



Podpovrchové vody v ČR

Rozložení podpovrchových vod

- nerovnoměrné
- většina Českého masivu – hlubinné vyvřeliny, krystalické břidlice ⇒ voda puklinová
- sedimentární horniny (2H, 3H, 4H)
 - ⇒ voda průlinová – hladina volná
 - hladina napjatá

Prosté podzemní vody

- největší akumulární oblast: Česká tabule
 - okrajové části
 - Loučenská tabule (Svitavská pahorkatina)
 - Úpsko-metujská tabule
 - Jizerská tabule
 - Ralská pahorkatina
 - + zlomová pásma v centrální části České tabule

- 1/2 dodávky vody pro veřejné vodovody - podzemní vody
- rozdělení využitelných zdrojů - nerovnoměrné
- ve vodohospodářsky významných hydrogeologických rajonech **svrchní křídly** (plocha 12,5 tis.km²)
 - jsou soustředěny zdroje s využitelnou vydatností více než 18,6 tis. l/s
- v **sedimentech jihočeských a západočeských pánví**: 2,5 tis. l/s
- v **kvarterních sedimentech**: 12,4 tis. l/s

Hydrogeologické regiony/rajóny

Hydrogeologický rajon = **území s obdobnými hydrogeologickými poměry, typem zvodnění a oběhem podzemní vody** (podle zákona č. 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů)

Seznam hydrogeologických rajonů stanovuje vyhláška č. 5/2011 Sb.

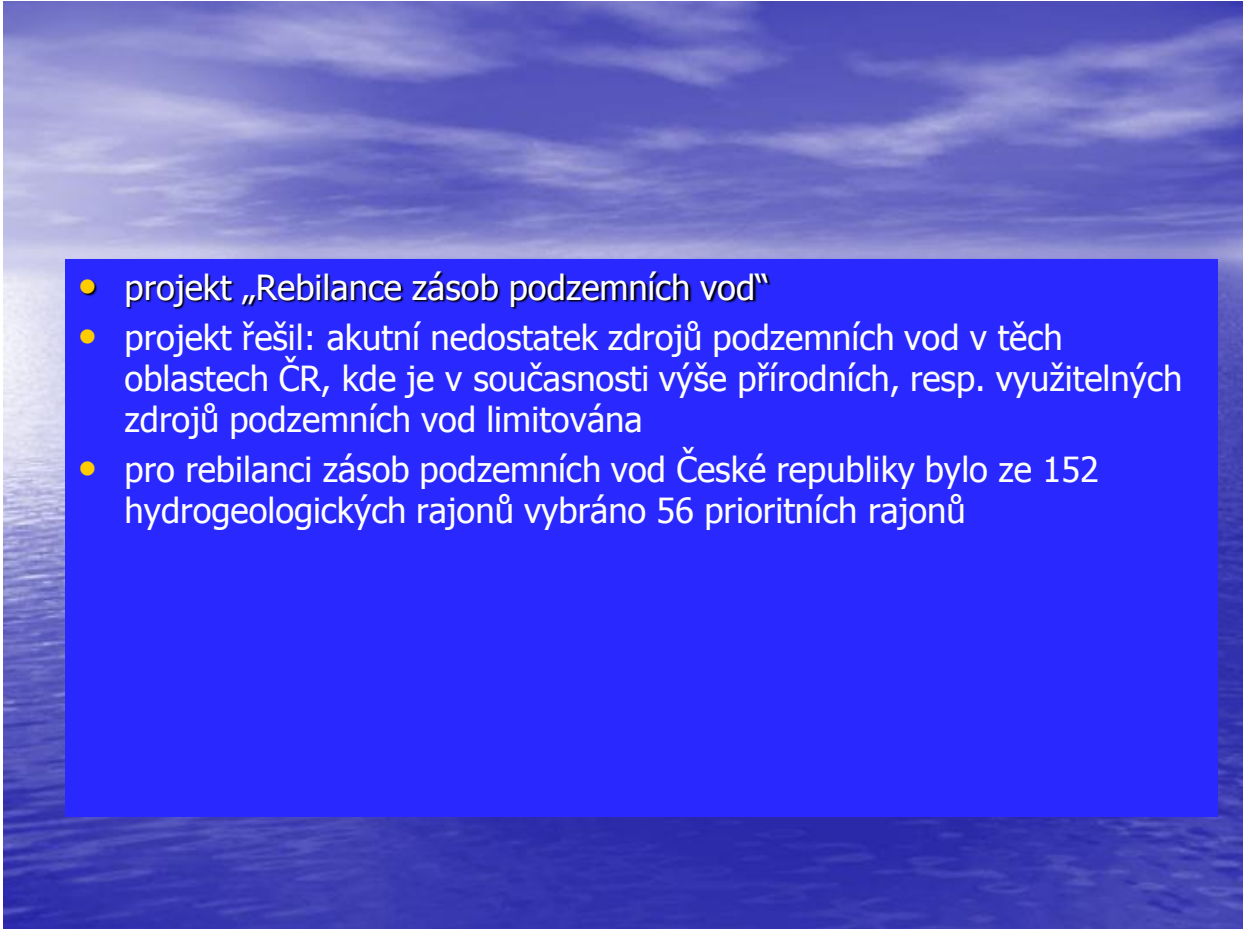
Podle vzájemné pozice se hydrogeologické rajony rozdělují na:

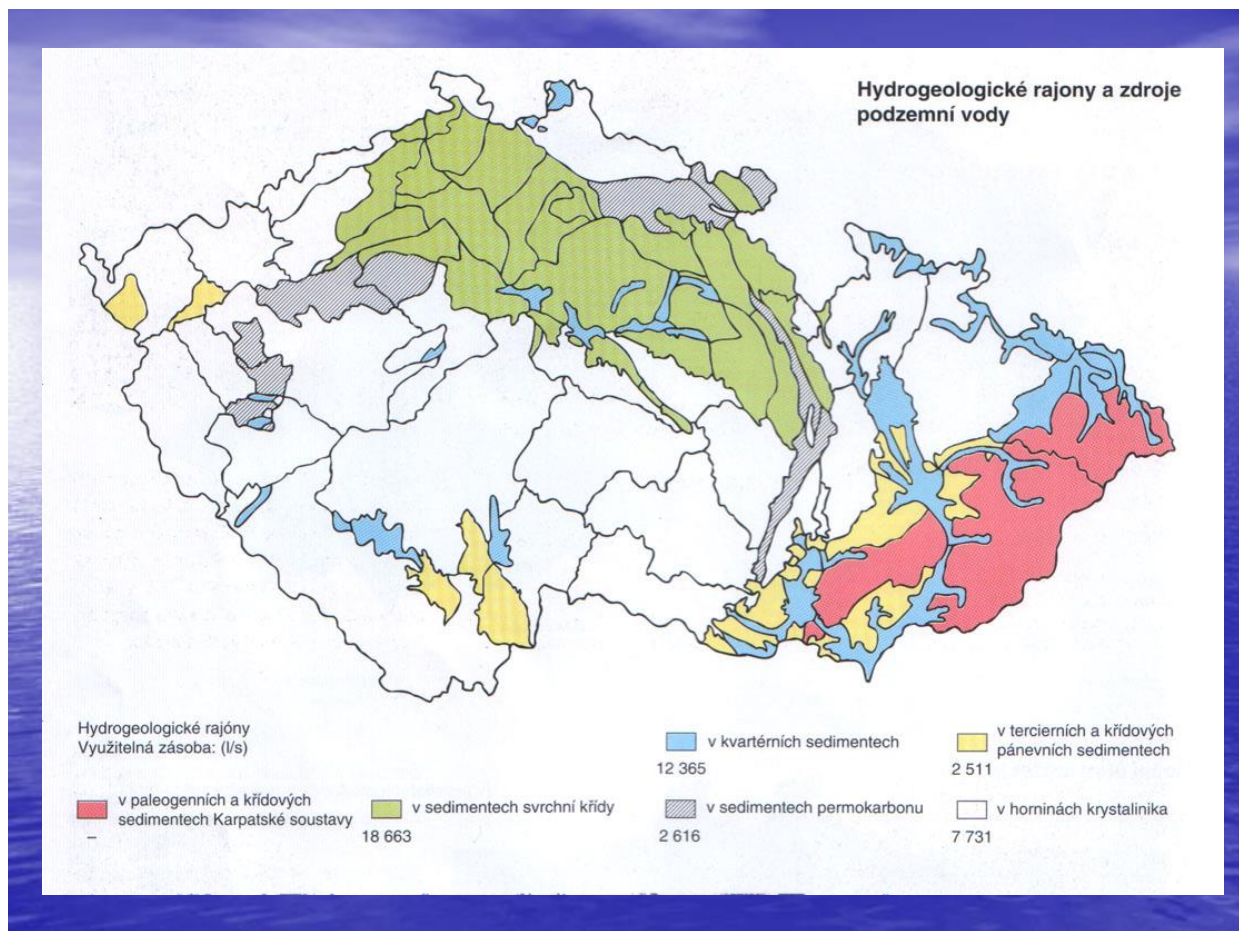
- svrchní rajony (rajony kvartérních sedimentů a coniaku),
- základní rajony
- hlubinné rajony (bazální křídové kolektory)

