ. Samotné převedení expozice na spojité hodnoty umožňuje tzv. heat load index (HLI), který se vypočítá podle vzorce:

$$HLI = \frac{1 - \cos(\theta - 45)}{2},$$

kde  $\theta$  je hodnota expozice ve stupních východně od severu. Hodnota indexu 0 pak odpovídá nejchladnějším (severovýchodním) svahům, hodnota 1 nejteplejším (jihozápadním) (McCune - Keon, 2002).

Expozice akumulací byla na základě těchto poznatků překlasifikována do intervalů symetrických podle osy 45°- 225°. Porovnáním velikosti možné chyby bylo nakonec zvoleno 18 intervalů po 20° (rozdíl hodnot HLI pro hranice intervalu byl u 8 intervalů až 38 %, u 16 intervalů až 19,5 %; u 18 intervalů maximálně 17 %). Blokovým akumulacím pak byla přiřazena čísla středu nejvíce zastoupeného intervalu bez uvažování plošin (5°, 25°, 45°, 65°, 85°, 105°, 125°, 145°, 165°, 185°, 205°, 225°, 245°, 265°, 285°, 305°, 325° nebo 345°). Z těchto hodnot byl pro každou akumulaci vypočítán index HLI.

Výsledkem shlukové analýzy je stromový diagram, jehož interpretace vedla k rozdělení vymezených akumulací do několika skupin. Na závěr byla vytvořena mapa znázorňující toto rozdělení (Příloha 5).

## 3. Fyzickogeografická charakteristika území

### 3.1 Geografická poloha

Zájmové území bylo vymezeno hranicí geomorfologického celku Šumava (Obr. 1) (Balatka – Kalvoda, 2006). Jedná se o vrásovo-zlomové k jihozápadu ukloněné pohoří (Chábera, 1987) při jihozápadním okraji Čech, mezi Svatokateřinským sedlem na severu a Vyšebrodským průsmykem na jihu (Babůrek et al., 2006). Rozprostírá se v délce asi 125 km a šířce okolo 40 km (Chábera, 1987). Na německé straně je Šumava označována jako Bayerischer Wald, v Rakousku jako Böhmerwald. Nejvyšším bodem pohoří v české části Šumavy je vrchol Plechý (1378 m n. m.). Rozloha zájmového území je přibližně 1671 km<sup>2</sup> (Chábera, 1987).



Obr. 1: Vymezení zájmového území. Mapový podklad: Topografické mapy AČR (CENIA, 2005-2009).

## **3.2 Geologie**

Šumava je součástí Českého masivu, tzv. šumavské větve moldanubické oblasti (Kunský, 1968). Moldanubikum se vyznačuje silně přeměněnými horninami prekambriického a paleozoického stáří prostoupenými intruzemi granitoidních hornin (Chlupáč, 2002).

### **3.2.1 Geologický vývoj**

Hlavním procesem, který ovlivnil geologický vývoj Šumavy, bylo variské vrásnění probíhající od mladšího středního devonu (givetu), přibližně v období před 380 - 300 miliony let. Oblast moldanubika byla během vrásnění Českého masivu vyzdvižena nejvýše a následkem působení vnějších sil byla obnažena až na úroveň kořenových částí horstva. V závěrečném stadiu vrásnění došlo v moldanubiku k horizontálním smykovým pohybům ve dvou hlavních systémech: SZ-JV a SSV-JJZ (Chlupáč, 2002).

Alpinskohimálajské vrásnění v terciéru se na Šumavě projevovalo tvorbou a reaktivací starých zlomů spojenou s převažujícími vertikálními pohyby zemské kůry, tzv. saxonskou tektonikou (Chlupáč, 2002).

Pleistocén se vyznačoval výraznými klimatickými oscilacemi, střídáním chladných a teplých období. Na některých místech Šumavy se pod vlivem horského zalednění ukládaly ledovcové sedimenty. V holocénu pak docházelo k sedimentaci prvních říčních teras, svahových sedimentů a rašelinišť, v nižších polohách toků se ukládaly nivní sedimenty (Babůrek et al., 2006).

### **3.2.2 Geologická stavba Šumavy**

V moldanubiku nacházíme kromě několika plutonických komplexů především silně metamorfované horniny, které jsou označovány jako jednotvárná a pestrá série, přičemž za obecně starší je považována série jednotvárná (Chlupáč, 2002).

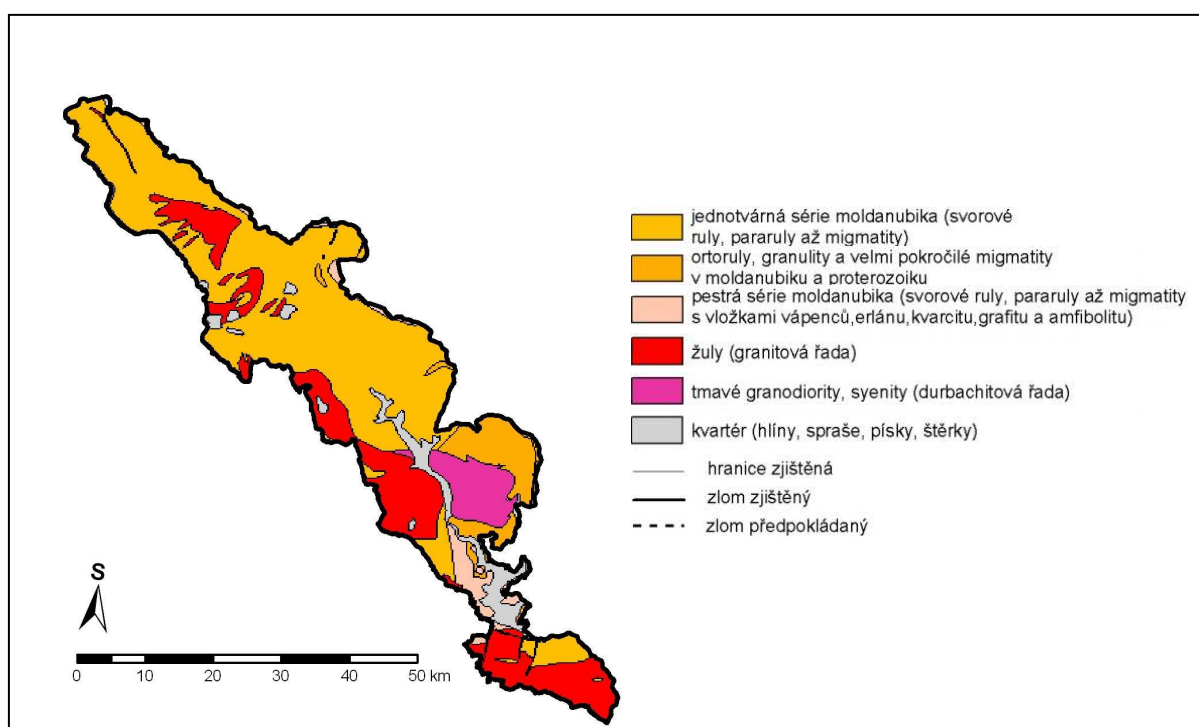
Původní horniny jednotvárné série se usazovaly v hlubokých částech mořské prohlubně (geosynklinály) za relativního tektonického klidu (Chábera, 1987). Jednalo se pravděpodobně o převážně drobové a břidličnaté sledy flyšového rázu (Chlupáč, 2002). Patří sem hlavně biotitické pararuly a migmatity, podíl vložek hornin odlišného složení je nepatrný (Chábera, 1987). Jak ukazuje Obr. 2, jednotvárná série tvoří horninový podklad většiny zájmového území.

Pestrá skupina moldanubika vznikala podobně intenzivní metamorfózou břidlic a drob, které se však usadily v době tektonického neklidu v mělkých částech geosynklinály (Chábera, 1987). Na rozdíl od jednotvárné série sem patří pararuly s mnoha vložkami dalších hornin,

jako krystalických vápenců, dolomitů, eklogitů, amfibolitů, grafitických hornin a křemenců (Chábera, 1987). Pestrou sérii najdeme hlavně v jihovýchodní části území, v okolí Lipenské přehrady (Obr. 2).

Kunský (1968) vyděluje kromě jednotvárné a pestré série ještě sérii svorovou, kterou považuje za nejmladší. Má flyšovou povahu a vznikla slabší metamorfózou. Svorové ruly a svory nacházíme v oblasti Královského hvozdu (Obr. 3)(Kunský, 1968).

Chlupáč (2002) naproti tomu vyděluje v moldanubické oblasti jako třetí skupinu tzv. gföhlskou jednotku s charakteristickými granulity a leukokratickými migmatity. Na Šumavě najdeme oblast výskytu granulitů, ortorul a velmi pokročilých migmatitů např. v severní části Želnavské hornatiny (Obr. 2).



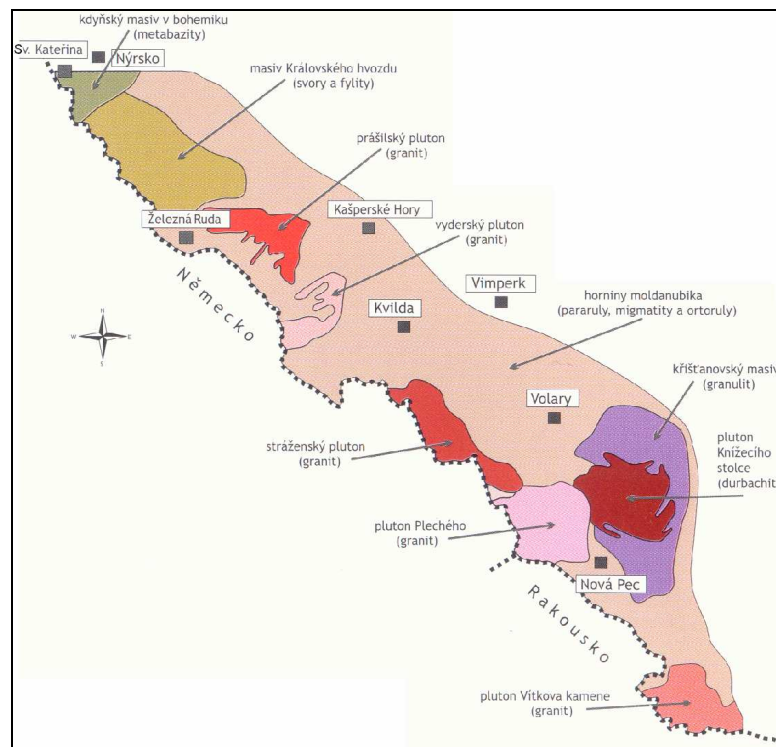
Obr. 2: Geologická stavba Šumavy. Mapový podklad: GEOINFO: GEOČR 500 (Česká geologická služba, 2003).

Moldanubické plutonity dělí Chlupáč (2002) podle posloupnosti intruzí na 3 skupiny, z nichž do zájmového území zasahují následující dvě.

1. Starší synorogenní plutonity, které chladly ve spodním karbonu a jsou spojeny s rozsáhlou migmatitizací svého okolí. Patří sem např. granity weinsberského typu (Chlupáč, 2002), které na Šumavě tvoří pluton Vítkova kamene, prášilský a stráženský pluton (Obr. 3)(Babůrek et al., 2006).

2. Mladší, většinou již postorogenní granitoidy, které jsou datovány do svrchního karbonu (Chlupáč, 2002). Jsou to např. granity eisgarnského typu - na Šumavě pluton Plechého a vyderský pluton (Obr. 3)(Babůrek et al., 2006).

V závěru horotvorných procesů pronikaly do chladnoucí kůry žíly jemnozrnných granitů a porfyrů (Babůrek et al., 2006).



Obr. 3: Zjednodušená geologická mapa Šumavy s vyznačenými plutonity. Babůrek et al. (2006).

### 3.3 Geomorfologie

Z hlediska geomorfologického členění je celek Šumava zařazen takto: provincie Česká vysočina, Šumavská subprovincie, oblast Šumavská hornatina (Balatka – Kalvoda, 2006). Bližší členění Šumavy ukazuje Obr. 4.



Obr. 4: Geomorfologické členění Šumavy. In Babůrek et al. (2006), podle Balatka – Kalvoda (2006).

Po variském vrásnění, od přelomu karbonu a permu, začíná platformní vývoj oblasti Šumavy, období intenzivního tropického zvětrávání a odnosu. V období křídý byla celá jižní část Českého masivu parovinou (Chábera, 1985). Pozůstatky tropického vlhkého klimatu (s převažujícím chemickým zvětráváním) nacházíme dnes na Šumavě např. ve formě zaoblených žokovitých až kulatých balvanů, které buď volně spočívají na povrchu, nebo jsou uloženy v kaolinických zvětralinách (Chábera, 1987).

Zbytek starého zarovnaného povrchu, kam ještě nepokročila zpětná eroze vodních toků (Demek et al., 1965), dnes představují Šumavské pláně. Podle Chábery (1987) se tzv. mesozoicko-paleogenní parovina na Šumavě nacházela v nadmořských výškách 150 až 200 m, dnes je však vlivem neotektonických deformací původní zarovnaný povrch rozpadlý a dislokovaný v nadmořských výškách od 400 m v podhůří až po téměř 1400 m ve vrcholových částech (Chábera, 1987).

Začátek mladší (neotektonické) etapy geomorfologického vývoje zasazuje Chábera (1987) na konec třetihor (oligocén), kdy došlo k vyklenutí starého zarovnaného podkladu a vznikla šumavská megaantiklinála. Vlivem saxonské tektoniky a vyzdvižení pohoří Šumavy

až o 1000 m (Chábera, 1987) se zcela změnil obraz staré říční sítě (Kunský, 1968). Ještě ve spodním pliocénu (Demek et al., 1965) bývala Šumava odvodňována menšími toky a horní Vltavou přes vyšebrodsko k alpské předhlubni, do pozdějšího Dunaje (Kunský, 1968). Poté se horní Vltava obrátila u Čertových proudů směrem k budějovickému svahu a po spojení s Malou Vltavou se stala hlavní řekou jižních Čech (Kunský, 1968).

Pliocenní vyzdvihování Šumavy se projevilo také zvýšením erozní schopnosti vodních toků (Demek et al., 1965). Svahové toky se výrazněji zařezávaly a zpětnou erozí vytvářely ostře zaklesnutá nebo zmlazená údolí, např. údolí horní Vltavy, Vydry a Křemelné (Kunský, 1968). Celá oblast Šumavy je dnes ukloněna k jihozápadu, nad Dunaj vystupuje podle zlomových linií téměř o 700 m, na české straně klesá většinou pozvolna do vrchovin a pahorkatin (Chábera, 1987).

V pleistocénu se na Šumavě vyvinulo lokální zalednění, které dalo vzniknout glaciálním formám reliéfu, především ledovcovým karům a morénám (Babůrek et al., 2006). Dnes jsou tyto kary až na výjimky vyplněny ledovcovými jezery, z celkových osmi se jich na české straně Šumavy nachází pět (Černé, Čertovo, Plešné, Prášílské a Laka). Šumavské horské zalednění však bylo poměrně malého rozsahu, předpokládá se, že ledovce měly většinou délku 1-2 km (Pfaffl, 1992 In Czudek, 2005). V oblasti Plechého ukazuje Votýpka (1979) dvoufázové würmské zalednění. Taktéž dvě dále členěné fáze zalednění popisuje Mentlík (2006) v oblasti jezera Laka a Prášílského jezera a Vočadlova et al. (2007) v oblasti Černého jezera. Stále však není vyloučena přítomnost karových či údolních ledovců též v rissu, příp. mindelu (Czudek, 2005).

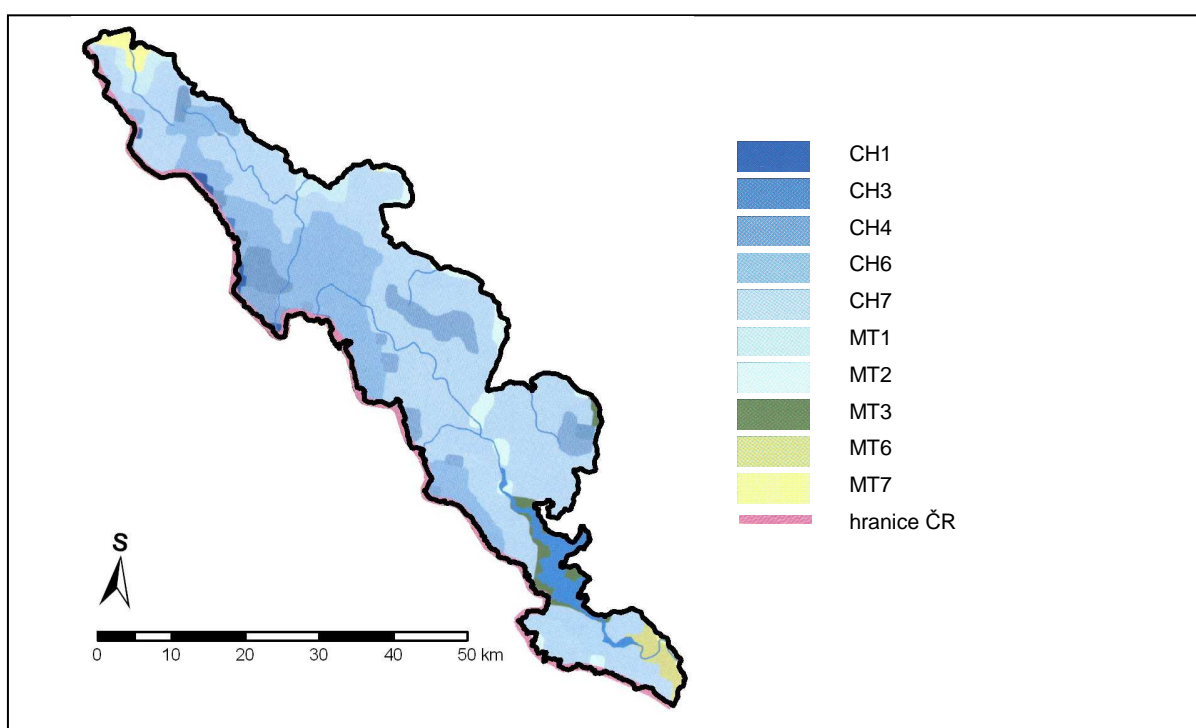
Daleko větší vliv (než lokální zalednění) měla na vývoj reliéfu v pleistocénu pozice Šumavy v periglaciální zóně mezi severským kontinentálním zaledněním a zaledněním Alp. Panovalo zde velmi chladné podnebí, kdy výrazně převládalo mechanické mrazové zvětrávání. Vznikala řada kryogenních tvarů (Chábera, 1987), které dnes svědčí o existenci pleistocenního permafrostu (Czudek, 2005). Ve vrcholových částech vznikala kamenná moře a proudy, mrazové sruby a další tvary, v nižších polohách byly časté soliflukční pohyby a kryoturbace (Demek et al., 1965). V oblasti Šumavských plání jsou výrazné kryoplanační terasy, vznikající na svazích ústupem mrazových srubů nebo srázů. Na povrchu plošin bývají sutě, kamenné polygony, balvanové proudy aj. (Chábera, 1985).

V současnosti jsou kryogenní a nivační procesy na Šumavě málo intenzivní (např. Chábera, 1976), v modelaci reliéfu převládají fluviální a svahové procesy (Hartvich, 2008).



### 3.4 Klima

Podnebí Šumavy má přechodný ráz mezi oceánickým a kontinentálním klimatem (Chábera, 1987). Klimatické členění dle Quitta (1971) řadí většinu Šumavy do chladné oblasti. Jak ukazuje Obr. 5, jedná se především o jednotky CH4, CH6 a CH7, jen některé pohraniční vrcholy spadají do nejchladnějších jednotek CH1 a CH3 (Atlas podnebí Česka, 2007). Mírně teplá oblast MT3 zaujímá okolí Lipenské přehrady, prostorově omezenější jsou jednotky MT1 a MT2. Nejteplejšími částmi zájmového území jsou okolí Nýrska (MT7) a Vyššího Brodu (MT6). Klimatické charakteristiky hlavních oblastí zastoupených v zájmovém území shrnuje Tab. 1 (v části 3.4.1).



Obr. 5: Klimatické oblasti na území Šumavy dle Quitta. Atlas podnebí Česka (2007), upraveno.

#### 3.4.1 Teploty

Průměrné roční teploty na Šumavě jsou závislé na nadmořské výšce. Na většině zájmového území se pohybují od 3,0°C (v 1300 m n. m.) do 6,0°C (v 750 m n. m.), v okolí Nýrska, Kašperských hor a Vyššího Brodu i přes 6°C (NP Šumava, 2008; Atlas podnebí Česka, 2007). Existují však inverzní lokality, kde je pravidlo poklesu teploty s nadmořskou výškou narušeno (NP Šumava, 2008). Jedná se např. o údolí horní Vltavy a Otavy, které patří k nejchladnějším oblastem jižních Čech (Chábera, 1987), či o lesní enklávy v oblasti Pláně (Jezerní slat', Horská Kvilda)(NP Šumava, 2008).

