

Prírodné zdroje – voda a ovzdušie

Dana Sitányiová

Prednáška 2 – Podzemná voda



Podzemná voda - definícia

Podzemná voda je voda, ktorá sa nachádza v horninovom prostredí, nespevnených sedimentoch, zvetralinovom pokryve a v pôde.

Väčšina podzemnej vody pochádza z povrchu, kde voda vsakuje do zeme cez póry hornín, alebo cez pukliny, trhliny a skalné dutiny (vadózna). Menšia časť podzemnej vody má pôvod z vnútra zeme (juvenilná). Existuje aj reliktná voda, ktorá je morského pôvodu.

Podzemná voda - definícia

Hydrogeológovia rozlišujú **tri pásma** ovplyvňujúce premenu povrchovej vody na podzemnú: **vrchné, stredné a spodné**. Cez vrchné pásmo (pásmo prevzdušnenia) voda prechádza a zbavuje sa tu látok, ktoré ju znečisťujú. V strednom pásme sa obohacuje o rozpustené prvky a ich soli. Nakoniec voda vniká do spodného, tzv. zvodneného pásma, kde sa hromadí a získava typické vlastnosti podzemnej vody.

Vertikálna distribúcia vody

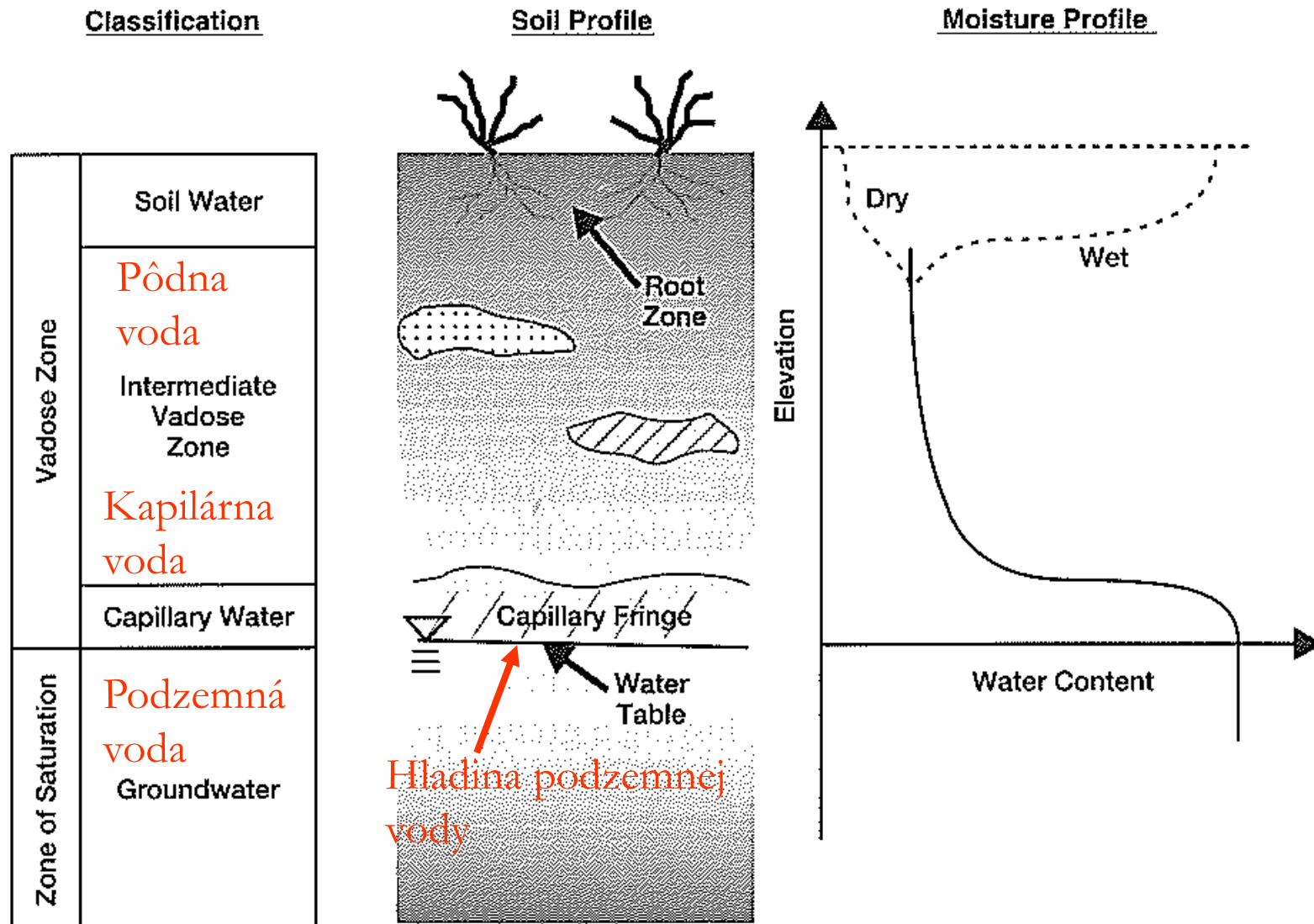


FIGURE 1.2.1 Vertical distribution of water content and classification system

Podzemné vody SR

Jednou zo základných črt rozloženia zdrojov podzemných vôd v rámci Slovenska je **nerovnomerný výskyt**, **rôznorodá úroveň ich zraniteľnosti a stupeň kontaminácie** v dôsledku pôsobenia antropogénnych faktorov. Pre detailnejšie poznanie množstiev podzemných vôd na území SR a ich racionálne využívanie je nevyhnutné realizovať **hydrogeologický prieskum**. Ciele prieskumu je možné riešiť len cez kvantifikáciu hydrogeologických vlastností horninového prostredia predurčujúcich tvorbu množstiev všetkých druhov a typov podzemných vôd v SR.

Typy HG prieskumu

Cieľom hydrogeologického prieskumu na území Slovenska je spoznávanie zákonitosti tvorby a obehu podzemnej vody, zisťovanie jej množstiev a podmienok racionálneho využitia. Podľa rozsahu a podrobnosti skúmania je uskutočňovaný ako:

1. **vyhľadávací prieskum**, ktorého náplňou je hlavne skúmanie hydrogeologických pomerov vybraných regiónov (hydrogeologických rajónov, subrajónov, čiastkových rajónov)
2. **podrobný prieskum**, ktorý je zameraný na overovanie hydrogeologických pomerov v perspektívnych lokalitách. Výsledky prieskumu sú podkladom pre rozhodovanie o vydaní povolenia na odber podzemnej vody.
3. **doplňkový prieskum**, v ktorého rámci sa spresňujú údaje o hydrogeologických pomeroch a množstvách podzemnej vody stanovených v podrobnom prieskume.

Výskyt a vlastnosti

Geologické zloženie územia Slovenska je neobyčajne pestré a tektonické pomery zložité. Tieto skutočnosti veľmi výrazne vplývajú na výskyt a vlastnosti podzemných vôd. **Veľké zásoby podzemnej vody sa vyskytujú v priepustných horninách.** Sú to najmä oblasti s karbonátovými horninami v pohoriach a územia tvorené štvrtohornými riečnymi sedimentmi v kotlinách a nížinách. Oblasti **chudobné na podzemnú vodu sú v dôsledku slabej priepustnosti hornín na území karpatského flyšového pásma (ílovce, pieskovce a bridlice)** a v oblastiach s niektorými tret'ohornými usadeninami.