V ČR: **152 hydrogeologických rajonů**

projekt „**Rebilance zásob podzemních vod**“

- projekt řešil: akutní nedostatek zdrojů podzemních vod v oblastech ČR, kde je v současnosti výše přírodních (využitelných) zdrojů podzemních vod limitována
- pro rebilanci zásob podzemních vod České republiky bylo ze 152 hydrogeologických rajonů vybráno 56 prioritních rajonů

- 
- projekt „Rebilance zásob podzemních vod“
 - projekt řešil: akutní nedostatek zdrojů podzemních vod v těch oblastech ČR, kde je v současnosti výše přírodních, resp. využitelných zdrojů podzemních vod limitována
 - pro rebilanci zásob podzemních vod České republiky bylo ze 152 hydrogeologických rajonů vybráno 56 prioritních rajonů



Vydatnost pramenů

- Velký pramen – Mělnická Vrutice (140 l/s) – v minulosti
- Nadymač – Nové Hrady (Loučenská tabule (90 l/s)
- V korytách – Vysoké Mýto (60 l/s)

Lokalita Brněnec - Březová

- Nádražní prameny – Brněnec (100 l/s)
- Sulkovy prameny – několik pramenů v Březové nad Svitavou – zdroj pro Brno



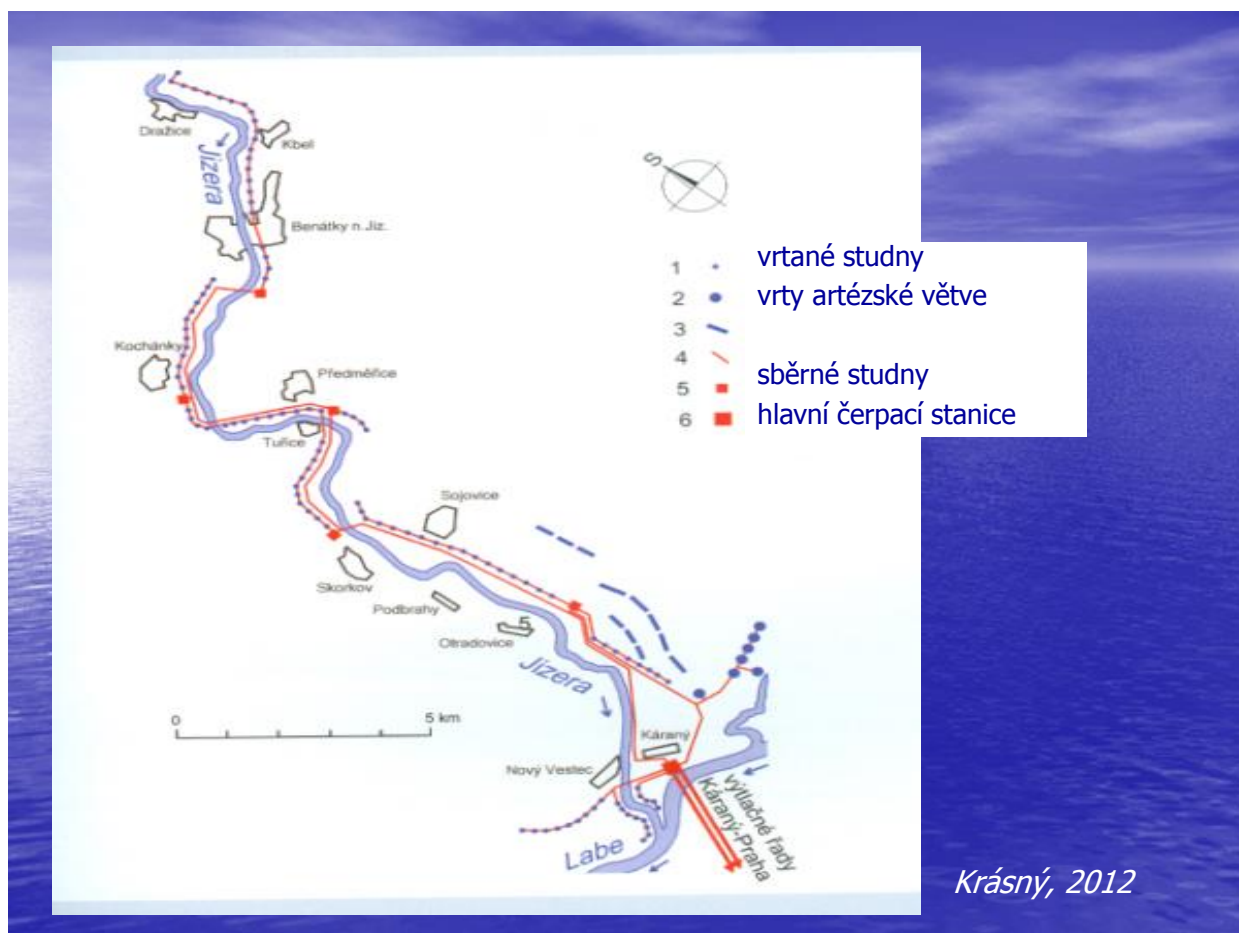
Národní registr pramenů a studánek (<http://www.estudanky.cz>)

Pramen – Mělnická Vrutice

- tzv. Velký pramen - soustředěný vývěr podzemních vod
- Vydátnost až 140 l/s
- Vývěr: pramenné jezírko
- pramen popisuje ve 60. letech 20. století (O. Hynie)
- Vývěr v místě puklinového kolektoru turonských hornin
- rok 1972 - zahájeno jímání podzemní vody skupinou vrtů v nedalekém Řepínském dole + v roce 1979 další skupinou v údolí Pšovky
- krátce po zahájení jímání pramen zanikl
- dočasně se znovu objevil během krátkého extrémně vlhkého období v 80. letech 20. století
- pramenné jezírko suché a voda z turonského kolektoru vyvěrá pouze do toku Pšovky v okolí Jelenice (jižně od Mělnické Vrutice)

Velká města – zdroje vody

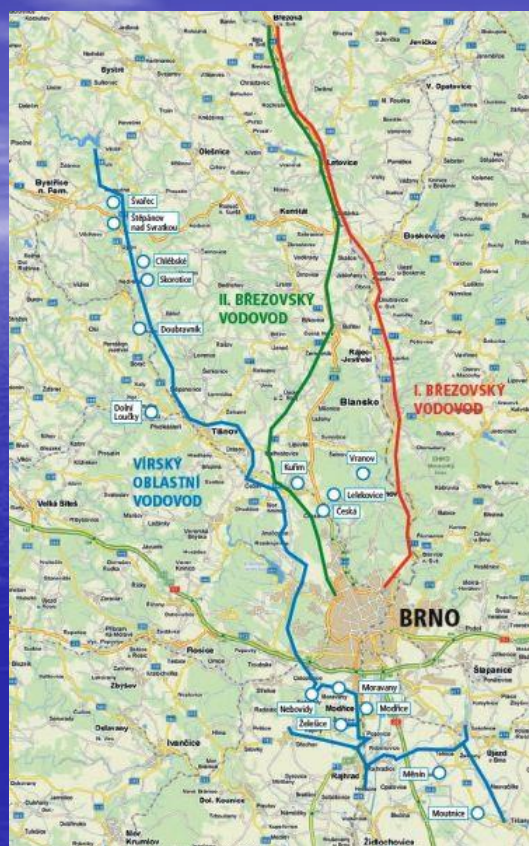
- Praha
- 74 % - **v. n. Švihov** (úpravna vody Želivka) - doprava pitné vody - štolový přivaděč (52 km), v provozu od roku 1972, maximálním špičkový výkon 6 900 l/s pitné vody (průměrně 3 100 l/s) → vodojem Jesenice (celkový objem 200 000 m³)
- 26 % - **úpravna vody Kárané** - podzemní voda (hlavně pro S Prahy) - první vodárna (zprovozněna v r. 1914), která zabezpečila obyvatelstvu Prahy kvalitní a zdravotně nezávadnou vodu → později byly postupně budovány pro Prahu další vodárny → podíl kárané vody na zásobování hlavního města postupně klesal
 - podzemní voda v Káraném - ze zdrojů **břehové infiltrace** = ze soustavy 680 vrтанých studní podél řeky Jizery - vydatnost všech zdrojů úpravny vody Káraný - 1750 l/s
- rezervní zdroj – **úpravna vody Podolí**



Brno

Kombinace:

