

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geografie
Studijní obor: Geografie a kartografie



Jan Hotový

Poloha a morfometrická charakteristika kamenných moří v jižní části Brd
Spatial distribution and morphometric features of blockfields in southern part of the Brdy Mts

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

RNDr. Marek Křížek, Ph.D.

Praha, 2019

Tímto bych rád poděkoval svému školiteli RNDr. Marku Křížkovi, Ph.D. za odborné vedení a Davidu Krausemu za technickou výpomoc s prostorovými daty poskytnutými ČÚZK. Poděkování patří také všem těm, kteří mě během zpracování bakalářské práce i po celou dobu studia podporovali.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 6. 5. 2019

.....

Jan Hotový

Abstrakt

Tato práce pojednává o kamenných mořích na území jižní části Brd. Jejím hlavním cílem je obecně popsat podmínky vzniku kamenných moří, charakterizovat jejich polohové, morfologické a strukturní vlastnosti, včetně jejich specifického tepelného režimu. Sekundárním cílem práce je charakterizovat a klasifikovat kamenná moře v jižních Brdech a porovnat je s podobnými akumulacemi popsány v literatuře. V zájmovém území bylo vymezeno 30 kamenných moří, která byla podrobena morfometrické analýze. Na základě DMR 5G bylo spočteno, že zde kamenná moře dosahují velikosti zhruba od 200 do 5 500 m², vyskytují se nejčastěji v nadmořské výšce 725 – 750 m n. m. na příkrých až velmi příkrých svazích s převládající jihozápadní až západní expozicí. Další průzkum geologického podloží odhalil, že kamenná moře jižních Brd jsou tvořena slepenci nebo buližníky. Zjištěné výsledky pomáhají zpřesnit informace o paleoklimatu Brd a jejich okolí.

Klíčová slova: kamenná moře, jižní Brdy, mrazové zvětrávání, morfometrická charakteristika

Abstract

This paper deals with a topic of blockfields in southern part of the Brdy Mountains. The aim of this work is to describe an origin of the block fields generally, characterise their spatial distribution, morphometric and structure features, including their specific thermal regime. Another task is to characterise and classify the block fields in the southern part of Brdy Mts and compare them with the similar accumulations described in literature. 30 block fields were identified in this area. Morphometric analysis based on digital elevation model revealed that block fields in the southern part of Brdy Mts are sized roughly from 200 to 5 500 m² and occur mostly at 725 – 750 m a. s. l. on steep or very steep slopes with a prevailing southern-west and west exposure. An additional exploration of a bedrock confirmed that block fields here consist of conglomerate and silicite rocks. The results provide information about paleoclimate of Brdy Mts and their surroundings.

Key words: block fields, Brdy Mountains, frost weathering, morphometric characteristics

OBSAH

1. Úvod	7
2. Fyzickogeografická charakteristika Brd	8
2.1. Geografická poloha a dělení.....	8
2.2. Geologické poměry.....	9
2.3. Geomorfologické poměry.....	13
2.4. Klimatické poměry.....	17
2.5. Vodstvo a hydrogeologické poměry.....	18
2.6. Pedologické poměry.....	20
2.7. Vegetační poměry.....	21
3. Kamenná moře	23
3.1. Definice kamenných moří a příbuzné blokové akumulace.....	23
3.2. Vznik a vývoj kamenných moří.....	26
3.3. Polohová, morfologická a strukturní charakteristika kamenných moří.....	28
3.4. Teplotní režim kamenných moří a jiných blokových akumulací.....	30
4. Metodika	33
5. Výsledky morfometrické analýzy	34
5.1. Geologické podloží.....	34
5.2. Poloha, tvar a velikost.....	34
5.3. Nadmořská výška.....	36
5.4. Sklonitost.....	37
5.5. Expozice.....	38
6. Diskuze	39
7. Závěr	41
Literatura.....	42
Elektronické zdroje.....	48
Mapové podklady.....	48
Příloha	

Seznam obrázků

- Obr. 1: Poloha a dělení Brd dle Cílek et al. (2015)
- Obr. 2: Zjednodušená geologická stavba Barrandienu dle Chlupáč et al. (2002), upraveno
- Obr. 3: Bulžníkové skalky na Jahodové hoře
- Obr. 4: Předkvartérní podloží Brd
- Obr. 5: Kvartérní pokryv Brd
- Obr. 6: Geomorfologické členění Brd dle Balatka, Kalvoda (2006)
- Obr. 7: Hřbety jižních Brd
- Obr. 8: Kamenitá suť na svahu Žďáru
- Obr. 9: Tor na Koníčku v Jineckých Hřebenech
- Obr. 10: Klimatická klasifikace Brd a jejich širšího okolí dle Quitt (1971), upraveno
- Obr. 11: Prameny v jižních Brdech
- Obr. 12: Rašeliniště v Brdech
- Obr. 13: Půdní složení Brd
- Obr. 14: Potenciální přirozená vegetace Brd
- Obr. 15: Mapovník zeměpisný (*Rhizocarpon geographicum*) na suťovém svahu Marásku
- Obr. 16: Rozlišení kamenných moří a osypů na základě sklonu dle Dahl (1966), upraveno
- Obr. 17: Měření podpovrchové teploty dle Hariss, Pedersen (1998), upraveno
- Obr. 18: Schéma proudění vzduchu v zimě v osypu dle Delaloye, Lambiel (2005), upraveno
- Obr. 19: Geneze kamenných moří podle Ballantyne (2010), upraveno
- Obr. 20: Poloha kamenných moří
- Obr. 21: Rozměry kamenných moří
- Obr. 22: Zastoupení kamenných moří podle rozlohy
- Obr. 23: Zastoupení kamenných moří podle geologického podloží
- Obr. 24: Zastoupení kamenných moří podle nadmořské výšky
- Obr. 25: Sklonitost kamenných moří
- Obr. 26: Zastoupení kamenných moří podle průměrného sklonu
- Obr. 27: Zastoupení kamenných moří podle převažující orientace

Seznam tabulek

- Tab. 1: Charakteristika vybraných klimatických oblastí dle Quitt (1971)
- Tab. 2: Srážkové úhrny a výška sněhové pokrývky v Brdech dle Němec et al. (1994)
- Tab. 3: Obecná charakteristika kamenných moří, seřazeno abecedně podle literatury

Tab. 4: Kvantitativní charakteristika kamenných moří, seřazeno abecedně podle literatury

Tab. 5: Klasifikace sledovaných charakteristik u kamenných moří

Seznam příloh

Příloha 1: Tabulkový přehled kamenných moří a jejich charakteristiky

Příloha 2: Mapa kamenných moří

Příloha 3: Fotografie kamenných moří

1. Úvod

Kamenná moře náleží do skupiny kryogenních tvarů, které vznikají v chladném podnebí periglaciálního prostředí za působení mrazového zvětrávání. Vyskytují se tedy i v takových oblastech, kde periglaciální klima panovalo v dřívějších dobách, a ve kterých současné podmínky neumožňují jejich genezi. Mohou tak např. sloužit jako indikátory paleoklimatu a pomoci rekonstruovat hranice periglaciální zóny v minulosti.

Celé naše území se v jedné z periglaciálních oblastí nacházelo v období pleistocénu, kdy byl český prostor sevřen pevninským ledovcem na severu a horským na jihu. Dnes lze u nás procesy mrazového zvětrávání pozorovat jen v nejvyšších hraničních pohořích. Periglaciální tvary jsou však přítomny na mnoha výše položených územích v čele s Brdy, nejvyšším pohořím českého vnitrozemí. Velká část pohoří byla až do nedávna využívána k vojenským účelům, které omezovaly rozsáhlejší vědeckou činnost i přístup civilního obyvatelstva. Nové příležitosti k výzkumu přinesl rok 2016 a s ním spojené vyhlášení CHKO zahrnující prostor středních a jižních Brd. Právě jižní neboli Třemšínské Brdy, ačkoliv nebyly součástí vojenského újezdu, dlouhou dobu unikaly pozornosti nejen vědců, ale i širší veřejnosti.

Tato práce se zabývá kamennými moři v jižních Brdech a klade si následující cíle:

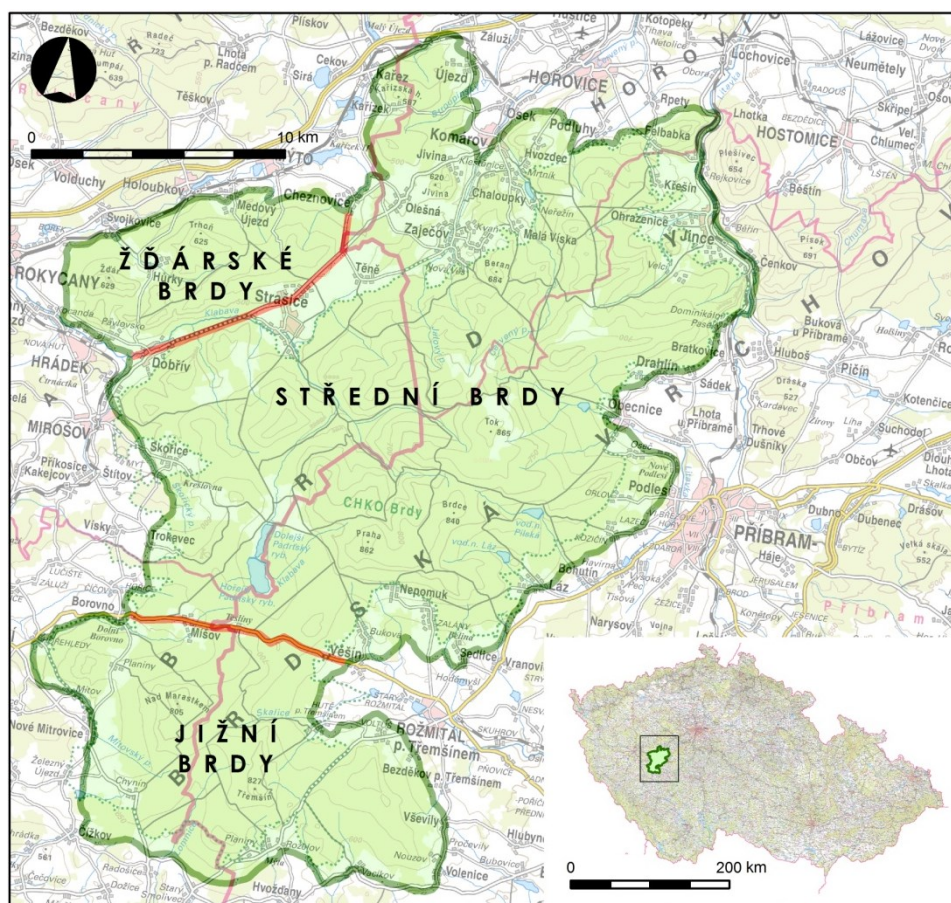
- 1) obecně definovat genezi kamenných moří (tj. procesy, kterými vznikly, a které na nich dále působí a mohou vést k jejich modifikaci),
- 2) charakterizovat jejich polohové, morfologické a strukturní vlastnosti včetně specifického tepelného režimu,
- 3) charakterizovat a klasifikovat kamenná moře v jižní části Brd a porovnat je s kamennými moři popsány v literatuře.

2. Fyzickogeografická charakteristika Brd

2.1. Geografická poloha a dělení

Brdy jsou pohoří o rozloze 541 km² (Demek /ed./ et al. 1987) rozkládající se na jihozápadě středních Čech. Jsou součástí geomorfologického celku Brdská vrchovina, který tvoří pásmo táhnoucí se od jižního cípu Prahy směrem na jihozápad v délce asi 70 km. Pohoří je dle Cílek et al. (2015) rozděleno do tří geografických oblastí (obr. 1). Jeho nejvyšší část zaujímají střední či centrální Brdy. Jižně od silnice vedoucí z Rožmitálu pod Třemšínem do Spáleného Poříčí se rozkládají jižní, tzv. *Třemšínské Brdy*. Nejnižše položeny jsou na západě Žďárské Brdy, které jsou vymezeny silnicí vedoucí z Hořovic do Mirošova. Na severovýchodě je pohoří odděleno údolím Litavky od oblasti Hřebenů.

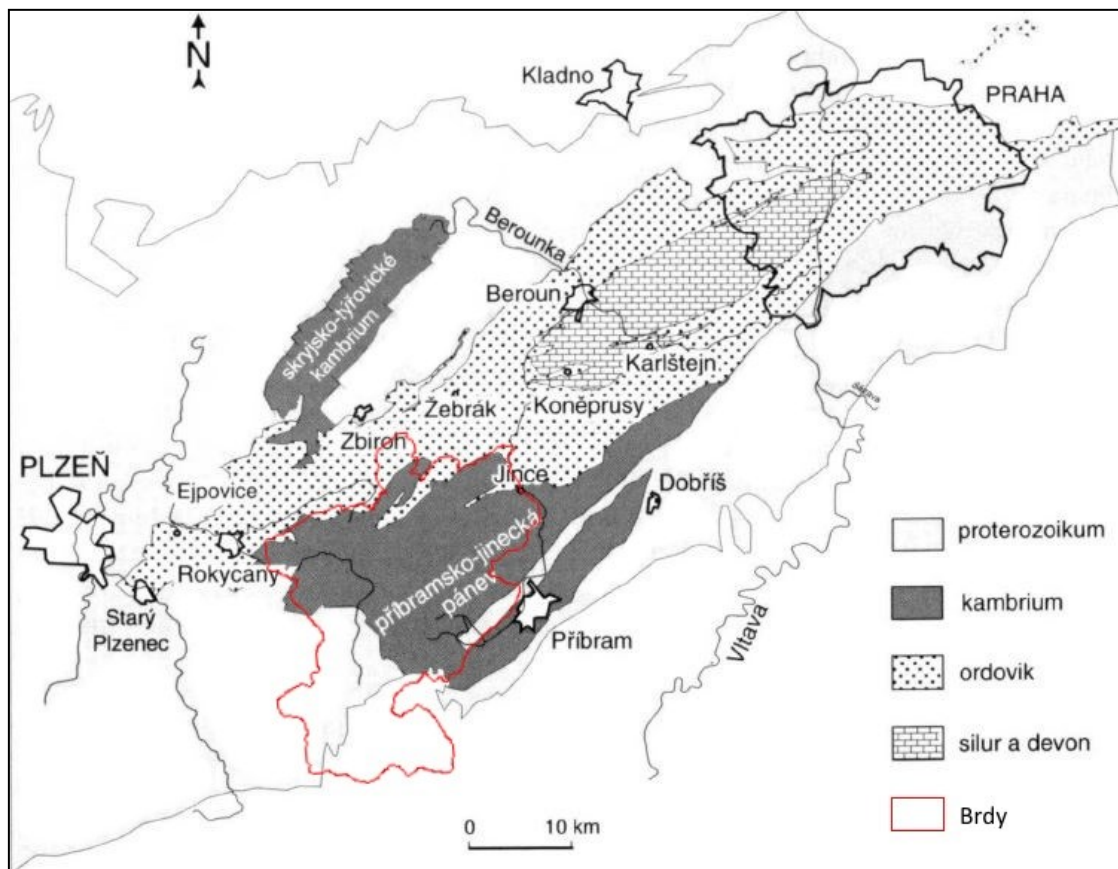
Z hlediska geomorfologie se Brdy dělí do tří okrsků (Demek /ed./ et al. 1987, Balatka, Kalvoda 2006). Jejich centrální část vyplňuje Třemšínská vrchovina, jižní část včetně oblasti Padrt'ských rybníků náleží k Třemošenské vrchovině a západní část pohoří je nazývána Strašickou vrchovinou. Vzhledem ke geografickému vymezení zájmové oblasti v názvu práce je využito dělení geografického.



Obr. 1: Poloha a dělení Brd dle Cílek et al. (2015). Mapový podklad: ČÚZK, ZM 1 : 200 000

2.2. Geologické poměry

V rámci regionálně-geologického členění (Chlupáč, Štorch /eds./ 1992) jsou Brdy součástí Českého masívu, oblasti bohemia, areálu Barrandienu, jehož geologická stavba se vyvíjela v mladším proterozoiku až paleozoiku (viz obr. 2). Na rozdíl od našich příhraničních pohoří, která jsou tvořena převážně krystalickými horninami (Ložek et al. 2012), je zdejší podloží budováno nepřeměněnými nebo jen slabě metamorfovanými horninami. Silnější přeměnou prošel geologický podklad jen v jihozápadní části Brd, kam v pozdní fázi variského vrásnění pronikla tělesa žul a dioritů (Chlupáč et al. 2002). Na tomto území se rovněž nacházejí nejstarší horniny brdského pohoří pocházející z období neoproterozoika – jedná se zejména o břidlice, droby a silicity (též nazývané buližníky; obr. 3). Z hlediska plošného zastoupení převládají velmi odolné pískovce a slepence, jež jsou v literatuře popisovány termínem „brdské kambrium“ (Chlupáč 1994). Ve spodním kambriu mají dále původ tzv. *pasecké břidlice*, které jsou unikátní výskytem nejstarších českých fosilií pocházejících z brakického prostředí (Fatka 1993). Méně zastoupené, ovšem daleko známější, jsou výchozy středněkambriických břidlic na Jincecku, ve kterých se dochovala bohatá trilobitová fauna (Chlupáč 1993; Fatka 1993, 1998).