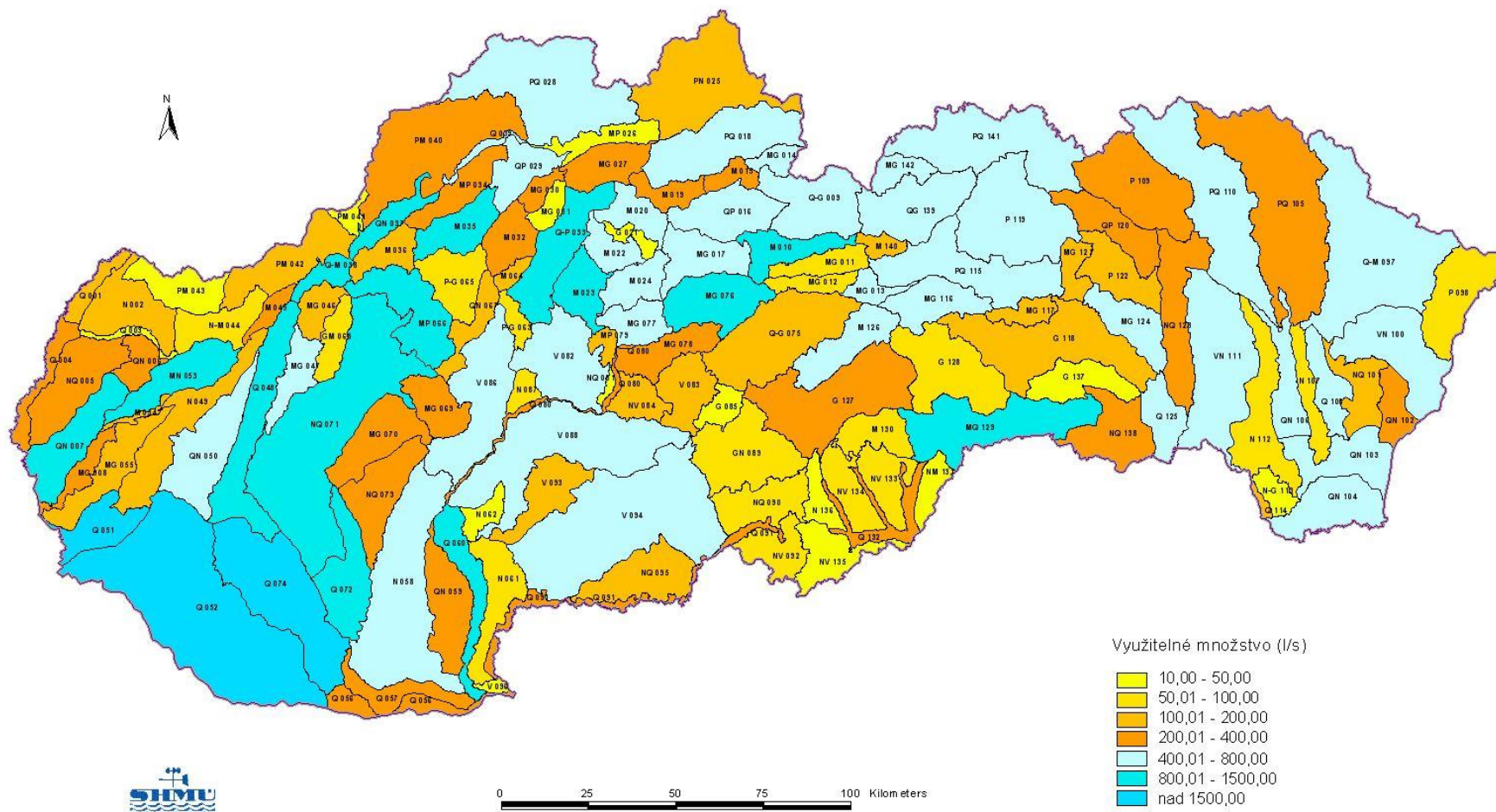
Hydrogeologické rajóny

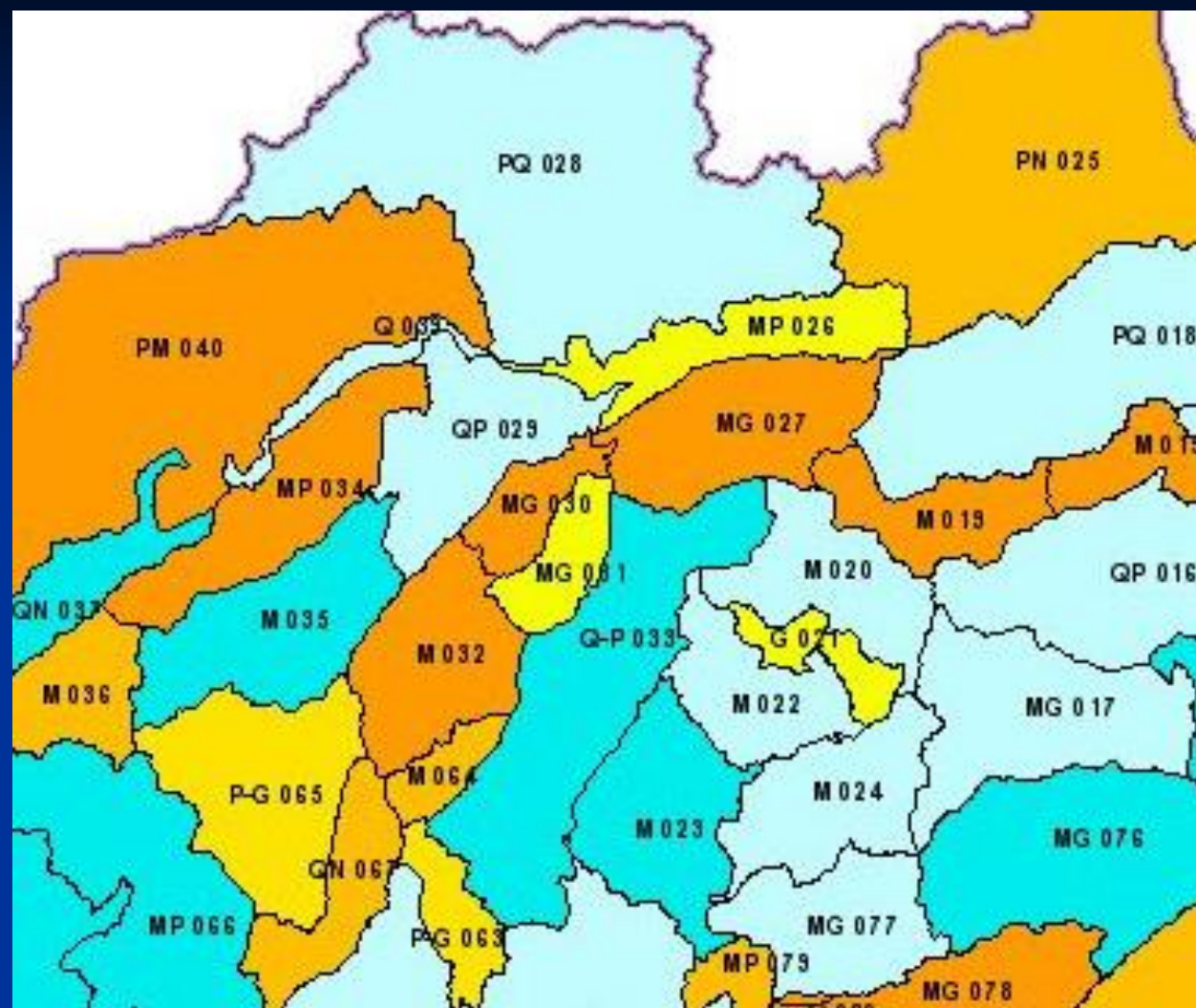
Základnou jednotkou pre hodnotenie podzemných vôd je **hydrogeologický rajón**. Je to územie vymedzené z hľadiska geologických, štruktúrno-geologických a hydrogeologických pomerov ako celok, v ktorom prevažuje jednotný obeh podzemnej vody určitého typu. Hranice hydrogeologických rajónov sa nekryjú s hranicami povodí povrchových tokov.