- Březovský vodovod (I, II)
- Vířský vodovod



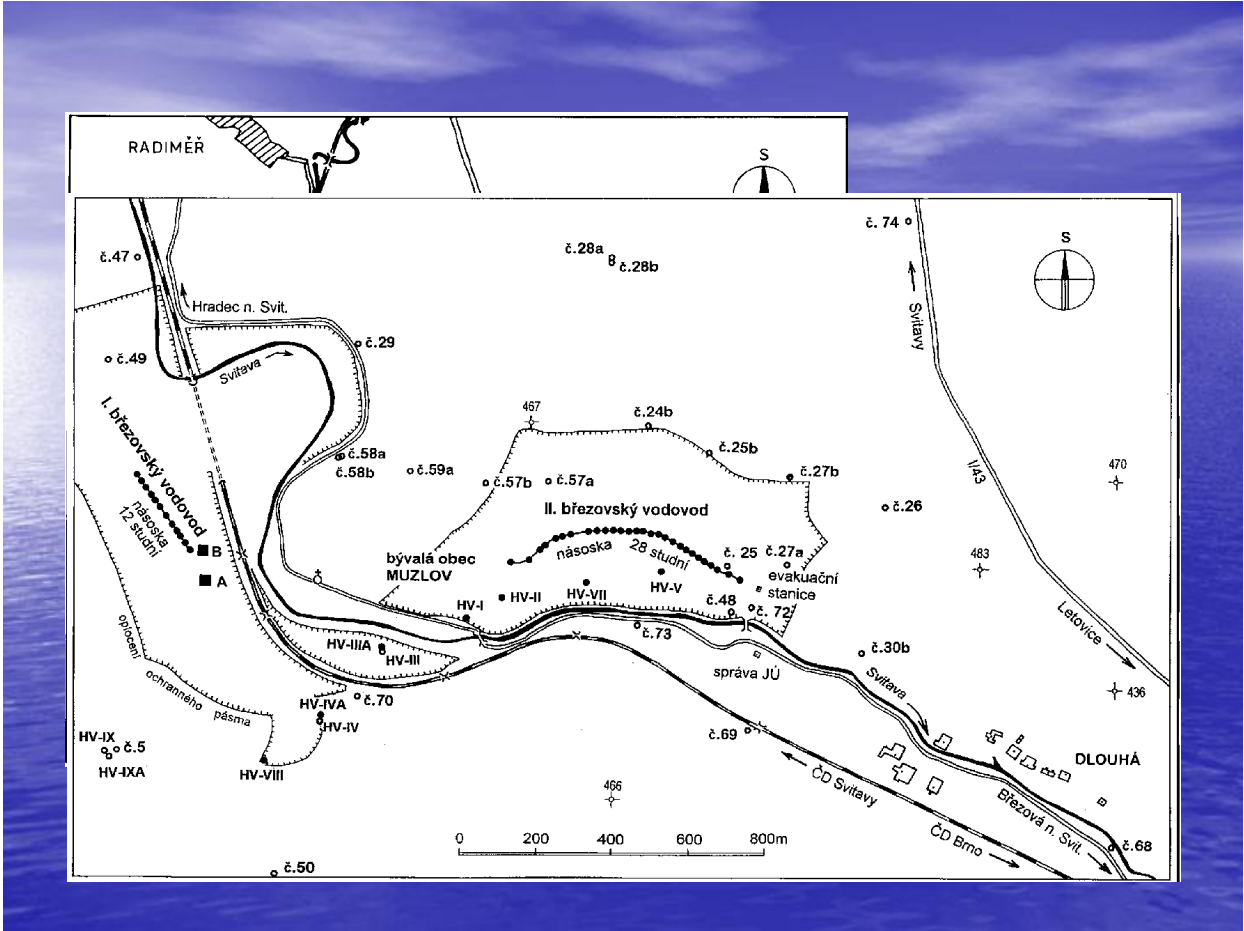
Historické využívání

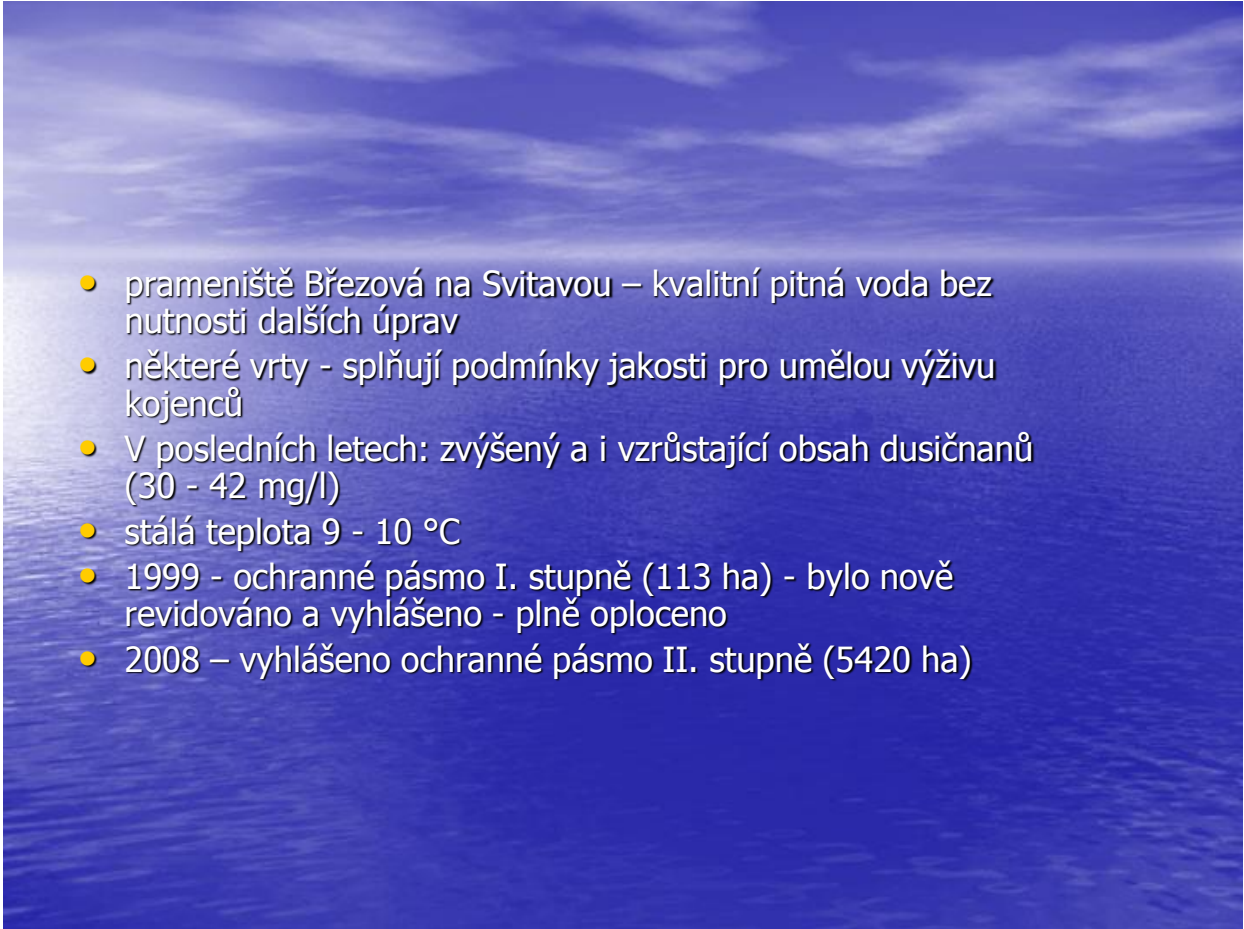
- ve středověku: četné místní studně
- Nedostatek vody řešen prameny na Kraví hoře – vodovod z Cimplu
- **1520** - povolení jímat vodu z Cimplu a do Brna zavést vodovod udělil svým věrným poddaným Brňanům sám král Ludvík Jagelonský, českým listem psaným na Budíně 3. ledna 1520 (*prameniště se nacházelo na královském pozemku a potrubí procházelo územím hradu Spilberk*)
- vodovod byl zanedbáván a v roce 1645 byl během obléhání Brna Švédy silně poničen
- v 19. století: město řešilo zásobování z lokálních zdrojů – zejména z nivy Svatky
- na přelomu 19. a 20. století – zkoumána možnost využití lokality Březová nad Svitavou - uskutečnila se první ojedinělá měření vydatnosti pramenů

- **1904 – 1906**: stavba jímacího zařízení pod názvem "Vodovod císaře Františka Josefa I.,,"
- 14 vrtaných studní profilu do hloubky 17 - 21 m
- od roku 1907 - připravován projekt na přivedení zachycené vody do Brna → vybudování potřebných vodojemů a rozvodů
- **1911 – 1913** - stavba 57,5 km dlouhého přivaděče (tzv. I. březovského vodovodu)
- **od roku 1913** - město Brno zásobováno vodou ze dvou zdrojů
 - kvalitní pitnou vodou z Březové nad Svitavou
 - vodou z úpravně Brno- Pisárky - kvalita nesrovnatelně horší a svými parametry nesplňovala některé požadavky na pitnou vodu

Březovský vodovod - Ústecká synklinála

- jedna z nejvýznamnějších hydrogeologických struktur v ČR: ústecká synklinála
- svými strukturně geologickými a litologickými vlastnostmi předurčena pro využití velkými vodárenskými odběry regionálního významu
- v ústecké synklinále je vybudováno dosud nejvydatnější jímací území v České křídové pánvi
- I. a II. **březovský vodovod** s celkovým odběrem podzemní vody 37,1 mil. m³ za rok



