

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Praha 2013

Miloš Klapka

# Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta



Jakost pitné vody a ochrana vodních zdrojů

Quality of drinking water and protection of water resources

Bakalářská práce

Miloš Klapka

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Josef Datel Ph.D.

Praha, srpen, 2013

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně,  
pod vedením RNDr. Josefa Datla Ph. D., uvedl jsem všechny literární prameny a  
informační zdroje, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, 4. 8. 2013

.....  
Miloš Klapka

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce RNDr. Josefu Datlovi Ph. D. za odborné vedení, poskytnutí cenných rad a studijních materiálů a za čas, který mi věnoval při tvorbě této práce.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou jakosti pitných vod a ochranou vodních zdrojů. Seznamuje s principy a stavem vodního hospodářství v České republice. Uvádí specifika a problematiku jímání vody a popisuje hlavní geologické jednotky v souvislosti s jímáním, jakostí a ochranou vodních zdrojů. Práce se dále zaměřuje na právní systém ochrany vodních zdrojů a požadavky na kvalitní pitnou vodu. Tyto obecné předpisy práce aplikuje na konkrétní jímací objekt a uvede případné nedostatky a doporučení.

## **Summary**

This bachelor thesis deals with the quality of drinking water and protection of water resources. The work introduces the principles and state of water management in Czech republic. The following section provides specifics and problems of water abstraction and describes the main geological units in connection with qualifying and protecting of water resources. The thesis also focuses on the legal system for the protection of water resources and quality requirements for drinking water. These general rules are applied to specific intakes. There are also mentioned the potential shortcomings and recommendations.

## Obsah

ÚVOD .....	8
1. ZÁSOBOVÁNÍ VODOU V ČR .....	9
1.1. Zdroje pitné vody .....	9
1.2. Odběry vody .....	10
1.3. Povrchové vody pro pitné účely .....	12
1.4. Podzemní vody pro pitné účely .....	13
2. VODOHOSPODÁŘSKÁ CHARAKTERISTIKA GEOLOGICKÝCH JEDNOTEK .....	15
2.1. Krystalinikum .....	15
2.2. Permokarbonské pánve .....	17
2.3. Česká křídová pánev .....	18
2.4. Jihočeské pánve .....	21
2.5. Terciérní pánve .....	22
2.6. Karpatské systémy .....	22
2.7. Kvartérní sedimenty .....	23
3. JÍMÁNÍ VODY A JÍMACÍ OBJEKTY .....	24
3.1. Vertikální jímací objekty .....	25
3.2. Horizontální jímací objekty .....	27
3.3. Kombinované jímací objekty .....	27
3.4. Bodové jímací objekty .....	27
3.5. Umělá břehová infiltrace .....	28
4. ZAJIŠTĚNÍ PRÁVNÍ OCHRANY VODNÍCH ZDROJŮ .....	28
4.1. Obecná ochrana vod .....	30
4.1.1. Nakládání s vodami .....	30
4.1.2. Zjišťování a hodnocení stavu vodních zdrojů .....	31
4.2. Regionální ochrana vod .....	31
4.2.1. Chráněné oblasti přirozené akumulace vod .....	32
4.2.2. Zranitelné oblasti .....	33
4.2.3. Citlivé oblasti .....	34
4.3. Vodní zdroje pro hromadné zásobování .....	35
4.3.1. Ochranná pásma vodních zdrojů .....	35
4.3.2. Sledování jakosti vod .....	36
4.3.3. Jakost surových vod pro výrobu pitné vody .....	38
4.3.4. Požadavky na jakost pitných vod .....	39
4.4. Individuální vodní zdroje .....	42
5. KONKRÉTNÍ LOKALITA .....	45
ZÁVĚR .....	50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	51

## Úvod

Voda je základním předpokladem pro život na Zemi, neboť má prvořadý význam pro zabezpečení základních životních potřeb. Život každého z nás závisí na vodě, její kvalitě i dostupnosti. V současné době se hovoří především o jejím dostatku a udržení kvality. Množství vody závisí na jejím přirozeném výskytu a klimatických podmínkách. Její dostatek ohrožuje zejména nadměrné a nehospodárné využívání. Stejně tak kvalitu vody negativně ovlivňuje řada lidských činností, které je proto nutno regulovat.

V poslední době se pojem dostupnosti kvalitní pitné vody často skloňuje. Pozornost se čím dál více upíná na pitnou vodu jako na přírodní zdroj ne vždy obnovitelný. Z tohoto důvodu je základním předpokladem jeho účinná ochrana. Otázka ochrany vodních zdrojů se řeší na mezinárodní úrovni, a proto vyžaduje jednotný přístup jednotlivých států s ohledem na jejich specifické přírodní podmínky.

Cíle práce:

- Zhodnotit stav a přístupy v českém vodním hospodářství
- Uvést specifika a problematiku jímání podzemních vod v České republice
- Popsat princip a systém ochrany vodních zdrojů v ČR
- Shrnutí obecných předpisů a doporučení k využívání a ochraně podzemních vod na konkrétním jímacím objektu



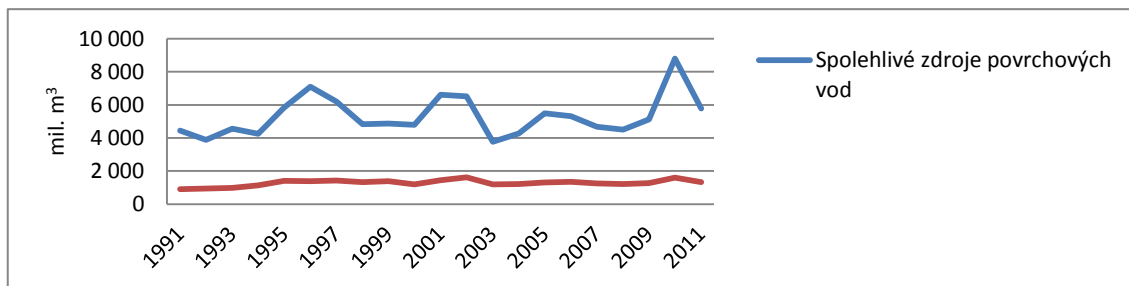
# 1. Zásobování pitnou vodou v ČR

## 1.1. Zdroje pitné vody

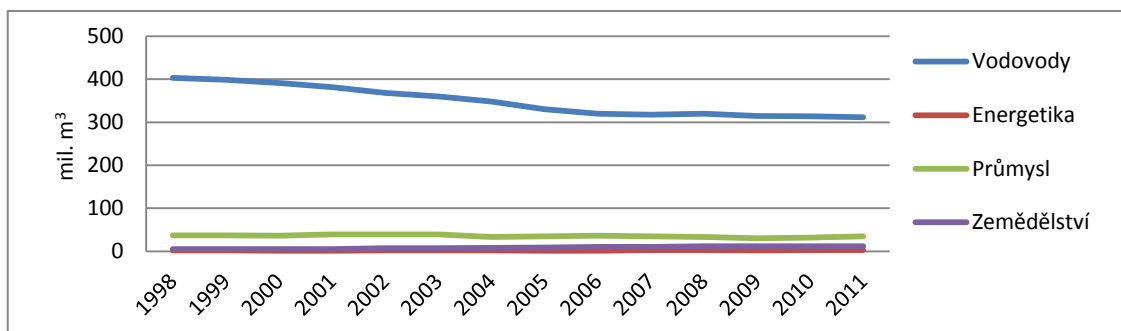
K hromadnému zásobování pitnou vodou v České republice slouží využitelné zdroje vod podzemních a spolehlivé zdroje vod povrchových. O tom, zdali vodní zdroj bude využíván k zásobování pitnou vodou, rozhodne hygienická služba, která případně vydá kladný závazný posudek. Mezi zásobovací systémy vodou patří místní (individuální) – 15 % a centrální (hromadné) zdroje – 85 % (SZÚ 2011). Pitná voda se získává úpravou surové vody z podzemních (asi 45 %) nebo povrchových (asi 55 %) zdrojů (SZÚ 2011). Ačkoliv je objem využitelných vod povrchových výrazně větší než vod podzemních (viz *Graf 1a*), na zásobování pitnou vodou se podílejí oba zdroje téměř rovnoměrně. Jak je patrné z *Grafu 1b*, zásoby vod podzemních se využívají zejména pro pitné účely. Podle *Zákona § 5 č. 254/2001 Sb.*, o vodách jsou zdroje podzemních vod přednostně vyhrazeny pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou a pro účely, pro které je použití pitné vody stanoveno zvláštním právním předpisem. Jinak je tomu u vod povrchových, jejichž hlavní využití je pro výrobu a rozvod elektřiny (viz *Graf 1c*). Hlavním aspektem je technologicky méně náročná úprava vod podzemních, které jsou méně náchylné ke znečištění a svou přirozenou jakostí se více blíží požadavkům pro pitnou vodu nežli vody povrchové.

Na kolísající vydatnost vodních zdrojů (viz *Graf 1d*) mají rozhodující vliv srážkové poměry v souvislosti se změnami intenzity a sezonality srážek. Vliv mají jistě i další klimatické faktory, např. teplota ovlivňující výpar, a tedy velikost povrchového odtoku i infiltrované množství vody do horninového prostředí. Dalším faktorem jsou lidské zásahy do těchto systémů v podobě odběrů vod podzemních a vypouštění vod odpadních.

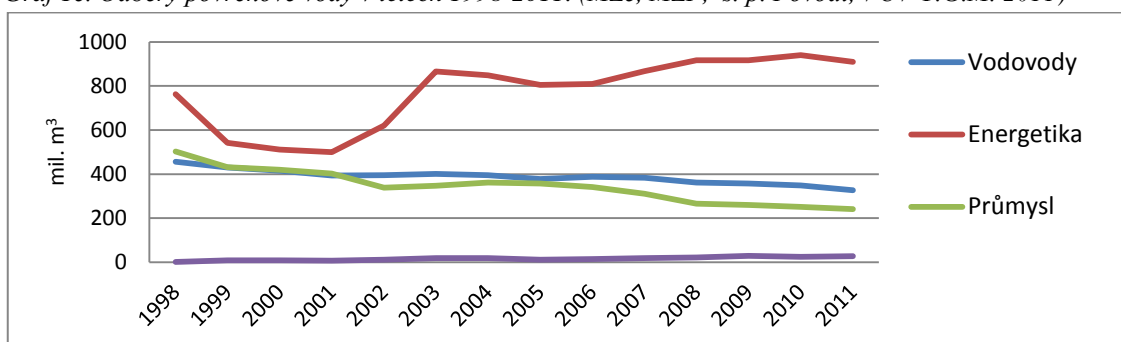
*Graf 1a. Odhad obnovitelných vodních zdrojů v letech 1991 – 2011. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011)*



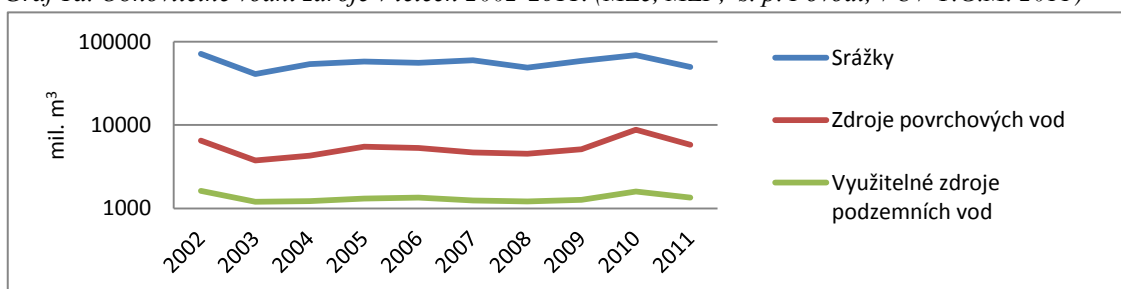
Graf 1b. Odběry podzemní vody v letech 1998-2011. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011)



Graf 1c. Odběry povrchové vody v letech 1998-2011. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011)



Graf 1d. Obnovitelné vodní zdroje v letech 2002-2011. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011)



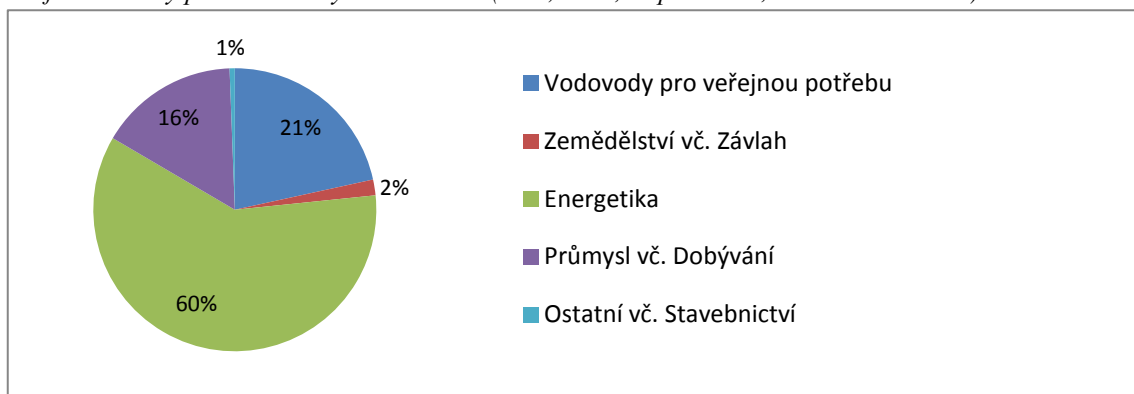
## 1.2. Odběry vody

Evidence odběrů je prováděna správci Povodí podle vyhlášky Ministerstva Zemědělství č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavování a o údajích pro vodní bilanci. Na základě § 10 této vyhlášky jsou evidovány odběry vod (rovněž tak vypouštění vod odpadních a důlních) přesahující 6 000 m<sup>3</sup> za rok resp. 500 m<sup>3</sup> za měsíc. Za veškerý odběr podzemní vody přesahující toto množství se musí od 1. 1. 2002 platit poplatek.

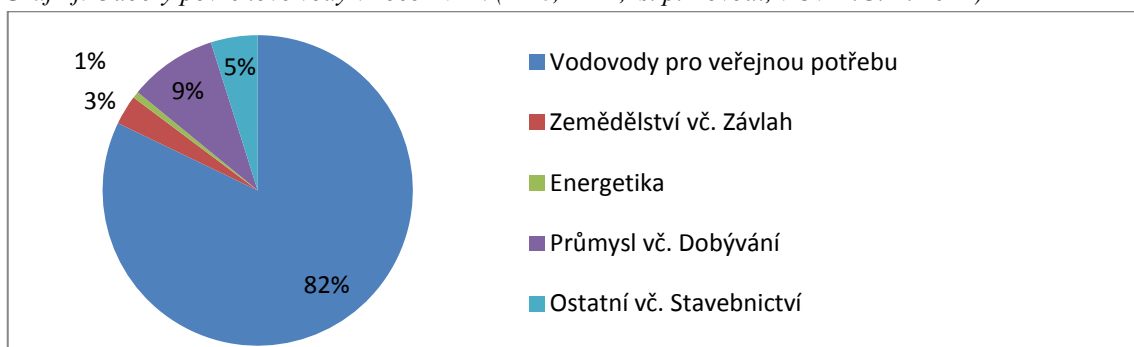
Zdroje odběrů vod jsou sledovány zvlášť. Celkově je voda odebírána převážně z vod povrchových, méně z podzemních zdrojů. Podíl odebrané vody jednotlivých sektorů znázorňuje Graf 1e a 1f. Hlavním zdrojem vody pro energetický průmysl jsou vody povrchové (909,4 mil. m<sup>3</sup>, z toho 71% připadá na Povodí Labe), zatímco vody

podzemní jsou jímány v množství 2,6 mil. m<sup>3</sup>. V ostatním průmyslu vč. dobývání dominují také zdroje povrchových vod (povrchové 241,6 a podzemní 34,9 mil. m<sup>3</sup>). Srovnatelné odběry vod povrchových a podzemních evidujeme pro zemědělské účely vč. závlah (povrchové 27,2 a podzemní 11,7 mil. m<sup>3</sup>). U vod pro pitné účely jsou odběry téměř rovnocenné, povrchové vody jsou jímány v množství 326,6 a podzemní 311,3 mil. m<sup>3</sup> (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011).