Využitelné zásoby

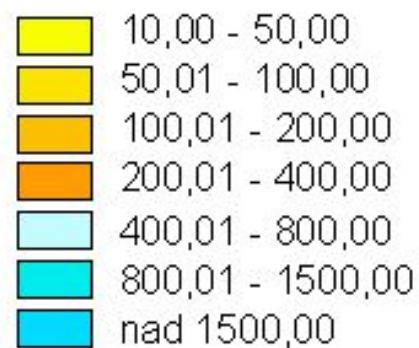
Stav poznatkov o hydrogeologickej preskúmanosti podzemných vôd sa spracováva každoročne vo všetkých hydrogeologických rajónoch. Jedným zo vstupných údajov pre toto spracovanie sú využitelné zásoby podzemných vôd v jednotlivých hydrogeologických rajónoch (u nás kategórie A, B, C1, C2). Toto spracovanie využitelných zásob dáva obraz o rozložení podzemných vôd na území a o možnosti ich vodohospodárskeho využitia. V mape vodného hospodárstva sú vykreslené hydrogeologické rajóny.

VYUŽITELNÉ MNOŽSTVÁ PODZEMNÝCH VÔD V HYDROGEOLOGICKÝCH RAJÓNOCH SR V ROKU 2005





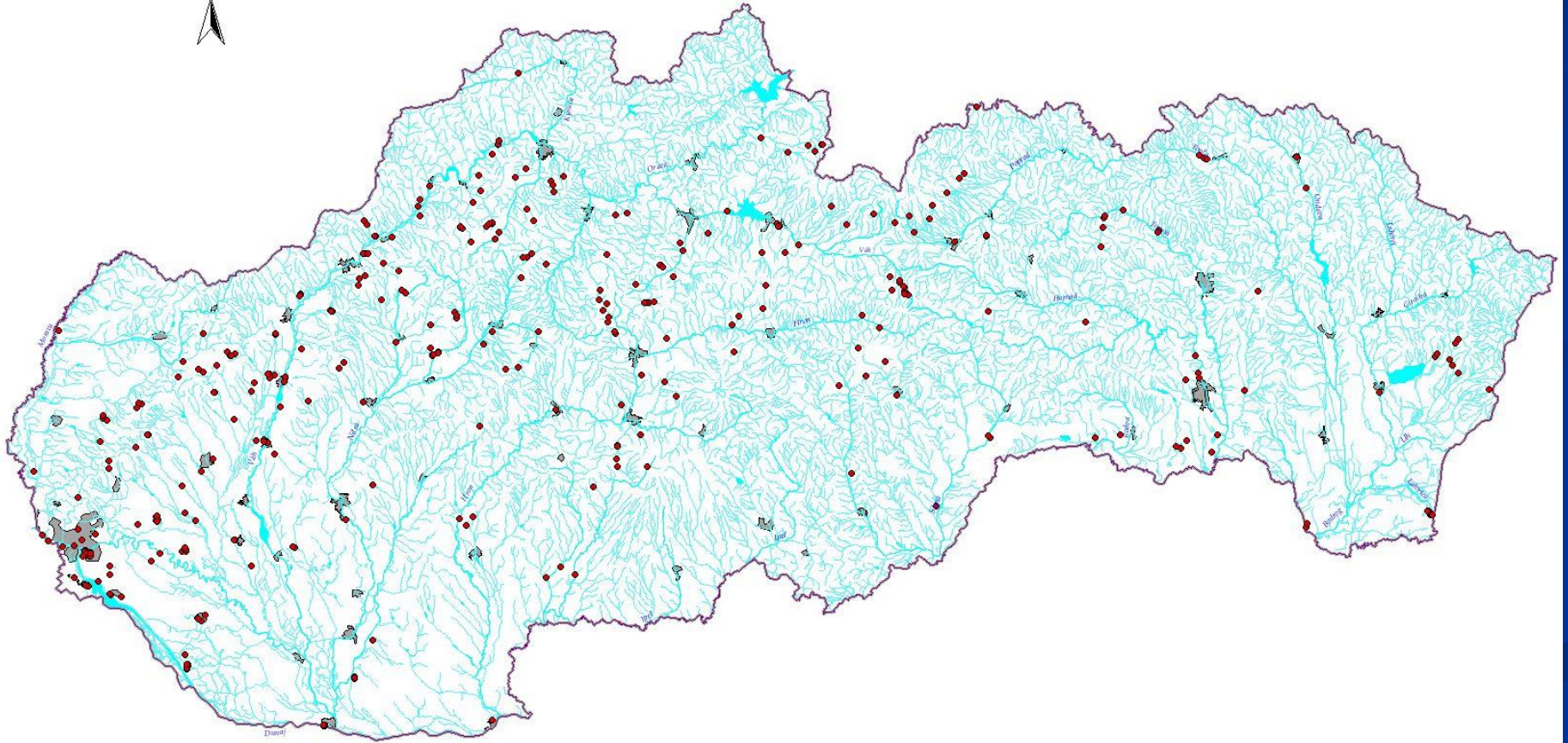
Využitelné množstvo (l/s)



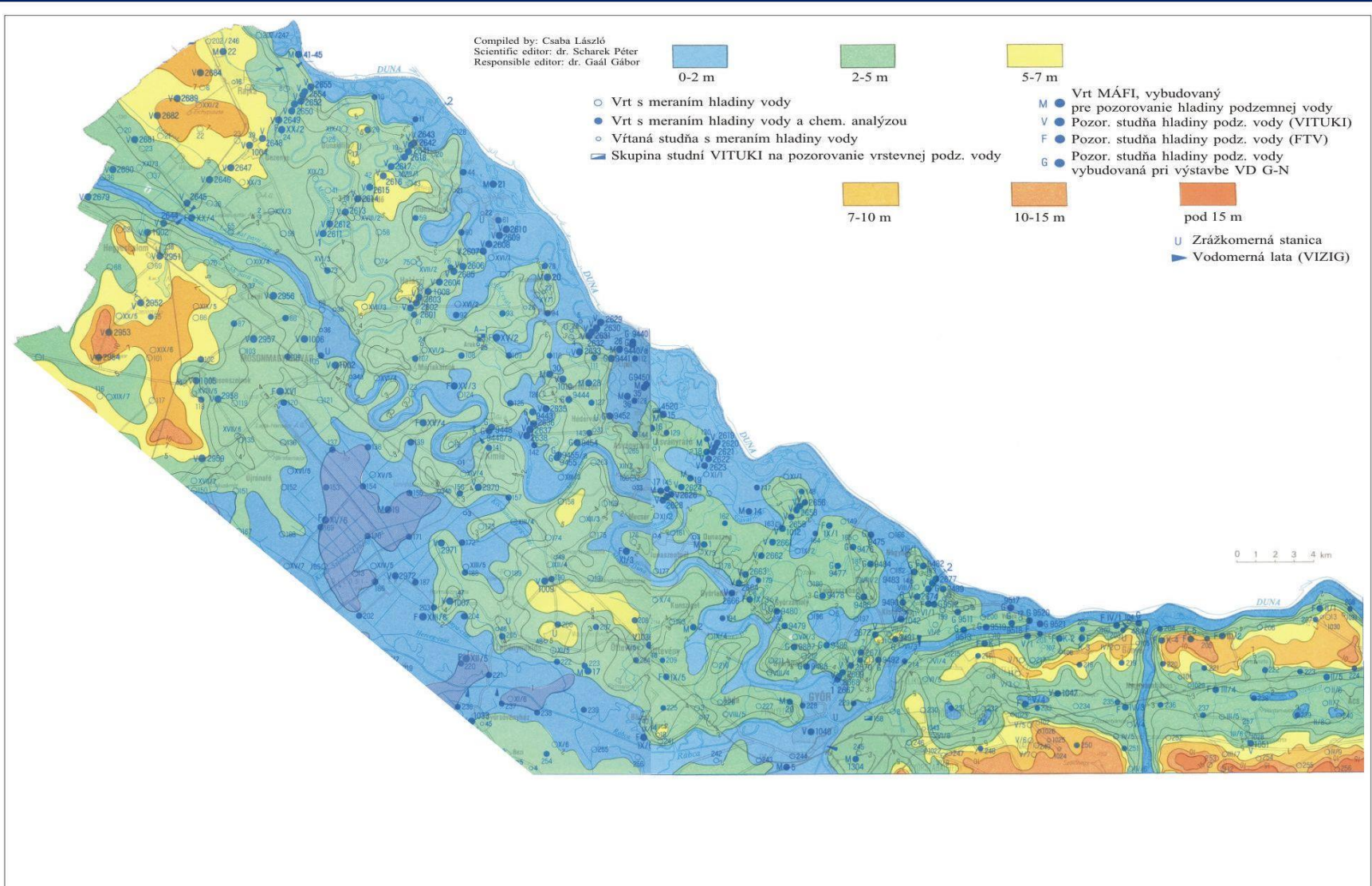
MAPA PODZEMNÝCH VODNÝCH ZDROJOV NAD 5 l/s

