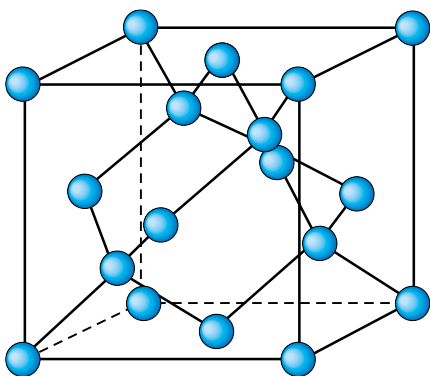


## Krystalová struktura minerálů



Krystalová struktura diamantu **3D**

Minerály jsou **pevné látky** (jedinou výjimkou je rtuť), které až na nepatrné výjimky (například opál) tvoří krystaly. Jednotlivé minerály se odlišují vnitřní stavbou, tzv. **krystalovou strukturou**. Ta vzniká pravidelným přirůstáním stavebních částic – atomů, iontů nebo molekul ve třech směrech. Částice spojují chemické vazby. Krystalová struktura ovlivňuje fyzikální vlastnosti krystalů a jejím vnějším projevem je tvar krystalů. Tuto trojrozměrnou vnitřní stavbu mají i zrna, úlomky nebo valouny minerálů. Jde tedy také o krystaly, i když na nich žádné krystalové plochy nejsou patrné.

Krystalovou strukturou a chemickým složením se od sebe minerály navzájem odlišují.

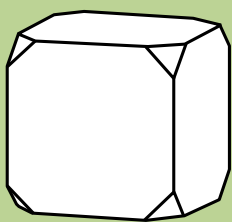
Některé minerály krystalizují snadno a velmi rychle, například sůl kamenná při vypařování mořské vody. Jiné naopak k tvorbě krystalů potřebují řadu let. Mnohé minerály vyžadují ke krystalizaci vysokou teplotu a tlak, které působí hluboko pod zemským povrchem.



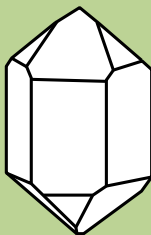
**Připravte nasycený roztok soli kamenné (NaCl) a modré skalice ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Roztok rozdělte na dvě části. Jednu část roztoku nalijte do Petriho misky a za pokojové teploty nechte krystalizovat. Druhou vlijte do varné baňky nebo kádinky a ihned ochlaďte pod tekoucí vodou. Porovnejte velikost a tvar krystalů. Jaký tvar mají krystaly soli kamenné?**

Krystaly minerálů mají různé tvary a liší se také velikostí. Podle tvarů zařazujeme krystaly do šesti **krystalových soustav**.

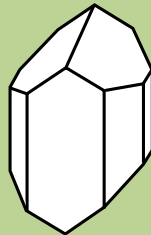
### Krystalové soustavy



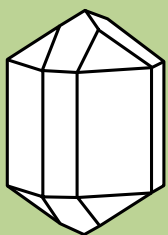
KRYCHLOVÁ  
(galenit)



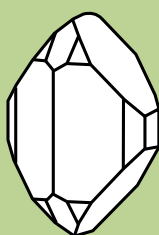
ŠESTERĚČNÁ  
(křemen)



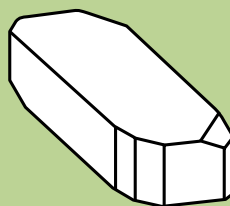
JEDNOKLONNÁ  
(augit)



ČTVERĚČNÁ  
(kasiterit)



KOSOČTVERĚČNÁ  
(olivín)



TROJKLONNÁ  
(modrá skalice)



Krápníčkovitý chalcedon

Shluk krystalů jednoho minerálu se označuje jako **agregát**.