Tab. 1: Charakteristiky hlavních klimatických oblastí na území Šumavy dle Quitta

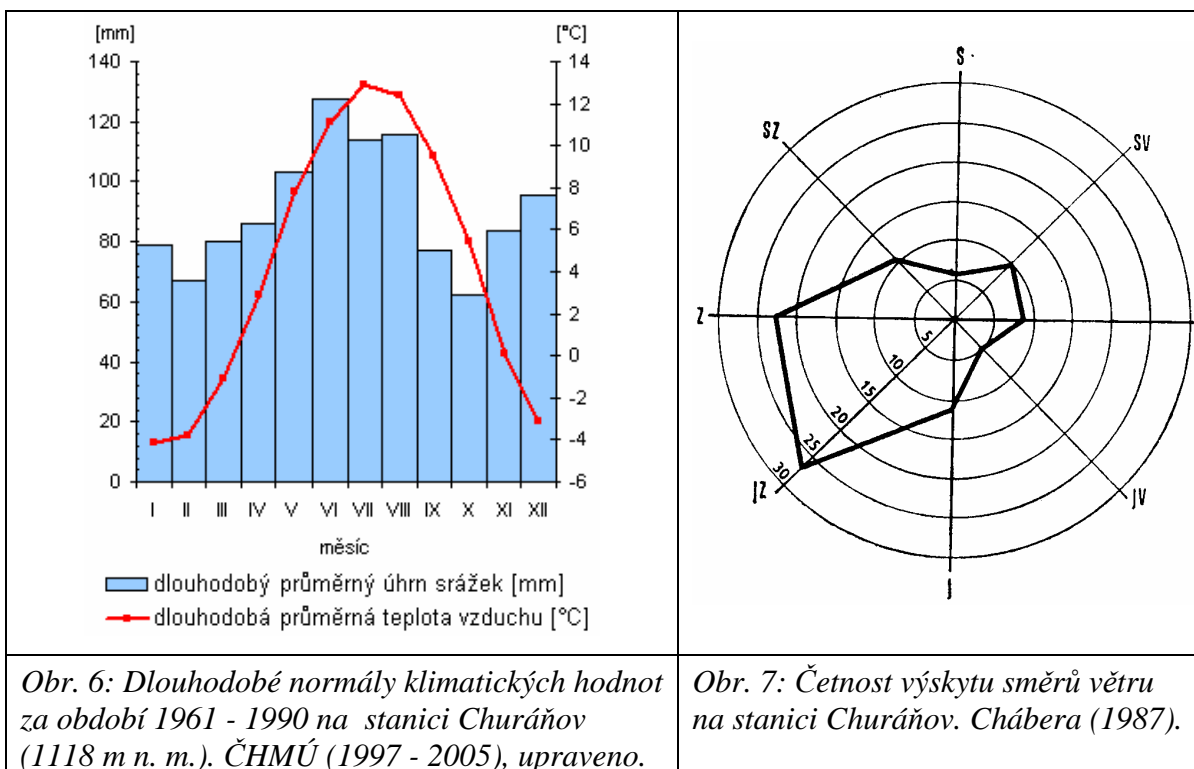
Parametr	Klimatická oblast			
	CH4	CH6	CH7	MT3
Počet letních dní	0-20	10-30	10-30	20-30
Počet dní s průměrnou teplotou 10°C a více	80-120	120-140	120-140	120-140
Počet dní s mrazem	160-180	140-160	140-160	130-160
Počet ledových dní	60-70	60-70	50-60	40-50
Průměrná lednová teplota	-7 - -6	-4 - -5	-3 - -4	-3 - -4
Průměrná červencová teplota	12-14	14-15	15-16	16-17
Průměrná dubnová teplota	2-4	2-4	4-6	6-7
Průměrná říjnová teplota	4-5	5-6	6-7	6-7
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	120-140	140-160	120-130	110-120
Suma srážek ve vegetačním období	600-700	600-700	500-600	350-450
Suma srážek v zimním období	400-500	400-500	350-400	250-300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	140-160	120-140	100-120	60-100
Počet zatažených dní	130-150	150-160	150-160	120-150
Počet jasných dní	30-40	40-50	40-50	40-50

*Atlas podnebí Česka (2007), upraveno.*

Nejchladnějším měsícem roku je leden, nejteplejším červenec. Roční i denní amplituda teploty vzduchu je výraznější v údolních oblastech než ve vrcholových. Denní amplituda je v extrémních polohách (údolí a lesní enklávy) v průměru o 5°C větší než v otevřených polohách (NP Šumava, 2008).

Charakter reliéfu ovlivňuje též počet mrazových dnů, kdy minimální denní teplota nepřesáhne 0°C. Průměrný počet těchto dnů se pohybuje okolo 140 (700 m n. m.) a 170 (1200 m n. m.), ale ve vysoko položených inverzních oblastech jich může být až 250 za rok (NP Šumava, 2008).

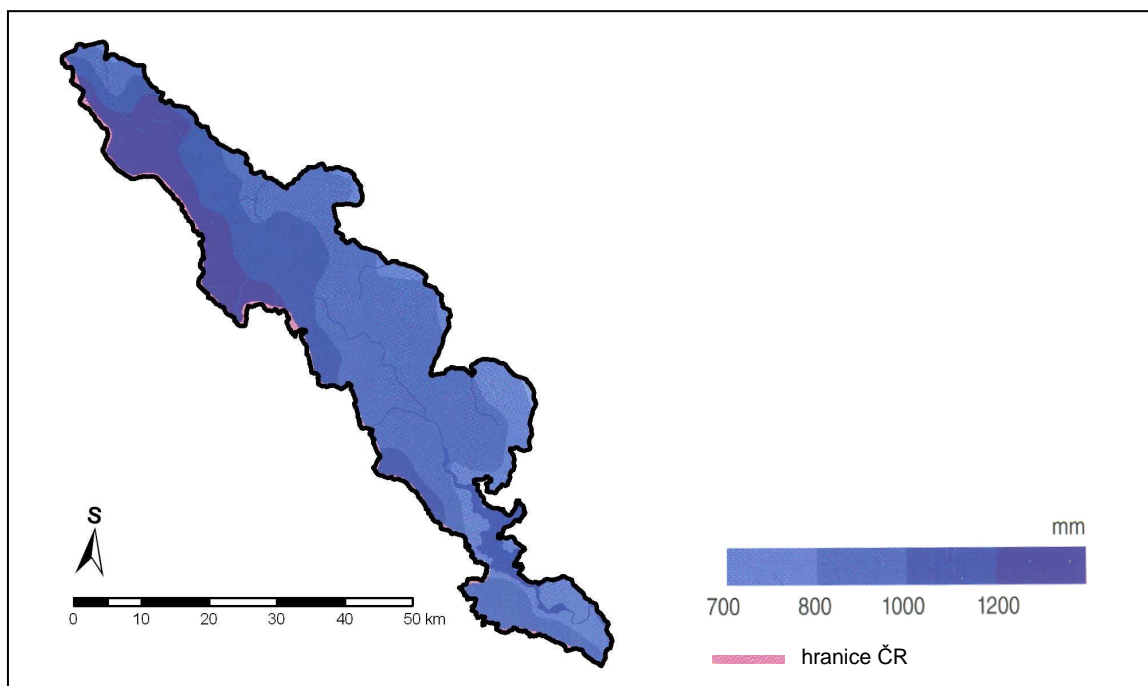
Obr. 6 ukazuje průběh teploty a srážek během roku na meteorologické stanici Churáňov. Průměrná roční teplota vzduchu za období 1961 - 1990 je zde 4,2°C, průměrné množství srážek za stejné období 1090,7 mm (ČHMÚ, 1997 - 2005).



### 3.4.2 Srážky a vítr

Na množství srážek má velký vliv poloha pohraničního pásma Šumavy jako návětrí proti převládajícímu jihozápadnímu a západnímu vzdušnému proudění (Obr. 7)(Chábera, 1987). Průměrný roční úhrn srážek na návětrných hraničních hřebenech je cca 1400 - 1500 mm, v nejvlhčích oblastech (jižně od Březníku) může přesahovat i 1600 mm (NP Šumava, 2008). Směrem od státní hranice a s klesající nadmořskou výškou množství srážek rychle ubývá až na průměrných 700 - 800 mm za rok (Obr. 8)(Atlas podnebí Česka, 2007). Závětrí nacházíme na severovýchodních svazích (NP Šumava, 2008), z míst ve srážkovém stínu uveďme např. Stašskou kotlinu, okolí Nových Hutí, Borových Lad, Strážného a Zátone (Chábera, 1987).

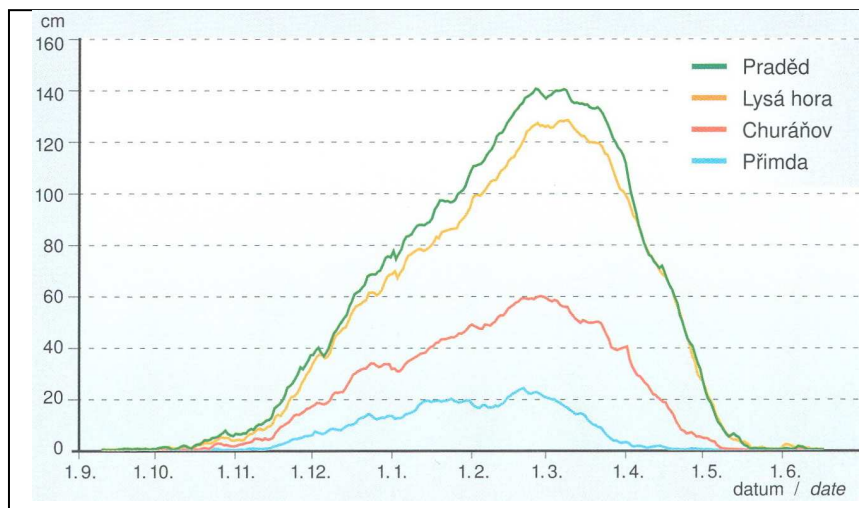
Rozdělení srážek během roku je v pohraničním pásmu Šumavy celkem rovnoměrné (Chábera, 1987). Jsou zde dvě výrazná maxima - hlavní v červnu až červenci a druhotné v prosinci, související především se zvýšenou četností západního proudění (NP Šumava, 2008). Tím je vyjádřena oceanita podnebí, kdy se množství zimních srážek blíží letním (Kunský, 1968). Pásmo níže položených oblastí se vyznačuje pouze letním maximem, období od října do března je srážkově poměrně vyrovnané s relativně nízkými úhrny oproti pohraničnímu pásmu (NP Šumava, 2008).



Obr. 8: Průměrný roční úhrn srážek v oblasti Šumavy. Atlas podnebí Česka (2007), upraveno.

Nejvíce sněhu spadne v nejvyšších polohách kolem státní hranice (zejména v oblasti mezi Debrníkem a Černou horou a mezi Třístoličnickem a Smrčínou). Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou zde přesahuje 200 dní (NP Šumava, 2008), jinak ve většině zájmového území dosahuje 100 - 160 dní (Atlas podnebí Česka, 2007).

Vysoké polohy Šumavy mají však oproti stejně vysokým polohám Krkonoš nebo Jizerských hor sněhu méně a jsou teplejší než tato pohoří. Příčinou je föhnový vliv Alp, který se uplatňuje při jihozápadním prouděním větru. Vzduch se sestupem z Alp na závětrném svahu ohřívá a vysušuje (Chábera, 1987). Srovnání výšky a trvání sněhové pokrývky s některými českými pohořími je na Obr. 9.



Obr. 9: Průměrná výška sněhové pokrývky ve vybraných horských polohách. Atlas podnebí Česka (2007).

### 3.5 Vodstvo

Šumavským pohořím prochází hlavní evropské rozvodí mezi Severním a Černým mořem. K úmoří Černého moře patří jen pramenné oblasti dunajských přítoků Regen, Ilze a Grosse Mühl (Chábera, 1987). Ostatní části zájmového území pak náleží do povodí Vltavy (Labe).

Obě největší šumavské řeky pramení v centrální části pohoří, v oblasti Šumavských plání. Vltava pramení pod názvem Černý potok na východním svahu Černé hory v nadmořské výšce 1172 m. Z přítoků můžeme jmenovat např. Vltavský potok (Malá Vltava), Řasnici, Studenou Vltavu nebo Jezerní potok. Otava vzniká soutokem Vydry a Křemelné a odvodňuje západní část Plání. Dalším významným tokem je Úhlava, která odvodňuje severozápadní část Železnorudské hornatiny, Královský hvozď a Pancířský hřbet (Chábera, 1987).

Největší šumavská jezera jsou dokladem o předchozím zalednění oblasti, na české straně se nachází 5 karových jezer hrazených morénou. Střední morénový pás leží u všech jezer v nadmořské výšce 1000 - 1100 m. Kary nejsou vázány na konkrétní horninu a u všech českých jezer vykazují severní až severovýchodní expozici s výjimkou karu Čertova jezera (expozice jihovýchodní)(Kunský, 1933). Nedávno aktualizované morfometrické charakteristiky těchto jezer založené na novém batymetrickém mapování shrnuje Janský et al. (2005) a ve zjednodušené podobě též Tab. 2. Největší je Černé jezero, dále Čertovo, Plešné, Prášilské a jezero Laka. Kromě jezera Laka jsou všechna poměrně hluboká; jediné Čertovo

má odtok do dunajského povodí, ostatní pak do povodí Labe. Jezero Laka má též plovoucí ostrůvky a sklony k zazemňování (NP Šumava, 2008). V bezprostřední blízkosti Prášílského jezera se nachází zazeměné jezero Stará jímka (NP Šumava, 2008). Jeho vznik vykládá Mentlík (2006) jako sníženinu vzniklou po roztopení ledovcové čočky, která byla poté pravděpodobně zahrazena murovým akumulacním kuželem.

Na Šumavě najdeme množství rašeliništních jezer. Největší z nich a zároveň největší organogenní jezero v ČR leží v Chalupské slati (včetně ostrovů a poloostrovů plocha 1,26 ha, volná hladina 0,93 ha)(Pošta, 2005). Několik menších jezírek se nachází např. v rašeliništi Tříjezerní slat' (Chábera, 1987), Roklanské slatě, Blatenská slat' nebo Mlynářská slat' (Pošta, 2005).

Přirozenou vodní síť Šumavy doplňují dvě významné stavby, které kdysi sloužily k plavení dřeva z šumavských lesů. Jsou to Vchýnicko-tetovský plavební kanál, používaný dnes pro potřeby elektrárny na Čenkově Pile, a prakticky nefunkční Schwarzenberský kanál, který propojoval povodí Labe a Dunaje (NP Šumava, 2008). Na Vltavě se nachází vodní nádrže Lipno I a II, na řece Úhlavě pak Nýrsko a malá vodní nádrž pod Černým jezerem, která je součástí nejstarší přečerpávací elektrárny v České republice (Chábera, 1987). Na rybníky je Šumava vzhledem k velkým nadmořským výškám velmi chudá (Chábera, 1987), nacházíme je spíše v podhůří.

Tab. 2: Vybrané morfometrické charakteristiky pánví šumavských jezer a jejich povodí

Charakteristika a jednotka	Jezero				
	Černé	Čertovo	Plešné	Prášílské	Laka
Plocha jezera (P) [ha]	18,79	10,74	7,643	4,2044	2,57705
Objem jezera (V) [1000 m <sup>3</sup> ]	2924,8	1859	614,3	349,9	48,8
Maximální hloubka jezera [m]	40,1	35,4	18,7	17,2	3,5
Nadmořská výška hladiny jezera [m n. m.]	1007,513	1027,206	1087,164	1079	1084,547
Výška jezerní stěny [m]	335,9	316,2	290,8	236	251,1
Plocha povodí jezera [km <sup>2</sup> ]	1,241	0,894	0,6668	0,6474	1,020025
Povodí	Úhlava	Regen	Vltava	Otava	Otava

*Janský et al., 2005 (podle Zbořil 1994, Šobr 1999, Vránek 1999, Janský - Šobr - Kocum - Česák 2003, Kocum 2004), upraveno.*

### 3.6 Půdy

Hlavním půdotvorným substrátem na Šumavě jsou zvětralinny metamorfovaných hornin a starých vyvěřelin (Tomášek, 1995), především ruly s ostrovy žul (Chábera, 1987), což dalo vzniknout převážně kyselým půdám. V omezené míře (část údolí Vltavy) slouží za půdotvorný substrát též uloženiny holocénu jako nivní a organogenní sedimenty (Tomášek, 1995). Poněkud mírnější šumavské klima způsobuje oproti jiným pohořím České republiky pozmeněnou půdní pásmovitost, kdy jednotlivá pásma zasahují i do vyšších nadmořských výšek (NP Šumava, 2008).

Většinu území horské Šumavy pokrývají kryptopodzoly s podzoly (Obr. 10) (Tomášek, 1995), které jsou typické pro chladné vlhké klima nad 800 m n. m. a vznikaly převážně pod kyselými horskými bučinami (Tomášek, 2003). Na Šumavě se kryptopodzoly vyskytují od 750 m (Pelíšek, 1971), mezi 1 000 - 1 200 m n. m. tvoří víceméně souvislé pásma a při severním okraji tohoto pásma se již významněji prostupují s podzoly (NP Šumava, 2008). Souvislý stupeň podzolů pak nacházíme v polohách nad 1200 m n. m., což je zhruba o 200 m výše než v severních českých pohořích (NP Šumava, 2008).

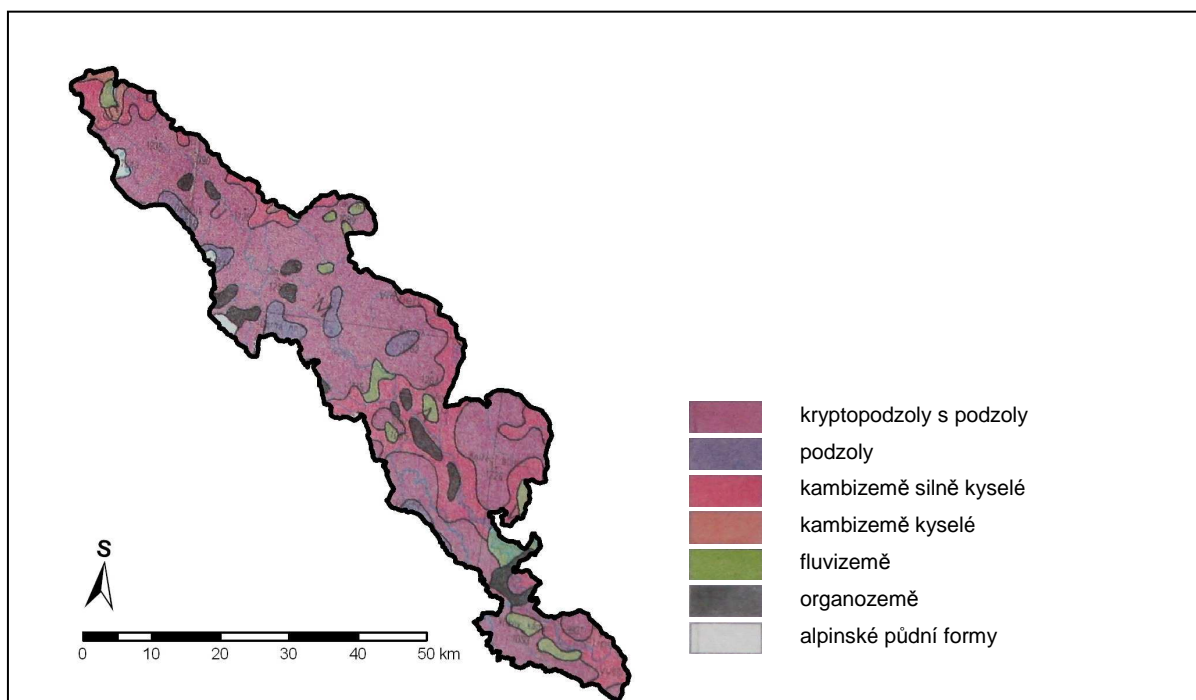
Dále jsou hojně zastoupeny kambizemě (Obr. 10), vyskytující se obvykle v nadmořských výškách od 450 do 800 m (Tomášek, 2003), na Šumavě až do 1000 m (NP Šumava, 2008). V zájmovém území se vyskytují především silně kyselé kambizemě, pouze v okolí Nýrska nacházíme malou oblast kambizemí kyselých (Obr. 10).

V nivách vodních toků, především Vltavy, se vyskytují fluvizemě (Obr. 10), v oblastech se zpomaleným odtokem též pseudogleje, stagnogleje či gleje. Rozvoji semihydromorfních a hydromorfních půd výrazně napomáhá relativně zarovnaný povrch, především v centrální části pohoří (NP Šumava, 2008). V silně zamokřených oblastech s akumulací slabě rozložených rostlinných zbytků se vytvořily organozemě (Tomášek, 2003).

Příkré svahy říčních údolí či exponované vrcholy pokrývají litozemě (NP Šumava, 2008), vázané na přítomnost skalního podloží nedaleko pod povrchem (Tomášek, 2003). Na kamenitých až balvanitých svahových sedimentech se vytvořily rankery (Tomášek, 2003), tvořící v zájmovém území četné, ale plošně malé výskyty (NP Šumava, 2008).

Tomášek (1995; 2003) připouští na Šumavě možný výskyt alpských půdních forem a to v oblasti masivu Jezerní hory, Poledníku a na hřbetu mezi Roklanem a Luzným (Obr. 10). Pelíšek (1971) se však o takovéto půdní skupině na Šumavě vůbec nezmiňuje. Chábera (1976) hovoří o girlandech a tříděných kamenných polygonech v oblasti Šumavy pouze na vrchu Na hradě u Vimperka. Vzhledem k lokalitám, které Tomášek (1995) ve své mapě vyznačil, by

se mohlo jednat o povrch kamenných moří, který může mít též charakter strukturních půd (Encyclopedia of Geomorphology, 2004) - viz kapitola 4.



Obr. 10: Půdní mapa Šumavy. Mapový podklad: Tomášek (1995), upraveno.

### 3.7 Vegetace

Na Šumavě se setkáváme se středohorskou středoevropskou vegetací, která má však určitá specifika daná především svým vývojem a blízkostí Alp. V klimaticky chladné oblasti, zabírající většinu zájmového území, se vyskytuje chladnomilná horská květena. Nižší polohy s mírně teplým klimatem náleží do oblasti vegetace středoevropského opadavého lesa (NP Šumava, 2008).