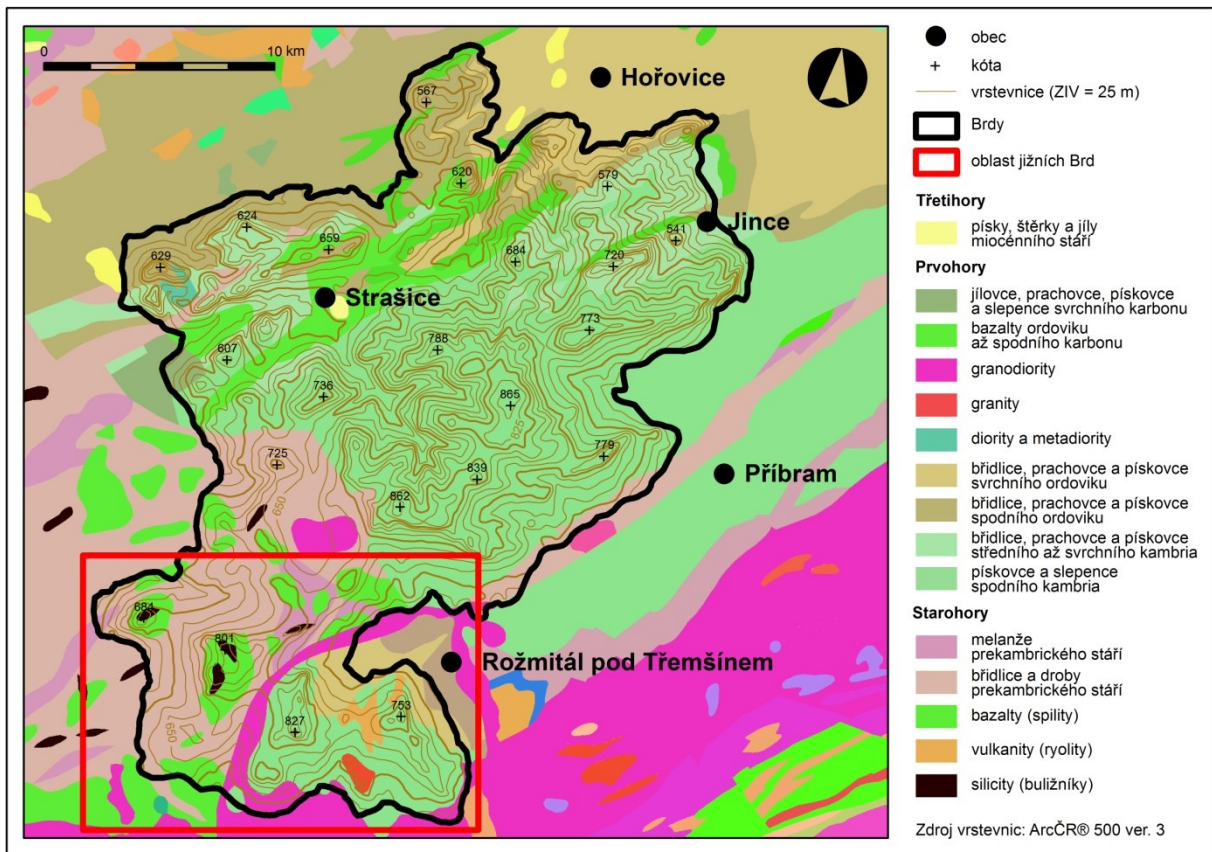
Obr. 2: Zjednodušená geologická stavba Barrandienu dle Chlupáč et al. (2002), upraveno



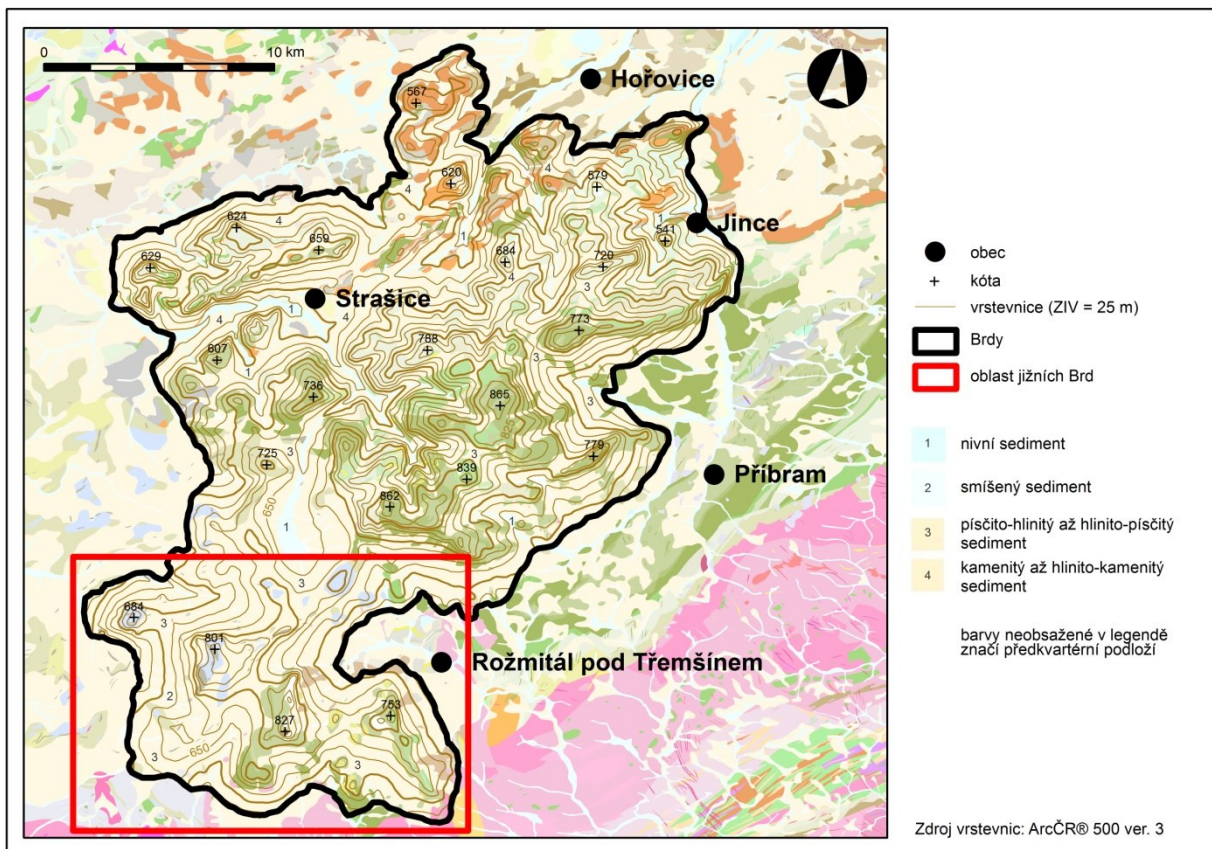
Obr. 3: Bulžníkové skalky na Jahodové hoře

V jihovýchodní části Brd vystupují ze středočeského plutonu granodiority variského stáří. Přehled hornin předkvartérního podloží Brd (obr. 4) uzavírají karbonské uloženiny, které zasahují na západní okraj Brd do oblasti mirošovské pánve (Chlupáč et al. 2002).

Z hlediska současného reliéfu pohoří je klíčový jeho kvartérní pokryv (obr. 5). Ten se v oblasti centrálních Brd vyskytuje v nižších polohách, kde převládá kamenitý až hlinito-kamenitý sediment. Nivní sediment vyplňuje údolí jen zřídka, ve významnějším množství je zastoupen jen v nivách dvou největších řek pramenících ve středních Brdech – Litavky a Klabavy, a také v Padrtšské pánvi. Jiná situace panuje v jižní části pohoří. Zde téměř výhradně dominují deluviální (svahové) sedimenty v podobě písčito-hlinitého až hlinito-písčitého sedimentu. Z nezpevněného sedimentačního pokryvu jen místy vystupují ostrovy paleozoických a proterozoických hornin. Právě na výstupech těchto hornin, zejména slepenců a bulžníků, se koncentrují různé kamenité akumulace a balvanové pokryvy. Jsou vázány na vrcholové partie hřbetů jižních Brd. Zastoupení fluviálních (říčních) sedimentů je zde z důvodu absence větších vodních toků minimální.



Obr. 4: Předkvartérní podloží Brd. Mapový podklad: ČGS, Geologická mapa ČR 1 : 500 000



Obr. 5: Kvartérní pokryv Brd. Mapový podklad: ČGS, Geologická mapa 1 : 50 000

Tektonická stavba Brd se podobně jako celá oblast Barrandienu vyznačuje vrásovými strukturami protaženými ve směru SV–JZ (Chlupáč et al. 2002). V období starohor bylo území zasaženo nejprve kadomským, a poté v prvohorách i variským vrásněním, struktury obou orogenezí jsou přitom odděleny výraznou úhlovou diskordancí (Chlupáč et al. 2002). Zejména hercynské vrásnění pak v oblasti zanechalo několik zlomových systémů – od nejstarších přesmyků, přes horizontální posuny, až po nejmladší zlomy různých směrů spojené s vertikálními pohyby o velikosti až několik set metrů (Chlupáč et al. 2002). Třetihorní alpské vrásnění území ovlivnilo jen nepřímo formou zdvihů a poklesů ker zemské kůry (Chlupáč et al. 2002).

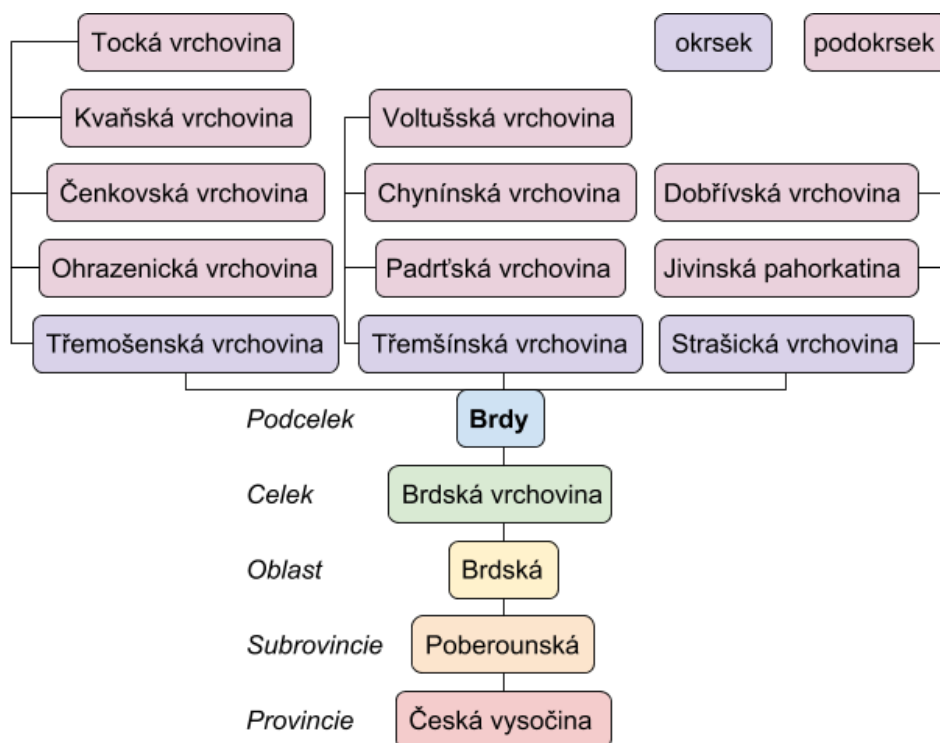
Uloženiny tvořené hlavně slepenci a pískovci, které budují převážnou část centrálních Brd, vznikaly na počátku kambria hromaděním velkého množství štěrkopísků na dně tehdejší pánve, kde vytvořily až několik kilometrů mocné vrstvy (Chlupáč 1994). Tento zpevněný materiál pak v průběhu času lépe odolával erozi, a mohl se tak zachovat až do dnešních dnů (Chlupáč 1994). Ve stejné době, zhruba před 500 mil. lety, se v oblasti Brd vyskytovalo moře, o čemž svědčí četné nálezy zkamenělin v jineckých břidlicích (Chlupáč 1994). K jeho regresi docházelo již během svrchního kambria, kdy se v severozápadní části Brd zároveň projevovala sopečná činnost, jejímž pozůstatkem je tzv. *strašický vulkanický komplex* (Fatka 1998). Na kambrické usazeniny dále v ordoviku nasedaly sedimentární železné rudy v oblasti severních Brd, resp. různé typy sedimentů v Třemšínských Brdech, které se ukládaly od počátku ordoviku až po střední devon (Ložek et al. 2012). Součástí variské orogeneze byl v jižních Brdech také intenzivní granitický magmatismus (Chlupáč et al. 2002). Křídové sedimenty z této oblasti chybí, jelikož druhohorní mořská transgrese již území Brd nepostihla (Chlupáč et al. 2002). Málo informací se dochovalo také o terciárním sedimentárním pokryvu.

Daleko více je známo o kvartérních sedimentech, které pokrývají více než polovinu plochy Brd (Žák et al. 2017). Z dob ledových, pro které je charakteristické působení kryogenních procesů, menší vliv vodní eroze a nižší množství srážek v porovnání s pohraničními horstvy, jsou zde dobře zachovány kryogenní tvary (Žák et al. 2017). Četná deluvia (svahoviny), která byla transportována geliflukcí na dlouhé vzdálenosti díky permafrostu, dala na některých úpatích svahů vzniknout rozsáhlým akumulacím mocným až několik desítek metrů (Žák et al. 2017). Z hlediska výskytu kamenných moří je významné zastoupení hrubých až blokových úlomků na strmějších svazích pod mrazovými sruby (Žák et al. 2017). Eolické a fluviální sedimenty se zde téměř nevyskytují, oproti tomu rašelinné organické sedimenty jsou relativně hojně rozšířeny, a to zejména na zamokřených temenech hor ve vrcholových částech Brd nebo v úzkých potočních nivách.

2.3. Geomorfologické poměry

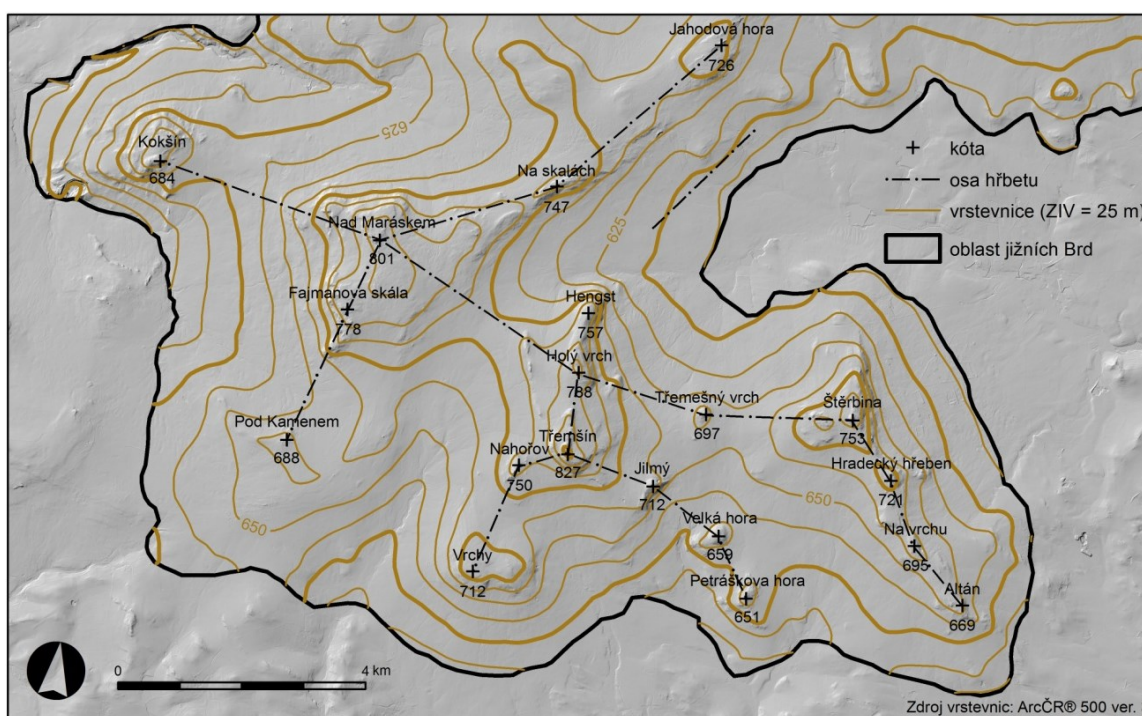
Z hlediska geomorfologického členění jsou Brdy součástí Brdské vrchoviny, pro kterou byla vypočtena střední nadmořská výška 556 m a střední sklon 4°43'. Členitá vrchovina se vyznačuje strukturně-denudačním reliéfem s širokými zaoblenými hřbety orientovanými ve směru SV–JZ (v souladu s geologickou stavbou), které jsou od níže položené okolní krajiny odděleny strmými strukturními svahy (Demek et al. 1965). V oblasti se také zachovala celá řada periglaciálních tvarů (viz dále). Charakteristický je např. výskyt drolin, kterými Ložek (1994, s. 20) označuje „nezarostlá suťová pole z hrubých úlomků až balvanů s volnými, tj. jemnozemi nezaplňnými meziprostory“.

Samotné Brdy lze rozdělit do tří geomorfologických okrsků (obr. 6) – Třemošenské, Třemšínské a Strašické vrchoviny (Demek /ed./ et al. 1987; Balatka, Kalvoda 2006). Jejich vymezení do značné míry odpovídá geologickým poměrům, které byly představeny v předchozí kapitole. Nejvyšší polohy zaujímá první ze jmenovaných okrsků zahrnující oblast centrálních Brd s vypočtenou střední nadmořskou výškou 603 m a středním sklonem 4°55'. Nachází se zde osm z deseti osmisetmetrových vrcholů v čele s nejvyšším Tokem (865 m). Dalšími význačnými vrchy jsou Praha (862 m n. m.), Malý Tok (844 m n. m.), Hradiště (840 m n. m.), Brdce (839 m n. m.) nebo Koruna (837 m n. m.), jejichž prostorové uspořádání společně s dalšími kopci středních Brd připomíná tvar srdce.



Obr. 6: Geomorfologické členění Brd dle Balatka, Kalvoda (2006)

Druhým geomorfologickým okrskem je Třemšínská vrchovina, která zaujímá oblast jižních Brd spolu se soustavou Padrtských rybníků a jejich širším okolím. Nachází se zde zbylé dva vrcholy přesahující výšku 800 m n. m. Jde o Třemšín (827 m n. m.), který tvoří krajinnou dominantu a jeho jméno nese název celé oblasti, a skalnatý vrch Nad Maráskem (801 m n. m.), který je jižním cípem hlavního brdského hřbetu. Ten se na území jižních Brd rozbíhá do tří ramen (viz obr. 7). Západní větev směřuje od Marásku přes Fajmanovu skálu (778 m n. m.) dále k JJZ. Centrální hřbet pokračuje přes Hřebence na Holý vrch (788 m n. m.) k Třemšínu, odkud vede jedním směrem k JZ a druhým k JV. Východní část představuje Hradecký hřeben táhnoucí se v délce 5 km od Štěrbiny (753 m n. m.) k Altánu (669 m n. m.). Stranou těchto hřbetů, u kterých na rozdíl od středních Brd převládá severojižní orientace, se na samém západě jižních Brd rozkládá osamocенý vrch Kokšín (684 m n. m.).



Obr. 7: Hřbety jižních Brd. Mapový podklad: ČÚZK, stínovaný DMR 5G

Třetím okrskem je Strašická vrchovina na severozápadním okraji Brd. Jedná se o nejnižší část pohoří tvořenou oblými strukturními hřbety barrandienského směru, silně rozčleněnou širokými údolními (Demek /ed./ et al. 1987). Jejím nejvyšším bodem je Bílá skála (659 m n. m.), která je součástí hřbetu vedoucího jihozápadním směrem od Ostrého vrchu (641 m n. m.), přes Bábovku (609 m n. m.) až ke Konesovo vrchu (590 m n. m.). Dominantou oblasti je však skalnatý vrch Žďár (629 m n. m.), jehož svahy pokrývají mrazové sruby a rozsáhlá kamenitá suť (obr. 8). Další skalní tvary se nacházejí v okolí vrchů Převážení (609 m n. m.), Florián (566 m n. m.), Vlč (602 m n. m.) nebo Trhoň (624 m n. m.).