STAV V ROKU 2006

M 1:1 600 000



Mapa hladiny PV



Obr. III.18 Mapa hladiny podzemnej vody pod terénom (Hung. Geolog. Institute, The Geolog. Map Series of the Little Plain, Mosonmagyaróvár, Győr - Észak, 1991)

Klasifikácia podzemnej vody

Podzemné vody sa klasifikujú podľa rôznych hľadísk (podľa mineralizácie, obsahu plynov, teploty atď.). Podľa mineralizácie ich delíme na:

- **obyčajné** – obsah rozpustených látok do 1 g.l^{-1} (alebo iné kritériá)
- **minerálne** – obsah rozpustených látok nad 1 g.l^{-1} (alebo iné kritériá)

Obyčajné vody

Obyčajné podzemné vody sú vody, ktoré majú nízky obsah rozpustených tuhých látok, plynov a nespĺňajú kritériá pre zaradenie medzi minerálne vody. Sú to všetky vody bežne sa vyskytujúce pod povrchom.

Tieto vody sú zatriedené do tried podľa prevládajúcich iónových zložiek:

I. trieda – hydrogénuhličitanové vody

II. trieda – síranové vody

III. trieda – chloridové vody

Tieto triedy sú ešte rozdelené na skupiny podľa prevládajúceho katiónu.

Minerálna voda

Minerálne vody sa od obyčajných podzemných vôd odlišujú chemickým zložením, fyzikálnymi vlastnosťami, niektoré majú farmakologické, biologické alebo balneologické účinky. Minerálne vody klasifikuje norma STN 86 800 Prírodné liečivé a prírodné minerálne vody. Rozdeľuje ich na:

- prírodné minerálne vody
- prírodné liečivé vody
- prírodné minerálne vody stolové

Tieto vody sú rozdelené a hodnotené podľa viacerých kritérií. Podľa obsahu rozpustených plynov, podľa celkovej mineralizácie, podľa hlavných iónových zložiek atď. Pre zaradenie do tried je rozhodujúci obsah prevládajúceho aniónu a pre jednotlivé skupiny obsah prevládajúceho kationu. Podľa aniónu sa vody delia do týchto tried:

- I. trieda – hydrouhličitanové a uhličitanové vody
- II. trieda – síranové vody
- III. trieda – chloridové vody
- IV. trieda – vody s iným prevládajúcim kationom.

Minerálna voda

Existujú aj zmiešané typy vôd. Najbežnejším typom minerálnych vôd u nás sú hydrouhličitanové a uhličitanové vody. Medzi vody rozdelené podľa biologicky a farmakologicky významných súčastí príslušná norma zaraduje aj vody podľa prirodzenej teploty. Delí ich na vody:

- vlažné, s teplotou 25-35 °C
- teplé, s teplotou 35-42 °C
- horúce, s teplotou nad 42 °C

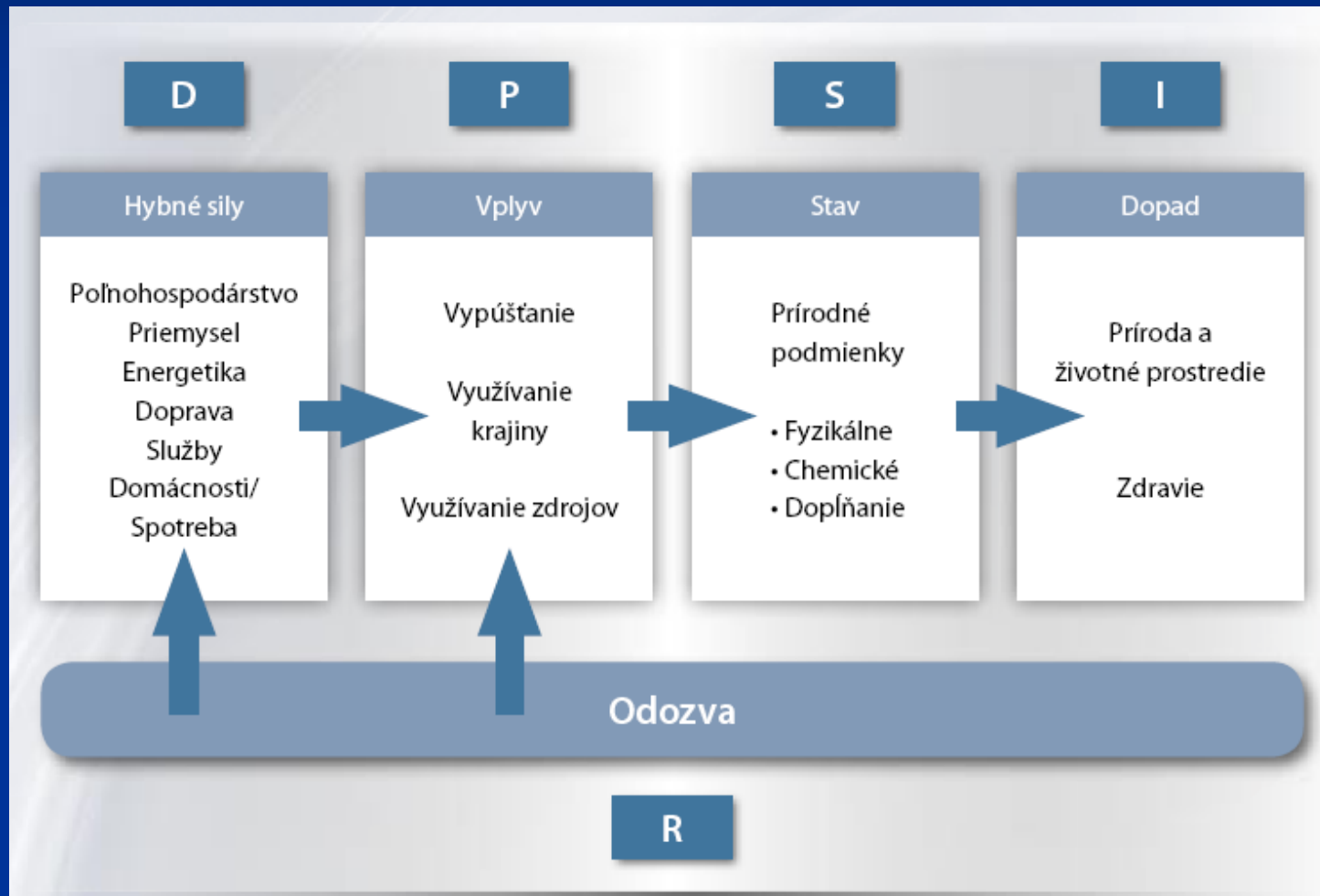
Kvalita

V súčasnosti je územie Slovenska rozdelené na 141 hydrogeologických rajónov. Slovensko sa považuje za pramenistú oblasť. Podzemne zdroje predstavujú významné prírodné bohatstvo. Slovensko disponuje pomerne veľkými zásobami podzemných vôd. Z hľadiska kvality podzemných vôd sú najviac znečistené nížinné oblasti. Pre účely zásobovania pitnou vodou sa voda musí čerpať z nižších horizontov, kde dosahuje kvalitu vyhovujúcu pri pitné účely