Graf 1e. Odběry podzemní vody v roce 2011. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011)



Graf 1f. Odběry povrchové vody v roce 2011. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011)

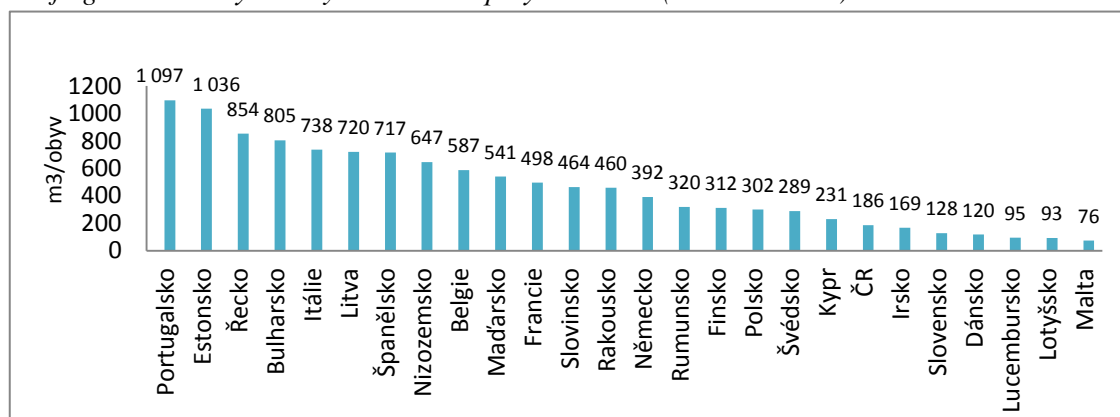


V odběrech vody z povrchových a podzemních zdrojů (nejen pro pitné účely) registrujeme dlouhodobý významný pokles, který dosáhl svého maxima v závěru 90. let 20. století (viz *Graf 1b*). Děje se tak v souvislosti se snižováním průmyslové výroby i snižováním náročnosti na vodu vlivem změn technologií v období po roce 1990. V posledních pěti letech se celkový objem odebírané vody stabilizoval a úroveň odběrů stagnuje (viz *Graf 1c*). V současnosti má na odběry vod vliv spíše zavádění nových šetrnějších technologií výroby a obecně snaha o úspory nákladů jak v průmyslu, tak v domácnostech. Za období 1990–2011 došlo k celkovému poklesu odběrů z podzemních a povrchových vod o 47 % na hodnotu 1892,8 mil. m<sup>3</sup> (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011).

V mezinárodním srovnání jsou celkové odběry vody přepočtené na jednoho obyvatele ČR podprůměrné a dosahují 64 m<sup>3</sup> na obyv. za rok (Eurostat 2013). Problematická situace je však v jihoevropských zemích (viz Graf 1g), kde dochází k extrémním odběrům podzemních vod v semiaridních oblastech za účelem zavlažování (700–1 100 m<sup>3</sup>/obyv./rok). Zároveň je zde vodních zdrojů nedostatek.

Za povšimnutí stojí poměrně velké odběry vod v Estonsku a Litvě. V Estonsku se 88,8% veškeré odebrané vody využívá k chlazení tepelných elektráren v severovýchodní části země. Důležitý je také fakt, že 60-80% z celkového množství odebraných podzemních vod v Estonsku je tvořeno důlní drenáží (Andersmaa 2001). V Litvě je situace podobná. Uvádí se, že až 94% odebraných vod využívá energetický průmysl (Juknys 2002).

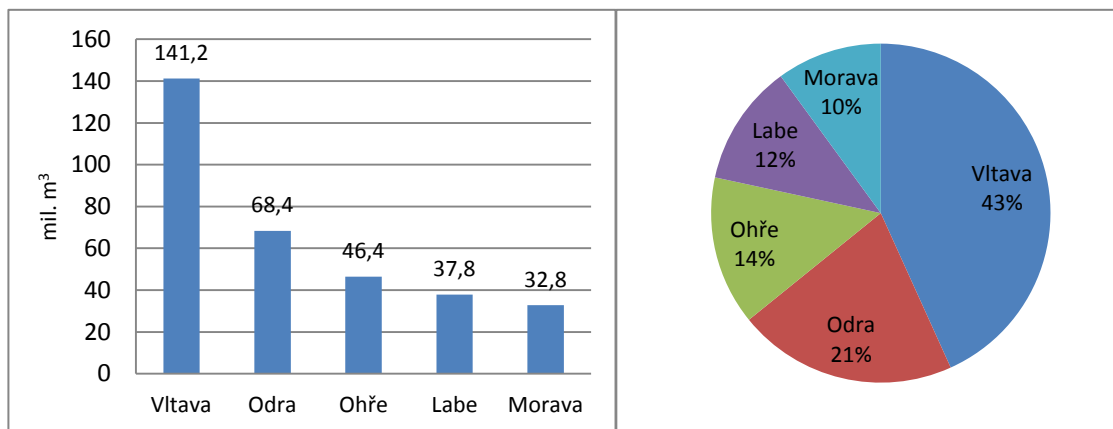
Graf 1g. Odběr vody na obyvatele v evropských zemích (Eurostat 2013).



### 1.3. Povrchové vody pro pitné účely

U odběrů povrchové vody pro vodovody pro veřejnou potřebu lze konstatovat, že v r. 2011 došlo oproti roku 1990 ke snížení ze 744,9 mil. m<sup>3</sup> na 326,6 mil. m<sup>3</sup> (ČSÚ 2011). V roce 2011 bylo tak odebíráno pouze 43,8 % množství roku 1990. U všech s. p. Povodí registrujeme nadále klesající trend (viz Graf 1c). Poměr a množství pro jednotlivá povodí: Povodí Vltavy 43%, Povodí Odry 21%, Povodí Ohře 14%, Povodí Labe 12%, Povodí Moravy 10% (viz Graf 1h).

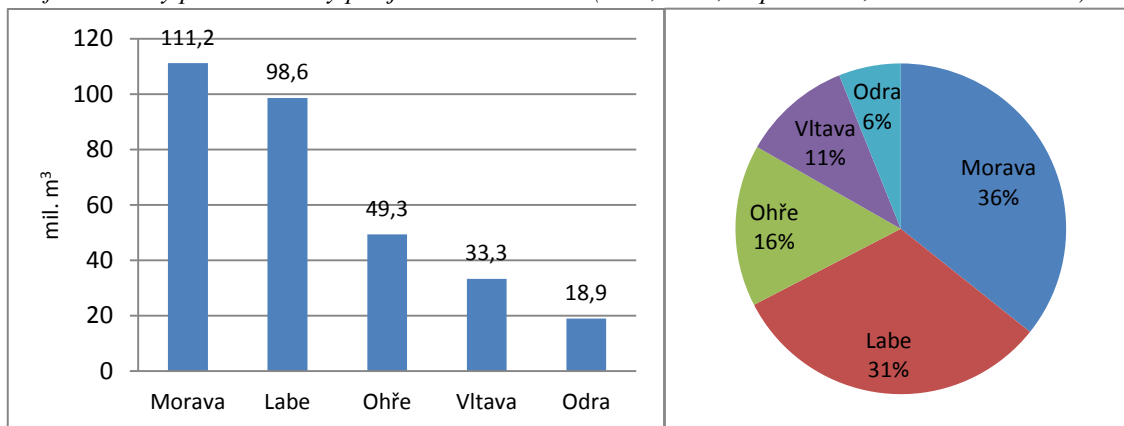
Graf 1h. Odběry povrchové vody pro jednotlivá Povodí. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011.).



#### 1.4. Podzemní vody pro pitné účely

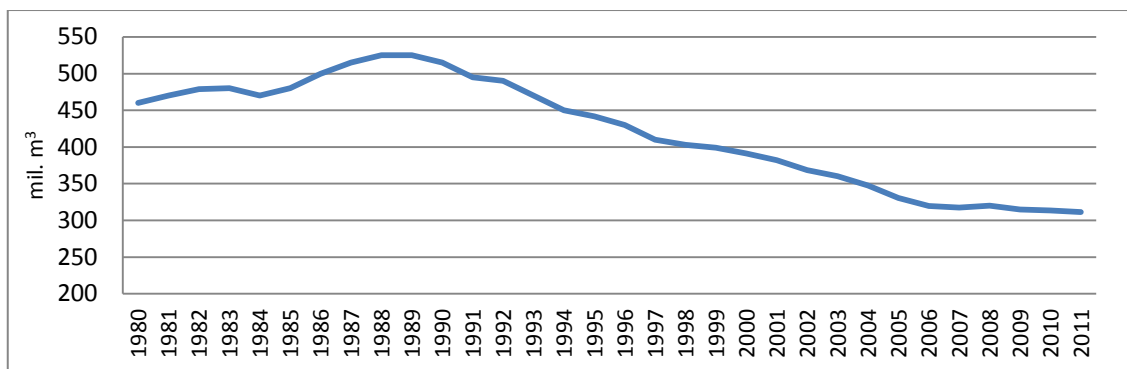
Struktura evidovaných odběrů vody v jednotlivých povodích v roce 2011 je uvedena v *Grafu 1i*. Bylo evidováno 2 367 odběrů podzemní vody, kterým odpovídalo množství 311,3 mil. m<sup>3</sup>, jedná se však pouze o odběry nad 6 000 m<sup>3</sup> za rok nebo 500 m<sup>3</sup> za měsíc. V územním průřezu představovaly nejvyšší podíl z celkových odběrů podzemních vod odběry v rámci správy Povodí Moravy, s. p. (36%); nejnižší podíl odběrů podzemních vod byl zaznamenán z 6% u Povodí Odry, s. p. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011).

Graf 1i. Odběry podzemní vody pro jednotlivá Povodí. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011.).



Časový vývoj odběrů podzemních vod pro pitné účely znázorňuje *Graf 1j*. Na konci 80. Let dosahuje množství odebrané vody nejvyšších hodnot, poté však dochází ke značnému poklesu. V roce 2005 tempo poklesu dosáhlo svého maxima a nyní dochází spíše ke stagnaci.

Graf 1j. Odběry podzemních vod pro pitné účely v letech 1980-2011. (MZe, MŽP, s. p. Povodí, VÚV T.G.M. 2011.).



Při kvantifikaci odběrů podzemní vody pro pitné účely je třeba vzít do úvahy i individuální zásobování pitnou vodou. Přesné množství takto odebírané vody není známo, jelikož ty nízké odběry do jednotlivých domácností nesou evidovány. Můžeme se pokusit provést alespoň přibližný odhad. V roce 2011 bylo v České republice zásobováno z vodovodů 9,8 mil. obyvatel, z vlastních studní je tedy trvale zásobováno cca 700 tis, přičemž průměrná spotřeba vody na obyvatele za den činí cca 83 litrů (ČZÚ 2011). Obyvatel. Odhad pro roční odběr vody pro trvalé individuální zásobování se tedy pohybuje okolo 21,2 mil. m<sup>3</sup>. K odhadu je ovšem nutno připočíst značný počet chatářů a chalupářů, tedy další miliony obyvatel zásobovaných přechodně o víkendech a dovolených z vlastních studní. Odběr vody pro individuální zásobování pitnou vodou se podle mého názoru pohybuje v rozmezí 30-40 mil. m<sup>3</sup> za rok.

Využívání zdrojů pitné vody je v České republice téměř rovnoměrně rozděleno mezi zdroje podzemní i povrchové. Do budoucna bych doporučoval větší orientaci na využívání zdrojů vod podzemních. Omezovat se na zdroje povrchové vody je riskantní z hlediska jejich značné zranitelnosti a nižší jakosti. Ačkoliv je povrchová voda zpočátku dostupnější, vyžaduje technologicky i finančně náročnější úpravu. Podzemní voda vykazuje dlouhodobě vyšší jakost a není náchylná na sezónní výkyvy jakosti, jak je tomu u vod povrchových. Před uvedením do spotřebiště je nezbytné technologicky upravit prakticky všechny odběry povrchové vody, podzemní vody pouze z jedné třetiny, přičemž většinu objemu podzemních vod není třeba upravovat vůbec (Datel et al. 2000). I přes velké počáteční náklady považuji za ideální maximální využívání vod podzemních, jejichž dostatečné množství by v ideálním případě podporovala technologie umělé infiltrace, čímž by se zamezilo výraznějším výkyvům

v množství zdrojů podzemních vod. Za pozitivní jev lze považovat klesající objemy odebraných vod, které jsou v souladu základními principy ochrany vody, tedy jejich hospodárným využíváním. Za základní tři pilíře současného českého vodohospodářství považují snížení spotřeby vody, zamezení ztrát při jejím rozvodu a ochranu trvale se obnovujících zdrojů vody.

## **2. Vodohospodářská charakteristika geologických jednotek**

Základními hydrogeologickými tělesy jsou kolektory. V kolektorech se tvoří souvislá vodní tělesa – zvodně, na které je vázán oběh podzemních vod (*Hrkal 2006*). Kolektory mohou být tvořeny různými horninovými materiály odlišných vlastností a schopností propouštět či akumulovat vodu (*Krásný et al. 2012*). Mezi důležité vlastnosti z hlediska zásob podzemní vody patří transmisivita (průtočnost kolektoru), která odráží množství podzemní vody v daném horninovém prostředí a naznačuje jeho vodohospodářskou využitelnost (*Hrkal 2006*). Dalším významným parametrem je pórovitost, která udává objem všech dutin vyjádřený v poměru k celkovému objemu horniny a určuje množství zadržitelné vody. Oba tyto faktory určují množství vody, které aquifer dokáže pojmout (*Koch 2010*). Následující text charakterizuje hlavní geologické jednotky (*Obr. 2b*) z hlediska těchto vlastností, z hlediska požadavků na jímací objekty a jejich ochranu, a také z hlediska jakosti i množství jímatelné vody.

### **2.1. Krystalinikum**

Krystalinikum zaujímá podle Hrkala (2006) okolo 84% území České republiky a představuje pestrý soubor hornin (metamorfity, plutonity, vulkanity, magmatity, křemence, břidlice...), který však v regionálním měřítku tvoří hydrogeologicky monotónní prostředí. Krystalinikum označujeme jako tzv. hydrogeologický masív (*MŽP 2010*), jehož horniny tvoří vodohospodářsky méně významné kolektory a vyznačuje se třemi základními charakteristikami. Nejsou zde přítomny horniny s intergranulární porozitou (s výjimkou zvětralinového pláště a kvartérního pokryvu), typické jsou spojitě a obvykle neoddělitelné zvodněné systémy a existence vertikální zonálnosti (*Krásný 2008*).

Zvětralinová a puklinová zóna spolu obvykle vytvářejí přípovrchový kolektor. Dle místních podmínek, morfologie terénu a hloubky větrání dosahuje kolektor průměrně do

30 m hloubky a sleduje víceméně zemský povrch. V tomto připovrchovém kolektoru je umístěna naprostá většina jímacích objektů podzemních vod jako mělké studny, jímký, zářezy, či jsou zde zachyceny prameny. Pro místní zásobování pitnou vodou stačí studny do 20-30 m, někde méně. Ve středním měřítku v řádech desítek kilometrů jsou největší vydatnosti v morfologických depresích u vodních toků, které sledují tektonické poruchy, tedy místa, kde je nejvyšší hustota puklinové sítě. Tyto vydatnější zdroje jsou hluboké několik desítek metrů, max. do 100 m, hlouběji je již proudění malé, pomalé a soustřeďuje se jen na nejvýznamnější tektonické struktury. V lokálním měřítku hraje významnou roli ve vydatnosti vrtu jeho umístění. V lokalitě bez puklin s nedostatečnou zónou zvětralin je vydatnost takřka nulová, oproti vrtu umístěnému na křížení puklin, kde se setkáváme s vydatnostmi kolem 1 l/s, výjimečně i více. Dlouhodobé průměrné přírodní zdroje podzemních vod hydrogeologických masivů, zejména v horských oblastech, byly sice prokázány jako velmi vysoké, na druhé straně je ovšem nutno brát v úvahu poměrně omezené akumulční schopnosti hydrogeologických masivů (Krásný 2008). Mělké zvodně situované v horninách krystalinika jsou tedy velmi náchylné na pokles atmosférických srážek a infiltrace. Vydatnost tak může být velmi nestabilní (Hrkal 2012). Obecně jsou podzemní vody krystalinika málo mineralizované a složení se může výrazněji měnit v závislosti na konkrétním geologickém prostředí (Krásný et al. 2012). Určitý problém představuje postupné zhoršení kvality podzemních vod způsobené dlouhodobou kyselou atmosférickou depozicí, neboť kyselé vyvěrelé a metamorfované horniny jsou vůči acidifikaci senzitivnější než podloží tvořené karbonáty, serpentinity, případně jinými mafickými horninami (Kráč et al. 1997). Během posledních několika desetiletí došlo k dramatické změně v podílu hlavních kationtů a aniontů, což mělo za následek změnu chemického typu podzemních vod, která se projevuje záměnou hydrogenuhličitanů za dnes častější sírany (Hrkal 2012).

