

ZJIŠŤOVÁNÍ ÚNIKŮ VODY Z PŘEHRAD POMOCÍ KAROTÁŽE A KONTROLA ÚSPĚŠNOSTI INJEKTÁŽNÍCH PRACÍ

*Martin Procházka*¹

Abstract

Modern well logging methods can often give decisive information on actual problem. This information leads to choice of effective method of remedy and to significant reduction of finance. This fact is in the article documented on the case of application of well logging for investigation of sites of leakages from dam reservoirs and subsequent controls of quality of injections. This method was developed in AQUATEST Co. during second half of 90th years.

Klíčová slova

přehrady, úniky vody, karotážní měření, tektonika, lokalizace úniků, vytipování kritických zón, průběžná kontrola úspěšnosti injektáží

1. Úvod

Charakteristickým rysem většiny území Pyrenejského poloostrova je relativně nízké množství srážek v porovnání s vysokým výparem vody. Kromě omezených zásob podzemních vod druhým faktorem nepříznivě ovlivňujícím možnosti jejich jímání často bývá jejich nevhodné chemické složení dané geologickým prostředím (velká množství rozpustných solí, výskyty sádrovce atp.).

Z těchto důvodů je zásobování vodou měst a obcí stejně jako využívání vody pro účely zavlažování založeno na zdrojích vody z přehradních nádrží. Těch je podle dostupných údajů ve Španělsku v současnosti již více než 1500 od malých až po grandiózní projekty přehrad na hlavních španělských řekách. Vzhledem ke komplikované geologické stavbě se řadu těchto přehrad nikdy nepodařilo naplnit, a to v důsledku masivních úniků vody puklinovými systémy v březích a pod tělesy přehradních hrází. Tento zásadní problém je charakteristický pro oblasti tvořené zkrasovělými vápenci, v menší míře ale i pro některé přehrady založené v tektonicky porušených granitoidních horninách.

2. Způsob zjišťování úniků vody a kontroly nápravných prací

V průběhu sedmi let trvající spolupráce s katedrou geologie při VŠ Politecnica Madrid se karotáž velmi úspěšně podílela na zjišťování míst, kudy k únikům z přehrad docházelo, a na kontrolách úspěšnosti nápravných prací. Byli jsme postupně začleněni do průzkumu na přehradách v Katalánsku (Els Guiamets), v Extremaduře (Merida-Proserpina), na několika přehradách na řece Guadiana,

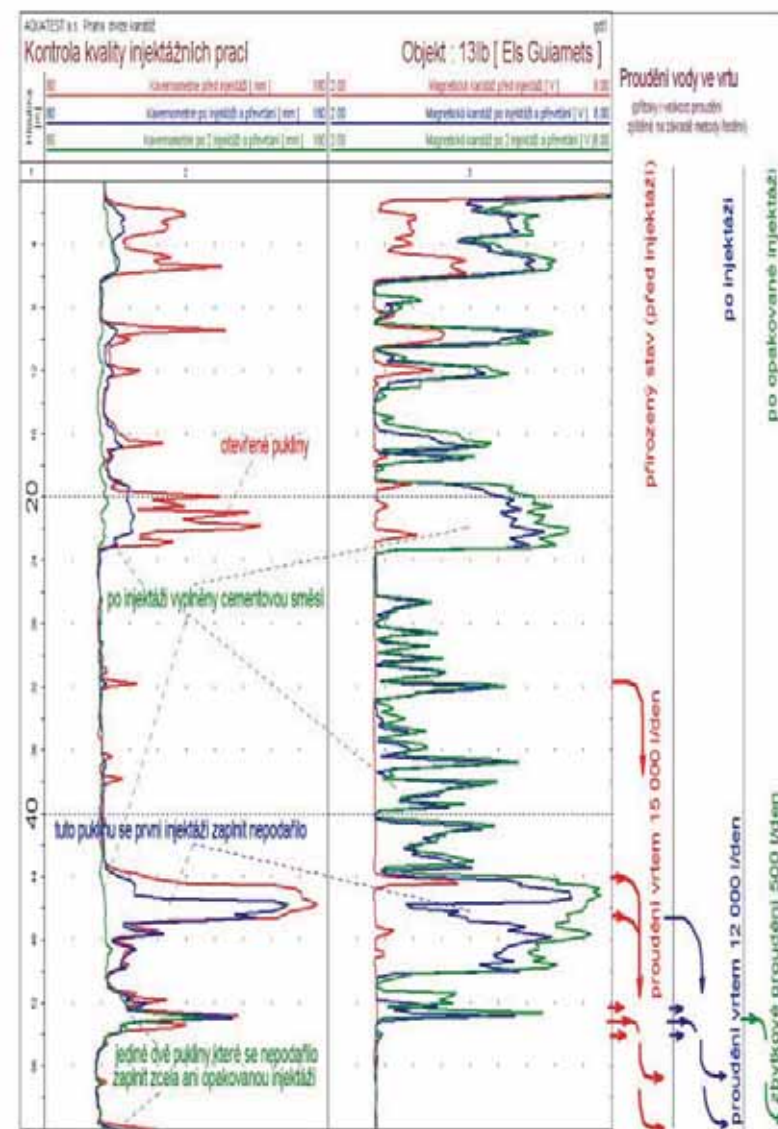
v Aragonu (Tarazona) a konečně v oblasti Valencie (Algar). Spolupráce skončila na přelomu let 2001/2002 v souvislosti s platební nekázní klienta a rovněž v důsledku výměny vedoucích pracovníků na úradech po nástupu socialistické vlády po volbách na jaře v roce 2002.

Z hlediska objemu prací a komplexnosti průzkumu byly hlavními našimi zakázkami přehrady Els Guiamets, Merida-Proserpina a Algar.

Mimo to byla karotáž zahrnuta do inženýrsko-geologického průzkumu na zakázkách Guadarrama (vlakový tunel pod stejnojmenným pohořím severně od Madridu), Madrid-Plaza Mayor (budování podzemních garáží v historickém centru Madridu), Talave-Cenajo (projekt propojení dvou přehrad-dvou povodí vodním kanálem pod horským hřbetem v provincii Murcia) a Carrefour Oviedo (podrobný karotážní průzkum horninového podloží pro zakládání hypermarketu v Oviedu-Asturie). Varianta projektu tunelu pod pohořím Guadarrama, na níž se podílela i naše karotáž, nakonec zvítězila v soutěži osmi projektů tohoto 31 kilometrů dlouhého vlakového tunelu.

Přesto naším hlavním programem byla karotáž pro zjišťování úniků vody z přehrad.

Práce byly rozděleny do dvou etap. V první etapě byly podél obou břehů přehrady a do horniny pod přehradním tělesem v liniích vyhloubeny vrty. Vzdálenosti mezi vrty byly 16 m. V těchto vrtech se provedlo karotážní měření; účelem bylo zjistit pukliny, kudy voda proudí, a rovněž zjistit rychlost tohoto proudění. Mimo to byl na základě karotážního měření sestaven litologický profil s vyznačením tektonicky porušených zón (včetně těch, v nichž k proudění vody nedocházelo). V místech z hlediska úniků vody závažných byla linie vrtů zahuštěna, takže vzdálenosti mezi vrty byly z původních 16 m v těchto místech 8 m, poté 4 m a v kritických místech 2 m. I v těchto vrtech bylo provedeno karotážní měření. Na základě karotáže byly sestaveny řezy s vyznačením průběhu horninových vrstev, zlomů, na nichž došlo k posunu horninových bloků a s vyznačením puklin, kterými docházelo k unikům vody z přehradní nádrže. V případě nové přehrady Algar, kde ještě probíhaly stavební práce, a přehradní nádrž byla prázdná, byly propustné pukliny zjišťovány na základě metody konstantního nálevu označené kapaliny. Voda byla nalévána do vrtů s konstantní vydatností. Zdrojem vody pro nálev byla říčka, na níž byla přehrada budována.



Obr.1: Příklad opakované kontroly úspěšnosti injekcí. Červenou barvou jsou označena karotážní měření prováděná před injekcí, modrou barvou měření po provedení málo úspěšné injekcce a zelenou barvou karotážní měření po opakované injekcí.

Na závěr první etapy prací jsme předložili zprávu, jejímž hlavním závěrem bylo vytipování kritických zón z hlediska úniků vody z přehrady. Tato zpráva byla oponována klientem-státním orgánem reprezentovaným zástupci vodoprávního úřadu příslušného povodí (Hidrográfica).

Druhá etapa prací-utěšňování břehů a masívu pod přehradní hrází se soustředila na námi vytipované zóny. Byly prováděny injektáže těch vrtů, které se nacházely v místech z hlediska úniků vody podstatných (v případě přehrady Algar úniků potenciálních-po napuštění přehradní nádrže v budoucnosti). To, že se práce soustředily pouze do kritických míst, znamenalo velkou úsporu finančních prostředků.

Úspěšnost utěšnění, tj. kontrola kvality injektážních prací byla ve všech vrtech rovněž kontrolována karotáží. Po zatlačení speciální rychle tuhnutí cementové směsi byl vrt ponechán dva dny v klidu a poté byl převrtán. Po převrtání bylo ve vrtu provedeno karotážní měření pro ověření úspěšnosti injektáže. Toto měření bylo prováděno za použití speciální metodiky využívající geofyzikálních měření odezvy rozdílných vlastností cementu a horniny doplněné o měření případných pohybů vody ve vrtu. Tato metodika je nyní patentově chráněna. Jak se opakovaně ukazovalo, ve značné části vrtů byla první injektáž nedostatečná pro utěšnění úniků vody. Zvláště v puklinách, v nichž docházelo k největším únikům z přehrady, byla cementová směs často vyplavena dříve, než stačila utuhnout. V takových vrtech musela být injektáž zopakována a poté opět po převrtání proběhla karotážní kontrola. Ve zcela výjimečných případech musela být injektáž zopakována i třikrát, než došlo skutečně k utěšnění všech puklin, kterými k únikům z přehrady docházelo. Na přehradě Els Guimets byla provedena karotáž v řádu prvních stovek vrtů, na přehradě Proserpina to byla zhruba stovka vrtů. Na přehradě Algar bylo provedeno tisíc dvě stě karotážních měření. Na všech ostatních přehradách jsme prováděli měření pokaždé v řádu desítek vrtů.



Obr. 2: Úniky vody z podpaty přehradní hráze v době katastrofálních dešťů (přehrada Algar podzim 2000)

musela být injektáž zopakována a poté opět po převrtání proběhla karotážní kontrola. Ve zcela výjimečných případech musela být injektáž zopakována i třikrát, než došlo skutečně k utěšnění všech puklin, kterými k únikům z přehrady docházelo. Na přehradě Els Guimets byla provedena karotáž v řádu prvních stovek vrtů, na přehradě Proserpina to byla zhruba stovka vrtů. Na přehradě Algar bylo provedeno tisíc dvě stě karotážních měření. Na všech ostatních přehradách jsme prováděli měření pokaždé v řádu desítek vrtů.

Kombinace injektáží a kontroly karotáží se ukázala jako velice úspěšná. Okamžitý výsledek byl zaznamenán v případě přehrady Els Guimets. Tato přehrada postavená ve 30. letech dvacátého století od svého vzniku trpěla chronickým nedostatkem vody, nikdy nebylo naplněno více než 30% objemu nádrže. Po ukončení utěšňovacích prací během jediného měsíce stoupla hladina v přehradní nádrži o 17 m, což znamenalo maximální stav. Podle poslední informace z loňského roku je tento stav trvalý a voda z přehrady může být trvale využívána pro zavlažování rozsáhlé oblasti.

Stavební práce na přehradě Algar se po výměně politické garnitury v důsledku výsledků voleb v roce 2002 pozastavily a přehrada dodnes není napuštěna. Není proto dosud možné posoudit úspěšnost injektážních prací. Shodou náhod však bylo ověřeno, že vytipování míst úniků vody v první etapě bylo správné. Stalo se tak po přívalových deštích, které na podzim roku 2000 tuto oblast postihly. Během pouhých dvou dnů došlo k neřízenému zaplnění přehradní nádrže. Voda začala tehdy vyvěrat z pod paty hráze v krátkých vzdálenostech od ní přesně v těch v místech, která byla na základě karotážních měření předpovězena.

Přehrada Proserpina u Meridy je památkou chráněnou UNESCO. Vznikla před dvěma tisíci lety, voda z ní byla přiváděna akvaduktem do 8 km vzdálené Meridy. Po odstranění vrstvy bahna ze dna přehradní nádrže v polovině 90. let 20. století začala voda trvale ubývat. Injektážní práce se bohužel v protikladu k našim zjištěním soustředily pouze do okolí šachtice považované mylně za jediné kritické místo z hlediska úniků vody. Navíc, jak se ukázalo, nebyla zvolena optimální metodika injektáží. Ke zlepšení situace nedošlo.

Na ostatních přehradách proběhla pouze první etapa karotážních prací-vyhledávání míst úniků vody z přehradních nádrží. K finančně nákladné druhé etapě tj. utěsňování míst úniků vody v době našeho působení ve Španělsku na žádné z těchto přehrad nedošlo.

3. Závěr

Do doby našeho působení byla na podobných akcích ve Španělsku pro kontrolu úspěšnosti injektážních prací používána metoda "Lugeon test." Podle Lugeonova kritéria u přehrad vyšších než 30 m nemají ztráty vody přesahovat 1 l za minutu na 1 m délky vrtu při tlaku 10 atmosfér, přičemž tlak má působit alespoň 10 minut. U přehrad nižších se připouštějí úniky až do 3 l za minutu na 1 m délky vrtu při tlaku 10 atmosfér. Metoda testování spočívá v utěsnění 1 m délky vrtu dvojicí obturátorů a vthánění vody pod tlakem do takto vymezeného intervalu. Kromě časové a technické náročnosti takových testů má metoda řadu dalších omezení. Především monitoruje pouze jeden parametr, a to propustnost v určitém intervalu. Získaný údaj může být navíc nepříznivě ovlivněn kvalitou utěsnění-kvalitou obturátorů a nerovnostmi stěny vrtu, případně přítomností otevřených puklin v místě utěsnění. Tato metoda nepostihuje, zda dochází ve vrtu k proudění vody ani, kde k němu dochází a jaká je jeho intenzita. Rovněž není možno určit, v kterých místech přesně došlo k průniku cementové směsi do puklinového systému. Rovněž, na rozdíl od karotáže, není na základě metody "Lugeon test" možno sledovat úspěšnost zaplnění i nepropustných puklin, což bývá v některých případech další důležitý parametr. Karotážní metodika vyvinutá pro sledování úniků vody z přehradních nádrží a následné kontroly úspěšnosti injektážních prací všechny tyto nedostatky odstraňuje.

Zkušenosti, které jsme nabyli během velkých karotážních zakázek ve Španělsku, se v současné době snažíme uplatnit na domácím trhu. Jedná se o zakázky menší až středně velkého rozsahu pro zjišťování příčin průsaků vody do stavebních jam a o zakázky pro zjišťování nepropustnosti těsnících stěn. Dvě zakázky tohoto charakteru byly úspěšně zrealizovány také na Slovensku v Bratislavě a dvě menší zakázky v Rakousku (Linec, Vídeň-Nussdorf).

V souvislosti s probíhajícími diskuzemi o klimatických změnách je zpracováván materiál o intenzifikaci výstavby přehrad a ochrany stávajících přehrad i v České republice. Cílem je jednak zamezení katastrofálním účinkům povodní, jednak ochrana proti riziku nižšího množství srážek a vyšších teplot, které vyplývají z některých modelových simulací chování evropského klimatu. Začíná být stále více zřejmé, že tato efektivní metodika využívající karotážních metod dojde konečně uplatnění i na domácím trhu.

Literatura

Autorský kolektiv pod vedením dr. J. F. Svobody: *Naučný geologický slovník*, Praha 1960

HORSKÝ O., BLÁHA P.: *Inženýrsko-geologický průzkum pro přehrady*, Ostrava 2008

PROCHÁZKA M., HERRERA J. M.: *Informe sobre la testificación geofísica en la presa de Algar en el río Palancia*, Madrid 2000

PROCHÁZKA M.: *Přehrada Algar na řece Palancia-karotážní zpráva*, Praha 2001

PROCHÁZKA M.: *Přehrada Proserpina-kontrola kvality injektážních prací*, Praha 2000

¹*Autoři:*

RNDr. Martin Procházka, AQUATEST a.s, Geologická 4, Praha 5, Czech Republik, e-mail: prochazka@aquatest.cz