- 
- prameniště Březová na Svitavou – kvalitní pitná voda bez nutnosti dalších úprav
 - některé vrty - splňují podmínky jakosti pro umělou výživu kojenců
 - V posledních letech: zvýšený a i vzrůstající obsah dusičnanů (30 - 42 mg/l)
 - stálá teplota 9 - 10 °C
 - 1999 - ochranné pásmo I. stupně (113 ha) - bylo nově revidováno a vyhlášeno - plně oploceno
 - 2008 – vyhlášeno ochranné pásmo II. stupně (5420 ha)

II. březovský vodovod

- 1926 - přípravné práce
- 1953 - 1954 - zahájeny soustavné terénní průzkumné práce
- 1967 – 1968 – závěrečná etapa
- úplný provoz - od června 1976



V.n. Vír

Přehrada postavena v letech 1949 – 1958, 1964

Výška hráze: 66 m

Plocha: 224 km²

Účel – plány 1911 – povodně, regulace

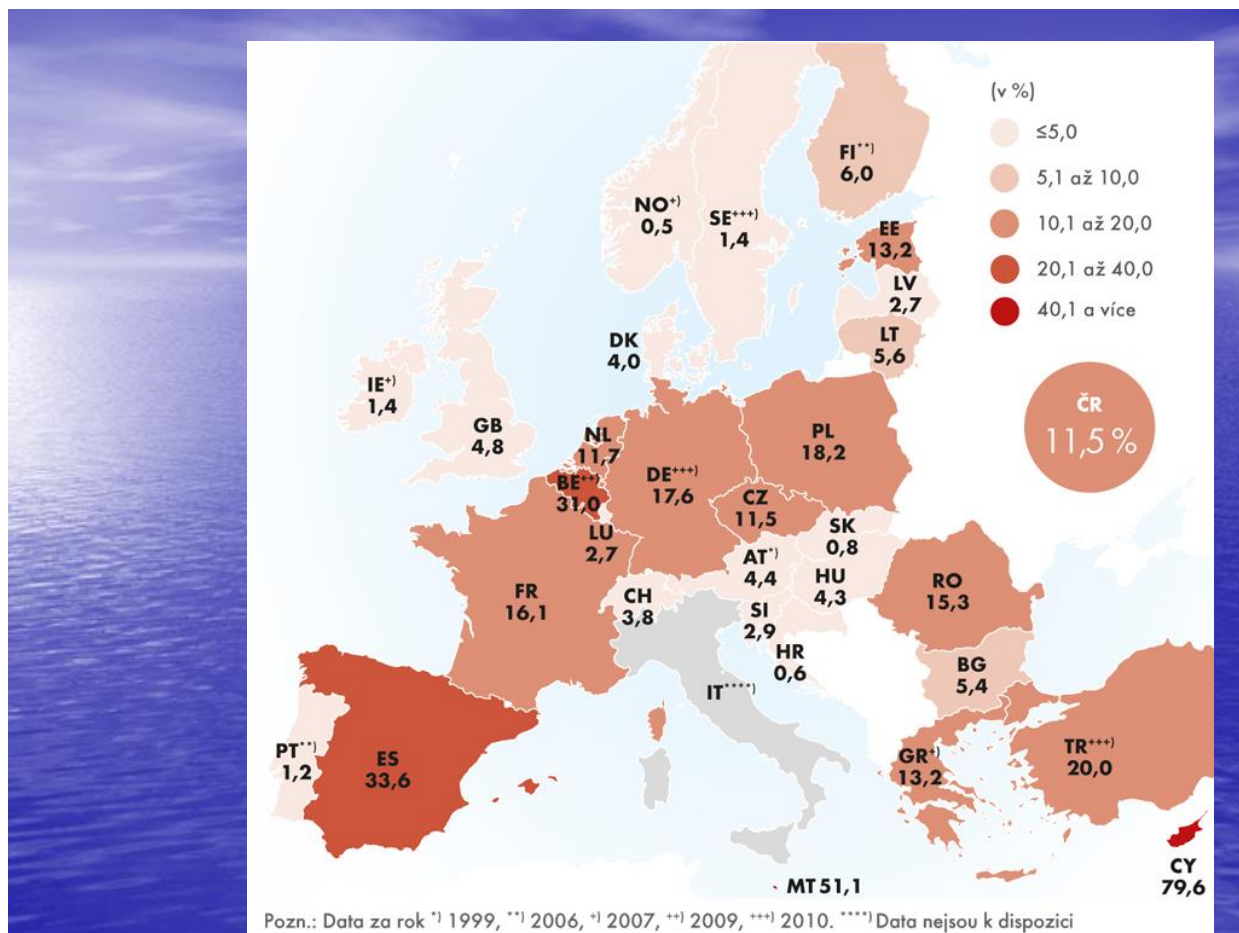
Současné: vodárenský zdroj, hydroelektrárna