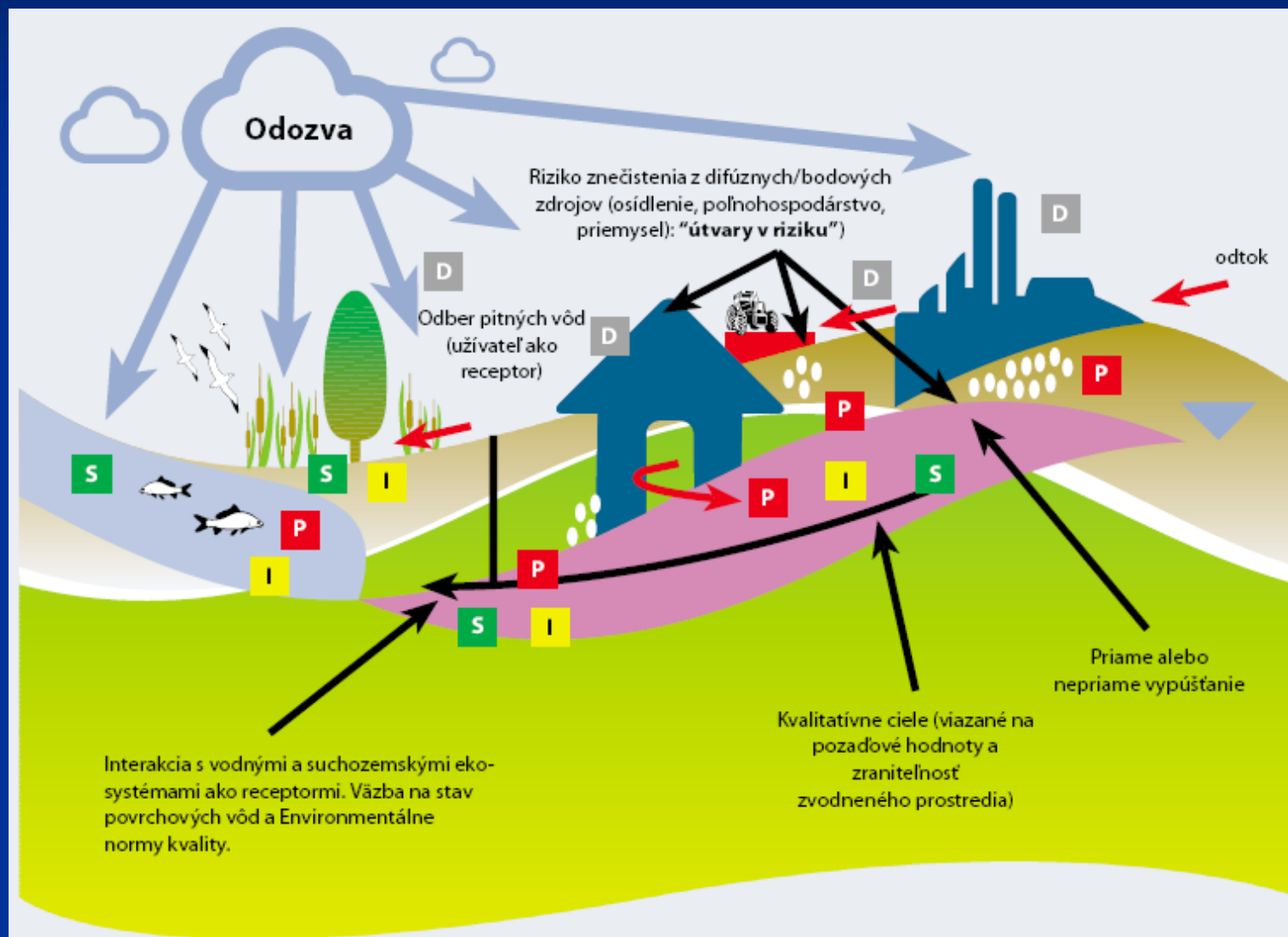
Ochrana podzemnej vody

Ochrana vodných zdrojov treba chápať ako integrovanú ochranu kvality a kvantity podzemných a povrchových vôd vrátane prírodných liečivých a minerálnych vôd. Pri **ochrane kvality** vodných zdrojov k rozhodujúcim faktorom patria zdroje znečisťovania vôd, či už s priamym, alebo nepriamym vplyvom. Ochrana množstva vôd, tzv. **kvantitatívna ochrana**, je založená na zvyšovaní akumuláčnej schopnosti krajiny a na kontrole dodržiavania vypočítaných hodnôt pre odoberané množstvá vôd. Preto sa stanovujú limity využívania zásob podzemných vôd (tzv. ekologické limity), ako aj záväzné minimálne prietoky tzv. ekologické prietoky na tokoch. Územná ochrana vôd pozostáva z troch druhov ochrany.