V závěru lze říci, že z hlediska množství vody je krystalinikum závislé na morfologii terénu, který tvoří spíše rozptýlená jímací území. Největší přírodní zdroje se vytvářejí v horských oblastech, kde jsou nejvhodnější podmínky pro infiltraci srážek, na druhou stranu ukloněný terén není schopen akumulace podzemních vod, jako je tomu u hydrogeologických pánevních struktur. Jímání povrchových vod zde naráží na několik úskalí, již zmíněná acidifikace v horských oblastech a kyselé rašelinné vody negativně ovlivňují jakost vody a ztěžují úpravářské práce. Krystalinikum je tvořené méně propustnými horninami a jímací objekty podléhají mírnějším ochranným opatřením vůči možným zdrojům znečištění.



## 2.2. Permokarbonské pánve

Jedná se o sedimentární pánve a výplně geotektonických brázd, jejichž materiál je tvořen převážně limnickými sedimenty, v případě hornoslezské pánve sedimenty mořského původu. Setkat se můžeme i s relikty vulkanické činnosti. Z hydrogeologického hlediska permokarbonské pánve postrádají regionální kolektory a izolátory. Čím jsou sedimenty starší, tím jsou kompaktnější a méně vydatné. Průměrná vydatnost vrtu do 100 m hloubky je cca 1 l/s, s rostoucí hloubkou klesá propustnost. Sedimenty mají charakter kompaktních a stmelovaných hornin, proto zde dominuje porozita puklinová.

**Plzeňská pánev** je tektonicky rozbita na soustavu ker s různým stupněm poklesu, která tvoří hydrogeologické bloky bez jednotného regionálního kolektoru. Hydrogeologické bloky jsou od sebe odděleny tektonickými zlomy, což značně ovlivňuje proudění podzemní vody (*Krásný et al.* 2012). Většina studní je zde negativně ovlivněna snížením hladin podzemní vody vlivem důlního odvodnění, přičemž ani po ukončení důlní činnosti a zatopení dolů se hydrogeologické poměry nevrátily na původní parametry, protože horninové prostředí je těžbou trvale ovlivněno.

Chemické složení podzemních vod je monotónní, setkáváme se zde nejčastěji s typem Ca-SO<sub>4</sub> s mineralizací 0,4-0,6 g/l. Jinak je tomu u vod důlních, které vykazují značně pestré složení. Významné změny kvality podzemní vody byly zaznamenány po zatápní dolů, kdy docházelo k zvýšení celkové mineralizace, obsahu síranů a železa a poklesu pH. Ze stopových prvků byly zjištěny vysoké koncentrace barya, a to až nad 1 g/l. Ověřené zdroje podzemních vod byly zjištěny ve výši 900 l/s, doporučená hloubka vrtů je kolem 100 m, kdy mohou poskytovat vydatnost až do 10-20 l/s (*Kolářová et al.* 1986). Obecně lze říci, že kvalitativním problémem podzemních vod permokarbonských pánví jsou zvýšené koncentrace železa a manganu přesahující limity pro pitnou vodu.

**Mšensko-roudnická a mnichovohradištská pánev** jsou zakryty křídovými sedimenty a jsou poměrně málo propustné. Rychlost proudění vody je řádově v mm/rok. Vzhledem k extrémně pomalému pohybu vod a nulové infiltraci je kvalita podzemních vod nízká a chemismus nevhodný pro pitné účely. Tyto hydrogeologické struktury mají nulový význam v zásobování pitnou vodou nejen z hlediska jejich nevyhovující jakosti vody, ale i obtížné dosažitelnosti.

**Hornoslezská pánev** je značně komplikovaná, hydrogeologické poměry jsou zásadně ovlivněny hlubinnou těžbou i existencí rozsáhlé ostravské průmyslové aglomerace (Krásný *et al.* 2012). Přírodné zdroje podzemních vod jsou detrit-bazální klastika a písčité polohy spodního bádenu, na které jsou vázány staré, mineralizované a proplyněné fosilní vody. Na území pánve lze vhodné zdroje nalézt také v kvartérních sedimentech.

Možnosti využití podzemních zdrojů v permokarbonu pro pitné účely jsou podobně jako v krystaliniku omezeny na přípovrchovou zónu s převažující puklinovou pórovitostí (Krásný *et al.* 2012). Charakteristická je díky tomu rozdílná vydatnost jednotlivých jímacích objektů. Obecně přirozená kvalita podzemních vod vyhovuje požadavkům pro pitnou vodu i přes vyšší koncentrace železa a manganu. Problémy však mohou způsobit kontaminace zemědělské, sídlištní a průmyslové. Velikost rezervoárů a rozkolísanost zdrojů vod byla značně ovlivněna těžbou uhlí. Časté byly ztráty vody v pramenech, studnách i v povrchových tocích a nádržích.

### 2.3. Česká křídová pánev

Hydrogeologické křídové pánve jsou často tvořené kolektory s vysokou transmisivitou a storativitou (Hazardová 1980). Jímací objekty zde obvykle umožňují soustředěné odběry podzemních vod, technicky a ekonomicky výhodnější než rozptýlené jímání nižších množství podzemních vod v méně propustných prostředích (Krásný 2008).

Česká křídová pánev představuje nejvýznamnější a největší zásobárnu kvalitních podzemních vod v České republice. Sedimenty české křídové pánve vyplňují depresní oblast, která sahá od úpatí Krušných hor a Drážďan až na sz. Moravu (Kachlík 2008). Pánev rozdělujeme na 3 základní oblasti. Východní část české křídové pánve představuje vodohospodářsky významnou oblast, která je rozčleněna do mnoha dílčích synklinálních struktur se samostatným oběhem podzemní vody (Hrkal 2006).

Lužická (západní) část považována za nejcennější a dosahuje hloubek až 1100 m. Střední labská oblast tvořená převážně slínovci je vodohospodářsky méně významná, bez větších zásob podzemní vody. Litologický sled pánve zahrnuje 4 hlavní kolektory. Jejich základní charakteristika je popsána v tabulce *Tab. 2a*.

Vědecko-administrativně je česká křídová pánev členěna na 10 bilančních celků, z nichž nejvýznamnější je **benešovsko-ústecký zvodněný systém**. Jedná se o nejvydatnější a nejhlubší část pánve, kde se vyskytuje kompletní sled níže uvedených

kolektorů. Oblast Stráže pod Ralskem byla zásadně postižena těžbou uranu z cenomanských pískovců metodou podzemního loužení a dochází zde ke kontaminaci především sírany, amonnými ionty a radionuklidy (Slezák 2001). Důsledkem chemické těžby uranu je masivní kontaminace podzemních vod v celé oblasti. V současné době probíhá intenzivní sanace tohoto znečištění, která by měla skončit v roce 2035 (Datel et al. 2008).

Součástí **mělnicko-boleslavského** zvodněného systému je významný zdroj pitné vody pro Prahu - Káraný. Úpravna vody Káraný poskytuje hlavnímu městu průměrně 1000 l/s pitné vody ze 685 vrtů. Voda se získává ze tří systémů: břehové infiltrace podél Jizery (800 l/s), umělé infiltrace (800 l/s) a je doplňována mimořádně kvalitní artéskou křídovou vodou z velkých hloubek (50 l/s). Maximální výkon vodárny je 1750 l/s pitné vody (Jásek 2004).

Tab. 2a. Charakteristika jednotlivých kolektorů české křídové pánve (Krásný et al. 2012).

Kolektor	Charakteristika
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Svrchní křídový kolektor</b></li> <li>• Teplické, březenské a merboltické souvrství</li> <li>• Méně zpevněné písky</li> <li>• Vytváří nejmělejší zvodeň při povrchu, často společně s kvartérním pokryvem</li> <li>• Pro zásobování pitnou vodou má lokální význam</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Střední křídový kolektor</b></li> <li>• Střední turon</li> <li>• Jizerské souvrství - pískovce až slínovce</li> <li>• Nejmocnější a nejvýznamnější kolektor – mocnost až 400 m</li> <li>• 52% přírodních zdrojů podzemních vod v ČR</li> <li>• Hlavní zdroje podzemní vody v pánvi, většina vodárenských odběrů je z tohoto kolektoru</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Spodní křídový kolektor</b></li> <li>• Spodní turon</li> <li>• Bělohorské souvrství</li> <li>• Slínovce tvoří izolátor o mocnosti 25-30 m</li> <li>• Pískovce v severozápadní části tvoří společný kolektor s cenomanem o mocnosti až 600 m</li> <li>• Vodohospodářsky méně významný</li> <li>• Ca-HCO<sub>3</sub>, velice dobrá kvalita</li> </ul>

A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bazální křídový kolektor</b></li> <li>• Cenomanské stáří</li> <li>• Tlakově zvodněný bazální křídový kolektor vyvinutý v celém prostoru pánve</li> <li>• Není využíván</li> <li>• Situován v hloubce až 800 m, méně na okrajích pánve</li> <li>• Stáří vody až 20tis. let</li> <li>• Perucké a korycanské vrstvy</li> <li>• Slepence, pískovce, prachovce, jílovce</li> <li>• Ca-HCO<sub>3</sub>, velice dobrá kvalita x vyšší výskyt radionuklidů</li> </ul>
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Všeobecně lze považovat kvalitu podzemních vod v křídových sedimentech za velmi vhodnou k využití pro hromadné zásobování pitnou vodou. Cca 80% vodních zdrojů české křídové pánve vyžaduje pouze dezinfekci nebo jen jednoduchou úpravu vody, nejčastěji k odstranění železa a manganu. Pouze 4% vod nejsou vhodné k pitným účelům (Herčík et al. 1999). Množství i kvalita vodních zdrojů v křídových pánvích naznačuje, že se jedná o strategický zdroj vod se značnými možnostmi v budoucím využívání. Křídové kolektory se vyznačují významnou akumulací schopností a dlouhým zdržením podzemních vod pánvi (až stovky let), čímž vzrůstá jejich odolnost vůči současnému znečištění a zároveň roste jejich strategický význam, kdy např. při změně klimatu a zmenšení tvorby nových podzemních vod by tato struktura byla schopna dlouhodobě poskytovat neměnné vysoké množství vody pro obyvatelstvo.

Stejně jako v jiných geologických jednotkách, tak i v křídových pánvích dochází k antropogennímu ovlivňování vodních zdrojů. Kvantitativní ovlivnění představují zejména nadměrné odběry vod a poklesy vydatností v jednotlivých jímacích objektech. Vhodným opatřením je zavádění technologie umělé infiltrace, jelikož pro vody v české křídové pánvi je typické dlouhé zdržení (až stovky let), čímž vzrůstá jejich odolnost vůči současnému znečištění a zároveň roste jejich strategický význam, kdy např. při změně klimatu a zmenšení tvorby nových podzemních vod by tato struktura byla schopna dlouhodobě poskytovat neměnné vysoké množství vody pro obyvatelstvo. Jakostní změny vod mají za následek zdroje znečištění v urbanizovaných a industrializovaných územích. Nejvýznamnějším a plošně rozsáhlým zdrojem znečištění je zemědělství, kde nejčastěji dochází ke kontaminaci nitráty, fosfáty a pesticidy. Také v zónách bývalých vojenských prostorů docházelo k závažným a rozsáhlým znečištěním.

Pokud uvažujeme o české křídové pánvi jako o strategickém zdroji pitné vody, je zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost ochraně území i vodních útvarů. Základním předpokladem je dodržování obecných právních norem a optimalizace využívání podzemních vod v rámci jednotlivých zvodnělých systémů.

#### 2.4. Jihočeské pánve

Výplň **budějovické a třeboňské pánve** je tvořena křídovými, terciárními a kvartérními sedimenty, které jsou obklopeny horninami krystalinika. Z hydrogeologického a vodohospodářského hlediska je nejdůležitější klikovské souvrství vyznačující se cyklickým opakováním vrstev hrubozrnných pískovců a slepenců s jílovitými pískovci až jílovci. Typické jsou pro jihočeské pánve velmi časté změny zrnitosti sedimentů a tedy i jejich propustnosti, jak ve vertikálním, tak laterálním směru, což představuje jistý problém ve využívání místních zdrojů podzemních vod. V oblastech s nejvyšší mocností pánevních sedimentů bylo zjištěno až několik desítek jednotlivých kolektorů se značnými zjištěnými zásobami. Obecně zde platí, že čím hlubší je vrt, tím větší je specifická vydatnost, jelikož vrt využívá kompletního sledu poloh. Chemismus vod křídových sedimentů je převážně Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> typu s častými výskyty železa. Po jeho odstranění je zde voda kvalitativně na špičkové úrovni, Dobrá Voda čerpána z nejhlubší části třeboňské pánve odpovídá jakostí téměř kojenecké vodě. Jihočeské pánve je možno považovat z hlediska možností využívání podzemní vody za vodohospodářsky významný vodohospodářský hydrogeologický celek (*Krásný et al.* 2012). Největší ohrožení mělkých vod v jihočeských pánvích představuje znečištění dusičnany ze zemědělství.

#### 2.5. Terciární pánve

Souvislé terciární výplně se na území České republiky vyskytují v podhůří Krušných hor ve třech hlavních sedimentárních pánvích. Hlavním společným znakem je značný vliv antropogenní činnosti (těžby uhlí).

**Chebská pánev** je tvořena dvěma komplexy kolektorů a mezilehlým komplexem izolátorů. Z hlediska vodních zdrojů je nejvýznamnější bazální komplexní kolektor, který je tvořen jílovitopísčítými sedimenty. Svrchní kolektor (125 m mocný) tvoří písčité polohy vildštejnského souvrství s kvartérními sedimenty. V chebské pánvi je patrná hydrochemická zonálnost. S rostoucí hloubkou se zvyšuje mineralizace,

nejvhodnějšími vody pro pitné účely jsou zde vody mělkého oběhu typu Ca-Na-HCO<sub>3</sub> s nízkou mineralizací 0,1-0,3 g/l (vyjímkou je využití lokálních zdrojů kyselých k pitným účelům). Vody jsou zde jímány 11-20 m hlubokými jímacími objekty. **Mostecká a sokolovská pánev** jsou téměř identické a litologický sled je analogický ke sledu pánve chebské. Častá je také výskyt proplyněných minerálních vod.

Významná vodohospodářská oblast z hlediska odběrů vod pro zásobování pitnou vodou je v okolí Nebanic v Chebské pánvi, ostatní odběry jsou výrazně nižší a slouží spíše pro místní zásobování. V sokolovské pánvi jsou vlivem těžby narušeny přírodní poměry a možnosti využití vodních zdrojů jsou velmi omezené, pouze v okrajových oblastech pánve jsou využívány pro místní zásobování. Největší problémy v podobě negativního ovlivnění vodních zdrojů opět představuje těžba nerostů, nadměrné jímání podzemní vody, sídlištní, průmyslové a zemědělské kontaminace. Vedle zdrojů pro zásobování pitnou vodou jsou v ohrožení i minerální vody v chebské pánvi.

## 2.6. Karpatské systémy

Ve **flyšovém pásmu**, podobně jako v krystaliniku, tvoří hlavní proudění a akumulaci podzemní vody přípovrchový kolektor navětralých či rozpukaných hornin. Hlubší oběh vody se tvoří ojediněle po tektonických poruchách. Hloubka hladiny podzemní vody pod terénem závisí na geomorfologii území a pohybuje se v rozmezí od několika metrů až po 20 m pod terénem. Od krystalinika se flyšové sedimenty liší svou menší retenční schopností a nižší schopností akumulace vod (*Trpkošová 2008*). Ta způsobuje malou schopnost tvorby zásob podzemní vody. Z hlediska ochrany kvality vodních zdrojů mají negativní vliv četné povodně způsobené nízkou schopností hornin zadržovat vodu.

Obecně lze využívat flyšové pásmo spíše jen pro malé spotřebitele. Kvalita vody trpí v nižších nadmořských výškách značnými koncentracemi železa. Značným problémem je intenzivní zemědělská činnost, které kvalitu vody v postižených oblastech výrazně ovlivňuje. Z tohoto důvodu je na místě přísná ochrana využívaných i potenciálních zdrojů.