Současná podoba šumavské vegetace a skladby květeny je výsledkem vývoje posledních cca 15 000 - 20 000 let. V dobách glaciálu byla do střední Evropy vlivem postupu kontinentálního ledovce zatlačena severská periglaciální tundra. Zbytky této květeny nacházíme dnes na Šumavě jako glaciálně reliktní prvky především na rašeliništích a v karech šumavských jezer (NP Šumava, 2008).

V postglaciálu došlo k ústupu bezlesé periglaciální tundry a nastoupila bohatá lesní květena. V horské části Šumavy to byly smíšené horské lesy zastoupené hlavně tzv. květnatými bučinami s bohatým bylinným patrem (stromové patro tvořily hlavně buk, jedle a smrk). Dnes jsou květnaté bučiny vesměs nahrazeny kulturními smrčínami, výjimkou jsou jen malé zachované zbytky, např. rezervace Boubínský prales (Albrecht, 1986). Přirozené



horské smrčiny na Šumavě pokrývaly jen území nad 1200 m n. m. a malé lokality v inverzních a podmáčených mrazových polohách Šumavských plání (Kučera, 2008).

Pasečné pěstování ekonomicky výhodnějšího smrku bylo na Šumavě provozováno především od druhé poloviny 19. století a bylo na velkých plochách obnovováno až do roku 1991, kdy byl vyhlášen Národní park Šumava. S výsadbou stejnověkých smrčín bylo vždy spojeno riziko předčasného rozpadu stromového patra, buď vlivem větru či následným přemnožením kůrovce. K podobným rozpadům, obvyklých u přirozených společenstev jen u starších stromů a v menším rozsahu, došlo na Šumavě v minulosti již mnohokrát, ve větším rozsahu též v důsledku orkánu Kyrill z roku 2007. Řešením současné kůrovcové kalamity se důkladně zabývá Správa NP a CHKO Šumava, která se mj. snaží postupně přeměňovat uměle vysázené smrkové monokultury na smíšené porosty podobné přirozeným šumavským společenstvím (Kučera, 2008).

Zatímco ve výškově srovnatelných pohořích Českého masivu (Krkonoše, Jeseníky) tvoří horské smrčiny horní hranici lesa, na Šumavě subalpinské klečové pásmo v podstatě vyvinuto není. Určité náznaky najdeme jen na několika místech v hřebenu Trojmezenské a Železnorudské hornatiny (Albrecht, 1986). S přirozeným bezlesím se na Šumavě setkáváme v oblastech ledovcových karů, rašelišť, skal, balvanišť apod. (Sádlo, 2001). Subalpinské druhy pak nacházíme v ledovcových karech, kam se uchýlily před konkurencí vysázeného lesa (Albrecht, 1986), a v oblastech druhotného bezlesí vyšších poloh (NP Šumava, 2008).

Zcela specifickým prostředím jsou šumavská rašeliště, nacházející se v nadmořských výškách 650 - 1350 m. Vyvívají se od pozdního glaciálu (Soukupová - Svobodová - Jeník, 2001) a jejich vzniku výrazně napomáhá množství šumavských mělkých pánví, plochých sedel či údolí s dostatkem pramenišť a také chladné a vlhké klima (Albrecht, 1986). Klasické členění vyděluje horská vrchoviště v oblasti Šumavských plání, která bývají lemována podmáčenými smrčinami (např. Jezerní či Rokytská slat') a údolní blatková vrchoviště v kotlině horní Vltavy (např. Mrtvý luh, Velká niva)(Albrecht, 1986). Soukupová - Svobodová - Jeník (2001) dělí šumavská rašeliště až na 5 typů. Jejich rozmanitost přikládají jak vývoji s různou orografickou a geomorfologickou predispozicí a klimatem, tak samotné velikoplošnosti procesu. V rámci hercynských pohoří představuje Šumava jeden z hlavních rašelištních regionů (Soukupová - Svobodová - Jeník, 2001), celková plocha rašelišť se blíží 3000 ha (Albrecht, 1986). Jedinečnost šumavských rašelišť spočívá v rozmanitosti jednotlivých typů. Pestrá a specifická je i jejich vegetační skladba, která zahrnuje reliktní boreální druhy a současně některé alpské druhy v endemických společenstvech (Soukupová - Svobodová - Jeník, 2001).

## 4. Kamenná moře a další blokové akumulace

Základní definice kamenného moře bývá velmi obecná, např. Vitek (1997) hovoří o „souvislých plochách pokrytých kameny či většími balvany až bloky“. Detailnější popis tohoto tvaru má v literatuře řadu interpretací lišících se zejména v názoru na způsob a období vzniku a je shrnut v této kapitole. Umožňuje nám odlišit kamenná moře od dalších typů blokových akumulací jako jsou kamenné proudy, suťová pole, suťové proudy, kamenné ledovce a mury. V praxi se tyto pojmy mezi sebou leckdy zaměňují, snad proto, že se mohou vyskytovat v těsné blízkosti a mohou přecházet jeden v druhý, kdy je obtížné jednotlivé formy odlišit (Wilson, 2007). Např. na sklonech mezních pro výskyt kamenných moří se mohou tvořit kamenné proudy, kamenné řeky nebo kamenné ledovce, kde mrazové vzdouvání v kombinaci s gravitací uvádí balvany do pomalého pohybu (The Encyclopedia of Geomorphology, 1968). Porozumění rozdílům mezi jednotlivými tvary a zákonitostem jejich rozšíření je žádoucí a slouží k němu zbylá část této kapitoly.

### 4.1 Kamenná moře

Termín kamenné moře má v literatuře řadu synonym. Z českých je to *balvanové moře*, z anglických např. *blockfields* (příp. *block fields*), *boulder fields*, *stone fields*, nebo z němčiny pocházející *blockmeer*, *felsenmeer*.

#### 4.1.1 Definice

Když bychom vyšli z české terminologie, pak podle doporučené klasifikace odborné komise pro geomorfologii při ČSGS se za kamenná moře považuje „balvanová nebo hranáčová horizontálně až subhorizontálně uložená akumulace vzniklá buď úplným rozpadem skalních hradeb, torů, rozsáhlých skalních výchozů, anebo obnažením balvanů ze zvětralinového pláště“ (Rubín, 1982, s. 297).

W. B. Whalley v publikaci *The Oxford Companion to the Earth* (2000) definuje kamenná moře jako rozsáhlé plochy s malým sklonem terénu, kde skalní podloží pokrývají zvětralé balvany (obvykle větší než 0,25 m). V praxi by mělo být více než 50 % povrchu pokryto kameny, aby byl tvar označen za kamenné moře (Rudberg, 1977 In Washburn, 1979).

Kamenná moře jsou velmi rozšířeným tvarem reliéfu (Rea, 2007), nacházejícím se buď v plochých nížinatých oblastech v polárních regionech, nebo na výše položených plošinách či horských hřbetech v mírných zeměpisných šířkách, kde jsou výchozy puklinatých masivních hornin (Fairbridge, 1968). Nížinné formy jsou známy

např. ze Skandinávie, obvykle se však kamenná moře považují za tvary spojené s horskými oblastmi (Whalley, 2000).

#### 4.1.2 Typy

Většina autorů rozlišuje kamenná moře autochtonní a alochtonní. **Autochtonní kamenná moře** vznikají *in situ* vlivem zvětrávání skalního podloží (Encyclopedia of Geomorphology, 2004). Vyskytují se víceméně na místě svého vzniku a dosahují mocnosti metrů až desítek metrů (Rubín - Balatka et al., 1986). Setkáme se s nimi na temenech horských hřbetů nebo na výchozech plutonických masivů (Rubín, 1982).

**Alochtonní kamenná moře** vznikla z materiálu pocházejícího z jiného místa (Whalley, 2000). Takové akumulace byly posunuty po svahu soliflukcí; jednotlivé balvany jsou od sebe více či méně vzdáleny a zčásti ponořeny do hlinitého materiálu (Rubín, 1982), takže jsou často zarostlá vegetací (Rubín - Balatka et al., 1986). Většinou je nacházíme na úpatí mírných svahů, mocnost bývá malá, několik decimetrů až metrů (Rubín - Balatka et al., 1986).

Někteří autoři vymezují ještě třetí typ, tzv. **para-autochtonní kamenná moře**. Jsou jakýmsi přechodným typem, kdy původní materiál pochází z bezprostřední blízkosti (Rea, 2007). U kamenných moří však většinou není vidět zdroj balvanových úlomků, např. klif (Whalley, 2000), jako tomu bývá u sut'ových polí (Washburn, 1979).

#### 4.1.3 Charakteristika

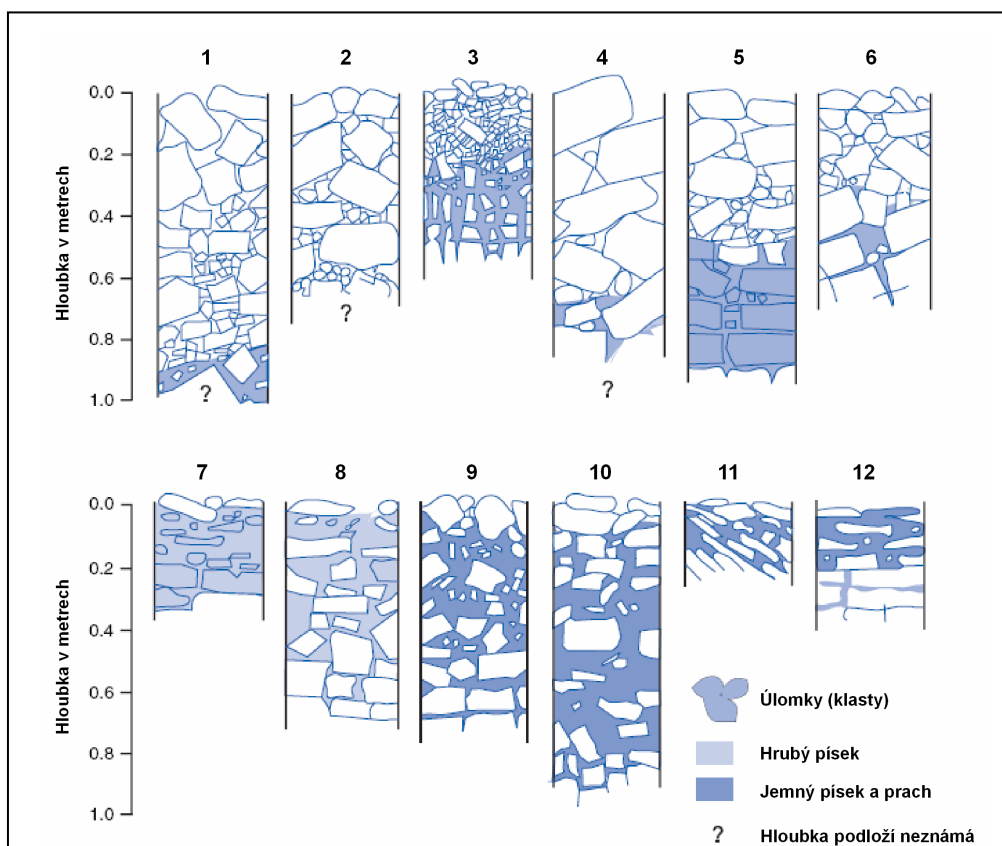
Povrch kamenných moří může být tvořen buď pouze nakupenými kameny různé velikosti (anglický termín *openwork blocky surface* dále přeložen jako otevřená struktura), nebo srovnatelnými kameny uloženými v jemnozrnném matrixu. V druhém případě se setkáváme s daleko lépe vytríděným materiálem (Rea, 2007), který může mít charakter strukturních půd ve formě velkých vytríděných kruhů (Encyclopedia of Geomorphology, 2004).

Vznik a uchování kamenných moří je zřejmě určováno na prvním místě sklonem svahu. S rostoucím sklonem se zvětšuje stupeň pohybu jednotlivých částic, což poté zabraňuje tvorbě kamenných moří (Rea, 2007). Malý sklon území směřuje k udržení jemnozrnných matrixových sedimentů, kdežto na strmějších svazích je jejich odstranění efektivnější (Rea, 2007), např. tekoucí vodou (Whalley, 2000). Kamenná moře s otevřenou strukturou jsou tedy častější na mírnějších svazích (Rea, 2007). Přesné kritérium sklonu pro výskyt

kamenných moří v literatuře často uvedeno není, např. Dahl (1966 In Rea, 2007) uvádí maximální sklon svahu 25°.

Kamenná moře se vyskytují v mnoha typech hornin, zvláště obvyklá jsou puklinatých vyvřelých a metamorfovaných horninách (Encyclopedia of Geomorphology, 2004). Typické jsou tvrdé horniny s kvádrovitým, deskovitým, příp. sloupovitým rozpadem, tedy především žuly, ruly a svory, křemence, tvrdší pískovce, čedič, andezit, apod. (Rubín - Balatka et al., 1986). K významným faktorům patří kromě způsobu odlučnosti i průběh puklin, ploch břídlíčnatosti apod. (Vítek, 1997).

Kamenná moře na plošinách bývají 0,5 - 4,0 m hluboká (Encyclopedia of Geomorphology, 2004). Profil kamenným mořem a množství jemnozrného materiálu mohou být různé. Kamenná moře s otevřenou strukturou mívají jemnozrný materiál tvořící matrix hluboko pod povrchem (č. 1 - 6 na obr. 11)(Ballantyne, 1998 In Rea, 2007). Další dva hlavní typy profilu předložené na základě výzkumů v severovýchodním Skotsku rozlišují, zda jsou povrchové balvany umístěné v nesoudržném písčitém materiálu (č. 7 - 8 na obr. 11), nebo v prachovitém až jílovitým materiálu (č. 9 - 12 na obr. 11).



Obr. 11: Profily kamennými moři na severovýchodě Skotské vysočiny. Rea (2007) podle Ballantyne (1998); upraveno.

Balvany samotné jsou většinou hranaté a často jsou považovány za výsledek procesů mechanického zvětrávání (Whalley, 2000). Vznik kamenných moří ovšem může být i důsledkem chemického zvětrávání a následného odnosu zvětralinového pláště, pak bývají kamenná moře tvořena zaoblenými žokovitými balvany (Demek, 1987). Hranatost kamenů a úlomků rozhodně nemůže být brána jako svědectví chladného či teplého klimatu, spíše reprezentuje mechanický původ (Rea, 2007). Navíc v průběhu času může zvětrávání snížit hranatost balvanů (Whalley, 2000).

#### 4.1.4 Původ

Na stáří a způsob vzniku kamenných moří existuje v odborné literatuře řada názorů. Všeobecně uznávaný model předložený J. G. Anderssonem v roce 1906 předpokládal vznik kamenných moří a proudů mrazovým zvětráváním skalního podloží s následným pomalým pohybem zvětralých úlomků vlivem soliflukce a s imobilizací vlivem eluviace jemných sedimentů z vyšších vrstev (Encyclopedia of Geomorphology, 2004). Později se objevily další názory a po dlouhotrvajících debatách byly ve vědecké literatuře pro různá kamenná moře stanoveny tři hlavní hypotézy shrnuté v následujících odstavcích (Rea et al., 1996; Rea, 2007).

**1. Postglaciální.** Tato nedávno vzniklá kamenná moře jsou spojena s rychlým mrazovým zvětráváním skalního podloží exponovaného od konce posledního glaciálu, tj. přibližně před 10 000 lety. V případě příznivé litologie (např. karbonáty) se mohou kamenná moře v chladném periglaciálním klimatu vyvíjet velice rychle, pravděpodobně během několika tisíciletí, kdy se s ubíhajícím časem stávají vyvinutějšími (mocnějšími). V mnoha případech však podloží kamenných moří tvoří odolné vyvřelé či metamorfované horniny, u nichž by samotné postglaciální zvětrávání jen těžko zvládlo vytvořit profily přes 1 m hluboké. V postglaciálním období může také dojít k ovlivnění starých zachovaných forem reliéfu.

**2. Pleistocénní.** V tomto případě se předpokládá vznik během pleistocénu, což zahrnuje období téměř 1,8 milionu let. Za hlavní proces se stále považuje mechanické zvětrávání s malým vlivem zvětrávání chemického, pravděpodobně nejintenzivnějšího během interglaciálů. Vzhledem k delšímu období vývoje by se tato kamenná moře měla vyznačovat větším množstvím jemného materiálu a též hloubka zvětrávání (profilu) může být větší a úlomky zaoblené. Tato kategorie vyžaduje, aby kamenná moře vydržela alespoň jeden cyklus glaciál-interglaciál. V oblastech pleistocénního zalednění se pak mohla zachovat

i nedotčená - buď jako nunatak či enkláva, příp. byla před erozí chráněna vlivem zakrytí ledovcem s chladnou bází.

**3. Předpleistocenní.** Tato hypotéza říká, že kamenná moře byla vystavena zvětrávání po velmi dlouhou dobu a byla svědkem i teplejšího podnebí než panuje dnes. Hlavní část hloubkového zvětrávání je výsledkem chemické aktivity během středně teplého až tropického klimatu. Následně za chladného (periglaciálního) podnebí byly balvany a hrubý materiál vyzvednuty vzhůru procesem mrazového vzdouvání, což narušilo dosavadní horizontální strukturu. Většina jílových minerálů je reliktních a jen část je výsledkem recentní chemické aktivity (Whalley et al., 1996 In Rea et al., 1996).

Většina kamenných moří a proudů se vyskytuje v oblastech současných nebo dřívějších periglaciálních podmínek (Encyclopedia of Geomorphology, 2004). U pohoří středních zeměpisných šířek se často setkáváme s interpretací, že kamenná moře jsou dokladem dřívějších periglaciálních podmínek, ale k těmto závěrům je vždy třeba najít důkazy a eliminovat jiné možnosti (Washburn, 1979). Před přeceňováním vlivu mrazového zvětrávání na vznik tvarů v chladných, periglaciálních oblastech varuje též André (2003).

Aktivní kamenná moře a proudy jsou velmi rozšířené v polární zóně a pravděpodobně i v pohořích subpolárních oblastí a středních zeměpisných šířek, zde je však obtížnější prokázat jejich aktivitu nebo stabilitu. Aktivita se vyznačuje např. nedostatkem lišejníků na kamenech na rozdíl od více stabilních oblastí v regionu (Washburn, 1979).



*Obr. 12: Kamenné moře na hřebtu Václavák. Foto: K. Vočadlová*

#### 4.1.5 Výskyt na Šumavě

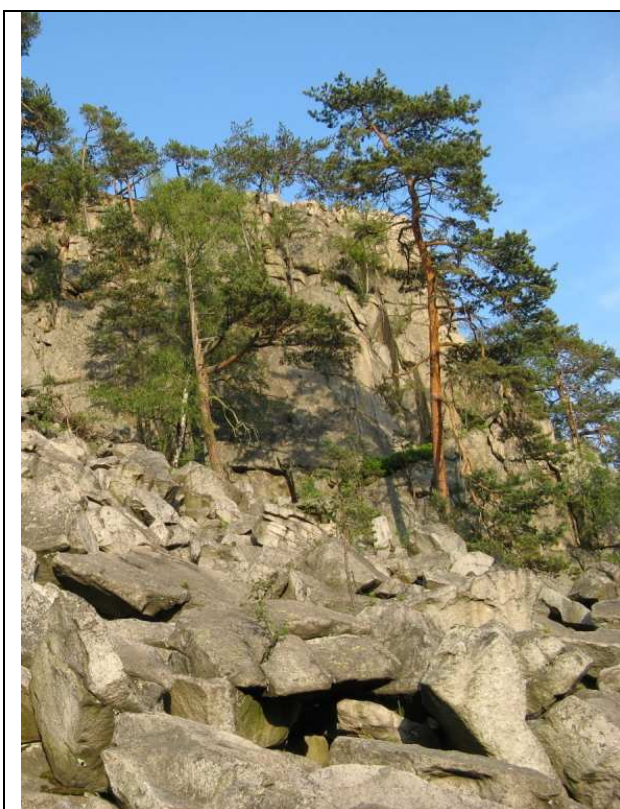
O kamenných mořích či blokových akumulacích na Šumavě toho příliš napsáno nebylo. Výzkum jevů souvisejících s chladným podnebím pleistocenního období se u nás výrazněji rozvinul až od 40. let 20. století, především v souvislosti s těmito jmény: V. Ambrož, T. Czudek, J. Demek, S. Chábera, Z. Roth, J. Sekyra, K. Žebera (In Kočárek, 1966). Oblastí Šumavy se v této souvislosti výrazněji zabývali S. Chábera, J. Kuský, J. Vítek, A. Svatoš, J. Votýpka a další, z nejnovějších prací např. P. Mentlík, F. Hartvich, H. Kollarová, K. Vočadlova. Problematika kamenných moří je však ve většině případů na okraji zájmu, případně jsou popsána velmi stručně.

Chábera (1976) předkládá výčet nejtypičtějších kryogenních forem reliéfu v šumavské oblasti včetně kamenných moří a dále uvádí, že tyto tvary lze považovat za fosilní, neboť vznikly za výrazně odlišných klimatických podmínek a v současné době dochází jen k detailní modelaci některých z nich. U kamenných moří a proudů na příkrých svazích dochází v současnosti k mírnému pohybu jednotlivých balvanů, nikoliv však k pohybu tvaru jako celku (Czudek, 2005). Současné mrazové zvětrávání se projevuje hlavně na přelomu zimy a jara (Vítek, 1997).