Voda a vplyvy



Voda a interakcia s okolím



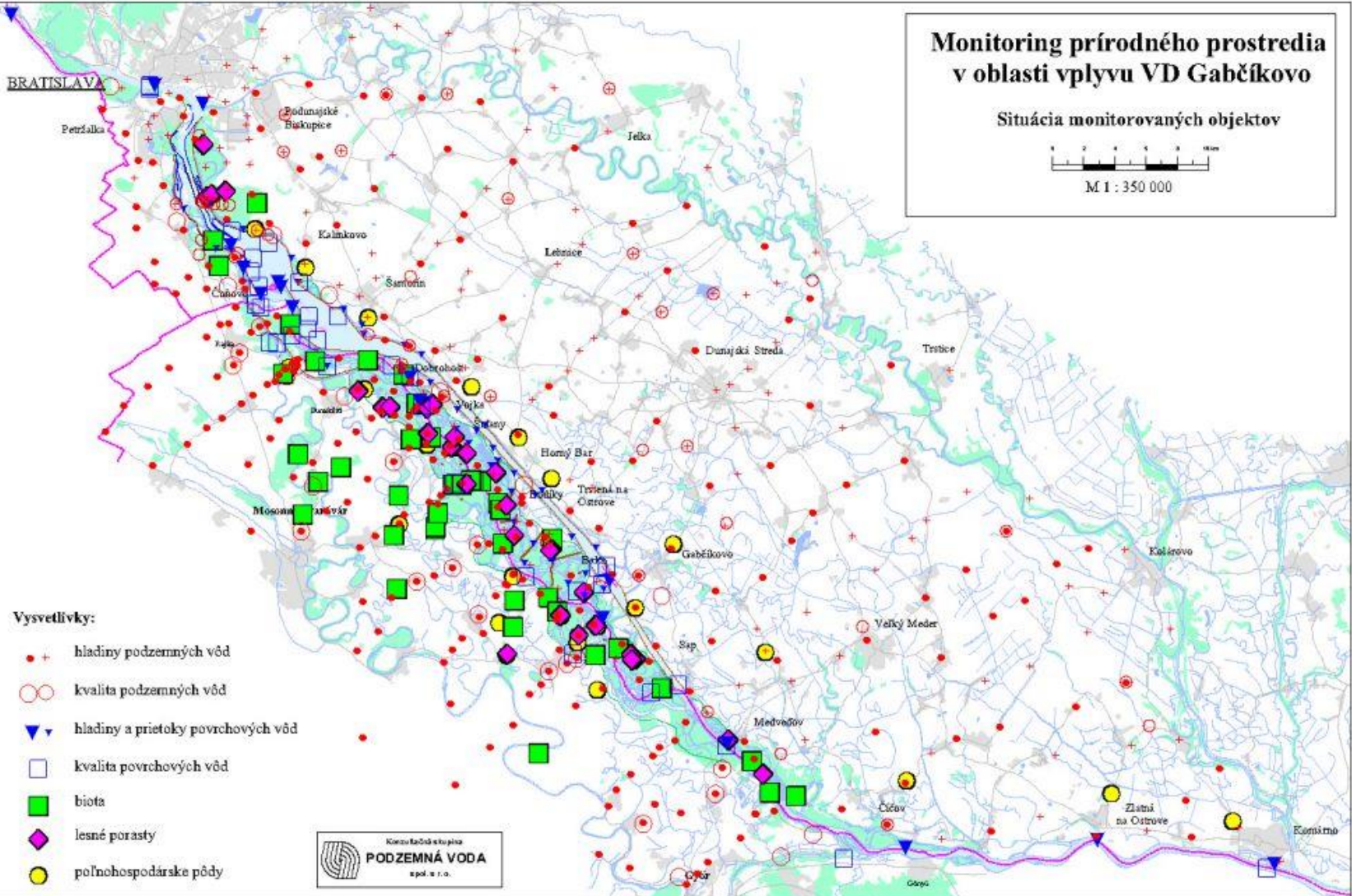
Monitoring prostredia - Gabčíkovo

Monitoring prírodného prostredia v oblasti vplyvu VD Gabčíkovo

Situácia monitorovaných objektov



M 1 : 350 000



- Vysvetlivky:
- + hladiny podzemných vôd
 - kvalita podzemných vôd
 - ▼ hladiny a prietoky povrchových vôd
 - kvalita povrchových vôd
 - biota
 - ◆ lesné porasty
 - poľnohospodárske pôdy



Obr. I.3 Monitoring prírodného prostredia v oblasti vplyvu VD Gabčíkovo

Vodné dielo Gabčíkovo

Rozdiely hladín podzemných vôd

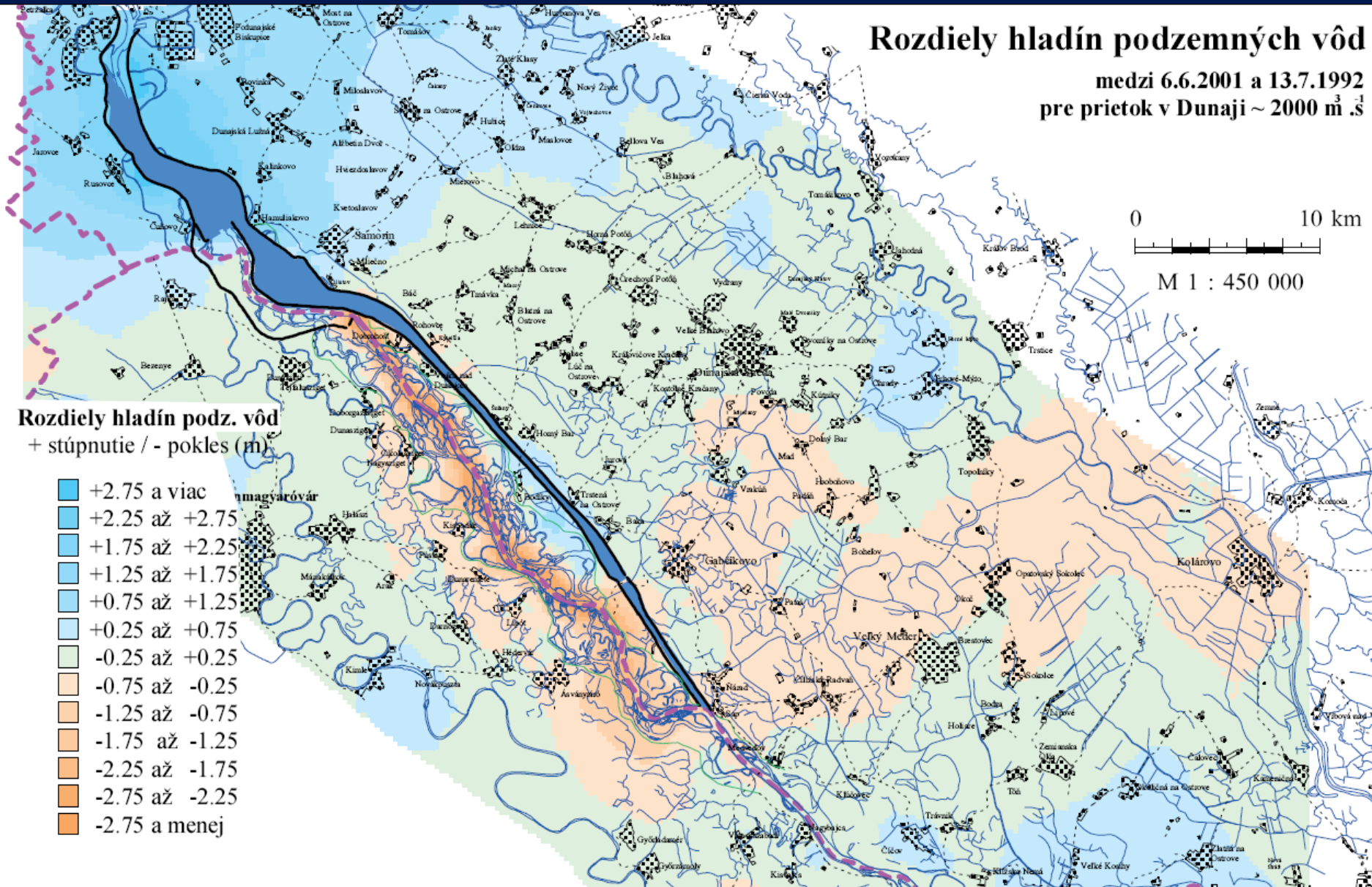
medzi 6.6.2001 a 13.7.1992
pre prietok v Dunaji ~ 2000 m³·s⁻¹

