

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí



**Projevy a příčiny geologické eroze ve světě a u  
nás**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce: Ing. Jana Chlupsová  
Autor práce: Pavel Hudler**

**©2014 ČZU v Praze**

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Hudler Pavel

Krajinářství

Název práce

**Projevy a příčiny geologické eroze ve světě a u nás**

Anglický název

**Manifestations and causes of geological erosion in the world nad us**

---

## **Cíle práce**

Cílem bakalářské práce bude shromáždění literárních pramenů o příčinách vzniku geologické eroze a jejich projevech v jednotlivých geologických dobách na naší planetě.

## **Metodika**

Bude provedena excerptce odborné literatury z oblasti geologické eroze se zvláštním zaměřením na roztřídění a dokumentaci významných reliktních erozních činností ve světě a na území ČR.

## **Harmonogram zpracování**

Studium odborné literatury ( červen- říjen 2013)

Zpracování informací ze získaných podkladů ( listopad- prosinec 2013)

Zpracování konceptu BP ( leden- únor 2014)

Odevzdání čistopisu BP ( březen 2014)

**Rozsah textové části**

cca 60 stran

**Klíčová slova**

etapy geologické eroze, relikty erozní činnosti, přírodní útvary

---

**Doporučené zdroje informací**

JANEČEK M., 2008: Základy erodologie. ČZU, Praha.

HOLÝ M., 1994: Eroze a životní prostředí. ČVUT, Praha.

BALATKA B. a kol. (ed.), 2009: Údolí, soutěžky a kaňony v Čechách na Moravě a ve Slezku. Olympia a.s., Praha.

CHAMRA S., 2005: Základy petrografie a regionální geologie ČR. ČVUT, Praha.

HAJNÁK J., 2004: Geologické podklady pro krajinnotvorné programy. MŽP, Praha.

ŘEHOŘ F., 1998: Přehled historické geologie a regionální geologie České republiky. Ostravská univerzita, Ostrava.

MALKOVSÝ M., 1974: Geologie české křídové pánve a jejího podloží. Academic, Praha.

---

**Vedoucí práce**

Chlupsová Jana, Ing.

---

Elektronicky schváleno dne 22.1.2014

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22.1.2014

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan fakulty

---

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „Příčiny a projevy geologické eroze ve světě a u nás“ vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce a použil jsem pouze literární prameny a zdroje uvedené v seznamu použité literatury.

V Jindřichově Hradci dne 05.04.2014

Pavel Hudler

**Poděkování:**

Tímto bych velmi rád poděkoval prof. Ing. Miloslavu Janečkovi, DrSc. a Ing. Janě Chlupové, za odbornou pomoc a trpělivost při vypracování mé bakalářské práce, za jejich rady a připomínky při jejím zpracování, vstřícnost a ochotu. Zvláště pak děkuji mojí rodině, která to neměla se mnou vůbec jednoduché a spolužákům za duševní podporu při studiu.

V Jindřichově Hradci dne 05.04.2014

Pavel Hudler

## **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na vysvětlení projevů a příčin geologické eroze jak ve světě, tak na území České republiky. Cílem bylo postupně popsat jednotlivé geologické etapy na naší planetě. Dále shrnout projevy geologické eroze, které modelují krajinu a vytvářejí tak přírodní relikty. Podrobně tyto přírodní unikáty roztrždit a popsat. V neposlední řadě jsem se zaměřil na vybrané relikty ve světě a právě na území České republiky. Tímto jsem chtěl poukázat na to, že eroze je součástí přirozených přírodních procesů na Zemi.

## **Klíčová slova:**

Etapy geologické eroze, relikty erozní činnosti, přírodní útvary, kaňony, údolí

## **Abstract:**

This thesis focuses on explaining the symptoms and causes of geological erosion both in the world and in the Czech Republic. The aim was to gradually describe the different geological stages on the planet. Next, summarize speeches geological erosion modeling the landscape, creating a natural relics. Detail these unique natural categorize and describe. Finally, I focused on selected relics in the world and just in the Czech Republic. Hereby I would like to point out that it is part of the natural erosion of natural processes on Earth.

## **Key words:**

Stage of geologic erosion, erosion relics, natural formations, canyons, valleys

## Obsah:

<b>1. Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Cíl práce.....</b>	<b>12</b>
<b>3. Metodika.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Vymezení pojmů.....</b>	<b>14</b>
4.1. Geologie.....	14
4.2. Eroze.....	14
<b>5. Příčiny geologické eroze.....</b>	<b>16</b>
5.1. Endogenní procesy.....	16
5.2. Exogenní procesy.....	16
<b>6. Přírodní činitelé.....</b>	<b>17</b>
6.1. Řeky.....	17
6.2. Vítr.....	18
6.3. Moře.....	18
6.4. Ledovce.....	19
6.5. Horniny.....	20
<b>7. Druhy eroze.....</b>	<b>21</b>
7.1. Vodní eroze.....	21
7.2. Větrná eroze.....	22
7.3. Ledovcová eroze.....	22



7.4. Sněhová eroze.....	24
7.5. Zemní eroze.....	24
7.6. Antropogenní eroze.....	24
<b>8. Geologická činnost gravitace.....</b>	<b>25</b>
<b>9. Vývojové etapy Země.....</b>	<b>26</b>
9.1. Předkambrická vývojová etapy.....	28
9.2. Pokambrická vývojová etapa.....	29
9.2.1. Starší prvohory.....	29
9.2.2. Mladší prvohory.....	32
9.2.3. Druhohory.....	35
9.2.4. Třetihory.....	39
9.2.5. Čtvrtohory.....	41
<b>10. Typy a tvary reliéfu.....</b>	<b>43</b>
10.1. Typy reliéfu.....	43
10.2. Tvary reliéfu.....	44
10.2.1. Skalní stěna.....	45
10.2.2. Skalní brána.....	46
10.2.3. Skalní převis.....	47
10.2.4. Skalní oko.....	47
10.2.5. Údolí.....	48
<b>11. Příklady reliktnů ze světa.....</b>	<b>50</b>
11.1. Grand Canoy.....	50

11.2.	Antilopí kaňon.....	51
11.3.	Hora australců.....	51
11.4.	Kingsnův kaňon.....	52
<b>12.</b>	<b>Příklady reliktnů z ČR.....</b>	<b>54</b>
12.1.	Šumava.....	54
12.2.	Krkonoše.....	57
12.3.	Horní tok Vltavy.....	59
<b>13.</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>60</b>
<b>14.</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>61</b>
<b>15.</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>62</b>
<b>16.</b>	<b>Seznam obrázků a tabulek.....</b>	<b>65</b>

## 1. Úvod

Tato bakalářská práce objasňuje čtenáři projevy a příčiny geologické eroze v jednotlivých geologických dobách na naší planetě a na území České republiky. Bakalářská práce je rozdělena do devíti obsahově hlavních kapitol.

V první kapitole vás podrobněji seznamuji se základními pojmy a tím je geologie a eroze bez těchto základů se čtenář dále neobejde.

V druhé až páté kapitole vám vysvětluji příčiny geologické eroze, jako jsou její činitelé, rozdělení samotné eroze a geologická činnost gravitace.

V šesté kapitole se zaměřuji už na samotný vývoj naší planety v jednotlivých geologických etapách se zvláštním zaměřením na území České republiky. Dozvíte se zde tedy, co kdy u nás vzniklo a jak se naše planeta postupně modelovala až do dnešní podoby jak jí známe všichni.

V sedmé kapitole popisují druhy a tvary reliéfu a také samotné reliktů, které na naší planetě právě díky erozi vznikly.

V osmé a deváté kapitole uvádím právě příklady přírodních reliktů, které naše příroda byla schopna za celý vývoj naší planety vytvořit. Ze světa jsem se zaměřil samozřejmě na nejznámější kaňon světa Grand Canoy n dále na méně známý, ale o to podle mě zajímavější Antilopý kaňon. Z australských zástupců nemůže chybět tzv. Hora australců Uluru a s ní i Kata Tjuta a překrásný Kingsnův kaňon. Další zástupci, na kterých jsem ukázal projev geologické eroze, leží na území České republiky. Jedná se o Šumavu, kde jsem podrobněji popsal hlavně ledovcová jezera, která tu vznikla v době ledových a meziledových. Dalším zástupcem jsou Krkonoše a nejvyšší horou na našem území Sněžky a horní tok řeky Vltavy.

## **2. Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je nashromáždění literárních pramenů o příčinách vzniku geologické eroze a jejich projevech v jednotlivých geologických dobách na naší planetě. Dále také popis významných přírodních reliktnů ve světě, ale i na území České republiky, na kterých se právě geologická eroze významně podílela.

### **3. Metodika**

Bakalářská byla zpracována na základě studia odborné literatury zabývající se geologickou erozí a jednotlivými geologickými etapami na naší planetě. Také docházelo ke konzultaci s panem profesorem Ing. Miloslavem Janečkem, DrSc. a s vedoucí bakalářské práce Ing. Janou Chlupsovou.

## 4. Vymezení pojmů

### 4.1. Geologie

Termín geologie je pro výzkum naší planety užíván již téměř dvě stě let. (Macdougall, 2004). Geologie je nejen vědou přírodní tedy vědou zabývající se fyzikální, chemickou, biologickou a energickou stránkou procesů probíhajících na Zemi, ale i vědou historickou. Právě studium časového rámce geologických procesů je důležité nejen z hlediska poznání základních zákonitostí vývoje litosféry a biosféry, ale také z ryze praktického hlediska například vyhledání ložisek nerostných surovin. Údaje o posloupnosti vzniku geologických těles, stáří a souslednosti geologických pochodů synteticky shromažďuje a třídí historická geologie a stratigrafie (Kachlík, 2011).

Velký význam má historická geologie při objasňování historie vzniku a vývoje tektonických struktur, jako i jejich vzájemných prostorových a chronologických vztahů. Hlavní význam má studium těchto struktur při objasňování zákonitosti rozmístění ložisek jednotlivých druhů nerostných surovin v zemské kůře (Zorovský, 1979).

### 4.2. Eroze

První zmínky o erozi byli už před několika tisíci lety. Do zájmu odborného se dostala hlouběji až začátkem 20. století (Janeček, 2002).

V nejširším slova smyslu se pojmem eroze rozumí rozrušování litosféry pohybující se hmotou erogenního původu (Janeček, 2008).

Eroze je soubor pochodů způsobujících, že materiál zemského povrchu je uvolňován, rozpouštěn, obrušován a přemísťován. Hlavním erozním činitelem je mechanické působení klastického materiálu unášeného tekoucí vodou, vlnami a proudy, ledem a větrem. Pro každou skálu je těžké odolat silám zvětrávání a eroze. Proces eroze pohybuje kousky hornin nebo půdy z jednoho místa na druhé (NATIONALGEOGRAPHIC, 2013).

Jedná se zde tedy o základní třífázový proces. První fáze je uvolňování částic z půdní hmoty, druhou fází jejich transport a třetí jejich ukládání. Třetí fáze nastane tehdy, dojde-li energie k dalšímu transportu půdních částic (Holý, 1994).

Rozlišujeme erozi normální a erozi zrychlenou. Eroze normální jinak nazývána geologická je erozí přirozenou. Právě eroze geologická, která byla dříve erozí historickou a dnes přechází na erozi soudobou se v minulých geologických období podílela na vytváření zemského reliéfu a dnes samozřejmě pokračuje v modelování zemského povrchu (Janeček, 2002).

Eroze normální probíhá pozvolna s rovnováhou v přírodě. Při normální erozi je ztráta půdních částic doplňována tvorbou nových částic z půdního podkladu. Při zrychlené erozi dochází k tak velkému množství smyvu půdních částic a živin, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem (Holý, 1994).

## **5. Příčiny geologické eroze**

Při vytváření reliéfů se uplatňují dvě základní skupiny geomorfologických procesů a to endogenní a exogenní.

### **5.1. Endogenní procesy**

Mají původ v zemském nitru, kde je jejich aktivita vyvolána nukleární energií Země. Můžeme sem zařadit diastrofismus, vulkanismus a zemětřesení. Tyto procesy lze v globálním měřítku označit za konstruktivní, vedoucí ke vzniku vyvýšených částí např. sopky, vrásová pohoří či středooceánské hřbety (Smolová a Vítek, 2007).

### **5.2. Exogenní procesy**

Vnější vzhled georeliéfu je výsledkem působení vnějších exogenních procesů. Zatímco endogenní procesy vedou hlavně k vytváření nerovností povrchu Země, exogenní pochody směřují k zarovnávaní povrchu a zmenšování výškových rozdílů georeliéfu (Žalmová, 2005).