Agregát křemene



Soustava	Charakteristika	Příklady minerálů
krychlová	průřezy ve tvaru trojúhelníku, čtverce, šestiúhelníku nebo osmiúhelníku; v horninách často kruhové průřezy (granát); nejčastější tvary: krychle, osmistěn, dvanáctistěn kosočtverečný	měď, stříbro, zlato, diamant, galenit, sfalerit, pyrit, magnetit, sůl kamenná, fluorit, granát
šesterečná	průřezy blízké trojúhelníku nebo šestiúhelníku; typické tvary: šestiboký hranol (křemen, apatit, někdy kalcit), šestiplochá dipyramida (křemen), klenec (kalcit, siderit, dolomit, křemen)	grafit, rumělka, hematit, křemen, apatit, kalcit, siderit, dolomit
čtverečná	průřezy blízké čtverci nebo osmiúhelníku; typické tvary: čtyřplochý hranol, čtyřplochá dipyramida s čtvercovým půdorysem	chalkopyrit, kasiterit
kosočtverečná	průřezy blízké kosočtverci nebo obdélníku; typické tvary: čtyřplochý hranol, čtyřplochá dipyramida s kosočtvercovým půdorysem	síra, antimonit, aragonit, olivín
jednoklonná	nápadné šikmé plochy a hrany „padající“ v jednom směru; průřezy blízké kosočtverci nebo obdélníku, někdy až šestiúhelníku (amfíbol); typický tvar: čtyřplochý hranol s kosočtvercovým půdorysem	sádrovec, augit, amfíbol, muskovit, biotit, ortoklas
trojklonná	často ploché krystaly tvořené dvojicemi navzájem rovnoběžných ploch	modrá skalice, plagioklasy

## Krystaly minerálů



Fluorit



Beryl



Síra



Živec draselný (ortoklas)



Modrá skalice



Nerovnoměrný vývin krystalu křemene



V minulém praktickém úkolu jste vypěstovali krystaly soli kamenné a určovali jste jejich tvar. Sůl kamenná krystalizuje v soustavě krychlové a její krystaly mají za ideálních podmínek tvar krychle. Ve vaší kádince ale vyrostly spíše krystaly poněkud protažené nebo zploštělé. Ve srovnání s ideálním tvarem krychle mají tedy vaše krystaly různě dlouhé hrany. Jedna z vlastností krychle však zůstala zachována. Která?

Odchyly od ideálního tvaru, tzv. **nerovnoměrný vývin** krystalů, jsou v přírodě zcela běžné a často nám znemožňují správné zařazení krystalu do soustavy. V takových případech nemůžeme využít k určení minerálu krystalové tvary.

Porovnej tvar krystalů minerálů. Čím se především liší?

**S** Minerály jsou až na výjimky pevné látky, které většinou tvoří krystaly. Navzájem se odlišují chemickým složením a krystalovou strukturou. Vnější projev krystalové struktury je tvar krystalu. Ten však může být pozmeněn nerovnoměrným vývinem, ke kterému v přírodě často dochází.

## Otázky a úkoly

- 1 Jak vznikají minerály v přírodě?
- 2 Čím se od sebe jednotlivé minerály odlišují?
- 3 Vyhledejte a doplňte další příklady minerálů k jednotlivým krystalovým soustavám.



## Co jsou horniny?

„Jediným solidním základem našeho světa jsou horniny.“

F. V. Holub, docent Univerzity Karlovy v Praze

Ať si vykračujeme krajinou, nebo po dlažbě velkoměsta, všude máme pod nohama horniny. Z hornin vyrábíme stavební materiály, horninami zkrášlujeme budovy z nich postavené. Leckdo má nějakou horninu i doma, například jako kamennou desku na kuchyňské lince. Nebo z nich má na zahrádce skalku. A skoro každý je má pak na hrobě... Horniny nás prostě provázejí po celý život.



Ostrá hůrka u Starého Plzeň

Která skupina minerálů se nejvíce podílí na stavbě nejběžnějších hornin?

Za horniny lze považovat i meteority, které dopadly na zemskou kůru z meziplanetárního prostoru.



Zkuste vlastními slovy charakterizovat horninu. V čem se liší od minerálu?



