

FAKTORY RŮSTU KONCENTRACE SÍRANŮ V PODZEMNÍCH VODÁCH A MOŽNOSTI JEJICH OMEZENÍ

Libuše Durdová

Katedra geologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého Olomouc
libuse.durdova@fsv.cvut.cz

Souhrn: Některé okresy v Pomoraví mají na svém teritoriu významná jímací území, u nichž byl v minulých dekádách ověřen růst koncentrace síranů přes mezní hodnoty normy pro pitnou vodu ČSN 75 7111. Tento vývoj je dán působením tří hlavních faktorů – geologické stavby území, nepříznivých klimatických podmínek a nadměrného odběru vody a podílu mikrobiologického faktoru. Koncentrace síranů poklesly v některých jímacích územích vlivem snížení odběru podzemní vody a v jiných podmínkách působením infiltrace vod do podzemí. Možným optimálním řešením trvale eliminujícím růst koncentrace síranů je infiltrace vhodné povrchové vody. Rovněž regenerace jímacích vrtů s odčerpáním kalů ze dna objektů s podílem mikroorganismů účastných na procesech geneze síranů působí pozitivně. Aplikace infiltrace vyžaduje vyřešení všech souvisejících vazeb, které nyní ztěžují a blokují odběr vody k infiltraci: poplatky za odběr vody z toku, zajištění čistoty vody předčištěním a řešení eliminace dopadů vzniku vzduchového polštáře v horninovém profilu pod infiltrační nádrží.

Klíčová slova: růst koncentrace síranů, faktor geologické stavby, faktor klimaticko-anthropogenní, faktor mikrobiologický

Abstract: Some districts at the Morava river watershed have in their territories important welfields, at which during the past decades sulphate concentration increase was verified at the level above the limits of Drinking Water Norm ČSN 75 7111. Concentrations of sulphates decreased in majority of cases under influence of the decrease of groundwater exploitation and in another conditions also by the effect of infiltration of water into underground in neighbourhood of pumped wells. Possible optimum solution eliminating sulphate concentration increase is an infiltration of suitable surface water. This needs solution of all related problems, which cause difficulties and block pumping of surface water from streams for infiltration: payment for pumping of water from the surface stream, ensure clearness of water by pretreatment and at rock profile under infiltration basin the elimination of genesis of air layer, causing forming of block .

Key words: sulphate concentration increase, factor of geological structure, factor of climatic-anthropogenic conditions, factor microbiological

1. Poměry v Pomoraví

Na území bývalých okresů Břeclav, Hodonín, Uherské Hradiště, Kroměříž a dalších v Pomoraví jsou vybudována významná jímací území, u nichž se od 60.let 20.století projevil růst koncentrace síranů přes mezní hodnoty normy pro pitnou vodu ČSN 75 7111. Růst koncentrací síranů se podle lokalit lišil, ale byl celkově výrazný v 80. a 90. letech a tato maxima se dostavila ve vazbě na zaklesávající hladiny podzemních vod díky vysokým odběrům a nízkých celkových srážkových úhrnů a vysoké evapotranspirace. Jímací objekty pro odběr podzemní vody jsou vyhloubeny v kvartérních sedimentech údolní nivy řeky Moravy o mocnosti obvykle do 10 m,

podložní horniny zastupují jíly neogénu a pískovce a jílovce paleogénu. Evidentní přetěžování hydrogeologické struktury hornin kvartéru mělo za následek čerpání podzemní vody ze zázemí – z podložních hornin neogénu a paleogénu, jenž vedlo k přítokům vod z horninových komplexů s vyššími koncentrací síranů, které však nebyly při prvotním ověřování chemismu vod neogenních vrtů v těsném okolí postižených jímacích území zjištěny. V období let 2005 -2007 došlo k poklesu koncentrací síranů zejména díky infiltracím a redukcím odběru vody.