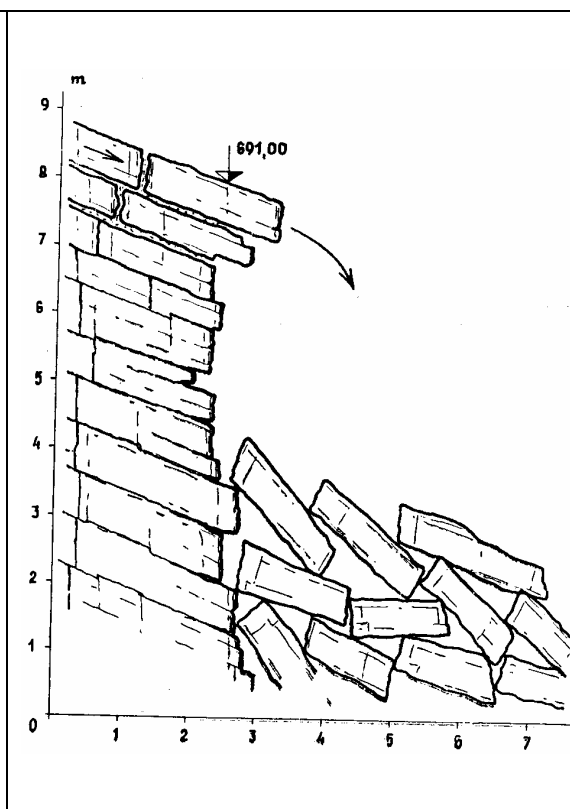
Podle Prosové - Sekyry (1961) vypadá situace v horách Českého masivu většinou tak, že karové a nivační deprese mívají severní až východní expozici, zatímco kamenná moře se většinou vytvořila na jižních až západních svazích, kde byla v dobách maximálního mechanického zvětrávání největší kongelifrakce. S tím souhlasí i Mentlík (2006), který takto vysvětluje podstatně menší výskyt kamenných moří na svazích s chladnou orientací v oblasti Prášílského jezera. Votýpka (1979) pak předpokládá menší rozměry bloků kamenných moří v oblasti kóty Vrchovištní (937 m) právě vlivem jižní a západní expozice daných svahů.

Asi nejznámější jsou na Šumavě kamenná moře pod Čertovou stěnou na pravém břehu Vltavy a přilehlá lokalita Luč na levém břehu (mezi Loučovicemi a Vyším Brodem), které podrobně popsal A. Svatoš (1958). Obě kamenná moře přímo navazují na výchozy žuly (s nadmořskou výškou 670 - 690 m) a jsou tvořena chaoticky nakupenými granitovými hranáči. Kamenné moře Čertovy stěny se sklonem 30° je tvořeno kvádry o objemu i přes 1 m<sup>3</sup>, jejich povrch jeví stopy selektivního zvětrávání a mají mírně zaoblené hrany. Kamenné moře na Luči o rozměrech cca 100 x 200m je tvořeno lavicovitými ostrohrannými balvany a leží na svahu o sklonu cca 35° (Svatoš, 1958). Vzhledem k nestabilitě a pomalým pohybům této akumulace připouští Svatoš (1958), že by se mohlo použít označení skalní (kamenný, pozn. autora) proud. Kollarová (2007) na základě analýzy klastů z obou lokalit dokládá,

že kamenné moře na Luči je relativně mladší a vykazuje větší intenzitu recentních svahových pohybů než kamenné moře pod Čertovou stěnou. Svatoš (1958) si v souvislosti se stářím těchto dvou tvarů všímá rozdílného průběhu puklin. Zatímco na Luči umožňují pukliny ukloněné po svahu postupný rozpad masivu i v dnešní době (Obr. 14), na Čertově stěně jsou pukliny ukloněny směrem do svahu. Kromě těchto dvou (aktivních) kamenných moří nacházíme v severovýchodní části Lučské hornatiny množství neaktivních kamenných moří a další tvary kryogenního původu, např. soliflukční sutě (viz část 4.3)(Kollarová, 2007).



Obr. 13: Kamenné moře obklopující masiv Čertovy stěny. Převzato z [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com).



Obr. 14: Schéma vzniku kamenného moře na svahu Luče. Svatoš (1958).

Z dalších uvedme např. kamenná moře v oblasti Plechého a Trojmezné, kde Votýpka (1979) na základě podrobného geomorfologického výzkumu vymezil hned několik lokalit. Souvislé kamenné moře jižně od karu Plešného jezera je tvořeno velkými hranáči (3,5 x 5,0 x 2,5 m) a je možné, že vzniklo kryogenní činností přímo ve skalní stěně Plechého. V okolí Trojmezné, těsně pod kótou 1340 m n. m., začíná další souvislé kamenné moře o rozměrech 120 x 150 m. Menší kamenná moře se nacházejí na Špičáku (1020 m n. m.) a Kamenné (978 m n. m.). V nejvyšších polohách pohraničních zaoblených hřbetů však kamenná moře nenacházíme, neboť vlivem exponované polohy a poměrně příhodnému sklonu (do 4°) sjela



většina bloků po svahu a dnes jsou součástí nesouvislých kamenných moří. Rozptýlené akumulace nacházíme též severozápadně od karu Plešného jezera a na mnoha dalších místech oblasti (Votýpka, 1979).

Mentlík (2006) provedl výzkum kamenného moře poblíž Prášílského jezera v souvislosti s kryoplanační terasou na západním svahu Skalky (1237 m n. m.). Klasty vznikly kongelifrakcí s nevýrazným chemickým zvětráváním a prodělaly jen krátký transport. Je zde výrazná orientace nejdelších os kolmo na spádnici svahu (Mentlík, 2006).

Částečně zarostlé kamenné moře nacházíme v okolí jezera Laka, na náhorní kryoplanační plošině Ždánidel (1038,5 m n. m.) (Mentlík, 2006).

Jihozápadně od obce Nicov (v blízkosti řeky Losenice) se setkáme s různými typy kamenných moří, které jsou zbytkem rozsáhlejších ploch blokových akumulací pokrývajících severní svah vrchu Valy (1010 m n. m.) a velkou část Šafářova vrchu (928,9 m n. m.) (Hartvich, 2008). Většina kamenných moří v oblasti Losenice je velmi malá, největší (s rozlohou 2,3 ha) se nachází na Popelné hoře (1074,8 m n. m.). Velká kamenná moře v této oblasti se vyskytují především na svazích se sklonem 25°- 30° (Hartvich - Vilímek, 2008 In Hartvich 2008).

Chábera (1976; 1982) hovoří o řadě kryogenních forem reliéfu včetně kamenných moří na východním svahu vrchu Na hradě (881 m n. m.), severozápadně od Vimperka. K nejdokonaleji vyvinutým kamenným mořím v jižních Čechách patří lokalita na Mářském vrchu u Vimperka (Chábera, 1982), která však leží za hranicemi zájmového území.

## **4.2 Kamenné proudy**

Kamenný, nebo též balvanový proud (anglicky *block stream*, *stone stream*, *rock stream*), bývá většinou definován zároveň s kamenným mořem, protože se liší jen v několika parametrech. Jedná se o balvanovou akumulaci proudového či jazykovitého tvaru (Rubín, 1982) omezenou na údolí nebo tvořící úzký lineární pruh uloženin ve směru nejvyššího sklonu svahu (Washburn, 1979). Často vybíhají z vrcholových kamenných moří (v místech spádnicových terénních depresí), příp. se tvoří pod mrazovými sruby a srázy (Rubín - Balatka et al., 1986).

Kamenné proudy se většinou vyskytují na strmějších svazích než kamenná moře, obvykle o sklonu 5 - 15° (Rubín - Balatka et al., 1986), známy jsou však i případy i 35° sklonu (Huggett, 2003). Jsou výsledkem akumulace s vlivem gravitačního posunu hrubých

horninových úlomků (White, 1976 In Wilson, 2007). Stejně jako kamenná moře nad sebou většinou nemají skalní sráz, jak tomu bývá u suťových polí (Washburn, 1979).

Průměrná mocnost kamenných proudů bývá 1 - 3 m (Wilson, 2007), ale v případě proudů složených z akumulovaných údolních balvanitých uloženin dosahují hloubky 10 a více metrů (Encyclopedia of Geomorphology, 2004). Podle doporučené geomorfologické klasifikace (Rubín, 1982) by se termín kamenný proud měl používat pro akumulaci složenou z úlomků převážně menších než 20 cm, jinak je vhodný termín balvanový proud, příp. u velmi velkých balvanů též blokový proud (Rubín - Balatka et al., 1986).

Diskuse kolem vzniku a stáří kamenných proudů je spjata s kamennými moři. Většinou se předpokládá vznik materiálu vlivem zvětrávání, následné procesy mrazového třídění, určitý pohyb vlivem gravitace a konečně odstranění části intersticiálního materiálu (Washburn, 1979).

Většina kamenných proudů bývá v literatuře popisována jako reliktní tvary (Wilson, 2007), které ovšem současné méně intenzivní mechanické zvětrávání dobře udržuje (Rubín - Balatka et al., 1986). Aktivní kamenné proudy jsou ty, které pokračují v pohybu po svahu pod vlivem místně převládajícího klimatu (Wilson, 2007).



*Obr. 15: Kamenný proud v oblasti Bílého Labe, Krkonoše. Rubín - Balatka et al. (1986) - Foto: J. Pelíšek.*

K pohybu balvanů kamenného proudu dochází hlavně vlivem soliflukce, intersticiálního ledu, mrazovému klouzání a tlaku výše přibývajících balvanů (Rubín - Balatka, 1986). Pohyb obou forem (kamenných proudů na dně údolí i lineárně po svahu) je signalizován orientací delších os balvanů přibližně kolmo na vrstevnice (Summerfield, 1991).

Balvany se pohybují velice pomalu (průměrně v cm za rok) a nerovnoměrně, čímž se liší od pohybu balvanů ve skalním ledovci (Rubín - Balatka et al., 1986).

Zvláštním typem kamenného proudu je *kamenná řeka*, kdy je proud tvořen zcela zaoblenými úlomky (Rubín - Balatka et al., 1986) a nachází se v korytě zaniklého nebo značně zahluobeného vodního toku (Rubín, 1982).

O kamenných proudech na Šumavě se zmiňuje např. Chábera (1982) na vrchu Na hradě či Hartvich (2008) v blízkosti řeky Losenice. Votýpka (1979) vyznačil několik kamenných proudů do své geomorfologické mapy masivu Plechého (např. jihozápadně od Plešného jezera, na svahu Trojmezné, Jelenské hory a Perníku). Šebesta (1997) vymezuje ve své mapě centrální Šumavy kamenné proudy na svahu Obrovce nedaleko Borové Lady a v lokalitě Hrádky v blízkosti Vydry. Za kamenný proud by mohla být považována i akumulace v lokalitě Luč (Svatoš, 1958).

### **4.3 Suťová pole**

K přiblížení následujících dvou tvarů je třeba nejprve definovat pojem suť. Podle *Atlasu skalních, zemních a půdních tvarů* (Rubín - Balatka et al., 1986, s. 174) se jedná o „hranaté úlomky hornin od velikosti ořechu až po metrové bloky vzniklé zvětráváním a rozpadem skalních masívů na strmých svazích a přemístěné do nižších poloh gravitací (pádem, saltací nebo soliflukcí)“. Suťové pole, definované jako svahová plocha pokrytá volnou sutí, je tedy tvar gravitačního původu (Rubín, 1982), čímž se liší od kamenných moří a proudů.

V anglické literatuře se používá termín *talus* zároveň pro suť, suťový svah i osyp (Anglicko-český a česko-anglický slovník ČGS, 2007). O něco přesnější by měl být pojem *talus slope*. Rubín - Balatka et al. (1986, s. 174) naopak striktně vymezují suťové pole od podobných tvarů: „Na příčném (svislém) průřezu má tvar zkosené desky, ukloněné rovnoběžně se svahovou plochou (zpravidla přes 20°) již dříve existující, kdežto osyp nebo suťový kužel mají ve svislém průřezu tvar trojúhelníku, neboť se akumulovaly při úpatí skalní stěny“.

Suťová pole dosahují rozlohy několika desítek až stovek metrů a většinou jsou v horní části užší než v dolní, střední část je mírně konvexní nebo konkávní (Rubín - Balatka et al., 1986). Vyskytují se na svazích zpravidla přes 20°, pod jakýmkoliv v současnosti nebo minulosti zvětrávajícím skalním výchozem (Rubín - Balatka et al., 1986). Ke zvětrávání

dochází např. hydratací nebo mechanickým zvětráváním vlivem růstu kořenů, za nejdůležitější však bývá obvykle považováno mrazové tříštění (Washburn, 1979).

Za dominantní proces ve vývoji se pak obvykle považuje skalní řícení. U takových typů suťových polí je běžné vytřídění materiálu, kdy směrem dolů po svahu výrazně roste velikost povrchových úlomků (Luckman, 2007). Je to dáno různou kinetickou energií úlomků (Washburn, 1979), kdy větší kameny docestují dále (Luckman, 2007). U nižších skalních výchozů (na rozdíl od strmých skalních stěn) převažují hrubší úlomky v horních částech suťového pole, kdežto jemnější materiál se hromadí v dolní části (Rapp, 1960a In Washburn, 1979).



*Obr. 16: Suťové pole na svahu Jedlové, Lužické hory. Rubín - Balatka et al. (1986) - Foto: J. Rubín.*

Celkový pomalý pohyb suti (ploužení) po svahu je vyvoláván buď nárazem nových úlomků padajících na suť (Mayhew, 2004), nebo vlivem mrazových procesů, tekoucí vody, skalního řícení, jehlicovitého ledu, činnosti živočichů, sněhových lavin apod. (Luckman, 2007). Na rozdíl od kamenných moří je suťové pole málo stabilní. To ovšem nemusí platit u starých suťových polí, která bývají stabilizovaná vegetací, většinou tzv. suťovými lesy. Právě taková suťová pole nacházíme na Šumavě (Rubín - Balatka, et al., 1986).

V širší oblasti Prášílského jezera nacházíme drobně až hrubě balvanité suti, především na bázích svahů. Jsou většinou pleistocenního stáří s menším podílem staršího až recentního suťového materiálu. Mladé kamenité sutě jsou především ostrohranné a holé, starší jsou

tvořeny balvany až bloky a jsou pokryty povlaky surového humusu o mocnosti 8 - 15 cm (Pelíšek, 1978). Mentlík (2006) hovoří v těsné blízkosti Prášilského jezera o blokové akumulaci s kameny a bloky i přes 6 m v delší ose, které se pravděpodobně skalním říčením z oblasti karu dostaly na povrch ledovce a byly transportovány převážně v podobě svrchní morény. Tento polygenetický tvar by se dal považovat za suťové pole, jak ho také sám Mentlík v dřívějších pracech označil (Mentlík, 2003). Suťová pole či proudy se vyskytují i v okolí jezera Laka na svahu o sklonu 15°-20° v oblasti Staré Hůrky (Mentlík, 2006).

Svatoš (1958) popisuje soliflukční sutě pokrývající svah údolí u Loučovic v délce asi 700 m. Jsou tvořeny velkými žulovými balvany s objemem i přes 3,0 m<sup>3</sup> a sestupují až do řečiště Vltavy. Hrany bloků jsou zaobleny účinky chemického zvětrávání. Najdeme zde dva druhy sutí. Většinu území pokrývají soliflukční sutě tvořené žulovými lavicemi a balvany ukloněnými po svahu v nápadném doškovitém uspořádání. Na povrchu sutí je nedostatek zvětralinové hmoty s čímž souvisí i řídký porost (břízy a borovice). V menší míře jsou pak zastoupeny balvanité soliflukční sutě složené z hranáčů a balvanů žuly uložených v hlinito-písčité zvětralinové hmotě. Tato hmota však na povrchu někdy chybí a hranáče jsou chaoticky nakupeny. Svatoš (1958) předpokládá závislost druhu suťového pole na způsobu odlučnosti horniny v daném místě. Oba popsané druhy pak považuje za tvary fosilní a celkem stabilní, s povrchem o sklonu 20-25°.

#### **4.4 Suťové proudy**

Suťový proud (anglicky *talus stream, debris stream*) je suťovou akumulací proudového nebo jazykovitého tvaru, protaženou po spádnicí (Rubín - Balatka et al., 1986). Jedná se o tvar gravitačního původu (Rubín, 1982), kdy se úlomky hornin vzniklé zvětráváním následkem gravitace hromadí (Rubín - Balatka, et al., 1986). Stejně jako kamenné proudy se tvoří zpravidla v mělkých terénních brázdách, liší se však původem, velikostí úlomků (většinou méně než 25 cm v delší ose) a výskytem na prudších svazích (nad 15°). Suťové proudy jsou velmi nestabilními akumulacemi, kdy k pohybu jednotlivých úlomků může dojít i vlivem silného větru či prudšího deště. Právě v případě přívalového deště může suťový proud získat charakter mury, jinak je až na výjimky zcela suchý a chybí v něm podstatný podíl hlinité složky (Rubín - Balatka et al., 1986).

Suťové proudy se vyskytují na horských a velehorských svazích pod recentně zvětrávajícími skalními výchozy (Rubín - Balatka et al., 1986). Ze Šumavy je popisuje např. Mentlík (2006) z okolí jezera Laka na strmém hřbetu v oblasti Staré Hůrky.

## 4.5 Kamenné ledovce

Kamenný ledovec, nebo též skalní ledovec (anglicky *rock glacier*) je balvanitou akumulací jazykovitého (Rubín, 1982) nebo lalokovitého tvaru s obsahem intersticiálního ledu a ledových čoček (Huggett, 2003). Rozměry kamenných ledovců se většinou pohybují od několika stovek metrů až po více než 1 km délky a až 50 m mocnosti (Huggett, 2003). Na rozdíl od kamenných proudů jsou kamenné ledovce topograficky výraznější (Whalley, 2000).

Povrch kamenných ledovců sestává z úlomků o velikosti od několika cm do několika m (Kääb, 2007). Povrchové úlomky mají preferovanou orientaci (Whalley, 2000) a často vytvářejí hřbety, rýhy a někdy i laloky (Washburn, 1979). Uvnitř kamenného ledovce bývá obvykle směs nevytříděného materiálu, kdy směrem dolů přibývá množství jemného materiálu (Washburn, 1979).

Aktivní kamenné ledovce obsahují v hloubce led, který buď vyplňuje dutiny (typ *ice-cemented*) nebo tvoří ledové jádro (typ *ice-core*) (Summerfield, 1991). Tyto tvary se pozvolna pohybují ve směru sklonu svahu vlivem velkého obsahu intersticiálního ledu a gravitace (Rubín - Balatka et al., 1986). Fosilní kamenné ledovce jsou již bez ledu a více méně stabilizované (Rubín, 1982), nevykazují žádný pohyb a mohou být hojně pokryty vegetací (Encyclopedia of Geomorphology, 2004).



Obr. 17: Aktivní kamenný ledovec ve Švýcarských Alpách (Muragl valley, Upper Engadine). Kääb (2007) - Foto: R. Frauenfelder.

Ohledně vzniku kamenných ledovců se vedou diskuse, často je však jejich původ a pohyb přisuzován výhradně ploužení v podmínkách permafrostu (Barsch, 1996

In Encyclopedia of Geomorphology, 2004). Dalším modelem vývoje mohou být kamenné ledovce odvozeny od klasických ledovců pokrytých vrstvou zvětralých úlomků (Encyclopedia of Geomorphology, 2004).

Kamenné ledovce jsou u nás celkově málo prozkoumané (Czudek, 2005), je však možné, že některé kamenné proudy na dně svahových úpadů a malých údolí fungovaly v Česku alespoň po určitou dobu jako kamenné ledovce (Czudek, 1997b In Czudek, 2005).

Mentlík (2006) popisuje v prostoru mezi Prášílským jezerem a Starou jímkou lalokovitou formu reliéfu, jež pravděpodobně vznikla činností kamenného ledovce. Ledovec vytvořený při úpatí svahu byl zřejmě překryt sutí a jako kamenný ledovec pokračoval směrem ke středu údolí, kde nahromadil sedimenty. Se snížením mocnosti ledovcové čočky tento pohyb ustal a zůstala dnešní forma protažená podél strmého svahu.

## 4.6 Mury

Mura (anglicky *debris avalanche*, *debris flow*) je hlinitokamenitá až kamenito-bahnitá akumulace proudového tvaru (Rubín, 1982) vzniklá vlivem rychlého stékání materiálu po příkrých horských svazích ( $25^{\circ}$ -  $45^{\circ}$ )(Rubín - Balatka et al., 1986) při značném provlhčení sypkých nebo málo soudržných svahových uloženin (Chábera, 1996). Stejný pojem se používá pro samotný proces rychlého stékání uvedené akumulace (Rubín, 1982).

Mury nacházíme v terénních rýhách příkrých horských svahů, tyto tzv. murové rýhy pak vyúsťují v akumulaci zpravidla tvaru murového kužele (Rubín, 1982). Objem pevných částic bývá přibližně roven objemu vody (Chábera, 1996), ale může tvořit až 70 % objemu (Encyclopedia of Geomorphology, 2004). Takováto směs materiálu poté spolu s odtrženou vegetací stéká dolů a ničí vše, co jí stojí v cestě (Chábera, 1996). Pohyb materiálu směrem do údolí bývá nerovnoměrný, pulsačního charakteru, o rychlosti většinou 2 - 8 m/s (Rubín - Balatka et al., 1986), ale může přesáhnout i 10 m/s (Encyclopedia of Geomorphology, 2004). Hmota mur může dosahovat až několika tisíc m<sup>3</sup> (Chábera, 1996) a způsobit výrazné změny v krajině nebo ohrozit lidské životy (Encyclopedia of Geomorphology, 2004).

K provlhčení materiálu dochází činností přívalových vod (Rubín, 1982), u nás výhradně dešťových, v pohořích s kontinentálním klimatem i tavných (Rubín - Balatka et al., 1986). Intenzita srážek musí nabývat alespoň krátkodobě vysokých hodnot (20 - 100 mm/h) (Rubín - Balatka, et al., 1986).

Mury jsou častým jevem v kontinentálním až semiaridním klimatu a ve velehorách (Rubín - Balatka et al., 1986), běžně se vyskytují v tektonicky aktivních oblastech (Encyclopedia of Geomorphology, 2004).