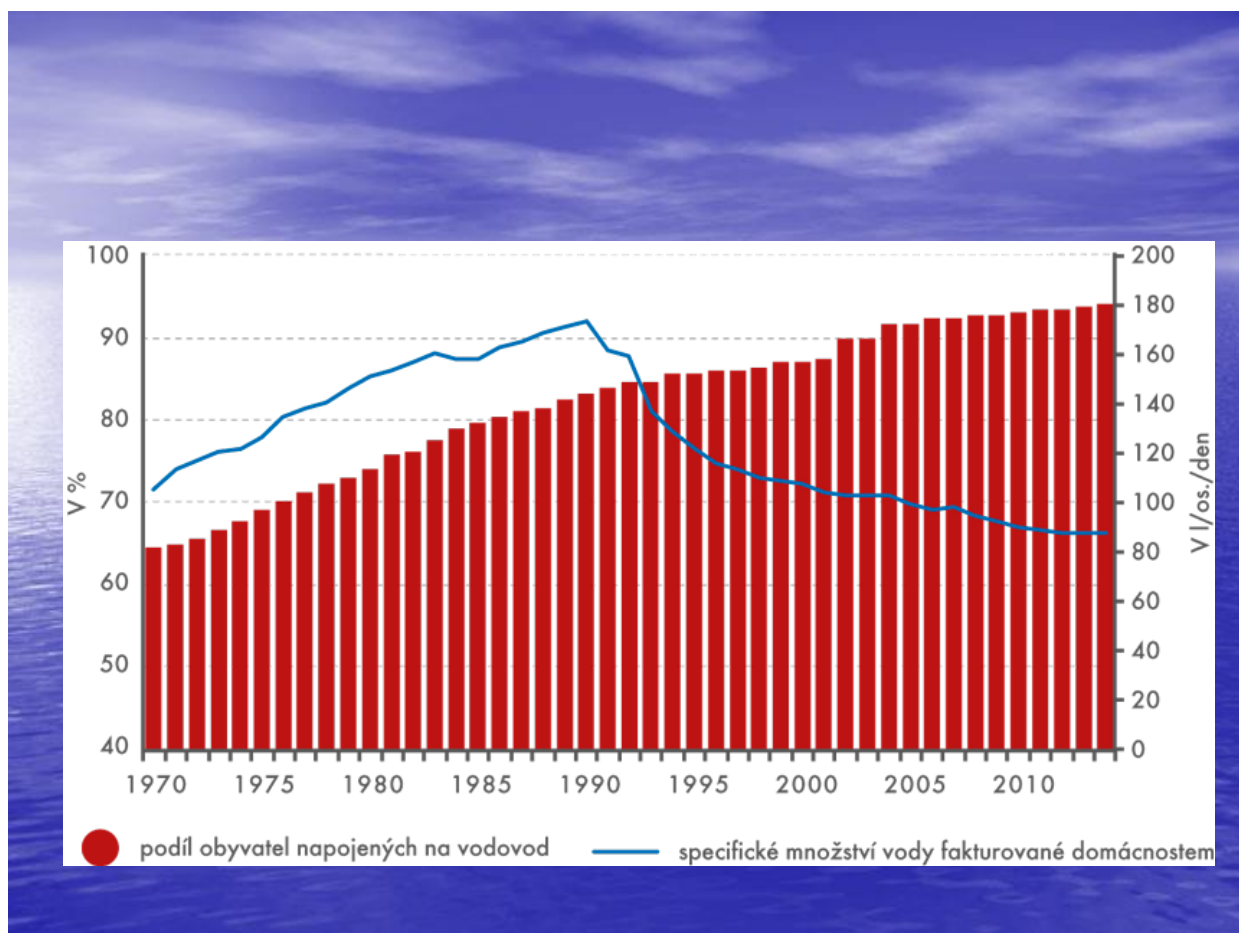


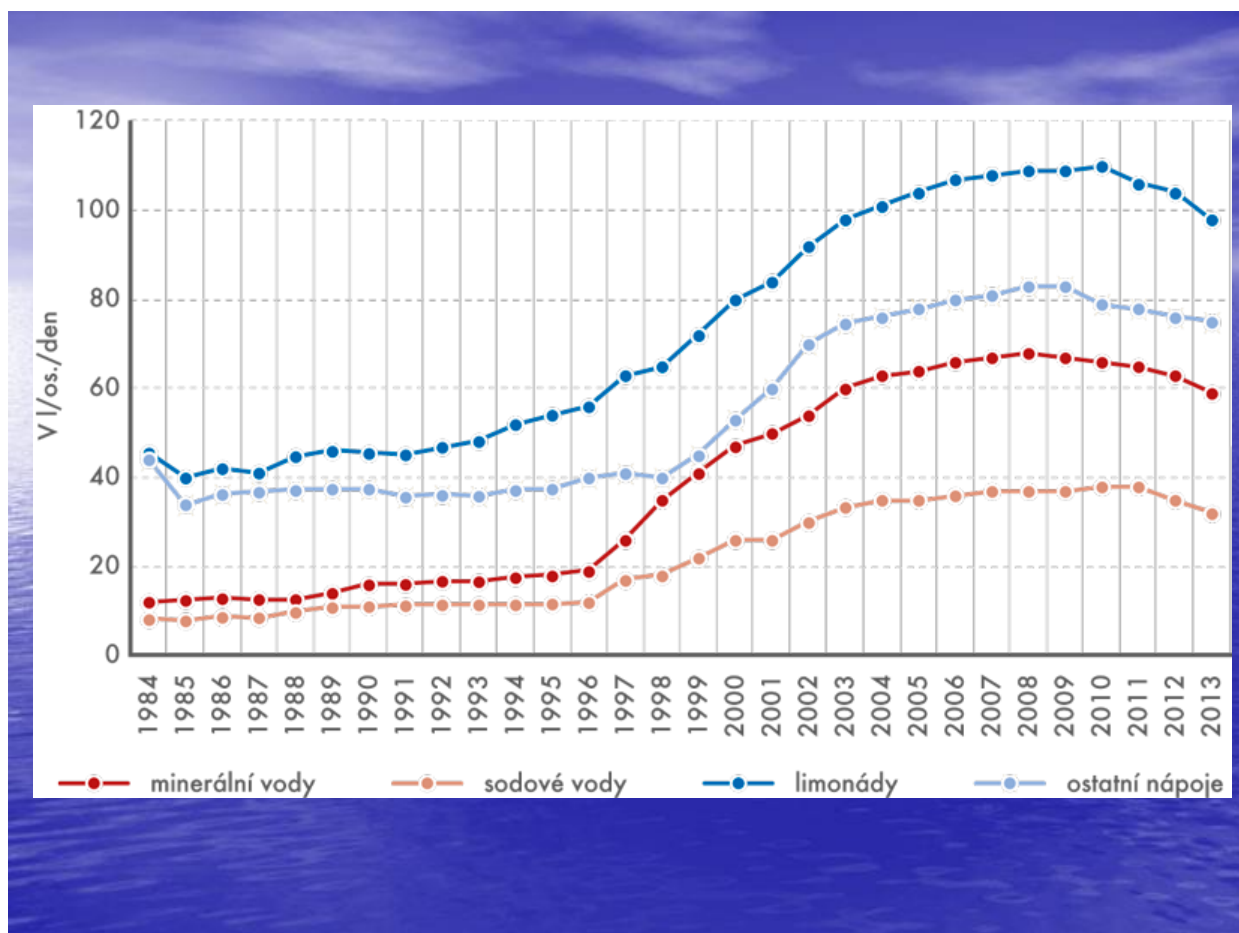
Využitelnost vodních zdrojů v ČR

- Eurostat publikuje - jako jeden z indikátorů udržitelného rozvoje: **index intenzity využití vody**
- = podíl celkových ročních odběrů vody na dlouhodobém průměru celkových dostupných zásob vody v dané zemi
- Hodnota indexu překračující 20 % - znepokojivá situace v čerpání vody
- Hodnota překračující 40 % = kritická situace v odběrech vody

Problém: nezohledňuje množství vody vracející se zpět do přírody po použití a vyčištění







Minerální vody

- na území ČR je známo asi **350 lokalit** s výskytem minerálních vod
- **47 lokalit** (o celkové rozloze 2900 km²) - vyhlášena ochranná pásma
- asi 80% pásem zaujímá rozlohu od jednotek po 50 km²
- pásma byla vyhlášována v letech 1959-1995
- nejrozsáhlejší pásma mají:
 - Poděbrady (465 km²)
 - Františkovy Lázně (410 km²)
 - Mariánské Lázně (380 km²)
 - Teplice v Čechách (260 km²)
 - Karlovy Vary (190 km²)

Minerální vody

- Podle teploty:
 - < 25 °C – chladné
 - 25 – 50 °C – teplé, termální
 - > 50 °C – horké, zřídla (Karlovy Vary 73 °C)

Termální a horké: po zlomových liniích

*Teplice, Jáchymov, Janské Lázně,
Bludov, Velké Losiny,
Teplice nad Bečvou*

- **Podle rozpuštěných látek a plynů**
 - > 1 000 mg/l CO₂ – kyselka
 - > 1 mg/l H₂S – sirovodíkové vody (např. Luhačovice, Ostrožská Nová Ves, Slatinice, Chropyně)

- **Podle převážujícího složení**

Alkalické – převaha kationtů alkálií (K, Na) – např. Karlova Studánka, Klášterec nad Ohří, Karlovy Vary, Ondrášov, Vratislavice nad Nisou, Poděbrady

Zemité – převaha kationtů Ca + Mg a aniontů hydrokarbonátů - např. Teplice nad Bečvou

Glauberové – převaha kationtů Na a aniontů síranů – např. Františkovy Lázně, Mariánské Lázně

Hořké (síranové) – převaha kationtů Mg a aniontů síranů (síranové vody hořečnato-sodné nebo hořečnato-vápenaté) – např. Saratice

Slané – kationty Na a anionty chlóru s bromem a jódem: Darkov, Horní Suchá, Hodonín

Podle celkového množství rozpuštěných pevných látek:

- prosté < 1 g/l
- slabě mineralizované 1,1 - 4,9 g/l
- středně mineralizované 5,0 – 14,9 g/l (Vincentka, Ottovka)
- silně mineralizované > 15 g/l

Podle radioaktivity

- vody s radioaktivitou minimálně 1.346,8 Bq/l – např. Jáchymov
- obohacení vody radonem: dotací Ra složky po hlubinné tektonice nebo obtékáním ložiska radioaktivního nerostu vodami granitoidu

Jáchymov:

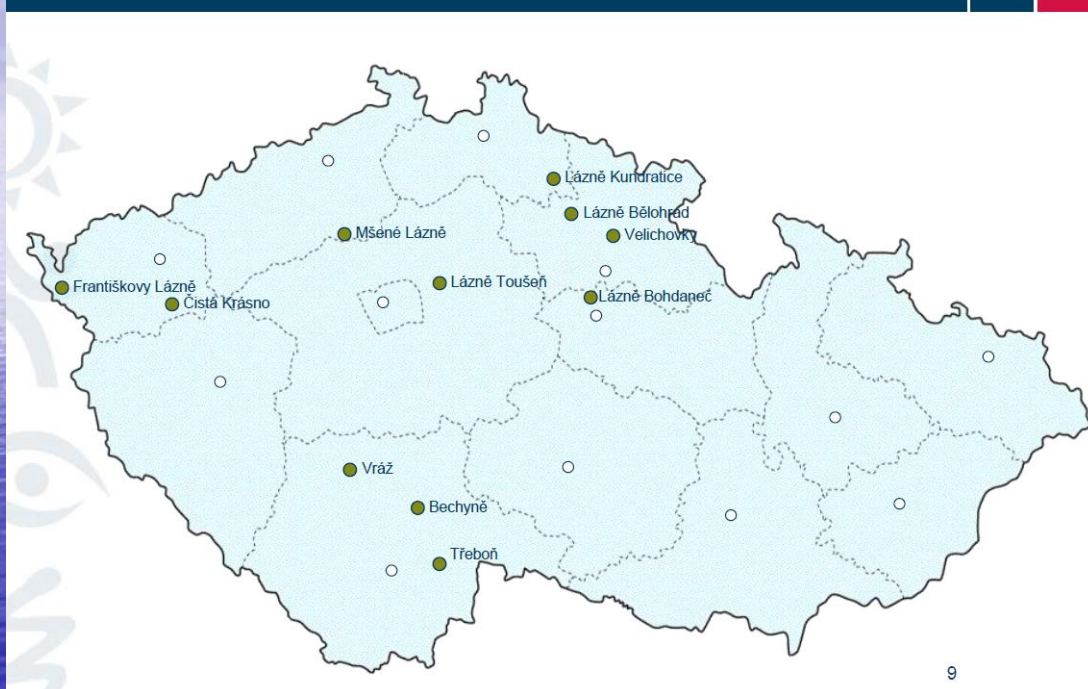
- pramen Curie
 - původní vydatnost 400 l/min. ($t = 22,5\text{ °C}$; 5,7 kBq/l),
v současné době 30 l/min. ($t = 28,8\text{ °C}$)
- pramen akademika Běhounka
 - 9 hydrogeologických objektů o využitelné vydatnosti
570 l/min. ($t = 28,6\text{ °C}$, 10 kBq/l)