0 10 km

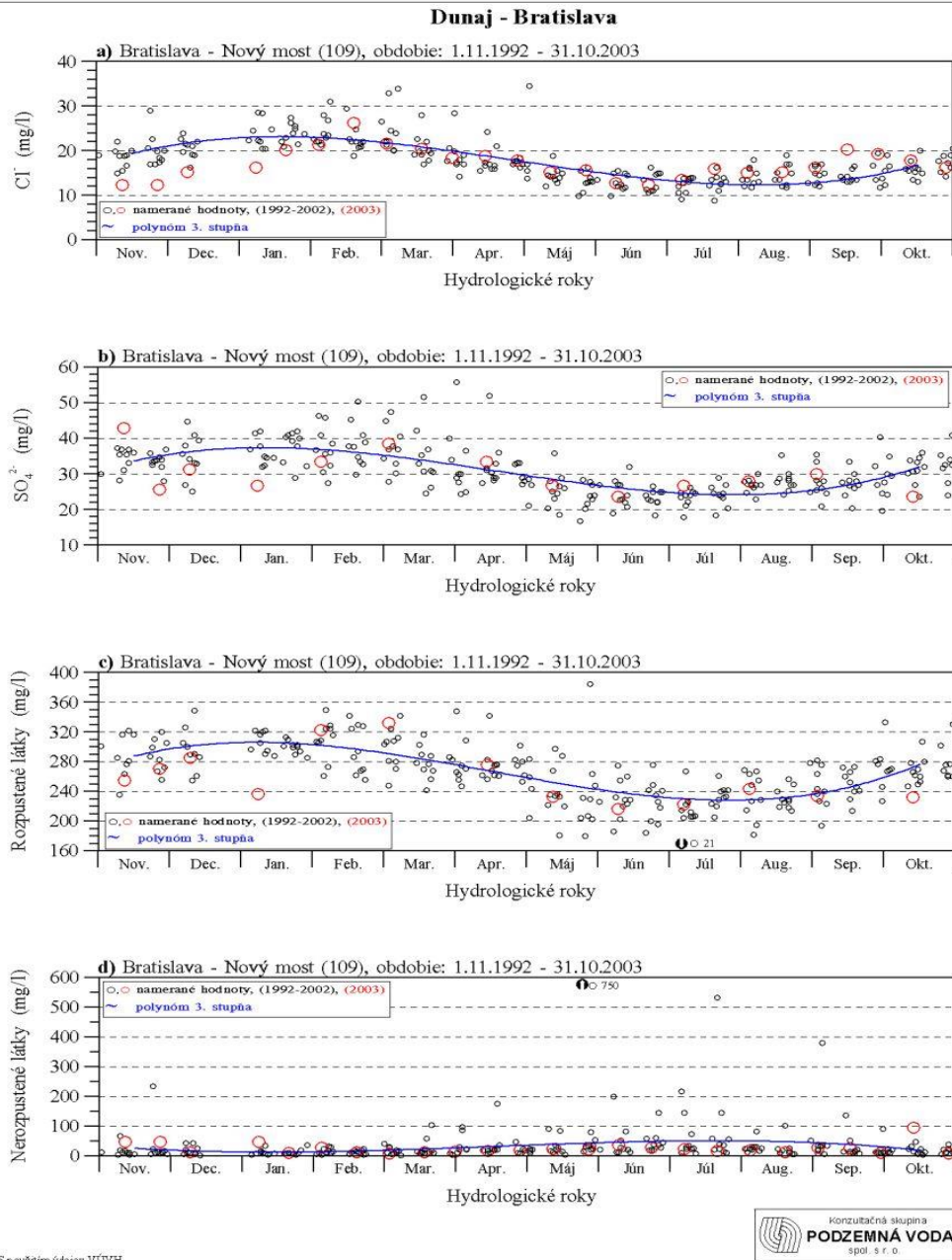
M 1 : 450 000

Rozdiely hladín podz. vôd
+ stúpnutie / - pokles (m)

- +2.75 a viac
- +2.25 až +2.75
- +1.75 až +2.25
- +1.25 až +1.75
- +0.75 až +1.25
- +0.25 až +0.75
- 0.25 až +0.25
- 0.75 až -0.25
- 1.25 až -0.75
- 1.75 až -1.25
- 2.25 až -1.75
- 2.75 až -2.25
- 2.75 a menej



Ukazovatele kvality



Obr. V.15 Základné ukazovatele kvality vody Dunaja vstupujúcej do oblasti Vodného diela Gabčíkovo

Zdroje znečistenia

Jednou z kľúčových úloh v úseku kvalitatívnej ochrany je riešenie problematiky zdrojov znečistenia. Zdroje znečistenia, v zásade rozdeľujeme na bodové a plošné. Rozhodujúcimi zdrojmi **bodového znečistenia** sú vypúšťané odpadové vody. Aj keď od r. 1990 má ich množstvo klesajúcu tendenciu, v budúcnosti treba zvýšiť najmä podiel obyvateľov napojených na kanalizáciu a vykonať opatrenia na čistenie odpadových vôd.

Zdroje plošného znečistenia sú ťažšie identifikovateľné ako bodové zdroje, ale ich účinky sú rovnako dlhodobé a ťažko odstrániteľné. Najväčšími zdrojmi plošného znečistenia sú: poľnohospodárstvo, odkaliská a rozptýlené skládky, kontaminované závlahové, ale aj zrážkové vody.

Kvalita

Najprísnejšie kritéria musí spĺňať voda použitá na pitné účely (špeciálne voda určená pre kojencov), pretože má priamy vplyv na zdravie človeka. Tieto kritéria sú stanovené v súčasne platnej norme STN 75 7111 Kvalita vody – pitná voda. V tejto norme sú určené záväzné hodnoty limitov pre jednotlivé látky obsiahnuté vo vode, ktoré musia byť splnené aby voda mohla byť použitá na pitné účely.

Anorganické látky

Najväčšie problémy spôsobujú tieto anorganické látky:

- Kation NH_4^+ ktorý je indikátorom znečistenia organického pôvodu (fekálne, poľnohospodárske znečistenie).
- Zvýšený obsah kationov Fe a Mn, ktoré spôsobujú problémy pri technologických vodárenských úpravách vody (vyzrážanie solí na stenách potrubí).
- Oxidy N a P, ktoré môžu byť výsledkom poľnohospodárskeho alebo komunálneho znečistenia (zvýšený obsah dusičnanov je škodlivý hlavne pre kojencov a malé deti a preto je v norme stanovený zvláštny limit pre túto skupinu; fosforečnany spôsobujú eutrofizáciu rias, ktorá má vplyv na kyslíkové a iné pomery vo vode).
- Kadmium, ortuť, olovo a iné mikrokomponenty, pochádzajúce hlavne z priemyselného, poľnohospodárskeho znečistenia a dopravy sú vo vyšších koncentráciách pre ľudský organizmus nebezpečné až vysoko toxické.

Organické látky vo vodách

Organické látky vo vode majú prirodzený alebo umelý pôvod. Látky prírodného pôvodu (humínové kyseliny, fenoly a pod.) sa vo vode nevyskytujú vo väčšom množstve a zväčša nespôsobujú žiadne problémy pri jej využívaní. Pri priemyselnej, poľnohospodárskej a komunálnej činnosti sa však do prírodných vôd dostáva veľké množstvo organických látok umelého pôvodu. Tento typ znečistenia má za následok úbytok kyslíka vo vode, ktorý sa spotrebuje na oxidáciu organických látok.

Organické látky vo vodách

Najväčšie problémy z hľadiska vplyvu na prírodné prostredie, zdravotnú nezávadnosť vody a vodárenské úpravy majú tieto organické látky:

- *Ropné látky* (zmesi rôznych uhľovodíkov) sa do prostredia dostávajú hlavne únikmi pohonných hmôt a olejov. Väčšinou nie sú príliš toxické, ale výrazným zápachom, prítomným už pri malých koncentráciách znehodnocujú senzorické vlastnosti vody.
- *Pesticídy* a iné látky používané v poľnohospodárstve, ktoré sa používajú na ničenie buriny a živočíšnych škodcov. Medzi najnebezpečnejšie z tejto skupiny patria rôzne typy chlórovaných uhľovodíkov, ktoré sa pomaly rozkladajú a hromadia sa v organizmoch (napr. DDT). Preto sa v ekonomicky vyspelých krajinách tieto látky už nepoužívajú a boli nahradené ľahšie odbúrateľnými organofosfátmi, i keď i tieto patria medzi výrazne toxické látky.
- *Saponáty*, rôzne typy detergentov a iné látky nie sú veľmi toxické, ale spôsobujú problémy (tvorba peny) pri technologických úpravách vody.