V České republice se mury vyskytují zejména v oblasti Krkonoš a Hrubého Jeseníku (Czudek, 2005), ze Šumavy je popisuje např. Mentlík (2006)(Obr. 18). Předpokládá, že v dobách výrazného oteplení během pleistocénu vedlo velké provlhčení materiálu na strmém svahu nad dnešním Prášílským jezerem k tvorbě mur. Ze severní části karové stěny Prášílského jezera pak popisuje dva murové akumulční kužely tvořené prachovo-jílovitým až písčítým štěrkem. Vznik proudových sesuvů nebo mur připouští též západně od karu jezera Laka a v souvislosti se vznikem jezera Stará jímka. Po fázi deglaciace vznikla pravděpodobně ve svahu nad Starou jímkou aktivní murová dráha, murový akumulční kužel pak zahrnil protáhlou sníženinu a vzniklo hrazené jezero. (Mentlík, 2006). Mura se nachází i v karové stěně Černého jezera, odlučná oblast leží ve výšce přibližně 1260 m n. m. a povrch je zarostlý vegetací (Vočadlova, 2006).



*Obr. 18: Odlučná oblast mury u Prášílského jezera. Mentlík (2006) - Foto: P. Mentlík, 2005.*



## 5. Výsledky morfometrické analýzy

Morfometrická analýza byla použita k charakterizování vymezených kamenných moří a podobných blokových akumulací (dále jen blokové akumulace) a k popsání případných zákonitostí v jejich rozšíření. Zahrnuty byly tyto charakteristiky: rozloha, nadmořská výška, sklon a expozice svahu, geologické podloží. Vzhledem k velikosti zájmového území (1671 km<sup>2</sup>) a k možnosti porovnat výsledky s podobnými pracemi v Krkonoších a Hrubém Jeseníku (Smolíková, 2006; Vejrostová, 2006), jsou v závěru každé části této kapitoly zvlášť charakterizovány blokové akumulace vrcholového pásma Šumavy (tj. polohy nad 1000 m n. m.; viz Příloha 1). Mapy této části zájmového území z hlediska rozmístění vymezených akumulací, barevné hypsometrie, sklonitosti a expozice svahu jsou k dispozici v přílohách. Na konci této kapitoly (část 5.6) jsou shrnuty výsledky shlukové analýzy. Pro celé zájmové území byl sestaven stromový diagram umožňující vymezit mezi akumulacemi několik skupin.

### 5.1 Rozmístění a rozloha

Celkem bylo v zájmovém území na základě ortofotomap a topografických map vymezeno 155 blokových akumulací, z toho 40 leží ve vrcholovém pásmu Šumavy (tj. polohy nad 1000 m n. m.).

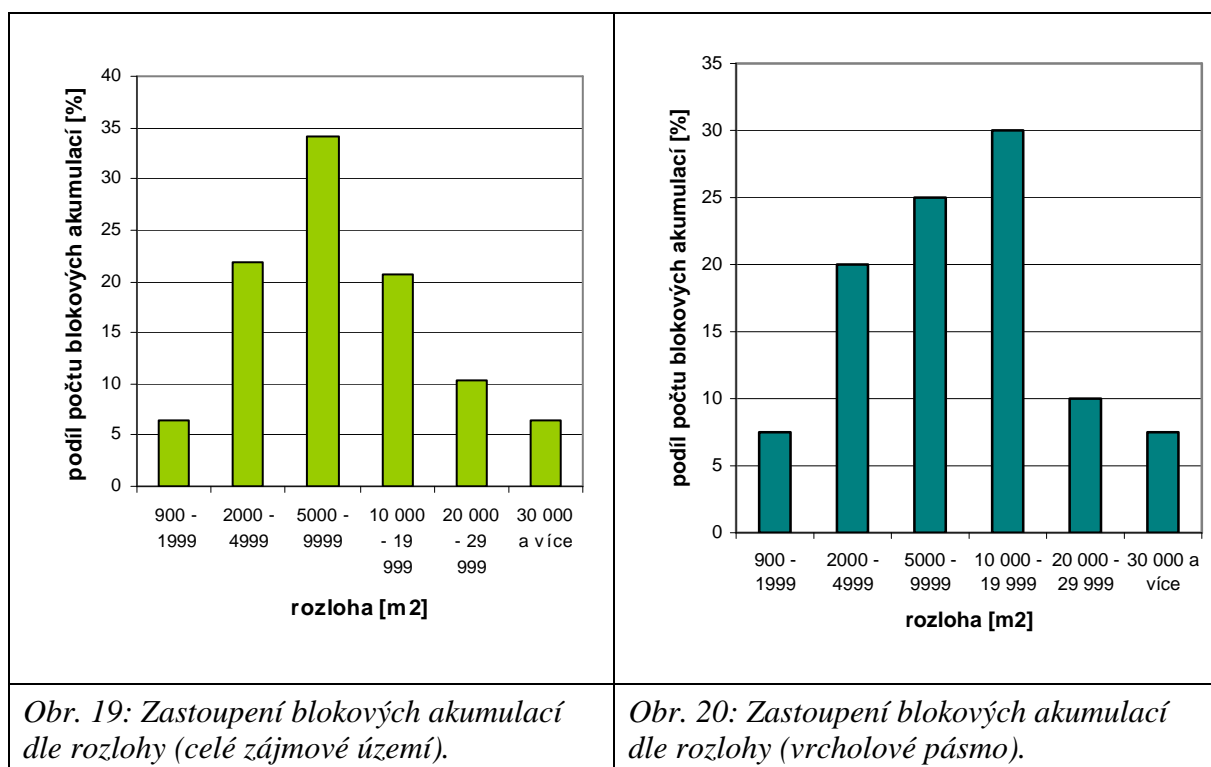
Podle mapy rozmístění všech zachycených akumulací (Příloha 1) můžeme vymezit tři hlavní oblasti výskytu blokových akumulací na Šumavě. Asi největší hustotu akumulací nacházíme v širším okolí Stožce, především severozápadně od něj (Žlebský kopec 1079,5 m n. m.), v menší míře též směrem na Volary, na svazích Želnavské hornatiny (vrch Křemenná 1085 m n. m.). Východně od Kubovy Huti bylo vymezeno několik akumulací v Boubínské hornatině, především na svazích Boubína (1362 m n. m.) a Bobíku (1264 m n. m.).

Další významná oblast výskytu blokových akumulací leží západně od obce Srní, v masivu Poledníku (1315 m n. m.). V širším okolí Nicova se nacházejí lokality Hut'ská hora (1187 m n. m.), Valy (1010 m n. m.), Šafářův vršek (929 m n. m.), Popelná hora (1087 m n. m.) a Javorník (1065 m n. m.).

Třetí oblast významného výskytu blokových akumulací by se dala vymezit na severozápadě zájmového území, především v masivu Jezerní hory (1343 m n. m.) nedaleko Železné Rudy. Nachází se zde několik akumulací v blízkosti Černého a Čertova jezera.

Blokové akumulace byly vymezeny též ve svahu nad vodní nádrží Nýrsko (vrch Velký Prenet 1070 m n. m.).

Ostatní vymezené akumulace jsou již rozprostřeny v menších skupinkách. Za zmínku stojí oblast v jihovýchodním cípu zájmového území, kde se nacházejí kamenná moře popsaná v literatuře jako lokalita Čertova stěna - Luč. Dále je zde vymezeno několik dalších blokových akumulací na Jezevčím vrchu (983,5 m n. m.) jihozápadně od Vyššího Brodu.



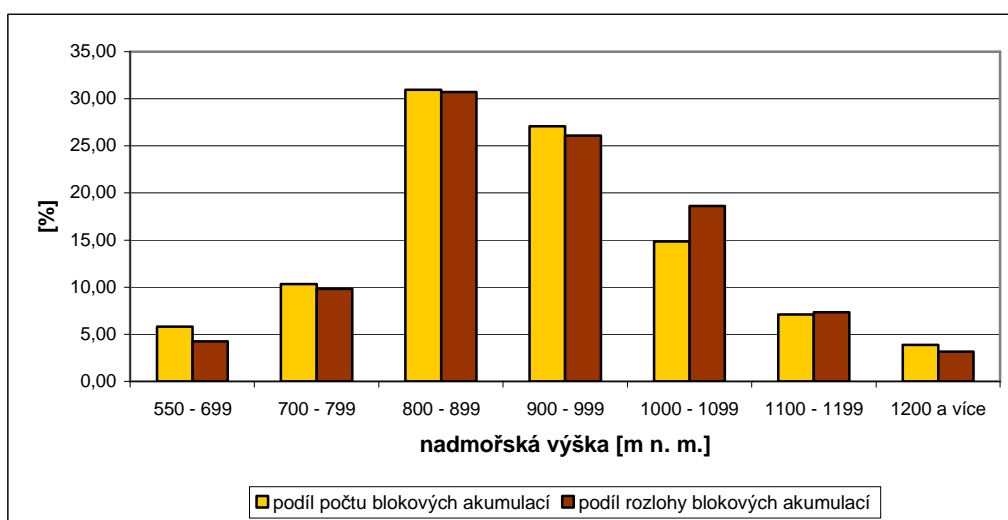
Celková rozloha vymezených akumulací je 1,75 km<sup>2</sup>, z toho 0,51 km<sup>2</sup> (tedy 29,1 %) leží ve vrcholovém pásmu. Z celkového počtu 155 blokových akumulací tvoří největší podíl akumulace s rozlohou mezi 5 000 a 10 000 m<sup>2</sup> (34 %)(Obr. 19). Nejmenší akumulace mají plochu necelých 1 000 m<sup>2</sup>, největší kolem 30 000 - 45 000 m<sup>2</sup> a nacházejí se např. na svazích Jezerní hory (1343 m n. m.), Oblíku v masivu Poledníku (1315 m n. m.), Boubína (1362 m n. m.), Bobíku (1264 m n. m.), Křemenné (1085 m n. m.) u Volar a Jezevčího vrchu (983,5 m n. m.). Akumulace na hřbetu Václavák v masivu Jezerní hory je s rozlohou 63 700 m<sup>2</sup> s odstupem největší (Obr. 22).

Srovnání grafů na Obr. 19 a Obr. 20 ukazuje, že ve vrcholovém pásmu Šumavy je zastoupení blokových akumulací dle rozlohy velmi podobné se zájmovým územím jako celkem. Pouze akumulace o rozloze 10 000 - 20 000 m<sup>2</sup> tvoří mnohem větší podíl na úkor akumulací 5 000 - 10 000 m<sup>2</sup> velkých.

## 5.2 Nadmořská výška

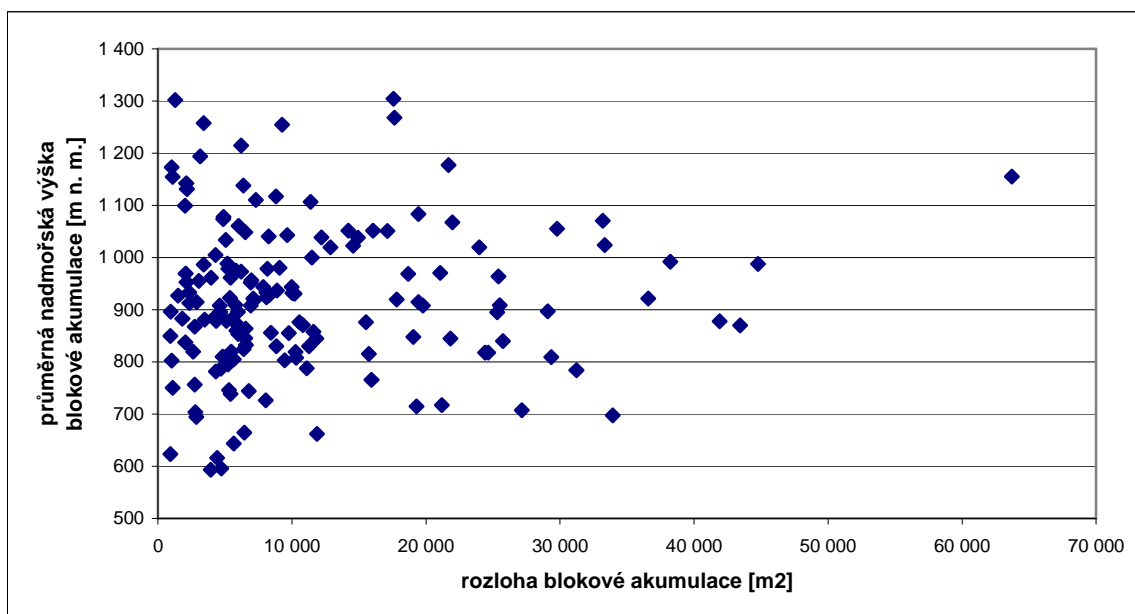
U každé akumulace byla z mapy barevné hypsometrie určena průměrná nadmořská výška (Příloha 2, Příloha 6). Většina akumulací se nachází ve výškovém intervalu 800 - 900 m n. m. (31 %) a 900 - 1000 m n. m. (27 %), dále je poměrně hojně zastoupen interval 1000 až 1100 m n. m. S postupem do nižších či vyšších nadmořských výšek podíl počtu i rozlohy akumulací téměř symetricky klesá (Obr. 21).

Pouze dvě blokové akumulace nacházíme v nadmořské výšce nad 1300 m. Nejvýše položená je na svahu Jezerní hory (v průměrné výšce 1304 m n. m., rozloha 17 563 m<sup>2</sup>), druhá leží na svahu Velké Mokřůvky (v průměrné výšce 1301 m n. m., rozloha 1297 m<sup>2</sup>). Nejmenší nadmořskou výšku mají akumulace v okolí v. n. Nýrsko (přibližně 590 m n. m.) a v lokalitě Čertova stěna - Luč (cca 650 m n. m.).



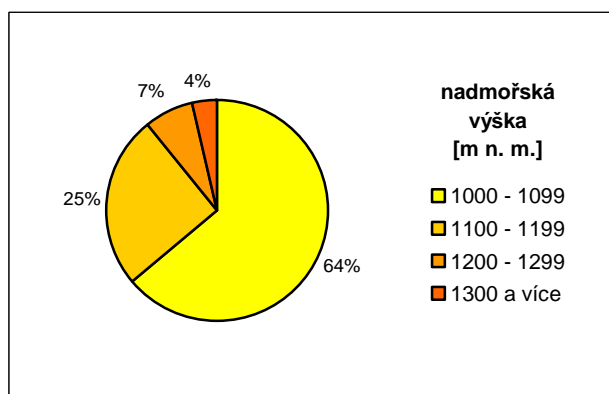
Obr. 21: Zastoupení blokových akumulací dle nadmořské výšky (celé zájmové území).

Graf na Obr. 22 znázorňuje vztah rozlohy blokových akumulací a jejich průměrné nadmořské výšky. Velké akumulace jsou typické pro nadmořské výšky 700 - 1100 m, menší nacházíme prakticky ve všech výškových úrovních zájmového území.

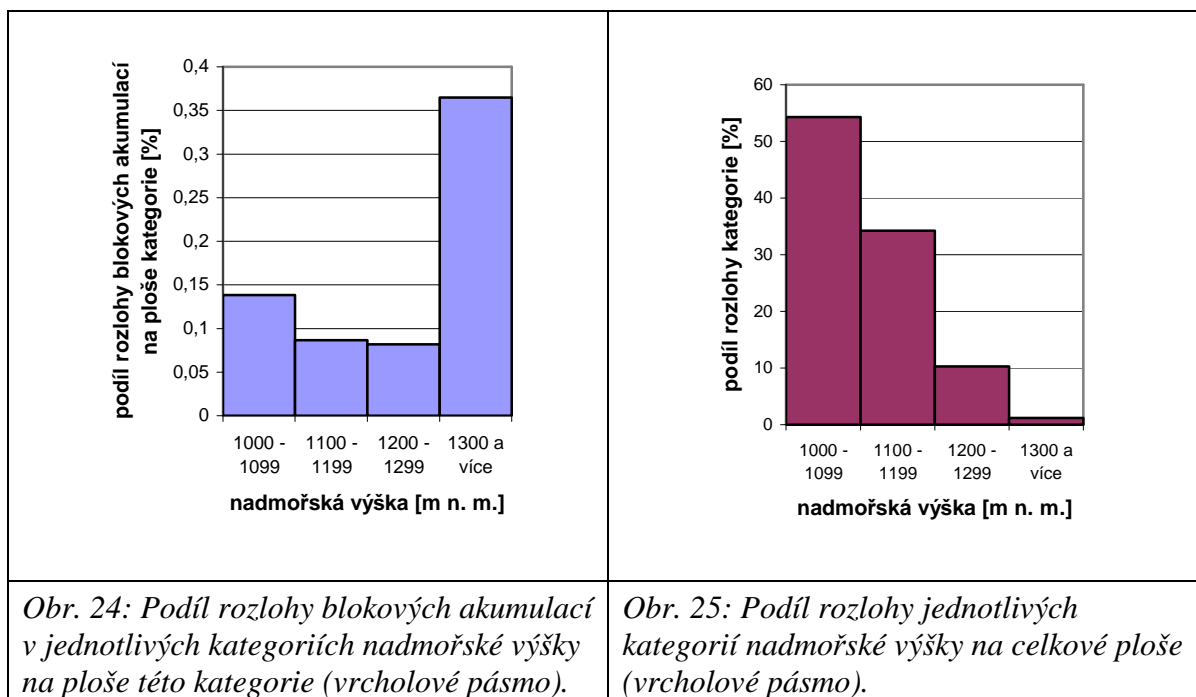


Obr. 22: Výskyt akumulací dle nadmořské výšky a rozlohy (celé zájmové území).

Při podrobnějším pohledu na vrcholové pásmo Šumavy lze zjistit, že 64 % rozlohy blokových akumulací této oblasti leží v nadmořské výšce 1000 - 1100 m (Obr. 23). Tento podíl se dále zmenšuje a v nadmořských výškách nad 1300 m už leží jen 4 % rozlohy blokových akumulací vrcholového pásma. Podíl rozlohy blokových akumulací na ploše kategorie nadmořské výšky 1300 m a více je oproti ostatním kategoriím velice výrazný (Obr. 24). V těchto nejvyšších polohách se nachází jen nepatrná část vrcholového území (Obr. 25).



Obr. 23: Podíl rozlohy blokových akumulací dle nadmořské výšky (vrcholové pásmo).



Tab. 3 ukazuje index rozmístění blokových akumulací dle jednotlivých kategorií nadmořské výšky. Hodnota  $W = 1$  znamená, že zastoupení blokových akumulací v dané kategorii odpovídá zastoupení těchto kategorií v oblasti (vrcholové pásmo). Hodnota  $W > 1$  pak ukazuje na větší zastoupení, hodnota  $W < 1$  na menší zastoupení blokových akumulací než by odpovídalo rovnoměrnému rozmístění. O něco větší je tedy výskyt blokových akumulací v nadmořských výškách 1000 - 1100 m, výrazně větší zastoupení bylo nalezeno v nejvyšších nadmořských výškách (1300 m a více). V ostatních kategoriích je zastoupení poněkud menší než by odpovídalo zastoupení kategorií ve vrcholovém pásmu.

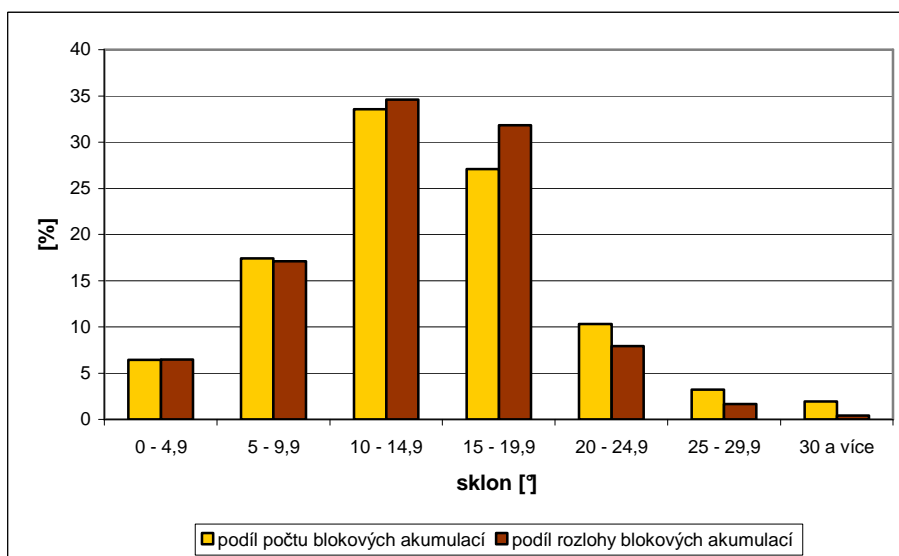
*Tab. 3: Index rozmístění blokových akumulací dle nadmořské výšky (vrcholové pásmo)*

Kategorie nadmořské výšky (m n. m.)	[1.] Podíl rozlohy dané kategorie na celkové ploše (%)	[2.] Podíl rozlohy blokových akumulací v dané kategorii nadmořské výšky na celkové ploše akumulací (%)	[3.] Index rozmístění $W$ ( $W=2./1.$ )
1000 - 1099	54,314	63,953	1,177
1100 - 1199	34,229	25,213	0,737
1200 - 1299	10,268	7,141	0,695
1300 a více	1,189	3,693	3,106

### 5.3 Sklonitost

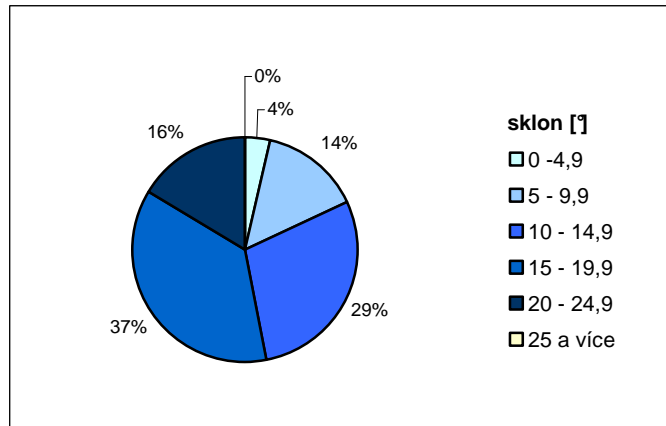
Sklon byl u vymezených blokových akumulací určen z mapy sklonitosti jako průměrná hodnota sklonu té části svahu, kterou akumulace pokrývá (Příloha 3, Příloha 6). Získané hodnoty se pohybují od 3,0° do 35,8°, přičemž většina blokových akumulací leží na svazích se sklonem 10° - 15° (34 %) a 15° - 20° (27 %). Z hlediska rozlohy jednotlivých akumulací jsou tyto podíly ještě trochu vyšší (35 % a 32 %). Relativně hojně jsou též zastoupeny sklony 5° - 10° (Obr. 26).