Přírodní léčivé zdroje – MINERÁLNÍ VODY



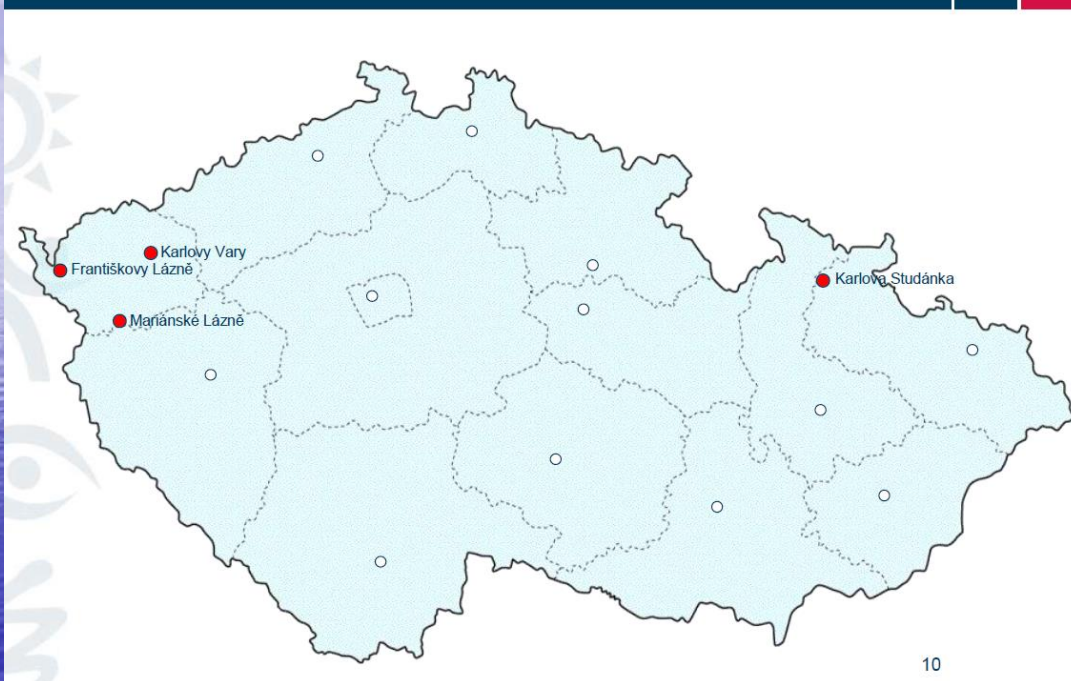
8

Přírodní léčivé zdroje – PELOIDY

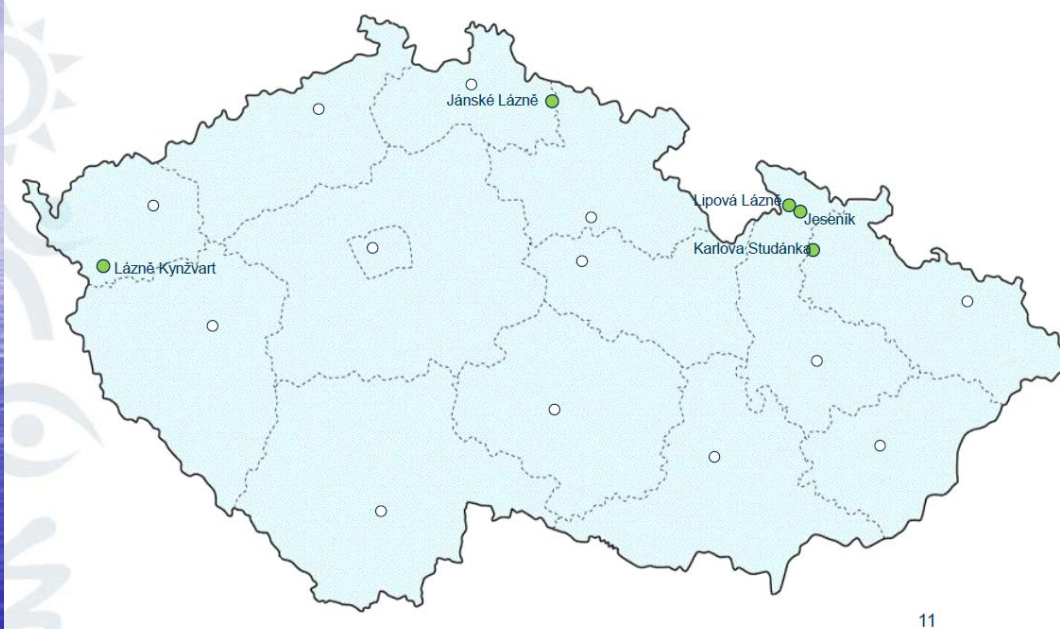


9

Přírodní léčivé zdroje – PLYN (CO₂)