Křídové útesy (Anglie)

Horniny můžeme charakterizovat jako směsi **minerálů**. Tak je tomu například u žuly nebo čediče. Výjimkou jsou horniny jako vápenec nebo křemenec, tvořené pouze jedním minerálem.

Horniny mohou obsahovat také **zbytky organismů** – rostlin a živočichů.

V průběhu vývoje planety Země, trvajících přes čtyři miliardy let, se vytvořila pestrá škála hornin různého složení a vzhledu.



Meteorit

Podle způsobu vzniku můžeme horniny rozdělit na:

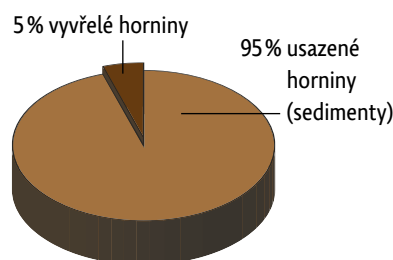
- **vyvřelé** (magmatické), vzniklé utužením (krystalizací) magmatu;
- **usazené** (sedimentární), které se vytvořily zejména usazováním (sedimentací) úlomků hornin nebo schránek organismů, především na mořském dně;
- **přeměněné** (metamorfované), vzniklé přeměnou původních hornin vyvřelých, usazených nebo i předtím již přeměněných.



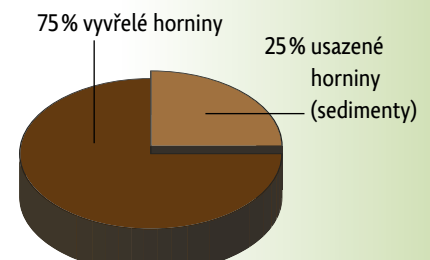
Zkamenělá jádra kmenů stromů



Porovnejte s využitím grafů zastoupení hornin v litosféře (horninovém obalu Země). (Horniny přeměněné jsou v grafech zařazeny k horninám, ze kterých vznikly, tj. část k vyvřelým a část k usazeným.)



Podíl hornin na zemském povrchu



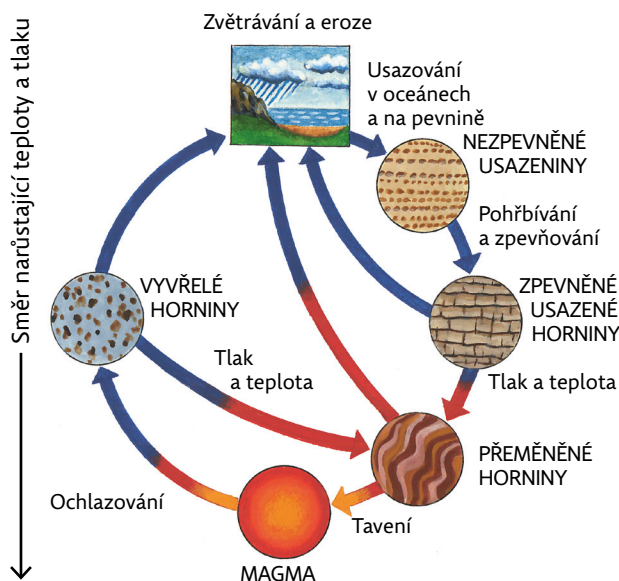
Podíl hornin v zemské kůře



## Horninový cyklus

Horniny se neustále mění v nekonečném procesu označovaném **horninový cyklus**. Horniny roztavené v nitru Země na magma postupně tuhnou a vytvářejí **horniny vyvřelé**. Ty se mohou dostat až na zemský povrch, kde se rozpadají působením vody, větru, organismů – těmto dějům říkáme **zvětrávání**. Řeky částí hornin odnášejí až do oceánů, kde dochází k jejich postupnému usazování. Vznikají horniny **usazené**.

V důsledku vysokých teplot a zvýšeného tlaku, např. při vrásnění zemské kůry, dochází ke změnám hornin vyvřelých i usazených. Ty se postupně stávají horninami **přeměněnými**. Mění se nejen složení, ale i uspořádání jejich horninových složek.