Nejvyšší sklony se vyskytují u blokových akumulací na svahu vrchu Valy (1010 m n. m.) a při úpatí Huťské hory (1187 m n. m.) ve strmém břehu řeky Vydry. Blokované akumulace s nejmenším sklonem se nacházejí v masivu Křemenné (1085 m n. m.) u Volar a Spáleníště (949 m n. m.) nedaleko Stožce.

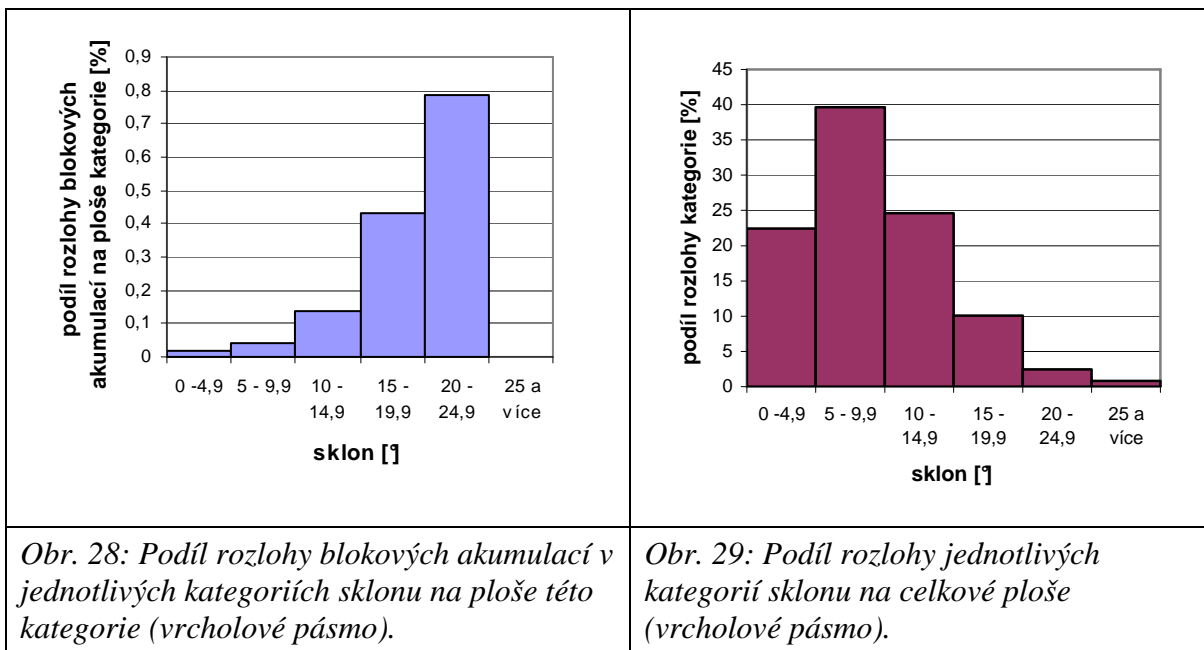


Obr. 26: Zastoupení blokových akumulací dle sklonu svahu (celé zájmové území).

Ve vrcholovém pásmu Šumavy leží většina plochy blokových akumulací na svazích o sklonu 15° - 20°, o něco méně pak na svazích se sklonem 10° - 15° (Obr. 27). Na rozdíl od území Šumavy jako celku je u blokových akumulací ve vrcholovém pásmu poměrně hojně zastoupen sklon 20° - 25°, leží v něm 16 % jejich plochy (v zájmovém území jako celku je tento podíl 8 %). Zastoupení těchto svahů (20° - 25°) je ve vrcholovém pásmu malé (Obr. 29), avšak jsou téměř z 1 % pokryty blokovými akumulacemi (Obr. 28). Naopak hojně zastoupené svahy o sklonu 5° - 10° jsou vymezenými akumulacemi pokryty oproti ostatním svahům jen velmi malým podílem.



Obr. 27: Podíl rozlohy blokových akumulací dle sklonu (vrcholové pásmo).



Obr. 28: Podíl rozlohy blokových akumulací v jednotlivých kategoriích sklonu na ploše této kategorie (vrcholové pásmo).

Obr. 29: Podíl rozlohy jednotlivých kategorií sklonu na celkové ploše (vrcholové pásmo).

Tab. 4 ukazuje index rozmístění blokových akumulací pro každou kategorii sklonu vrcholového pásma. Výrazně větší zastoupení blokových akumulací než by odpovídalo dle zastoupení jednotlivých kategorií v území bylo zjištěno pro sklony 20°- 25°, poměrně větší zastoupení též v kategoriích 10°- 15° a 15°- 20°. V ostatních kategoriích je zastoupení trochu menší, kategorie 25° a více není zastoupena vůbec.

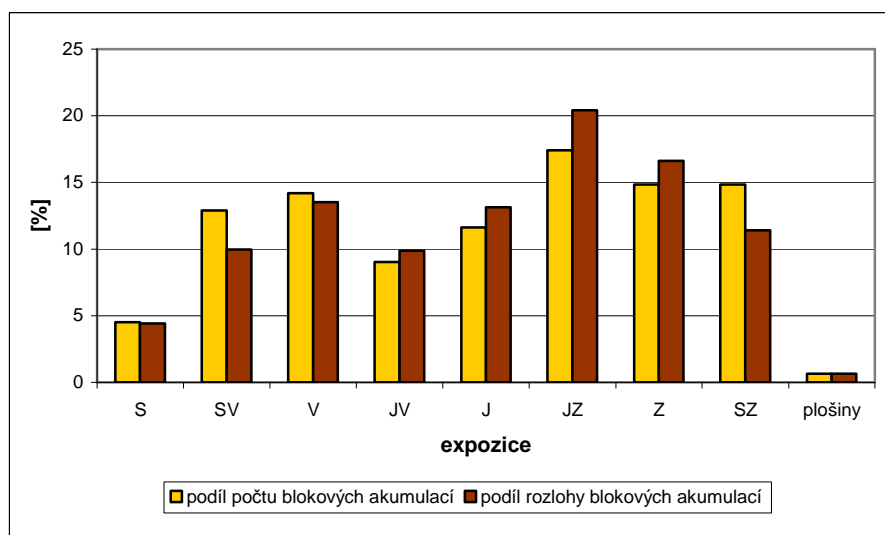
Tab. 4: Index rozmístění blokových akumulací dle sklonu (vrcholové pásmo)

Kategorie sklonu (°)	[1.] Podíl rozlohy dané kategorie na celkové ploše (%)	[2.] Podíl rozlohy blokových akumulací v dané kategorii na celkové ploše akumulací (%)	[3.] Index rozmístění W (W=2./1.)
0 - 4,9	22,431	3,616	0,161
5 - 9,9	39,634	14,320	0,361
10 - 14,9	24,617	28,916	1,175
15 - 19,9	10,083	36,863	3,656
20 - 24,9	2,440	16,284	6,675
25 a více	0,795	0,000	0,000

## 5.4 Expozice

Expozice byla u vymezených blokových akumulací určena z mapy expozice svahů podle plošně nejvíce zastoupené kategorie na území akumulace (Příloha 4, Příloha 6). Pouze jedna blokovaná akumulace se nachází na plošině, kde se expozice neurčuje. Největší množství vymezených blokových akumulací se nachází na svazích s jihozápadní expozicí (17,4 %), dále pak západní a severozápadní (po 15 %). S přihlédnutím k rozloze blokových akumulací je zvláště zřejmá převaha jihozápadní a západní expozice (Obr. 30).

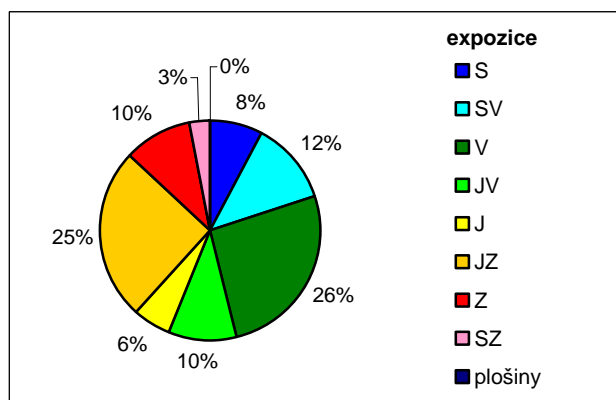
Z regionálního hlediska mají jihozápadní orientaci prakticky všechny akumulace vymezené na svahu Jezerní hory (1343 m n. m.), několik akumulací na Žlebském kopci (1079,5 m n. m.), v okolí Nýrska atd. Na Žlebském kopci a poblíž Nýrska jsou četné také západní orientace, podobně jako v masivu Křemenné (1085 m n. m.) u Volar, Poledníku (1315 m n. m.), Popelné hory (Šafářův vršek 929 m n. m.) a dalších.



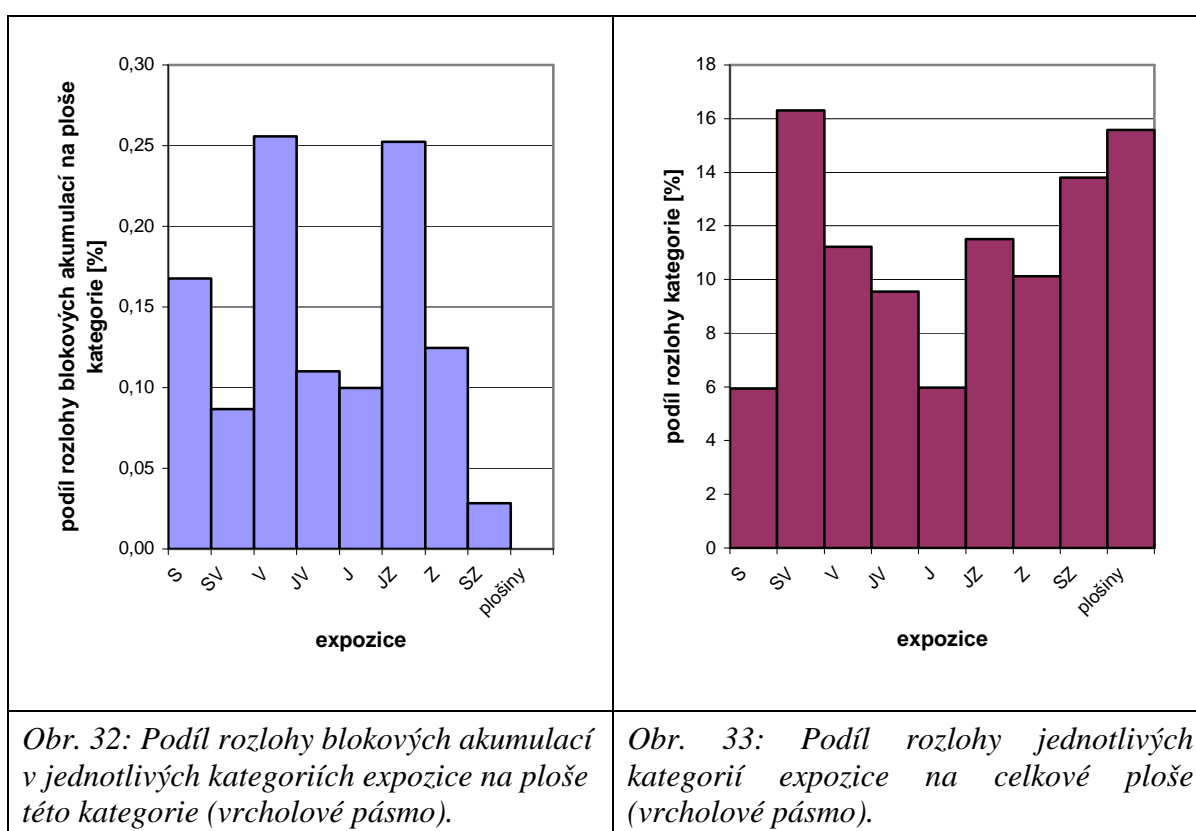
Obr. 30: Zastoupení blokových akumulací dle expozice svahu (celé zájmové území).

Ve vrcholovém pásmu Šumavy mají téměř stejně velký podíl rozlohy blokových akumulací s jihozápadní a východní expozicí (Obr. 31). Tyto svahy mají též relativně největší plošné pokrytí blokovými akumulacemi (Obr.32). Naopak severozápadní svahy, které jsou v území plošně výrazně zastoupeny (Obr.33), jsou blokovými akumulacemi pokryty velice málo. I přes velký podíl plošin ve vrcholovém pásmu (Obr. 33) se u všech vymezených akumulací v této oblasti dala určit převládající expozice svahu.





Obr. 31: Podíl rozlohy blokových akumulací dle expozice (vrcholové pásmo).



Tab. 5 shrnuje index rozmístění blokových akumulací dle jednotlivých kategorií expozice. Podobně jako Obr. 32 upozorňuje na zvýšený výskyt blokových akumulací na svazích s východní a jihozápadní expozicí, dále pak na svazích se západní a severní expozicí (více než by odpovídalo zastoupení těchto svahů ve vrcholovém pásmu). Výskyt na jižních a jihovýchodních svazích zastoupení svahů v území téměř odpovídá.

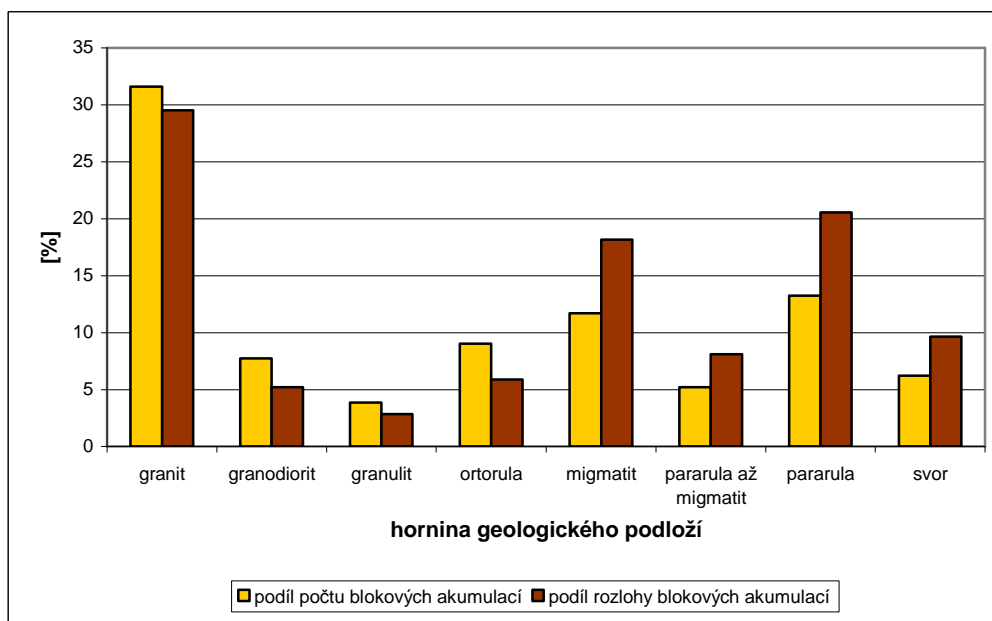
Tab. 5: Index rozmístění blokových akumulací dle expozice (vrcholové pásmo)

Kategorie expozice	[1.] Podíl rozlohy dané kategorie na celkové ploše (%)	[2.] Podíl rozlohy blokových akumulací v dané kategorii na celkové ploše akumulací (%)	[3.] Index rozmístění W (W=2./1.)
S	5,428	7,745	1,427
SV	16,436	12,120	0,737
V	12,055	26,250	2,177
JV	10,539	9,877	0,937
J	6,722	5,706	0,849
JZ	11,755	25,249	2,148
Z	9,483	10,055	1,060
SZ	12,445	2,998	0,241
plošiny	15,136	0,000	0,000

## 5.5 Geologické podloží

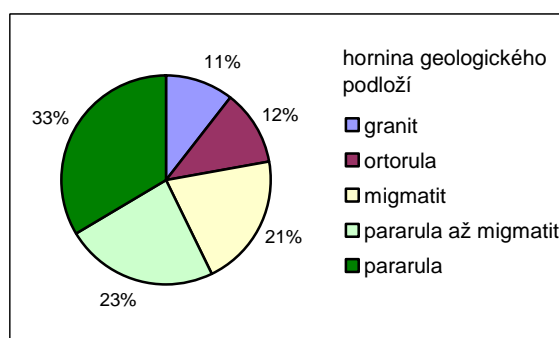
Geologické podloží každé akumulace bylo určeno na základě geologické mapy v měřítku 1:50 000 (ČGS, 2003)(viz Příloha 6). U vymezených blokových akumulací jednoznačně převládají tvary vzniklé na žule (granitu), z hlediska relativního zastoupení je to 32 %. Dalšími významnými horninami jsou pararula a migmatit, které včetně přechodného typu horniny (pararula až migmatit) tvoří podklad pro 30 % vymezených akumulací, příp. pro 47 % rozlohy všech vymezených akumulací (Obr. 34).

Na odolnějších horninách (granit, granodiorit) se vytvořila většina akumulací v jižní části zájmového území - oblast Žlebského kopce (1079,5 m n. m.), Křemenné (1085 m n. m.), Jezevčího vrchu (983,5 m n. m.), Čertovy stěny a další. Pararuly až migmatity nacházíme u blokových akumulací na Boubíně (1362 m n. m.), Bobíku (1264 m n. m.), Stožci (1065 m n. m.) a dále na severu zájmového území - Jezerní hora (1343 m n. m.), Javorná (1089,7 m n. m.) a Sklářský vrch (1194,8 m n. m.) u Železné hory. Ve svoru jsou vymezené akumulace pouze v oblasti Nýrska a ve svahu nad Černým jezerem při řece Úhlavě. Na ortorule byly blokové akumulace vymezeny jen v masivu Popelné hory (1087,2 m n.m.).



Obr. 34: Zastoupení blokových akumulací dle geologického podloží (celé zájmové území).

Ve vrcholovém pásmu Šumavy je na granitu vyvinuto jen 11 % plochy blokových akumulací. Nejvíce jsou zastoupeny pararuly a migmatity, které včetně přechodného typu horniny (pararula až migmatit) tvoří podklad pro 77 % rozlohy blokových akumulací vrcholového pásma (Obr. 35).



Obr. 35: Podíl rozlohy blokových akumulací dle geologického podloží (vrcholové pásmo).

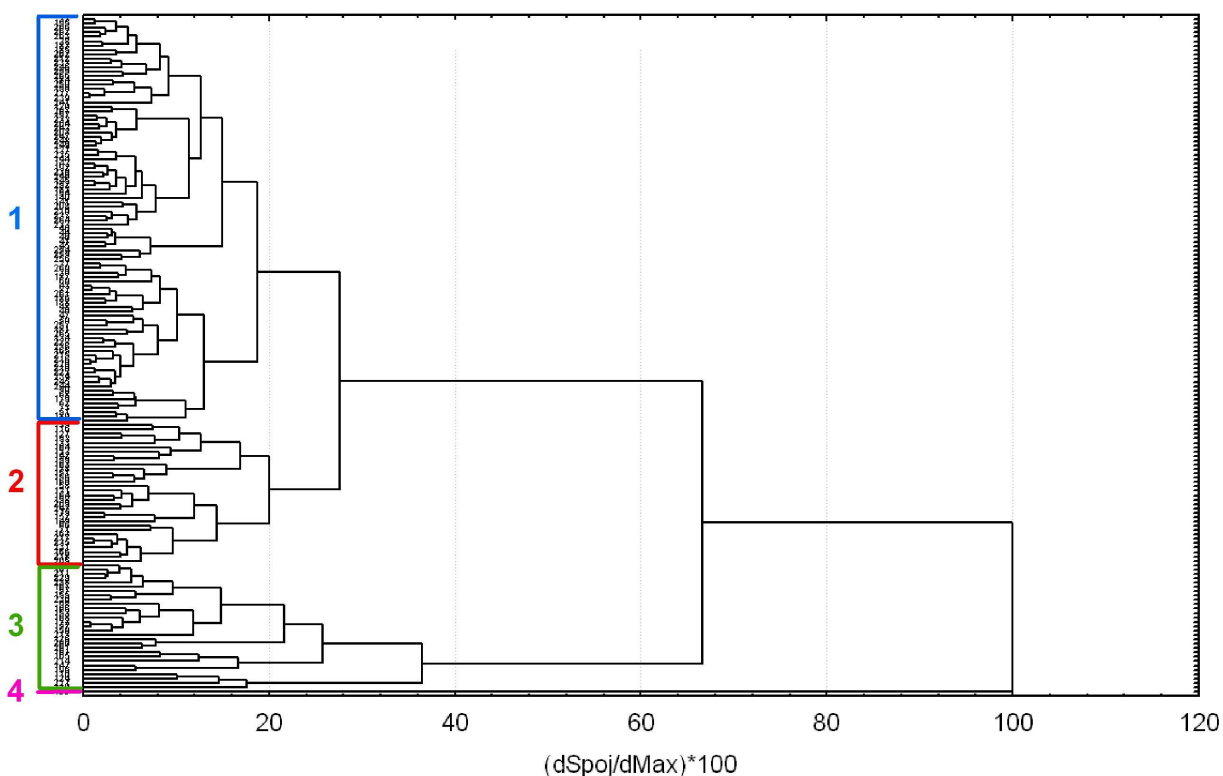
## 5.6 Shluková analýza

Shluková analýza byla provedena na základě údajů o rozloze, průměrné nadmořské výšce, průměrném sklonu a indexu HLI, který vyjadřuje expozici svahu na základě příjmu potenciální přímé radiace (viz kapitola 2). U těchto parametrů byla nejdříve pomocí Pearsonova korelačního koeficientu testována vzájemná nezávislost. Na hladině  $p < 0,05$  nebyly mezi sledovanými parametry nalezeny žádné významné korelace (Tab. 6).