Obr. 8: Kamenitá suť na svahu Žďáru

Reliéf centrálních Brd se vyznačuje širokými oblými hřbety, které jsou rozčleněny mělkými údolními pramenicích toků (Demek et al. 1965; Engel 2004). Na geologickém podkladu budovaném odolnými kambrickými křemennými slepenci a pískovci se dochovaly zbytky starého zarovnaného povrchu (Engel 2004). Třemšínské Brdy jsou na druhou stranu charakteristické často obnaženým skalním podložím, jak dokládají názvy některých oronym (viz výše). Skalnatý podklad vystupuje zejména v oblasti centrálního hřbetu, jehož západní svah je pokryt rozsáhlou blokovou akumulací chráněnou jako přírodní památka Hřebeneč. Jedná se o vůbec největší plochu svého druhu v Brdech. Mimo Hřebeneč se kamenná pole hojně vyskytují také na území přírodní rezervace Fajmanovy skály a Klenky a v okolí Marásku, jehož jihozápadní svah rovněž pokrývá rozměrná blokovaná akumulace.

Pod skalními výchozy vznikly v důsledku periglaciálních procesů četné suťové pláště, jejichž mocnost místy přesahuje 50 m (Cílek 1993). Na základě vlastního terénního průzkumu a práce s ortofotomapou lze potvrdit jejich výskyt např. na svazích Prahy, pod Jindřichovou skálou, na vrších Hradiště, Kočka, Kamenná, Lipovsko, Beran, Koníček, Klobouček, na východním svahu Toku a Třemošné nebo na lokalitách Pod Bučinou a U Spáleného dubu v povodí Třítrubeckého potoka. Přítomné jsou pravděpodobně i na jiných místech středních Brd, z důvodu jejich častého zazemnění či zarůstání lesní vegetací jsou však z leteckých snímků velmi těžko identifikovatelné. Z hlediska informací o vývoji kvartérního klimatu jsou obzvláště významné tříděné polygony, které se zde rozkládají v patrně vůbec nejnižších nadmořských výškách v celé střední Evropě (Křížek 2007). Z dalších periglaciálních forem jsou v centrálních Brdech zastoupeny soliflukční laloky (Engel 2004) nebo kryoplanační terasy, které jsou nejlépe vyvinuty na Lipovsku (Cílek 1994). V oblasti Jineckých hřebenů pak vystupují izolované skály zvané *tory* (obr. 9). V literatuře je popisován skalní ledovec na

Plešivci (Kunský 1968), otázkou zůstává jeho výskyt v pramenné oblasti Voložného potoka mezi vrchy Praha a Malý Tok (Žák, Živor 2012). O plošně nepatrných skalních ledovcích dále uvažuje Žák et al. (2017), který rovněž hovoří o existenci permafrostu v Brdech a náznaku karu v blíže nespecifikované lokalitě. Tyto formy, stejně tak jako ostatní periglaciální tvary, hrají důležitou roli při rekonstrukci paleoklimatu. Skalní ledovce navíc umožňují sledovat výkyvy polohy sněžné čáry v minulosti (Engel 2004). Potvrzení jejich přítomnosti na dalších místech by tak pomohlo přiblížit klimatické podmínky v pleistocénu nejen na území Brd, ale celého středočeského prostoru.

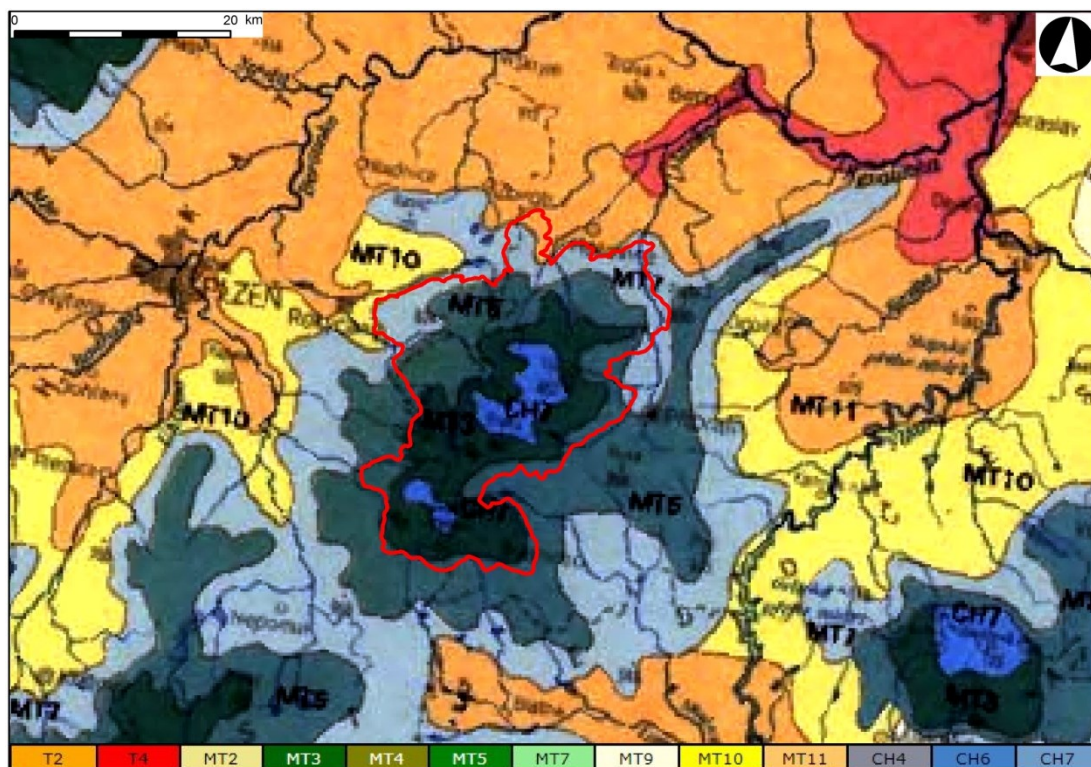


Obr. 9: Tor na Koničku v Jineckých Hřebenech

Pro Brdy charakteristické široké zaoblené hřbety jsou pozůstatkem paroviny utvářející se v teplém klimatu druhohor a starších třetihor, jež byla v průběhu alpínského vrásnění rozlámána (Demek et al. 1965). V mladších třetihorách se pak začala formovat současná říční síť (Demek et al. 1965) – došlo ke vzniku průlomového údolí Litavky a k jejímu odtoku do tehdejší Berounky. Modelace říční soustavy pokračovala ve čtvrtohorách, kdy docházelo k prohlubování mělkých údolí a ke zpětné erozi postupující do pramenných oblastí (Engel 2004). Zásadní vliv na reliéf Brd mělo ochlazení klimatu a nástup dob ledových v pleistocénu. V té době byly Brdy součástí střeoevropské periglaciální zóny, tedy prostoru mezi severským a alpským ledovcem (Engel 2004). V literatuře se také objevuje hypotéza o zalednění Brd (Vitásek 1966; Kunský 1968), ta však dosud nebyla potvrzena. Probíhající intenzivní mrazové zvětrávání a dlouhodobá existence permafrostu zde daly vzniknout kryogenním pochodům a periglaciálním tvarům popsaným výše.

2.4. Klimatické poměry

Vzhledem k vyšší nadmořské výšce panuje v Brdech chladnější a vlhčí klima ve srovnání s níže položeným okolím Vltavy a Berounky. Podle klasifikace podnebí (Quitt 1971) jsou Brdy řazeny do klimatické oblasti (KO) mírně teplé (MT) až chladné (CH) (obr. 10). Nejnižší okrajové polohy pohoří spolu s údolím Litavky patří do KO MT7, jež je charakterizována průměrnou roční teplotou vzduchu 7 °C a průměrnými ročními srážkami kolem 650 mm. Střední polohy s nadmořskou výškou v rozmezí 550 – 700 m spadají do KO MT5 a MT3, které jsou oproti předchozí oblasti v průměru asi o 1 °C chladnější a roční úhrn srážek o několik desítek mm vyšší. Vrcholové partie středních a jižních Brd odpovídají KO CH7. Tato oblast se vyznačuje krátkým, mírně chladným a vlhkým létem a mírnou zimou s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou. Průměrná roční teplota vzduchu se zde pohybuje jen okolo 5 °C a průměrný roční úhrn srážek činí až 800 mm (Tolasz et al. 2007). Z hlediska působení mrazového zvětrávání je důležitou charakteristikou počet mrazových a ledových dnů, kdy je minimální, resp. maximální teplota vzduchu nižší než 0 °C (Sobišek 1993). V nejchladnějších oblastech brdského pohoří může takových dnů v průběhu roku nastat až 160, resp. 60 (viz tab. 1). Průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou, který z tabulky vychází na 80 pro nižší a 110 pro vyšší polohy, je konfrontován s údajem od Němce et al. (1994), který uvádí hodnoty 50 a 80 dnů.



Obr. 10: Klimatická klasifikace Brd a jejich širšího okolí dle Quitt (1971), upraveno

Roční chod srážek je kromě nadmořské výšky ovlivněn také orientací pohoří. V důsledku postavení Brd kolmo na převládající severozápadní proudění spadne více srážek na návětrné severozápadní straně, zatímco závětrná jihovýchodní strana je srážkově chudší (Němec et al. 1994). Rozdíly ve srážkových úhrnech na návětrí a závětrí zachycuje tab. 2. Z ní mj. vyplývá, že s přibývajícím nadmořskou výškou se rozdíly v úhrnech srážek na návětrné a závětrné straně stírají. Pro přehled je tabulka doplněna o průměry ročních max. výšek sněhu.

Tab. 1: Charakteristika vybraných klimatických oblastí dle Quitt (1971)

Klimatická oblast	MT7	MT5	MT3	CH7
Počet letních dnů	30 až 40	30 až 40	20 až 30	10 až 30
Počet dnů s prům. teplotou ≥ 10 °C	140 až 160	140 až 160	120 až 140	120 až 140
Počet mrazových dnů	110 až 130	130 až 140	130 až 160	140 až 160
Počet ledových dnů	40 až 50	40 až 50	40 až 50	50 až 60
Prům. lednová teplota (°C)	-2 až -3	-4 až -5	-3 až -4	-3 až -4
Prům. dubnová teplota (°C)	6 až 7	6 až 7	6 až 7	4 až 6
Prům. červencová teplota (°C)	16 až 17	16 až 17	16 až 17	15 až 16
Prům. říjnová teplota (°C)	7 až 8	6 až 7	6 až 7	6 až 7
Prům. počet dnů se srážkami ≥ 1 mm	100 až 120	100 až 120	110 až 120	120 až 130
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	350 až 450	350 až 450	350 až 450	500 až 600
Srážkový úhrn v zimním období (mm)	250 až 300	250 až 300	250 až 300	350 až 400
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 až 100	60 až 100	60 až 100	100 až 120
Počet zatažených dnů	120 až 150	120 až 150	120 až 150	150 až 160
Počet jasných dnů	40 až 50	50 až 60	40 až 50	40 až 50

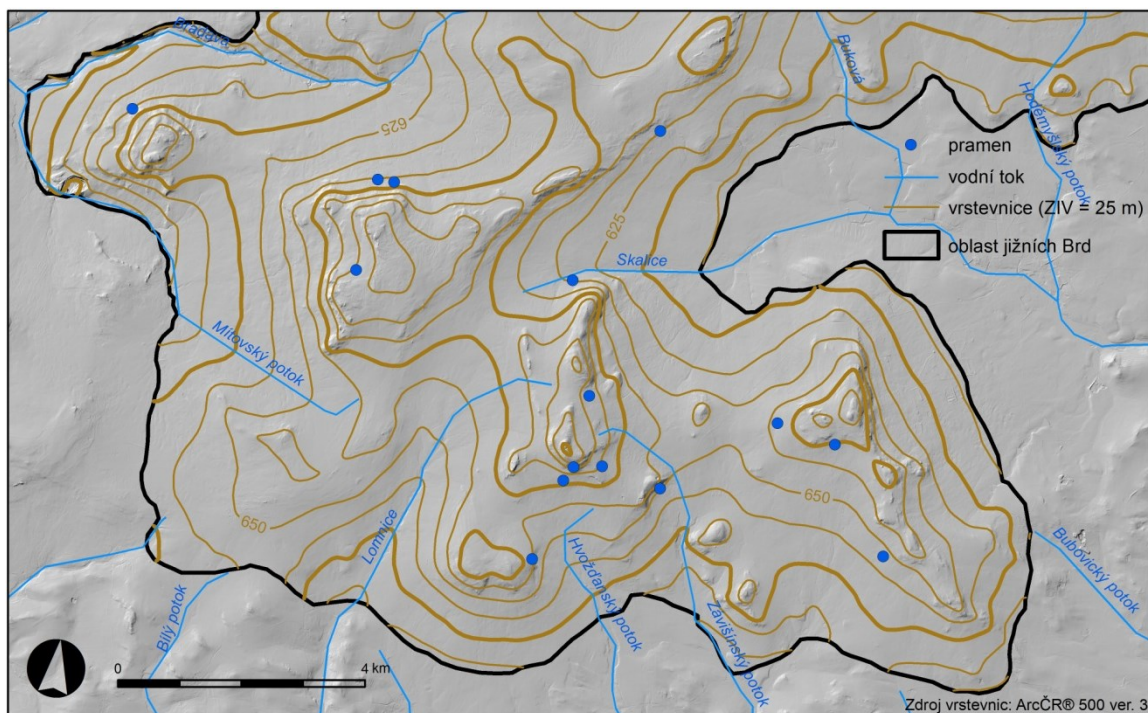
Tab. 2: Srážkové úhrny a výška sněhové pokrývky v Brdech dle Němec et al. (1994)

Nadmořská výška (m n. m.)	Roční úhrn srážek na návětrné straně [mm]	Roční úhrn srážek na závětrné straně [mm]	Průměr ročních maxim výšky sněhu [cm]
300	559	493	12
400	603	552	17
500	647	611	23
600	690	670	28
700	734	728	34
800	778	787	39

2.5. Vodstvo a hydrogeologické poměry

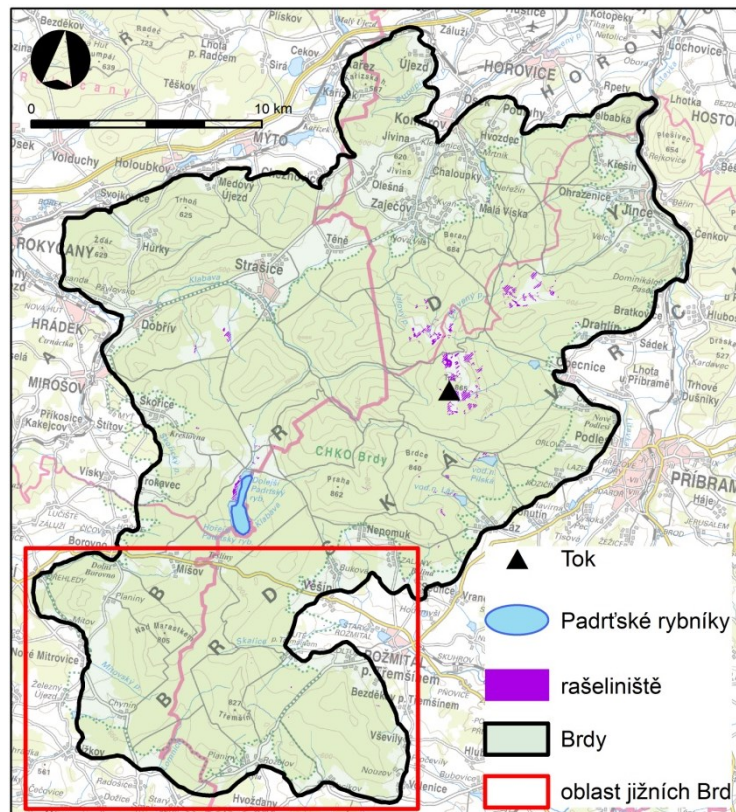
Díky nadprůměrným srážkám je v Brdech vyvinuta hustá říční síť. Nejvýznamnějšími toky oblasti jsou Litavka a Klabava (v Brdech zvaná Padrt'ský potok), které společně s Bradavou pramenící v Třemšínských Brdech náleží do povodí Berounky. V jižních Brdech dále pramení Skalice (v Brdech zvaná Vlčava), která spadá do povodí Vltavy. Brdské potoky mají charakter přímých až mírně zvlňených vodních toků s tendencí divočet ve sklonitějším terénu (AOPK ČR 2012). Při přívalových deštích dochází k rychlému odtoku vody z území, jenž je zejména na Litavce častou příčinou lokálních povodní.

Na území chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Brdy vyplňující centrální část pohoří je evidováno 180 pramenů (Němec et al. 1994), jejichž výskyt je vázán především na kambrické sedimentární horniny vyznačující se puklinovou propustností. V jižních Brdech se podle Národního registru pramenů a studánek (NRPS) vyskytuje 15 pramenů (obr. 11). Jejich přítomnost je známkou propustnosti geologického podloží (Šilar 1992). V těchto místech je navíc dešťové vodě umožněno pronikat hlouběji do horninových vrstev, kde mohou případné fázové přeměny vody vést k rozpadu horniny a být příčinou vzniku kamenných moří (Šilar 1992).