Horniny se na první pohled zdají naprosto neměnné. Je to však pravda?

Často se používá lidový výraz „tvrdý jako skála“. Jakého člověka označuje?

Některé skalní útvary vstoupily do povědomí lidí jako přírodní výtvarny charakterizující určitou oblast a některé jsou dokonce zařazeny na seznamu světového dědictví UNESCO.

**?** Pozorovali jste v přírodě nějaké změny na skalních odkryvech? Pokuste se je zdokumentovat a popsat. Ve kterých oblastech Česka působí destruktivní změny skalních útvarů velké problémy a ohrožují lidská obydlí i jejich majitele?



Pravčická brána – symbol NP České Švýcarsko

Tiské stěny

**S** Horniny se až na výjimky skládají z více minerálů. Podle způsobu vzniku rozlišujeme tři základní typy hornin: vyvřelé (magmatické), usazené (sedimentární) a přeměněné (metamorfované).

Příklad skály, jež se stala pro domorodé obyvatele posvátným místem, najdeme např. v Austrálii.



Uluru (Austrálie)

### Otázky a úkoly

- 1 Může být hornina tvořena pouze jedním minerálem? Pokud ano, uveďte příklad.
- 2 Popište podle schématu horninový cyklus. Na základě toho odvoďte základní klasifikaci hornin podle způsobu jejich vzniku.

**?** Uspořádejte fotografickou výstavu na téma *Proměny skal v našem regionu*. Výsledky svých pozorování zveřejněte. Budou důkazem, že i skála se během krátkého lidského života může změnit.



## Činnost větru

„Dlouhou dobu jsem seděl, pak ležel, nedbaje nepohodlí kamenné země a horka. Přemýšlel jsem nad tím, jak pouště a duny vznikají. O tom, že jejich poloha není náhodná, ale je podmíněná především směrem převažujících větrů, které sem z dalekého okolí přinášejí drobná zrnka zvětralého pískovce. V místech, kde se údolí otevírá, vítr ztrácí svoji unášivou rychlost a zrnka padají s neuvěřitelnou přesností pořád na jedno místo. Vznikají duny. Nepohodlí začalo být nesnesitelné...“

Z časopisu Koktejl, duben 1997, Pouště

Vítr je významnou erozní silou zvláště v pouštních oblastech, kde přemísťuje nepevněný materiál. Unášená zrnka písku obrušují skály do charakteristických tvarů, jako jsou **skalní hříby** nebo **skalní okna**.

Pouštní krajiny vznikají v místech s nedostatkem vody a jsou modelovány zvětřáváním a větrnou erozí po dlouhá období. Erozní pochody v pouštním podnebí způsobují vznik typických povrchových útvarů v podobě bizarních skalních výchozů a **písečných přesypů – dun**.

**Duny** vznikají složitými pochody, a to v místech, kde vítr ztrácí na energii. Písek se usazuje a vytváří hřbety, vrchy, hvězdy, půlměsíce či jiné útvary typické pro pouštní ráz krajiny. Někdy jsou to doslova umělecká díla. Duny mohou dosahovat výšky až 300 m a délky 20 i více kilometrů.



Skalní okno (Arizona)

**?** Podle obrázku z pouště se pokus o výtvarné ztvárnění pouštní krajiny (vypreparovaná skaliska, duny různých tvarů apod.). Uspořádejte ve třídě nebo ve škole vernisáž těchto výtvarných děl.

- ?** 1. Prohlédněte si obrázky na s. 78–79 a uveďte, ve kterém případě se jedná o tvořivou a ve kterém o ničivou činnost větru.  
2. Odvoďte z předchozího textu, který typ zvětřávání je příznačný pro pouštní oblasti.



Písečné duny (Sahara)



Skalní hřib (kaňon Marble, Arizona)

Která poušť je považována za největší? Její rozlohu porovnejte s rozlohou některých evropských i zámořských států.

Jak jsou organismy přizpůsobeny životu na poušti? Uveď příklady.

V pouštích často nacházíme tzv. **hrance** – valouny s rovnými plochami a ostrými hranami. Vítr unáší písek, který valouny na jedné straně obrušuje. Pokud se valoun převrátí, obrušuje se další strana. Hrance nevznikají jen v pouštích. U nás je můžeme najít např. v Třeboňské pánvi.



Hranec **3D**



## Minerály pouští

Řada pouští ukrývá cenné lokality pro těžbu minerálů. **Ložiska soli** se prozrazují solnými výkvěty, které často tvoří pozoruhodné obrazce. Vedle soli se v pouštích mohou nacházet některé další minerály. V chilské poušti Atacama se nachází jeden z největších dolů na **rudy mědi** na světě, který je v provozu již 500 let.

Minerál **sádrovec** se v pouštích nachází v podobě „květů“ (tzv. pouštní růže). Jejich růst je ovlivněn zrny jemného písku, který sádrovec během růstu uzavře, a získá tak typickou růžovohnědou barvu.



Pouštní růže

## Ekologické důsledky rozšiřování pouští

Rozšiřování či zmenšování plochy pouští má dopady na utváření klimatu. Zmenšují-li se pouště, klima je vlhčí. Dochází-li naopak k jejich zvětšování, klima se stává sušším. Rozloha pouští se každý rok zvětšuje přibližně o 120 000 km<sup>2</sup>.

Proces rozšiřování pouští (desertifikace) a nedostatek vody se stávají významným globálním problémem planety Země. Je jím postižena asi čtvrtina povrchu pevnin. Příčinou je špatné zemědělské obhospodařování půdy a velký růst populace právě v extrémně suchých oblastech.



Poušť Namib pronikající do oázy (jihozápadní Afrika)



Zamyslete se nad širšími souvislostmi a dopady procesu desertifikace na planetu Zemi. Vezměte v úvahu zajištění dostatku potravin pro obyvatele ohrožených oblastí, nebezpečí šíření chorob lidí i domácích zvířat, nárůst uprchlíků kvůli špatnému životnímu prostředí, vznik válečných konfliktů.

Vhodná by byla i beseda s odborníkem na téma globální problémy Země.



Vítr je významnou erozní silou zvláště v pouštních oblastech. Jeho tvořivou činností vznikají písečné přesypy (duny), rušivá činnost větru se projevuje obrušováním skalních útvarů zrnky písku. V pouštích se nachází řada ložisek užitkových minerálů. Proces rozšiřování pouští (desertifikace) a nedostatek vody se stává významným globálním problémem planety Země.

## Otázky a úkoly

- 1 Vysvětlete vznik skalního hříbu. Proč získávají skály obrušované větrem právě tuto podobu?
- 2 Zdůvodněte, proč rozšiřování pouští považujeme za jeden z globálních problémů Země.

V oblasti těžby měděných rud v Chile se stále nacházejí doklady o existenci významné indiánské civilizace. O kterou říši se jedná? Zjistí o této civilizaci informace, které se týkají využívání nerostných surovin.

Ze kterého cizího jazyka pochází výraz desertifikace?

Suchý, horký a prašný vítr zvaný harmatan, který vane hlavně v dubnu a květnu, odnáší velmi jemný písek ze Sahary do vzdálených oblastí. Mohou se s ním setkat např. i obyvatelé Paříže, či dokonce Prahy.

Vyhledej si ve slovníku heslo viklan a zjisti, jak takový útvar vznikne.

Znáš některé viklany u nás?




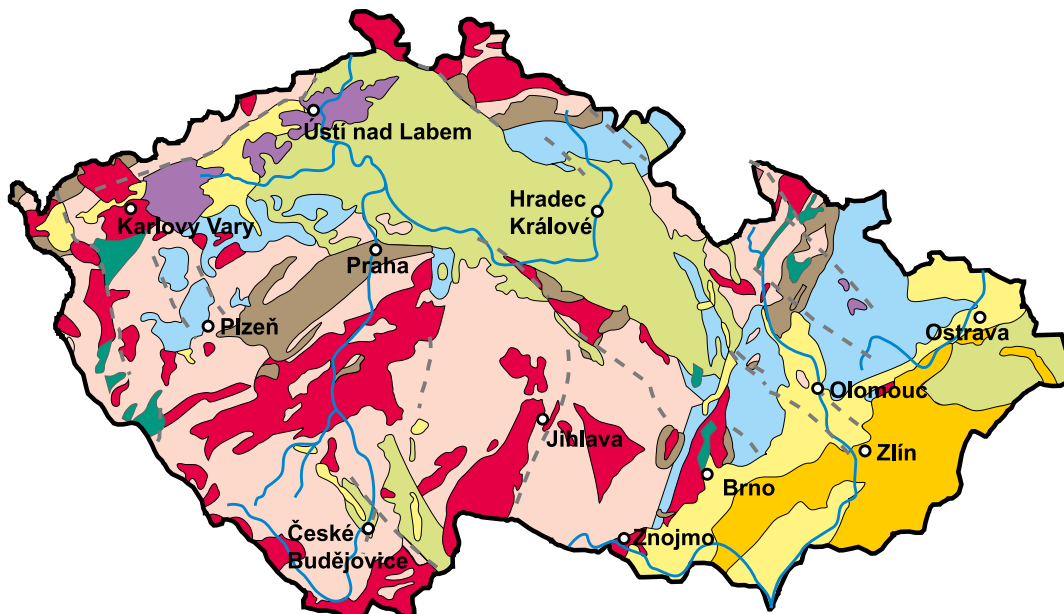
Viklan u Rybníčné













## Geologický vývoj našeho území

Při pohledu na geologickou mapu, do které jsou dokresleny největší zlomy procházející naším územím, můžeme získat dojem, že naše území je rozděleno do velkých bloků a připomíná tak trochu obří puzzle. Dohromady jej složilo vrásnění, kterému říkáme variské.

 Sežeňte geologickou mapu regionu, ve kterém žijete. Které horniny ve vašem regionu převažují?

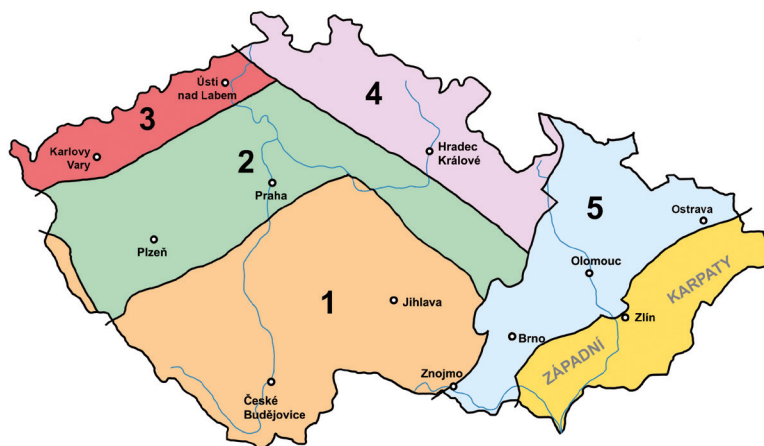


 mladší třetihory	 starší třetihory	 druhohory	 mladší prvohory	 starší prvohory
 starohory	 žula	 čedič fonolit	 gabra s amfibolity	 zlomy

V geologické stavbě Českého masívu tak můžeme rozlišit pět hlavních jednotek. Označují se jako oblasti:

1. moldanubická
2. středočeská
3. sasko-durynská
4. lužická
5. moravsko-slezská

Mapka s rozlišenými geologickými jednotkami Českého masívu



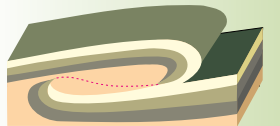
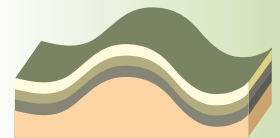
Vedle toho k nám na východě zasahují Západní Karpaty, které se přesunuly přes východní okraj Českého masívu ve formě tzv. příkrovů.

Variské vrásnění bylo důsledkem srážky dvou tehdejších velkých kontinentů – severního (Laurassie) a jižního (Gondwany).

Zopakuj si, které geologické děje jsou charakteristické pro období prvohor.

Které horniny na území Českého masívu jsou prvohorního stáří?

Podle obrázků vysvětli svými slovy, jak vzniká příkrov.



Jako **příkrovy** označujeme rozsáhlé vrásové přesmyky, při nichž docházelo k přesunování nadložních vrstev přes podloží na vzdálenost desítek kilometrů. Velké příkrovy vznikly například v Západních Karpatech nebo v Alpách.



Nejstarší na světě známé horniny (prahorního stáří) se na našem území nenacházejí. Horniny **starohor** jsou tu naopak zastoupeny hojně. Usazovaly se původně jako jílovito-písčité sedimenty na mořském dně. Později byly zvrásněny a přeměněny do podoby pararul a migmatitů. Tyto horniny se vyskytují ve všech hlavních jednotkách Českého masívu. Najdeme je v našich pohraničních pohořích a také v tzv. moldanubiku (s. 112), které zaujímá velkou část středních a jižních Čech a západní Moravy.



Pararuly na Šumavě (okolí Kašperka)

V nepřeměněné a nezvrásněné podobě najdeme horniny mladších starohor v oblasti středočeské, a to v území mezi Prahou a Plzní označovaném jako **Barrandien** (s. 112), a také v Železných horách. Jedná se o různé břidlice a pískovce. Zajímavé jsou výskyt bulžníků, které jsou odolné vůči zvětrávání a v krajině tvoří nápadné vyvýšeniny (Ládví, Radyně aj.).



Barrandien

Také z období **starších prvohor** máme na našem území převážně mořské sedimenty. Podobně jako tomu bylo s horninami starohor, zachovaly se v nepřeměněné podobě ve formě břidlic, pískovců a vápenců v Barrandienu, kde jsou doprovázeny také čediči – pozůstatky podmořských výlevů láv.



Která chráněná území se nacházejí v oblasti Barrandienu?

Prvohorní pískovce najdeme i na Dražanské vrchovině a v Nížkém Jeseníku. V pohraničních horách byly tyto horniny přeměněny na fylity a svory.

Pro historii Českého masívu má největší význam **variské vrásnění** (někdy označované jako **hercynské**), které spojilo všechny hlavní bloky v jeden celek. Tento proces ovšem trval téměř sto milionů let a byl ukončen v období mladších prvohor.

Variské vrásnění vytvořilo na území dnešní Evropy rozsáhlé horstvo podobné dnešním Alpám, které však bylo již do konce prvohor zarovnáno erozí do podoby paroviny. Český masív představuje nejvýchoďnější z jeho pozůstatků.

Během vrásnění docházelo v několikakilometrových hloubkách k tavení pohřbených sedimentů. Vytvořilo se tak velké množství žulového magmatu, které později utuhlo v podobě velkých **plutonů** (moldanubický, středočeský, krušnohorský, krkonošsko-jizerský) i menších masívů.



Žulové magma krystalizuje (tuhne) nejčastěji v hloubkách několika kilometrů pod povrchem. Pohledem na geologickou mapu nebo návštěvou v terénu zjistíte, že dnes jsou tato žulová tělesa na povrchu. Vysvětlete.

Na rozhraní starohor a prvohor došlo k tzv. vrásnění **kadomském**, při kterém se vytvořila některá žulová tělesa – velký lužický pluton a menší masívy brněnský a dyjský (u Znojma).

Variské vrásnění vytvořilo na území dnešní Evropy rozsáhlé horstvo podobné dnešním Alpám, které však bylo již do konce prvohor zarovnáno erozí do podoby paroviny. Český masív představuje nejvýchoďnější z jeho pozůstatků. Ty ostatní najdeme v mnoha zemích západní Evropy, od Německa až po Španělsko a Portugalsko.