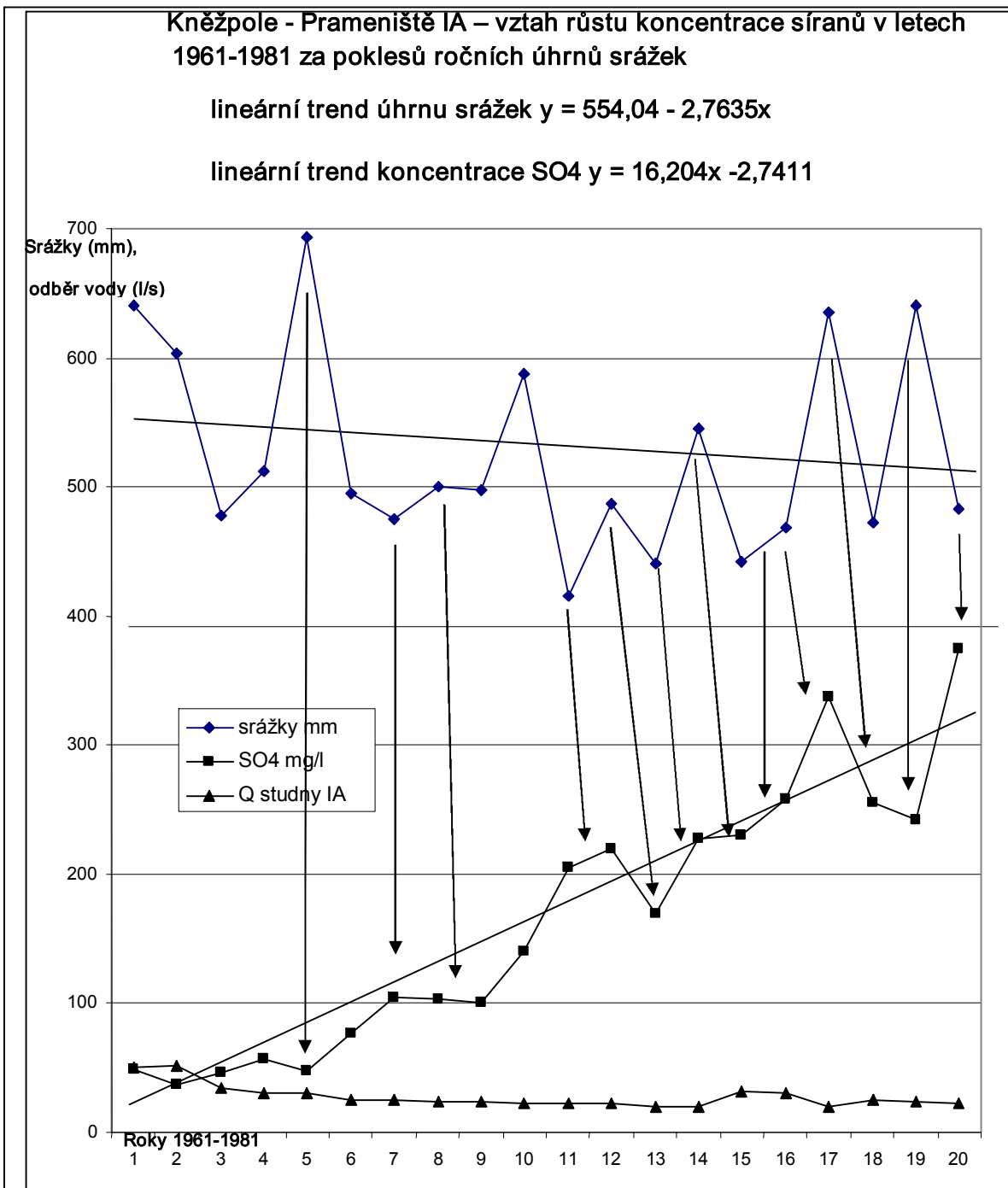
2. Tři hlavní faktory růst koncentrace síranů

Hodnocení geologické stavby okresů s těmito jímacími územími ukazuje, že zdrojem síranů jsou horniny v podloží nebo v okolí hydrogeologické struktury. Podstatným faktorem geneze síranů je geologická stavba zkoumaného území. Tyto závěry potvrzují poznatky z izotopového složení síry $\delta^{34}\text{S}$ síranů podzemních vod zkoumaných území a také povrchových vod. Druhým významným činitelem růstu koncentrace síranů je tedy faktor klimatický v kombinaci s antropogenním, neboť jeho vliv se projevuje nadměrným jímáním. Podle hodnocení průběhu hladin podzemní vody za 70 let od r.1934 do 2001 na Moravě se projevuje zaklesávání hladin dané nevýhodným poměrem srážek a evapotranspirace. Tento trend vedl v období konce 20. století s deficitem

Tabulka 1. Výsledky izotopových analýz $\delta^{34}\text{S}$ síranů z vody z Kněžpole a okolí

Zdroj vody	Datum	$\delta^{34}\text{S}$ síranů
JÚ Kněžpole SBI	31.7.2000	-18,3‰
JÚ Kněžpole SBIA	31.7.2000	-15,8‰
JÚ Kněžpole SB II	31.7.2000	-13,5‰
JÚ Kněžpole SBIIA	31.7.2000	-11,9‰
JÚ Kněžpole SBIII	31.7.2000	+18,4‰
G2 Kněžpole	31.7.2000	+19,6‰
G4 Kněžpole	31.7.2000	- 0,8 ‰
JÚ Kněžpole SBI	21.1.2001	-20,9 ‰
JÚ Kněžpole SBIA	21.1.2001	-17, 0 ‰
JÚ Kněžpole SB II	21.1.2001	-17,2 ‰
JÚ Kněžpole SBIIA	21.1.2001	-16,2 ‰
JÚ Knežpole – směsný vzorek	25.5.1999	-18,6 ‰
BABICE fy Hemar	25.5.1999	-2,8 ‰
BABICE č.p. 913	25.5.1999	-1,6 ‰
Leopoldov–sulfanový pramen	2000/11	+10,1‰
Krystal sádrovce od Těmic	2000/11	-19,2 ‰
Morava u Kněžpole	2000/11	+ 4,0 ‰
Burava	2000/11	-6,2 ‰
G2 Kněžpole	2000/11	+2,0 ‰

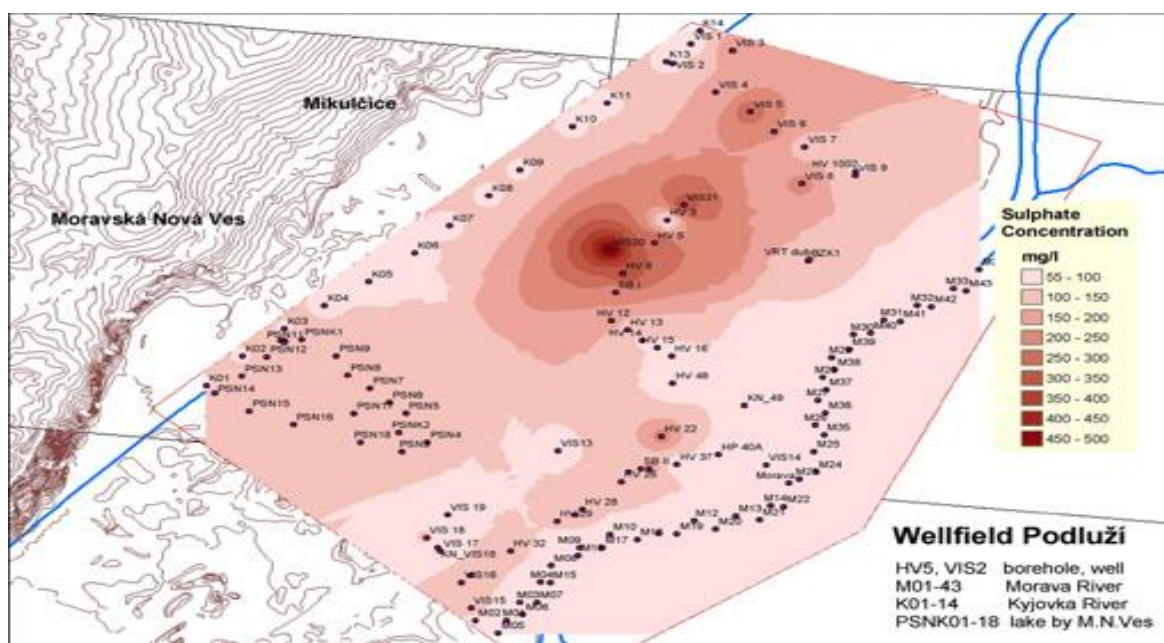
srážek k největšímu zaklesávání hladin od 30.let v r. 1983 a po něm v r. 1993. V 80. letech byla logicky jímací území nejvíce přetěžována odběry vody, méně byla zatěžována odběry vod v r. 1993 za redukovaného odběru vody za snížení hospodářské produkce. Třetím faktorem je účast mikrobiologických procesů. Podíl sirných bakterií, které sírany produkují (např. *Acidithiobacillus thiooxidans* a *Acidithiobacillus ferrooxidans*) a desulfatačních bakterií, které sírany redukují (*Desulfovibrio sp.*), byl v území prokázán v pozorovacích a jímacích vrtech v 70.letech a po r. 2000.



Obr. 1. Graf změn koncentrace síranů s jejich nárůstem v jímacím území Kněžpole v prameništi IA ve vazbě na roční úhrny srážek v letech 1961-1981. Celkový odběr vody v jímacím území Kněžpole od r. 1968 po r. 1981 činil 100 l.s⁻¹. Šipky ukazují vazby mezi nízkými ročními úhrny srážek a nárůstem koncentrace síranů. (srážkoměrná stanice Staré Město u Uherského Hradiště)

3. Dopady růstu koncentrace síranů

Zvýšené koncentrace síranů se nejeví na první pohled závažné, byly donedávna tolerovány, avšak výzkum u pozorovacích vrtů ukazuje následky - růst sedimentů na dně vrtů za 15 -20 let na mocnost až 2,0 - 4,0 m sedimentů na dně objektů. Tyto sedimenty a jejich genezi lze očekávat rovněž v jímacích objektech na pitnou vodu, jak prokázaly prohlídky jímacích vrtů při rekonstrukcích i v jiných jímacích území v minulosti mimo Pomoraví a je tedy třeba řešit jak odstraňování sedimentů tak prevenci jejich tvorby – tedy eliminovat růst koncentrace síranů. Geneze sedimentů ve vrtech v Pomoraví je spjata s reakcí vod se sírany a jílových hornin neogénu, které tvoří podloží kvartéru, v němž jsou založena jímací území. Neogenní horniny obsahují montmorillonit (obsahuje Al^{3+}) a další jílové minerály, které bobtnají vlivem vody, jež reaguje i s vystrojením vrtů. Pod vlivem teplejšího klimatu a s podílem bakterií na procesu rozkladu hornin v území bohatém na organické látky (z listí lužního lesa) sloužícím bakteriím jako živiny se geneze sedimentů jeví logická. Vzniklé sedimenty jsou bohaté na Al-koloidy, Fe-precipitáty a jedovatý sulfan s odpudivým pachem. Je tedy vznik sedimentů velmi nežádoucí v monitorovacích vrtech a zvláště v jímacích. Z tohoto důvodu se postupně na postižených jímacích územích prováděly regenerace s odčerpáváním kalů a čištěním výstroje vrtů mechanicky i chemicky a rekonstrukce potrubí, která podléhala korozi.



Obr. 2. GIS mapa koncentrace síranů v podzemní vodě JÚ Podluží a v okolí v r. 2004

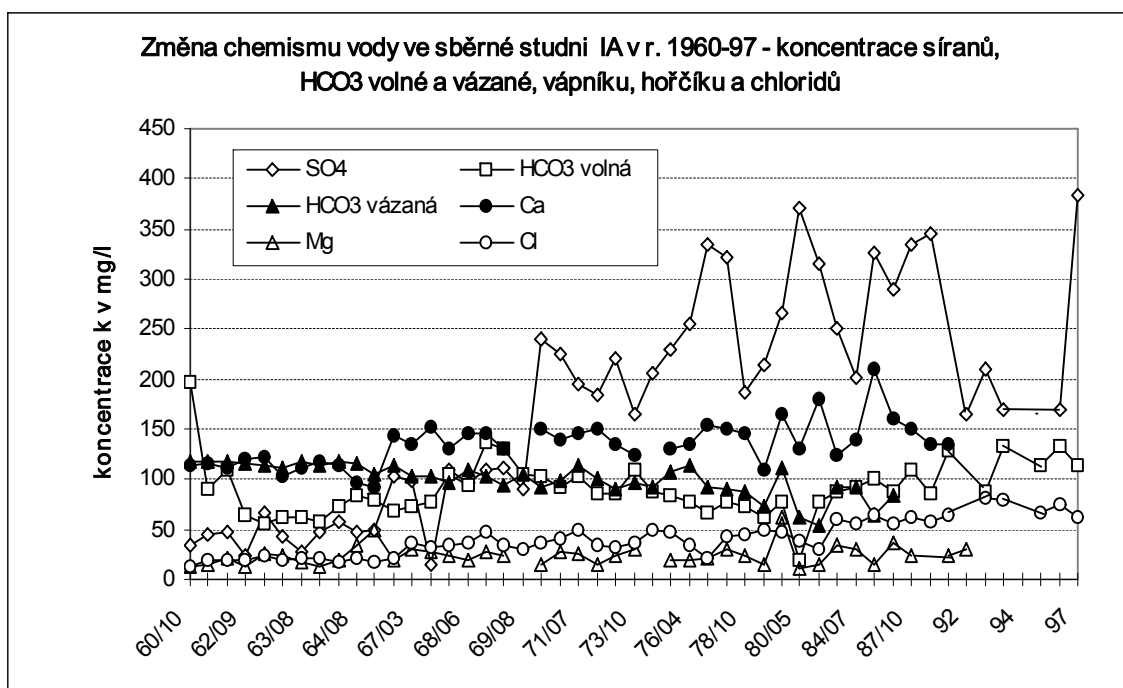
4. Eliminace růstu koncentrace síranů – redukce odběru vod, regenerace vrtů a infiltrace

Eliminace růstu koncentrace síranů je možná trojí cestou – omezením odběru vody, regenerací vrtů s mechanickým a chemickým vyčištěním vrtů a infiltrací vody. Jako prevence poklesu hladin podzemní vody a souvisejícího růstu koncentrace síranů, byly v minulosti prováděny pokusy s infiltrací moravní vody do tzv. kazetových polí, což byly mělké obdélníkové nádrže u jímacích objektů v lužním lese v okolí jímacího území Kněžpole, severně Uh.Hradiště, kde tyto práce realizovali v 70. letech prof. Václav Hálek, CSc. a RNDr. Josef Malý. Jiná forma infiltrace je napouštění vody do

infiltračních kanálů, což se prokázalo jako velmi vhodné v jímacím území Podluží mezi Mikulčicemi a Moravskou Novou Vsí v území mezi okresy Hodonín a Břeclav. Je třeba odbornou veřejnost k výzkumu tohoto procesu opět vyzývat a dovést, aby se jí věnovala pozornost a řešila se i 3 související témata:

- řešení problematiky v rovině legislativní - možnosti omezení platby u odběru povrchové vody z toku Moravy za účelem infiltrace do podzemí u jímacích území s rizikem růstu koncentrace síranů,
- ověřování kvality povrchové vody při odběru z toku Moravy za účelem infiltrace do podzemí a její trvalého zabezpečení s případným průběžným předčištěním před infiltrací,
- výzkum průběhu procesu infiltrace povrchové vody do kanálů a kazetek (infiltračních nádrží) a výsledků a zejména zamezení vzniku a růstu tzv. vzduchového polštáře pod nádržemi kazetek po infiltraci.

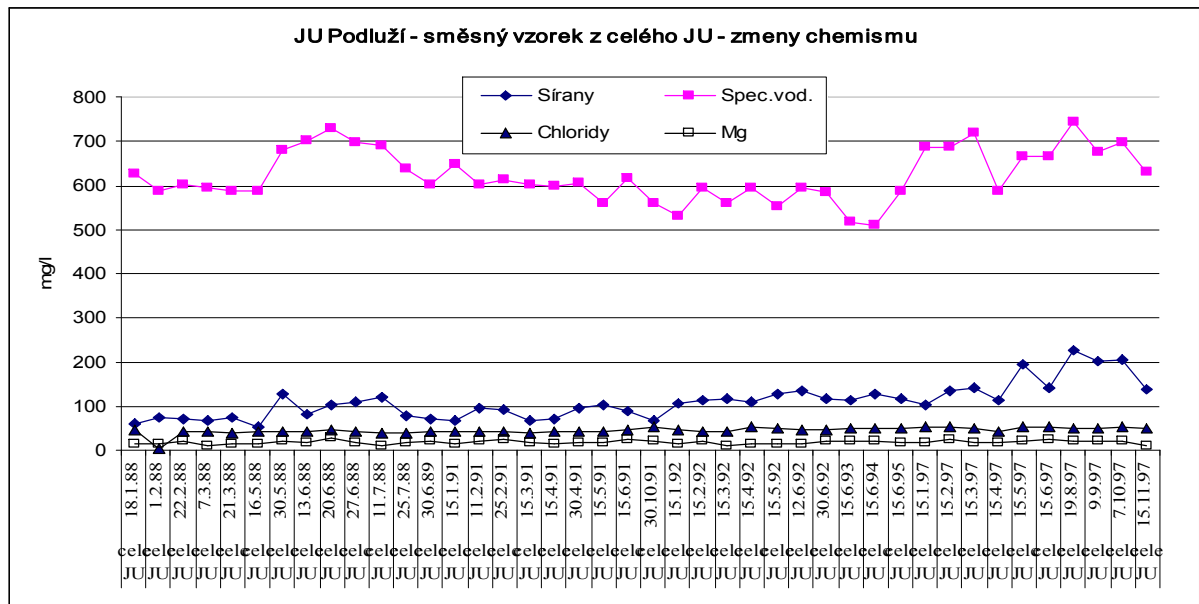
I jímací území bez hrozby růstu koncentrace síranů by se měla snažit eliminovat dopad dlouhodobého srážkového deficitu z 2. poloviny 20. století vhodnou formou infiltrace přiměřeně kvalitní povrchové vody.



Obr. 3. Graf růstu koncentrace síranů a změn v koncentraci vápníku, hořčíku, chloridů a volného a vázaného CO₂ v JÚ Kněžpole.

5. Závěry

Bývalé okresy Břeclav, Hodonín, Uh.Hradiště, Kroměříž a další v Pomoraví mají na svém území významná jímací území, u nichž se v minulosti vyskytl růst koncentrace síranů, jenž poklesl vlivem nižšího odběru vody anebo infiltrace. Jako příčiny růstu koncentrace síranů se jeví 3 hlavní faktory: geologické poměry, podmínky klimaticko-antropogenní a mikrobiologické. Nejefektivnější cesta eliminace růstu koncentrace síranů je infiltrace vody do podzemí, čímž se snižuje dopad srážkového deficitu dlouhodobě působícího na Moravě a spolu s odběrem podzemní vody vede k zaklesávání hladin podzemní vody a následným změnám chemismu vody.



Obr. 4. Jímací území Podluží, ok. Hodonín - Graf změn koncentrace síranů, chloridů a hořčíku (všechny ukazatele v mg.l^{-1}) a elektrolytické vodivosti (zde je použito pro možnost porovnání s koncentrací jednotky S.cm^{-1} , ač v SI soustavě je zavedena jednotka S.m^{-1}) ve směsném vzorku vody z celého jímacího území za r. 1988-1997.

6. Literatura

Malý, J.: Huštěnovice, Geotest Brno, 1966.

Malá, E.: Huštěnovice, Geotest Brno, 1979.

Malý, J.: Střední Morava - regionální hydrogeologický průzkum fluvialních uloženin řeky Moravy a jejich přítoků. MS Geofond Praha, 1972.

Malý, J.: Dolnomoravský úval, Geotest Brno, Brno, 1990.

Soukalova, E.: Režim podzemní vody v oblasti středního a dolního toku řek Moravy. Sb. 5.nár. konf. Hydrologické dny „Nové podněty a vize pro další tisíciletí“, 18-21.9.2000 Plzeň. ČHMÚ, Praha 2000. Str. 559-561.2000.

Muzikář, R., Soukalová, E.: Prognózy režimu podzemních vod pomocí stochastických modelů. Sborník prací ČHMÚ, sv. 36, Brno: ČHMÚ. 1989.

Řurd'ová, L.: Vliv jímaní vody na změny koncentrace makrokomponent. Sborník z Celostátní konference Plzeň 2000.

Tungli, L., Řurd'ová, L.: Aplikace kvadratické faktorové analýzy a modelování s kvantifikací kvalitativních veličin při výzkumu vývoje chemismu podzemní vody v Pomoraví. Sborník ze IX. ročníku konference Posterový deň s medzinárodnou účasťou „Transport vody, chemikálií a energie v systéme Pôda – Rastlina – Atmosféra“. Bratislava, 29.11.2001, 9 stran.

Řurd'ová L., Hlaváč J., Tungli, L.: Application of the quadratic factor analysis to the research of groundwater chemistry development, Proceedings of the 5th International Conference on Hydroinformatics, Cardiff 2002.

Řurd'ová, L.: Role of sulphur metabolising species Acidithiobacilli – their characteristics, presence and its consequences in location at the Morava river watershed, Proceed. of the 8th International conf. Environment and mineral processing, 24.-26.6.2004, Ostrava, str. 494-498, VSB-TUO, Ostrava 2004.