Tyto procesy způsobují zarovnaní reliéfu a také zmenšování vertikální členitosti reliéfu. Tyto procesy vycházejí energeticky ze slunečního záření a působí při nich i energie zemské gravitace, rotace a energie přitažlivosti Slunce a Měsíce (Smolová a Vítek 2007).



## 6. Přírodní činitele

### 6.1. Řeky

Řeky se vyskytují všude na světě s výjimkou nejteplejších, nejstudenějších a nejsušších oblastí naší planety. Jsou nejmocnější erozní silou na Zemi. Řeky při dostatku času sníží a nakonec odnesou hory do moře. Vlivem gravitace každoročně přinesou do oceánů 20 miliard tun zemského povrchu. Částice unášené vodou mají velikost od nepatrných zrníček jílu až po balvany. Řeky snášejí materiál ze strmějších úseků svého toku a ukládají jej v jezerech nebo údolních nivách či v deltách. Velmi významnou je například údolní niva řeky Mississippi v USA je 15 km široká, vyplněná úrodnými uloženinami písku, siltu a bahna (Země, 2004).



*Obr. č. 1: Niva řeky Mississippi (URL1)*

## 6.2. Vítr

Vítr je dalším faktorem, který způsobuje erozní procesy. Obrušujícími činiteli jsou v tomto případě písečný prach a písek. Většina krajín modelovaných větrem je situována v nejteplejších místech světa (Země, 2004). Vítr přenáší písek, větší zrna se kutálejí po podloží, drobnější se přemísťují skoky a nejmenší se vznášejí do výše a překonávají velké vzdálenosti. Když vítr ustane, zrnka písku klesají k zemi a tvoří větrný nános. Pohybem písečných částic a prachu dochází k postupné erozi podloží a tvorbě údolí. Zrna písku unášená větrem způsobují erozi skal, jež jim stojí v cestě, získávají tak oblejší tvar nebo jsou zcela zničeny (Universum, 2005).

## 6.3. Moře

Energii k procesům pobřežní eroze dodávají především mořské vlny a proudy. Příboj útočí na útesy, vlny opakovaně stlačují vzduch ve skalních průvrách a posléze horninu rozruší. Při mechanické erozi vrhají vlny plážový materiál proti skaliskům a obrušují je. Díky příbojové vodní erozi vznikají rozmanité skalní útvary v klasické posloupnosti. U základny útesů se nejdříve vytvářejí dutiny a abrazní jeskyně, obvykle rozšířením rozedlin a spár. Vlny jeskyně postupně prohlubují a rozšiřují, až se dostanou na druhou stranu výběžku a vznikne skalní brána. Její oblouk se posléze zborťí a zůstane osamocený skalní pilíř, který voda postupně vzbrousí až na poslední skalní výstupek (Země, 2004).



*Obr. č. 2: Skalní brána (URL2)*

## **6.4. Ledovce**

Na zemi je přibližně asi jedna desetina pevniny pokrytá ledovci, které zadržují okolo 75 % sladké vody na světě. Ledovce patří k nejkrásnějším přírodním jevům a mají také hluboké účinky na terén, neboť modelují krajinu a transportují obrovské množství horninového materiálu, když postupují nebo ustupují ve vzdálených oblastech planet. Ledovce mají velmi rozdílný tvar a velikost (Země, 2004).

Ledovce můžeme rozdělit podle jejich rozsahu, tvaru a umístění do čtyř kategorií:

- údolí horského ledovce
- úpatní ledovce
- štítové ledovce
- kontinentální ledovce

## 6.5. Horniny

Zemská kůra je budována horninami, pevnými přírodními materiály složenými z minerálů (Země, 2004). Jsou nejrozšířenější a nejdůležitější součástí neživé přírody na Zemi (Kachlík, 2011). Většina hornin na zemském povrchu je pokryta půdami a vegetací, na některých místech ale horniny vycházejí přímo na povrch a mnohdy vytvářejí zajímavé krajinné útvary (sopky či skály). Obrovská rozmanitost hornin zemské kůry vznikla během miliard let geologického vývoje magmatickými, metamorfními a sedimentárními procesy. Za horniny lze pokládat i meteority, které jsou mimozemského původu (Země, 2004).

Horniny podle jejich geneze můžeme rozdělit do tří základních skupin.

- **vyvřelé horniny** – vznikají tuhnutím a krystalizací ze silikátové taveniny – magmatu
- **sedimentární horniny** – vznikají na povrchu zemské kůry zvětráváním, přemísťováním a usazováním starších hornin
- **metamorfované** – vznikají přeměnou starších hornin

## 7. Druhy eroze

Rozdělení podle činitele, který způsobuje danou erozi.

- Vodní eroze
- Větrná eroze
- Ledovcová eroze
- Sněhová eroze
- Zemní eroze
- Antropogenní eroze

Dané eroze působí buďto samostatně nebo v kombinaci, čímž vzniká různá intenzita erozních procesů. Nejintenzivnější v celosvětovém měřítku je větrná a vodní eroze.

### 7.1. Vodní eroze

Vodní eroze je vyvolávána kinetickou energií dešťových kapek dopadajících na půdní povrch a mechanickou silou povrchově stékající vody. Povrchový odtok vzniká z dlouhotrvajících srážek, z přívalových dešťů, při jarním táním a při koncentraci vody v přirozené či umělé hydrografické síti (Holý, 1994). Tekoucí voda bez přestání přetváří krajinu a účinky její erozní síly jsou patrné všude kolem nás. Voda je schopna zvedat a unášet volné horninové úlomky, které potom působí abrazně na horniny a obrušují je (Země, 2004). Podzemní vody mohou také vyvolávat erozi chemickou, hlavně tedy v krasových oblastech.

Prognóza erozních procesů, která nepříznivě ovlivňuje půdní a vodní zdroje, vyžaduje spolehlivé a rychlé metody pro stanovení její intenzity (Holý a kol., 1982).

## 7.2. Větrná eroze

Pohybující se vzduch může unášet ohromná množství materiálu. Kdekoliv je nedostatek vegetace nebo vlhkosti, které by držely povrchové částice dohromady, může vítr volná zrnka zvednout a odnést je (Země, 2004).

Zde dochází k rozrušování půdní hmoty kinetickou energií větru, v přemísťování částic a jejich ukládáními při poklesu energie vzdušného proudu (Holý, 1994).

Materiál unášený větrem, je sám o sobě účinným erozním činitelem, modelující horniny do různých tvarů (Země, 2004).

Produktem eolické abraze jsou např. hrance. Jinak lze eolickou abrazi pozorovat na mnoho pouštních objektech, třeba i archeologických monumentech (Kukal, 1983).

Například K. O. Emery (1969) uvádí, že povrch Velké pyramidy v Gize je obrušován 0,2 mm za rok.

## 7.3. Ledovcová eroze

Je známo, že ledovcová eroze je mnohem rychlejší než říční. Můžeme ji rozdělit na erozi ledovce samotného a erozi řek z ledovce vytékajících. Přechod mezi těmito dvěma procesy je velmi pozvolný (Kukal, 1983).

Ledovcovou erozi způsobují ledovce pohybující se působením tíže do údolí. Při pohybu vynakládá ledovec převážnou část energie na erodování skalního podloží, které jednak vyhlazuje a obrušuje. Ledovec strhává a unáší velké množství horninových zvětralin, které po uložení vytváří morény. Podle způsobu dopravy se dělí na morény svrchní - doprava sutě na povrchu ledovce), boční - po okrajích ledovce, spodní - doprava po dně ledovce (Holý, 1994). Ke klasickým produktům ledovcové eroze na zemském povrchu patří např. horské vrcholy pyramidovitého tvaru se strmými skalními stěnami, nazývané ledovcové rohy. Jedním z úplně nejlepších příkladů je švýcarský Matterhorn (Země, 2004).



*Obr. č. 3: Matterhorn (URL3)*

Dále také vyhloubené kary oddělené ostrými skalními hřebeny a široká údolí tvaru U. Po ústupu ledovce mohou vznikat také ledovcová jezera.

- **Jezero hloubené (karové)** - jedná se o jezero oválného tvaru se strmou karovou stěnou, hmota ledovce působí na skalnaté podloží převážně vertikálním směrem
- **Jezero smíšeného typu** - takové jezero má obvykle dva bazény. Karový vzniká vertikálním směrem a je omezen skalnatým prahem. Vody hrazeného bazénu zadržuje čelní moréna navršená ledovcovým splazem.
- **Jezero hrazené (morénové)** - vzniká pod méně strmou jezerní stěnou, kde převládá horizontální složka – ledovcový splaz. Je hrazeno čelní, boční a spodní morénou a často se zde vyskytují i ústupové morény.

#### **7.4. Sněhová eroze**

Vzniká pohybem sněhu ve formě lavin, jejichž erozní činnost probíhá při velkých rychlostech a tlacích sněhu. Sněhová eroze může být rovněž vyvolána i pomalým pohybem vrstvy sněhu po neumrzlém půdním povrchu při jarním tání.

#### **7.5. Zemní eroze**

Zemní erozi nazýváme erozní činnost suťových proudů, jež jsou tvořeny suťovým materiálem prosyceným vodou. Při svém pohybu do údolí rozrušují suťové proudy půdu i její podklad a vytvářejí hluboké rýhy (Holý, 1994).

#### **7.6. Antropogenní eroze**

Mezi nejvýznamnější eroze patří eroze vyvolaná intenzifikací zemědělské výroby, výstavbou komunikací a urbanizací (Holý, 1994). Také zde musíme zmínit těžbu nerostných surovin. V případě těžby se jedná zejména o nadměrné čerpání a nevhodné využívání neobnovitelných přírodních zdrojů. Pro příklad můžeme uvést exploataci hnědého uhlí v Severočeské hnědouhelné pánvi v severních Čechách, v nedávné minulosti.

Zemědělské obdělávání a jeho dopady na půdu, jako nejsvrchnější část horninového prostředí, včetně vlivu na povrchové a podzemní vody jsou všeobecně známé (Blažková, 2002).



## 8. Geologická činnost gravitace

Gravitace je jedním z nejdůležitějších geologických činitelů. Ovlivňuje ostatní exogenní činitele a způsobuje na mnoha místech zemského povrchu, ale i na dně moří a oceánů rozsáhlý transport materiálů. Základní podmínkou je sklon zemského povrchu a pohyblivost přemísťovaných uloženin (Kachlík, 2011).

Ke svahovým pohybům dochází v případě porušení vnitřní koheze geologického materiálu. Mezi hlavní faktory způsobující snížení soudržnosti hornin patří:

- zvětrávání horniny
- změna obsahu pórové vody
- činnost organismů

Další příčinou pohybu svahu je také porušení jeho stability, které může být vyvoláno:

- odlesněním
- zpříkřením svahů
- zamokřením svahu
- zatížením svahu

## 9. Vývojové etapy Země

V dlouhém historicko-geologickém vývoji Země, začínajícím zhruba před 4 600 miliardami let, proběhla řada geologických cyklů, dokumentovaných od počátku v kontinentálních a teprve až mnohem později i v oceánských oblastech (Mísař, 1987).

Pro přehledné dělení geologické minulosti, užíváme různé metody a také různé způsoby relativního i absolutního datování. Získáváme tedy různé stratigrafické jednotky a stupnice. Nejdůležitější pro nás budou jednotky časově stratigrafické, které dělí geologickou minulost na menší zjištěitelné úseky. V hierarchicky sestupném pořadí to jsou eratómy, jednotky vysokého řádu např. paleozoikum, útvary např. karbon, oddělení např. svrchní karbon a stupně. Právě soubor hierarchicky uspořádaných časově stratigrafických jednotek nám umožňuje řadit procesy do mezinárodně jednotného časově uspořádaného schématu (Chlupáč, 2011).

V historii Země došlo během mnoha let k několika zásadním událostem, které ovlivnily její následný vývoj.

- Vznik Země přibližně před 4,5 miliardami let, tím začíná předgeologická etapa.
- Začíná se vyvíjet litosféra a vznikat prvotní atmosféra a hydrosféra přibližně před 4 miliardami let.
- Vznik života ve vodním prostředí před 3,5 miliardami let. Začíná se diferencovat oceánská a kontinentální litosféra.
- Před 680 miliony let je dosaženo Ureyho hladiny kyslíku v naší atmosféře, který zajišťuje ochranu před smrtícím zářením z vesmíru, to znamená, že se může začít vyvíjet život i na pevnině.
- Dalším podstatným faktorem je člověk, který začal uplatňovat svojí činnost právě v geologickém vývoji Země asi před 1 milionem let (Đurica akol. 2008).