Tab. 6: Korelační matice vybraných parametrů pro hladinu  $p < 0,05$

<i>proměnná</i>	rozloha	nadmořská výška	sklonitost	expozice
rozloha	1,00	0,07	-0,09	0,14
nadmořská výška	0,07	1,00	0,07	-0,00
sklonitost	-0,09	0,07	1,00	0,02
expozice	0,14	-0,00	0,02	1,00

Příbuznost mezi vymezenými akumulacemi byla zjišťována analýzou shluků CLU (sensu Meloun - Militký, 2002), resp. hierarchickým shlukováním vizualizovaném v podobě stromového diagramu (Obr. 36). Slučování proběhlo na základě eukleidovských vzdáleností a váženého průměru skupin dvojic. Výsledný graf je vyjádřen v normovaných eukleidovských vzdálenostech spojení mezi blokovými akumulacemi. U hodnoty tohoto spojení rovné 67 můžeme odlišit dva shluky a jednu samostatnou blokovou akumulaci, která se od ostatních významně liší. Z vymezených shluků je jeden podstatně větší, dělíci se v hodnotě spojení 28 dále na dva různě početné shluky. Celkem byly tedy vymezeny tři skupiny blokových akumulací a jedna velmi odlišná akumulace (na hřbetu Václavák v masivu Jezerní hory). Jejich rozmístění v zájmovém území je znázorněno v Příloze 5.



Obr. 36: Shluková analýza blokových akumulací (celé zájmové území). Stromový diagram pro 155 případů, normované spojení eukleidovských vzdáleností. Vysvětlivky: 1 - 3: číslo vymezené skupiny, 4: samostatná akumulace.

## 6. Diskuse

### 6.1 Rozmístění a rozloha

K vymezení blokových akumulací bylo využito ortofotomap a topografických map, k získání morfometrických údajů pak digitálního modelu území (DMÚ). Při práci s mapami se řada charakteristik vůbec nedá určit (např. vertikální profil či parametry jednotlivých kamenů) a nelze tedy určit genezi tvaru a tím od sebe odlišit jednotlivé typy blokových akumulací včetně kamenných moří. V průběhu zpracování práce se objevilo i několik dalších nedostatků této metody. Vzhledem k velké zalesněnosti Šumavy bylo obtížné určit z ortofotomap přesný tvar a rozlohu kamenných moří. Často bylo nutné rozhodnout, zda se ještě jedná o jeden tvar, částečně zarostlý, nebo zda jde o tvarů více. Tento problém byl částečně vyřešen kombinací ortofot s topografickými mapami.

Práce s topografickými mapami byla zkomplikována tím, že použité mapové listy byly různého vydání. Znamenalo to trochu odlišný symbol v legendě, přičemž pro účely této práce bylo výhodnější vydání starší. Zde je kamenitý povrch vyjádřen nakupením malých trojúhelníčků a dále jsou tu bodovým znakem vyznačeny skupiny balvanů. Nové mapy (vydávané od r. 2004) využívají data ZABAGED<sup>®</sup>, což se naproti původnímu očekávání ukázalo problémem. Kamenné akumulace jsou zde totiž vyjádřeny pouze znakem bodovým (skupina balvanů) a liniovým (řada nahromaděných kamenů), symbol zachycující plochu chybí (viz ČÚZK, 2009). Vezmeme-li v úvahu, že na Šumavě jsou velmi rozšířené zídky poskládané kdysi lidmi z vysbíraných kamenů, liniový znak nemohl být použit. Bylo proto nutné stanovit si mezní kritéria (viz kapitola 2).

Při morfometrické analýze bylo hodnoceno zájmové území jako celek a poté zvlášť jeho vrcholové pásmo (tj. nad 1 000 m n. m.), kde bylo počítáno se 40 blokovými akumulacemi. Srovnání s vrcholovými partiemi jiných českých pohoří je poměrně žádoucí a je obsaženo v následujících odstavcích. Je ovšem důležité upozornit na rozdíly v rozloze vrcholového pásma Šumavy (430,4 km<sup>2</sup>) a rozloze sledovaného území v Hrubém Jeseníku (123,8 km<sup>2</sup>) (Vejrostová, 2006) a v Krkonoších (98,8 km<sup>2</sup>) (Smolíková, 2006). V obou lokalitách byl i přes menší plochu vymezen mnohem větší počet blokových akumulací (182 v Hrubém Jeseníku a 1274 v Krkonoších). Je to dáno pravděpodobně tím, že obě pohoří na rozdíl od Šumavy mají alpínské bezlesí, takže vymezení blokových akumulací z mapových podkladů (především z ortofot) je jednodušší.

Téměř všechny oblasti výskytu kamenných moří na Šumavě popisované v literatuře (kapitola 4, část 4.1) byly na základě mapových podkladů vymezeny i v této práci. Pouze v oblasti Plechého a Trojmezné, odkud Votýpka (1979) popisuje mnoho kamenných moří, byly nalezeny jen tři blokové akumulace - na svazích vrchu V Pařezí (1146 m n. m.). Votýpka (1979) sice všechny nalezené blokové akumulace v této oblasti zakreslil do geomorfologické mapy, z důvodu rozdílnosti měřítek však tato mapa nemohla být pro vymezení blokových akumulací využita. V použitých mapových podkladech (ortofota a topografické mapy) byla tato kamenná moře většinou znázorněna tak, že nesplňovala kritéria.

Nejmenší vymezené akumulace mají rozlohu cca 950 - 1000 m<sup>2</sup>, což je dáno stanovenými kritérii. Největší vymezená akumulace v celém zájmovém území se nachází na hřbetu Václavák v masivu Jezerní hory (1343 m n. m.). Druhou největší akumulaci na svahu vrchu Chlustov (1094 m n. m.) u Lenory převyšuje svoji rozlohou o 19 000 m<sup>2</sup>. Takto výrazný nepoměr by mohl být způsoben metodou vymezení z map, kdy tvar může být vymezen větší, než ve skutečnosti je. Velikost této akumulace mohla ovlivnit statistické popisování vrcholového pásma.

Z hlediska rozlohy jsou pro nejvyšší polohy Šumavy charakteristické spíše malé blokové akumulace, ty však nacházíme prakticky ve všech nadmořských výškách. Tento poznatek se shoduje s pozorováním z Hrubého Jesníku (Vejrostová, 2006). Jak ukazuje Tab. 6, na hladině  $p < 0,05$  nebyla zjištěna významná lineární závislost rozlohy blokové akumulace na žádné další morfometrické charakteristice (nadmořská výška, sklon svahu a expozice svahu).

## **6.2 Nadmořská výška**

Kamenná moře jsou v mírných zeměpisných šířkách vázána na výše položené plošiny či horské hřbety (Fairbridge, 1968). Mezi vymezené akumulace jsou sice zahrnuty i další typy blokových akumulací, rozložení podle nadmořské výšky však tomuto poznatku v podstatě odpovídá (tj. mohlo by se vesměs jednat o skutečná kamenná moře). Většina vymezených akumulací leží v nadmořské výšce 800 - 1100 m, v polohách pod 800 m n. m. je podíl z celkového množství i z celkové rozlohy vymezených akumulací poměrně nízký. Příkladem blokových akumulací popsanych z území Šumavy v nižších nadmořských výškách (viz kapitola 4) jsou kamenná moře v lokalitě Čertova stěna - Luč, která leží v průměrné nadmořské výšce 670 - 690 m (Svatoš, 1958). K nim se mohou na základě této práce přiřadit blokové akumulace vymezené v okolí vodní nádrže Nýrsko (nadmořská výška 593 - 616 m).

Ve vrcholovém pásmu Šumavy je nejméně výraznější podíl rozlohy blokových akumulací k ploše kategorie nadmořské výšky 1300 m a více. V těchto nadmořských výškách se však nachází pouze dvě vymezené akumulace, z toho jedna je poměrně velká (na svahu Jezerní hory, rozloha 17 563 m<sup>2</sup>), druhá velmi malá (Velká Mokrůvka, rozloha 1297 m<sup>2</sup>), což by mohlo statistiku trochu zpochybnit. Pomocí indexu rozmístění byl ve vrcholovém pásmu hodnocen výskyt blokových akumulací vzhledem k výskytu jež by odpovídal plošnému zastoupení daných kategorií. Byl zjištěn zvýšený výskyt blokových akumulací v kategoriích 1000 - 1100 m n. m. a 1300 m n. m. a více. V Krkonoších byl také zjištěn výrazný podíl rozlohy blokových akumulací na ploše nejvyššího výškového pásma (nad 1500 m n. m.), Smolíková (2006) však připouští, že mezi kamenná moře mohly být zahrnuty i polygonální půdy vypadající na ortofotomapách stejně jako blokové akumulace.

### **6.3 Sklonitost**

Většina autorů uvádí výskyt kamenných moří na mírných svazích, přesné určení mezních sklonů však většinou chybí (viz kapitola 4). Ostatní typy v této práci uvažovaných blokových akumulací (s výjimkou kamenného ledovce) jsou většinou vázány na svahy o vyšším sklonu (viz kapitola 4). Většina vymezených blokových akumulací se nachází na svazích o sklonu 10° - 20°, necelá čtvrtina pak v kategoriích do 10° sklonu, nejvyšší sklony jsou zastoupeny nejméně. Toto rozdělení by napovídalo, že většina vymezených blokových akumulací by teoreticky skutečně mohla být kamennými moři.

Z literatury jsou však popsána i kamenná moře s poměrně velkým sklonem, např. v lokalitě Čertova stěna uvádí Svatoš (1958) hodnotu 30° a v lokalitě Luč dokonce 35°. Sklon svahu má velký význam pro podobu kamenných moří, ovlivňuje zejména jeho strukturu z hlediska množství jemnozrného materiálu (Rea, 2007). Podobně velkých sklonů jako u akumulací na Čertově stěně a Luči dosahují pouze akumulace vymezené na vrchu Valy (1010 m n. m.) a Huťské hory (1187 m n. m.), maximálně však 35,8°.

Ve vrcholovém pásmu Šumavy bylo pomocí indexu rozmístění zjištěno výrazně vyšší zastoupení blokových akumulací na svazích 20°-25°, než jaké by odpovídalo zastoupení těchto svahů na celkové ploše vrcholového pásma. Poměrně výrazný byl též výskyt na svazích o sklonu 15°-20°. Podíl rozlohy blokových akumulací v jednotlivých sklonitostních kategoriích na ploše těchto kategorií ve vrcholovém pásmu Šumavy s rostoucím sklonem narůstá. Podobný trend je patrný i v Krkonoších (Smolíková, 2007) a v Hrubém Jeseníku (Vejrostová, 2007). V těchto oblastech je tento podíl nejvyšší u nejvyšších kategorií sklonu (v Krkonoších 30° a více, v Hrubém Jeseníku 50° a více), zatímco ve

vrcholovém pásmu Šumavy nejvyšší vymezená kategorie sklonu ( $25^\circ$  a více) v podstatě zastoupena není. To je ovšem ovlivněno volbou kategorií sklonu v této práci, při volbě poslední kategorie  $20^\circ$  a více by byly výsledky těmto pracem ještě podobnější. Vejrostová (2007) hovoří v Hrubém Jeseníku o velmi malém výskytu blokových akumulací v předposlední zvolené kategorii ( $40^\circ$ - $50^\circ$ ), který se vymyká zmíněnému trendu, ve vrcholovém pásmu Šumavy je však trend plynulý, stejně jako v Krkonoších (Smolíková, 2007). Obecně nacházíme ve vrcholovém pásmu Šumavy blokové akumulace na mnohem menších sklonech než ve zmíněných srovnatelných pohořích - maximálně  $24,6^\circ$  (akumulace na svahu Popelné hory (1087 m n. m.)).

## **6.4 Expozice**

U vymezených blokových akumulací byla nejčastější jihozápadní a západní expozice svahu, což odpovídá předpokladům z literatury (Prosová - Sekyra, 1961). Na jižních až západních svazích se nejvíce projevují účinky kongelifrakce, což je příznivé pro vznik kamenných moří (Prosová - Sekyra, 1961). Nejméně častá je u blokových akumulací v zájmovém území expozice severní (pouze 7 vymezených akumulací), kde se podle Prosové - Sekyry (1961) vyskytují spíše kary a nivační deprese než kamenná moře.

Na ploše vrcholového pásma Šumavy převládají severovýchodní a severozápadní svahy a plošiny. Pomocí indexu rozmístění však bylo zjištěno, že blokové akumulace se ve zvýšené míře nacházejí na svazích s východní a jihozápadní, v menší míře též západní a severní expozicí (více než by odpovídalo rovnoměrnému rozmístění akumulací). Výskyt na severních a východních svazích je vzhledem k poznatkům Prosové - Sekyry (1961) poměrně zarážející a napovídá, že zřejmě ne všechny vymezené akumulace budou ve skutečnosti kamennými moři.

Jižní expozice charakteristická pro většinu blokových akumulací Hrubého Jeseníku a Krkonoš (Vejrostová, 2006; Smolíková, 2006) nebyla ve vrcholovém pásmu Šumavy příliš zastoupena. Ve vrcholové části Krkonoš však svahy jižní a jihozápadní převládají (Smolíková, 2007), ve vrcholovém pásmu Šumavy je jejich rozloha vzhledem k ostatním expozicím velice malá (je třeba uvážit průběh hranice České republiky, která část jižních svahů nechává mimo zájmové území).

Velké zastoupení plošin v grafu na Obr. 33 je částečně zkresleno nedokonalostí modelu reliéfu v prostředí GIS, kdy některé plochy byly určeny jako plošiny, i když



podle mapy sklonitosti byly na ukloněném svahu. Z vymezených blokových akumulací ve vrcholovém pásmu se žádná nenacházela převážně na plošině.

## **6.5 Geologické podloží**

Kamenná moře se vyskytují nejčastěji v tvrdých horninách s kvádrovým, deskovitým, příp. sloupovitým rozpadem (Rubín - Balatka et al., 1986), nejčastěji v různých typech granitoidů (Chábera, 1976), dále např. v rulách a svorech (Rubín - Balatka et al., 1986).

U vymezených akumulací také převládají tvary v granitech a to i přesto, že většinu zájmového území tvoří horniny tzv. jednotvárné série (svorové ruly, pararuly až migmatity). Žulové plutonity tvoří sice také poměrně velkou část geologického podloží Šumavy, ovšem převaha tvarů v těchto horninách je oproti ostatním horninám velice výrazná. Příčinou mohou být vlastnosti odolných granitů, příznivé např. pro vznik kamenných moří (Rubín - Balatka et al., 1986). Dále jsou v zájmovém území blokové akumulace časté na pararulách a migmatitech, což už odpovídá velkému zastoupení jednotvárné série v podloží Šumavy. Akumulace v jiných horninách jsou vázány na prostorově malé výskyty těchto hornin, např. ortoruly v oblasti Popelné hory (1087 m n. m.).

Ve vrcholové části Šumavy se setkáváme pouze s blokovými akumulacemi v granitu, ortotule, pararule a migmatitu. Místo granitu zde jednoznačně převažují blokové akumulace na pararule a migmatitu (včetně uvažování přechodného typu horniny celkem 77 %), což souvisí s výrazně převažující jednotvárnou sérií podloží zkoumané oblasti.

## **6.6 Shluková analýza**

Výsledky shlukové analýzy shrnuje graf na Obr. 36, na základě kterého byly vymezeny tři skupiny blokových akumulací a jedna samostatná, výrazně odlišná akumulace. Tato akumulace se nachází na svahu Václavák v masivu Jezerní hory (1343 m n. m.) a od ostatních se výrazně liší především svou velkou rozlohou (Obr. 22).

Na vymezení třech skupin se významně podílel parametr rozlohy, kdy skupina 1 obsahovala především malé akumulace (cca 940 - 11 500 m<sup>2</sup>), skupina 2 pak středně rozlehlé (cca 6 000 - 19 500 m<sup>2</sup>) a skupina 3 vyjádřená ve stromovém diagramu poměrně odděleně od předchozích dvou obsahovala jen velké blokové akumulace (cca 9 000 - 45 000 m<sup>2</sup>). Dalším výrazným pojítkem vymezených skupin byl pravděpodobně index HLI vyjadřující teplotní poměry svahu na základě jeho expozice. Porovnáním akumulací jednotlivých skupin s mapou expozice svahů byly zjištěny určité podobnosti. Ve skupině 1 sice výrazné zastoupení určité

expozice nenacházíme, to je ale zřejmě dáno velikostí shluku. Ve skupině 2 pak převažuje expozice JZ a SZ. Ve skupině 3 se setkáme v podstatě jen s expozicemi J, JZ a Z. Samostatně vyčleněná akumulace má expozici jihozápadní.

Sklonitost a nadmořská výška na uspořádání akumulací do shluků příliš výrazný vliv neměly. Graf na Obr. 36 byl porovnán s grafy vytvořenými stejným postupem, ovšem vždy s vyřazením jednoho parametru (např. shluková analýza vymezených akumulací na základě rozlohy, sklonu a expozice). Většinou došlo k vymezení podobných skupin, pouze po odebrání parametru rozloha se graf naprosto změnil. To vypovídá o velké váze parametru při seskupování, způsobené většími vstupními hodnotami oproti jiným parametrům. Tento vliv se nepodařilo odstranit ani po vyjádření rozlohy v hektarech, neboť rozlohy mají poměrně velký rozptyl hodnot (0,094 ha až 6,37 ha).

Při použití všech 4 parametrů (rozloha, nadmořská výška, sklon svahu a index HLI) a navíc parametru geologického podloží (horniny rozděleny dle odlonosti do 3 skupin) se ve stromovém grafu vytvořily podobné 3 - 4 skupiny, avšak původně samostatná akumulace (na vrchu Václavák) byla již součástí malé skupiny akumulací.

## 7. Závěr

Předložená práce se zabývá především charakteristikou kamenných moří a podobných blokových akumulací na území Šumavy. Kromě rešerše o těchto tvarech bylo provedeno vymezení blokových akumulací v zájmovém území se zvláštní pozorností k vrcholovému pásmu Šumavy (polohy nad 1000 m n. m.). Všechny vymezené akumulace byly následně podrobeny morfometrické analýze, jejíž výsledky jsou shrnuty v následujících bodech:

### 1. Celé zájmové území (geomorfologický celek Šumava)

- V zájmovém území bylo vymezeno 155 blokových akumulací o celkové rozloze 1,75 km<sup>2</sup>. Z mapy rozmístění těchto akumulací (Příloha 1) byly vytyčeny tři hlavní oblasti výskytu - severozápad zájmového území (okolí Nýrska, Jezerní hora); okolí Srní a Nicova; širší okolí Stožce a Boubínská hornatina.
- Vymezené blokové akumulace mají rozlohy od necelých 1000 m<sup>2</sup> po 45 000 m<sup>2</sup>, větších rozměrů dosahuje pouze akumulace vymezená na hřbetu Václavák v masivu Jezerní hory (1343 m n. m.). Většina (34 %) blokových akumulací má rozlohu 5000 až 10 000 m<sup>2</sup>.
- Většina (73 %) plochy blokových akumulací leží v nadmořské výšce 800 - 1100 m, v ostatních nadmořských výškách jsou vymezené akumulace zastoupeny výrazně méně.
- Většina (66 %) plochy blokových akumulací leží na svahu o průměrném sklonu 10° až 20°. Nejméně jsou vymezené akumulace zastoupeny na svazích přesahujících 25°.
- Většina (37 %) plochy blokových akumulací leží na svazích s JZ a Z expozicí, nejméně na plošinách a severních svazích.
- U blokových akumulací zájmového území byla zjištěna výrazná převaha tvarů v granitech (30 % rozlohy akumulací), dále v pararulách a migmatitech.
- Nebyla zjištěna statisticky významná lineární závislost rozlohy blokových akumulací na průměrné nadmořské výšce, průměrném sklonu či expozici svahu.
- Pomocí shlukové analýzy byly vymezené blokové akumulace rozděleny na tři skupiny a jednu samostatnou, výrazně odlišnou akumulaci (rozdělení především na základě parametru rozlohy a expozice). Tato odlišná akumulace leží na hřbetu Václavák

v masivu Jezerní hory (1343 m n. m.) a je zároveň největší vymezenou blokovou akumulací.

## **2. Vrcholové pásmo Šumavy (polohy nad 1000 m n. m.)**

- Ve vrcholovém pásmu zájmového území se z vymezených 155 blokových akumulací nachází 40 s celkovou rozlohou 0,51 km<sup>2</sup> (29,1 % rozlohy všech vymezených akumulací).
- Ve vrcholovém pásmu převažují blokové akumulace na svazích o sklonu 20° až 25°, vyšší sklony nebyly u akumulací v této části zájmového území zastoupeny.
- Ve vrcholovém pásmu výrazně převažují blokové akumulace v pararulách a migmatitech, včetně přechodného typu horniny (pararula až migmatit) tvoří horninový podklad pro 77 % plochy akumulací, v granitech tvoří jen malý podíl.
- V kategoriích nadmořské výšky 1000 až 1100 m a 1300 m a více byl zjištěn zvýšený výskyt blokových akumulací než by odpovídalo zastoupení těchto kategorií nadmořské výšky na ploše vrcholového pásma.
- Ve vrcholovém pásmu byl zjištěn zvýšený výskyt blokových akumulací na svazích o sklonu 20° až 25° (v menší míře též na svazích se sklonem 10° až 15° a 15° až 20) než by odpovídalo zastoupení těchto svahů na ploše vrcholového pásma.
- Ve vrcholovém pásmu byl zjištěn zvýšený výskyt blokových akumulací na svazích s jihozápadní, východní (v menší míře též západní a severní) expozicí než by odpovídalo zastoupení těchto svahů na ploše vrcholového pásma. Podíl rozlohy blokových akumulací na severovýchodních svazích je ve vrcholovém pásmu velmi malý.

Uvedené závěry byly vysloveny na základě zpracování údajů o blokových akumulacích vymezených z mapových podkladů. Tento způsob samozřejmě neumožňuje zahrnout řadu dalších parametrů těchto akumulací jako je např. hloubka profilu, vnitřní struktura, tvar, velikost a uspořádání kamenů, stupeň zvětrání apod. Tyto a další charakteristiky potřebné k odlišení kamenných moří od tvarů jiných blokových akumulací se dají získat v podstatě jen na základě podrobného geomorfologického výzkumu. Na tuto práci by bylo dobré navázat dalším výzkumem vymezených akumulací, ať už formou diplomové práce nebo jiných aktivit v rámci probíhajícího grantu GAUK Vývoj pleistocénního zalednění české části Šumavy. Mohlo by být dále pracováno např. s vícerozměrnou statistikou se zaměřením na přesné definování závislostí výskytu kamenných moří.

## 8. Literatura

### 8.1 Monografie

- The Encyclopedia of Geomorphology: Encyclopedia of earth sciences*. Edited by R. W. Fairbridge. Vol. III. New York-Amsterdam-London: Reinhold, 1968. xvi, 1295 s.
- Atlas podnebí Česka = Climate atlas of Czechia*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. 255 s. Vydáno v koedici s Univerzitou Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-86690-26-1.
- ALBRECHT, J. Květena a rostlinstvo. In *Šumava*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1986. s. 26-34. Turistický průvodce ČSSR, svazek 22.
- BABŮREK, J., et al. *Průvodce geologií Šumavy*. 1. vyd. Vimperk: Správa NP a CHKO Šumava - Česká geologická služba Praha, 2006. 118 s. ISBN 80-7075-659-4.
- BALATKA, B. – KALVODA, J. *Geomorfologické členění reliéfu Čech = Geomorphological regionalization of the relief of Bohemia*. 1. vyd. Praha: Kartografie Praha, 2006. 79 s. ISBN 80-7011-913-6.
- CZUDEK, T. *Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru*. Brno: Moravské zemské muzeum, 2005. 238 s. ISBN 80-7028-270-3.
- DEMEK J., et al. *Geomorfologie českých zemí*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství ČSAV, 1965. 336 s.
- DEMEK, J. *Obecná geomorfologie*. 1. vyd. Praha: Academia, 1987. 476 s.
- HARTVICH, F. *Geodynamický vývoj údolí Losenice na severovýchodním okrajovém svahu Šumavy*. Praha, 2008. 225 s. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře fyzické geografie a geoekologie. Vedoucí práce Vít Vilímek.
- CHÁBERA, S., et al. *Výběr z geografické bibliografie jihočeské oblasti: I. Fyzický zeměpis (1819-1970) = Auswahl aus der geographischen Bibliographie Südböhmens: I. Physische Geographie (1819-1970)*. Krajská knihovna v Českých Budějovicích, 1970. 133 s.
- CHÁBERA, S. *Soupis mineralogicko-geologické literatury jihočeské oblasti: IV. díl (Dodatky 1724-1973) = Bibliographie der mineralogisch-geologischen Literatur Südböhmens: IV. Teil (Nachträge 1724-1973)*. Pedagogická fakulta v Českých Budějovicích, 1974. 99 s.
- CHÁBERA, S. Periglaciální jevy na Šumavě a v jejím podhůří. *Šumava*, 1976, č.6, s 4-6.
- CHÁBERA, S. *Geologické zajímavosti jižních Čech*. 1. vyd. Jihočeské nakladatelství České Budějovice, 1982. 158 s. Jihočeská vlastivěda; řada B.
- CHÁBERA, S., et al. *Neživá příroda*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeské nakladatelství, 1985. 270 s.
- CHÁBERA, S., et al. *Příroda na Šumavě*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeské nakladatelství, 1987. 182 s.
- CHÁBERA, S. *Geomorfologie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita České Budějovice, 1996. 151 s. ISBN 80-7040-208-3.
- CHÁBERA, S. *Fyzický zeměpis jižních Čech*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita České Budějovice, 1998. 139 s.
- CHLUPÁČ, I., et al. *Geologická minulost České republiky*. 1. vyd. Praha: Academia, 2002. 436 s. ISBN 80-200-0914-0.
- JANSKÝ, B., et al. Nová batymetrická mapování glaciálních jezer na české straně Šumavy. *Geografie - Sborník České geografické společnosti*, 2005, roč. 110, č. 3, s. 176-187. ISSN 1212-0014.

- KOLLAROVÁ, H. *Geomorfologická analýza severovýchodní části Lučské hornatiny*. Praha, 2007. 108 s. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře fyzické geografie a geoekologie. Vedoucí práce Vít Vilímek.
- KŘÍŽEK, M. - TREML, V. - ENGEL, Z. Zákonitosti prostorového rozmístění periglaciálních tvarů v Krkonoších nad alpínskou hranicí lesa = Natural relations of spatial distribution of periglacial landforms above the alpine timberline in the Krkonoše Mts. (the Giant Mts., Czech republic) In *Opera Corcontica*, 2007, roč. 44, s. 61 - 73.
- KUNSKÝ, J. Zalednění Šumavy a šumavská jezera. *Sborník československé společnosti zeměpisné*, 1933, roč. 39, s. 1-6 + 33-40.
- KUNSKÝ, J. *Fyzický zeměpis Československa*. 1. vyd. Praha: SPN, 1968. 537 s.
- MELOUN, M. - MILITKÝ, J. *Kompendium statistického zpracování dat: metody a řešené úlohy včetně CD*. Praha: Academia, 2002. 764 s. ISBN 80-200-1008-4.
- MENTLÍK, P. Mapování glaciálních forem georeliéfu v okolí Prášílského jezera na Šumavě. In *Geomorfologický sborník 2. Stav geomorfologických výzkumů v roce 2003: příspěvky z mezinárodního semináře Geomorfologie '03*. Editor Pavel Mentlík. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2003. s. 155-164.
- MENTLÍK, P. *Geomorfologická analýza a tvorba GmIS okolí Prášílského jezera a jezera Laka na Šumavě (Česká republika)*. Bratislava, 2006. 252 s. Disertační práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Komenského na katedře fyzické geografie a geoekologie. Vedoucí disertační práce Jozef Minár.
- PELÍŠEK, J. Půdy lesních oblastí Šumavy (ČSSR). *Lesnictví*, 1971, roč. 17, č. 8, s. 715-734.
- PELÍŠEK, J. Glaciální relikt v oblasti Prášílského jezera na Šumavě. *Sborník československé společnosti zeměpisné*, 1978, roč. 83, s. 59.
- POŠTA, P. Rašeliništní jezera Česka. *Geografie - Sborník České geografické společnosti*, 2005, roč. 110, č. 3, s. 188-209. ISSN 1212-0014.
- PROSOVÁ, M. - SEKYRA, J. Vliv severovýchodní expozice na vývoj reliéfu v pleistocénu. *Časopis pro mineralogii a geologii*, 1961, roč. VI, č. 4, s. 448-463.
- QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971. 88 s. *Studia geographica*; 16.
- RUBÍN, J. Ke klasifikaci a terminologii balvanitých, kamenito-šterkovitých a podobných akumulací. *Sborník Československé geografické společnosti*, 1982, roč. 87, č. 4, s. 295-299.
- RUBÍN, J. - BALATKA B., et al. *Atlas skalních, zemních a půdních tvarů*. 1. vyd. Praha : Academia, 1986. 388 s.
- SMOLÍKOVÁ, J. *Prostorové rozmístění blokových akumulací v Krkonoších*. Praha, 2006. 43 s. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře fyzické geografie a geoekologie. Vedoucí práce Marek Křížek.
- SUMMERFIELD, M. A. *Global geomorphology: An introduction to the study of landforms*. 1st ed. Pearson Education, 1991. xiv, 537 s. ISBN 0-582-30156-4.
- SVATOŠ, A. Periglaciální svahové sedimenty ve státní přírodní rezervaci Čertova stěna. *Ochrana přírody*, 1958, roč. XIII, č. 3, s. 60-65.
- ŠEBESTA, J. Abriss einer exodynamischen Analyse des Zentralteiles des Böhmerwaldes. *Věstník Českého geologického ústavu*, 1997, roč. 72, č. 3, s.281-288.
- TOMÁŠEK, M. *Atlas půd České republiky*. 1. vyd. Praha: Český geologický ústav, 1995. 36 s. Pozn. přílohou Půdní mapa České republiky 1:1 000 000. ISBN 80-7075-198-3.
- TOMÁŠEK, M. *Půdy České republiky*. 3. vyd. Praha: Česká geologická služba, 2003. 68 s. ISBN 80-7075-607-1.
- VEJROSTOVÁ, M. *Prostorové rozmístění blokových akumulací v Hrubém Jeseníku*. Praha, 2006. 52 s. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře fyzické geografie a geoekologie. Vedoucí práce Marek Křížek.

- VÍTEK, J. Kamenná moře. *Vesmír*, 1997, roč. 76, č. 8, s. 458-462. ISSN 0042-4544.
- VOČADLOVÁ, K. *Glaciální formy reliéfu v okolí Černého jezera na Šumavě*. Praha, 2006. 108 s. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy na katedře fyzické geografie a geoekologie. Vedoucí práce Marek Křížek.
- VOČADLOVÁ, K. et al. Hypothesis for the last stage of glaciation in the Černé Lake area (Bohemian Forest, Czech Republic). *Silva Gabreta*, 2007, roč. 13, č. 3, s. 205-216.
- VOTÝPKA, J. Geomorfologie granitové oblasti masívu Plechého. *Acta Universitatis Carolinae Geographica*, 1979, roč. XVI, č. 2, s. 55-83.
- WASHBURN, A. L. *Geocryology: A survey of periglacial processes and environments*. 2nd edition. London: Edward Arnold, 1979. 406 s. ISBN 0-7131-6119-1.

## 8.2 Elektronické zdroje

- Encyclopedia of geomorphology* [elektronický zdroj]. Edited by A. S. Goudie. London: Routledge, 2004. 2 sv. ISBN 0-415-27298-X. This edition published in the Taylor & Francis e-Library, 2006 [cit. 2009-02-20]. Elektronické umístění: <[http://www.ebooks.com/ebooks/book\\_display.asp?IID=200109](http://www.ebooks.com/ebooks/book_display.asp?IID=200109)>.
- ANDRÉ, M. F. Do periglacial landscapes evolve under periglacial conditions? *Geomorphology* [online]. 2003, vol. 52, [cit. 2009-04-05], s. 149-164. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V93-475K1X6-2/2/d22c68ffe7e2b8f9dd3c360e7cb9179b>>.
- McCUNE, B. - KEON, D. Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of Vegetation Science* [online]. 2002, vol. 13., is. 4, [cit. 2009-05-20], s. 603-606. Dostupné z: <<http://search.ebscohost.com/oneolog3.ruk.cuni.cz/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=8670709&site=ehost-live>>
- ČGS. *Anglicko-český a česko-anglický geologický slovník* [online]. c2007, [cit. 2009-04-05]. Dostupné z: <<http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/g Slov.pl>>.
- ČHMÚ. *Dlouhodobé normály klimatických hodnot za období 1961–1990* [online]. c1997-2005, Poslední úpravy: 7.1.2005 [cit. 2009-02-05]. Dostupné z: <<http://www.chmi.cz/meteo/ok/okdata12.html>>.
- ČÚZK. *Základní mapy středních měřítek* [online]. Poslední aktualizace 8. 4. 2009 [cit. 2009-08-05]. Dostupné z: <[http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU\\_zmsm](http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_zmsm)>.
- HUGGETT, R. J. *Fundamentals of geomorphology* [elektronický zdroj]. London: Routledge, 2003. ISBN 0-203-47063-X. This edition published in the Taylor & Francis e-Library, 2005 [cit. 2009-02-20]. Elektronické umístění: <[http://www.ebooks.com/ebooks/book\\_display.asp?IID=180493](http://www.ebooks.com/ebooks/book_display.asp?IID=180493)>.
- KUČERA, A. *Lýkožrout smrkový 2008-9: Situace na Šumavě* [online]. NP Šumava, c2008 [cit. 2009-05-03]. Dostupné z: <<http://www.npsumava.cz/1327/sekce/situace-na-sumave/>>.
- LUCKMAN, B. H. Periglacial landforms, rockforms: Talus slopes. *Encyclopedia of Quaternary Science* [online]. 2007 [cit. 2009-02-20], s. 2242-2249. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B8F8W-4MWJ3HV-BG/2/d03fec5730e1ac76112b8e3897d2d7ea>>.
- MAYHEW S. *A Dictionary of Geography* [online]. 3rd edditon. Oxford University Press, 2004, [cit. 2009-02-20]. Dostupné z: <[http://www.oxfordreference.com/viewsúBOOK\\_SEARCH.html?book=t15&subject=s5](http://www.oxfordreference.com/viewsúBOOK_SEARCH.html?book=t15&subject=s5)>

- NĚMEČEK, J., et al. *Elektronický taxonomický klasifikační systém půd ČR* [online]. c2004 [cit. 2009-05-02]. Dostupné z: <<http://klasifikace.pedologie.czu.cz/>>.
- NP Šumava. *Příroda a péče o ni* [online]. c2008 [cit. 2009-05-02]. Dostupné z: <<http://www.npsumava.cz/1008/sekce/priroda-a-pece-o-ni/>>.
- REA, B. Periglacial landforms, rock forms: Blockfields (Felsenmeer). In *Encyclopedia of Quaternary Science* [online]. c2007 [cit. 2009-01-09], s. 2225-2236. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B8F8W-4MWJ3HV-3F/2/61753b08435a4789370c4228d182f769>>.
- REA, B. R. et al. Blockfields, old or new? Evidence and implications from some plateaus in northern Norway. *Geomorphology* [online]. 1996, vol. 15 [cit. 2009-03-26]. s. 109-121. Dostupné z <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V93-3VWF7SP-2/2/759a00c767be8ab22250c0eed1aca590>>.
- SÁDLO, J. Primární bezlesí na Šumavě. *Aktuality šumavského výzkumu* [online]. Správa NP a CHKO Šumava. Srní, 2001, [cit. 2009-05-07], s 46-47. Dostupné z: <<http://www.npsumava.cz/1487/1598/clanek/konference-2001---sbornik/>>.
- SOUKUPOVÁ, L. - SVOBODOVÁ, H. - JENÍK, J. Z ekologie a paleoekologie šumavských rašelinišť. In *Aktuality šumavského výzkumu* [online]. Správa NP a CHKO Šumava. Srní, 2001, [cit. 2009-05-07], s. 15-21. Dostupné z: <<http://www.npsumava.cz/1487/1598/clanek/konference-2001---sbornik/>>.
- VOČADLOVÁ, K. *GAUK 32107*. Poslední změna 17. 3. 2009 [cit. 2009-05-08]. Dostupné z: <<https://portal.natur.cuni.cz/Members/vocadlo/vedecko-vyzkumna-cinnost/gauk-32107>>.
- WHALLEY, W. B. Blockfields and blockstreams. *The Oxford Companion to the Earth* [online]. Oxford University Press, 2000. Oxford Reference Online [cit. 2009-02-20]. Dostupné z: <<http://www.oxfordreference.com/views/ENTRY.html?subview=Main&entry=t112.e85>>.
- WILSON, P. Periglacial landforms, rockforms: Block/Rock Streams. In *Encyclopedia of Quaternary Science* [online]. c2007 [cit. 2009-03-29], s. 2217-2225. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B8F8W-4MWJ3HV-3G/2/a1c6f56b7bfdc621a0a827e54db78103>>.

### **8.3 Mapové podklady**

- CENIA. *Mapové služby Portálu veřejné správy České republiky* [online]. c2005-2009 [cit. 2009-02-19]. Dostupné z: <<http://geoportal.cenia.cz>>.
- Česká geologická služba. *GEOINFO: GEOČR 50* [online]. c2003 [cit. 2009-05-09]. Dostupné z: <<http://mapy.geology.cz>>.
- Česká geologická služba. *GEOINFO: GEOČR 500* [online]. c2003 [cit. 2009-05-09]. Dostupné z: <<http://mapy.geology.cz>>.
- ČÚZK. *Základní mapa ČR 1:25 000*.
- ČÚZK. *Základní mapa ČR 1:10 000*.
- GŠ AČR. *Topografická mapa (DMÚ) 1:25 000*. Digitální podklad.



## 9. Seznam obrázků, tabulek a příloh

### OBRÁZKY

		strana
Obr. 1	Vymezení zájmového území	11
Obr. 2	Geologická stavba Šumavy	13
Obr. 3	Zjednodušená geologická mapa Šumavy s vyznačenými plutonity	14
Obr. 4	Geomorfologické členění Šumavy	15
Obr. 5	Klimatické oblasti na území Šumavy dle Quitta	17
Obr. 6	Dlouhodobé normály klimatických hodnot za období 1961 - 1990 na stanici Churáňov (1118 m n. m.)	19
Obr. 7	Četnost výskytu směrů větru na stanici Churáňov	19
Obr. 8	Průměrný roční úhrn srážek v oblasti Šumavy	20
Obr. 9	Průměrná výška sněhové pokrývky ve vybraných horských polohách	21
Obr. 10	Půdní mapa Šumavy	24
Obr. 11	Profily kamennými moři na severovýchodě Skotské vysočiny	28
Obr. 12	Kamenné moře na hřbetu Václavák	30
Obr. 13	Kamenné moře obklopující masiv Čertovy stěn	32
Obr. 14	Schéma vzniku kamenného moře na svahu Luče	32
Obr. 15	Kamenný proud v oblasti Bílého Labe, Krkonoše	34
Obr. 16	Suťové pole na svahu Jedlové, Lužické hory	36
Obr. 17	Aktivní kamenný ledovec ve Švýcarských Alpách (Muragl valley, Upper Engadine)	38
Obr. 18	Odlučná oblast mury u Prášilského jezera	40
Obr. 19	Zastoupení blokových akumulací dle rozlohy (celé zájmové území)	42
Obr. 20	Zastoupení blokových akumulací dle rozlohy (vrcholové pásmo)	42
Obr. 21	Zastoupení blokových akumulací dle nadmořské výšky (celé zájmové území)	43
Obr. 22	Výskyt akumulací dle nadmořské výšky a rozlohy (celé zájmové území)	44
Obr. 23	Podíl rozlohy blokových akumulací dle nadmořské výšky (vrcholové pásmo)	44
Obr. 24	Podíl rozlohy blokových akumulací v jednotlivých kategoriích nadmořské výšky na ploše této kategorie (vrcholové pásmo)	45
Obr. 25	Podíl rozlohy jednotlivých kategorií nadmořské výšky na celkové ploše (vrcholové pásmo).	45
Obr. 26	Zastoupení blokových akumulací dle sklonu svahu (celé zájmové území)	46
Obr. 27	Podíl rozlohy blokových akumulací dle sklonu (vrcholové pásmo).	47
Obr. 28	Podíl rozlohy blokových akumulací v jednotlivých kategoriích sklonu na ploše této kategorie (vrcholové pásmo)	47
Obr. 29	Podíl rozlohy jednotlivých kategorií sklonu na celkové ploše (vrcholové pásmo).	47
Obr. 30	Zastoupení blokových akumulací dle expozice svahu (celé zájmové území)	48
Obr. 31	Podíl rozlohy blokových akumulací dle expozice (vrcholové pásmo)	49

Obr. 32	Podíl rozlohy blokových akumulací v jednotlivých kategoriích expozice na ploše této kategorie (vrcholové pásmo).	49
Obr. 33	Podíl rozlohy jednotlivých kategorií expozice na celkové ploše (vrcholové pásmo)	49
Obr. 34	Zastoupení blokových akumulací dle geologického podloží (celé zájmové území)	51
Obr. 35	Podíl rozlohy blokových akumulací dle geologického podloží (vrcholové pásmo)	51
Obr. 36	Shluková analýza blokových akumulací (celé zájmové území)	52

## **TABULKY**

Tab. 1	Charakteristiky hlavních klimatických oblastí na území Šumavy dle Quitta	18
Tab. 2	Vybrané morfometrické charakteristiky pánví šumavských jezer a jejich povodí	22
Tab. 3	Index rozmístění blokových akumulací dle nadmořské výšky (vrcholové pásmo)	45
Tab. 4	Index rozmístění blokových akumulací dle sklonu (vrcholové pásmo)	47
Tab. 5	Index rozmístění blokových akumulací dle expozice (vrcholové pásmo)	50
Tab. 6	Korelační matice vybraných parametrů pro hladinu $p < 0,05$	52

## **PŘÍLOHY**

Příloha 1	Rozmístění vymezených blokových akumulací v zájmovém území
Příloha 2	Mapa barevné hypsometrie vrcholového pásma
Příloha 3	Mapa sklonitosti svahů vrcholového pásma
Příloha 4	Mapa expozice svahů vrcholového pásma
Příloha 5	Mapa rozmístění blokových akumulací dle vymezených skupin shlukové analýzy
Příloha 6	Tabulka s údaji sledovaných charakteristik pro vymezené akumulace