Biologické ukazovatele

Prírodná voda je životným prostredím pre mnoho živočíchov a rastlín. Medzi ne patria i rôzne druhy baktérií, vírusov a iných nižších organizmov, ktoré môžu predstavovať pre človeka určité nebezpečenstvo, pretože mnohé z nich sú pôvodcami i vážnych chorôb (týfus, cholera, tuberkulóza, meningitída a pod). Preto sa voda používaná na pitné účely musí podrobiť i biologickému rozboru. Sleduje sa prítomnosť týchto druhov organizmov: **fekálne koliformné baktérie, koliformné baktérie, enterokoky, mezofilné baktérie, psychrofilné baktérie.**

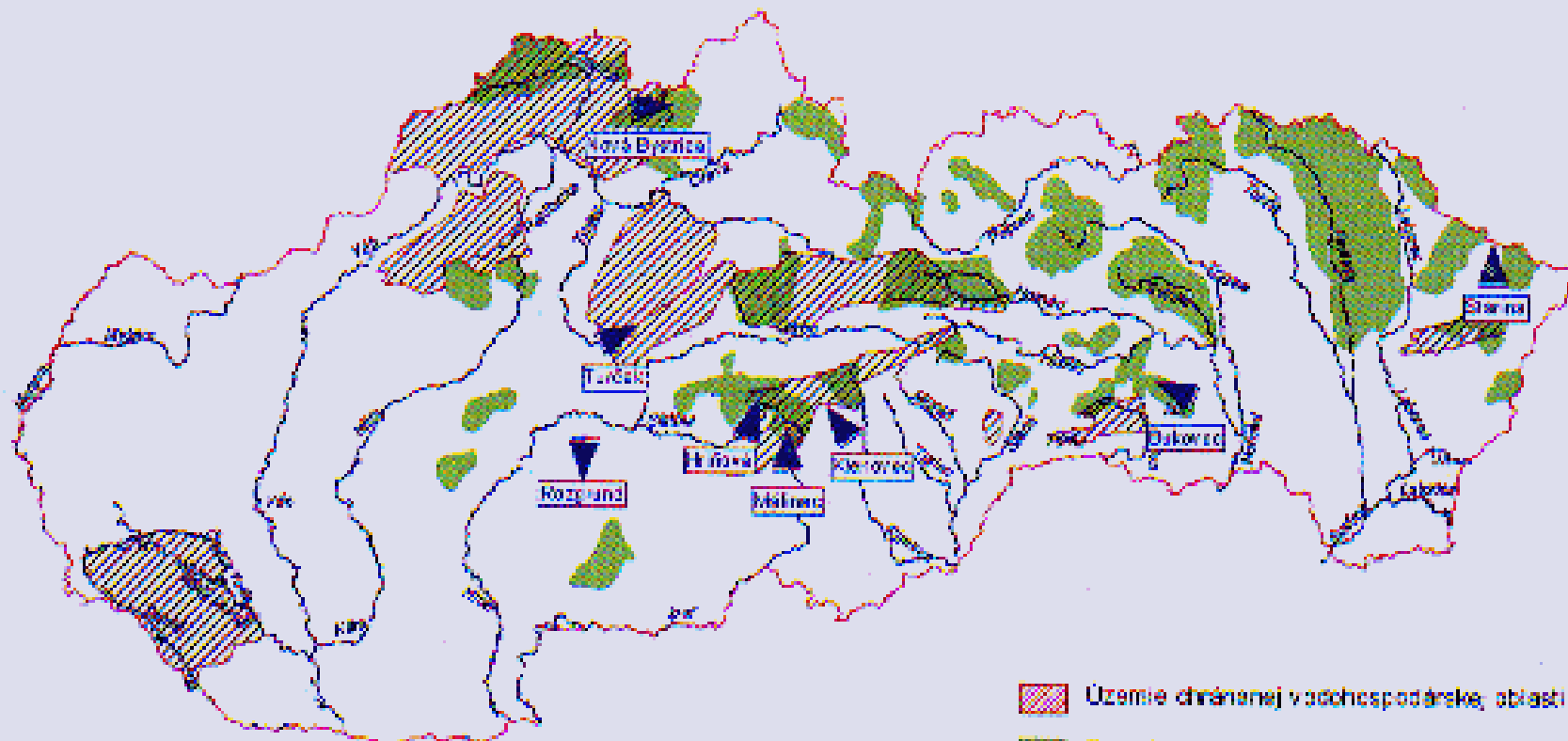
Druhy ochrany

- všeobecná, vyplývajúca zo zákona o vodách (vodného zákona),
- širšia regionálna ochrana - chránené vodohospodárske oblasti,
- sprísnená špeciálna, tzv. užšia ochrana, týkajúca sa hlavne vodných zdrojov využívaných na pitné účely - pásma hygienickej ochrany.

Zvláštnou kategóriou je ochrana prírodných liečivých zdrojov a minerálnych vôd, vyplývajúca zo zákona o zdravotnej starostlivosti. Kvalitatívna ochrana vôd

Chránené vodohospodárske oblasti

CHRÁNENÉ VODOHOSPODÁRSKE OBLASTI, POVODIA VODÁRENSKÝCH TOKOV A VODÁRENSKÉ NÁDRŽE



- Územie chránenej vodohospodárskej oblasti
- Povodie vodárenského toku
- Vodárenská nádrž

Nová Bystrica



Turček



Ochranné pásma

Ochranné pásma vodárenských zdrojov (ďalej len "ochranné pásmo") sa určujú na základe záväzného posudku. K hlavným faktorom patria:

- a) geologické a hydrogeologické pomery,
- b) hydrologické, meteorologické a klimatické pomery,
- c) morfológia územia,
- d) vlastnosti pôdnej pokrývky a horninového prostredia v pásme prevzdušnenia a v pásme nasýtenia podzemnou vodou,
- e) rastlinstvo, hlavne zalesnenie, jeho skladba a plošné zmeny,
- f) množstvo, kvalita a zdravotná bezchybnosť podzemných vôd a povrchových vôd,
- g) technické parametre vodárenského zdroja,
- h) odbery vody, dosah ich vplyvu na hydrologické a hydrogeologické pomery,
- i) faktory ohrozujúce kvantitatívne a kvalitatívne parametre daného vodárenského zdroja a miera ich možného vplyvu,
- k) povolenia orgánu štátnej vodnej správy na osobitné užívanie vôd v dotknutej

Určovanie hraníc

- Pri určovaní hraníc ochranného pásma sa prihliada na prirodzené hranice územia, najmä na vodné toky, hydrologické rozvodnice povodí, geologické a hydrogeologické rozhrania, umelé hranice územia, napríklad líniové stavby a na hranice jednotlivých parciel podľa katastra nehnuteľností.

I. pásmo

Ochranné pásmo I. stupňa sa určuje pre povrchové vody a pre podzemné vody na zabezpečenie ochrany vodárenského zdroja v mieste odberu, pred možnosťou bezprostredného negatívneho ovplyvnenia alebo ohrozenia vodárenského zdroja, ďalej na ochranu pred negatívnymi zásahmi do najbližšieho okolia záchytného zariadenia a jeho ochranu pred poškodením.

II. pásmo

Ochranné pásmo II. stupňa sa určuje na ochranu výdatnosti, kvality a zdravotnej bezchybnosti vodárenského zdroja vo väzbe na ochranné pásmo I. stupňa. Je určené na zvýšenú ochranu vodárenského zdroja pred mikrobiálnym znečistením, znečistením nebezpečnými látkami a inými látkami, ktoré môžu ovplyvniť kvalitu vody, na ochranu výdatnosti a pri vodárenských zdrojoch povrchových vôd, určených na odber pitnej vody aj na ochranu pred priamym znečistením vodárenského toku.

III. pásmo

Ochranné pásmo III. stupňa sa určuje pre vodárenské zdroje z podzemných vôd v horninovom prostredí s medzizrnovou priepustnosťou na ochranu výdatnosti, kvality a zdravotnej bezchybnosti vodného zdroja pred ohrozením zo vzdialenejších miest. Ak sú na to dôvody, vychádzajúce z hydrogeologického a hydrochemického posudku, možno základné zásady jeho využívania zmierniť, alebo od ochranného pásma III. stupňa upustiť.