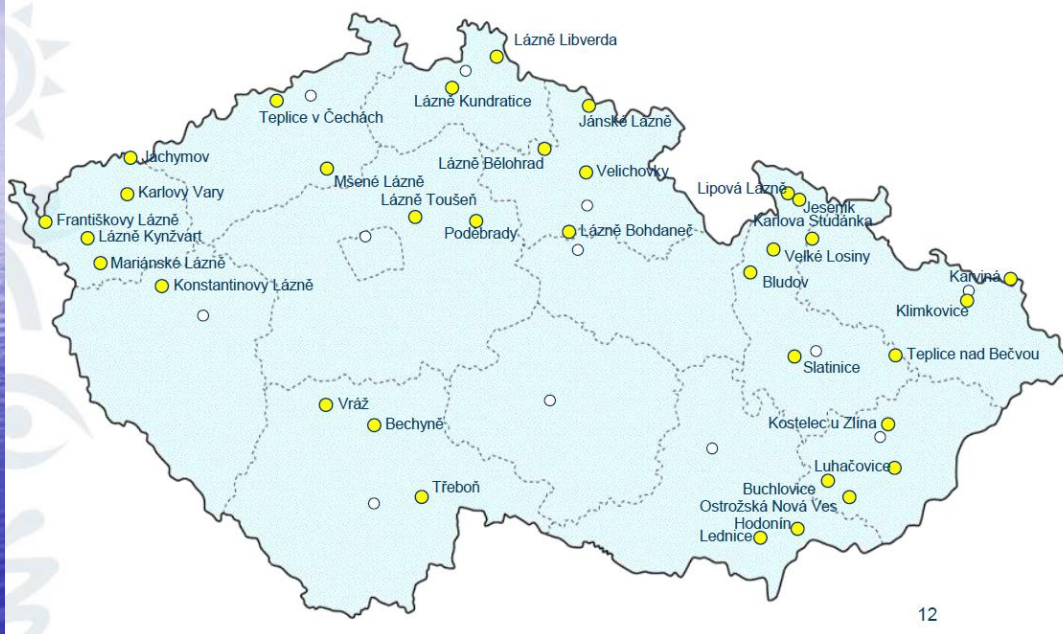


Klimatické podmínky příznivé k léčení



11

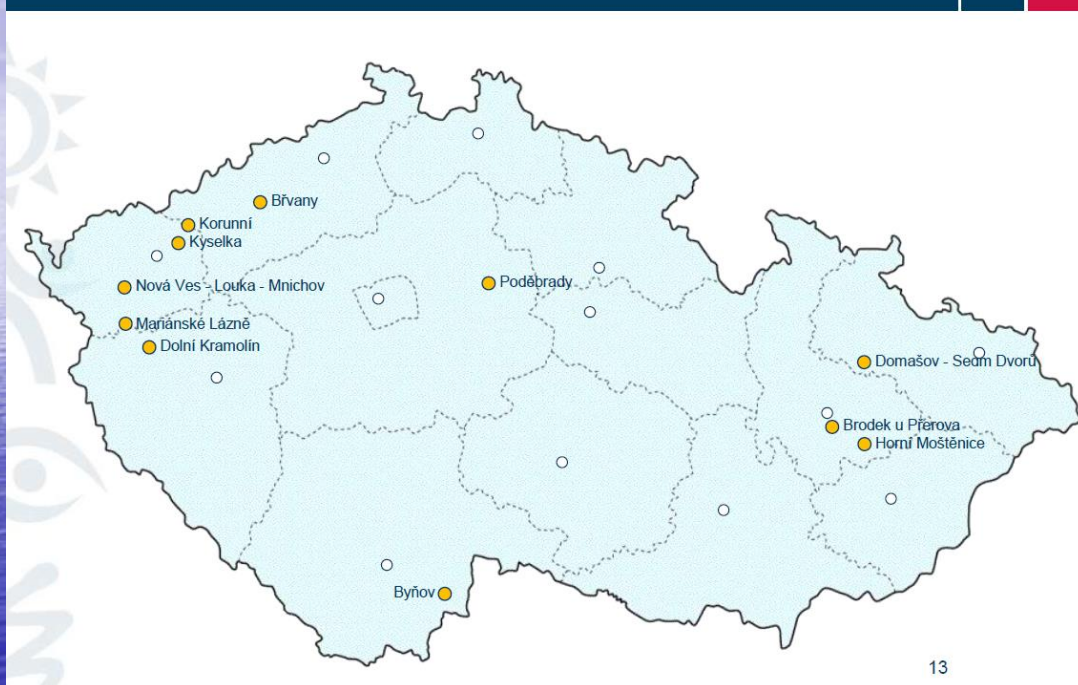
Lázeňská léčebně rehabilitační péče



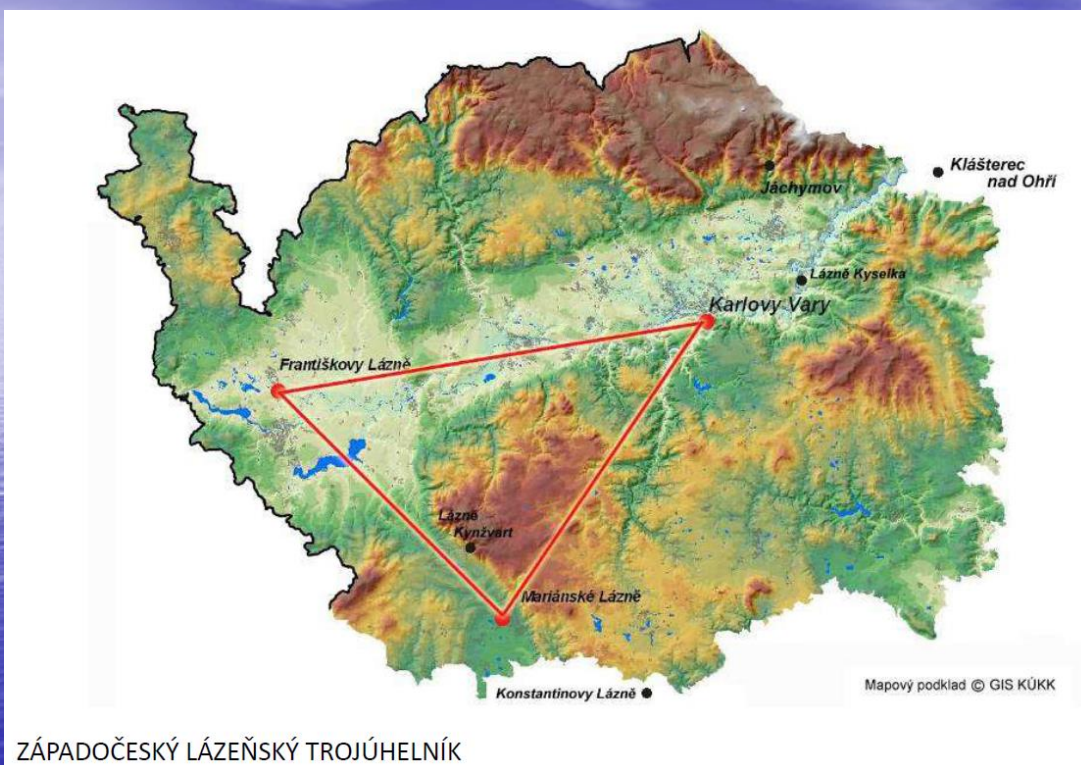
12

ZDROJE PŘÍRODNÍ MINERÁLNÍ VODY

stáčírny - mimo režim poskytování zdravotních služeb



13



10 obcí s nejvyšším výběrem obou poplatků v České republice (2012)

Obec	Místní poplatek za pobyt (v Kč)	Obec	Místní poplatek za kapacitu (v Kč)
Praha	139.280.120	Praha	85.859.270
Karlovy Vary	23.191.440	Karlovy Vary	6.245.530
Mariánské Lázně	12.060.300	Brno	6.187.760
Špindlerův Mlýn	7.725.760	Plzeň	5.572.620
Františkovy Lázně	4.882.690	Špindlerův Mlýn	4.650.800
Luhačovice	4.523.550	Mariánské Lázně	4.626.360
Třeboň	4.369.840	Pec pod Sněžkou	1.705.930
Lipno nad Vltavou	3.855.310	Lipno nad Vltavou	1.489.780
Harrachov	3.582.380	Mladá Boleslav	1.466.350
Český Krumlov	3.460.880	Český Krumlov	1.443.230

Podkrušnohorská oblast

- **Františkovy Lázně**

- vývěry na Z okraji Chebské pánve
- studené síranové alkalické kyselky
- 23 aktivních pramenů
- Glauberovy prameny – unikát mineralizace až 23 g/l
- původně využívány přírodní výrony
- ve 20. letech 20. století navrtány nové prameny
- výstupy suchého CO₂ – vývěry mofetového typu

Karlovarská zřídelní struktura

- patří mezi nejvýznamnější a nejznámější struktury minerálních vod
- zlomové porušení ZK + křížení významných zlomů v okolí Vřídla
- V severní části: zlomy spjaté s vývojem Sokolovské pánve
- těžba nerostných surovin v této pánvi (kaolin, hnědé uhlí, lomový kámen aj.) ⇒ ohrožuje přirozený režim pramenů
- ochrana karlovarských pramenů ve formě zákazu či omezení těžby se datuje již od roku **1761**
- typické: tvorba zřídelní sedimentace - ve formách sintru, vřídlovce a žilníku

- kostel Sv. Máří Magdaleny stojí na tzv. vřídelní kupě
- Vřídelní kolonáda a stavby mezi Divadlem a Mlýnskou kolonádou stojí na "desce" budované několika mocnými vrstvami vřídlovce o souhrnné mocnosti místy přesahující 8 m



- Výrony termální vody + tlak \Rightarrow odlehčení provrtáním desky
- Souvislá aragonitová vřídelní deska pokrývá žulový podklad
- Prameny:
 - Vřídlo (73 °C) 2 000 l/minutu
 - pramen Karla IV. (63,8 °C) 5 l/minutu
 - pramen Svoboda (59 °C) 5 l/minutu
- Celková průměrná mineralizace 6,4 g/l

Doupovské hory (úpatí)

- výskyty minerálních vod (kyselky) - v údolí **Korunního potoka** při soutoku s Ohří (1 km v. od Stráže n. Ohří)
- Zřídelní struktura a výstup minerálních vod je vázána na příčnou poruchu sz.-jv. směru v rulách krušnohorského krystalinika
- mineralizaci získávají podzemní vody v hloubkách 200 m
- v horninách krušnohorského krystalinika
- dochází i k obohacení vod o juvenilní CO₂

Doupovské hory (úpatí)

- slabě mineralizované
- s celkovou mineralizací nad 1 g/l
- obsah juvenilního CO_2 - nad 2 g/l
- přírodní, slabě mineralizovaná kyselka, hydrogenuhličitano-sodno-vápenato-hořečnatého typu (hydrochemický typ Na-Ca (Mg)- HCO_3)
- studená

- roku 1876 byly původní prameny zachyceny
- od roku 1878 zahájeno stáčení a vývoz kyselek
- v obci **Korunní** je vybudována stáčírna



- **Mariánské lázně**

- + Lázně Kynžvart

- + Konstantinovy Lázně

Mariánské lázně – 40 pramenů studených kyselk

- glauberové alkalické alné (max 12 g/ l)

- celková vydatnost 400 l/minutu

- (2 měsíční zpoždění za srážkami)

Prameny: lesní, Alfrédův, Ferdinandovy prameny

- Bílina
 - Bílinská kyselka na Z svahu údolí Bělé
 - ryzí alkalická kyselka
 - 7,3 g/ l alkalií
 - 2,3 g/l Co₂



Teplice

- Jedny z nejstarších lázní v Evropě
- **Historie léčivých** pramenů: rok 762 (z výzkumů je známo, že prameny jsou staré více než 2000 let)
- rozvoj lázeňství v **Teplicích** - až v 17. století - první lázeňské budovy a kolonády (empírová a secesní architektura)
- v 18. století - významná klientela (např. švédský král Gustav IV., pruský král Wilhelm III., spisovatel J.W. Goethe, Ludwig van Beethoven)
- Poslední velký rozvoj - v meziválečném období



Teplice

Až do průvalu na dolu Döllinger 10.2.1879 byly Teplice lázeňským městem evropského významu

pramen	°C	l.s⁻¹	
teplická pramenní skupina	Pravřídlo	49	9,67
	Ženské lázně	48	2,87
	Spojené prameny	47	1,2
	Zahradní pramen	28	1,17
šanovská pramenní skupina	Kamenný pramen	39	3,57
	Vojenský pískový pramen	33,5	0,33
	Luční pramen	32	0,24
	Štěpánčin pramen	38	0,5
	Hadí lázně	40	1,47
Horský pramen	41	0,55	
Obří pramen	11–27	27–42	



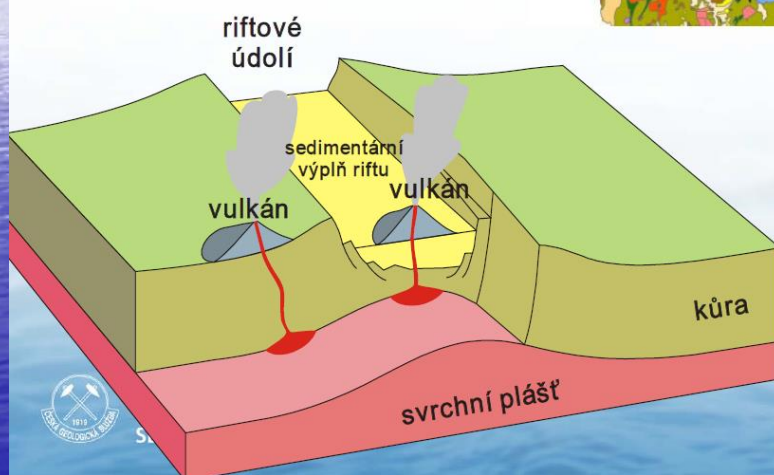
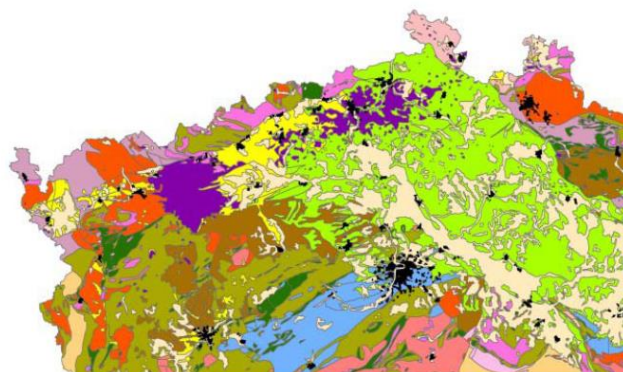
ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

(Wrany 1864, Trachtulec 1992)

www.geology.cz/rebilance

- Bezprostředně po průvalech bylo nutno na nejvýznamnějších pramenech vyhloubit jímací šachty
- Hladina v teplickém ryolitu od té doby musí být uměle snižována čerpáním na úrovni 190-197 m n.m., což má za následek zvýšenou infiltraci studených vod
- Postupně však všechny termální prameny až na Pravřídlo podlehly teplotní destrukci
- Od roku 1975 se k lázeňským účelům využívá jen Pravřídlo (s teplotou kolem 39°C,

Otázkou zůstával zdroj tepla pro teplické termální prameny



**Předpokládala
se souvislost
s třetihorním
riftingem a
vulkanizmem**

www.geology.cz/rebilance

zřídelní struktura lázní **Luhačovice**

- SZ podhůří Bílých Karpat (256 m n.m.)
- vznikem a výskytem vázány na paleogenní flyšový komplex
- výrazné antiklinální pásmo umožnilo uchování **původních mořských syngedimentárních vod** v luhačovickém pískovcovém souvrství
- v důsledku hydraulických vlivů prostých podzemních vod zóny aktivní vodní výměny - pozvolna vytlačovány k povrchu

Vincentka

- přírodní léčivá minerální voda
- velmi silně mineralizovaná
- jódová, uhličitá minerální voda hydrogenuhličitano-chlorido-sodného typu, se zvýšeným obsahem fluoridů a kyseliny borité
- **1820** byla u pramene Vincentky postavena první plnárna a skladiště lahví



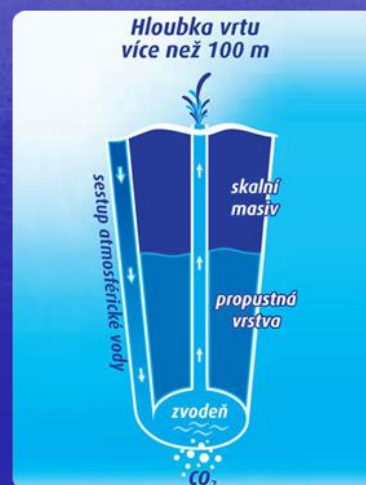
Hanácká kyselka

- jímá se ze 6 vrtů, z nichž nejhlubší měří 265 metrů
- Původ: devonské dolomitické vápence, nadloží: nepropustné krystalické břidlice a neogenní jíly (30 – 50 metrů) + kvartérní náplavy
- poměrně vysoký obsah hydrouhličitanu a alkalických zemin (vápníku, hořčíku, množství chloridů a sodných iontů)
- Zdroje: Horní Moštěnice, Brodek u Přerova



Ondrášovka

- jedna z nejstarších přírodních minerálních vod v ČR
- 1260 – objev pramene (Zdislavem ze Šternberka)
- 1780 – začátek lázeňská historie
- 1954 – modernizovaná stáčírna
- zdroj vody - lokalita Sedm Dvorů – z hloubky 100 m



Hydrotermální/geotermální energie

Hydrotermální zdroje

- **využívá se přímo podzemní voda** - vyžadují specifické geologické podmínky
- **Ve vrtu není voda** - musí být vháněna pod tlakem do sousedního vrtu (metoda Hot-dry-rock nebo Fractured-dry-rock) → vrt přebírá úlohu kotle používaného v běžné elektrárně - voda se ohřívá o horkou horninu a vzniklá pára pohání turbíny, které vyrábí elektřinu

- **Geotermální zdroje teplé vody**
- část geotermálních vod klasifikována jako vody lázeňské
 - ▶ zvláštní režim využití jejich čerpání

Příklad:

využití podzemní teplé vody v Děčíně

- voda vytéká samovolně z hloubky 550 m
- teplota 30 °C - pro přímé využití nízká → pomocí tepelných čerpadel se podzemní voda ochlazuje na 10 °C a poté se používá jako pitná voda pro město
- získané teplo - využívá se v městské teplárně + další zdroje tepla (kogenerační jednotky a kotle na zemní plyn)

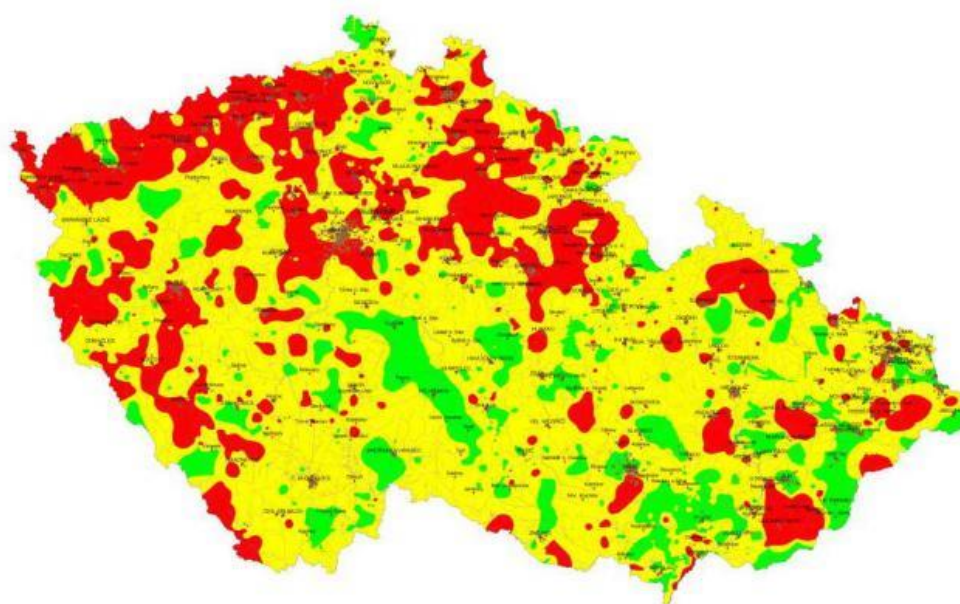
ZOO v Ústí nad Labem




- využívána podzemní voda s teplotou 32 °C z vrtu hlubokého 515 m
- voda se ochlazuje pomocí tepelných čerpadel
- pro vytápění je využito asi 84 % tepla ze země a jen 16 % elektriny potřebné pro provoz zařízení

Slovensko

- 2007: Skupina MND uvedla do provozu hydrotermální vrt v městské části Lúčka ve městě Lipany u Prešova
- Původně: zakázka na opravu více než 25 let staré sondy (původně vyvrtána s cílem těžby ropy nebo zemního plynu)

Mapa ČR využitelnosti geotermální energie



 méně vhodné  vhodné  velmi vhodné

- systém tzv. horkých suchých skal (HDR)
- vyhodnocení přibližně 1300 vrtů
- Nejvhodnější: Doupovské vrchy, České středohoří, podkrušnohorská oblast...
- pro průzkumný vrt vybrány Litoměřice
- místech puklin je nejvhodnější zóna - může fungovat jako podzemní výměník pro ohřev vody – výhoda: Litoměřický zlom
- 2006 – 2007: Průzkumný vrt: 2,11 km (63,5 ° C)
- Termometrie vrtu: výpočet v 5 km: 178 – 207 ° C
- geotermální vrt – bud do hloubky 5 km do žulového podloží

průzkumný vrt Litoměřice