Obr. 11: Prameny v jižních Brdech. Mapový podklad: ČÚZK, stínovaný DMR 5G

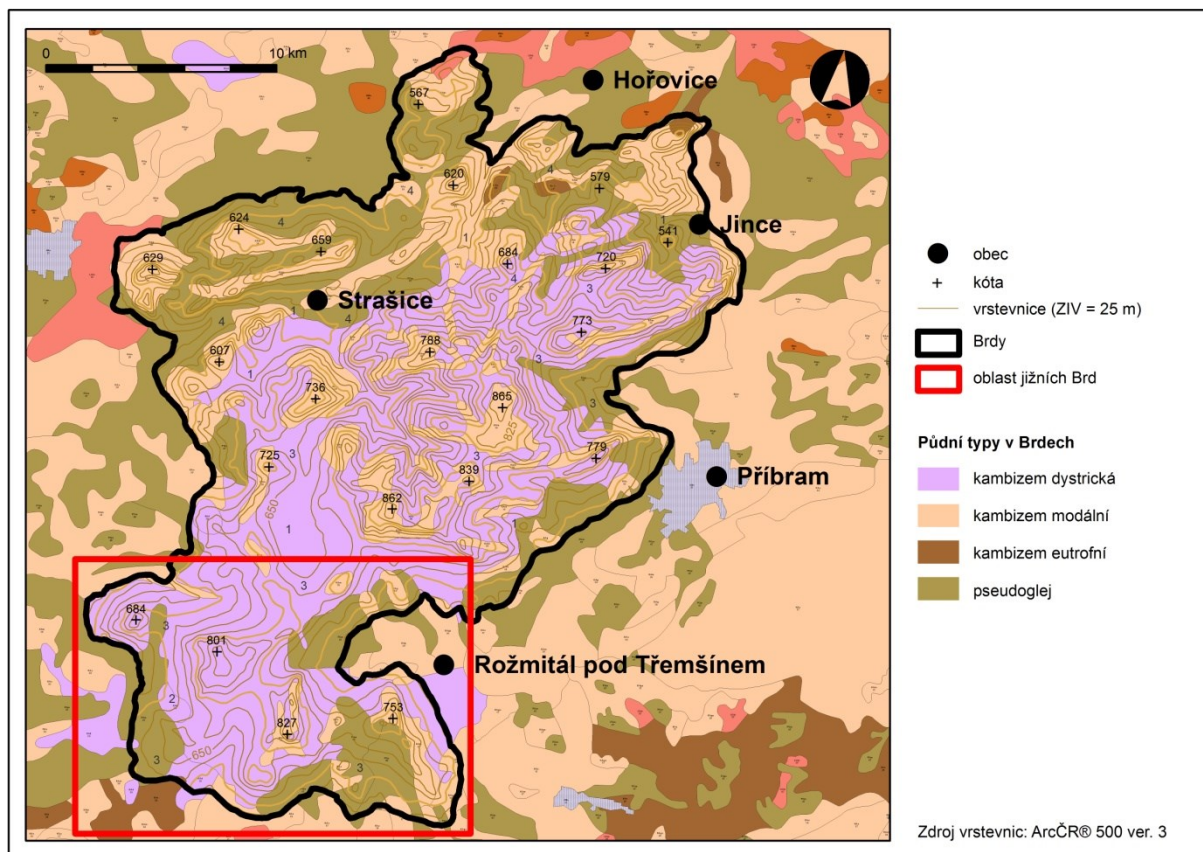
V oblastech s nepropustným podložím je tomu právě naopak. Srážková voda zde při nedostatečném odtoku zůstává na povrchu nebo dosahuje jen malých hloubek (Šilar 1992). Na takovém území se mohou vytvářet rašeliniště (Dohnal et al. 1965). Mělká rašeliniště se v Brdech rozkládají v okolí Padrtských rybníků nebo na východním úbočí Toku (obr. 12). Obecně jsou tyto biotopy vázány na oblast středních Brd, potenciální výskyt kamenných moří v jižních Brdech tak tímto faktorem není limitován.



Obr. 12: Rašeliniště v Brdech. Mapový podklad: ČÚZK, ZM 1 : 200 000

2.6. Pedologické poměry

Zastoupení půd je v Brdech více než jinde ovlivněno horninovým prostředím. Jejich charakteristickým znakem je kamenitost až balvanitost (Petříček, Dejmal 1998). Na zdejších extrémně neúživném geologickém podkladě převládá kambizem dystrická, která je rozšířena zejména ve středních a jižních Brdech (obr. 13). Matečnou horninou těchto půd jsou kambrické pískovce a slepence, které u nás patří k nejméně úživným horninám vůbec (Ložek 1998). Podobně kyselé podmínky panují na starohorních buližnicích (Ložek 1998). Ve vrcholových polohách s četnými skalními výchozy se objevují rankery. Živinově bohatší jsou kambizemě eutrofní, které se rozkládají na jineckých břidlicích v okolí Litavky nebo roztroušeně na výstupech spilitových sérií v jižních Brdech (Ložek 1998). V okrajových částech pohoří jsou významně zastoupeny pseudogleje. Nacházejí se v rovinnatém terénu, kde dochází k jejich oglejení v důsledku periodického zamokření (Bobek 2008). V pramenných oblastech centrálních Brd jsou půdy vlivem horší propustnosti substrátu a také sníženého odtoku vody trvale podmáčené. Na takových územích se pak vytvářejí typické gleje, které místy přecházejí až v organozemě vyskytující se zde v podobě mělkých rašelinišť (Soukupová 2008). Výčet půd zakončují fluvizemě, které jsou vázány na údolní nivu Litavky.

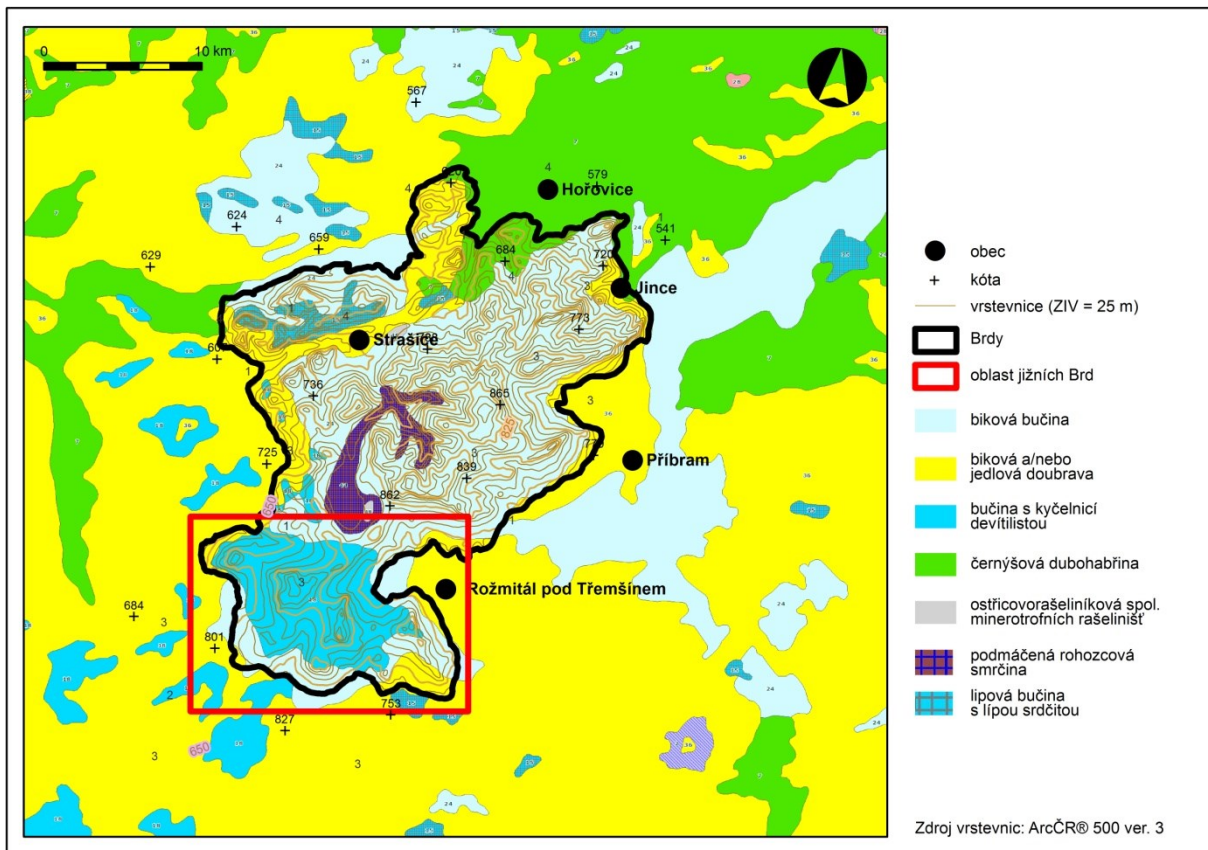


Obr. 13: Půdní složení Brd. Mapový podklad: CENIA, Půdní mapa ČR 1 : 250 000

2.7. Vegetační poměry

Z hlediska fyto geografie náleží Brdy do oreofytika, jenž je obklopeno teplejším mezofytikem (Petříček 1993; Sofron 1998). Vyskytují se zde tak druhy běžně rostoucími např. na Šumavě, se kterou jsou Brdy florogeneticky spjaty (Štěpán 1993; Sofron 1993). Horská květena tu však zásluhou vrcholového fenoménu a inverze vegetačních stupňů není vyvinuta v nejvyšších polohách pohoří, nýbrž v chladných údolích na zamokřených půdách (Sofron 1993). Na takových místech se pak vytvořily mělká rašeliniště (viz výše).

Až 88 % území Brd je tvořeno lesními porosty (Škoda 1993), které jsou dominantně zastoupeny smrkovými monokulturami. Původní smrčiny se dochovaly jen v nejvyšších polohách a na podmáčených územích (Štipl 1993). Na přirozené druhové skladbě se v minulosti dále podílely jedlové a bukové porosty (Štipl 1993), jejichž fragmenty jsou dnes chráněny v podobě přírodních rezervací rozložených výhradně na území jižních Brd. Právě bučiny jsou dominantně zastoupeny v potenciálním přirozeném vegetačním krytu (obr. 14).



Obr. 14: Potenciální přirozená vegetace Brd. Mapový podklad: BÚ AV ČR

Specifická stanoviště představují kamenná moře a suťová pole, na kterých se vyskytují acidofilní reliktní bory a suťové lesy (Sofron 1993). Kromě těchto společenstev byla na balvanitých sutích pozorována celá řada lišejníků (Mejstřík 1993; Malíček 2012). Hojně je zastoupen např. mapovník zeměpisný (na obr. 15). V suti pod vrcholem Třemšinu se však nachází i několik horských druhů lišejníků, např. *Brodoa intestiniformis*, *Miriquidica nigroleprosa*, *Fuscidea kochiana* či *Rhizocarpon grande* (Malíček 2012).



Obr. 15: Mapovník zeměpisný (*Rhizocarpon geographicum*) na suťovém svahu Marásku

3. Kamenná moře

3.1. Definice kamenných moří a příbuzné blokové akumulace

V české literatuře se pro termín *kamenné moře* rovněž používá pojem *balvanové moře* (Vitásek 1958; Rubín, Balatka 1986) či *skalní moře* (Kettner 1955; Buzek, Havrlant 1977), v zahraniční literatuře se pak nejčastěji vyskytují anglické termíny *block field* (Fairbridge 1968; Washburn 1979; Anderson 2004) i *blockfield* (Goudie /ed./ 2004; French 2007), *boulder field* (Muller, de Blij 1993; French 2007), *stone field* (White 1976; Wilson 2007) a německé výrazy *felsenmeer* (Goudie /ed./ 2004; French 2007) nebo *blockmeer* (Fairbridge 1968; Wilson 2007).

Černík a Sekyra (1969) definují kamenná moře jako nahromaděný blokový materiál složený z hornin rozrušených do hrubých bloků na rozsáhlejších plochách. Kamenná moře ve svých pracích dále definuje Czudek (1997, 2005) jako pokryvy ostrohranných bloků na svazích a temenech vrcholových partiích terénu, které zabírají více než 50 % dané plochy. Kritérium nadpolovičního pokrytí plochy hrubými úlomky zmiňují i jiní autoři (Buzek, Havrlant 1977; Horník et al. 1982; Demek 1987; Washburn 1979). Vitásek (1958, 1966) spolu s Kuským (1968) považují výskyt kamenných moří za charakteristický pro tvrdé horniny, jako jsou např. křemence, pískovce či buližníky, tedy horniny zastoupené v Brdech. S dalšími definicemi kamenných moří přicházejí Rubín, Balatka (1986, s. 164), kteří jimi označují „všechny balvanové plošné akumulace na temenech horských hřbetů a mírných svazích (...)“. Za hlavní rozdíly mezi kamennými moři a ostatními blokovými akumulacemi (viz dále) pak autoři považují sklon svahu a velikost úlomků. Přehled definic kamenných moří doplňuje Vítek (1997), který pod tímto pojmem chápe souvislé plochy pokryté kameny či většími balvany až bloky.

V přírodě se rovněž vyskytují tvary kamenným mořím podobné, které lze souhrnně označit jako blokové akumulace. Ty se mohou nacházet v blízkosti kamenných moří, a často tak dochází k jejich záměně (Wilson 2007). Od kamenných moří se liší buď morfologicky (*kamenné/balvanové proudy*), nebo geneticky (*suťová pole, proudy a kužely, osypy*):

1) *Kamenné (balvanové) proudy* – anglicky *block streams* či *rock streams*, na Falklandských ostrovech popisované jako *stone runs* (Clark 1972) a v Rusku označované jako *kurumy* (Harris, Pedersen 1998; Wilson 2007). Oproti kamenným mořím mají kamenné proudy jazykovitý tvar protažený ve směru největšího sklonu, který se pohybuje v rozmezí 5 – 15° (Rubín, Balatka 1986), objevují se však i na svazích o sklonech 30 – 35° (Wilson 2007), resp. 10 – 50° (Křížek 2016). V místech náhlého zvětšení sklonu svahu a v terénních

brázdách mohou kamenné proudy vybíhat přímo z kamenných moří (Rubín, Balatka 1986). Oba tyto tvary se tak mohou nacházet v těsné blízkosti, a předpokládá se i jejich společný původ (Washburn 1979). Dalším společným znakem je častá absence skalní stěny v jejich horní části (Rubín, Balatka 1986), čímž se odlišují např. od suťových polí či proudů (Washburn 1979).

Z hlediska rozměrů mohou kamenné proudy dosahovat šířky desítek až stovek metrů a délky několika stovek metrů až 5 km (White 1976; Wilson 2007). Běžně se uvádí hloubka 1 – 3 m (Wilson 2007), v jistých případech však může překročit i 10 m (Goudie /ed./ 2004). Tyto akumulace mohou být složeny z úlomků dosahujících rozměrů kolem 25 cm, výjimkou však nejsou ani kamenné proudy tvořené až metrovými bloky, nazývané *blokové proudy* (Rubín, Balatka 1986). Kamenné proudy se zcela zaoblenými úlomky se pak označují termínem *kamenné řeky* (Rubín, Balatka 1986).

2) *Suťová pole* – jedná se o „svahovou plochu pokrytou z větší části suti“, kterou tvoří „hranaté úlomky hornin (...) vzniklé zvětráváním a rozpadem skalních masivů na strmých svazích a přemístěné do nižších poloh gravitací (pádem, saltací nebo soliflukcí)“ (Rubín, Balatka 1986, s. 174). Na rozdíl od kamenných moří a proudů je tak určujícím faktorem jejich vzniku gravitační síla. Vyskytují se na svazích o sklonu 20° a více (Rubín, Balatka 1986). Od tvarů jako je suťový kužel nebo osyp (*talus*) se zase suťové pole liší svým geometrickým tvarem – ve svislém průřezu má charakter zkosené desky, zatímco suťový kužel a osyp mají tvar trojúhelníku (Rubín, Balatka 1986). Rozlohou se jedná o několik desítek až set metrů čtverečních velké plochy, které se od shora dolů rozšiřují (Rubín, Balatka 1986).

3) *Suťové proudy* – anglicky *debris streams* nebo *talus stream*. Stejně jako kamenné proudy mají jazykovitý tvar protažený ve směru spádnice, tvoří se v mělkých terénních brázdách a pokrývají prudké svahy se sklonem nad 15° (Rubín, Balatka 1986), resp. 25° (Washburn 1979). Od kamenných proudů se kromě přítomnosti skalní stěny v jejich horní části liší také velikostí úlomků, které v delší ose nepřesahují 25 cm (Rubín, Balatka 1986).

Z uvedených vlastností suťových proudů vyplývá i jejich vyšší náchylnost k pohybu, který může být zapříčiněn pádem úlomků, resp. silným větrem či prudkým deštěm (Rubín, Balatka 1986). Právě přívalový déšť nebo rychlé tání sněhu může být jednou z příčin vzniku ničivých blokovobahenních proudů zvaných *mury* (Pilous 1973), v něž se mohou suťová pole na příkrých svazích za těchto podmínek proměnit.

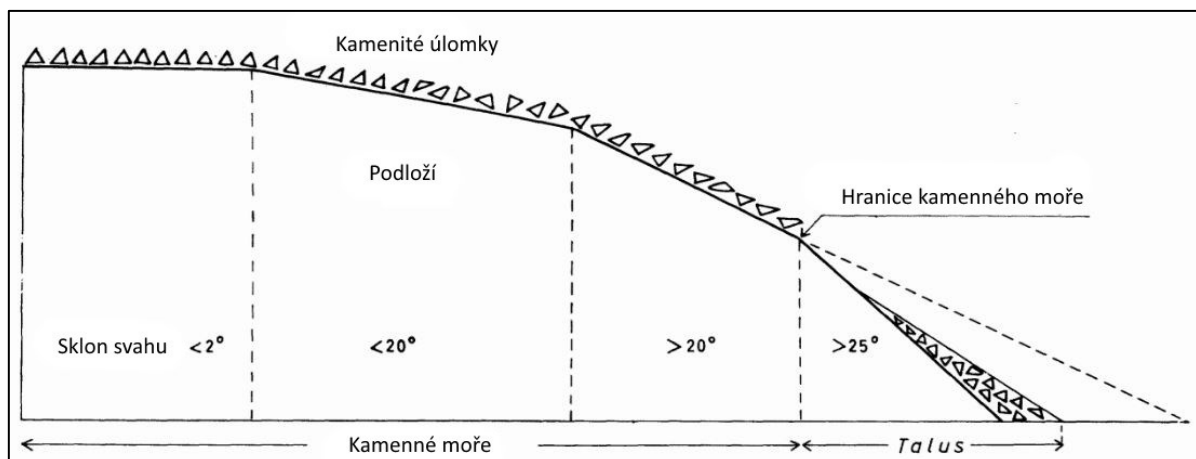
4) *Suťové kužely* – anglicky *talus cones*. Jedná se o formy morfologicky podobné osypům (viz níže). Jak název napovídá, jejich tvar má podobu kužele se základnou v dolní části (Rubín, Balatka 1986). Tvoří se při úpatí skalních stěn a srázů na svazích se sklonem

30 – 40° (Glossary of landform and geologic terms 2008). Rubín, Balatka (1986, s. 178) popisují genezi suťových kuželů „při vyústění skalní úžlabiny nebo erozní rýhy na dně údolí nebo na skalní terase“, přičemž sklon svahu podle autorů zpravidla překračuje 40°.

Co se týče struktury suťových kuželů, v jejich spodní části se vlivem gravitace nacházejí největší úlomky, zatímco jemný materiál se koncentruje při vrcholu kuželů (Rubín, Balatka 1986; Glossary of landform and geologic terms 2008). Samotná velikost suťových kuželů se pohybuje od několika metrů až po desítky či stovky metrů (Rubín, Balatka 1986). Obdobné charakteristiky mají i tzv. *aluviální (dejekční) kužele*, které jsou ovšem říčního původu, a sestávají z lépe vyříděného materiálu (Glossary of landform and geologic terms 2008).

5) *Osypy* – anglicky *taluses* či *scree slopes*, podle většiny autorů lze jako synonymum užívat i samotný výraz *screes* (Rubín, Balatka 1986; Goudie /ed./ 2004; Rixhon, Demoulin in Shroder 2013). Jsou to suťové akumulace rozličného tvaru a velikosti složené z hrubých hranatých úlomků, které pocházejí ze skalních stěn a srázů (Rubín, Balatka 1986; Goudie /ed./ 2004). Od těch se suťový materiál přemístěný gravitací, často v podobě skalního říčení, může oddělit různými způsoby, např. hydratací, prorůstáním kořenů rostlin, ale zejména mrazovým pukáním (Washburn 1979; Goudie /ed./ 2004).

Tvorba osypů probíhá na příkrých svazích (obr. 16), jejichž sklon je zpravidla větší než 25° (Dahl 1966; Washburn 1979; Wilson 2007), výjimkou však nejsou ani svahy se sklonem přesahujícím 40° (Goudie /ed./ 2004). Podobně jako u suťových kuželů se na spodním okraji těchto těles hromadí nejhrubší materiál, zatímco v horní části leží jemnozrná suť (Rubín, Balatka 1986). Ve srovnání obou forem se však osypy obecně vyznačují lépe vyříděným materiálem, jehož mocnost může dosahovat až několika desítek metrů (Washburn 1979; Rubín, Balatka 1986).



Obr. 16: Rozlišení kamenných moří a osypů na základě sklonu dle Dahl (1966), upraveno

S osypy se lze setkat v různých hliništích či pískovnách v podobě těžebních antropogenních tvarů (Rubín, Balatka 1986), častěji se však vyskytují přirozeně zejména ve vysokohorském a periglaciálním prostředí (Goudie /ed./ 2004; Rixhon, Demoulin in Shroder 2013). Zde se za přítomnosti permafrostu může celé těleso vyvinout ve *skalní ledovec* (Goudie /ed./ 2004).

3.2. Vznik a vývoj kamenných moří

Podle místa vzniku a současného výskytu lze kamenná moře dělit na autochtonní, alochtonní, příp. para-autochtonní kamenná moře (Goudie /ed./ 2004; Rea 2007). Autochtonní kamenná moře vznikají *in situ* zvětráváním skalního podloží na svazích s omezeným pohybem zvětralých horninových úlomků (Ballantyne 2010). Alochtonní kamenná moře byla ze svého původního místa přemístěna buď mrazovým vzdouváním zvětraleho materiálu, jenž se po rozmrznutí vlivem gravitační síly ocitá v nižších částech svahu, nebo v důsledku jiných svahových pohybů (Goodfellow 2007). Para-autochtonní kamenná moře pak představují přechodný typ, u kterého balvany podléhají svahovým pochodům i na mírně sklonitých plochách (Goudie /ed./ 2004). Jiné členění uvádí Richmond (1962), který rozeznává čtyři genetické typy kamenných moří: 1) vzniklé mrazovým pukáním *in situ*, 2) vzniklé ploužením vyvolaným mrazem s pomalým pohybem dolů po skalním podloží, 3) vzniklé mrazovým tříděním hrubé a jemné suti *in situ*, a 4) vzniklé pomalým pohybem hrubé a jemné suti po svahu.

Dominantním procesem, který se uplatňuje při genezi kamenných moří, je mrazové zvětrávání neboli kongelifrakce (Ballantyne 2010; Goodfellow 2012). Jedná se o formu fyzikálního zvětrávání, při němž vlivem opakovaného mrznutí a tání vody dochází k mechanickému rozpadu horniny. Obzvláště účinné je mrazové zvětrávání ve zpevněných sedimentech, rozpukaných a pórovitých horninách (Vitásek 1966). Voda při přeměně z kapalného na pevné skupenství zvětšuje svůj objem zhruba o 9 % (French 2007). Na okolní horninu je tak vyvíjen tlak, který vede ke vzniku trhlin v hornině (Vitásek 1966). Dojde-li k jejímu úplnému rozpadu, může vzniknout kamenné moře.

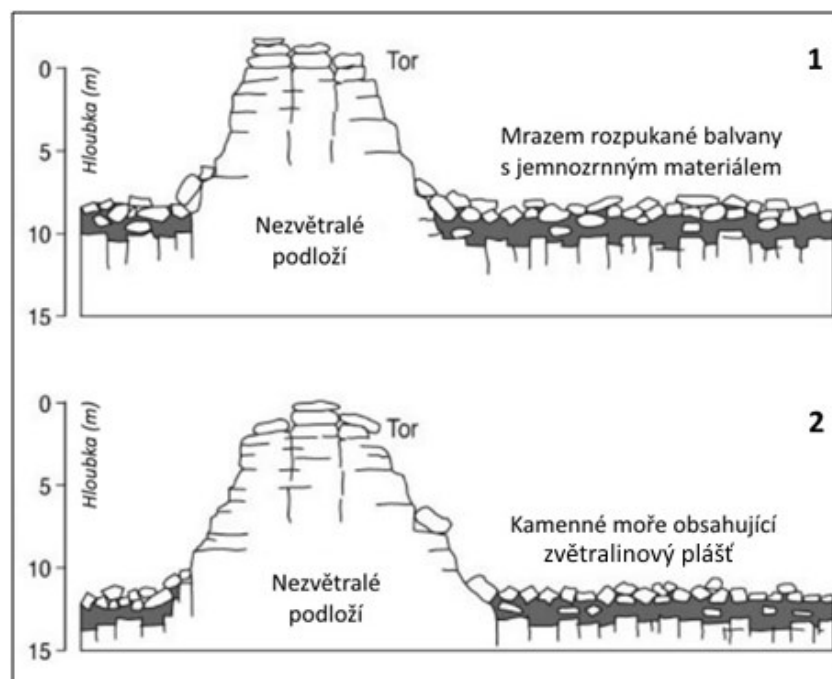
Na genezi kamenných moří se kromě mrazového podílí také zvětrávání chemické, při kterém se mění chemické složení horniny. Tento typ zvětrávání se uplatňoval v teplém a vlhkém klimatu předkvartérní doby (Gornitz /ed./ 2009). V prvním stádiu (obr. 17) se snižuje zemský pokryv a vznikají tory (izolované skály) obklopené neogenním chemicky zvětralým materiálem a mrazem rozpukanými balvany z pleistocénu. Ve druhé fázi pokračuje snižování povrchu a vyvíjejí se kamenná moře sestávající z mrazem zvětralých úlomků,

příp. ze zachovalého zvětralinového pláště, tzv. *regolitu* (Ballantyne 2010). V závislosti na převládajícím typu zvětrávání byly vytvořeny tři modely se snahou o vysvětlení geneze kamenných moří (Goudie /ed./ 2004):

1) *Postglaciální model* – předpokládá, že kamenná moře vznikala v období holocénu, tj. po konci posledního glaciálu, rychlým mrazovým zvětráváním v chladném periglaciálním prostředí. Takovou hypotézu lze aplikovat na kamenná moře tvořená karbonátovými horninami, které snadno podléhají zvětrávání, avšak nevysvětluje výskyt kamenných moří složených z odolných vyvřelých či metamorfovaných hornin, jež by ke svému vývoji potřebovala mnohem delší dobu.

2) *Pleistocénní model* – v tomto případě se uvažuje o utváření kamenných moří v průběhu pleistocénu. Kromě dominantně působícího mrazového zvětrávání může mít vliv i zvětrávání chemické, a to zejména během interglaciálů, kdy panovalo teplejší a vlhčí klima. Na základě dlouhého působení mechanického a chemického zvětrávání by se tak kamenná moře měla vyznačovat hlubším zvětrávacím profilem a větším množstvím regolitu.

3) *Předpleistocénní (neogénní) model* – podle tohoto modelu započala geneze kamenných moří již v teplém podnebí mladších třetihor. Intenzivní chemické zvětrávání vedlo ke zvýšené produkci jemnozrnného materiálu, zejména jílových minerálů. V podmínkách periglaciálního klimatu byl následně mrazovým vzdouváním vyzdvižen k povrchu hrubozrnný materiál, který tak jílovou hmotu pohřbil, event. byla jemnozrnnější složka odplavena. K její tvorbě ale v malé míře může docházet i dnes.



Obr. 17: Geneze kamenných moří podle Ballantyne (2010), upraveno

Z výše uvedeného vyplývá, že dle některých hypotéz musela kamenná moře přečkat jednu či více dob ledových a meziledových. V zaledněných oblastech se tímto způsobem mohla zachovat buď na nunatacích, nebo byla překryta ledovcem s chladnou bází, jehož spodní část je pevně přimknuta ke skalnímu podkladu, a ledovec tak nepodléhá účinkům eroze (Rea et al. 1996; Dredge 2000; Goodfellow 2007).

3.3. Polohová, morfologická a strukturní charakteristika kamenných moří

Kamenná moře lze charakterizovat na základě různých parametrů (tab. 3). Z hlediska polohy se kamenná moře typicky vyskytují a) na náhorních plošinách vyšších i středních zeměpisných šířek (Fairbridge 1968; Whittow 1984), b) v nezaledněném periglaciálním prostředí minulém i současném (Goudie /ed./ 2004; Anderson 2004; Goodfellow et al. 2014) nebo c) ve vysokohorském prostředí nad horní hranicí lesa (White 1976; Muller, de Blij 1993) se sklonit svahů do 5°, tj. na rovinných či mírně sklonitých plochách (Demek, Embleton /eds./ 1978). Za hranici sklonu svahu s výskytem kamenných moří se také považuje hodnota 15° (Caine 1968), 20° (Ritter et al. 2011) a 25° (Dahl 1966).

Co se týče tvaru a velikosti úlomků, kamenná moře jsou nejčastěji tvořena tzv. *hranáči*, tedy ostrohrannými kameny o velikosti nejméně 20 cm, které vznikly mechanickým rozpadem horniny (Petránek 1963). Většinou dosahují velikosti 1–3 m (Summerfield 1991; Muller, de Blij 1993; Ritter et al. 2011). Podle jiných autorů (Fairbridge 1968; White 1976; Goudie /ed./ 2004; Czudek 2005) mohou kamenná moře sestávat také ze zaoblených balvanů s velikostí nad 25 cm (Petránek 1963).

Tvar a velikost úlomků ovlivňuje horninový typ. Kamenná moře se obecně skládají z hornin s charakteristickým rozpadem. Vyvěřelé horniny jsou zastoupeny např. čedičem se sloupcovitou odlučností nebo žulou s kvádrovitou odlučností (Rubín, Balatka 1986), z metamorfitů lze jmenovat amfibolit s deskovitou odlučností (Demek 1987). Příkladem sedimentárních hornin vyznačujících se vrstevnatou odlučností mohou být křemence, pískovce či bulžníky (Kunský 1968; French 2007).

Plošná pokryvnost povrchu vyjadřuje procentuální zastoupení horninových úlomků na vymezené ploše. Všichni autoři uvádějící tuto charakteristiku se shodují na alespoň poloviční pokryvnosti (viz tab. 3). Hodnoty mocnosti blokového pokryvu se různí v závislosti na typu kamenného moře (Rubín, Balatka 1986), zpravidla však nepřesahují 20 m (Muller, de Blij 1993; Ritter et al. 2011).

Tab. 3: Obecná charakteristika kamenných moří, seřazeno abecedně podle literatury*(pozn.: v případě prázdných polí se parametr v literatuře nevyskytuje)*

Literatura	Poloha	Tvar a velikost úlomků	Typ horniny	Plošná pokryvnost	Mocnost blokového pokryvu
Anderson 2004	náhorní plošiny a vrcholky hor	hranáče			
Buzek, Havrlant 1977	vrcholové partie hor a svahy	hrubé balvanité úl.		alespoň 50 %	
Czudek 2005	svahy či vrcholové plošiny horských oblastí nad horní hranicí lesa	ostrohranné až zaoblené balvany		alespoň 50 %	
Demek 1987		různě velké úl. hornin	skalní horniny – křemence, čediče, amfibol.	alespoň 50 %	
Fairbridge 1968	nížiny polárních oblastí nebo náhorní plošiny mírných šířek	ostrohranné až zaoblené balvany			
French 2007	periglaciální a horské oblasti mírných šířek	hranáče	silikáty – pískovce, křemence, žuly		
Glossary of landform and geologic terms 2008	vysokohorské svahy o sklonu menším než 5° nad horní hranicí lesa	ostrohranné; hrubé úl. jen v horní části			mělká
Goudie /ed./ 2004	roviny nebo mírné svahy nezaledněných periglaciálních oblastí	hranáče až zaoblené úl. vel. 1 – 2 m	hlavně vyvřeliny a metamorfity		0,5 – 4 m; hlouběji menší úlomky
Horník et al. 1982		velké hranáče		alespoň 50 %	
Kettner 1955		hranáče			
Kunský 1968			čediče, žuly, křemence, pískovce, bulžníky		
Muller et de Blij 1993	periglaciální oblasti nad horní hranicí lesa	hranáče vel. 1 – 3 m			až 20 m
Rea 2007	vrcholová plató nebo údolí mírných i vysokých šířek	balvany			
Ritter et al. 2011	svahy o sklonu 1(3) – (12)20° nebo údolní akumulace	1 – 3 m (max. 6 m)			4 – 20 m
Rubín, Balatka 1986	temena horských hřbetů nebo mírné svahy o sklonu 5–8°	hranáče	s kvádrovitým, deskovitým či sloupcovitým rozpadem	alespoň 50 %	dm až m (alochtonní), m až 10 m (autochtonní)
Sekyra, Černík 1969		hrubé bloky	křemence, žuly, bazalty		
Summerfield 1991	plošiny periglaciálních oblastí	hranáče vel. 1 – 3 m		alespoň 50 %	
Vitásek 1958	horské vrcholy, svahy i údolí	balvany různé vel.	žuly, syenity, diority, gabra		
Washburn 1979	svahy o sklonech menších než 10°	ostrohranné bloky hornin		alespoň 50 %	
White 1976	polární a vysokohorské oblasti nad horní hranicí lesa	ostrohranné až slabě zaoblené úl.			
Whittow 1984	náhorní plošiny či mírné svahy	hranáče			
Wilson 2007	vrcholová plató nebo údolí mírných i vysokých šířek				

Kamenná moře jsou studována v různých částech světa. V dostupné literatuře se často řeší otázka jejich původu (např. Dredge 2000; Goodfellow et al. 2014; Hopkinson, Ballantyne 2014). Méně často jsou uváděny informace o polohových, morfologických a strukturních vlastnostech kamenných moří (tab. 4).

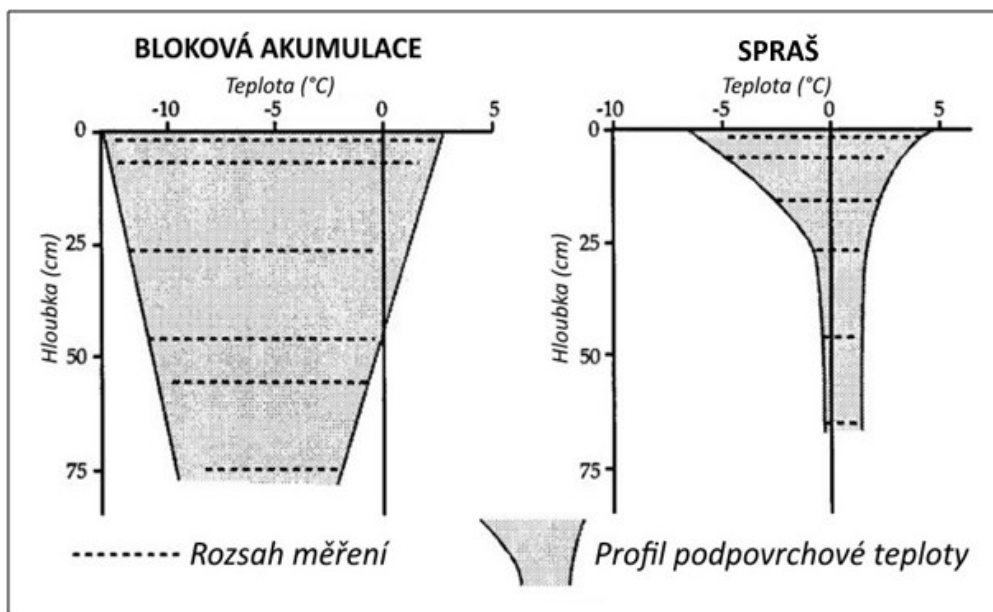
Tab. 4: Kvantitativní charakteristika kamenných moří, seřazeno abecedně podle literatury
(pozn.: v případě prázdných polí se parametr v literatuře nevyskytuje)

Literatura	Oblast	Rozloha [m ²]	Délka x šířka [m]	Nadm. výška [m n. m.]	Sklon [°]	Převaž. orientace	Geol. podloží
Ballantyne, Stone 2015	jižní Irsko			650 – 720			
Beranová 2009	Šumava, Česko	1 000 – 45 000 (63 700)*		600 – 1 300	3 – 36	JZ	žula, pararula, migmatit
Dahl 1966	Skandinávské pohoří, Norsko			1 140 – 1 220 (dolní limit)			slídy, žuly
Dredge 2000	Mellvilův pol., Kanada			120 – 330			žuly, ruly, ortoruly
Firpo et al. 2006	Ligurské Alpy, Itálie	1 762 – 39 578	144 – 521 x 15 – 155	682 – 1 103	2 – 12	SV	břidlice
Goodfellow et al. 2014	Skandinávské pohoří, Švédsko			1 405 – 1 538			amfibolity
Křížek et al. 2007	Krkonoše, Česko			1 200 – 1 400	12 – 35	J	žuly
Křížek 2016	Hrubý Jeseník, Česko			1 178 – 1 358	10 – 50		metamorphy
Nelson et al. 2007	Apalačské pohoří, USA			171 – 1 966		JV	
Sumner 2004	Dračí hory, Lesotho			3 000 – 3 200	3 – 21	J, JZ	bazalty

* odhad

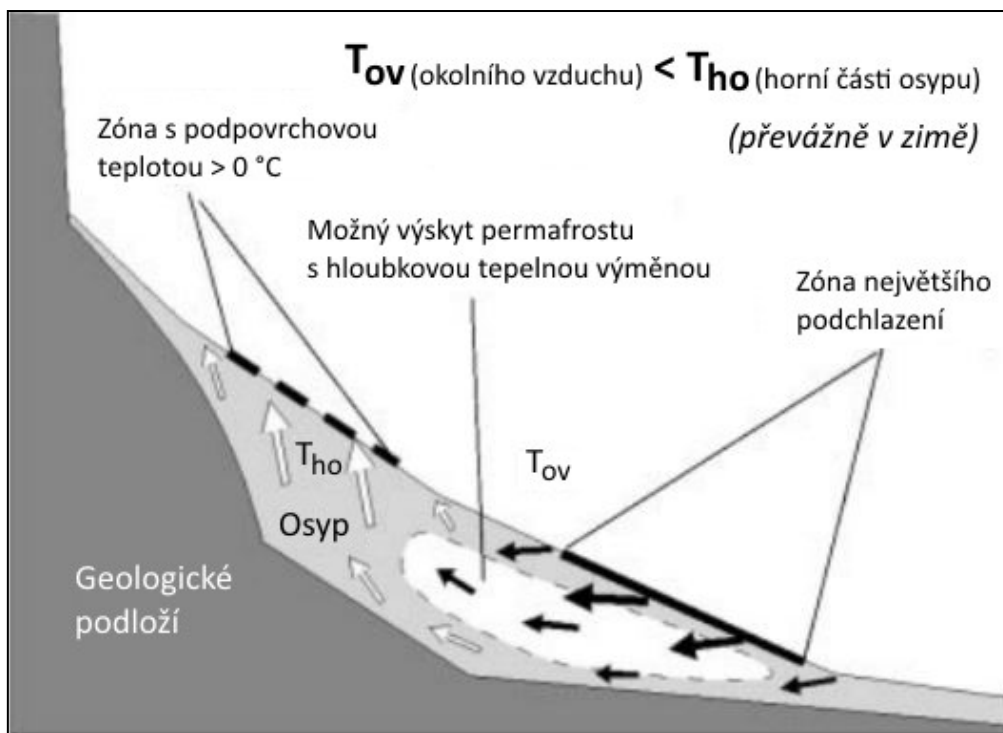
3.4. Teplotní režim kamenných moří a jiných blokových akumulací

Blokové akumulace představují z hlediska teploty specifické prostředí. Průměrná roční teplota je zde o 2,5 – 4 °C nižší než teplota okolního vzduchu (Gorbunov et al. 2004), resp. o 4 – 7 °C oproti přilehlému jemnozrnnému materiálu (Harris, Pedersen 1998). V něm teplota klesá s hloubkou exponenciálně, zatímco v blokových akumulacích je pokles teploty s hloubkou lineární (obr. 18). V Zailijském Alatau v nadmořské výšce 1 600 m na jižních svazích bylo pozorováno sezónní promrzání osypu do hloubky 3 m a okolní jemnozrnné půdy jen do hloubky 0,3 – 0,5 m, v nadmořské výšce 2 100 m už v osypu dosahovalo hloubky 6 m (s min. teplotou -15 °C ve 4,5 m) a v přilehlé minerální půdě nepřesahovalo 1 m (Gorbunov et al. 2004). Na východních svazích Švýcarských Alp v nadmořské výšce kolem 1 600 m podobné výzkumy zjistily sezónní promrzání osypu až do hloubky 14,5 m (Morard et al. 2010).



Obr. 18: Měření podpovrchové teploty dle Hariss, Pedersen (1998), upraveno

Za hlavní příčinu záporné teplotní anomálie blokových akumulací je považován tzv. *komínový efekt* (Wakonigg 1996). Zjednodušeně řečeno se jedná o systém proudění teplého a studeného vzduchu. V zimním období stoupá teplejší vzduch s nižší hustotou do horních částí blokových akumulací, zatímco v dolní části se koncentruje vzduch studený (obr. 19). Tato situace nastává i za přítomnosti 1 – 3 m mocné sněhové pokrývky (Delaloye, Lambiel 2005). V létě pak těžký studený vzduch nahromaděný při bázi blokových akumulací zamezuje přístupu teplejšího vzduchu z okolí (Hariss, Pedersen 1998). V těchto místech nemusí přízemní teplota po celý rok přesáhnout hodnotu 0 °C (Morard et al. 2010), což umožňuje vznik krátkodobého permafrostu, zvaného *pereletok* (Gorbunov et al. 2004), stovky metrů za hranicemi výskytu regionálního nesouvislého permafrostu (Juliussen, Humlum 2008). Permafrost se zde však může vyvíjet i za kladných teplot 4,0 – 5,5 °C (Delaloye et al. 2003; Gorbunov et al. 2004) a sahá do hloubky okolo 20 m (Delaloye et al. 2001).



Obr. 19: Schéma proudění vzduchu v zimě v osypu dle Delaloye, Lambiel (2005), upraveno

Charakteristickým rysem kamenných moří jsou velké denní výkyvy teplot (Dahl 1966). Tak např. v okolí Narviku na severu Norska v nadmořské výšce kolem 1 000 m byla na povrchu kamenných moří v srpnu zaznamenána nejvyšší odpolední teplota 25 °C, zatímco nejnižší noční teplota zde dosáhla jen 4 °C (Dahl 1966). Pokud teplota takto kolísá okolo bodu mrazu, může zde častěji docházet k procesu opakovaného mrznutí a tání vody, tzv. *regelaci*, jenž vede k dalšímu rozpadu horniny a vývoji kamenných moří (French 2007).

4. Metodika

Na území jižních Brd o vypočtené rozloze 116 km² byla studována kamenná moře. K jejich vymezení byly využity ortofotomapy z let 2011, 2013, 2015 a 2017. Jako další zdroj byla použita Základní mapa ČR v měřítku 1 : 10 000, která je společně s ortofotomapami dostupná na geoportálu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK). V případech, kdy nebylo možné kamenná moře z podkladových map spolehlivě rozlišit, bylo nutné ověření situace přímo v terénu.

Vymezení kamenných moří proběhlo na základě dvou parametrů dobře vystihujících jejich podobu – plošné pokryvnosti povrchu alespoň z 50 % horninovými úlomky většími než 25 cm, tj. balvany (dle Petránek 1963). Po vymezení následovalo hodnocení geologického podloží kamenných moří, jež vycházelo z Geologické mapy v měřítku 1 : 500 000 dostupné na mapovém serveru České geologické služby (ČGS). Dále byla v programu ArcGIS 10.6 provedena základní polohová a morfometrická analýza kamenných moří. Na základě digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G) poskytnutým ČÚZK byla u kamenných moří zjišťována rozloha, tvar, nadmořská výška (v těžišti), min./prům./max. sklon a převládající orientace ke světovým stranám. K výpočtu těchto veličin byly využity programové funkce *Zonal Statistics*, resp. *Minimum Bounding Geometry* pro výpočet tvaru kamenných moří. Ten je vyjádřen jako poměr šířky a délky kamenných moří podle vzorce $T = \frac{w}{L}$, kde w je šířka a L je délka. Čím je výsledek bližší 1, tím více se tvar kamenných moří podobá kruhu, a naopak hodnoty blízké 0 značí jejich výrazné protažení ve směru jedné z os.

Naměřené hodnoty zkoumaných charakteristik byly následně klasifikovány. Rozloha kamenných moří byla rozdělena do intervalů po 500 m², nadmořská výška po 25 m, sklony po 5° a expozice svahů do osmi světových stran (tab. 4). Výsledky analýzy byly zpracovány v programu MS Excel 2007 formou grafů se zastoupením kamenných moří ve vybraných kategoriích podle počtu a podílu rozlohy na jejich celkové ploše.

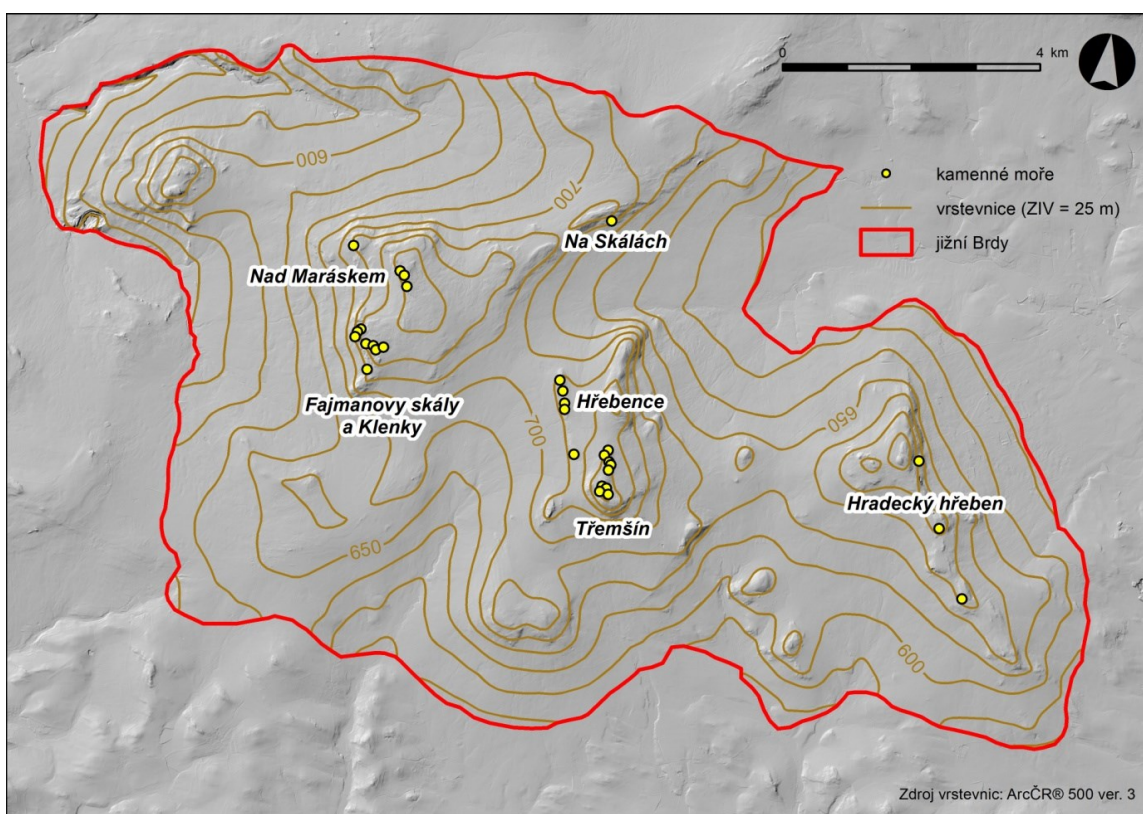
Tab. 5: Klasifikace kamenných moří podle sledovaných charakteristik

Rozloha [m ²]	Nadm. výška [m n. m.]	Prům. sklon [°]	Orientace ke světovým stranám
200 – 500	675 – 700	10 – 15	S
500 – 1 000	700 – 725	15 – 20	SV
1 000 – 1 500	725 – 750	20 – 25	V
1 500 – 2 000	750 – 775	25 – 30	JV
2 000 – 2 500	775 – 800	30 – 35	J
2 500 – 5 550	800 – 825	35 – 40	JZ
			Z
			SZ

5. Výsledky morfometrické analýzy

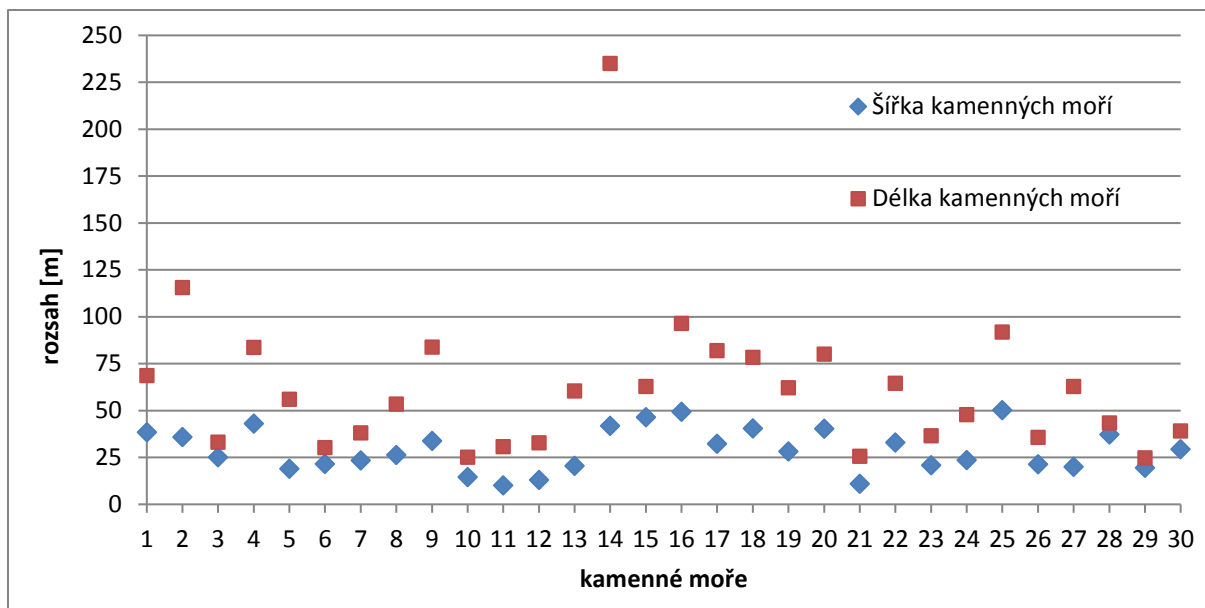
5.1. Poloha, tvar a velikost

V zájmovém území jižních Brd bylo dle výše popsaného postupu vymezeno 30 kamenných moří. Na základě jejich prostorového uspořádání (obr. 20) lze vyznačit dvě hlavní oblasti výskytu. Nejvíce kamenných moří s počtem čtrnáct se vyskytuje kolem Třemšínského hřbetu. Čtyři z nich se rozkládají na svazích samotného vrcholu Třemšín. Druhou významnou oblastí je okolí Marásku a Fajmanovy skály, kde se nachází dvanáct kamenných moří. Další tři kamenná moře se rozprostírají ve východní části zájmového území na úbočí Hradeckého hřebene. Poslední kamenné moře leží na svahu hlavního brdského hřbetu v lokalitě Na Skálách.



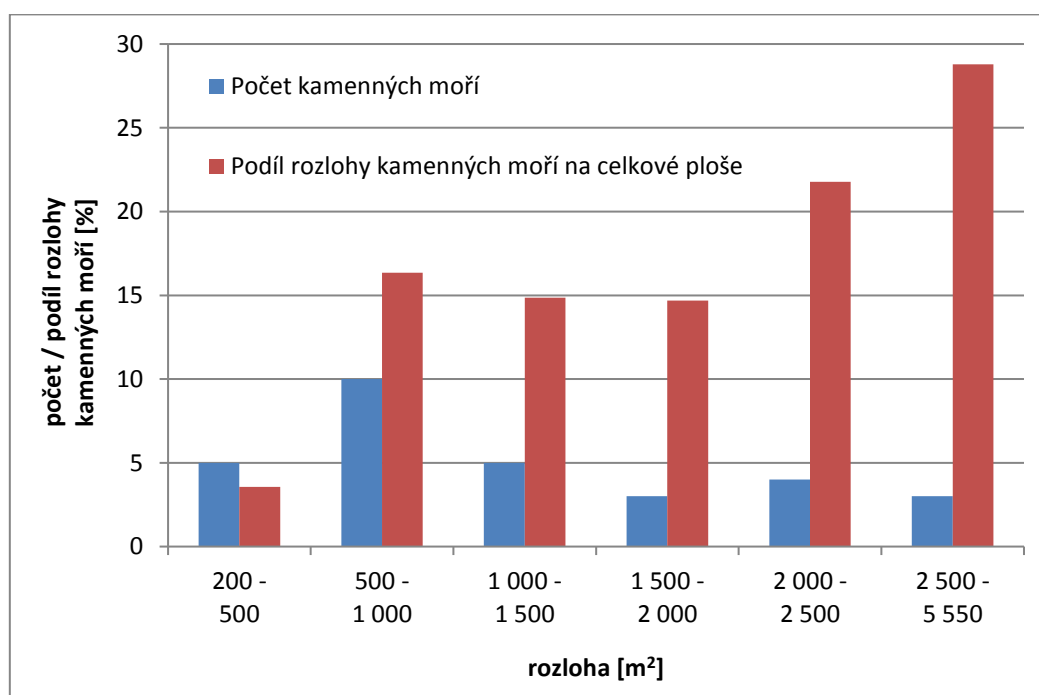
Obr. 20: Poloha kamenných moří. Mapový podklad: ČÚZK, stínovaný DMR 5G

Z hlediska rozměrů dosahují kamenná moře řádově desítek metrů (obr. 21). V kratší ose (šířka) nepřesahují 50 m, v delší ose (délka) se hodnoty většinou pohybují do 100 m. Výjimkou je kamenné moře na Planinském vrchu (příloha 2) s délkou 116 m, a zvláště pak kamenné moře na Hřebenci s délkou 235 m, které je tím vůbec nejrozsáhlejším (viz dále). Poměr šířky a délky se různí (příloha 1) – některá kamenná moře svým tvarem připomínají kruh, u jiných délka přesahuje šířku 2x, 3x, a na zmíněném Hřebenci až více než 5x (obr. 21).



Obr. 21: Rozměry kamenných moří

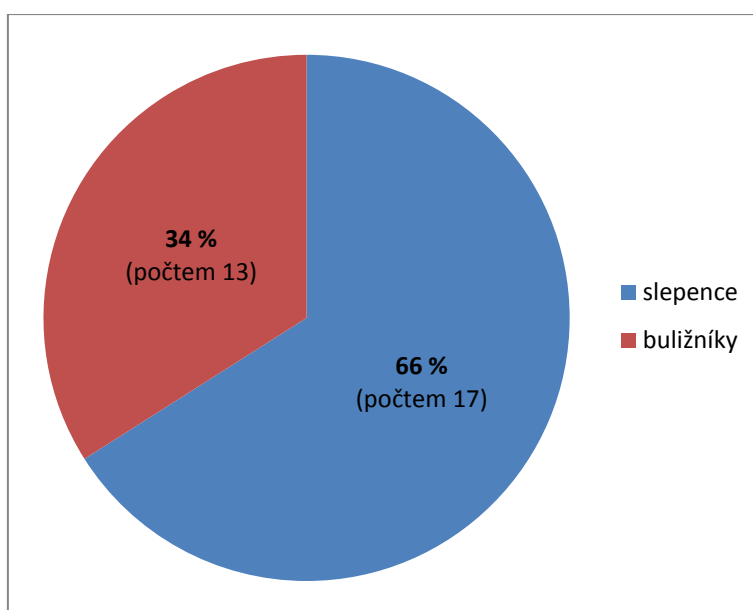
Celková rozloha kamenných moří v jižních Brdech činí necelých 39 000 m². Nejčastěji mají kamenná moře rozlohu mezi 500 – 1 000 m² (třetina jejich celkového počtu; příloha 1). Dvě největší o ploše 5 543 m², resp. 3 033 m², jsou součástí zmiňované přírodní památky Hřebeneč. Nejmenší evidované kamenné moře má rozlohu 209 m² a nachází se na Křemelci (Třemšínský hřbet). Více než čtvrtinu jejich celkové plochy zabírají tři největší kamenná moře (obr. 22). Asi polovinu jejich celkové rozlohy tvoří kamenná moře od 1 000 do 2 500 m². Na polovinu nejmenších kamenných moří připadá pouze pětina jejich celkové rozlohy.



Obr. 22: Zastoupení kamenných moří podle rozlohy

5.2. Geologické podloží

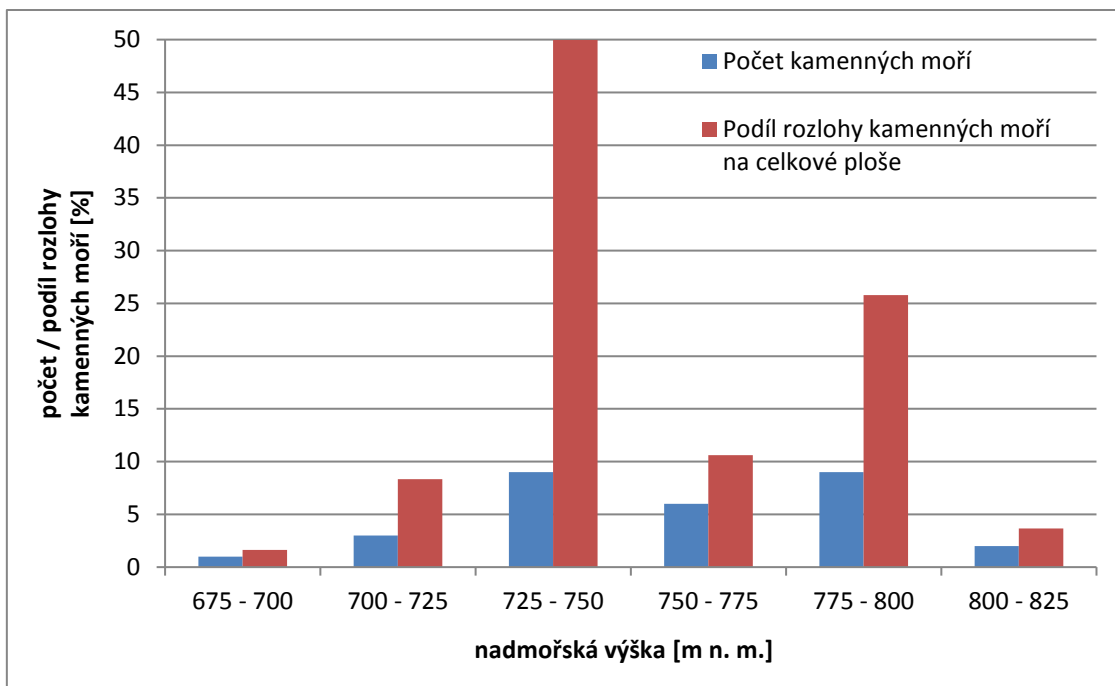
Kamenná moře v jižních Brdech jsou složena výhradně ze slepenců a bulžníků. Slepencová kamenná moře jsou charakteristická pro Třemšínský hřbet (lokality Třemšín, Hřebence, Křemel) a Hradecký hřeben (lokality Štěrbiná, Na Vrchu). Celkem se na tomto podloží vyskytuje sedmnáct kamenných moří, což představuje 66 % jejich celkové rozlohy (obr. 23). Kamenná moře budovaná bulžníky jsou typická pro okolí Marásku a Fajmanovy skály. Stejnou horninou je tvořeno také kamenné moře na vzdálenější lokalitě Na Skálách. Těchto třináct kamenných moří zaujímá zbylých 34 % jejich celkové plochy.



Obr. 23: Zastoupení kamenných moří podle geologického podloží

5.3. Nadmořská výška

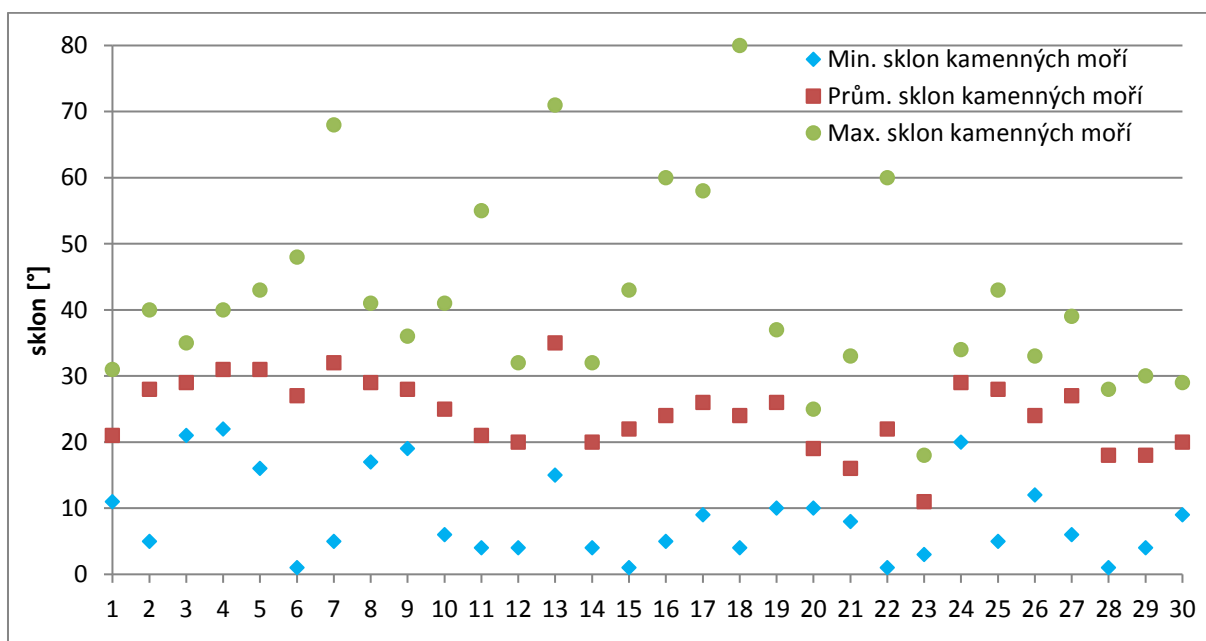
Nejvíce kamenných moří se vyskytuje mezi 725 – 750 m n. m. a 775 – 800 m n. m. (shodně po devíti v obou výškových kategoriích; příloha 1). Společně tvoří tři čtvrtiny jejich celkové rozlohy (obr. 24). Dvě nejvýše položená kamenná moře se rozkládají na západním svahu Třemšínu v nadmořské výšce 807 m n. m. Nejnižše položené kamenné moře se vyskytuje v jižní části Hradeckého hřebene v nadmořské výšce 684 m n. m. Zastoupení kamenných moří v kategoriích s nejnižší a nejvyšší nadmořskou výškou je z hlediska počtu i podílu rozlohy na jejich celkové ploše zanedbatelné.



Obr. 24: Zastoupení kamenných moří podle nadmořské výšky

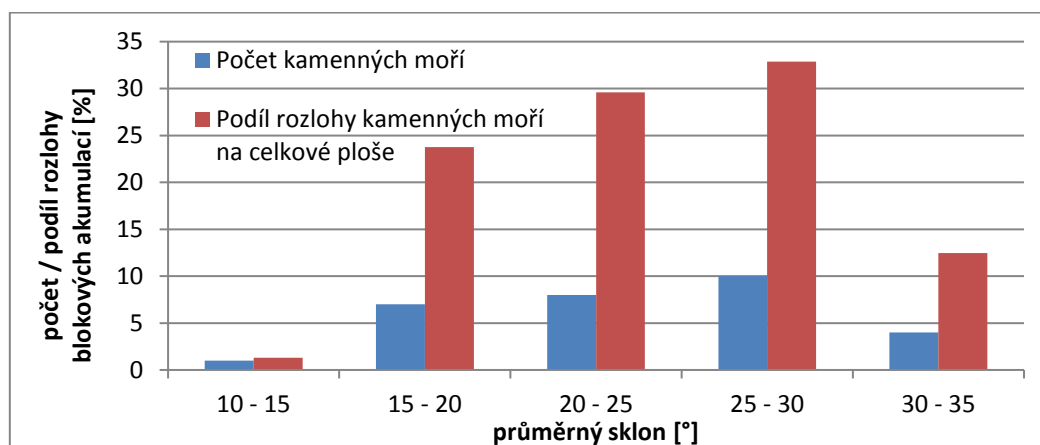
5.4. Sklonitost

Rozpětí hodnot min., prům. a max. sklonu se v rámci jednotlivých kamenných moří značně liší (obr. 25). Velké rozdíly mezi min. a max. sklonem, řádově desítky stupňů, lze pozorovat zejména u kamenných moří s prům. sklonem nad 20°. Min. sklony se pohybují mezi 1 – 22°, max. sklony mezi 18 – 80°. Největšího prům. sklonu 35° dosahuje kamenné moře na jižním svahu Fajmanovy skály, naopak nejmenší prům. sklon 11° má kamenné moře na Křemeli.



Obr. 25: Sklonitost kamenných moří

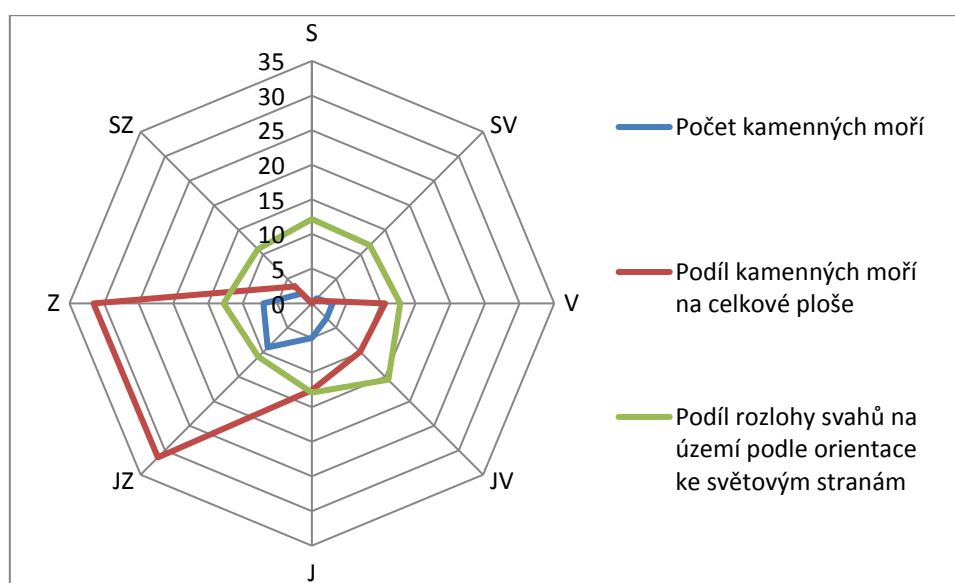
Co do počtu i podílu rozlohy na své celkové ploše má třetina kamenných moří prům. sklon mezi 25 – 30° (obr. 26). Významně jsou zastoupeny také sklonitostní kategorie 20 – 25° (30 %) a 15 – 20° (24 %). S jedinou výjimkou se všechna kamenná moře podle klasifikace (Demek, Embleton /eds./ 1978) vyskytují na příkře nebo velmi příkře sklonitých plochách.



Obr. 26: Zastoupení kamenných moří podle průměrného sklonu

5.5. Orientace ke světovým stranám

Počtem i podílem na své rozloze dominují kamenná moře s převažující jihozápadní (32 %) a západní orientací (31 %). Na svazích s převládající jižní orientací je registrováno pět kamenných moří s rozlohou 13 % na jejich celkové ploše (obr. 27). Kamenná moře s převažující východní a jihovýchodní orientací jsou pak zastoupena podobným asi 10% podílem na celkové rozloze všech kamenných moří. Nebylo nalezeno žádné kamenné moře s převládající severní orientací.



Obr. 27: Zastoupení kamenných moří podle převažující orientace

6. Diskuze

Rozlišit kamenná moře od jiných blokových akumulací je vzhledem k jejich morfologické podobnosti či genetické příbuznosti poměrně složité. V případě suťových polí a alochtonních kamenných moří je otázkou, zda má vůbec smysl tyto tvary od sebe odlišovat. V jižních Brdech se však všechna kamenná moře vyskytují v místě svého původu, a lze je tak považovat za autochtonní. Za dominantní proces vzniku kamenných moří v jižních Brdech se dá s ohledem na zdejší přírodní podmínky (klima, nadmořská výška, horninové složení) a absenci regolitu označit mrazové zvětrávání, a uplatnit tak postglaciální model jejich geneze.

Vymezování kamenných moří v jižních Brdech zahrnovalo práci s ortofotomapami. Jejich využití s sebou kromě řady výhod přináší také některé problémy. Při identifikaci kamenných moří bylo např. obtížné určit jejich přesné hranice vzhledem ke značné zalesněnosti území. Lesní porost navíc vytváří stíny, což celý proces vymezování kamenných moří ztěžuje. Tuto komplikaci do jisté míry vyřešily letecké snímky z roku 2011, které byly pořízeny v odpoledních hodinách, kdy se slunce nacházelo vysoko nad obzorem, a stíny stromů tak byly minimální.

Na území jižních Brd s plochou 116 km² bylo vymezeno 30 kamenných moří s celkovou výměrou 0,039 km². Pro srovnání ve vrcholových partiích Krkonoš na ploše 87 km² popsala Smolíková (2009) 1 257 polygonů kamenných moří s celkovou rozlohou 2,63 km² a na Šumavě s rozlohou 1 671 km² identifikovala Beranová (2009) 155 blokových akumulací o celkové ploše 1,75 km². V porovnání se Šumavou se v jižních Brdech nachází v přepočtu na plochu téměř třikrát více kamenných moří, která však absolutně zabírají řádově menší rozlohu. To dokládají i údaje o jejich velikosti – zatímco na Šumavě mají největší kamenná moře rozlohu i přes 30 000 m² (Beranová 2009), v jižních Brdech dosahují maximální velikosti prvních tisíců m². Podobně rozsáhlá kamenná moře jako na Šumavě se nacházejí v Ligurských Alpách (Firpo et al. 2006), kde jsou známy i údaje o jejich rozměrech – řádově první stovky metrů v delší a desítky metrů v kratší ose. V jižních Brdech tyto parametry fakticky splňuje jen pár největších kamenných moří.

Geologický podklad kamenných moří, který je v jižních Brdech budovaný slepenci a bulžníky, odpovídá popisu hornin s charakteristickým rozpadem. Ve studovaných oblastech jsou ovšem kamenná moře častěji tvořena vyvřelými (bazalty, žuly) a metamorfovanými horninami (ruly, pararuly, ortoruly, migmatity, amfibolity).

Výskyt kamenných moří v podobných nadmořských výškách jako v jižních Brdech je ze zahraniční uváděn z jihu Irska (Ballantyne, Stone 2015), Ligurských Alp (Firpo et al. 2006) nebo Apalačského pohoří (Nelson et al. 2007), z našeho prostředí pak ze Šumavy (Beranová 2009). Těžko lze tyto porovnávat s kamennými moři ve vysokohorském prostředí subtropů či v polárních oblastech. Na druhou stranu by jistě bylo zajímavé srovnání s jinými střeoevropskými horstvy, jako jsou např. Harz, Schwarzwald nebo Vogézy, s pracemi na toto téma se však autor nesetkal.

Širokého rozpětí napříč různými oblastmi dosahují sklony svahů, na kterých se kamenná moře rozkládají. Hodnoty se pohybují od 3° (Beranová 2009) po 50° (Křížek 2016). Tyto poznatky korespondují s výsledky naměřenými v jižních Brdech. Zároveň je tak na místě otázka, zda může být sklon svahu určujícím parametrem při rozlišování kamenných moří od dalších blokových akumulací.

Z hlediska rozložení kamenných moří podle převládající orientace svahů je opět možné porovnat situaci v jižních Brdech, kde převažuje jihozápadní a západní orientace, s poměry nejprve v našich pohořích. Tak na české straně Šumavy, s výjimkou vrcholového pásma, rovněž převládá jihozápadní a západní orientace (Beranová 2009). V české části Krkonoš má převahu jižní orientace (Smolíková 2009). Jiná práce (Křížek et al. 2007) došla na tomto území ke stejným výsledkům při průzkumu kamenných moří nad horní hranicí lesa. Jižní orientace převažuje i v oblasti Hrubého Jeseníku (Vejrostová 2006). Ve vybraných oblastech zahraničí jsou pak kamenná moře distribuována na svazích podle orientace daleko rovnoměrněji. Roli v této souvislosti může hrát převládající směr proudění a s ním spojené množství srážek nebo intenzita slunečního záření, což může následně ovlivnit míru mrazového zvětrávání.

7. Závěr

Předložená práce se věnuje genezi, charakteristice a klasifikaci kamenných moří se zaměřením na oblast jižních Brd. V tomto území byla provedena základní polohová a morfometrická analýza kamenných moří, jejíž výsledky jsou shrnuty v následujících bodech:

- na ploše 116 km² bylo vymezeno 30 kamenných moří s celkovou rozlohou 39 000 m², na základě rozložení byly vytyčeny dvě hlavní oblasti jejich výskytu – Třemšínský hřbet a okolí Marásku a Fajmanovy skály
- vymezená kamenná moře dosahují velikosti od zhruba 200 do 5 500 m², početně se jich nejvíce nachází v kategorii 500 – 1 000 m²
- geologický podklad kamenných moří je tvořen výhradně slepenci a buližníky
- polovina rozlohy všech kamenných moří je zastoupena v nadmořské výšce od 725 do 750 m n. m.
- naprostá většina kamenných moří se rozkládá na příkrých až velmi příkrých svazích, nejčastěji s hodnotami mezi 25 a 30°
- u kamenných moří převládá jihozápadní až západní orientace, tento výsledek koresponduje s výsledky prací zabývajících se daným tématem

Na tento text je možné v rámci diplomové práce navázat studiem mikroklimatu kamenných moří v jižních Brdech jako specifického stanoviště horských druhů lišejníků (Malíček 2012), příp. rozšířením polohové a morfometrické analýzy kamenných moří na celé území Brd.

Literatura

- ANDERSON, D. (2004): Glacial and periglacial environments. Hodder & Stoughton, London. 132 s.
- BALATKA, B., KALVODA, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie, Praha. 79 s.
- BALLANTYNE, C. K. (2010): A general model of autochthonous blockfield evolution. *Permafrost and Periglacial Processes*, 21, 289–300.
- BALLANTYNE, C. K., STONE, J. O. (2015): Trimlines, blockfields and the vertical extent of the last ice sheet in southern Ireland. *Boreas*, 44, 277–287.
- BERANOVÁ, Z. (2009): Kamenná moře na Šumavě. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Katedra fyzické geografie a geoekologie.
- BOBEK, P. (2008): Vývoj lesní vegetace Brd v novověku na základě antrakologické analýzy uhlíků z reliktních milířů. Diplomová práce. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Katedra botaniky.
- BUZEK, L., HAVRLANT, M. (1977): Základy geomorfologie a biogeografie. Pedagogická fakulta, Ostrava. 289 s.
- CAINE, N. (1968): The blockfields of north-eastern Tasmania. Australian National University, Canberra. 127 s.
- CÍLEK, V. (1993): Geomorfologická charakteristika a skalní tvary středních Brd. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 19–21.
- CÍLEK, V. (1994): Skalní ledovce a periglaciální jevy centrálních Brd. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 14–19.
- CÍLEK, V., LOŽEK, V., ŠKODA, A., NĚMEC, L., FATKA, O., LITICHLEB, J., ČERNÝ, P., SEJKORA, J., LITICHLEBOVÁ, E., NEKUT, B., BRUTHANS, J. B., BENEŠOVÁ, L., ŠNAJDROVÁ, J., KOMÍNKOVÁ, D., SOFRON, J., HLAVÁČEK, R., KARLÍK, P., NESVADBOVÁ, J., POJER, F., ANSOLON, K., ANDĚRA, M., BOBEK, M., BUFKA, L., ČERVENÝ, J., FISHČER, D., FISCHEROVÁ, J., FUCHS, R., HLAVÁČ, J., HOMOLKA, P., JÍCHA, V., MACEK, J., PAVLÍŠKO, A., PEŠKE, L., RIEGERT, J., SEDLÁČEK, O., ŠIMEK, J., ŠVÁTORA, M., URBAN, S., DEJMAL, I., PETŘÍČEK, V., ČÁKA, J., PALOWSKI, E., MIKULÁŠ, R., KESLOVÁ, J., BAŠE, M., KENDER, J., SCHMELZOVÁ, R., SMEJTEK, L., DURDÍK, T., VELFL, J., VURM, K., MAJER, J., HOFMANN, G., BŘEZOVSKÝ, M., DAŇKOVSKÁ, D., TRANTINA, V., HOYER, H., VÁŇOVÁ, K.

- (2005): Střední Brdy. Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí, ČSOP, Kancelář pro otázky ochrany přírody a krajiny, Příbram, 376 s.
- CÍLEK, V., MUDRA, P., SŮVOVÁ, Z., ŽÁK, K., ŠIMEK, R., ROHOVEC, J., MIKULÁŠ, R., LOŽEK, V. (2015): Střední Brdy – hory uprostřed Čech. Dokořán, Praha. 184 s.
- CLARK, R. (1972): Periglacial landforms and landscapes in the Falkland Islands. *Biuletyn Peryglacjalny*, 21, 33–50.
- CZUDEK, T. (1997): Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. Sursum, Tišnov. 213 s.
- CZUDEK, T. (2005): Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru. Moravské zemské muzeum, Brno. 238 s.
- DAHL, R. (1966): Block fields, weathering pits and tor-like forms in the Narvik mountains, Nordland. *Geografiska Annaler*, 48, 2, 55–85.
- DELALOYE, R., REYNARD, E., LAMBIEL, C. (2001): Pergélisol et construction de remontées mécaniques: l'exemple des Lapires (Mont-Gelé, Valais). *Société suisse de mécanique des sols et des roches*, 141, 103–113.
- DELALOYE, R., REYNARD, E., LAMBIEL, C., MARESCOT, L., MONNET, R. (2003): Thermal anomaly in a cold scree slope (Creux-du-Van, Switzerland). In: *Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost*, Philips, M., Springman, S. M., Arenson, L. U. (eds.), A. A. Balkema, Lisse. 175–180.
- DELALOYE, R., REYNARD, E., LAMBIEL, C. (2005): Evidence of winter ascending air circulation throughout talus slopes and rock glaciers situated in the lower belt of alpine discontinuous permafrost (Swiss Alps). *Norsk Geografisk Tidsskrift*, 59, 2, 194–203.
- DEMEK, J., BALATKA, B., CZUDEK, T., LÁZNIČKA, Z., LINHART, J., LOUČKOVÁ, J., PANOŠ, V., RAUŠER, J., SEICHTEROVÁ, H., SLÁDEK, J., STEHLÍK, O., ŠTELCL, O., VLČEK, V. (1965): Geomorfologie českých zemí. Nakladatelství ČSAV, Praha. 336 s.
- DEMEK, J., EMBLETON, C. (eds.) (1978): Guide to medium-scale geomorphological mapping. IGU, commission on geomorphological survey and mapping, Brno. 348 s.
- DEMEK, J. (1987): Obecná geomorfologie. Academia, Praha. 476 s.
- DEMEK, J. (ed.) et al. (1987): Hory a nížiny. Academia, Praha. 584 s.
- DOHNAL, Z., KUNST, M., MEJSTRÍK, V., RAUČINA, Š., VYDRA, V. (1965): Československá rašeliniště a slatiniště. Nakladatelství ČSAV, Praha. 332 s.
- DREDGE, L. A. (2000): Age and origin of upland block fields on Melville Peninsula, eastern Canadian Arctic. *Geografiska Annaler*, 82, 4, 443–454.
- ENGEL, Z. (2004): Brdy. *Geografické rozhledy*. Česká geografická společnost, Praha. 14, 2, 48–49.

- FAIRBRIGDE, R. W. (1968): The Encyclopedia of Geomorphology: Encyclopedia of earth sciences. Reinhold, New York. 1295 s.
- FATKA, O. (1993): Mezinárodní význam Brd z hlediska paleontologie. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 27–30.
- FATKA, O. (1998): Paleontologická naleziště v brdském kambriu: nutnost ochrany. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 67–72.
- FIRPO, M., GUGLIELMIN, M., QUEIROLO, C. (2006): Relict Blockfields in the Ligurian Alps (Mount Beigua, Italy). *Permafrost and Periglacial Processes*, 17, 71–78.
- FRENCH, H. M. (2007): The periglacial environment. John Wiley & Sons, Chichester. 458 s.
- GOODFELLOW, B. W. (2007): Relict non-glacial surfaces in formerly glaciated landscapes. *Earth-Science Reviews*, 80, 47–73.
- GOODFELLOW, B. W. (2012): A granulometry and secondary mineral fingerprint of chemical weathering in periglacial landscapes and its application to blockfield origins. *Quaternary Science Reviews*, 57, 121–135.
- GOODFELLOW, B. W., STROEVEN, A. P., FABEL, D., FREDIN, O., DERRON, M. -H., BINTANJA, R., CAFFEE, M. W. (2014): Arctic-alpine blockfields in the northern Swedish Scandes: late Quaternary – not Neogene. *Earth Surface Dynamics*, 2, 383–401.
- GORBUNOV, A. P., MARCHENKO, S. S., SEVERSKY, E. V. (2004): The thermal environment of blocky materials in the mountains of central Asia. *Permafrost and Periglacial Processes*, 15, 95–98.
- GORNITZ, V. (ed.) (2009): Encyclopedia of paleoclimatology and ancient environments. Springer, Dordrecht. 1047 s.
- GOUDIE, A. S. (ed.) (2004): Encyclopedia of geomorphology. Routledge, London. 1156 s.
- HARRIS, S. A., PEDERSEN, D. E. (1998): Thermal regimes beneath coarse blocky materials. *Permafrost and Periglacial Processes*, 9, 107–120.
- HOPKINSON, CH., BALLANTYNE, C. K. (2014): Age and origin of blockfields on Scottish mountains. *Scottish Geographical Journal*, 130, 2, 116–141.
- HORNÍK, S., CHÁBERA, S., KŘÍŽ, H., MIČIAN, L., QUITT, E. (1982): Základy fyzické geografie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 398 s.
- CHLUPÁČ, I., ŠTORCH, P. (eds.) (1992): Regionálně geologické dělení Českého masívu na území České republiky. *Mineral. Geol.* 37, 4, 258–275.
- CHLUPÁČ, I. (1993): Mezinárodní význam Brd z hlediska geologických věd. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 22–26.

- CHLUPÁČ, I. (1994): Brdy a geologické vědy. *Vesmír*, 2, 73, 83.
- CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRÁNÍK, Z. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia. 436 s.
- JULIUSSEN, H., HUMLUM, O. (2008): Thermal regime of openwork block fields on the mountains Elgåhogna and Sølen, central-eastern Norway. *Permafrost and Periglacial Processes*, 19, 1–18.
- KETTNER, R. (1955): Všeobecná geologie IV: Vnější geologické síly (činnost ledu, větru, zemské tíže, ústrojenců a člověka. Nakladatelství ČSAV, Praha. 363 s.
- KŘÍŽEK, M. (2007): Periglacial landforms above alpine timberline in the High Sudetes. In: *Geomorphological Variations*, Goudie, S. A., Kalvoda, J. (eds.), P3K, Praha. 313–337.
- KŘÍŽEK, M., TREML, V., ENGEL, Z. (2007): Zákonitosti prostorového rozmístění periglaciálních tvarů v Krkonoších nad alpínskou hranicí lesa. In: ŠTURSA, J., KNAPIK, R. (eds.) (2006): Sborník mezinárodní vědecké konference. Opera Corcontica, Svoboda nad Úpou. 44/1, 67–79.
- KŘÍŽEK, M. (2016): Periglacial Landforms of the Hrubý Jeseník Mountains. In: *Landscapes and Landforms of the Czech Republic*, Pánek, T., Hradecký, J. (eds.), Springer, Berlin. 422 s.
- KUNSKÝ, J. (1968): Fyzický zeměpis Československa. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 537 s.
- LOŽEK, V. (1994): K problematice drolin v Brdech. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 20–25.
- LOŽEK, V. (1998): Půdy Brd a měkkýši. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 24–28.
- LOŽEK, V., PIPEK, J., ŠAŠEK, J., SPILKA, J. (2012): Brdy chráněnou krajinnou oblastí? *Ochrana přírody*, 1, 2–5.
- MALÍČEK, J. (2012): Vyhodnocení poznatků o výskytu lišejníků na území navrhované CHKO Brdy. Zpracováno jako podklad pro navržení zonace, plánu péče a návrhu MZCHÚ v připravované CHKO. 33 s.
- MEJSTRÍK, M. (1993): Lichenologický průzkum centrálních Brd. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 45–46.
- MORARD, S., DELALOYE, R., LAMBIEL, C. (2010): Pluriannual thermal behaviour of low elevation cold talus slopes in western Switzerland. *Geographica Helvetica*, 65, 2, 124.
- MULLER, P. O., DE BLIJ, H. J. (1993): Physical geography of the global environment. Wiley, New York. 576 s.

- NELSON, K. J. P., NELSON, F. E., WALEGUR, M. T. (2007): Periglacial Appalachia: palaeoclimatic significance of blockfield elevation gradients, eastern USA. *Permafrost and Periglacial Processes*, 18, 61–73.
- NĚMEC, L., SEDLMAYER, J., VAŠÁTKO, J. (1994): CHOPAV Brdy. ČHMÚ, Praha. 39–56.
- PETRÁNEK, J. (1963): Usazené horniny – jejich složení, vznik a ložiska. Nakladatelství ČSAV, Praha. 720 s.
- PETŘÍČEK, V. (1993): Poznámky k ochraně brdského regionu. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 76–78.
- PETŘÍČEK, V., DEJMAL, I. (1998): Sjednocení všech úrovní ÚSES v brdském bioregionu. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 56–63.
- PILOUS, V. (1973): Strukturní mury v Krkonoších – I. část. *Opera Concorctica*, 10, 15–69.
- QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. *Studia Geographica*, Brno. 16, 73 s.
- REA, B. R. (2007): Blockfields (Felsenmeer). Periglacial landforms, rock forms. In: *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elias, S. A. (ed.), Elsevier, Amsterdam. 2225–2236.
- REA, B. R., WHALLEY, W. B., RAINEY, M. M., GORDON, J. E. (1996): Blockfields, old or new? Evidence and implications from some plateaus in northern Norway. *Geomorphology*, 15, 109–121.
- RICHMOND, G. M. (1962): Quaternary stratigraphy of the La Sal mountains, Utah. U. S. Government Printing Office, Washington. 135 s.
- RITTER, D. F., KOCHER, R. C., MILLER, J. R. (2011): Process geomorphology. Waveland Press, Long Grove. 652 s.
- RIXHON, G., DEMOULIN, A. (2013): Evolution of slopes in a cold climate. In: *Treatise on geomorphology*, Shroder, J. F. (ed.), Academic Press, San Diego. Volume 8, 392–415.
- RUBÍN, J., BALATKA, B. (1986): Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Academia, Praha. 388 s.
- ČERNÍK, A., SEKYRA, J. (1969): Zeměpis velehor: velehorská příroda, hory a člověk, velehory světa. Academia, Praha. 396 s.
- SMOLÍKOVÁ, J. (2009): Kamenná moře v Krkonoších. Diplomová práce. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Katedra fyzické geografie a geoekologie.
- SOBÍŠEK, B., (1993): Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia, Praha. 594 s.

- SOFRON, J. (1993): Poznámky k charakteristice vegetace lesů, rašelinišť, pramenišť a některých antropogenních bezlesí Brd. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 39–44.
- SOFRON, J. (1998): Stručný přehled aktuální vegetace centrálních Brd. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 29–32.
- SOUKUPOVÁ, L. (2008): Geomorfologie Hřebenů v Brdech. Diplomová práce. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Katedra fyzické geografie a geoekologie.
- SUMMERFIELD, M. A. (1991): *Global geomorphology: An introduction to the study of landforms*. Longman, Harlow. 537 s.
- SUMNER, P. D. (2004): Geomorphic and climatic implications of relict openwork block accumulations near Thabana-Ntlenyana, Lesotho. *Geografiska Annaler*, 86 A, 3, 289–302.
- ŠILAR, J. (1992): *Všeobecná hydrogeologie*. Karolinum, Praha. 191 s.
- ŠKODA, A. (1993): Lesní hospodaření ve vojenském výcvikovém prostoru Jince. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 54–56.
- ŠTĚPÁN, J. (1993): Poznámky k vegetaci Brd. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 34–38.
- ŠTIPL, P. (1993): Nástin stavu lesa v centrálních Brdech s přihlédnutím k dosavadním vlivům. In: *Sborník Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, Němec, J. (ed.), Okresní úřad, Příbram. 57–60.
- TOLASZ, R., BRÁZDIL, R., BULÍŘ, O., DOBROVOLNÝ, P., DUBROVSKÝ, M., HÁJKOVÁ, L., HALÁSOVÁ, O., HOSTÝNEK, J., JANOUC, M., KOHUT, M., KRŠKA, K., KŘIVANCOVÁ, S., KVĚTOŇ, V., LEPKA, Z., LIPINA, P., MACKOVÁ, J., METELKA, L., MÍKOVÁ, T., MRKVICA, Z., MOŽNÝ, M., NEKOVÁŘ, J., NĚMEC, L., POKORNÝ, J., REITSCHLÄGER, J. D., RICHTEROVÁ, D., ROŽNOVSKÝ, J., ŘEPKA, M., SEMERÁDOVÁ, D., SOSNA, V., STŘÍŽ, M., ŠERCL, P., ŠKÁCHOVÁ, H., ŠTĚPÁNEK, P., ŠTĚPÁNKOVÁ, P., TRNKA, M., VALERIÁNOVÁ, A., VALTER, J., VANÍČEK, K., VAVRUŠKA, F., VOŽENÍLEK, V., VRÁBLÍK, T., VYSOUDIL, M., ZAHRADNÍČEK, J., ZUSKOVÁ, I., ŽÁK, M., ŽALUD, Z. (2007): *Atlas podnebí Česka*. ČHMÚ a UP, Praha a Olomouc. 256 s.
- VEJROSTOVÁ, M. (2006): Prostorové rozmístění blokových akumulací v Hrubém Jeseníku. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Katedra fyzické geografie a geoekologie.
- VITÁSEK, F. (1958): *Fysický zeměpis*. II. díl, Pevnina. Nakladatelství ČSAV, Praha. 603 s.
- VITÁSEK, F. (1966): *Základy fysického zeměpisu*. Academia, Praha. 531 s.

- VÍTEK, J. (1997): Kamenná moře. *Vesmír*, 8, 76, 458.
- WAKONIGG, H. (1996): Unterkühlte Schutthalden. In: *Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Karl-Franzens-Universität*, Lieb, G. (ed.), Graz. 33, 209–223.
- WASHBURN, A. L. (1979): *Geocryology: A survey of periglacial processes and environments*. The blackburn press, Caldwell. 406 s.
- WHITE, S. E. (1976): Rock glaciers and block fields, review and new data. *Quaternary Research*, 6, 77–97.
- WHITTOW, J. (1984): *The penguin dictionary of physical geography*. Penguin Books, London. 591 s.
- WILSON, P. (2007): Periglacial landforms, rock forms: Block/Rock streams. In: *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elias, S. A. (ed.), Elsevier, Amsterdam, 2217–2225.
- ŽÁK, K., FATKA, O., LAIBL, L., MIKULÁŠ, R. (2017): Revize stavu paleontologických a geomorfologických lokalit na území CHKO Brdy. Nepublikovaná výzkumná zpráva pro AOPK ČR, Geologický ústav AV ČR, Praha. 36 s.
- ŽÁK, K., ŽIVOR, R. (2012): Nekrasové jeskyně ve slepencích brdského kambria. Muzeum Českého krasu, Beroun, 38 s.

Elektronické zdroje

- AOPK ČR (2012): Rozbory Chráněné krajinné oblasti Brdy. Zpracováno jako podklad pro Plán péče o CHKO Brdy. 170 s. [cit. 10. 5. 2018]. Dostupné z:
<http://brdy.ochranaprirody.cz/res/archive/262/032673.pdf?seek=1451893970>
- NRPS: eStudánky [cit. 21. 6. 2018]. Dostupné z: <http://www.estudanky.eu/>
- USDA (2008): Glossary of landform and geologic terms. Lincoln. Part 629.

Mapové podklady

- AOPK ČR: Formační skupiny přírodních biotopů
- ARCDATA PRAHA, s.r.o.: ArcČR® 500 ver. 3 – Topografická data
- BÚ AV ČR: Potenciální přirozená vegetace
- CENIA: Prohlížečská služba WMS – Půdní mapa 1 : 250 000 – klasifikace dle TKSP a WRB
- ČGS: Prohlížečská služba WMS – Geologická mapa České republiky 1 : 50 000 (GEOČR500)
- ČGS: Prohlížečská služba WMS – Geologická mapa České republiky 1 : 500 000 (GEOČR500)
- ČÚZK: Prohlížečská služba WMS – Archivní ortofoto (2011, 2013, 2015), DMR 5G (Stínovaný model reliéfu), Ortofoto, ZM 10, ZM 200
- ČÚZK: DMR 5G © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz