

## AKTIVITA 1.1

# **PREHLAD RIEŠENIA PROBLEMATIKY VYHLADANIA A HODNOTENIA NÁHRADNÝCH ZDROJOV PITNÝCH PODZEMNÝCH VÔD V ZAHRANIČÍ**

Problematika vyhľadania a hodnotenia náhradných zdrojov pitných podzemných vôd je rozpracovaná, zväčša čiastkovo, v menšej miere komplexne, v mnohých zahraničných štúdiách v rôznych krajinách a na rôznych kontinentoch. Riešené sú viaceré aspekty uvedenej problematiky zahŕňajúc komplexnú problematiku plánovania a manažmentu vodných zdrojov, ako aj čiastkové problematiky ako manažment podzemných vôd, spoločný manažment povrchových a podzemných vôd, modelovanie podzemných vôd, opätovné využitie odpadových vôd, využitie geografických informačných systémov (GIS) a diaľkového prieskumu Zeme (DPZ), izotopová analýza vôd...

V rámci *plánovania a manažmentu vodných zdrojov* je predmetom výskumu hľadanie alternatívnych možností zásobovania vodami obyvateľov na pitné a úžitkové účely v budúcnosti, identifikácia, ohodnotenie a ochrana oblastí zdrojov pitných vôd, identifikácia príčin redukcie existujúcich zdrojov pitných vôd a hľadanie efektívnych riešení, tvorba stratégie zásobovania obyvateľstva vodami a operačných plánov pre rozvoj vodných zdrojov v budúcnosti a i.

Komplexné riešenie uvedenej problematiky predstavuje jednu z prioritných environmentálnych oblastí výskumu na úrovni Európskej Únie. Dôvodom je pokles zásob vodných zdrojov najmä v dôsledku:

- klimatických zmien a redukcie množstva zrážok, napr. južné Španielsko (López-Geta – Martos-Rosillo, 2008), Malta, Cyprus (Campling et al., 2008a, 2008b), severné a západné oblasti Veľkej Británie (Price, 1998), juhovýchodné Anglicko (Rodda, 2008), západná oblasť Austrálie, (Anon, 2007), Afrika (Macdonald et al., 2009), Čína (Fei et al., 2008) a i.
- zvýšeného dopytu po pitných vodách vplyvom zvyšovania hustoty osídlenia, napr. Belgicko (Campling et al., 2008a, 2008b), India (Paliwal, 2008; Rode, 2009), Albánsko (Kumanova, 2008) rozvoja turizmu, zvyšovania kvality života, napr. Cyprus (Campling et al., 2008a, 2008b), využitia krajiny, napr. juhovýchodné oblasti USA (Sun et al., 2008),
- kontaminácie existujúcich zásob pitných podzemných vôd, napr. Francúzsko (Pauwels et al., 2008), Berlín-Nemecko (Campling et al., 2008a, 2008b), Turecko (Pusatli et al., 2001; Ersoy, 2008), Uzbekistan (Mavlonov, 2008), Slovinsko (Zeleznik, 2008), Kuvajt (Akber et al., 2001).

Príkladom štúdie Európskeho významu je projekt venovaný zhodnoteniu alternatívnych možností zásobovania vodami v niektorých problematických krajinách EÚ (Campling et al., 2008a, 2008b). Ako priama možnosť nahrádzania existujúcich vodných zdrojov využívaných v súčasnosti na pitné účely sa využíva desalinizácia najmä v Španielsku, ale aj v Taliansku, na Cypre či na Malte. Dopĺňanie zásob podzemných vôd prostredníctvom zvýšenia množstva infiltrovaných vôd (povrchových, odpadových) prostredníctvom umelej regulácie človekom, je z pohľadu priameho využitia ako alternatívneho zdroja pitných vôd považované za otázne, vzhľadom na problematické zabezpečenie kvality vody, a z toho vyplývajúce riziko zdravotných problémov. V súčasnosti je táto alternatíva využívaná najmä pre zásobovanie obyvateľstva úžitkovými vodami pre domácnosti, pre poľnohospodárske a komunálne potreby (napr. Nemecko, Holandsko). Ako nepriame alternatívne

možnosti nahrádzania zdrojov pitných podzemných vôd bolo charakterizované využitie upravených odpadových vôd (Španielsko, Taliansko) a zachytených zrážkových vôd na úžitkové účely (Nemecko, Belgicko, Malta) vo vzťahu k ich vplyvu na zníženie dopytu po zásobách pitných vôd. Identifikáciou a charakterizáciou regionálnych oblastí zdrojov pitných vôd za účelom zabezpečenia kvantity a kvality pitných podzemných vôd a ich trvalo udržateľného využívania v súčasnosti aj v budúcnosti sa zaoberajú mnohé zahraničné štúdie (napr. Anon, 2007; Ko et al., 2008; Severi – Bonzi, 2008; Spektor, 2008; Rapti-Caputo et al., 2009).

Medzi **klúčové faktory**, ktoré musia byť zohľadnené pri hľadaní nového alternatívneho zdroja pitných vôd, vo všeobecnosti patria (Anon, 2007):

- miera rastu dopytu po vodách v zásobovanej oblasti,
- prístup k vodnému zdroju a jeho bezpečnosť,
- potenciálne zdroje znečistenia (využitie krajiny) a ochrana vodného zdroja,
- požiadavky na kvalitu a úpravu pitných vôd v zmysle národných (zdravotných, estetických) kritérií,
- náklady na výstavbu a prevádzku zdroja,
- priemerná výdatnosť zdroja vo vzťahu k jeho využiteľnosti.

Na ich základe je možné vyčleniť nasledovné **štádiá výberu zdrojovej oblasti pitných vôd**:

- potreba zásobovania obyvateľstva v oblasti – existujúci zdroj môže byť vyčerpaný, resp. kontaminovaný, alebo hustota obyvateľstva prevyšuje kapacitu existujúceho zdroja,
- identifikácia možností (povrchové alebo podzemné vody) – zahŕňa vyhľadávanie vodného zdroja v blízkosti danej oblasti, dostupných informácií o jeho kvantite a kvalite,
- analýza a ohodnotenie možností – analýza dostupných informácií a v prípade potreby zhromaždenie ďalších potrebných informácií napr. prostredníctvom odberu nových vzoriek, resp. realizácia vrtu,
- určenie prioritných možností – zohľadniac environmentálne a sociálne dopady (a potreby), zrealizovateľnosť a trvalú udržateľnosť,
- procesy schvaľovania (licencie) – požadované množstvo a limitovanosť zdroja,
- zavedenie ochranných opatrení – prevencia pred kontamináciou vodného zdroja, zabezpečenie bezpečnej a kvalitnej vody.

Tvorba stratégie zásobovania obyvateľstva vodami ako aj operačných plánov pre rozvoj vodných zdrojov v budúcnosti je dôležitou súčasťou plánovania a manažmentu vodných zdrojov. Cieľom je trvalá udržateľnosť vodných zdrojov, dlhodobé zabezpečenie kvality vôd v zmysle legislatívnych požiadaviek, ochrana vodných zdrojov pred degradáciou a negatívnymi dopadmi, zachovanie ekologickej stability, uspokojenie požiadaviek obyvateľstva na množstvá zásob vôd, spoľahlivosť zásobovania, racionálne využívanie zásob podzemných vôd rôznymi užívateľmi (redukcia spotreby vody)...

Príkladom je napr. Nový Zéland, kde pre oblasť Christchurch bola vypracovaná stratégia zásobovania obyvateľstva vodami na obdobie rokov 2009-2039 ([www.ccc.govt.nz/...](http://www.ccc.govt.nz/)). Na potrebu vypracovania strategických a operačných plánov v rôznych regiónoch poukazujú napr. práce Feng, 2001; Breukers, 2001; Radjabov – Takhirov, 2008; López-Geta – Martos-Rosillo, 2008.

*Manažment podzemných vôd* je zameraný na analýzu kvality a kvantity podzemných vôd v priestore a čase (chemické zloženie, vlastnosti kolektora, zraniteľnosť kolektora). Cieľom je identifikácia kritérií pre výber perspektívnych oblastí zdrojov pitných podzemných vôd a strategických zásob.

Termín „strategické“ zahŕňa hydrogeologické a hydrodynamické podmienky (množstvo kvalitných vôd) ako aj využitie zásob, dôležité sú poznatky o kolektoroch podzemných vôd a ich geologickej charakteristike ako aj dopad a dlhodobé dôsledky ich možnej exploatacie (Capelli – Salvati, 2001). Kvalitatívnou a kvantitatívnou analýzou zdrojov pitných podzemných vôd sa zaoberajú mnohé zahraničné štúdie, napr. Gundogdu et al., 2001; Hadjibiros et al., 2005; Kumanova, 2008; Li et al., 2008; López-Geta et al., 2008; Nagevich, 2008; Pauwels et al., 2008; Zeleznik, 2008; Khan – Umar, 2009 a i.

Jednou z kľúčových otázok v manažmente podzemných vôd a ich využití na pitné účely je z pohľadu kvalitatívnych vlastností pitných podzemných vôd, ich znečistenie dusičnanmi z plošných zdrojov poľnohospodárskeho pôvodu (López-Geta et al., 2008; Pauwels et al., 2008; Ersoy, 2008 a i.).

Dôležitým prvkom z pohľadu manažmentu podzemných vôd je tiež analýza vzťahu medzi využitím krajiny a zásobami podzemných vôd a ich kvalitou, keďže spôsob využitia krajiny významne ovplyvňuje zdroje podzemných vôd prostredníctvom zmien ich zásob, zmien po ich dopyte, zhoršenia ich kvality (Lerner – Harris, 2009).

*Spoločný manažment povrchových a podzemných vôd* zahŕňa analýzu vzťahu podzemná voda – povrchová voda za účelom charakterizácie ich vzájomných interakcií, dopĺňania zásob vôd, modelovania prúdenia podzemných vôd, zraniteľnosti (kontaminácie) kolektorov podzemných vôd hydraulicky prepojených s povrchovými tokmi (aluviálne oblasti) atď. (Ruud et al., 2001; Chu et al., 2001; Dahl et al., 2007; Gadelmulla, 2008).

*Modelovanie podzemných vôd* predstavuje dôležitý nástroj pre identifikáciu perspektívnych zdrojov pitných podzemných vôd, prostredníctvom ktorého je možné analyzovať zraniteľnosť alternatívnych zdrojov pitných podzemných vôd (Morales – Rodriguez, 2008; Santos et al., 2008), identifikovať ochranné zóny resp. rizikové oblasti (modely prúdenia podzemných vôd, Krmpotic et al., 2008; Palcu et al., 2008), stanoviť odhad dopĺňania zásob podzemných vôd (Mylopoulos – Sidiropoulos, 2008) a i.

*Opätovné využitie odpadových vôd* predstavuje dôležitý zdroj vôd v oblastiach s limitovanými zásobami vôd, napr. v Španielsku, Taliansku (Campling et al., 2008a), Kuvajte (Akber et al., 2001). Využívajú sa však najmä ako úžitkové vody hlavne na zavlažovanie v poľnohospodárstve, a to dvoma spôsobmi (Campling et al., 2008a):

- priamo – po úprave je voda dodávaná spotrebiteľom),
- nepriamo – miešanie upravených vôd s vodami z iných zdrojov (napr. miešanie podzemných vôd so zvýšenou salinitou s upravenými odpadovými vodami).

Medzi rizikové faktory opätovného využívania odpadových vôd patria: potreba striktná kontroly kvality vôd (riziko zdravotných problémov, finančná nevýhodnosť, potreba dostavby distribučných sietí, akceptácia používania takýchto vôd obyvateľmi. Využitie upravených odpadových vôd na pitné účely, ako už bolo uvedené vyššie, je vzhľadom na rizikové faktory (najmä zdravotné riziká) otáznе.

Medzi výhody patrí: redukcia znečistenia riek a podzemných vôd nutrientami, návratnosť finančných investícií v krátkom čase, využitie technológií pre vody využívané v poľnohospodárstve, priemysle, pre rekreáciu a v domácnostiach, využiteľnosť kdekoľvek v Európe v regionálnom aj lokálnom meradle.



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku /  
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



Agentúra  
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR  
pre štrukturálne fondy EÚ

*Využitie geografických informačných systémov (GIS) a diaľkového prieskumu Zeme (DPZ) pri vyhľadávaní a hodnotení náhradných zdrojov pitných podzemných vôd predstavuje podobne ako modelovanie podzemných vôd dôležitý nástroj, prostredníctvom ktorého je možné vytvárať priestorové modely za účelom identifikácie perspektívnych oblastí, ochranných pásiem zdrojov podzemných vôd, kľúčových hydrogeologických štruktúr, vplyvu využitia krajiny na kolektory podzemných vôd a ich zraniteľnosti a i. Príkladom sú nasledovné štúdie Afonso et al., 2008; Oyun, 2008; Sharma, 2008; Teixeira et al., 2008; Witczak et al., 2008 a i.*

Význam *izotopovej analýzy vôd* za účelom hodnotenia náhradných zdrojov pitných vôd spočíva v získaní informácií a poznatkov o vzájomných interakciách medzi podzemnými a povrchovými vodami, dopĺňaní zásob podzemných vôd a obnoviteľnosti zdrojov podzemných vôd, veku kolektorov podzemných vôd, rezidenčnom čase vôd v kolektore, prepojenosti kolektorov podzemných vôd, cirkulácií podzemných vôd, interakciách voda-horninové prostredie z pohľadu priestorového a časového vývoja... Vo svete sú uvedenej problematike venované mnohé štúdie napr. Shimada et al., 1993; Bahir, 2008; De Melo et al., 2008; Falcone et al., 2008; Franceschini et al., 2008; Gorla, 2008; Chen et al., 2006, 2008; Kadlecova et al., 2008; Yin, 2008 a i.

## Použitá literatúra:

- Afonso, M.J., Pires, A., Gomes, A., Vareta, N.D., Marques, J.M., Chamine, H., 2008: GIS-based cartography for the assessment and management of groundwater resources: Applications to urban hydrogeology. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Akber, A., Al-Awadi, E., Ghoneim, H., 2001: Water resources management in developing countries: a case study from Kuwait. Integrated Water Resources Management, (Proceedings of a symposium, California), IAHS Publ., 272, 213-218.
- Anon, 2007: Identification, assessment and protection of public drinking water source areas. Water Quality Protection Note (WQPN 87), Department of Water Government of Western Australia.
- Bahir, M., 2008: Evaluation, management and protection of groundwater resources in semi-arid zones: Study of the water recharge problematic in a semi-arid zone (climatic and anthropic impacts): The case of the Essouira aquifers system (Modagor, Morocco). 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Breukers, C.P.M., 2001: Creating water management strategies for the northern part of Holland using a collaborative planning process. Integrated Water Resources Management, (Proceedings of a symposium, California), IAHS Publ., 272, 51-56.
- Campling, P., de Nocker, L., Schiettecatte, W., Iacovides, A.I., Dworak, T., Kampa, E., Arenas, M.A., Pozo, C.C., le Mat, O., Mattheiß, V., Kervarec, F., 2008a: Assessment of alternative water supply options. Final Summary Report (Extended version), Study undertaken for the European Commission – DG Environment, 25 p.
- Campling, P., de Nocker, L., Schiettecatte, W., Iacovides, A.I., Iacovides, I., Dworak, T., Kampa, E., Berglund, M., Arenas, M.A., Pozo, C.C., le Mat, O., Mattheiß, V., Kervarec, F., 2008b: Conditions for the sustainable development of alternative water supply options. Task 3 report-final version, Study undertaken for the European Commission – DG Environment, 92 p.
- Capelli, G., Salvati, R., 2001: Strategic groundwater resources in northern Latium volcanic complexes (Italy): identification criteria and purposeful management. Integrated Water Resources Management, (Proceedings of a symposium, California), IAHS Publ., 272, 411-416.
- Dahl, M., Nilsson, B., Langhoff, J.H., Refsgaard, J.C., 2007: Review of classification systems and new multi-scale typology of groundwater-surface water interaction. Journal of Hydrology, 344, 1-16.
- De Melo, M.T.C., Fernandes, J., Midões, C., Amaral, H., Almeida, C.C., da Silva, M.A.M., Mendonça, J.J.L., 2008: Identification and management of strategic groundwater bodies for emergency situations in Portugal (Images). 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Ersoy, A.F., 2008: Groundwater pollution in Gümüşhacıköy (Amasya) aquifer, Turkey. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.





Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku /  
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



**Agentúra**  
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR  
pre štrukturálne fondy EÚ

- Falcone, R.A., Falgiani, A., Parisse, B., Petitta, M., Spizzico, M., Tallini, M., 2008: Chemical and isotopic ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{‰}}$ ,  $\delta^2\text{H}_{\text{‰}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{‰}}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ) multi-tracing for groundwater conceptual model of carbonate aquifer (Gran Sasso INFN underground laboratory – central Italy). *Journal of Hydrology*, 357, 368-388.
- Fei, Y., Zhang, Z., Zhang, F., Wang, Z., Qian, Y., 2008: Evolution and conservation of groundwater in North China plain. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Feng, G., 2001: Strategies for sustainable water resource management in water scarce regions in developing countries. *Integrated Water Resources Management*, (Proceedings of a symposium, California), IAHS Publ., 272, 107-112.
- Franceschini, G., Cucchi, F., Zini, L., Treu, F., 2008: Hydrogeology and recharge periods of the unconfined and confined alluvial aquifers in Friuli Venezia Giulia. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Gadelmula, A.H., 2008: Integrated management of surface and groundwater resources of the river Gash basin, Sudan. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Gorla, M., 2008: The age of deep aquifers in Milan Province: Development of a new i.e.b. – tritium calibration curve. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Gundogdu, A., Yazicigil, H., Kirmizitas, H., 2001: Comparison of groundwater recharge estimation techniques: a case study from the Küçük Menderes River basin in Turkey. *Integrated Water Resources Management*, (Proceedings of a symposium, California), IAHS Publ., 272, 417-423.
- Hadjibiros, K., Katsiri, A., Andreiadakis, A., Koutsoyiannis, D., Stamou, A., Christofides, A., Efstratiadis, A., Sargentis, G., 2005: Multi-criteria reservoir water management. *Global NEST Journal*, 7, 3, 386-394.
- Chen, Z., Nie, Z., Zhang, G., Wan, L., Shen, J., 2006: Environmental isotopic study on the recharge and residence time of groundwater in the Heihe River Basin, northwestern China. *Hydrogeology Journal*, 14, 1635-1651.
- Chen, Z., Qi, J., Wei, W., Wang, Y., 2008: Groundwater renewability in the deep confined aquifer, North China Plain. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Chu, X., Mariño, M.A., Shao, J., Xu, J., 2001: Conjunctive water resource supply-demand management model of Baotou city, China. *Integrated Water Resources Management*, (Proceedings of a symposium, California), IAHS Publ., 272, 159-166.
- Khan, M.M.A., Umar, R., 2009: Significance of Silica Analysis in Groundwater – A Case Study in Parts of Central Ganga Plain, Uttar Pradesh. 37<sup>th</sup> IAH Congress, Hyderabad, India
- Kadlecova, R., Buzek, F., Oster, H., Bruthans, J., 2008: Groundwater residence time and nitrate contamination in shallow aquifers formed in crystalline rocks and basin sedimentary fills (Czech Republic). 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Ko, K.S., Suk, H., Chae, G., 2008: Characterization of bank filtration aquifer using sediment sequential analysis and water quality. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Krmpotic, M., Polomcic, D., Dragisic, V., Zivanovic, V., 2008: Application of hydrodynamical model on groundwater source Fiserov Salas (Serbia): Possibility of groundwater source protection. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Kumanova, X., 2008: Hydrochemistry of main groundwater basins of Albania. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Lerner, D.N., Harris, B., 2009: The relationship between land use and groundwater resources and quality. *Land Use Policy*, 26, S265-S273.
- Li, X., Hou, X., Zhang, L., 2008: Geochemical and stable isotopic evolution of the aquifer system in Qingshuihe basin, northwestern China. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- López-Geta, J.A., Fernández, L., Batlle, A., Castro, A., Ocaña, L., 2008: Current state of groundwater use in Spain. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- López-Geta, J.A., Martos-Rosillo, S., 2008: Incorporation of aquifer storage capacity for improved guarantee in water supply. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Macdonald, A.M., Calow, R.C., Macdonald, D.M., Darling, W.G., Dochartaigh, B.E.O., 2009: What impact will climate change have on rural groundwater supplies in Africa? *Hydrological Sciences, Special Issue: Groundwater and Climate in Africa*, 54, 4, 690-702.
- Masetti, M., Sterlacchini, S., Ballabio, C., Sorichetta, A., Poli, S., 2009: Influence of threshold value in the use of statistical methods for groundwater vulnerability assessment. *Science of the Total Environment*, 407, 3836-3846.
- Mavlonov, A., 2008: Groundwater management in Uzbekistan. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Morales, R., Rodriguez, R., 2008: The relevance of volcanic rocks differentiation in aquifer vulnerability assessments. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Mylopoulos, N., Sidiropoulos, P., 2008: Groundwater management under hydrogeologic uncertainty in an overexploited aquifer. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku /  
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



**Agentúra**  
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR  
pre štrukturálne fondy EÚ

- Nagevich, P., 2008: Study of space distribution aquifer parameters as a basis of an effective operation and management of ground water. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Oyun, D., 2008: Hydrogeological investigations in Siwalik Foothills using Remotely Sensed data. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Palcu, M., Witek, G., Briceag, A., Melinte, M., 2008: Lignite exploitation impact on groundwater resources in SW Romania. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Paliwal, B.S., 2008: Depleting ground water resources with an alarming rate in the great Thar desert of India and an urgent need to check the uncontrolled exploitation of the ground water and to go for artificial recharge in the region. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Pauwels, Vergnaud, V.A., Andre, L., Aquilina, L., Dictor, M.Ch., Labasque, T., Azaroual, M., 2008: Understanding the fate of nitrates in hard-rock aquifers through an integrated isotopic, experimental and modelling approach. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Price, M., 1998: Water storage and climate change in Great Britain – the role of groundwater. Proc. Instn Civ. Engrs Wat., Marit. & Energy, 130, 42-50.
- Puslati, O.T., Camar, M.Z., Yazicigil, H., 2001: Contamination risk assessment for groundwater of the Küçük Menderes River basin, Izmir, Turkey. Integrated Water Resources Management, (Proceedings of a symposium, California), IAHS Publ., 272, 425-430.
- Radjabov, S., Takhirov, N., 2008: Hydrogeoecological conditions of Ustyurt and substantiation for rational use of underground waters. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Rapti-Caputo, D., Bratus, A., Santarato, G., 2009: Strategic groundwater resources in the Tagliamento River basin (northern Italy): hydrogeological investigation integrated with geophysical exploration. Hydrogeology Journal, published online.
- Rodda, J.C., 2008: How can water resources in South East England be sustained? BHS 10th National Hydrology Symposium, Exeter, 119-126.
- Rode, S., 2009: Sustainable drinking water supply in Pune metropolitan region: alternative policies. Theoretical and empirical researches in urban management, Special number 1S: Urban issue in Asia, 48-59.
- Ruud, N., Harter, T., Naugle, A., 2001: A conjunctive use model for the Tule River groundwater basin in the San Joaquin Valley, California. Integrated Water Resources Management, (Proceedings of a symposium, California), IAHS Publ., 272, 167-173.
- Santos, P.M., Llamas, M.R., Martínez-Alfaro, P.E., 2008: Vulnerability assessment of groundwater resources: A modelling-based approach to the Mancha Occidental aquifer, Spain. Environmental modelling and Software, 23, 1145-1162.
- Severi, P., Bonzi, L., Identifying new water resources in Emilia-Romagna region, Italy. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Sharma, T.S., 2008: Remote sensing and GIS approach in sustainable development and management of the ground water resources in semi-arid regions of the Thar Desert. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Shimada, J., Kayane, I., Shimano, Y., Taniguchi, M., 1993: Use of several environmental tracers to detect the surface-subsurface water interaction in an alluvial fan. Tracers in Hydrology, IAHS Publ., 215, 263-274.
- Sun, G., McNulty, G., Myers, J.A.M., Cohen, E.C., 2008: Impacts of multiple stresses on water demand and supply across the Southeastern United States. Journal of the American Water Resources Association, 1441-1457.
- Spektor, S., 2008: Ground water monitoring within the Russian Federation – Information basis for ground water resources management. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Teixeira, J., Afonso, M.J., Gomes, A., Pinho, R., Alberti, A.P., Carvalho, J.M., Marques, J.M., Chamine, H., 2008: Identification of hydrogeological key structures in NW Iberia watersheds: A regional hydrogeomorphological approach. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Yin, L., 2008: Hydrochemistry, origin and recharge estimates of groundwater in the Ordos Plateau, China. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Witeczak, S., Duda, R., Karlikowska, J., Dlugosz, J., Zurek, A., 2008: Groundwater vulnerability map of Poland as useful tool for risk assessment to groundwater resources. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- Zelevnik, B.B., 2008: How to manage the drinking water source in the urban area? The case of Ljubljansko polje aquifer. 33rd International Geological Congress Abstracts, Oslo, 33 p.
- <http://www.ccc.govt.nz/thecouncil/policiesreportsstrategies/strategies/healthyenvironmentstrategies/watersupplystrategy.aspx#jumplink7>