Vývojová etapa	Éra	Perioda	Epocha	Stáří (mil. let)	Významná událost ve vývoji Země	
Pokambrická Postkambrium	čtvrtohory - kvartér	Holocén		0 - 0,01		
		pleistocén		0,01 - 3	střídání glaciálů a interglaciálů	
	třetihory - terciér	Neogén	pliocén		3 - 12	fáze alpínského vrásnění
			miocén		12 - 23	
		Paleogén	oligocén		23 - 38	
			eocén		38 - 55	
	druhohory- mesozoikum	Třída	svrchní		68 - 141	rozpad původní pevniny na Laurasii a Gondwanu
			spodní			
		Jura	svrchní		141 - 195	
			střední			
			spodní			
		Trias	svrchní		195 - 230	
			střední			
			spodní			
	prvohory- paleozoikum	mladší	Perm	svrchní	230 - 280	Doznívání hercynského vrásnění
				spodní		
		Karbon	svrchní	280 - 345	hercynské vrásnění	
			spodní			
		starší	Devon	svrchní	345 - 395	počátky hercynského vrásnění
				střední		
spodní						
Silur			svrchní	395 - 435	mladokaledonské vrásnění	
			spodní			
Ordovik			svrchní	435 - 500	starokaledonské vrásnění	
	spodní					
kambrium	svrchní	500 - 570	kadomské vrásnění			
	střední					
	spodní					
Předkambrická -prekambrium	starohory - proterozoikum	svrchní		570 - 2600		
		střední				
		spodní				
	prahory - archeozoikum			2600 - 4000		
předgeolická				4000 - 7000	vznik a diferenciacie zemského tělesa	

Tab. č. 1: Vývojové etapy

## 9.1. Předkambrická vývojová etapa

V prekambrium je nejrozsáhlejší vývojovou etapou zemské kůry eon. V tomto období se zformovala a diferencovala zemská kůra a vytvořily se základy dnešních platforem. V západoaustralském bloku australské platformy, v grónském krystaliku a v USA (žuloruly řeky Minnesota) byly zjištěny nejstarší horniny. Dokončení diferenciace zemského tělesa a vznik prvotní zemské kůry se klade do období před 4,5 miliardami let. Mohutná povrchová i podpovrchová magmatická činnost je spojena s rozsáhlou a intenzivní přeměnou hornin a jejich grafitizací (Řehoř, 1998).

Magmatické horniny začali způsobovat atmosférické a hydrosférické vlivy. Došlo postupně k rozrušování těchto hornin, přemísťování zvětralin a poté k jejich usazování. Vznikaly nejstarší sedimentární horniny. Hlubinnými zlomy, pronikalo na povrch magma, z kterého začali vznikat magmatické horniny.

Ve velmi dlouhém prekambrickém období proběhla řada významných horotvorných procesů. Jejich činností postupně vznikala velmi stabilní území, zvaná kratogeny (štíty a tabule), které odolávala mladším orogenezím.

- kenorské vrásnění (před 2600 mil. let)
- kadomské vrásnění ( 550-600 mil. let)

Prekambrická tělesa jsou převážně skryta v hloubce pod pokryvy mladších hornin. Tvoří základy pevnin. Na zemský povrch vystupují v oblasti štítů. Území, kde jsou právě štíty skryty pod vodorovně uloženými mladšími usazeninami, se nazývají tabule.

- *Severní polokoule*: fennosarmatský štít, baltský štít a ruská tabule, severoatlantský štít, sibiřský štít, čínská tabule, indická tabule
- *Jižní polokoule*: brazilský štít, africký štít, západoaustralský štít, a antarktický štít.
- *Kromě tabulí a štítů*: západní a jihozápadní Anglie, východní Francie a střední Evropa (český masiv- moldanubikum)

Na území české republiky i v okolních částech českého masivu jsou protetické celky velmi rozšířené a tvoří podstatnou část fundamentu mladších formací. Pro vytvoření dostatečně ověřených představ o charakteru prekambrické přírody a krajiny je však

vhodné pouze svrchní proterozoikum Barrandienu, neboť v jiných částech byly horniny buď přeměněny, nebo se jen obtížně odlišují od mladších celků. Svrchnoproterozoické uloženiny Barrandienu ve středních a západních Čechách se nejspíše usazovaly v okrajové části oceánu, nebo okrajovém moři s kontinentální kůrou v podloží (Habětín, 1984). Hlavně bychom zde našli tmavě zbarvené břidlice, droby a horniny flyšového rázu. Typickými horninami jsou i tmavé, odolné vůči zvětřování bulžníky, které často tvoří překrásné skály například v Divoké Šárce na okraji Prahy (Chlupáč, 2011).

Charakteristickým rysem byl přínos nezvětralého klastického materiálu gravitačními proudy a intenzivní podmořská vulkanická činnost, jejímž produktem byly hlavně lávy bazaltového typu (Habětín, 1984).

Nejstarší vývojová etapa začala asi začátkem právě starohor, kde se na území Českého masivu rozprostíralo moře (Chlupáč, 2002).

## **9.2. Pokambrická etapa**

Kadomským horotvorným procesem se vytvořily rozsáhlé horské oblasti, jejichž okraje byly opět zalaty mořem (před 570 mil. let). Tím začala nová etapa.

Zvláště významná orogeneze, která vtiskla celé střední Evropě ráz, začala asi před 350 mil. let. Nazývá se hercynská a odděluje starší prvohory od mladších.

### **9.2.1. Starší prvohory**

Prekambrická pohoří byla v kambriu a ordoviku vystavena silným denudačním procesům. Vzniklé zvětraliny se hromadily v mořích kolem starých kratogénů na zvrátněném prekambrickém podloží. Vznikali z nich slepence, pískovce, břidlice a droby. V teplejších oblastech se tvořily vápence. Jižně od starých pevnin severní polokoule bylo moře hlubší a tím pádem i chladnější zde vznikali v ordoviku jílovité sedimenty (Habětín, 1984).

V kambrium a ordoviku docházelo k tektonickým procesům zejména zdvihového a poklesového charakteru, které ovlivnily rozsah a loubku mořských pánví (Chlupáč, 2002).

### ❖ **Kambrium**

V Jižní Americe byly zaznamenány ledovcové uloženiny. Kambrium je převážně periodou platformního vývoje se sedimentací na šelfech (Řehoř, 1998).

Oblasti s paleontologicky prokázanými kambriickými uloženinami v Čechách byly počátkem kambria nepochybně souší s hornatým reliéfem vytvořeným procesy kadomského vrásnění. Poměry v Barrandienu svědčí o přítomnosti převážně sladkovodních mezihorských pánví, ve spodním kambriu snad s epizodickými mořskými vlivy. V okrajových oblastech českého masivu a na Moravě můžeme předpokládat mořskou záplavu. Kadomské horstvo bylo velmi rychle snižováno erozí, která obnažila i masivy hlubinných hornin (Chlupáč, 2002).

Řeky odnášely zvětraliny do jezerních pánví a předhoří. Tyto nejstarší prvohorní horniny se podílejí na stavbě Brd a širšího okolí Příbrami (Habětín, 1984).

Charakter hornin svědčí o teplém klimatu. Ve středním kambriu zasáhla přinejmenším částí středočeské oblasti mořská transgrese. Svědčí o tom uloženiny písčité a jílovité, v Barrandienu nálezy schránek trilobitů. V kambriu se místy odehrávala bouřlivá sopečná činnost, která souvisela s hlubinnými procesy pokračujícím vznikem granitoidových mas.

Na našem území se vytvořila dvě sopečná pásma křivoklátsko - rokycanské strašnické (Habětín, 1984).

### ❖ **Ordovik**

Teprve v nejvyšším ordoviku a ve spodním siluru začali orogenní procesy. Projevíli se však jen na některých místech při kolizi desek (Habětín, 1984).

Rozšiřují se mobilní zóny kaledonské geotektonické etapy - sedimentace, vulkanismus, místy vrásnění (Řehoř, 1998).

Moře na území Českého masivu opět proniklo právě počátkem ordoviku. Moře nezaplavovalo již celý Český masiv, ale postupně jen některé jeho části. Ve

středních, severozápadních a severovýchodních Čechách a na severozápadní Moravě se vytvořily více méně samostatné sedimentační pánve.

Ordovické uloženiny se na našem území vyznačují vývojem mořských jílovitých a písčitých sedimentů, ukládaných v mírné klimatické zóně a epizodickými teplejšími i chladnými výkyvy. Předpokládaná pozice jádra Českého masivu v okrajové, moři zaplavované oblasti Gondwany (Chlupáč, 2002).

### ❖ Silur

Větší význam mělo v Evropě mladokaledonské vrásnění v nejvyšším siluru a na počátku devonu. Postupné přibližování desek a následná kolize baltského a kaledonského štítu mělo za následek vyvrásnění pohoří kaledonity. Jádra kontinentálních desek dnešní Afriky, Jižní Ameriky, Indie, Antarktidy a Austrálie tvořila rozsáhlý kontinent na jižní polokouli Gondwanu (Habětín, 1984).

Během siluru pokračuje sedimentace v kaledonských mobilních zónách, které jsou většinou ke konci siluru vyvrásněny v důsledku kolize především asijských desek a evropské desky se severoamerickou. Z globálního rozšíření vápenců s útesovou faunou se usuzuje, že teplé klima mělo v siluru značné regionální rozšíření (Řehoř, 1998).

Na našem území se v různých regionálních jednotkách zachovaly zbytky uloženin, které mají zejména ve spodní části velmi podobný vývoj. Dokládají tak existenci širého moře bez prokazatelných břehových linií. Ve středních Čechách byl velmi aktivní bazický vulkanismus, který výrazně ovlivňoval sedimentaci i organický svět. Svědčí o tom zmenšená mocnost kontinentální kůry. Ve svrchním siluru dochází k posunu do teplejšího klimatického pásma a ráz uloženin se mění. Převládá ukládání vápenců, ovlivněné místními vlivy i globálními událostmi. Z mezinárodního hlediska má největší význam území Barrandienu, kde se silurské uloženiny vyznačují velkým bohatstvím zkamenělin různých mořských prostředí (Chlupáč, 2002).

### ❖ Devon

Z devonu jsou známé nejrozsáhlejší oblasti aridního klimatu v historii fanerozoika. Zaujímají tzv. kontinent starého červeného pískovce, který byl výsledkem kaledonské kotonizace (Řehoř, 1998).

Devonské uloženiny na našem území nesou jasné znaky tropické klimatické zóny nízkých zeměpisných šířek, podle paleografických a paleomagnetických rekonstrukcí na jižní polokouli. Podnebí bylo vhodné pro růst organických staveb útesů, jejich tvorba však byla přerušena globální událostí, patrně klimatickou změnou. Vývoj v devonu se v různých našich oblastech liší. Zatím co ve středních Čechách a na severozápadě Českého masívu navazuje konkordantně na silur, je v moravskoslezské oblasti situace zásadně odlišná a devonské uloženiny mají transgresivní ráz s klastickými uloženinami na bázi. Ve středních Čechách přetrvává vápencová sedimentace a vulkanismus je velmi slabý. Na Moravě a Slezsku převažuje ukládání klastických sedimentů a vulkanická činnost je silná.

V devonu u nás vznikla ekonomicky velmi cenná vápencová ložiska jak v Čechách, tak na Moravě. Devonské vápence jsou vhodné pro vznik krasových jevů – Macošské souvrství na Moravě (Chlupáč 2002).

Jižně od severoatlantského kontinentu se vytvářela nová mořská pánev (hercynská), v které se hlavně usazovaly kalové a organogenní vápence. Tyto mořské usazeniny začaly být vrásněny již koncem devonu převážně však v karbonu (Habětín, 1984).

### **9.2.2. Mladší prvohory**

Ve svrchním devonu došlo k ústupu moře v úzké území zasahující z Francouzského středozemí až do České vysočiny. V této oblasti na rozhraní devonu a karbonu byly zvrásněny prekambriické a staroprvohorní sedimenty nejstarší fází hercynského vrásnění (bretoňskou). Procesy vrásnění zde probíhaly i ve spodním karbonu a začátkem svrchního karbonu. V tomto časové období došlo k úplnému přerušení sedimentace (Chlupáč, 2002).

#### **❖ Karbon**

Zde pokračuje vývoj hercynských mobilních zón a jejich postupným vrásněním za vzniku pásemných pohoří – hercynid. Rozsáhlá sedimentace pokračuje na platformách, kde vznikly vnitrohorské a mezihorské uhelné pánve (Řehoř, 1984).



Období karbonu bylo snad nejdramatičtějším úsekem geologické minulosti našeho území. Zatímco uloženiny počátku karbonské etapy, zachované v okrajových úsecích Českého masivu, sasko-durynské, západosudetské a moravskoslezské oblasti, ještě svým vývojem navazovaly na devonský režim, ve vyšším a spodním karbonu vrcholily následkem kolize Gontwany a Severoatlantského kontinentu procesy variského vrásnění. Variské horotvorné procesy, provázené pohyby a deformacemi velkých horninových mas, metamorfózou, tavením a lámáním horninových celků, vulkanickou činností i současně působící erozí a obnažováním těles skrytých dříve v hloubce, zásadně změnily tvář naší Země. Podstatná část dříve vzniklých paleozoických hornin byla buď postižena metamorfózou a přeměněna v krystalické komplexy, nebo byla erozí snesena, takže se z nich dochovaly jen neúplné zbytky. Proto jsou objektivní rekonstrukce předvariinských sedimentačních procesů a paleogeografických poměrů nejen velmi obtížné a nejisté, ale velmi často i nemožné.

Období svrchního karbonu má již zcela jiný ráz. Český masiv, konsolidovaný vrásněním, byl sice hornatou, ale intenzivně snižovanou souší s aktivními vulkány a jezerními pánvemi. Tektonická aktivita se po období hlavních deformací projevovala v nastalém extenzním režimu především vznikem zlomů, které zvyšovaly kontrasty mezi vystupujícími hřebeny a klesajícími depresiemi. Tím se zvyšovala intenzita eroze, měnil se vodní režim toků i přínos klastického materiálu do pánví.

Koncem spodního karbonu je tedy v podstatě dokončen tzv. spodní stavba Českého masivu a nastává období vývoje svrchní stavby Českého masivu (Habětín, 1984).

### ❖ **Variský horotvorný proces**

Variské horotvorné procesy zformovaly a zkonsolidovaly Český masiv do pevného, kratonizovaného celku, který už nebyl později vrásněn. I když jsou názory na styl variských deformací rozdílné a zároveň kontroverzní, je zřejmé, že v centrální části Českého masivu spadá nástup variských horotvorných procesů již do devonu. Vznikající variské horstvo, které nepochybně dosahovalo výšek několika tisíc metrů, bylo rychle denudováno a již během spodního karbonu eroze obnažila i hlubinné masivy metamorfik různého složení a stáří, dříve skryté pod mocným pokryvem mladších uloženin. V každém případě mělo variské vrásnění zásadní vliv na stavbu Českého masivu a pro naše území bylo nejvýznamnějším horotvorným pochodem v celé geologické minulosti.

## ❖ Perm

Permem končí hercynský geotektonický cyklus. Variské mobilní zóny byly konsolidovány do konce permu. Koncem permu se seskupují kontinenty v jednotný kontinent nazývaný Pangea, rozkládající se převážně na jižní polokouli. Na platformách dále pokračuje uhlotvorná sedimentace. Někde došlo k masovým výlevům lávy.

Evropa: Na hercynském pohoří vznikají vnitrohorské pánve, ve kterých se hromadí zvětraliny z rozrušovaného pohoří, tvoří se uhelné pánve a vrcholí vulkanická činnost (Řehoř, 1984).

Koncem dlouhé paleozoické éry v době permu bylo naše území vynořeno kontinentální oblastí, jimž se nedotkla ani svrchnopermská záplava, která zasáhla severnější území Německa a Polska. Český masiv byl patrně mírně hornatou krajinou se snižovaným reliéfem variského horstva. Podobně jako ve svrchním karbonu se však významně projevovala zlomová tektonika, která vedla k výzdvihům a poklesům, a tím podporovala i podmiňovala pokračující tvorbu depresí, pánví i příkopových propadlin. Protože se permské klima postupně vysušovalo, byly vhodné podmínky na vznik uhlotvorných rašelinišť jen na počátku permského období. Naprostou většinu permských uloženin tvoří pestré vrstvy převážně červenavě zbarvené produkty vzniklé zvětráním v tropickém a však suchém klimatu. Koncem spodního a v mladším permu se usazování hornin ve vodním prostředí omezilo na občasné přívalové toky a vysychající, zřejmě slaná a jen dočasně vodou zásobovaná jezera. Stále významněji se uplatňoval transport větrem a naše krajina nabývala pouštního rázu. Do spodního permu přetrvávala intenzivní vulkanická činnost, která ovlivnila ukládání sedimentů v pánvích (Chlupáč, 2002).

V Evropě postupně vznikalo rozsáhlé pohoří – hercinidy. Rozdělené dvěma horskými oblouky – armorickým a variským.

Mezi jednotlivými pásy tvořícího se pohoří docházelo k tvoření močalových kotlin, které se staly nejvýznamnějšími sedimentačními oblastmi. Ukládaly se zde zvětraliny z hor, ale i z bažinné flóry. Prouhelňováním se z odumřelých rostlinných zbytků během geologických dob vytvořilo černé uhlí. Uhelná pánev tohoto druhu se nazývá limnická neboli jezerní, u nás najdeme třeba pánev kladenskou.

K severním okrajům starších částí hercynik zasahovalo mělké moře, kde v mořských zálivech se vytvářely podobné příhodné podmínky k tvorbě uhlí. V těchto částech vznikaly pánve paralické neboli přímořské, u nás například hornoslezská.

Hercynské vrásnění bylo provázeno intenzivní magmatickou činností. Vytvořily se zde mohutné intruze žul, granodioritů a dioritů. S magmatem k povrchu vznikaly zejména při okrajích magmatických těles, důležité rudní roztoky a vznikali rudné žíly, obsahující zejména nerosty s obsahem stříbra, olova a zinku např. Příbramsko, Kutnohorsko. Vrásné a magmatické procesy způsobily i rozsáhlou metamorfózu hornin např. Krušné hory, Krkonoše. Na počátku permu doznívá hercynské vrásnění. V Evropě za suchého aridního permského podnebí dochází k denudaci hercynského pohoří a vznikají červeně zbarvené kontinentální písčité sedimenty.

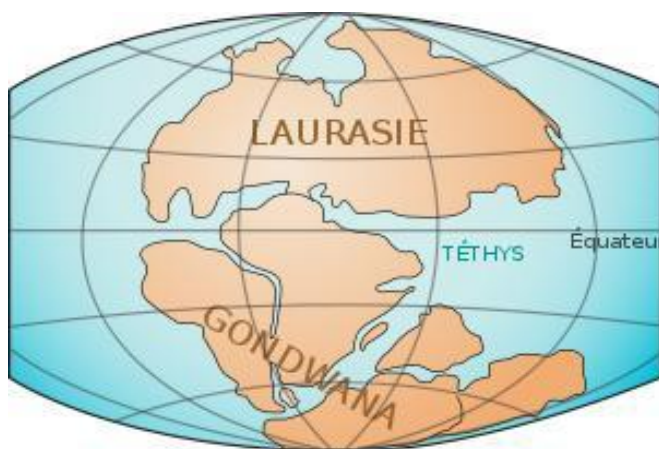
### **9.2.3. Druhohory**

Mesozeikum je charakterizováno rozvojem alpínských mobilních zón, jak v cikumpacifické oblasti tak i v mediteanní oblasti, ze současného rozpadu Pangey (Řehoř, 1998).

Po hercynském vrásnění došlo k rozsáhlé denudaci vzniklých pohoří, která byla silně ovlivněna teplým podnebím. Zvětraliny se zejména hromadily v mořských pánvích, které se vytvořili jižně od hercynik např. alpsko-karpadské oblasti. Na dně moří vznikaly mocné polohy karbonátových hornin např. vápenců a dolomitů, břidlic a pískovců. Severní a jižní okraje hercynského pohoří byly jen občas zaplavovány mělkým mořem. Střídavě proto vznikaly sedimenty mořského původu, najdeme zde tedy vápence, dolomity a soli, a kontinentálního původu, pískovce a slíny (Habětín, 1984).

#### **❖ Trias**

Toto období bylo tektonicky klidnou érou. Začal zde rozvoj mediteránních mobilních zón, s větvemi alpsko-hilamájskou, západo-karibskou a východo-indonézskou, které členily Pangeu na jižní kontinent Gondanu a severní kontinent Laurasii.



**Obr. č. 4:** Leurasie a Godwana (URL4)

Ze všech geologických útvarů postprekambrických dob, jsou právě triasové uloženiny na našem území nejzáčasnější. Příčinou je okolnost, že během triasu patřila většina Českého masivu k snosové oblasti (vindelickému hřebenu), který odděloval občasně mělkým mořem zaplavované prostory na území dnešní západní Evropy od oceánské oblasti Tethydy, která se právě během triasu zakládala jižněji, v dnešním mediteránní a alpsko-karpatské oblasti (Chlupáč, 2002).

Na konci triasu došlo v Evropě k částečnému ústupu moře. Počátkem jury však do západní Evropy opět vniklo mělké moře, které později zasáhlo i střední Evropu. V tomto mělkém šelfovém prostředí sedimentovali hlavně slíny, slínité vápence. V hlubokomořské oblasti však sedimentace pokračovala nepřerušovaně a vytvářeli se zde kalové vápence. V asijské tichomořské oblasti nastaly horotvorné procesy.

Koncem triasu a počátkem křídý došlo v Evropě k rozsáhlé regresi moře z okrajových oblastí. V hlubších středozevní oblasti však sedimentace pokračovala. (Habětín, 1984).

## ❖ Jura

V juře dochází k postupnému rozpadu původní Pangey. Začíná se tvořit pánev jižního Atlantiku, pánev mexického zálivu a karibská pánev. Také se začíná rozlévat indický oceán (Řehoř, 1984).

Na rozdíl od triasu skýtá naše území bohatší materiál po rekonstrukci jurských přírodních poměrů. I když z Čech spolehlivě známe jurské sedimenty pouze z blízkosti Šluknovském výběžku a vrtný průzkum podloží české křídové pánve nikde dále k JV jurské uloženiny neprokázal, je předpokládán průliv svrchnojurského moře podél tektonicky oslabené a již v minulosti klesající zóny labské linie velmi pravděpodobný. Valounový materiál jurských hornin v západní části Českomoravské vrchoviny a v okolí Třebíče stejně jako ve svrchnokřídových sedimentech u Svitav a na západní Moravě svědčí společně s ověřenými výskyty Moravském krasu a v jeho okolí o mnohem větší původním rozšíření jurských sedimentů ve východní části Českého masivu, než lze soudit podle přímo nalezených a dochovaných zbytků. Vrtný průzkum na jihovýchodní Moravě jasně prokázal jurskou transgresi přes jihovýchodní okraj Českého masivu, dnes skrytý pod mladšími uloženinami karpatské prohlubně a flyšových Karpat.

Alochtonní výskyty jurských hornin ve vnější skupině příkrovů flyšových Karpat pak dokreslují ráz jurského světa. Teplé klima příznivé pro sedimentaci karbonátových, převážně vápencových uloženin a bohatou bentózní faunou i řasovou flórou, místní tvorbu organických útesů. Všeobecně větší rozšíření moří se odrazilo v příjemnější, humidnější podnebí. Jižnější část českého masivu ještě stále tvořila ostrovní elevaci, na níž se spolehlivě datované zbytky jurských uloženin dosud nepodařila prokázat. Patrně vlivem rozsáhlého odnosu během spodní křídý.

Z tektonického hlediska bylo období jurského útvaru u nás klidné, stejně jako jinde v oblastech varisky konsolidované Evropy. Také projevy vulkanismu zde nebyli, na rozdíl od jižnějších částí Evropy postižené alpínskými horotvornými procesy.

## ❖ Křída

V křídě došlo k definitivnímu oddělení Laurasie a Gondany a také k intenzivnímu rozpadu obou těchto kontinentů. Vyvíjel se především jižní Atlantik a Indický oceán. Ve svrchní křídě dochází k rozsáhlé transgresi moří na kontinenty. Koncem křídý

nám vrcholí tektonická aktivita v mobilních zónách výzdvihem staroalpid. Dále pokračuje také vývoj pánví (Řehoř, 1984).

V dnešním pojetí zaujímá křída interval téměř osmdesát milionů let a mezinárodně se dělí na spodní a svrchní křídu. Toto období zanechalo na našem území výrazné stopy.

Významně se změnila rozloha moří a pevnin počátkem svrchní křídy. Moře zaplavilo větší část kontinentů silně zarovnaných denudací. Zatímco na severních okrajích hercynského pohoří bylo moře mělké, vznikají zde hlavně opuky, pískovce a křída. V jižních částech severní polokoule a na jižní polokouli bylo moře hlubší, nacházejí se zde tedy vápence, břidlice a slíny (Habětín, 1984).

Značná část Evropy se následkem pohybu litosférických desek k severu dostala do subtropického pásma severní polokoule, podnebí se zmírnilo a zároveň také zvlhčilo. Zatím co většina Českého masivu byla během spodní křídy plochou souší, kterou vytvořily vynořené části již značně zarovnaného variského horstva, vývoj jižnějších částí dnešní Evropy zásadně ovlivňovala mobilní oceánská oblast, která na jihu a východě přímo sousedila s Českým masivem.

Tektonické procesy v oceánské oblasti, které souvisejí s počínajícím alpínským vrásněním, měly přímý vliv zejména na vývoj nejuvýchodnější části Českého masivu, kde již od spodní křídy docházelo k mořským transgresím (např. výskyt spodní křídy u Brna). V západních částech Českého masivu se pak oživením vertikálních pohybů zakládaly nové sedimentační pánve. Podél tektonicky oslabené zóny labské linie vznikala asi 300 kilometrů dlouhá česká křídová pánev, která byla v počátečním stádiu vyplňována sladkovodními a po mohutné cenomanské transgresi i mořskými sedimenty. Tato pánev je největší dochovanou sedimentační pánví na našem území. Pokrývá značnou část severní poloviny Českého masivu o ploše asi 14 600 km<sup>2</sup>.

Území severních a severovýchodních Čech, které je pokryto sedimenty svrchní křídy, poutalo badatele již od samých počátků geologických výzkumů. K řešení je vybízela problematika geologické stavby podloží, ale i vyhledávání ložisek nerostných surovin (Makovský a kol., 1974). Teprve však v poslední čtvrtině minulého století se začínalo s vrtnými pracemi na uhlí, hlavně tedy okolí Kladna a dalších mělkých okrajových částí české křídové pánve (Vachtl, 1965).

V jižní, moldanubické části Českého masivu vznikaly v mladším období svrchní křídly tektonicky založené jihočeské pánve, třeboňská a českobudějovická, se sladkovodní sedimentací.

Moře setrvalo v české křídové pánvi sice jen asi deset miliónů let, zanechalo však zde mocné, běžně několikasetmetrové sledy nezvrásněných písčitých, jílovitých a vápnitých sedimentů. Ty umožňují sledovat i některé globální změny v úrovni mořské hladiny. Pánev byla bohatě oživena a byla i významnou migrační cestou. Ploché souše, hlavně ostrovy v západosudetské oblasti, poskytovaly množství vytříděného písčitého materiálu, jež vytvořil mocné sledy kvádrových pískovců. V hlubších oblastech se ukládaly hlavně vápnité slíny, slínovce až vápence s prachovou příměsí opuky (Chlupáč, 2002).

Koncem křídly moře ustoupilo. Regrese byla předzvěstí mohutného vrásnění zejména ve východní Asii a v Americe. Vznikly zde Skalnaté hory a dokončil se vývoj And. Ve svrchní křídě se vyvrásnily i Vnitřní Karpaty. Během druhohor díky rozpínání oceánské zemské kůry vznikly i soudobé oceány (Habětín, 1984).

#### **9.2.4. Třetihory**

Terciér se člení na dvě oddělení, starší paleogen a mladší neogen. Dochází k definitivnímu oddělení Grónska od Eurasie. Vznik Atlantiku a Severního ledového oceánu a také k oddělení Jižní Ameriky od Antarktidy a Austrálie.

V Evropě došlo po oligocénní regresi k významnějším změnám. Severní moře zasahovalo do okrajových oblastí Holanska, Německa, Dánska a Anglie. V západní a střední Evropě se vytváří sladkovodní výplně příkopů, často s uhlonosnou sedimentací např. dolnorýnská pánev, sasko-durynská pánev, dolnolužická a hornolužická pánev, žitavská pánev, podkrušnohorské pánve. Někde také pokračuje vývoj riftových zón doprovázen vulkanismem: rift Rudého moře, bajkalský rift, africko-arabský rift, rýnský rift, litoměřický rift – České středohoří a Doupovské hory (Řehoř, 1998).

Počátkem třetihor poklesly okrajové části pevnin a transgredovalo na ně moře. Moře zaplavilo rozsáhlé území v západní a severní Evropě. Uprostřed paleogénu došlo k dočasnému ústupu moře a vytvořily se jezerní pánve, ve kterých vznikala významná ložiska. Brzy však moře opět transgredovalo a zasáhlo ještě hlouběji do pevnin než začátkem třetihor. Koncem paleogénu však dochází opět k mořské

regresi. Toto kolísání mořského dna je způsobeno několika fázemi alpínského vrásnění a výrazně ovlivnilo pestré složení hornin. Vrásnění vrcholilo na konci starších třetihor. Vznikala nejvýznamnější pohoří světa – Alpy, Pyreneje, Karpaty, Himaláje, Kavkaz, Atlas a další. Při horotvorných procesech vznikali i význačné tektonické poruchy, podle kterých vystupovalo na povrch magma.

Počátkem neogénu se opět moře rozšířilo zejména kolem alpínských pohoří. Vznikala řada menších pánví, která se po ústupu moře měnila na sladkovodní jezera, kde byli příhodné podmínky pro tvorbu hnědého uhlí. Pokračovaly i rozsáhlé tektonické pohyby provázené intenzivním vulkanismem.

Koncem třetihor dostávají pevniny v hrubých rysech dnešní tvar. Pronikavé změny se na rozhraní třetihor a čtvrtohor projeví i v podnebí. Silně se ochladilo a přibývalo i srážek. Vznikly ledovce, postupující směrem k rovníku, které pokryly v době největšího zalednění asi jednu třetinu zemského povrchu. I v období pleistocénu došlo k určitým klimatickým výkyvům. Střídala se studená období s obdobími teplejšími.

Důsledkem opakujících se klimatických změn byl střídavý ústup a postup ledovců. To mělo vliv i na pohyby mořské hladiny a zemské kůry. V době ledových byla samozřejmě většina vody vázána v ledovcích. Tím se snížil výpar a zákonitě i množství srážek a tím došlo k poklesu mořské hladiny. V době meziledových probíhal proces opačný.

Ve čtvrtohorách doznívají horotvorné procesy, což se projevuje sopečnou činností, zemětřesením i tektonickými pohyby. Probíhá také intenzivní rozpínání oceánských desek (Chlupáč, 2002).

### **Třetihorní uloženiny v Českém masivu**

Období terciéru trvalo něco přes 60 mil. let, patřilo v našich krajinách k složitým etapám geologické minulosti. Významné události související a pokračujícími projevy mladých alpínských horotvorných procesů stejně jako globální události se přímo dotkly našeho území a měnily jeho přírodní ráz.

Byla zde souhra tektonických a vulkanických procesů. Příčné tektonické struktury a vulkanická centra rozdělují rift na dílčí úseky od západu k východu → Chebská pánev, Sokolovská pánev, Doupovské hory, Mostecká pánev, České středohoří a Žitavská pánev.



- **Podkrušnohorské pánve – chebská, sokolovská a mostecká**

Tyto pánve leží příkopové propadlině SV-JZ směru v oheráckém riftu, který se vyznačuje poklesy podél hluboce založených zlomů. Největší z těchto pánví je pánev mostecká. Velký význam mají pro nás sloje hnědé uhlí. Mocnost v sokolovské a mostecké pánvi dosahuje i přes 30 metrů (Chlupáč, 2011)

- **Doupovské hory**

Jsou největším stratovulkánem, který zaujímá plochu přes 1200 km<sup>2</sup>. Vznikly v místě protnutí oherského riftu s příčným jáchymovským zlomovým pásmem.

- **České středohoří**

Složitý vulkanický komplex zaujímá uvnitř oherského riftu plochu přes 1200 km<sup>2</sup>. Vznikl seskupením vulkanických těles mezi okrajovým a litoměřickým zlomem a krušnohorským zlomem. Dnešní tvar krajiny a sopečných těles není původní. Z vulkánů se působením eroze většinou zachovali jen výplně přírodních drah a obnažená podpovrchová tělesa, takže dnešní tvary jsou jen značně sníženým zbytkem původního vulkanického pohoří.(Chlupáč, 2002)

- **Jihočeské pánve – českobudějovická, třeboňská**

Zde se tvoří právě mladší výplně jihočeských pánví, které jsou tvořeny říčními a jezerními uloženinami. Najdeme zde především štěrky, jíly a písky (Chlupáč, 2011)

#### **9.2.4. Čtvrtohory**

V oblastech pásemných pohoří doznívá horotvorná činnost. Paleogeografické rozdíly proti současnosti jsou malé. Baltické moře vzniká až v holocénu, černé moře je vnitrozemské, La Manche neexistuje, Severní a Jižní Amerika spolu nesouvisejí.

Pohoří byla pokryta vysokohorskými ledovci. V interglaciálech se tvořily na sprašových nánosch půdy. Klimatické změny ve čtvrtohorách ovlivnily erozní a akumulární činnost toků, která se odrazila ve vzniku říčních teras, které korespondují s klimatickými výkyvy v kvartéru (Řehoř, 1998).

Toto období je i přes relativně krátké trvání necelých dvou miliónů let dobou, která bezprostředně vtiskla našim i jiným evropským krajinám jejich dnešní ráz. Modelace našeho území je sice ovlivněna dlouhým geologickým vývojem, ale právě klimatické změny a na nich závislé uplatnění kvartérní eroze a akumulace měli zásadní vliv na dnešní morfologii. Vznik údolí a tvarů se skalními či terasovitými stupni, suťovými kužely i údolními a nížinnými akumulacemi uloženin. Také tektonické procesy, zdvihy a poklesy českého masivu a jeho přilehlého okolí, které pokračovali i během kvartéru, výrazně ovlivnily stavbu dnešního reliéfu (Habětín, 1984).

- **Výrazné teplotní výkyvy**

1) opakovaně se posunovala klimatická pásma od S k Jihu

2) kolísání hladiny světového oceánu

3) opakovaně se střídala období intenzivního rozrušování a hromadění, čímž se utvářel současný reliéf

Sedimenty dělíme na tři základní skupiny: 1) ledovcové 2) uloženiny nezaledněných oblastí 3) mořské sedimenty (mimo ČR)

## 10. Typy a tvary reliéfu

### 10.1. Typy reliéfu

Klasifikace reliéfů vychází z celé řady kritérií. Nejčastěji se vyčleňují hlavní typy podle geneze. Rozdělujeme na reliéf svahový, říční, krasový, ledovcový, antropogenní a polymorfní.

- **svahový reliéf:** můžeme sem zařadit sesouvání, řícení, stékání a ploužení
- **říční reliéf:** je výsledkem eroze a akumulace vody. Hlavně ho najdeme ve formě říčních údolí.
- **ledovcový reliéf:** vzniká geologickou činností ledovců. Ledovec se může po uplynutí nějaké doby začít pod vlastní tíhou pohybovat směrem dolů a začne působit erozi.
- **antropogenní reliéf:** vzniká působením člověka např. při těžbě
- **polymorfní reliéf:** vzniká působením více faktorů najednou

Reliéf se také klasifikuje podle výškové členitosti. Zde rozeznáváme tyto typy reliéfů:

- **Vysoké hornatiny:** Jejich nadmořská výška je okolo 1500 m a výšková členitost kolem 400 m. Charakteristickým znakem jsou pro ně extrémně strmé svahy, které jsou převážně modelovány ledovcovou činností a intenzivním zvětráváním.
- **Hornatiny:** Vyskytují se v nadmořských výškách okolo 900 m a jejich výšková členitost je od 200 m do 400 m. Jedná se o údolí a hřbety s velmi strmými svahy, které vznikly díky hloubkové erozi a většinou bývají silně zkrasovělé.
- **Vrchoviny:** Jsou v nadmořských výškách od 600 m do 900m, s výškovou členitostí od 150 m do 200 m. Charakteristickým znakem jsou strmé až mírné svahy pokryté deluviálními sedimenty.

- **Pahorkatiny:** Nachází se v nadmořských výškách od 200 m do 600 m a s výškovou členitostí od 30 do 150 m. Hlavním znakem jsou mírné svahy, často pokryty deluviálními, říčními a eolickými akumulacemi.
- **Roviny:** Vyskytují se v nadmořských výškách okolo 300m a s výškovou členitostí do 30 m. Charakteristické jsou velkými akumulacími plošinami velkých řek s mírně zvlněným povrchem (Marschalko M. a kol. 2014).

## 10.2. Tvary reliéfů

Základní typologie tvarů reliéfů je velmi rozsáhlá. Patří sem například strukturní tvary jak oceánského dna tak i pevnin, sopečné tvary, krasové tvary, fluviální tvary, strukturně– denudační tvary a další (Prosová a Zeman, 1974).

Hlavní tvary reliéfu můžeme rozdělit do následujících skupin:

- Plošiny
  - Elevace
  - Deprese
  - Svahové tvary
  - Antropogenní tvary
- **Plošiny:** Jedná se o plochá zarovnaná místa, která se často využívají při volbě stavenišť územním plánem. To však z inženýrsko-geologických poměrů nebývá vždy nejvhodnější. Patří sem paroviny, strukturní plošiny, krasové plošiny, vulkanické plošiny, glaciofluviální plošiny, proluviální plošiny, eolické plošiny, terasové plošiny akumulací, terasové plošiny erozní a inundační plošiny.
  - **Elevace:** Jde o vyvýšené tvary reliéfu, které můžeme rozdělit do dvou skupin elevace makroreliéfu a mikroreliéfu. Mezi elevace makroreliéfu můžeme

například zařadit horské hřbety a hřebeny či vulkanické kužele a mezi elevace mikroreliefu zase plošné vyvýšeniny, táhlé hřbety obvykle strukturního původu, kde skalní horniny vystupují blíže k povrchu.

- **Deprese:** Zde se jedná o typ reliéfu, který nás velmi zajímá, protože zde má velký vliv na jeho vymodelování právě eroze. Deprese rozdělujeme na erozní, glaciální, akumulární údolí a splachové úvaly.
- **Svahy:** Právě svahy tvoří u nás jeden z nejčastěji se vyskytujících terénních prvků. Vznikají na základě spolupůsobení endogenních a exogenních procesů. Můžeme je členit na svahy erozní, zlomové, sesuvné, eolické, soliflukční a svahy pokryté deluviálními sedimenty.
- **Antropogenní tvary:** Vznikají přemodelováním krajiny lidskou činností. Můžeme je dělit podle kvality na pozitivní a negativní. Do pozitivních řadíme například komunikace, parkovací plochy a do negativních skládky odpadu a poddolovaná území (Marschalko M. a kol. 2014).

### 10.2.1. Skalní stěna

Skalní stěna je subvertikálně nebo příkře ukotvená skalní plocha z obnažené kompaktní horniny. Stěna může také vzniknout exogenními geomorfologickými procesy, či strukturně tektonicky. Často zde může docházet k řízení skalních stěn. Skalní stěny jsou důležité z geologického významu a turistického významu.

U nás najdeme skalní stěny třeba v Českém ráji, Prachovské skály, Adršpašsko-teplické skály a mnoho dalších (Smolová a Vítek, 2007).



*Obr. č. 5: Skalní stěna (URL5)*

### **10.2.2. Skalní brána**

Vzniká selektivním zvětráváním převážně v klasických nebo rozpustných sedimentárních horninách. Vyvíjí se postupným prohlubováním jeskyní, výklenků nebo destrukcí hornin podél svislých puklin či rozsedlin. Mnoho skalních bran vzniklo příbojovou činností moře v místech abrazních srubů, zejména v karbonátových horninách. U nás se nejčastěji vyskytuje v kvádrových pískovcích české křídové pánve. Dále díky rychlému vývoji jsou významné pro studium průběhu procesů zvětrávání a odnosu hornin. Také jsou velmi vyhledávanou turistickou atrakcí, protože tvoří překrásné krajinné prvky (Smolová a Víttek, 2007).



*Obr. č. 6: Skalní brána (URL6)*

### 10.2.3. Skalní převis

Skalní převis je rozsáhlejší přirozený skalní výběžek vzniklý v měkčích polohách méně odolných hornin. Na vzniku skalního převisu se podílí kapilární vlhkost ve spojení s mrazovým zvětráváním, které právě urychluje mechanický rozpad. V našich zeměpisných šířkách se také podílí na jeho utváření proces nivelace. Po vytvoření malého výklenku, se



*Obr. č. 7: Skalní převis (URL7)*

zvýší vlhkost a začnou zde růst řasy, mechy a lišejníky, což vede k rozrušování hornin. Skalní převisy najdeme hlavně v horských údolích či kaňonech.

### 10.2.4. Skalní oko

Tento skalní útvar je perforace úzké skalní stěny. Velikost se pohybuje od několika metrů až po desítky metrů. Skalní oka vznikají v různých horninách odlišnými procesy, nejčastěji abrazí, eolickou korazí, rozpadem podél puklin a zvětráváním. Nejčastěji se vyskytují v pískovcových skalních městech (Smolová a Vítek, 2007).



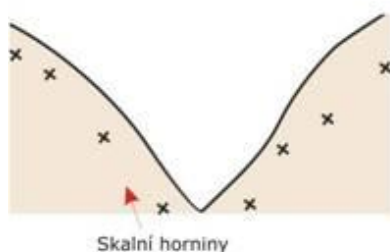
*Obr. č. 8: Skalní oko (URL8)*

## 10.2.5. Údolí

Jedná se o základní fluviální tvar. Je definováno jako protáhlá sníženina zemského povrchu, vzniklá činností říčního toku a skloněná ve směru spádu toku. Můžeme určit několik typů údolí – soutěsky, kaňony, údolí ve tvaru písmene V, údolí úvalovitá, visutá a neckovitá (Smolová a Vítek, 2007).

Erozní údolí najdeme v horní části toku a ve většině případů bude mít tvar písmene V.

Obr. 9.2.3.1a Schematický náčrt erozního údolí (Řezníček a kol., 1980) Obr. 9.2.3.1b Erozní údolí Val Ferret (UCW, 2004)

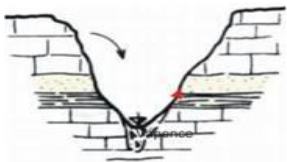


Obr. č. 9: Erozní údolí (URL9)

Jedná se o velice úzké údolí, které vzniklo při výrazné převaze lineárně hloubkové eroze nad vývojem svahů, které jsou strmé a skalnaté. Šířka údolí bývá v dolní části stejně široká jako v horní. Koryto na dně soutěsky má většinou nevyrovnaný spád a je prohlubováno erozí. Můžeme zde dobře pozorovat rychlost fluviálních pochodů. Hloubkové soutěsky s mohutnými skalními stěnami poté nazýváme kaňony. Najít přesnou hranici mezi těmito dvěma pojmy je téměř nemožné a proto se jedná jen o subjektivní názor (Smolová a Vítek, 2007).



Obr. 9.2.3.2a Schematický nákres kaňonovitého údolí (Řezníček a kol., 1980)



Obr. 9.2.3.2b Kaňonovité údolí - Kolka, nejhlubší kaňon světa, Peru, (Marschalko, 2003)



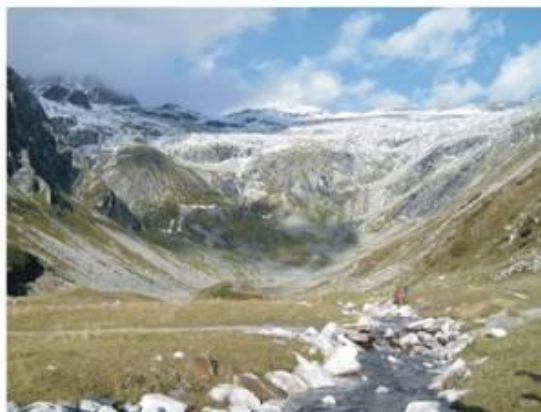
**Obr. č. 10:** Kaňonovité údolí (URL9)

Glaciální údolí se vyskytuje obvykle ve vysokohorských oblastech, kde byla vymodelována činností ledovců. V řezu mají tvar písmena U a jejich dno je vyplněno morénami (Marschalko M. a kol. 2014).

Obr. 9.2.3.3a Schematický nákres glaciálního údolí (Řezníček a kol., 1980)



Obr. 9.2.3.3b Glaciální údolí Kőlnbreinsperre, Rakousko (Ides, 2004)



**Obr. č. 11:** Glaciální údolí (URL9)

## 11. Příklady reliktnů ze světa

### 11.1. Grand Canyon

Grand Canyon se rozprostírá na území Severní ameriky. Proplétá se krajinou v délce 446 km přes celou Arizonu, od hranice s Nevadou na západě až po Utah na severu. V některých oblastech se jedná o pustou krajinu plnou červených stěn. V jiných místech se ze dna kaňonu zdvihají útvary, z nichž některé mají plochý tvar a jiné jsou zahrocené. Strmé stěny kaňonu, více než 1 km vysoké, představují průřez zemskou kůrou sahající téměř dvě miliardy let do minulosti, ve které působilo více než 40 geologických vrstev. Fosílie nacházené v těchto vrstvách poskytují odborníkům zcela jedinečný pohled na faunu a floru, která se zde vyskytovala v různých obdobích historie. Středem Grand Canyonu protéká řeka Colorado, která pramení ve Skalnatých horách a do Kalifornského zálivu urazí dlouhou cestu 2333 km. Právě řeka Colorado eroduje měkké sedimentární horniny Koloradské plošiny už 17 milionů let a vytvořila tak nejhlubší kaňon světa (Poznej svět, 2010).



**Obr. č. 12:** *Grand Canoyrn (URL10)*

Severní okraj se nachází o 300 m výše, což je dost na to, aby se zde po většinu roku držel sníh. Zcela jiná je situace o 1,5 km hlouběji na březích stříbrně se třpytící řeky. Zde může teplota v létě stoupnout až na 50 °C (Rebo, 2004).

## 11.2. Antilopí kaňon

Kolorádská plošina se nachází v pohoří Kordillery v jihozápadní části USA. Je rozprostřena na ohromném prekambričtém štítu, který v období prvohor a druhohor překryli sedimenty. Později, v důsledku tektonických pohybů a eroze, se usazené horniny rozlámaly. Na konci jury, asi před 150 miliony lety, pokrývala Kolorádskou plošinu velká poušť. Pod svou vlastní tíhou a také v důsledku velmi vysokých teplot, pouštní písky vytvořily geologické souvrství, které je dnes známo jako navažský pískovec.



*Obr. č. 13: Antilopí kaňon (URL11)*

Poté během mnoha tisíciletí vodní toky vyhlubovaly ve zdejším pískovci překrásné rokle (Poznej svět, 2010).

## 11.3. Hora Austrálců

Uprostřed vnitrozemí Austrálie se rozprostírají dva velké hornaté útvary. První z nich je největší monolit světa Uluru, nazývaný též Ayers rock a druhým je Kata Tjuta neboli The Olgas. Jedná se o nejzajímavější místa Národního parku Uluru-Kata Tjuta rozkládajícího se v severním teritoriu (Rebo, 2004).

Skála je označována jako tzv. suk, který je odolnější vůči erozi než jeho okolí. Uluru je tvořeno arkózou, což je druh pískovce s 25 % obsahem hematitu, který skále dodává právě její červenou barvu. Tento odstín je pouze na povrchu, uvnitř není skála červená, ale šedá. Tento skalní útvar vznikl asi před 600 miliony let, kdy se pozůstatky staršího horského masivu postupně usadili v pánvi Amadeus. Poté byly sedimenty vyzdviženy na povrch a asi před 300 miliony let, v karbonu, zvrásněny. Většina původního masivu zerodovala a zůstaly jen právě ostrovní hory (Poznej svět, 2010).

Stěny Uluru se tyčí do výšky 348 metru, tedy výš než kolik měří samotná Eiffelova věž. Na délku měří více než 9 km. Tato hora je přitom pouze vrcholkem skalnatého kolosu, který se zvedá z hloubky kolem 6 km (Rebo, 2004).



**Obr. č. 14:** *Uluru (URL12)*

Kata Tjuta se nachází asi 30 km západně od Uluru. Pro mnoha návštěvníky je ještě impozantnější. Jedná se o kruhový hornatý útvar, v němž se vedle sebe na ploše 35 km<sup>2</sup> vyskytuje 36 samostatných pískovcových dómů s červenavými pásy (Rebo, 2004).

Tyto útvary jsou také nazývány Olga podle ruské princezny z rodu Romanovců. Nejvyšší z kopců se zdvihá do výšky 546 m nad okolní terén, ale skutečný rozměr těchto skalních formací je značně větší (Poznej svět 2010).

Oba tyto přírodní úkazy představují pro Australany posvátná místa. Jsou úzce spjaty s mýty o jejich stvoření a dějinách, které hrají v životě původních obyvatel velmi důležitou roli. Z tohoto důvodu jsou dokonce některé cesty pro návštěvníky přísně zakázané (Rebo, 2004).

#### **11.4. Kingsnův kaňon**

Kingsnův kaňon je nejvýznamnější atrakcí národního parku Watarrka, který se nalézá v centrální části Austrálie, v Severním teritoriu. Stěny kaňonu, jejichž výška přesahuje 300 m, jsou tvořeny červeným pískovcem. Po několik milionu let je prohlubovaly vody Kings Creek. Celý národní park Watarrka se rozkládá asi na 720 km<sup>2</sup> náhorní plošiny, zde se nachází i spousta dalších kaňonů, které jsou oázami

zeleně v jinak pouštní krajině. Vlastní kaňon není nějak dlouhý, měří něco přes 500 m, to nemění nic na tom, že je to jedno z turisticky nejnavštěvovanějších míst. Na rokli neustále působí erozní procesy. V důsledku toho odpadl v sedmdesátých letech 20. Století prozatím poslední velký kus červeného pískovce ze stěny kaňonu (Poznej svět, 2010).



**Obr. č. 15:** *Kingsnův kaňon (URL13)*

## 12. Příklady reliktů z ČR

### 12.1. Šumava

Šumavu řadíme mezi nejstarší a nejrozsáhlejší pohoří střední Evropy, s rozsáhlými reliktmi vrcholových plošin, ležících v nadmořské výšce nad 1000 m nad mořem. Pohořím Šumavy probíhá evropské rozvodí mezi Severním a Česným mořem. Právě reliktmi šumavských plání jsou považovány za jedny z nejstarších na celém evropském kontinentu. Geologická eroze, která zde probíhá už stamiliony let, dodává místní krajině velkou pestrost. Její povrch byl několikrát zdvižen hornotvornými procesy, několikrát zarovnan a při tom rozlámán a rozrýván erozí. Odolnější horniny vyčnívají dnes nad okolní povrch jako skalní útvary či terénní vyvýšeniny, jen díky tomu že dokázaly vzdorovat zvětrávání a odnosu.

V nejmladších geologických dobách se zde střídaly doby ledové a meziledové. Působením ledovce se vymodeloval vrchol Plechý, nejvyšší vrchol Šumavy na české straně a také mohutný svorový tvar Velkého Javoru (NPSUMAVA, 2014).

Po ústupu ledovce vyplnily jímku vody tajícího sněhu a vznikla tak hloubená jezera karového typu (Svoboda, 2008).

V české části Šumavy nalezneme pět lokalit s ledovcovými jezery a jednu, která se změnila na rašeliniště.

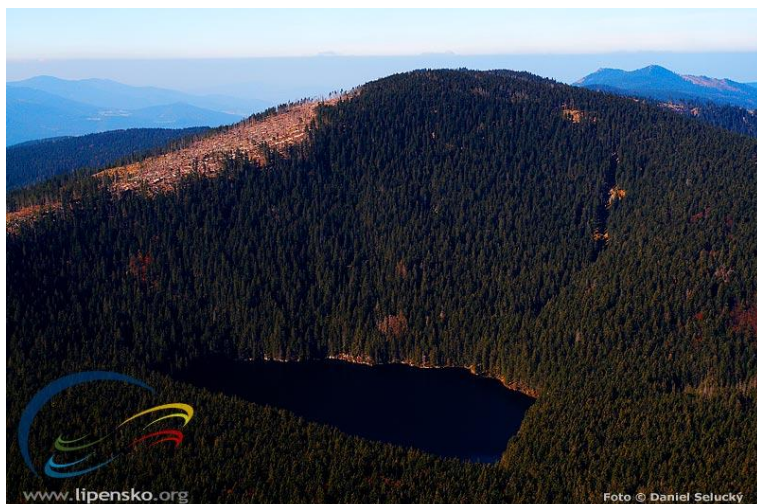


Obr. č. 16: Mapa ledovcových jezer (URL14)

## Černé jezero

Černé jezero o rozloze 18,4 ha a hloubce 39,8 m se nachází na severozápadním svahu Jezerní hory a jako jediné šumavské jezero je odvodňováno do Úhlavy. Je u něj náznak elementárního údolního ledovce, neboť v údolí Jezerního potoka se setkáme s dvěma akumulacemi ledovcového materiálu. Největší délka splazu tohoto ledovce byla maximálně 2 km.

Jezerní hora je svorová a nikoli žulová a právě proto je kar Černého jezera velmi hluboký.



**Obr. č. 17:** Černé jezero (URL15)

## Čertovo jezero

Čertovo jezero se sousedním Černým jezerem vytvářejí magickou kulisu severozápadní části Šumavy, které lákají zástupy turistů od Železné Rudy. Jak v létě, tak v zimě. Čertovo jezero patří k největším ledovcovým jezerům v ČR - je druhým největším ledovcovým jezerem Šumavy i České republiky.

Čertovo jezero je součástí přírodní rezervace Černé a Čertovo jezero o rozloze

175 ha. Rozloha samotného Čertova jezera činí úctyhodných 10,3 ha, což s nese srovnání s ledovcovými jezerými - plesy ve Vysokých Tatrách.



**Obr. č. 18:** Čertovo jezero (URL16)

Obvod Čertova jezera činí 1 360 m a hloubka 36,7 m, což je, jen tak pro srovnání, o polovinu více než je hloubka známého Štrbského plesa. Průměrná hloubka jezera činí 17,9 m. Čertovo jezero se nachází ve výšce 1 030 m nad úrovní moře a jeho povodí - sběrná oblast má rozlohu pouhých 0,857 km<sup>2</sup>. Objem vody Čertova jezera činí 1 852 000 m<sup>3</sup>.

## Plešné jezero

Ledovcové jezero pod Plechým (1378 m), nejvyšší horou české části Šumavy. Vodní plocha o rozloze 7,48 ha s obvodem 1242 m se rozprostírá na území Národního parku Šumava, 6 km západně od Nové Pece.



*Obr. č. 19: Plešné jezero (URL17)*

Jezero dlouhé 540 m a široké 150 m dosahuje největší hloubky 18,3 m. Je odvodněno Jezerním potokem, který se u Želnavy vlévá do Vltavy. Po propojení Jezerního potoka se Schwarzenberským plavebním kanálem v roce 1791, plnilo Plešné jezero funkci zásobárny vody, vypouštěné podle potřeby plavby dříví. Asi 200 m pod jezerem se rozkládá žulové kamenné moře o rozloze 6 ha. Nad jezerem se zdvíhá 220 m vysoká skalní stěna.

## Prášílské jezero

Jedním z šumavských jezer ledovcového původu je Prášílské jezero. Prášílské jezero leží v nadmořské výšce 1 080 metrů pod severovýchodním úbočím Polední hory (1 315 m), které strmě padá k hladině jezera. Plocha Prášílského jezera činí jen 3,72 ha, což jej řadí k těm menším šumavským jezerům.



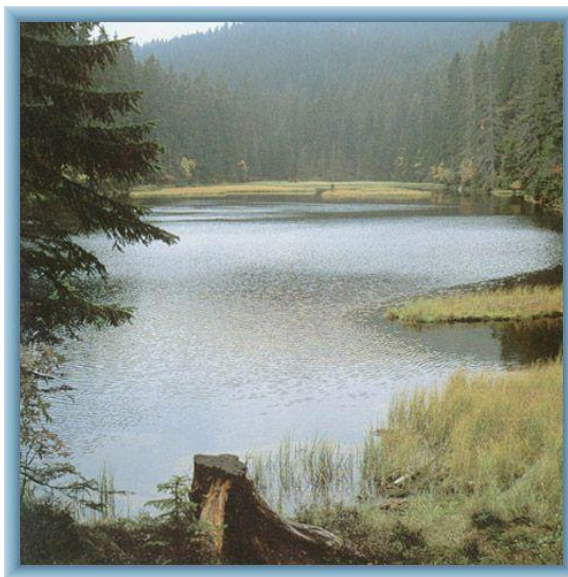
*Obr. č. 20: Prášílské jezero (URL18)*



Prášilské jezero dosahuje hloubky 14,9 metrů (některé zdroje uvádějí až 30 metrů) při průměrné hloubce 7,5 m, obvod jezera činí 730 m. Prášilské jezero má poměrně pravidelný tvar. Maximální délka jezera činí 280 m a maximální šířka 180 m. Objem vody v Prášilském jezeře byl spočten na 275 000 m<sup>3</sup>. Prášilské jezero je odvodňováno Jezerním potokem, který vtéká do říčky Křemelná.

## Pleso (Laka)

Jezero Laka je nejmenší, ale za to je nejvýše položené šumavské jezero. Leží v I. zóně národní přírodní rezervace Šumava. Jezero ledovcového původu má rozlohu 2,5 ha a hloubku 3,9 m, dno má rašelinné. Je charakteristické plovoucími ostrůvky, jejichž poloha se stále pomalu mění. Ostrůvky jsou porostlé rašeliníkem, ostřicí, suchopýrem, ale i borůvkám a brusnicím. Je obklopeno jehličnatými lesy. Do jezera přitéká voda ze dvou přítoků ze svahu vrcholku Plesná a z jezera vytéká Jezerní potok, který ústí do říčky Křemelné.



**Obr. č. 21:** Jezero Laka (URL19)

Přístup k jezeru je možný pěšky nebo na kole, v zimě na běžeckých lyžích po modré turistické značce z parkoviště v Nové Hůrce (Svoboda, 2008).

## 12.2. Krkonoše

První geologické procesy spadají dokonce do starohor a starších prvohor. Během těchto horotvorných pochodů tehdy vznikala vůbec první podoba masivu zvaného Krkonoško-jizerské krystalinikum. Tento komplex je budován starohorními a prvohorními krystalickými břidlicemi o stáří 600 miliónů až jedné miliardy let. Poté v druhohorách probíhalo zvětrávání a následně v třetihorách alpínské vrásnění. Dnešní podobu Krkonoš, jak jí známe, dala však následná vodní eroze a také ledovcová eroze způsobená čtvrtohorním opakovaným zaledněním.

Výzdvih pohoří po třetihorním alpínském vrásnění vedl právě k mohutné říční erozi. Vodní toky se zpětnou erozí začali zahlubovat a vznikala tak postupně dnešní hluboká síť říčních údolí.

Nejvíce svědectví pochází ze čtvrtohor. Během střídání několika ledových a meziledových dob došlo k přemodelování výše položených partií Krkonoš do podoby ledovcových karů, sněžníků a řady ledovcových údolí.



**Obr. č. 22:** Ledovcové údolí (URL20)

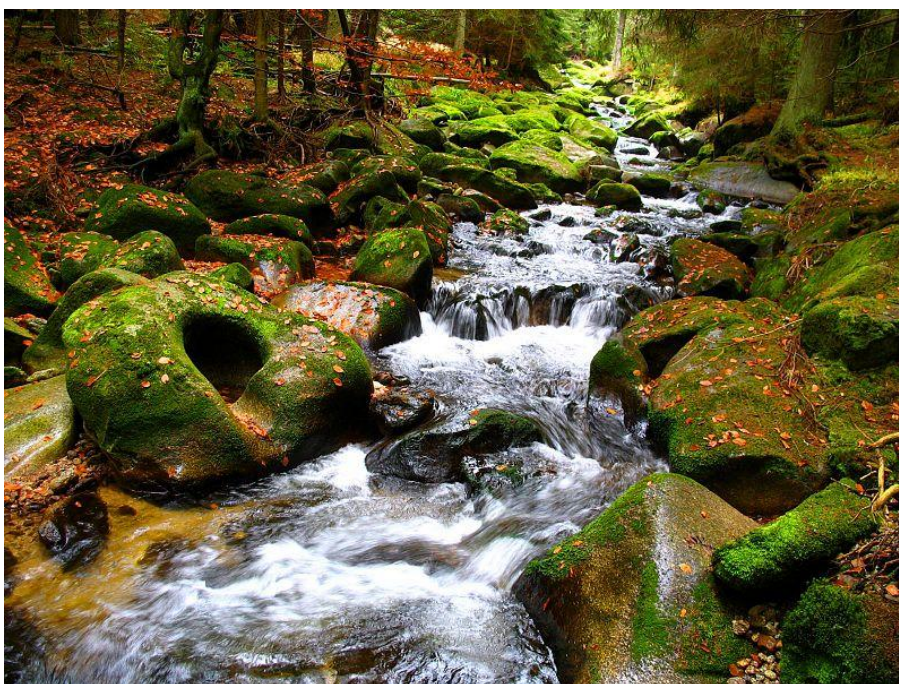
Důkazem, že zde došlo k opakovanému zalednění, je výskyt ledovcových morén a jezer. Také na tvaru naší nejvyšší hory Sněžky se výraznou měrou podílela eroze, jak ledovcová tak i říční a mrazová (KRNAP, 2014).



**Obr. č. 23:** Sněžka (URL21)

### 12.3. Horní Vltava

V řečišti horní Vltavy na Šumavě v úseku mezi přehradní hrází vodního díla Lipno a ústím Kyselovského potoka jsou vhodné podmínky pro vznik evorzních tvarů vzhledem k mimořádně velkému sklonu hladiny, největším na celém toku řeky Vltavy, kontrastujícímu k velmi malým sklonem ve výše položeném území, kde se dnes rozprostírá Lipenská nádrž. Obří hrnce na horní Vltavě vývojově ve významném úseku mezi Lipnem a Vyším Brodem se počtem a výrazností směrem po toku zmenšují, přestože se zvětšuje sklon řečiště. Vysvětlení bychom měli hledat v méně vhodných petrografických podmínkách a odlišnou geomorfologií koryta. Právě velký počet obřích hrnců poukazuje na to, že evorzní činnost je zde velmi významným činitelem modelujícím koryto. Zde vzniklé evorzní tvary patří vůbec k nejlépe vyvinutým u nás. Ve studovaném území najdeme všechna vývojová stádia obřích hrnců (Balatka, 1977).



*Obr. č. 24: Horní tok Vltavy (URL22)*

### 13. Diskuze

Geologická eroze nás provádí od počátku vývoje naší planety. Díky shromáždění informací z odborných literárních podkladů se můj pohled na danou problematiku určitě velmi obohatil. Musíme si zde hlavně uvědomit, jaké jsou hlavní činitelé a faktory podmiňující erozi. Bezpochyby tím nejdůležitějším faktorem je samotný čas, díky němuž nám vznikly všechny možné reliktů či celé přírodní reliéfy na naší planetě. Bez časového hlediska bychom si vše jen těžko dovedli tak barvitě představit. Většina z nás si to představí, až když to vidí na vlastní oči, co příroda dokáže a jakou má sílu. Dále tu máme ty nejdůležitější činitele, kterými jsou voda a vítr. Právě díky velmi dlouhému časovému období a síle vodní energie se nám vytvořil postupně ráz přírodní krajiny. Jen se podívejme na členitost celé naší planety a eroze má na tom velkou zásluhu.

Také bychom měli položit otázku jak tyto přírodní unikáty zachovat. Podle mého názoru je tedy čas se začít zabývat i ochranou vzniklých přírodních reliktů, které dnes velmi často slouží jako turistické atrakce. Díky velkému množství turistů může docházet ke zvýšení intenzity eroze, a proto by se měl určitě přístup turistů na vybraných místech omezit. Někde samozřejmě už k některým omezením dochází. Jen lidé to občas nelibě nesou, že jim je něco zakazováno, ale měli by si uvědomit, že tyto přírodní útvary zde vznikali miliony let a proto by tu měli zůstat i pro budoucí generace.

Různé plány najdeme určitě v národních parcích a chráněných územích. Hlavními body bývají například:

- ochrana geologicko-geomorfologická a biologická
- turistické využití, ale k přírodě šetrné
- zachování či obnova přírodě blízkých ekosystémů

## 14. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zpracovat nashromážděné informace získané z odborných literárních knih, článků a jiných odborných literárních pramenů.

- Ohledně geologické eroze a také popsat její příčiny a projevy jak ve světě, tak na území České republiky.
- Popsat všechny jednotlivé geologické etapy na naší planetě a tak upozornit na to jak naše planeta postupně vznikala. Uvědomit si, že právě geologická eroze měla velký vliv na vzniku naší Země, společně s dalšími důležitými geologickými procesy.
- Charakterizovat jednotlivé druhy reliktních tvarů a také popsat jednotlivé tvary reliktních tvarů vznikající právě geologickou erozí.
- V samotném závěru jsou uvedeny konkrétní příklady přírodních úkazů jak ze světa, tak z území České republiky.

Všechny tyto body byly v této práci splněny a podrobně popsány. Chtěl bych hlavně poukázat na to, abychom si uvědomili, že eroze je všude kolem nás a postupně modeluje naši krajinu a modelovat nadále bude. Člověk může jen zaplesat nad tím, co byla právě příroda schopna během dlouhé historie vytvořit za přírodní útvary na naší planetě a to ať se jedná například o nejvyšší vrcholy na Zemi nebo naopak různé zlomy či jezera je toho bezpočet, a měli bychom si právě přírodního bohatství proto o něco více cenit.

## 15. Literatura:

**BALATKA B., SLÁDEK J., 1977:** Evorzní tvary v Čechách a jejich geneze. Academia nakladatelství československé akademie věd, Praha.

**BLAŽKOVÁ M., 2002:** Antropogenní geologické procesy v krajině. *online:* <http://www.cbks.cz/sbornik02/Blazkova.pdf> cit.: 30. 3. 2014

**ĎURICA Š., HOLÝ M., SUK M., 2008:** Člověk jako geologický činitel. Moravské zemské muzeum, Brno.

**HOLÝ M., 1994:** Eroze a životní prostředí. Vydavatelství ČVUT, Praha.

**HABĚTÍN V., 1984:** Základy geologie. Univerzita Karlova, Praha.

**HOLÝ M., MLS J., VÁŠKA J., 1982:** Modelování erozních procesů. Československá akademie věd, Praha.

**CHLUPÁČ I., 2011:** Historická geologie. Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, Praha.

**CHLUPÁČ I., 2002:** Geologická minulost České republiky. Academia nakladatelství československé akademie věd, Praha.

**JANEČEK M., 2008:** Základy erodologie. ČZU, Fakulta životního prostředí, Praha.

**JANECEK M., 2002:** Ochrana zemědělské půdy před erozí. CZU, Praha.

**KACHLÍK V., 2011:** Základy geologie. Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, Praha.

**KUKAL Z., 1983:** Rychlost geologických procesů. Academia nakladatelství československé akademie věd, Praha.

**KNIŽNÍ KLUB, 2004:** Země. Knižní klub, Praha

**KRNAP, 2014:** Krkonošský národní park, *online:* <http://www.krnep.cz/> , cit.: 27. 2. 2014

**MACDOUGALL J. D. 2004:** Stručné dějiny planety Země kámen a život, oheň a led. Dokořán, Praha.

**MALKOVSKÝ M., a kol., 1974:** Geologie české křídové pánve a jejího podloží. Ústřední ústav geologický, nakladatelství Československé akademie věd, Praha.

**Marschalko M. a kol. 2014:** Geologie - výukové multimediální texty, *online:* <http://geologie.vsb.cz/geologie/>, cit.: 21. 2. 2014

**MÍSAŘÍK Z. 1987:** Regionální geologie světa. Academia, Praha.

**NATIONALGEOGRAPHIC, 2013:** *online:* <http://education.nationalgeographic.com/>, cit.: 23. 2. 2014

**NPSUMAVA, 2014:** Národní park Šumava, *online:* <http://www.npsumava.cz/cz/>, cit.: 29. 2. 2014

**POZNEJ SVĚT, 2010:** Poznejte svět. International MastersPublishers, Paha.

**PROSOVÁ M., ZEMAN M., 1974:** Geomorfologie v inženýrskogeologickém mapování. HIG, Praha.

**REBO PRODUCTIONS, 2004:** 100 Nejkrásnějších národních parků světa. Rebo productions, Praha.

**ŘEHOŘ F., 1988:** Přehled historické geologie a regionální geologie České republiky. Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ostrava.

**SMOLOVÁ I. a VÍTEK J., 2007:** Základy geomorfologie a vybrané tvary reliéfu. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc.

**SVOBODA I., 2008:** Šumavská ledovcová jezera, kary, strže a vodopády. Das Media, Praha.

**VACHTL J., 1965:** Výsledky strukturně geologického výzkumu české křídly a jejího podloží v letech 1961-1963. Sborník geologických věd, Praha.

**ZOROVSKÝ V., 1979:** Historická geológia. Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatury, Bratislava

**ŽALMANOVÁ E., 2005:** Ústav zahradní a krajinářské architektury MZLU Brno, *online:* [http://old.zf.mendelu.cz/ustavy/561/exogenni\\_procesy.pdf](http://old.zf.mendelu.cz/ustavy/561/exogenni_procesy.pdf), cit.: 17. 2. 2014

**Obrázky:**

**(URL 1, 22. 2. 2014):** <http://www.twotreatises.org/157>

**(URL2, 22. 2. 2014):** <http://wanthalf.saga.cz/img9-103>

**(URL3, 27. 2. 2014):** <http://students.brown.edu/swiss/>

**(URL4, 1. 3. 2014):** [http://vyuka.zsjarose.cz/index.php?action=lesson\\_detail&id=8](http://vyuka.zsjarose.cz/index.php?action=lesson_detail&id=8)

**(URL5, 1. 3. 2014):** <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=234>

**(URL6, 12. 3. 2014):** <http://www.adrspach.cz/>

**(URL7, 1. 3. 2014):** <http://www.anais.ro/>

**(URL8, 12. 3. 2014):** [http://cs.wikipedia.org/wiki/Skaln%C3%AD\\_okno](http://cs.wikipedia.org/wiki/Skaln%C3%AD_okno)

**(URL9, 1. 3. 2014):** <http://geologie.vsb.cz/geologie/>

**(URL10, 1. 3. 2014):** <http://www.cyklodonovaly.sk/?p=10>

**(URL11, 1. 3. 2014):** <http://peterka-foto.cz/usa-narodni-park.php>

**(URL12, 1. 3. 2014):** <http://www.boomsbeat.com/articles/687/20140226/50-photos-uluru-australia-heavens-table.htm>

**(URL13, 3. 3. 2014):** <http://www.potolkimaker.com/second/Alice-Springs/watarrka-national-park-and-kings-canyon.html>

**(URL14, 4. 3. 2014):** <http://www.sumava.com>

**(URL15, 4. 3. 2014):** <http://www.lipensko.org>

**(URL16, 4. 3. 2014):** <http://itras.cz/sumava/>

**(URL17, 4. 3. 2014):** <http://www.sumavaregion.cz/index.php?s=6>

**(URL18, 4. 3. 2014):** <http://itras.cz/sumava/galerie/11449/>

**(URL19, 4. 3. 2014):** <http://jezero-laka.ceskehory.cz/>

**(URL20, 4. 3. 2014):** <http://itras.cz/obri-dul/galerie/8875/>

**(URL21, 4. 3. 2014):** <http://www.maxitrip.cz/destinace/evropa/cesko/krkonose/>

**(URL 22, 5. 3. 2014):** <http://www.kct-tabor.cz/gymta/Vltava/StudenaVltava/>



## **16. Seznam obrázků a tabulek:**

### **Obrázky:**

- Obr. č. 1 Niva řeky Mississippi
- Obr. č. 2 Skalní brána
- Obr. č. 3 Matterhorn
- Obr. č. 4 Leurasie a Godwana
- Obr. č. 5 Skalní stěna
- Obr. č. 6 Skalní brána
- Obr. č. 7 Skalní převis
- Obr. č. 8 Skalní oko
- Obr. č. 9 Erozní údolí
- Obr. č. 10 Kaňonovité údolí
- Obr. č. 11 Glaciální údolí
- Obr. č. 12 Grand Canoy
- Obr. č. 13 Antilopí kaňon
- Obr. č. 14 Uluru
- Obr. č. 15 Kingsnův kaňon
- Obr. č. 16 Mapa ledovcových jezer
- Obr. č. 17 Černé jezero
- Obr. č. 18 Čertovo jezero
- Obr. č. 19 Plešné jezero
- Obr. č. 20 Prášílské jezero
- Obr. č. 21 Jezero Laka
- Obr. č. 22 Ledovcové údolí
- Obr. č. 23 Sněžka
- Obr. č. 24 Horní tok Vltavy

### **Tabulky:**

- Tab. č. 1 Vývojové etapy