**Karpatská předlubeň** svou geologickou stavbou a hydrogeologickými podmínkami odpovídá hydrogeologické pánvi. Významnější kolektory jsou na jihu předlubeň písčitoštěrkové sedimenty, které dovolují významnější odběry kvalitních podzemních vod pro hromadně zásobování. Stejně jako jako v pásmu flyše, je v jižní části předlubeň nejpálčivějším problémem rozsáhlá zemědělská činnost. V severní části

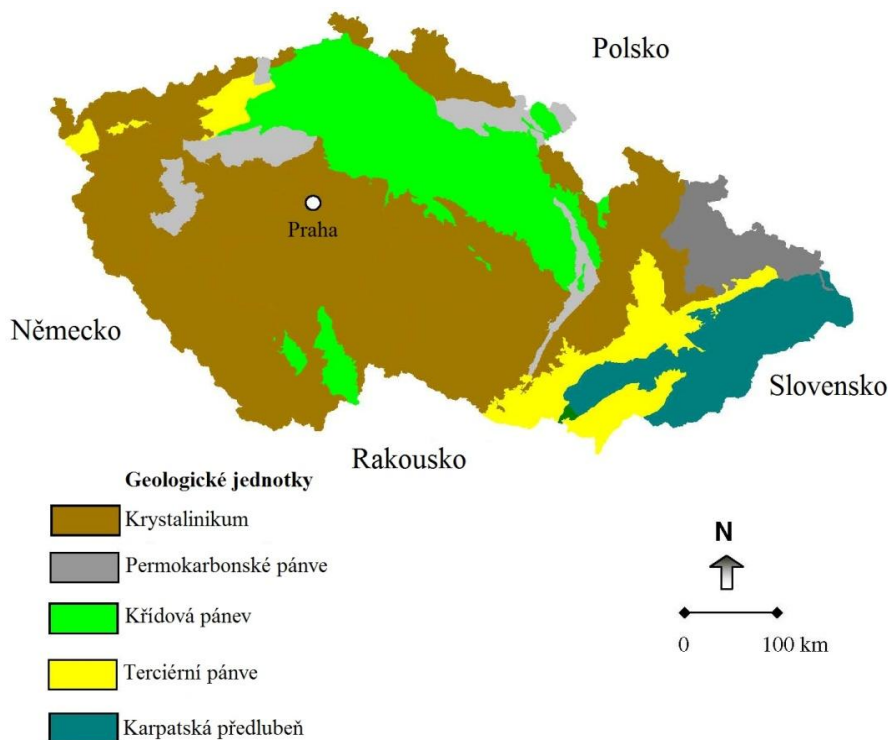
je významnou hrozbou Ostravská průmyslová aglomerace, která ovšem reálně ohrožuje zejména kvartérní kolektory. Na opavsku je hrozba kvantitativního i kvalitativního ovlivnění podzemních vod těžbou sádrovce.

### **2.7. Kvartérní sedimenty**

Kvartérní sedimenty dostahují možnosti několika metrů (výjimečně desítky) a obvykle pokrývají horniny staršího stáří. Vodohospodářsky nejdůležitější jsou kolektory tvořené štěrkopískovými kolektory říční, z části ledovcové, případně eolické geneze. Nejmladší nivní sedimenty jílovité povahy jsou důležité neméně, protože svou nízkou propustností mohou tvořit ochranný izolátor, na druhé straně snižují infiltraci srážkových vod do starších sedimentů. Dalším důležitým zdrojem vody je břehová infiltrace z povrchových toků a přísun vody z jiných kolektorů. Například v oblasti Káraného je množství podzemní vody dotováno umělou infiltrací.

Nejvýznamnější akumulace fluviálních sedimentů jsou situovány v blízkosti hlavních vodních toků (Labe, Vltava, Ohře, Morava, Dyje, Odra...), zde jsou kolektory vodohospodářsky nejvýznamnější. Jsou využívány ve značném množství individuálními odběry i rozsáhlými jímacími zařízeními sloužícími k zásobování velkých sídel a podniků. Největším kvalitativním problémem těchto mělkých zvodní jsou vysoké koncentrace dusitanů, dusičnanů, amonných iontů, síranů a celkového množství oxidovatelných látek, zatímco u hlubokých zvodní jsou to vysoké koncentrace železa a manganu, které ale zpravidla nejsou důsledkem antropogenní činnosti.

Obr. 2b. Geologická mapa České Republiky (Enders et al. 2007)



### 3. Jímání vody a jímací objekty

Jímáním rozumíme odběr vody z vodního zdroje prostřednictvím jímacího objektu. Jímání podzemních i povrchových vod musí zabezpečovat hygienicky nezávadný, technicky účelný, bezpečný a hospodárný odběr a navrhuje se na základě výsledků podrobného hydrogeologického průzkumu prováděného v souladu s platnými právními předpisy. Pro navržení vhodného způsobu jímání podzemní vody a konstrukce jímacího zařízení jsou dle *ČSN 75 5115 Jímání podzemní vody* rozhodující zejména hydrofyzikální vlastnosti horninového prostředí, stav a charakter hladiny podzemní vody, směr pohybu podzemní vody, využitelné množství a jakost podzemní vody a stav území v zájmové oblasti.

Jímací objekt je technické zařízení sloužící k odběru povrchové a podzemní vody do vodovodního systému. Konkrétní požadavky na realizaci jímacího objektu jsou popsány v kapitole 4.4. Veškeré jímací objekty, vodovody, vodovodní přípojky a vodárenské objekty včetně úpraven vody řadíme dle vodního zákona (č. 254/2001 Sb.) k vodním dílům. Jímací objekty lze rozdělit do několika skupin podle účelu využití nebo technického provedení.



Podle účelu využití jsou to objekty veřejné a neveřejné. Studna veřejně přístupná je zřizována a spravována obvykle místním úřadem a slouží k zásobování jednotlivých veřejných objektů (např. škol, úřadů a zdravotnických zařízení). Neveřejná studna sloužící pro zásobování vodou jedné, výjimečně několika domácností a je spravována vlastníkem nebo uživatelem studny (Kožíšek 2003). Základní povinnosti provozovatele jímacího objektu jsou dány vodním zákonem (č. 254/2001 Sb.). Mezi tyto činnosti patří např. dodržování stanoveného množství odebírané vody. Dále musí dodržovat podmínky, za kterých byla studna povolena a udržovat studnu v řádném stavu. Provozovatel jímacího objektu pro hromadné zásobování zpracuje provozní řád, ve kterém je uveden zdroj vody, základní údaje o případné technologii úpravy vody. Také jsou zde stanoveny podmínky údržby, plán kontrol provozu a technického stavu studny, místo odběru vzorků pitné vody, rozsah a četnost rozborů a počet zásobovaných osob (§ 4 odst. 3 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví). Jímací objekty individuálního zásobování pitnou vodou povolují pověřené obecní úřady, veřejné a komerční jímací objekty povolují obecní úřady obcí s rozšířenou působností.

Dle převládajícího rozměru dělíme jímací objekty na vertikální (studny a vrty), horizontální (jímací zářezy a galerie), kombinované (studny s radiálními sběrači) a bodové (jímání pramenů). O výběru nejvhodnějšího jímacího zařízení rozhoduje zejména struktura horninového prostředí (výskyt a sled kolektorů a izolátorů) a propustnost horniny. Další kritéria jsou stav a stálost hladiny podzemní vody, směr a rychlost proudění podzemní vody, její iniciální jakost, požadované množství vody v čase a stav území okolo vrtu.

### **3.1. Vertikální jímací objekty**

Mezi vertikální jímací objekty řadíme vrtané, trubkové a šachtové studny. Před stavbou každé studny je zapotřebí nejprve provést hydrogeologický průzkum a průzkumný vrt. Na rozdíl od průzkumného vrtu je nutná persistence studny až desítky let, důležité je tedy kvalitní utěsnění studny u povrchu, vhodný obsyp a robustní armatura.

**Vrtané studny** jsou objekty pro trvalý odběr vody. Přípovrchovou část tvoří manipulační šachtice, která sahá do nezámrzné hloubky a chrání jímací zařízení. Jsou osazeny ocelovou vystrojovací trubicí, tzv. zárubnicí. Zaplášťový prostor je vyplněn šterkem a těsněním. Vrtané studny nemusejí být pouze úzkoprofilové, průměr studny může být od desítek centimetrů až po první metry. Vrtané studny zcela převažují mezi

jímacími objekty pro hromadné zásobování a jejich využití je univerzální z hlediska horninového prostředí, hloubky i průměru. Jejich výhodou z hlediska kvality a ochrany vody je, že čerpají hlubší podzemní vodu, která je méně ovlivněna možným znečištěním s povrchu. Díky kontinuálnímu přítoku podzemní vody z větších hloubek a minimální stagnaci vody je studna méně náchylná na možnou změnu chemizmu a bakteriologické znečištění.

**Šachtové studny** dělíme na dva typy, které se liší technologií hloubení. Studny kopané se budují v soudržných horninách, které jsou schopny udržet svislé stěny v čase od vykopání zeminy po definitivní vystrojení studny. Spouštěné studny se budují v nesoudržných a sypkých horninách, kde není možno provést stabilizovaný výkop. Studny šachtové nedosahují takových hloubek jako studny vrtané, tudíž čerpají podzemní vodu z přípovrchové části kolektoru, kde často dochází ke druhotnému znečištění z povrchu povrchovou, splaškovou či odpadní vodou, odpady, škodlivými látkami na povrchu území atd. Ke zhoršení kvality vody může přispět nadměrné množství srážek, ale také delší období sucha. K takovému zhoršení dochází zejména na konci zimy. V kopané studni dochází k větší akumulaci vody, což může způsobovat také bakteriální závadnost. Občas je nutné studnu vyčistit nebo i provést kontrolu vydatnosti studny. Optimální je celková prohlídka studny dvakrát do roka, vždy před zimním obdobím a po něm. Prověřuje se, zda je studna vodotěsně kryta, uzamčená a povrchová úprava okolí nedovoluje prosakování povrchové vody. Jak často studnu čistit, to záleží na mnoha okolnostech, především na pravidelné údržbě. Obvyklý je interval jednou za 5 až 8 let, ale někdy je potřeba čistit častěji. Rozhoduje technický stav studny a kvalita vody (Kožíšek 2003), proto je třeba věnovat technickému stavu studní patřičnou pozornost, protože jinak hrozí dopad na jakost jímané vody.

**Trubkové studny** patří pro svou jednoduchou konstrukci a výstavbu mezi levnější varianty studny. Jejich životnost je ovšem v porovnání s vrtanými a šachtovými studnami nízká. Jedná se o hrotem osazenou perforovanou trubku malého průměru, která je do země zatloukána nebo zavibrována. Studny jsou hluboké maximálně několik metrů a hodí se do méně soudržných terciérních či kvartérních sedimentů, časté jsou ve fluvialních náplavech v údolích řek. Podobně jako šachtové se trubkové studny nedoporučují k jímaní vody pro pitné účely.

### **3.2. Horizontální jímací objekty**

**Jímací zářezy** slouží k jímání mělké podzemní vody stékající po svahu k jeho úpatí, proto jsou závislé na množství srážek, jejich intenzitě a pravidelnosti. V některých horských krystalinických územích byly a někde dosud jsou využívány jako tradiční a energeticky efektivní způsob jímání vod. V případě jejich většího rozsahu tak bylo možno získat celkové vydatnosti až více l/s, obvykle kvalitní podzemní vody (Krásný 2008). V posledních letech jsou často nahrazovány zdánlivě výhodnějším systémem jímacích vrtů. V jímání vody pro hromadné zásobování však nehrají významnější roli kvůli extrémní zranitelnosti povrchových vod. Proto v dnešní době přetrvávají jen v zalesněných oblastech, kde je menší riziko znečištění. Další jejich nevýhodou je jakákoli nemožnost regulovat množství jímané vody.

**Galerie** (štoly) jsou druhým typem horizontálních jímacích objektů a jedná se o hornická díla sloužící zejména k odvodnění horninového masivu. Jsou konstruovány pro velký objem odebrané vody, který je soustředěn do jednoho místa. Díky značné hloubce, do které voda infiltruje, je zranitelnost vody minimální. Zásadní nevýhoda je pak finanční a technická náročnost vybudování.

### **3.3. Kombinované jímací objekty**

**Kombinované jímací objekty** jsou širokoprofilové studny doplněné o soustavu radiálních drénů. Délka těchto sběračů činí až několik desítek metrů, zvětšují tak dosah jímacího objektu a umožňují větší odběr z kolektorů menší mocnosti. Nevýhodou je technologická a finanční náročnost drénů. Výhodou těchto jímacích objektů je pak jejich nízká zranitelnost a nízké provozní náklady pro vodárenské společnosti.

### **3.4. Bodové jímací objekty**

**Pramenní jímky** jsou objekty k účelu jímání vyvěrajících podzemních vod. Z hlediska ochrany vodního zdroje je důležité, aby nenastalo porušení tlakových poměrů vývěru a tím zánik pramene. Pro hromadné zásobování je zapotřebí složitější konstrukce s více komorami. Nevýhodou pramenních jímek, Podobně jako u horizontálních jímacích objektů, je neregulovatelnost odběru, kdy přebytek vody odchází bez užitku do nejbližší vodoteče.

### **3.5. Umělá a břehová infiltrace**

Umělá i břehová infiltrace napomáhá k obohacování zdrojů vod podzemních a vede ke zlepšení kvality vod povrchových. Odběry vody ze studní poblíž vodního toku vyvolávají nucenou zvýšenou infiltraci vody říční do vody podzemní, přičemž dochází k filtraci, čištění a získávání vody na kvalitě. Umělou infiltrací rozumíme vsakování povrchové vody speciálními vsakovacími objekty. Hlavním problémem je zanášení (kolmatace) vsakovacích objektů sinicemi a řasami, proto je nutné infiltrovat kvalitní a čistou vodu.

## **4. Zajištění právní ochrany vodních zdrojů**

Ochrana vodních zdrojů se zaměřuje na regulaci lidských činností, které mohou vést ke zhoršení stavu vod, či ohrožení jejich výskytu (*Damohorský et al. 2003*). Dále ochrana vodních zdrojů usiluje o rozvoj a implementaci právních předpisů, plánů a aktivit, jejichž účelem je zabránit nebo minimalizovat uvolňování znečišťujících látek do zdrojů vod, které jsou v současné době používány, nebo které mohou být v budoucnu použity, jako zdroje vody pitné (*O'Connor 2002*). Jedná se tedy o celý soubor činností, které směřují k ochraně jakosti, zdravotní nezávadnosti a množství podzemních vod (*Šrámek et al. 2002*). Nedílnou součástí ochrany vodních zdrojů před znehodnocením je prevence (*Šimová 2011*), preventivní ochrana vod je výhodnější (technicky, finančně i organizačně), než následné odstraňování negativních dopadů, ať už se týkají znečištění vod či změny jejich režimu (*Šrámek et al. 2002*).

Aby mohly být vodní zdroje zachovány (pokud jde o jejich množství i jakost) a plnit tak své funkce, je nutno regulovat ty lidské činnosti, které stav vody ovlivňují (*Látalová 2008*). Z důvodu existence různorodých negativních vlivů, které mohou vést ke zhoršení kvality a množství vody, je zapotřebí celého systému nástrojů ochrany vod (*viz Tab. 4a*).

Tab. 4a. Systém nástrojů ochrany vod. (Damohorský a kol. 2003).

Administrativní	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami</li> <li>• Povolení k vypouštění odpadních vod</li> <li>• Stavební povolení k vodním dílům</li> <li>• Souhlas ke stavbám, zařízením nebo činnostem, k nimž není třeba povolení podle vodního zákona, ale mohou ovlivnit vodní poměry</li> <li>• Vyjádření úřadu o tom, zda je záměr podle zákona možný, popřípadě za jakých podmínek</li> </ul>
Ekonomické	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poplatky spojené s využíváním vod a s jejich znečišťováním</li> </ul>
Informační	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zjišťování a hodnocení stavu povrchových a podzemních vod (tzv. monitoring)</li> </ul>
Koncepční	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Územní plánování</li> <li>• Plánování v oblasti vod</li> <li>• Posuzování vlivů na životní prostředí (EIA, SEA)</li> </ul>
Sankční	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udělování pokut</li> <li>• Zastavení provozu</li> </ul>

Stejně jako celé právo životního prostředí, je i právní úprava pitné vody roztržena do mnoha zákonů a celé škály prováděcích předpisů (Šťávová 2008). Zásobování pitnou vodou představuje celý sled činností, mezi které patří zabránění znečištění zdrojů vody, samotné jímání vody, kontrola akumulace vody, její úprava, distribuce a bezpečné uchovávání vody v domácnosti (Vykydal 2003). Právní problematika pitné vody se tedy dotýká mnoha oblastí:

- A. ochrana podzemních a povrchových vod
- B. hospodárné využívání vodních zdrojů
- C. ochrana jakosti vod
- D. ochrana před nepříznivými účinky sucha a povodní
- E. bezpečnost vodních děl
- F. zásobování obyvatelstva pitnou vodou

Ochrana životního prostředí, potažmo vod, není otázkou jen na národní úrovni, ale vyžaduje koordinaci a spolupráci také na úrovni evropské a mezinárodní. Tento přeshraniční aspekt je ještě více zvýrazněný při ochraně kvality vod, jelikož jednotlivé vodní útvary se mohou nacházet nebo protékat územím několika států (Martočková 2009).

#### **4.1. Obecná právní ochrana vod**

Obecně platilo a platí, že pojem ochrana vod je širší a obecnější než ochrana vodních zdrojů. Ochrana vod se na základě toho rozděluje na tři základní typy: obecnou, zvláštní a speciální (*Novák et al.* 2008).

Ochrana obecná nahlíží na vody jako složky přírody a životního prostředí, sloužící k uspokojování základních životních potřeb lidí a jejich hospodářských aktivit (*Tureček* 2002). Základním pramenem pro oblast vod je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, který nabyl účinnosti dnem 1. ledna 2002, a jehož účelem je ochrana povrchové a podzemní vody, stanovení podmínek pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, a to v souladu s právem Evropského společenství (§ 1 zákona č. 254/2001 Sb.).

##### **4.1.1. Nakládání s vodami**

Vodní zákon rozlišuje různé druhy vod a upravuje nakládání s nimi. Jako zdroje pitné vody slouží vody podzemní a povrchové. Zákon o těchto vodách prohlašuje, že nejsou předmětem vlastnictví a nejsou součástí ani příslušenstvím pozemku, na němž nebo pod nímž se vyskytují (§ 3 zákona č. 254/2001 Sb.). Obecné nakládání se týká jen povrchových vod, veškeré nakládání s podzemními vodami vyžaduje povolení (§ 8 zákona č. 254/2001 Sb.).

Mezi základní povinnosti právnické i fyzické osoby, které vodní zákon ukládá, patří hospodárné a racionální využívání vodních zdrojů (§ 5 zákona č. 254/2001 Sb.). Tím se rozumí využívání nejlepší dostupné technologie při výrobních procesech a úpravách vody.

V osmém paragrafu vodní zákon blíže upravuje práva pro nakládání s vodami a jejich veřejné využívání. K tomuto nakládání je nezbytné povolení vodoprávního úřadu, které je časově omezené a nelze ho nijak pořídit, např. koupí (*Tureček* 2002). V povolení je stanoven způsob využití odebrané vody (např. odběr povrchové vody pro zásobování vodou pitnou) a maximální povolené množství (v l/s, m<sup>3</sup>/měsíc, m<sup>3</sup>/rok). Nakládání s vodami představuje také vypouštění vod odpadních do vod povrchových či podzemních. Z tohoto důvodu je třeba vypouštění odpadních vod regulovat a monitorovat, protože může negativně ovlivnit výskyt, množství nebo jakost vod.

#### 4.1.2. Zjišťování a hodnocení stavu vodních zdrojů

Zjišťování a hodnocení stavu povrchových a podzemních vod zahrnuje kontrolu množství a jakosti vod včetně jejich ovlivňování lidskou činností (§ 21 zákona č. 254/2001 Sb.). Je tak důležitým předpokladem pro efektivní a účinnou ochranu vod a vodních zdrojů, neboť poskytuje podklady pro výkon veřejné správy a umožňuje informovanost veřejnosti. V kontextu povrchových vodních zdrojů se zjišťování a hodnocení soustředí na celé povodí. U zdrojů vod podzemních se ochrana zaměřuje na soukromé jímací objekty, veřejné vodovody, oblasti akumulace vod, nebo na celé kolektory (US EPA 1999). Z hlediska ochrany vod zjišťování a hodnocení stavu vod dále zahrnuje:

- vedení vodní bilance (§ 22 odst. 1),
- vedení evidence:
  - odběrů povrchových a podzemních vod, vypouštění odpadních a důlních vod a akumulace povrchových vod ve vodních nádržích,
  - vodních toků a jejich povodí, hydrogeologických rajonů a umělých vodních útvarů,
  - chráněných oblastí přirozené akumulace vod,
  - ochranných pásem vodních zdrojů,
  - zdrojů povrchových vod, které jsou využívány nebo u kterých se předpokládá jejich využití jako zdrojů pitné vody,
  - citlivých oblastí,
  - zranitelných oblastí.

#### 4.2. Regionální ochrana vod

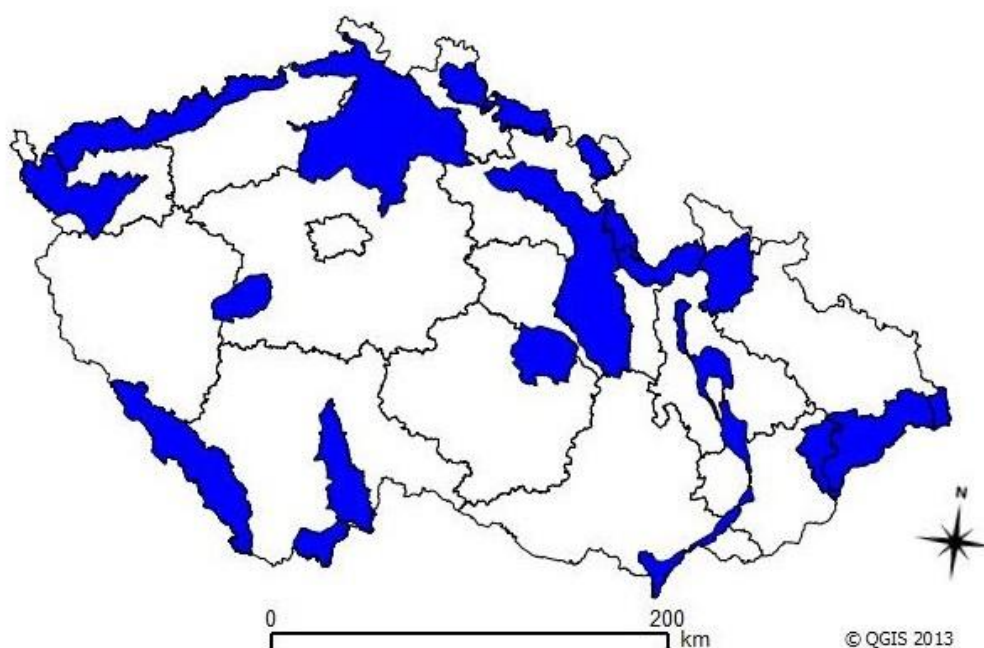
Regionální (zvláštní) ochrana je rovněž stanovena vodním zákonem, případně jeho prováděcími předpisy a má za účel zajistit z různých důvodů vyšší stupeň ochrany než ochrana obecná. Vlastnosti vod často bývají významně ovlivňovány činnostmi, které se realizují v bezprostředním okolí vodních útvarů (povrchových nebo podzemních), proto je třeba věnovat zvláštní pozornost ochraně území, v němž se voda přirozeně vyskytuje (Damohorský a kol. 2003). Nástroji zvláštní územní ochrany vycházející ze zákona č. 254/2001 Sb., o vodách jsou chráněné oblasti přirozené akumulace vod, ochranná pásma vodních zdrojů a zranitelné oblasti.

#### 4.2.1. Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV)

CHOPAV vymezují oblasti (*Obr. 4a*), které pro své přírodní podmínky tvoří významnou přirozenou akumulaci vod. Hlavním účelem institutu CHOPAV je zajistit preventivní ochranu oblastí, ve kterých dochází k přirozené akumulaci vod před činnostmi, které by mohly poškodit nebo negativně ovlivnit množství a jakost povrchových a podzemních vod. Vláda tyto oblasti vyhláší nařízením. Není podstatné, zda tyto vodní zdroje jsou již využívány nebo se jedná o vodní zdroje využitelné (*Tureček 2002*). V těchto oblastech platí zákaz nebo omezení těchto činností:

- zmenšovat rozsah lesních pozemků,
- odvodňovat lesní pozemky,
- odvodňovat zemědělské pozemky,
- těžit rašelinu,
- těžit nerosty povrchovým způsobem nebo provádět jiné zemní práce, které by vedly k odkrytí souvislé hladiny podzemních vod,
- těžit a zpracovávat radioaktivní suroviny,
- ukládat radioaktivní odpady,
- ukládat oxid uhličitý do hydrogeologických struktur s využitelnými nebo využívanými zásobami podzemních vod.

*Obr. 4a. Vymezení chráněných oblastí přirozené akumulace vod s účinností od 1. 8. 2012 (VÚV TGM, Heis).*





#### 4.2.2. Zranitelné oblasti

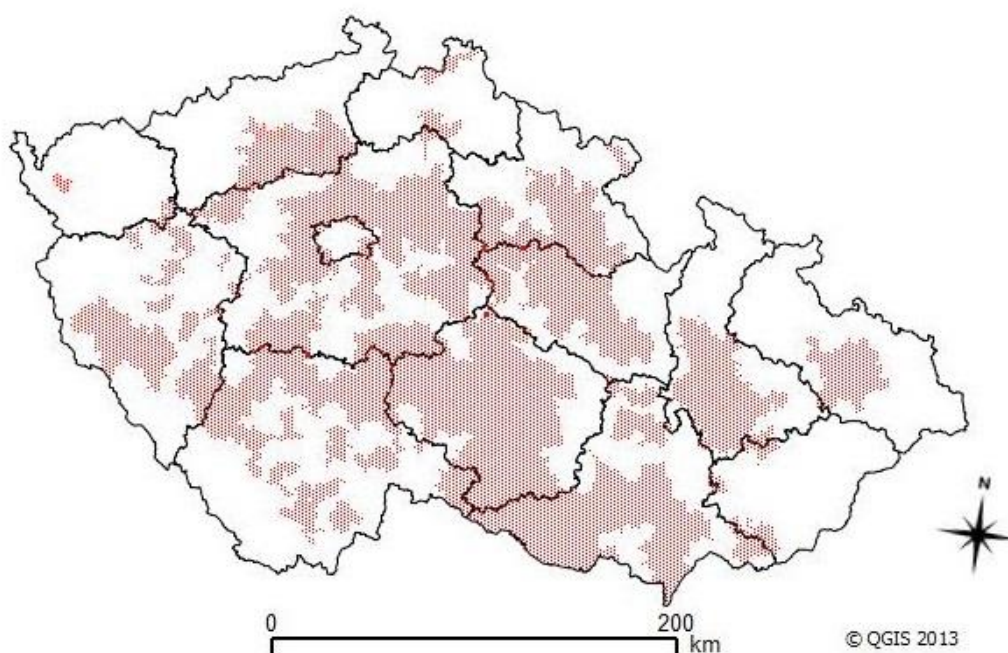
Zranitelné oblasti řeší ochranu podzemních i povrchových vod, které jsou pro další využití, zejména jako zdroje pitné vody, ohroženy nebo znečištěny dusičnany. Zranitelné oblasti vychází z předpisu Evropské unie (91/676/EHS), tzv. nitrátové směrnice. U nás je nitrátová směrnice uplatněna v § 33 vodního zákona č. 254/2001 Sb. a vymezení zranitelných oblastí bylo upraveno nařízením vlády č. 103/2003 Sb. V České republice je realizace nitrátové směrnice rozdělena mezi Ministerstvo zemědělství, které ručí za stanovení zásad správných zemědělských postupů, a Ministerstvo životního prostředí, které je odpovědné za stanovení zranitelných území a sledování kvality vod. Průběžným sledováním kvality povrchových i podzemních vod ve zranitelných oblastech se zabývá Český hydrometeorologický ústav (Šímová 2011).

Zranitelné oblasti jsou tedy oblasti, kde se vyskytují vody znečištěné dusičnany ze zemědělských zdrojů a jsou vymezeny hranicemi katastrálních území (Obr. 4b). Celková plocha zranitelných oblastí ve výše zmíněném návrhu nařízení vlády je 36% rozlohy České republiky a činí tak 42,5% zemědělské půdy (Prchalová et al. 2002). Vymezení zranitelných oblastí podléhá přezkoumání a případným úpravám v pravidelných intervalech nepřesahujících čtyři roky. Ve zranitelných oblastech jsou stanoveny povinné způsoby hospodaření, tzv. akční programy (Tomeček 2002).

Zdrojem tohoto znečištění je tedy používání hnojiv s obsahem dusíku a statkových hnojiv v zemědělství. Úkolem tohoto právního předpisu je stanovit jejich přijatelnou mez a zabránit jejich nadměrnému užívání (Musil 2006). Mezní hodnota koncentrace dusičnanů je v těchto oblastech 50 mg/l. Za citlivé se pokládají i ty oblasti, v nichž dochází nebo v blízké budoucnosti může dojít v důsledku vysoké koncentrace živin k nežádoucímu stavu jakosti vod.

Významná plocha České republiky byla s postupem času přetvořena na krajinu zemědělsky využívanou. V druhé polovině 20. století docházelo někdy až k nesmyslnému využívání hnojiv, což vedlo k významné kontaminaci vod dusičnany a dusitany na mnoha místech republiky. Z hlediska kvality pitné vody se situace stále jeví jako nepříznivá. I přes snížení dávek minerálních hnojiv po r. 1989 tento problém i nadále přetrvává, proto je zřízení zranitelných oblastí zcela na místě.

Obr. 4b. Vymezení zranitelných území s účinností od 1. 8. 2012 (VÚV TGM, Heis).



#### 4.2.3. Citlivé oblasti

**Citlivé oblasti** jsou § 32 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách definovány jako vodní útvary povrchových vod, jejichž jakost je ohrožena vysokými koncentracemi živin. Dále citlivými oblastmi rozumíme ty vody, které jsou využívány nebo se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody, v níž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l.

Citlivé oblasti, podobně jako oblasti zranitelné, stanovuje vláda nařízením č. 61/2003 Sb., přičemž vymezení citlivých oblastí podléhá rovněž přezkoumání ve čtyřletých intervalech. Obdobně zákon svěřuje vládě rovněž stanovení ukazatelů přípustného stupně znečištění odpadních vod a jejich hodnot pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod v citlivých oblastech (Tomeček 2002). Podle § 10 odst. 1 nařízením vlády č. 61/2003 Sb., jsou jako citlivé oblasti vymezeny všechny povrchové vody na území České republiky.

Vysoké koncentrace živin (zejména dusíku a fosforu) jsou spojeny s intenzifikací zemědělství a postupným zvětšováním aglomerací (Musil 2006). Zdrojem těchto znečišťujících látek je nejčastěji hnojení, chov dobytka, rozorávání luk a úniky ze septiků (Sharpley 2001). Toto znečištění vod způsobené lidskou činností se projevuje eutrofizací vod (Smith 1999). Degradace vodních zdrojů eutrofizací je problém rozšířený v zemích na celém světě (Carpenter et al. 1998) a rozsáhlé konsekvence může mít na populace ryb i na vodohospodářská zařízení (US EPA 1996).

### 4.3. Vodárenské zdroje pro hromadné zásobování

#### 4.3.1. Ochranná pásma vodních zdrojů

Ochranná pásma vodních zdrojů patří mezi územní nástroje ochrany. Jde o nástroj zvláštní ochrany, která se týká na rozdíl od CHOPAV pouze menšího území. Jsou zaměřena na ochranu vod v konkrétním jímacím objektu či na konkrétním místě, nehledě na charakter hmotného znečištění (*Prchalová et al.* 2002). Cílem ochranných pásem je ochrana vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti vodních zdrojů, které zásobují ČR pitnou vodou a mají průměrný roční odběr více než 10 000 m<sup>3</sup>. Veškeré zdroje pitné vody mají ochranná pásma, ve kterých musí být dodržovány podmínky obecné ochrany dle zákona (*Novák et al.* 2008). Ochranná pásma a činnosti, které nelze v daném ochranném pásmu provádět, stanoví dle § 30 vodního zákona vodoprávní úřad. Jedná se o aktivity, jež by mohly ohrozit kvalitu, příp. vydatnost vodního zdroje – např. používání a skladování závadných látek, aplikace chemických prostředků, stavební činnost, terénní úpravy, táboření, vodní sporty, či v některých případech i celkový vstup do pásma. Problematikou ochranných pásem vodních zdrojů se dále zabývá vyhláška č. 137/1999 Sb., kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů.

Ochranná pásma se dělí na pásma I. a pásma II. stupně. Jednotlivé stupně ochrany jasně stanovují, jaké aktivity jsou v daném pásmu omezeny a jaká opatření se zde na základě vodního zákona naopak realizovat musejí.

**Ochranné pásmo I. stupně** zajišťuje ochranu vodního zdroje v bezprostředním okolí jímacího či odběrného zařízení a vymezuje se vždy jako souvislé území. V terénu se na viditelných místech vyznačují hranice ochranného pásma tabulemi s nápisem „ochranné pásmo I. stupně vodního zdroje“. Pokud ochranné pásmo probíhá hladinou nádrže, umísťují se tabule na zakotvené plovoucí bóje. U vodárenských nádrží, které zajišťují zásobování pitnou vodou, platí ochranné pásmo po celé ploše hladiny, u ostatních nádrží s vodárenským využitím se jedná o souvislá území s minimální vzdáleností 100 m od odběrného zařízení. U vodních toků bývá ochranné pásmo zpravidla 15 m široké. U zdrojů podzemní vody bývá vyčleněno souvislé území v minimální vzdálenosti 10 m od místa odběru.

**Ochranné pásmo II. stupně** zajišťuje ochranu vodního zdroje vždy vně ochranného pásma I. stupně. Vymezené území může být souvislé, nebo je mohou tvořit oddělené zóny. Označení ochranného pásma tabulemi s nápisem „ochranné pásmo II.

stupně vodního zdroje“ se v terénu provádí obvykle jen v místech křížení hranice ochranného pásma s komunikacemi a v místech, kde hrozí zvýšené nebezpečí znečištění vodního zdroje.

#### 4.3.2. Sledování jakosti vod

Jakost jímané vody se odvíjí od kvality zemního podloží a může být negativně ovlivněna případným znečištěním. Vedle výše zmíněné preventivní ochrany je neméně důležitý průzkum a analýza vodních zdrojů, identifikace zranitelných oblastí, zjištění všech zdrojů kontaminace a provádění monitoringu (Witten 1995). Způsob ochrany v podobě monitoringu navazuje na zjišťování a hodnocení stavu vod (*kapitola 4.1.2.*). V rámci sledování kvality surové vody vodohospodářské společnosti provádějí četná měření. Provádí se plánovaný, případně cílený monitoring – odběry reprezentativních vzorků a analýzy v akreditovaných laboratořích. Od roku 2004 jsou většinovým zdrojem dat pro národní zprávu o jakosti pitné vody rozborů zajišťované provozovateli, jejichž provedení v předepsané četnosti a rozsahu je provozovatelům uloženo platnou legislativou (SZÚ 2012). Jakost pitné vody je pravidelně vypracována Státním zdravotním ústavem (Štávová 2008).

Plán kontroly jakosti vody v průběhu výroby pitné vody byl vypracován podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, dále byl vypracován dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 376/2000 Sb.

Místa a konkrétní body kontroly jakosti vody jsou určeny tak, aby výsledné hodnoty ukazatelů reprezentovaly jakost vody v daném místě. Místo odběrů vzorků surové vody musí být umístěno tak, aby charakterizovalo jakost surové vody přitékající do úpravní vody, tj. aby bylo odebíráno co nejbližší technologickému zařízení. Vzorek vyrobené vody z úpravní vody se odebírá za posledním technologickým stupněm.

Četnosti a časy zjišťování hodnot ukazatelů (*viz Tab. 4b*) jsou zvoleny k včasnému zjištění možných změn jakosti vody a stanovují se na základě množství odebírané vody a na počtu obyvatel v zásobované oblasti. Vzorky surové vody se odebírají před prvním technologickým zásahem. V případě, že je surová voda odebírána z více zdrojů, provádějí se vzorky jak z jednotlivých zdrojů, tak z jejich směsi. Odběry a analýzy vzorků vody vyrobené se provádí během ustáleného provozu po konečném stupni úpravy. V tabulce *Tab. 4c* je uvedena minimální četnost odběrů

a analýz vyrobené vody. Pokud se prokáže stálá jakost surové vody lze snížit četnost provozních odběrů na polovinu.

Tab.4b. Minimální četnost odběrů vzorků a analýz surové vody (Vyhláška 428/2001 Sb.).

Objem vyrobené vody [m <sup>3</sup> /den]	Počet zásobovaných obyvatel	Četnost rozborů za rok		
		Provozní rozbor	Monitorovací rozbor	Úplný rozbor
do 100	do 500	*	1	*
101 – 1 000	501 – 5 000	6	2	1
1001 – 4 000	5 001 – 20 000	26	4	1
4001 – 10 000	20 001 – 50 000	26	8	2
10 001 – 20 000	50 001 – 100 000	104	12	2
20 001 – 30 000	100 001 – 150 000	365	12	4
nad 30 000	nad 150 000	*	24	4
* Četnost a rozsah určí provozovatel individuálně podle druhu zdroje a způsobu úpravy vody.				

Tab.4c. Minimální četnost odběrů vzorků a analýz vyrobené vody (Vyhláška 428/2001 Sb.).

Objem vyrobené vody [m <sup>3</sup> /den]	Počet zásobovaných obyvatel	Četnost rozborů za rok		
		Provozní rozbor	Monitorovací rozbor	Úplný rozbor
do 100	do 500	*	2	1 za 2 roky
101 – 1 000	501 – 5 000	12	4	1
1001 – 4 000	5 001 – 20 000	52	8	1
4001 – 10 000	20 001 – 50 000	52	16	2
10 001 – 20 000	50 001 – 100 000	104	52	2
20 001 – 30 000	100 001 – 150 000	365	52	4
nad 30 000	nad 150 000	*	*	*
* Četnost a rozsah určí provozovatel individuálně podle druhu zdroje a způsobu a náročnosti úpravy vody. Četnost nesmí být nižší než údaj s menším počtem obyvatel.				

### 4.3.3. Jakost surové vody pro výrobu pitné vody

Surová voda je v právních předpisech označovaná jako voda určená k úpravě na vodu pitnou a musí splňovat určité podmínky k tomu, aby mohla být využívána jako zdroj pitné vody (Musil 2006). Tyto požadavky na jakost musí splňovat voda z podzemních i povrchových zdrojů v místě jejího odběru. Na základě výjimky povolené vodoprávním úřadem lze k úpravě na vodu pitnou výjimečně odebírat vodu, jež v místě odběru nespĺňuje požadavky na jakost surové vody, a to pouze za předpokladu, že technologie úpravy nevyhovující surové vody zaručí zdravotní nezávadnost upravené pitné vody.

Dle § 22 vyhlášky č. 428/2001 Sb. se surová voda dělí do tří kategorií na základě typu úpravy vody:

- A1 - jednoduchá fyzikální úprava a desinfekce (např. rychlá filtrace a desinfekce, prostá písková filtrace, chemické nebo mechanické odkyselení či odstranění plynných složek provzdušňováním)
- A2 - běžná fyzikální úprava a desinfekce, koagulační filtrace, infiltrace, pomalá biologická filtrace, flokulace, usazování, filtrace, desinfekce (konečné chlorování), jednostupňové nebo dvoustupňové odželezování nebo odmanganování.
- A3 - intenzivní fyzikální a chemická úprava, rozšířená úprava a desinfekce (např. chlorování), koagulace, flokulace, usazování, filtrace, adsorpce (aktivní uhlí), desinfekce (ozon, konečné chlorování), jednostupňové nebo dvoustupňové odželezování nebo odmanganování.
- >A3 - voda nevhodná pro úpravu na vodu pitnou. Někdy se používá po schválení hygienikem, pokud není k dispozici jiná.

Dle vyhlášky má být surová voda odebírána především z vodních zdrojů, které se v přirozeném stavu svým fyzikálním, chemickým a mikrobiologickým složením a vlastnostmi co nejvíce blíží požadavkům na pitnou vodu. Pro rozhodování mezi několika možnými vodními zdroji vyhláška určuje kritéria, kterými jsou optimální investiční a provozní náklady ve vztahu ke složitosti technologie úpravy a náročnosti na dopravu vody. Mezi další kritéria patří i využitelná vydatnost vodního zdroje, možnost ochrany jakosti vody ve vodním zdroji, potenciální kontaminace vody a další místní podmínky.

#### 4.3.4. Požadavky na jakost pitné vody

Jakostí pitné vody rozumíme soubor hygienických požadavků na zdravotní nezávadnost a bezpečnost pitné vody. Závazným podkladem pro hodnocení jakosti pitné vody je vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č. 252/2004 Sb. v platném znění, která přejímá evropskou směrnici *Rady 98/83/EC*, o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu (SZÚ 2012). Termínem pitná voda rozumíme dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. zdravotně nezávadnou vodu, která při trvalém požívání nevyvolá žádná onemocnění. Nesmí v ní být přítomny mikroorganismy nebo látky, které svým akutním, chronickým či pozdním působením mohou ohrozit zdraví fyzických osob. Důraz je kladen i na vyhovující chuť vody, kterou lze nejen bez obav pít, ale u níž spotřebitel zároveň oceňuje její estetickou kvalitu (IWA 2004).

Hygienické limity určené příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví jsou stanoveny pro mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele. Následující kapitola uvádí tyto požadavky na pitnou vodu v mezinárodním kontextu a popisuje, do jaké míry se případně liší na mezinárodní úrovni.

Fyzikální a chemické ukazatele, které jsou zdravotně významné, znázorňuje *Tab. 4d*. Tabulka nabízí srovnání hodnot příslušné české vyhlášky s evropskou směrnicí a německým právním předpisem pro pitnou vodu (*Trinkwasserordnung - TrinkwV 2001*).

Pro koncentrace chloridů a mědi jsou v české vyhlášce stanoveny přísnější hodnoty. Pro několik ukazatelů není v zahraničí stanoven hygienický limit žádný. Jedná se o beryllium, volný chlór, chloritany, a stříbro. Beryllium je ze směrnice vyňato z důvodu nepravděpodobného výskytu v pitné vodě (WHO 1993). V ČR je beryllium také poměrně vzácné, nicméně v podzemních vodách sokolovské pánve byly zjištěny hodnoty koncentrace až 50 µg/l, přičemž požadovaná je kolem 0,2 µg/l. V pitných vodách na Sokolovsku, Karlovarsku, a dalších se mohou koncentrace beryllia výjimečně pohybovat v desítkách µg/l (Pitter 1999), proto považují stanovenou hodnotu tohoto ukazatele za zcela adekvátní. Koncentrace volného chlóru, který se používá k dezinfekčním účelům, není rovněž v uvedených zahraničních normách stanovena. Česká právní úprava připouští koncentraci nejvýše 3 mg/l volného chlóru, dle standardů pro pitnou vodu zřízených WHO v r. 1993 je limitní hodnota 5 mg/l, nadměrná chlorace může vést ke vzniku jedovatých chlorovaných fenolů. Vedlejším produktem chlorace jsou chloritany, pro které jsou stanoveny přísnější limitní hodnoty. Stříbro není

v zahraničí rovněž limitováno, podle směrnice nejsou dostupná data, podle kterých je možno stanovit konkrétní hodnotu. Je zde pouze uvedeno, že ve vodách dezinfikovaných stříbrem se může vyskytovat v koncentraci 50 µg/l i vyšší (WHO 1993).

Tab. 4d. Fyzikální a chemické ukazatele zdravotně významné – anorganické (vyhláška č. 252/2004, směrnici Rady 98/83/EC, TrinkwV 2001)

Ukazatel	Jednotka	ČR	98/83/ES	SRN
antimon	µg/l	5	5	5
arzen	µg/l	10	10	10
beryllium	µg/l	2	nestanoveno	nestanoveno
bor	mg/l	1	1	1
bromičnany	µg/l	10	10	10
dusičnany	mg/l	50	50	50
dusitany	mg/l	0,5	0,5	0,5
fluoridy	mg/l	1,5	1,5	1,5
chlor volný	mg/l	0,3	nestanoveno	nestanoveno
chloridy	mg/l	100	250	250
chrom	µg/l	50	50	50
kadmium	µg/l	5	5	3
kyanidy celkově	µg/l	50	50	50
mangan	µg/l	50	50	50
měď	mg/l	1	2	2
nikl	µg/l	20	20	20
olovo	µg/l	10	10	10
rtuť	µg/l	1	1	1
selen	µg/l	10	10	10
stříbro	µg/l	50	nestanoveno	nestanoveno

Následující tabulka (Tab.4e) uvádí fyzikální a chemické ukazatele, jejichž zvýšené hodnoty mohou jakost pitné vody negativně ovlivnit. Ukazatel celkového organického uhlíku je v české legislativě limitován 5 mg/l, zatímco zahraniční předpisy konkrétní hodnotu nestanovují. Podobně je tomu i doporučené minimální a maximální koncentrace vápníku (40-80 g/l) a hořčíku (20-30 mg/l), kterou se zahraniční normy rovněž nezabývají. Přísnější limity pro dané ukazatele má ČR stanoveny pro koncentraci chloridů, konduktivitu, a chemickou spotřebu kyslíku manganistanem. Chloridy nejsou hygienicky závadné, v množství stovek mg/l však nepříznivě ovlivňují chuť. Chemická spotřeba kyslíku manganistanem je ukazatelem znečištění vod organickými látkami živočišného nebo rostlinného původu (např. splašky, zemědělské odpadní vody). I zde jsou v ČR přísnější limity.



Tab. 4e. Fyzikální a chemické ukazatele, jejichž zvýšené hodnoty mohou negativně ovlivnit jakost pitné vody (vyhláška č. 252/2004, směrnici Rady 98/83/EC, TrinkwV 2001).

Ukazatel	Jednotka	ČR	98/83/ES	SRN
amonné ionty	mg/l	0,5	0,5	0,5
celkový organický uhlík	mg/l	5	nestanoveno	nestanoveno
hliník	µg/l	200	200	200
chemická spotřeba kyslíku manganistanem	mg/l	3	5	5
chloridy	mg/l	100	250	250
konduktivita	mS/m	125	250	279
pH		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5
polycyklické arom. uhlovodíky	µg/l	0,1	0,1	0,1
sírany	mg/l	250	250	250
sodík	mg/l	200	200	200
železo	mg/l	0,2	0,2	0,2

Jak již bylo řečeno v úvodu kapitoly, hodnoty ukazatelů jakosti pitné vody vycházejí z mezinárodních směrnic a úmluv. V evropském měřítku se hodnoty v jednotlivých státech příliš nemění. Po vstupu do Evropské unie v roce 2004 měla Česká republika povinnost implementovat evropskou směrnici *Rady 98/83/EC* do stávající právní úpravy jakosti vody. Oproti směrnici česká vyhláška obsahuje více ukazatelů a u několika ukazatelů má přísnější limitní hodnotu, což směrnice připouští. Jedná se o ukazatele, kde přísnější národní hodnota byla stanovena již dříve, před účinností evropské směrnice, která požaduje, aby její implementací nedošlo k zhoršení stávajícího stavu. I přes větší počet ukazatelů a přísnější hodnoty se v generelu vyhláška č. 252/2004 Sb. od zahraniční právní úpravy významně neliší.

#### 4.4. Individuální vodní zdroje

Individuálním zásobováním rozumíme zásobování malého a od jiných systémů trvalé dodávky vody izolovaného okruhu spotřebitelů zpravidla z jediného lokálního zdroje, jímž obvykle bývá studna (ČSN 75 5115).

#### ČSN 75 5115 Jímání podzemní vody

Technická norma *ČSN 75 5115 Jímání podzemní vody* je závazným předpisem pro navrhování, výstavbu a provoz nových nebo zrekonstruovaných studní a jiných jímacích objektů prosté podzemní vody. Hlavním předmětem normy je navrhování, umístění a zřizování veškerých výše popsanych jímacích zařízení a uzavírá ji doplňující

ustanovení pro výstavbu a provoz jímacích objektů sloužících pro veřejný vodovod. Platí od června 2010, kdy nahradila dvě starší normy - ČSN 73 6615 *Jímání podzemní vody* z roku 1980 a ČSN 75 5115 *Studny individuálního zásobování vodou* z roku 1993. Mezi důvody, proč byla nahrazena, byl podle Čížka (2011) i technický vývoj. Zatímco v době jejího vzniku končila většina vrtaných studní hned pod zónou zvětrání, dneska už docela běžně vrtají do velikých hloubek i velice levné technologie, které pak nejsou způsobilé zajistit vrty tak, aby nekontaminovaly podzemní vodu, neměnily vodní poměry, neosušovaly okolní studny a hydraulicky nepropojovaly jednotlivé vodní útvary.

### Umístění studny

Obecně nemá být jímací zařízení situováno v prostředí, které by mohlo být zdrojem možného znečištění a ohrozit tak jakosti jímané vody. Pokud je v okolí zdroj možného znečištění, je třeba studnu umístit proti směru proudění podzemní vody od tohoto zdroje s přihlédnutím ke tvaru depresního kužele, který je jímacím objektem vyvolán. V případě, že nejmenší vzdálenost od zdrojů možného znečištění nebyla na základě výsledků hydrogeologického průzkumu nebo posouzení stanovena, lze u veřejných a neveřejných studní, které nejsou zdrojem vody pro veřejný vodovod, stanovit nejmenší vzdálenost od zdrojů možného znečištění podle tabulky *Tab.4d*. Poznámka na okraj: u více než poloviny studní v ČR nejsou ochranné vzdálenosti od zdrojů znečištění dodrženy (*Kožíšek 2003*). Nutné je také ohledání technického stavu zdrojů možného znečištění (např. vodotěsnost žump, zajištění nádrží tekutých paliv) a v případě potřeby zajistit odstranění zjištěných závad. Jímací zařízení nemá být umístěno v záplavovém území, pokud je to však nezbytné, musí její hrana převyšovat o předepsanou výšku úroveň stoleté vody.

*Tab.4d. Nejmenší vzdálenost studní individuálního zásobování vodou od zdrojů možného znečištění (Vyhláška č. 501/2006 Sb.)*

Zdroje možného znečištění	Nejmenší vzdálenost v m	
	A	B
Žumpy, septiky, kanalizační přípojky	12	30
Nádrže tekutých paliv pro individuální vytápění umístěné ve vytápěné budově nebo v samostatné pomocné budově	7	20

Chlévy, močůvkové jímky a hnojiště při drobném ustájení jednotlivých kusů hospodářských zvířat	10	25
Veřejné pozemní komunikace	12	30
Individuální omývací plochy motorových vozidel včetně odtokových potrubí a příkopů	15	40
Nádrže tekutých paliv pro individuální vytápění umístěné mimo budovy	20	50
Stoky veřejné kanalizace	20	60
Vodní toky a nádrže, které vykazují jakost vody třídy II až V podle ČSN 75 7221	30	80
Hřbitovy, kafilerie, polní sklady hnoje (jen při vhodném sklonu hladiny podzemní vody)	30	100
Hromadné ustájení hospodářských zvířat, včetně hnojišť a močůvkových jímek	50	200
<p>A — málo propustné prostředí např. aluviální a svahové hlíny, hlinito-kamenité sutě, zahliněné štěrky a písky, spraše, tufy a tufity, pískovce s jílovitým, kaolinitým, vápenitým a jiným tmelem.</p> <p>B — propustné prostředí např. štěrky, písky, silně písčité hlíny, písčito-kamenité sutě, porézni hrubozrnné pískovce, silně rozpukané horniny.</p>		

### Konstrukce jímacího zařízení

Všeobecná ustanovení o konstrukcích jímacích objektů říkají, že studna musí být provedena pouze z dosud nepoužitých stavebních hmot odolných proti škodlivým vlivům vody a půdy. Stavební hmoty (včetně nátěrových, těsnících a izolačních hmot a tmelů) musí odpovídat příslušným materiálovým normám a musí být zdravotně nezávadné a nesmí negativně ovlivňovat jakost vody v jímacím zařízení. Je důležité, aby konstrukce a provedení jímacího zařízení zabraňovalo vnikání dešťové vody a nečistot do jímacího zařízení. Otevřená jímací zařízení nejsou dle normy povolena. Po vybudování jímacího zařízení nebo po jeho opravě a před povolením jeho užívání je nutno jímací zařízení vyčistit, v případě potřeby dezinfikovat a po náležitém odčerpání znečištěné vody zajistit odebrání vzorku jímané vody a provedení jeho rozboru.

Nová norma stanoví, že každá jímací objekt musí být vystrojen zárubnicí. Zárubnice je roura, trvale zajišťující stabilitu horniny, nebo obsypu u vrtaných studní. Perforovaná část zárubnice ve zvodněném prostředí umožňuje přítok vody do studny. Spolu s obsypovým filtrem má umožnit jímání vody bez nebezpečí zapískování vnitřního prostoru studny. Obsypové filtry se sypou kolem děrované části zárubnice.

Jsou vytvářeny z praného štěrčiku o stanovené zrnitosti s přihlédnutím k velikosti vtokových otvorů v perforované části zárubnice. Obsyp musí být tříděný, čistě vypraný, chemicky stálý a zdravotně nezávadný (nejlépe čistý křemen), se zrny převážně kulovitěho tvaru, s obsahem průlin nejméně 25%. Drcený štěrk nebo písek je nevhodný. V nesoudržných a málo soudržných horninách má být velikost zrna obsypu taková, aby bylo zabráněno vplavování jemnozrnných částic do studny.

Utěsněním studny se rozumí zabránění vtoku povrchové vod do vnitřního prostoru studny. Objekty musí být opatřeny vhodně upraveným zhlavím. Zhlaví musí být upraveno tak, aby bezpečně zabránilo vnikání nečistot nebo povrchové vody do vrtu a má být ukončeno ve výši nejméně 200 mm nade dnem manipulační šachty. Pokud jím neprochází potrubí, tak musí být opatřeno odnímatelným víkem. Nejpodstatnějším konstrukčním požadavkem je, že kolem studně do vzdálenosti 2,0 m od jejího pláště nebo konstrukce, musí být zřízena vodotěsná dlažba nebo jiná ekvivalentní úprava povrchu s vyspádováním směrem od studny. Norma bere v potaz specifické hydrogeologické podmínky, přičemž nedovoluje hydraulické propojení kolektorů patřících k rozdílným útvarům podzemní vody. Z výše uvedených požadavků plyne, že studnu nelze stavět svépomocí a bez povolení příslušného vodoprávního úřadu.

Obecně snad největším nedostatkem studní je, že až na několik málo výjimek nemají stanovená ochranná pásma, a stupeň jejich ochrany je tak oproti zdrojům veřejného zásobování mnohem nižší. Obecná ochrana vod se sice vztahuje na všechny vody, ale její vymahatelnost není v reálném životě snadná a její efektivita např. pro studny nijak vysoká (Kožíšek 2011). Vlastníku domácí studny právní úprava neukládá žádnou povinnost činit pravidelné kontroly jakosti vody, tedy zjišťovat, zda je zdravotně nezávadná (Šťávovalá 2008). Ostatně je známou skutečností, že „zdravotní stav“ studní v ČR dobrý není: voda ve více než 75 % neodpovídá nejméně v jednom ukazateli hygienickým požadavkům (Kožíšek 2003).

## 5. Konkrétní lokalita

Výše uvedené kapitoly uvádějí specifika jímání podzemních vod a jejich ochranu v obecném pojetí. Následující popis konkrétního jímacího objektu má za úkol porovnat jeho technické provedení a ochranu v souvislosti s platnými předpisy. Předmětem této studie je jímací objekt podzemních vod VŠ-3 (Severografia), který leží na severním okraji centrální části města Velký Šenov a je využíván k nepřetržitému zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

### Zdroje podzemní vody

Podle hydrogeologické rajonizace je zájmová lokalita součástí hydrogeologického rajónu č. 6411 Krystalinikum Šluknovské pahorkatiny (ČGS 2012). Nad podložním masivem krystalinických hornin s jejich eluviálním pláštěm tedy leží celoplošně pokryvné útvary poměrně vysoké mocnosti v intervalu 10,0 až 15,0 m, převážně glacifluviální a eolické geneze (Hazardová 1980). Po hydrogeologické stránce lze danou oblast v generelu charakterizovat jako příznivou pro tvorbu a oběh podzemní vody. Podzemní voda je svým výskytem svázána na kvartérní uloženiny a přípovrchovou zónu zvětralin, hovoříme tedy o podzemní vodě mělkého oběhu do cca 30,00 m pod terénem. V písčitém a jílovito-písčitém zvětralinovém plášti podložního krystalinika, stejně jako v kvartérním pokryvu, převládá průlinová propustnost. Voda infiltrující do horninového prostředí pochází převážně z atmosférických srážek, v menší míře se do systému dostává zpětnou infiltrací z místních povrchových toků.

### Jímací objekt a jeho technické parametry

Svým provedením vrt odpovídá vertikálnímu jímacímu objektu, který je svou konstrukcí uzpůsoben k hromadnému zásobování. Konkrétně se jedná o vrtanou studnu osazenou ponorným čerpadlem a chráněnou zděnou šachticí. Studna VŠ-3 (Severografia) je odvrtána do konečné hloubky 30,0 m (vrtnými průměry 430 a 380 mm) a vystrojena v celém profilu ocelovými plnými zárubnicemi Ø 267 mm a perforovanými s úvodní ocelovou chráničkou Ø 330/300 mm v hloubkovém intervalu 10,30 - 13,30 a 20,40 - 25,80 m pod terénem. Výstroj vrtu je obsypána jemně drceným kamenivem frakce 8/15 mm, z vrchu je kamenná drť přesypána pískovým polštářem a mezikruží objektu pak utěsněno cementací proti pronikání povrchových a mělkých vod do vrtu (Pištora 2011). Hladina podzemní vody se ustálila v úrovni 11,18 m p.t.

## Zajištění ochrany a možné zdroje znečištění

V rámci zájmové oblasti se nenachází žádné lokality obecné ani zvláštní ochrany přírody. Prostor byl pravděpodobně v minulosti pásmem hygienické ochrany I. stupně a byl oplocen. Dodnes souvislé oplocení plní svoji funkci, vjezd i vchod do ochranného pásma I. stupně je uzamčen a tudíž pro nepovolané osoby nepřístupný. Pro jímací objekt jsou v současnosti navrhována ochranná pásma I. a II. stupně. Ochrana vodních zdrojů je povinností vodoprávního úřadu a vodní zákon zákon č. 254/2001 Sb. ukládá povinnost stanovit ochranná pásma vodních zdrojů s průměrným odběrem více než 10 000 m<sup>3</sup> vody za rok (Tureček 2002). Pokud není ochranné pásmo I. stupně vyhlášeno, jsou porušovány platné předpisy.

Z hlediska kvantitativní ochrany by vodní zdroj neměl být ohrožen jinými odběry podzemních vod, neboť v okolí vrtu nejsou jiné jímací objekty, které by byly významně využívány. Studny individuálního zásobování v dotčené oblasti jsou využívány v minimálním měřítku, jelikož v daném území je provozován městský vodovod. Možné ovlivnění by mohlo nastat v případě realizace nových jímacích objektů. Součástí jejich projekce by však mělo být i hydrogeologické posouzení jejich vlivu na aktuální jímání podzemních vod, které bude jistě požadováno k vystavení nového povolení odběru podzemních vod dotčenou státní správou. V současné době jsou v povolení k odběru podzemních vod (2004) uvedeny hodnoty 1,8 až 2,3 l/s. (Pištora 2011)

V oblastech jímání podzemní vody se nalézají možné zdroje znečištění. Potenciální **bodové zdroje** v oblasti představuje zejména hustá městská zástavba v jihovýchodním cípu lokality, která by vzhledem ke směru proudění podzemní vody ze severu neměla vodárenský objekt ohrozit. Zástavba je vybavena splaškovou kanalizací, nelze tedy očekávat závažná znečištění rozsáhlejšího měřítko, která by měla vliv na kvalitu jímané vody. Ani drobná hnojiště a antropogenní navážky v zástavbě nejsou tak významnými zdroji znečištění, aby ovlivnily kvalitu jímané vody.

Potenciálními **plošnými zdroji** znečištění jsou drobnější průmyslové podniky, zejména podnik Centroflor, který se zabývá výrobou umělých květin a nachází se pouhých cca 25 m jižně od oblasti jímání podzemních vod. Vzhledem ke směru proudění podzemní vody ze severu se nejedná o akutní zdroj znečištění, nicméně kvůli možné manipulaci s nebezpečnými látkami by bylo vhodné prověřit vliv podniku na životní prostředí. Dalším plošným zdrojem je eventuelně městský hřbitov, který se nalézá vně navrženého Ochranného pásma 2. stupně a to 380 m západně od vrtu.

Směr proudění podzemních vod v okolí vrtu a poloha hřbitova nenasvědčuje, že by se jednalo o významný zdroj kontaminace. Mezi potenciální plošné zdroje znečištění lze zařadit i místní sběrný dvůr situovaný nedaleko městské zástavby 70 m jihovýchodně od objektu. Zde se v omezeném měřítku manipuluje i s nebezpečnými odpady. Je proto nutné, aby manipulace s látkami nebezpečnými vodám byla zabezpečena a kontrolována. Stejně jako v průmyslovém podniku navrhuji pomocí průzkumných vrtů ověřit míru znečištění zemin a podzemních vod i případný vliv těchto provozů na jakostní parametry podzemních vod mělkého oběhu.

Z důvodu výrazného omezení zemědělské činnosti a chemického ošetřování polí a luk severně od objektu je vliv plošného zemědělského znečištění v dotčené oblasti pouze částečný a konsolidovaný.

**Liniové zdroje** znečištění v dané lokalitě představuje významná komunikace 2. třídy a jednokolejná železnice, která zkoumaným prostorem prochází napříč pouhých 40 metrů od hranice OP 1. stupně. Liniové zdroje znečištění tedy v oblasti existují a probíhají i velmi blízko vlastního jímacího území. Doporučoval bych zakázat chemickou údržbu silnice 2. třídy v zimním období.

### **Návrh ochranných pásem vodního zdroje**

Z důvodu významného jímání podzemních vod pro hromadné zásobování pitnou vodou doporučuji vyhlášení a zřízení již navrhovaných ochranných pásem vodního zdroje k zachování vydatnosti a zdravotní nezávadnosti odebíraných podzemních vod. Dalším důvodem je výskyt blízké městské zástavby s možnými zdroji znečištění.

Oplocený prostor by bylo vhodné zatravnit, aby nebyl erodován. V obou OP je nutno stanovit rozsah omezení hospodářských činností tak, aby byla zabezpečena dostatečně účinná ochrana vodního zdroje v blízkosti jímacího objektu i v přilehlém území tvorby a akumulace podzemní vody v dotčeném kolektoru.

Ochranné pásmo 2. stupně navrhuji stanovit v souvislém prostoru obklopujícím navržené OP 1. Stupně. Z daného území je třeba odstranit jakékoliv významnější zdroje kontaminace podzemních vod, které se však v současnosti v daném prostoru nevyskytují. V dané lokalitě nedoporučuji realizovat výstavbu nových objektů a jímacích zařízení. Nepřípustné činnosti jsou vyvážení jímek do chráněného území a skladování látek, jež by mohly svým únikem jakýmkoliv způsobem poškodit vodní zdroj. Ve stanoveném území se nesmí mýt, parkovat a opravovat motorová vozidla; kromě zabezpečených míst k tomu určených. Pozemky nebudou uměle odvodňovány.

V ochranném pásmu se nesmí stanovat, tábořit a budovat nová sportoviště či nová parkoviště.

### **Sledování jakosti jímaných podzemních vod**

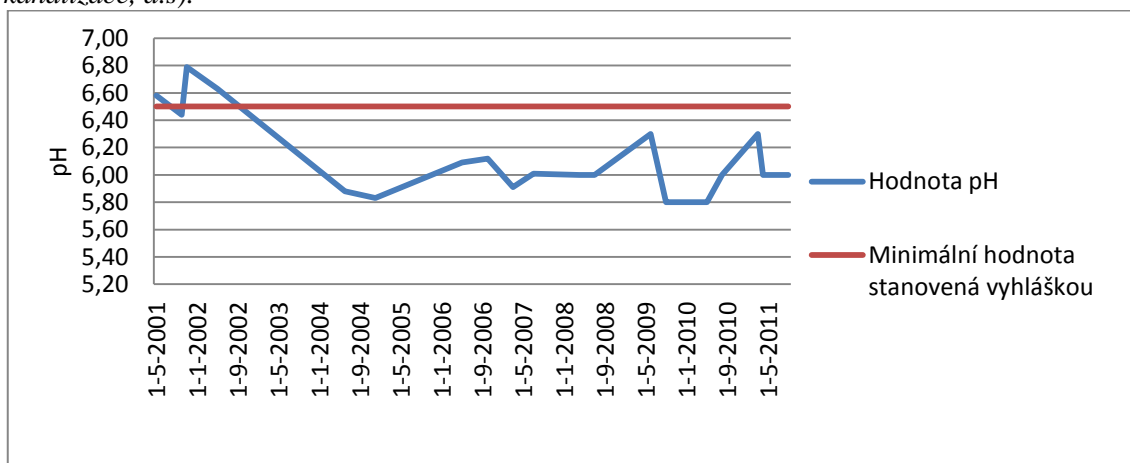
Dle odebíraného množství podzemní vody a počtu zásobovaných obyvatel by mělo být odebráno rovnoměrně v hydrologickém roce minimálně šest vzorků podzemní vody (*Tab. 4b*) a tyto následně analyzovány v rozsahu 4 krácených rozborů a 2 úplných rozborů (podle přílohy č. 5 *vyhlášky č. 252/2004 Sb.*). Z dostupných rozborů ze Severočeských vodovodů a kanalizací z období 2001-2011 je patrné, že rozsah vzorkování a následné analytiky je nedostatečný, jelikož nevyhovuje ustanovením *vyhlášky č. 252/2004 Sb.* ve znění pozdějších legislativních úprav. Aktuálně je prováděn nižší rozsah analytických stanovení, nevyhovuje ani počet vzorkovacích etap (vzorky vod jsou odebrány maximálně třikrát v roce), v některých letech nebyly rozborů vody provedeny vůbec.

### **Jakost surové vody vrtu VŠ-3**

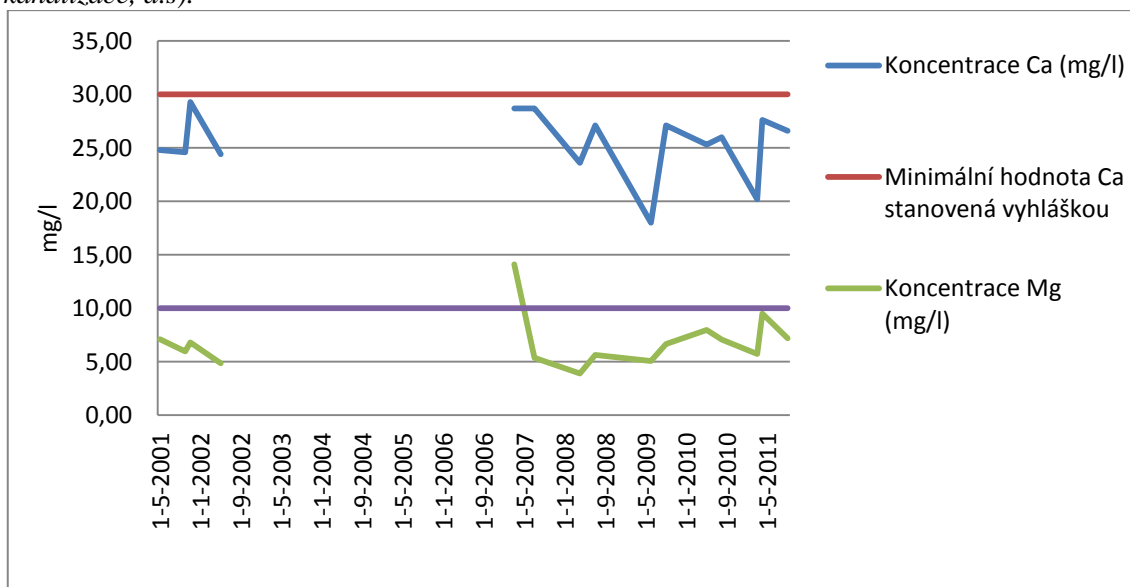
Podle výsledků analýz se jedná o vodu kyselou, která svými hodnotami pH dlouhodobě nevyhovuje požadavkům pro pitnou vodu (viz *Graf 5a*). Minimální určené hranici též nevyhověly obsahy vápníku a hořčíku (viz *Graf 5b*). Podzemní voda odčerpávaná z vrtu VŠ-3 má také konstantně nízké hodnoty konduktivity kolísající v rozmezí 20 – 30 mS/m, a z tohoto důvodu též velmi pravděpodobně nízkou celkovou mineralizaci (cca 150 až 200 mg/l). Ostatní stanovené ukazatele již předmětné *vyhlášce* vyhověly. Obsah dusičnanů (25,4 mg/l) a chloridů (20,5 mg/l) se za poslední dekádu výrazně nezměnil. Poměrně výrazné zvýšení však nastalo oproti roku 1990 u obsahu síranů ze 38,0 mg/l na hodnotu 59,1 mg/l (*Pištorá 2011*). Hodnoty CHSK-Mn z roku 2011 (1,18 a 0,83 mg.l<sup>-1</sup>) neindikují problém znečištění podzemní vody. K posouzení jakosti upravené podzemní vody nebyly v roce 2010 prováděny žádné rozborů v laboratořích. Je možné, že se jímaná podzemní voda systematicky neupravuje a pouze se provádí v nahodilých intervalech desinfekce hydrogeologického vrtu VŠ-3 (*Severografia*).



Graf 5a. Naměřené hodnoty pH ve vrtu VŠ-3 v období 2001-2011 (Severočeské vodovody a kanalizace, a.s).



Graf 5b. Koncentrace Ca a Mg ve vrtu VŠ-3 v období 2001-2011 (Severočeské vodovody a kanalizace, a.s).



## Závěr

Jedním z cílů práce bylo shrnout specifika českého vodního hospodářství. Co se týče zdrojů zdrojů pitné vody v České republice, stále mírně převažuje využití povrchových vod, přičemž snahou do budoucna by měla být ve větší míře preference podzemních zdrojů vod, jako je tomu ve vyspělých státech Evropy. Od počátku 90. let odběry vody pro pitné účely významně klesly. K tomu přispělo využívání lepších technologií a snižování ztrát ve vodovodní síti.

V oblasti jímání vod je kladen důraz především na šetrný způsob odebírání vody z vodních systémů, aby nedošlo k výraznému narušení stávajících přirozených podmínek. Vhodný způsob jímání vody se navrhuje na základě odborného hydrogeologického průzkumu s ohledem na vlastnosti horninového prostředí a je ošetřeno limitními opatřeními vodoprávních úřadů.

Právní úprava v oblasti ochrany vodních zdrojů je u nás na dobré úrovni a tvoří ji celý soubor opatření, který má za úkol chránit vodní zdroje před jejich znehodnocením. Tento poměrně komplexní a účelný systém ochrany zajišťuje kontrolu a hodnocení stavu vod pro pitné účely a zahrnuje hygienické požadavky pro kvalitní pitnou vodu.

Jak práce v závěru nastínila, hlavním problémem není samotná právní úprava ochrany vod, ale spíše její dodržování v praxi.

## Seznam použité literatury:

ANDRESMAA, Eda. *Groundwater management and protection in Estonia*. Workshop on the protection of groundwaters used as a source of drinking water supply Budapest, November 2001.

CARPENTER, S.R., CARACO, N.F., CORRELL, D.L., HOWARTH, R.W., SHARPLEY, A.N., SMITH, V.H. *Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen*. *Ecological Applications* 8, 1998, s. 559±568.

DAMOHORSKÝ, M., STEJSKAL, V. *Právo životního prostředí*. C.H.BECK, Praha, 2003, 1. vyd., str. 66-67.

DATEL, J., EKERT, V. *Environmental impact of mine water from chemical extraction and underground uranium mining - Straz pod Ralskem*. In: *Mine Water and the Environment*. Ostrava: VŠB - Technical university Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1767-5

DATEL, Josef, DUBÁNEK, Václav. *K budoucímu vývoji zdrojů pitné vody v ČR*. *Sovak - časopis oboru vodovodů a kanalizací*. Jílové u Prahy: J. Fučíková, 2000, roč. 9, č. 10. ISSN 1210-3039.

ENDERS, A., BRANDT, Z. *Mapping disability-relevant resources*. *Journal of Disability Policy Studies*, 2007.

HAZDROVÁ, Milena. *Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000, list 02 - Ústí nad Labem*. ÚÚG Praha 1980.

HERČÍK, F., HERRMANN Z., VALEČKA J. *Hydrogeologie české křídové pánve*. Praha: Český geologický ústav, 1999, 1. vyd., 115 s. ISBN 80-7075-309-9.

HRKAL, Z., J. BURDA, D. FOTTOV, M. HRKALOV, H. NOVKOV a E. NOVOTNY. *Groundwater Quality Development in Area Suffering from Long Term Impact of Acid Atmospheric Deposition - The Role of Forest Cover in Czech Republic Case Study*. *Water Quality Monitoring and Assessment*. InTech, 2012. DOI: 10.5772/32900.

HRKAL, Zbyněk. *Sborník geologických věd.: Hydrogeologie, inženýrská geologie*. Praha: Česká geologická sužba, 2006, 23. vyd. ISBN 80-7075-660-8.

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. *The Bonn Charter for Safe Drinking Water*. 2004.

JÁSEK, Jaroslav. *Káranská vodárna slouží 90 let*. *Sovak - časopis oboru vodovodů a kanalizací*. Jílové u Prahy: J. Fučíková, 2004, roč. 13, č. 1. ISSN 1210-3039.

- JUKNYS, Romualdas. *National Report on Sustainable Development*. The Ministry of Environment Lithuania. Vilnius, 2002, 145 s.
- KACHLÍK, Václav. *Základy geologie*.: Karolinum, Praha, 2008, 2. vyd., 342 s. ISBN 80-246-0212-1.
- KOCH, Paul. *Water sources: regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod*. American Water Works Association. Denver, 2010, 4.vyd. 192 s. ISBN 15-832-1782-7.
- KOLÁŘOVÁ, M., HRKAL, Z. *Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1 : 200 000, list 11-Karlovy Vary*. ÚÚG Praha, 1986.
- KOŽÍŠEK, František. *Problematika malých zdrojů pitné vody*. Vodní hospodářství, 2011, roč. 61, č. 6, s. 225-227. DOI: 1211-0760.
- KOŽÍŠEK, František. *Studna jako zdroj pitné vody: Příručka pro uživatele domovních a veřejných studní*. Státní zdravotní ústav, 2003, 36 s.
- KRÁM, P., RUŠKA, J., WENNER, B. S., DRISCOLL, Ch. T., JOHNSON, Ch. E. *The biogeochemistry of basic cations in two forest catchments with contrasting lithology in the Czech Republic*. 1997
- KRÁSNÝ, Jiří et al. *Podzemní vody České republiky: regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod*. Česká geologická sužba, 2012, 1. vyd. ISBN 80-707-5797-3.
- KRÁSNÝ, Jiří. *Podzemní vody hydrogeologického masivu: jejich význam ve vodním hospodářství a v dalších aplikovaných oborech*. Vodní hospodářství, 2008, roč. 58, č. 7, s. 232-240. DOI: 1211-0760.
- LÁTALOVÁ, Petra. *Administrativní a ekonomické nástroje ochrany životního prostředí*. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Praha, 2008.
- MARTOČKOVÁ, Mária. *Nástroje ochrany čistoty vod*. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Praha, 2009.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, S. P. POVODÍ, VÚV T.G.M. *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2011*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2012. ISBN 978-80-7434-038-3
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Základní principy hydrogeologie*. Metodická příručka MŽP, 2010, 37 s.

- MUSIL, Michal. *Pitná voda v kontextu práva*. Diplomová práce. Masarykova Univerzita, Brno, 2006.
- NOVÁK, J., OPPELTOVÁ P. *Ochrana vod a ochranná pásma vodních zdrojů*. Vodní hospodářství, 2008, roč. 58, č. 7, s. 243-246. DOI: 1211-0760.
- O'CONNOR, D.R. *A Strategy for Safe Drinking Water. Report of the Walkerton Inquiry 2*. Ministry of the Attorney General, Toronto, 2002.
- PIŠTORA, Zdenek. *Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu exploatovaného jímadla VŠ-3 (Severografia)*. Praha, 2001.
- PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. VŠCHT, Praha, 1993, 568 s. ISBN 80-708-0340-1.
- PRCHALOVÁ, H., ROSENDORF, P. *Zranitelné oblasti podle nitratové směrnice*. Ochranná pásma vodních zdrojů, Sborník referátů, Klub techniků Praha, Praha, 2002.
- SHARPLEY, A. N., McDOWELL, R. W., WELD, J. L., KLEINMAN P. J. A., *Assessing site vulnerability to phosphorus loss in an agricultural watershed*. Journal of Environmental Quality, 2011.
- SLEZÁK, Jan. *Historie těžby uranu v oblasti Stráže pod Ralskem v severočeské křídě a hydrogeologie*. Sborník geologických věd 21: ČGÚ, 2001. Str. 5-36. ISBN 80-7075-520-2.
- SMITH, V.H., G.D. TILMAN a J.C. NEKOLA. *Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems*. Elsevier Science: Environmental Pollution. 1999, s. 18.
- STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚŘAD. *Jakost pitné vody dodávané veřejnými vodovody*. SZÚ, Praha, 2012.
- STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚŘAD. *Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2011*. Praha: SZÚ, 2011. ISBN 978-80-7071-323-5
- ŠÍMOVÁ, Magdalena. *Jakost povrchových a podzemních vod v zemědělsky využívaných oblastech*. Bakalářská práce. Univerzita Karlov, Praha, 2011.
- ŠRÁČEK, O., DATEL J., MLS, J. *Kontaminační hydrogeologie*. Praha: Karolinum, 2002, 2. vyd., 237 s. ISBN 80-246-0521-X.
- ŠTÁVOVÁ, Michala. *Pitná voda v kontextu práva*. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Praha, 2008.

TRPKOŠOVÁ, D., KRÁSNÝ, J., PAVLÍKOVÁ, D. *Rozdíly v odtokových poměrech z krystalinických a flyšových území na Moravě a ve Slezsku*. J. Hydrol. Hydromech.,56, Bratislava, 2008.

TUREČEK, Karel. *Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. s komentářem*. Soudy, Praha, 2002. ISBN 80-902766-8-7.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Environmental Indicators of Water Quality in the United States*. Dostupné z: <http://nepis.epa.gov>, 1996.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Protecting Sources of Drinking Water: Selected Case Studies in Watershed Management*. Washington DC, 1999.

VYKYDAL, Miroslav. *WHO - Plány pro zajištění bezpečnosti vody*. Vodárenské kapky (Časopis Vodárenské akciové společnosti, a.s.), 2003.

WITTEN, J., HORSLEY, S., JEER, S., FLANAGAN, E.K. *A Guide to Wellhead Protection*. American Planning Association, Chicago, Illinois, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for Drinking Water Quality. Vol. 1: Recommendations*. WHO, Geneva, 1993, 3.vyd. ISBN 978-92-4-154761-1.

#### **Elektronické zdroje:**

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. *Hydrogeologická rajonizace*. [online]. 2012 [cit. 2013-07-31]. Dostupné z: [http://mapy.geology.cz/hydro\\_rajony/](http://mapy.geology.cz/hydro_rajony/)

ČÍŽEK, Petr. *Nová závazná ČSN 75 5115 - Jímání podzemní vody: Volný výklad technické normy*. [online]. Dostupné z: <http://www.studny.info> [cit. 2013-08-02]. 2011.

EUROSTAT. *Statistics Explained. Water statistics* [online]. 2013 [cit. 2013-07-29]. Dostupné z: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Water\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Water_statistics)

VÚV TGM. *Hydroekologický informační systém* [online]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/>

## **Právní prameny:**

ČSN 75 5115, Jímání podzemní vody.

Nařízení vlády č 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Směrnice Rady 91/676/EHS, o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů.

Směrnice Rady 98/83/EC, o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu.

Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) - Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch.

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 137/1998 Sb., kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 137/1999 Sb., kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách.

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

## **Použité zkratky:**

USEPA - United States Environmental Protection Agency

WHO – World Health Organization

IWA - International Water Association

ČSÚ – český statistický úřad

SZÚ - státní zdravotnický úřad

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

MZem – Ministerstvo zemědělství

*VÚV T.G.M.* – Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka