

Zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody a jej rozkvyu v obdobiach meteorologického sucha

DAGMAR STOJKOVÁ, DIANA PORUBSKÁ, MIRIAM FENDEKOVÁ a MARIÁN FENDEK

Katedra hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty UK, Pavilón G, Mlynská dolina,
842 15 Bratislava

stojkovova@fns.uniba.sk; porubska@fns.uniba.sk;
fendekova@fns.uniba.sk; fendek@fns.uniba.sk

The groundwater level depth and amplitude changes during the meteorological drought periods

The groundwater depth below the surface and its amplitude were assessed in the periods of meteorological drought occurrence. Both evaluated wells, Livov and Udavské, are situated in hydrogeologically unfavorable rocks of the flysch belt. The results documented that in the upper part of the Topľa river catchment, where the Livov object is situated, the more very dry years occurred than in the Laborec river catchment with the Udavské object. The groundwater level in Livov is more variable, located closer to the surface. The level in the Udavské object is much deeper. Despite of the larger groundwater level amplitude, the depth is more stable. Therefore, the area around Udavské well is more suitable for foundation of constructions.

Key words: groundwater level depth, drought, fluctuation amplitude

Úvod

Sucho je fenomén vyskytujúci sa v rôznych klimatických zónach v rôznom čase a s rôznou dĺžkou trvania (Tallaksen a van Lanen, 2004; Fendeková et al., 2010). Odvíja sa od nepriaznivej meteorologickej situácie, ktorá sa vyznačuje nedostatkom zrážok, resp. ich výskytom v tuhej forme, v kombinácii s ďalšími klimatickými faktormi, odlišnými v rôznych obdobiach roka, hlavne v zimnom a letnom polroku. Wilhite a Glantz (1980) rozčlenili súbor definícií sucha do štyroch kategórií, a to na sucho meteorologické, hydrologické, poľnohospodárske a socio-ekonomické. Sucho v povrchovej vode a v podzemnej zložke hydrosféry sa zaraďuje k hydrologickému suchu. Vplyvom vysokých teplôt vzduchu, nízkeho úhrnu zrážok a vysokej evapotranspirácie dochádza k vysychaniu pôdy, znižovaniu prietoku a hladín v toku, ako aj hladiny podzemnej vody.

Cieľom predkladaného príspevku bolo zhodnotiť vplyv zrážkovo suchých a vlhkých rokov na hĺbku hladiny podzemnej vody pod terénom a jej rozkvyu v dvoch objektoch situovaných vo flyšovom pásme v pohoriach Čergov a Laborecká vrchovina na východnom Slovensku. Ide o objekt hydrologickej pozorovacej siete SHMÚ č. 5220 Livov, ktorý je situovaný v hornej časti povodia Tople, a objekt č. 1142 Udavské, ktorý je situovaný v dolnej časti povodia Laborca. Výber týchto objektov bol motivovaný snahou analyzovať režim rozkvyu hladiny podzemnej vody v rôznych klimatických a hydrologických podmienkach s ohľadom na možný vplyv hladiny podzemnej vody na zakladanie stavebných objektov v zmysle STN 73 1001.

Pri objekte Livov sme predpokladali rozvodnicový režim kolísania hladiny, pri objekte Udavské prierečny režim.

Význam hodnotenia hladiny podzemnej vody pri zakladaní stavebných objektov

Hĺbka hladiny podzemnej vody pod terénom a jej rozkvyu sú významnými kvantitatívnymi parametrami, ktoré ovplyvňujú spôsob zakladania stavebných objektov. Dôležitá je poloha hladiny podzemnej vody vzhľadom na jej kontakt so základovou konštrukciou, kolísanie hladiny podzemnej vody, parametre jej pohybu a pod.. Podľa STN 73 1001 z júna 1987 podzemná voda, ktorá neovplyvňuje usporiadanie objektov a návrh ich konštrukcie spolu s nemiennou základovou pôdou v rozsahu stavebného objektu a s približne vodorovne alebo takmer vodorovne uloženými rovnako hrubými vrstvami základovej pôdy, dotvára charakteristiku jednoduchých základových pomerov. V prípade zložitých základových pomerov sa základová pôda v rozsahu stavebného objektu podstatne mení, jednotlivé vrstvy majú premenlivú hrúbku a sú nepravidelne uložené, pričom podzemná voda nepriaznivo ovplyvňuje zakladanie stavebných objektov. Pri navrhovaní stavebných základov sa rozlišujú tri geotechnické kategórie. Prvá (1.) geotechnická kategória, ktorá je charakterizovaná zakladaním nenáročných stavebných objektov, resp. konštrukcií (nie sú citlivé na rozdiely v nerovnomernom sadaní a dostatočne spoľahlivé v plastickej oblasti pretvorenia) v jednoduchých základových pomeroch. Druhá (2.) geotechnická kategória umožňuje zakladanie

nenáročných konštrukcií v zložitých základových pomeroch a náročných konštrukcií (výškové, staticky neurčité stavebné objekty) v jednoduchých základových pomeroch. Do tretej (3.) geotechnickej kategórie patrí zakladanie náročných konštrukcií do zložitých základových pomeroch. Presné stanovenie hĺbky hladiny podzemnej vody pod terénom, v ktorej by mohla ovplyvniť zakladanie stavebných objektov, však nie je stanovené ani pre jednu geotechnickú kategóriu.

Podľa STN 73 1001 z apríla 2010 pre 1. geotechnickú kategóriu platia vyššie uvedené charakteristiky, podzemná voda teda neovplyvňuje usporiadanie objektov a návrh ich konštrukcie. Hĺbka hladiny podzemnej vody je tu spomínaná len v súvislosti s násypmi a zárezmi do výšky 3 metrov na stavbách pozemných komunikácií III. a IV. triedy, miestnych a účelových komunikácií, kde hladina podzemnej vody musí byť minimálne 1,5 m pod pláňou. V druhej a tretej geotechnickej kategórii presná hodnota hĺbky hladiny podzemnej vody pod terénom taktiež nie je špecifikovaná.

Charakteristika územia

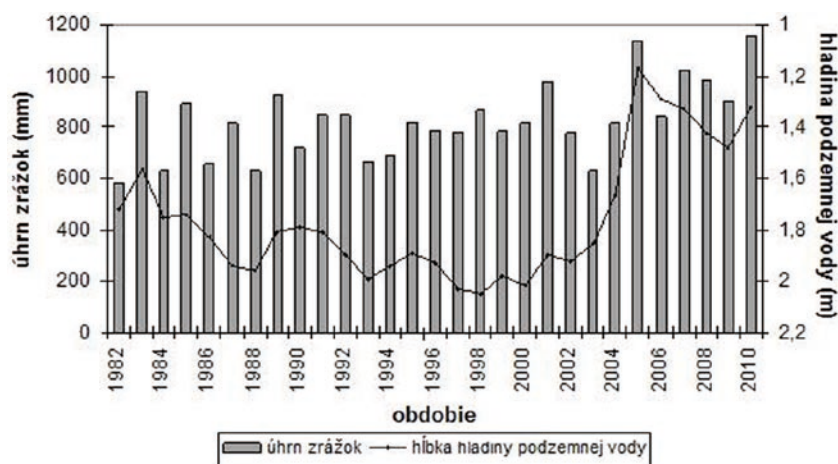
Z klimatického hľadiska patrí územie horného toku Tople do okrsku C1 – mierne chladného, je charakteristické priemernou ročnou teplotou vzduchu 4 – 6 °C a priemerným

ročným úhrnom zrážok v pramennej oblasti Tople s hodnotou 900 mm (Atlas krajiny SR, 2002). Územie dolného toku Laborca patrí do okrsku T7 – teplého, mierne vlhkého, s chladnou zimou, priemerná ročná teplota vzduchu dosahuje 7 – 8 °C, priemerný ročný úhrn zrážok je 600 – 700 mm (Atlas krajiny SR, 2002).

Z pohľadu odtokových pomeroch leží objekt Livov na rozhraní stredohorskej a vrchovinné-nížinné oblasti, pre ktoré je charakteristický snehovo-dažďový, resp. dažďovo-snehový režim odtoku. Objekt Udavské je situovaný vo vrchovinné-nížinné oblasti s dažďovo-snehovým režimom odtoku. Obdobie akumulácie je pre snehovo-dažďový režim charakteristické v mesiacoch november – marec, v priemere mesiacom s maximálnou vodnosťou apríl. Pre dažďovo-snehový režim odtoku sa obdobie akumulácie vyskytuje v mesiacoch november až február, s maximom vodnosti v marci. Pri oboch typoch režimu odtoku sa najnižšie priemerné mesačné prietoky vyskytujú v septembri (Atlas krajiny SR, 2002).

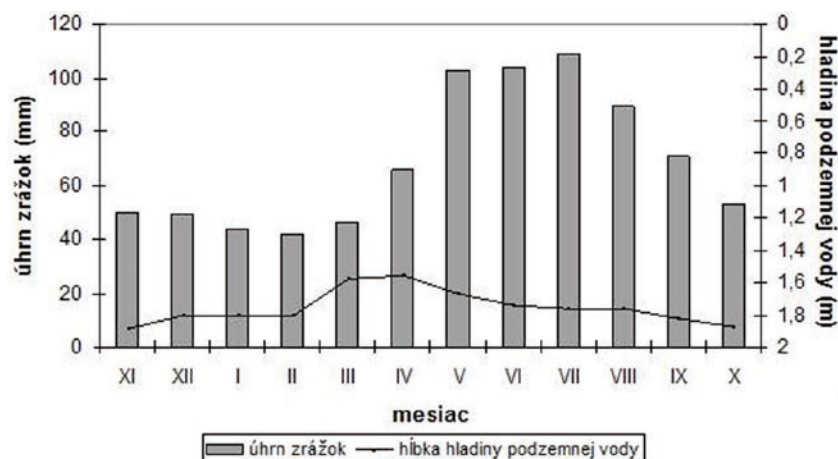
Obidva hodnotené objekty sa nachádzajú na územiach, ktoré sú budované flyšovými horninami.

Územie horného toku Tople je budované prevažne krynickou (čergovskou) litofaciálnou jednotkou (Nemček et al., 1990), ktorá obsahuje najklastickejšie elementy z celého magurského flyšu. Pre krynickú jednotku flyšového pásma je dominantné čergovské súvrstvie. Je to pieskovcovo-



Obr. 1. Priebeh ročných úhrnov zrážok a priemernej ročnej hĺbky hladiny podzemnej vody v Livove.

Fig. 1. The course of annual precipitation amounts and average annual groundwater level depth in Livov.



Obr. 2. Sezónny priebeh zrážok a hladiny podzemnej vody v Livove.

Fig. 2. The seasonal course of precipitation and the groundwater level depth in Livov.

-ílovcový flyš vyvíjajúci sa z pestrých belovežských vrstiev. V tomto súvrství sa vyskytujú konglomerátové a mikro-konglomerátové polohy, ktoré pozostávajú prevažne z kremeňa a valúnov kryštalinika.

V dolnej časti povodia Laborca z geologického hľadiska prevláda strihovské súvrstvie krynickej litofaciálnej jednotky. Je pre ňu charakteristický prevažne pieskovcový vývoj s polohami ílovcov a ojedinelých zlepencov. Pieskovce sú hnedosivej až sivej farby, ojedinele vápnité, jemno- až hrubozrnné. Zlepence sú oválne s klastmi kremeňa, kremenného pieskovca a karbonátov (Žec et al., 2005). Kvartérne sedimenty sú reprezentované prevažne fluvialnou litofáciou. Tvorí ich štrk, piesčitý štrk, zahlinený piesčitý štrk nízkych terás s pokryvom, ako aj povodňová piesčitá a ílovitá hlina, piesok a hlinitý štrk riečnych nív (Žec et al., 2006).

Územia budované flyšovými horninami sú charakteristické najmä plytkým obehom podzemných vôd (Hanzel et al., 1984). Prevažná väčšina infiltrovaných zrážkových vôd odteká viac-menej konformne s povrchom terénu v malých hĺbkach a je odvodňovaná v prameňoch alebo rozptýlených prítokoch do povrchových tokov. Priemerná výdatnosť prameňov sa pohybuje od 0,1 do 0,5 l · s⁻¹. Ojedinele sa vyskytujú pramene s priemernou výdatnosťou 1 – 2 l · s⁻¹ a v čase intenzívnej zrážkovej činnosti výdatnosť

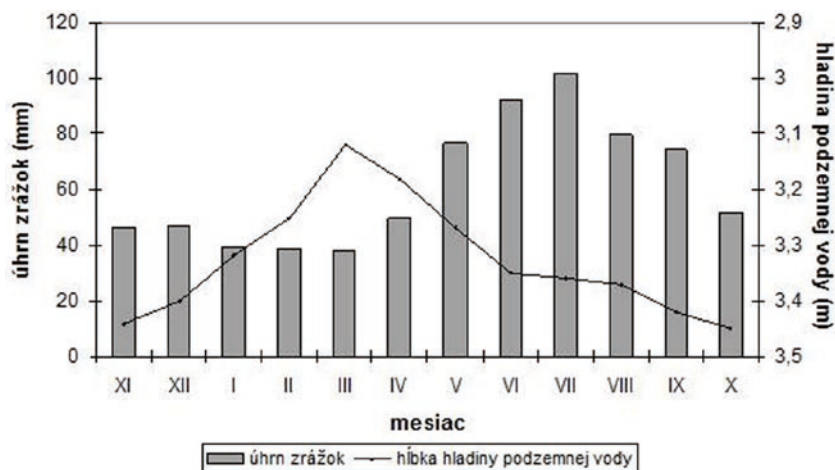
dosahuje do 5 l · s⁻¹. Merný podzemný odtok sa vo flyšovom pásme pohybuje od 1,3 do 4,0 l · s⁻¹ · km⁻² (Zakovič et al., 1978).

Zhodnotenie hladinového režimu

Zhodnotenie režimu hladiny podzemnej vody vychádzalo z údajov za obdobie hydrologických rokov 1982 – 2010, ktoré nám poskytol Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ). Išlo o údaje o úrovni hladiny podzemnej vody v m n. m., prepočítané na hĺbku hladiny podzemnej vody pod terénom (m), údaje o úhrnoch zrážok a o prietoku.

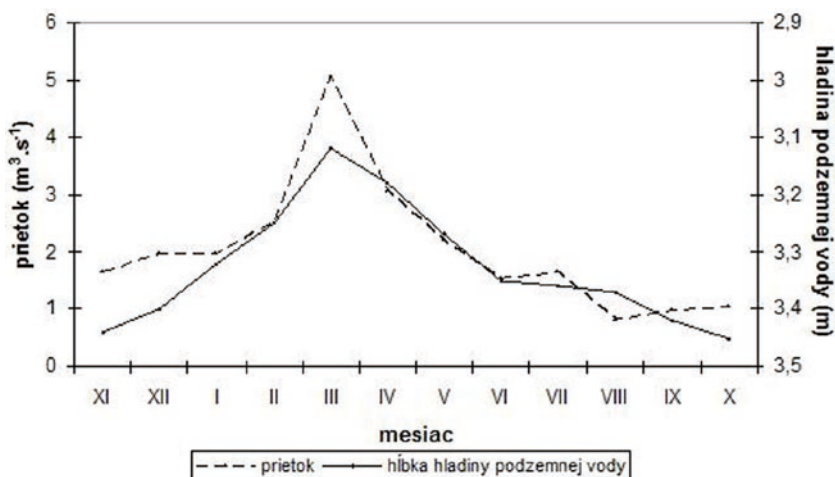
V pozorovanom objekte Livov priebeh hladiny podzemnej vody kopíroval priebeh ročných úhrnov zrážok hlavne v zrážkovo bohatých rokoch 1983 a 2005 – 2010 (obr. 1), čo môže poukazovať aj na to, že v hodnotenom území ide o priepustnejšie prostredie v rámci hornín flyšového pásma. V hodnotenej oblasti nie je k dispozícii žiadna vodomerná stanica, na ktorej by sa mohla overiť aj závislosť hladiny podzemnej vody od prietoku.

Zo sezónneho hľadiska (obr. 2) úhrn zrážok za hodnotené obdobie klesal od augusta do februára a od marca do júla stúpал. Analýza hladiny podzemnej vody v objekte Livov ukázala, že nárast hladiny podzemnej vody začínal v mesiaci marec a vrcholil v mesiaci apríl, keď sa topí sneh



Obr. 3. Sezónny priebeh zrážok a hladiny podzemnej vody v Udavskom.

Fig. 3. The seasonal course of precipitation and the groundwater level depth in Udavské.



Obr. 4. Sezónny priebeh prietoku a hladiny podzemnej vody v Udavskom.

Fig. 4. The seasonal course of stream flow and the groundwater level depth in Udavské.

Tab. 1

Klasifikácia roka z hľadiska vlhkosti (Majerčáková et al., 2007)
 Classification years in terms of humidity (Majerčáková et al., 2007)

< 70 %	mimoriadne suchý rok (MS)
70 – 80 %	veľmi suchý rok (VS)
80 – 90 %	suchý rok (S)
90 – 110 %	normálny rok (N)
110 – 120 %	vlhký rok (V)
120 – 130 %	veľmi vlhký rok (VV)
> 130 %	mimoriadne vlhký rok (MV)

a dochádza k infiltrácii zrážkovej vody. Od mája hladina poklesávala a najväčšiu hĺbku pod terénom dosahovala v mesiacoch október a november. Príčinou poklesu môže byť aj to, že v období letnej sezóny bývajú vyššie teploty a vyšší výpar, čo môže vplývať na pokles hladiny. V decembri sa hladina mierne zvýšila, ale až do februára bola hĺbka hladiny rovnaká, čoho príčinou môže byť spomalenie podzemného odtoku z dôvodu zamrznutia povrchu terénu a prerušenia infiltrácie. Vysoké priemerné mesačné zrážkové úhrny v mesiacoch máj – júl hĺbku hladiny podzemnej vody pod terénom neovplyvňovali.

V pozorovanom objekte Udavské bola situácia podobná, najmenšie hĺbky pod terénom sa však vyskytovali už v mesiaci marec. Zo sezónneho hľadiska (obr. 3) bol úhrn

zrážok najvyšší v mesiacoch máj – júl. Hladina podzemnej vody stúpala najvyššie v jarnom období v mesiaci marec a od apríla až do jesenných mesiacov postupne klesala.

Na obr. 4 možno vidieť priamu sezónnu závislosť hladiny podzemnej vody od priebehu prietoku. Táto závislosť poukazuje na pririečny režim podzemných vôd, kde hladina podzemnej vody reaguje na stúpanie a klesanie hladiny v povrchovom toku. Prietok bol najvyšší v marci, čoho následkom bolo aj stúpnutie hladiny v rovnakom mesiaci. Zrážkovo najbohatší mesiac júl sa prejavil prerušením poklesu prietokov. Konzervatívnejší pohyb hladiny podzemnej vody je zrejme spôsobený vplyvom výparu a spotreby vody vegetáciou, čo bráni jej priesaku k hladine podzemnej vody.

Vplyv suchých rokov na hĺbku a rozkryv hladiny podzemnej vody

Na hodnotenie meteorologického sucha bola použitá klasifikácia podľa Majerčákovvej et al. (2007), ktorá je na Slovensku najfrekvencovanejšie používanou klasifikáciou. Hodnotí sa vodnosť jednotlivých rokov na základe pomeru zrážkového úhrnu konkrétneho roka (Hz) a dlhodobého zrážkového normálu (Hzn). Klasifikácia roka z hľadiska vlhkosti je uvedená v tab. 1.

Tab. 2

Hodnotenie výskytu meteorologického sucha
 Evaluation of meteorological drought occurrence

Hydrologický rok	Livovská Huta		Vyšný Hrušov	
	Klasifikácia vlhkosti roka vzhľadom na			
	dlhodobý zrážkový normál za roky 1961 – 1990	dlhodobú priem. hodnotu za roky 1982 – 2010	dlhodobý zrážkový normál za roky 1961 – 1990	dlhodobú priem. hodnotu za roky 1982 – 2010
1982	MS	VS	N	S
1983	V	V	N	N
1984	VS	VS	N	N
1985	N	N	V	N
1986	VS	VS	N	S
1987	N	N	N	S
1988	VS	VS	V	N
1989	V	V	N	S
1990	S	S	N	N
1991	N	N	N	S
1992	N	N	N	N
1993	VS	S	N	S
1994	S	S	N	N
1995	N	N	S	S
1996	N	N	N	N
1997	N	N	N	S
1998	N	N	MV	VV
1999	N	N	V	N
2000	N	N	N	N
2001	V	V	VV	V
2002	N	N	N	N
2003	VS	VS	S	S
2004	N	N	V	V
2005	MV	MV	VV	V
2006	N	N	N	N
2007	VV	VV	N	N
2008	V	V	V	V
2009	N	N	N	S
2010	MV	MV	MV	MV

Tab. 3
Štatistické zhodnotenie hladiny podzemnej vody v objekte Livov a Udavské
Statistical evaluation of the groundwater level in objects Livov and Udavské

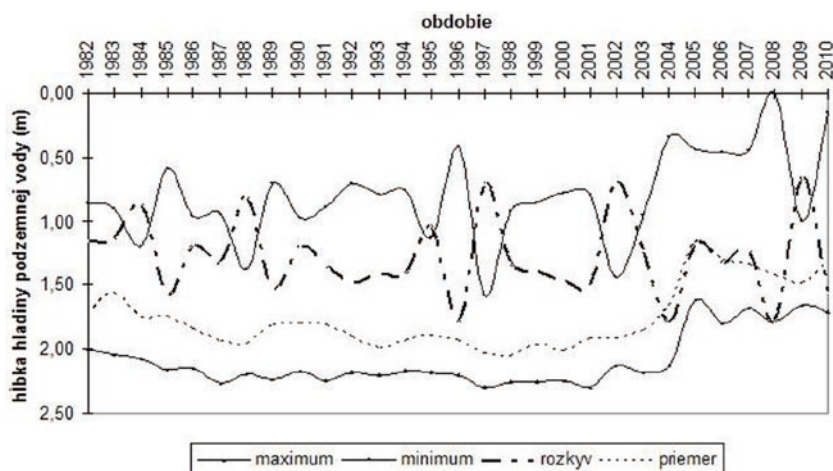
Hydrologický rok	Objekt Livov				Objekt Udavské			
	R (m)	R (%)	H _{priem} (m)	H _{priem} (%)	R (m)	R (%)	H _{priem} (m)	H _{priem} (%)
1982	1,15	90	1,72	102	0,63	67	3,04	110
1983	1,14	89	1,56	113	0,94	100	3,04	110
1984	0,87	68	1,75	101	0,67	71	3,17	105
1985	1,57	123	1,75	101	1,14	121	2,99	111
1986	1,19	93	1,83	96	0,88	94	3,09	108
1987	1,32	103	1,93	91	1,08	115	3,24	103
1988	0,81	63	1,96	90	0,80	85	3,13	106
1989	1,53	120	1,80	98	1,78	189	3,11	107
1990	1,20	94	1,80	98	0,31	33	3,26	102
1991	1,35	105	1,81	97	0,69	73	3,25	102
1992	1,47	115	1,91	92	0,79	84	3,31	101
1993	1,41	110	1,99	89	0,90	96	3,32	100
1994	1,41	110	1,94	91	0,80	85	3,42	97
1995	1,05	82	1,89	93	0,85	90	3,39	98
1996	1,78	139	1,93	91	0,95	101	3,45	96
1997	0,72	56	2,03	87	0,74	79	3,41	98
1998	1,33	104	2,05	86	0,80	85	3,33	100
1999	1,39	109	1,97	89	1,28	136	3,29	101
2000	1,46	114	2,01	88	1,24	132	3,35	99
2001	1,51	118	1,91	92	1,77	188	3,27	102
2002	0,69	54	1,92	92	0,49	52	3,58	93
2003	1,23	96	1,85	95	0,71	76	3,57	93
2004	1,79	140	1,66	106	1,00	106	3,38	99
2005	1,17	91	1,17	150	0,91	97	3,34	100
2006	1,33	104	1,30	135	0,95	101	3,46	96
2007	1,23	96	1,33	132	0,78	83	3,71	90
2008	1,78	139	1,42	124	0,99	105	3,52	95
2009	0,66	52	1,48	119	0,59	63	3,72	90
2010	1,56	122	1,32	133	1,92	204	3,31	101

V tab. 2 je uvedené hodnotenie meteorologického sucha podľa vyššie spomínanej klasifikácie, pričom bol použitý zrážkový normál obdobia 1961 – 1990.

Pomocou tej istej klasifikácie bola podobne zhodnotená vlhkosť jednotlivých rokov vzhľadom na dlhodobú priemernú hodnotu za obdobie hydrologických rokov 1982 – 2010. V tab. 2 sú zároveň vyznačené boldom suché roky všetkých stupňov klasifikácie.

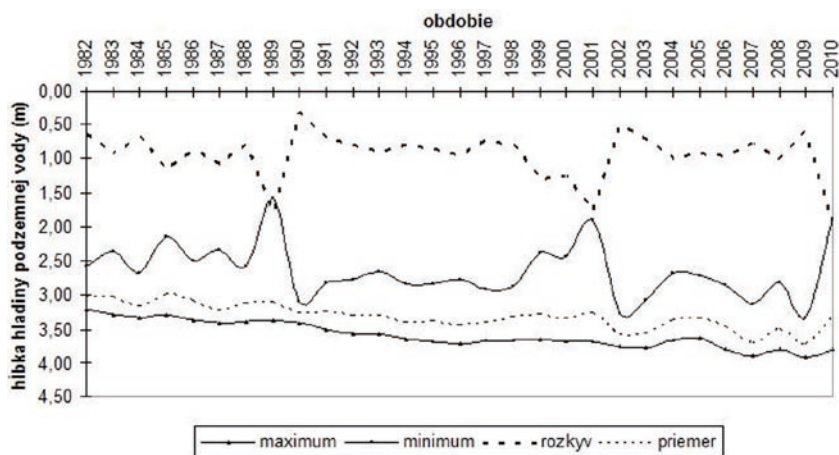
V zrážkomernej stanici Livovská Huta, ktorá prislúcha k objektu Livov, bol mimoriadne suchým rokom rok 1982

a veľmi suché boli roky 1984, 1986, 1988, 1993 a 2003. Suché boli roky 1990 a 1994. Vzhľadom na dlhodobú priemernú hodnotu v období 1982 – 2010 boli suché roky hodnotené rovnako, až na rok 1982, ktorý bol klasifikovaný ako veľmi suchý, a rok 1993, klasifikovaný ako suchý. V zrážkomernej stanici Vyšný Hrušov, prislúchajúcej k objektu Udavské, boli suchými rokmi 1995 a 2003. Vzhľadom na dlhodobú priemernú hodnotu v období 1982 až 2010 sa ako suché prejavili roky 1982, 1986, 1987, 1989, 1991, 1993, 1997, 2009.



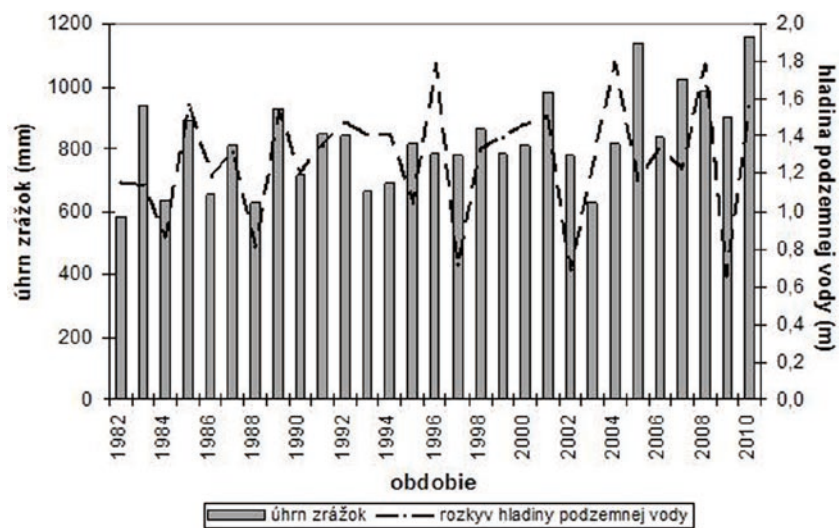
Obr. 5. Priebek hladiny podzemnej vody v objekte Livov.

Fig. 5. Course of the groundwater level depth in object Livov.



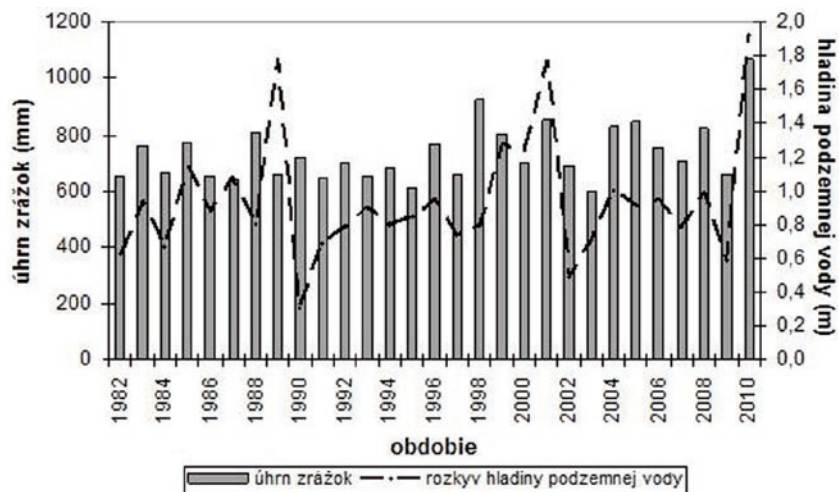
Obr. 6. Priebek hladiny podzemnej vody v objekte Udavské.

Fig. 6. Course of the groundwater level depth in object Udavské.



Obr. 7. Ročný priebek zrážok a rozkyv hladiny podzemnej vody v Livove.

Fig. 7. The annual course of precipitation and fluctuation of the groundwater level depth in Livov.



Obr. 8. Ročný priebek zrážok a rozkyv hladiny podzemnej vody v Udavskom.

Fig. 8. The annual course of precipitation and fluctuation of the groundwater level depth in Udavské.

Štatistické zhodnotenie údajov o hladine podzemnej vody je uvedené v tab. 3, kde je uvedený rozkvyv (R) a priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody pod terénom (H_{priem}), ako aj ich percentuálny podiel na ich dlhodobej priemernej hodnote za obdobie 1982 – 2010. Percentuálny podiel priemernej hĺbky hladiny na dlhodobej priemernej hodnote je počítaný nepriamo úmerou, aby sme dostali v tomto vzťahu skutočný pokles hĺbky hladiny pod terénom. V tabuľke pri hĺbke hladiny podzemnej vody pod terénom je boldom vyznačený 90 %-til, ktorý môžeme považovať za hraničnú úroveň výskytu sucha a vyznačené sú i percentily nižšie ako 90 %-til, ktoré zodpovedajú výskytu sucha.

Na obr. 5 a 6 je zobrazený priebeh maximálnej, priemernej a minimálnej hĺbky hladiny podzemnej vody pod terénom, ako aj jej rozkvyv v objektoch Livov (obr. 5) a Udavské (obr. 6). Maximálna hĺbka hladiny pod terénom v objekte Livov (obr. 5) bola 2,3 m v rokoch 1997 a 2001. Minimálna hĺbka pod terénom, pri ktorej hladina dosiahla kótu terénu (0 m), bola v roku 2008. Najväčší rozkvyv (1,79 m) hladín bol v roku 2004, najmenší rozkvyv (0,66 m) bol v roku 2009.

Maximálna hĺbka hladiny pod terénom v objekte Udavské (obr. 6) bola 3,92 m v roku 2009 a 3,91 m v roku 2007. Minimálna hĺbka hladiny pod terénom bola 1,59 m v roku 1989. Najväčší rozkvyv (1,92 m) bol v roku 2010 a najmenší (0,31 m) v roku 1990.

Na obr. 7 je znázornená závislosť rozkvyvu hladiny podzemnej vody v objekte Livov od priebehu ročných úhrnov zrážok.

V suchých rokoch 1982, 1984, 1986, 1988, 1993, 1994 a 2003 bol rozkvyv pomerne malý. Amplitúdy kolísania hladiny boli značné v obdobiach, keď sa striedali zrážkovo suchšie roky so zrážkovo vlhkejšími, ako napr. roky 1984 – 1985, 1988 – 1989. Hladina stúpala a dochádzalo k dopĺňaniu zásob podzemných vôd. Veľký rozkvyv hladín bol v rokoch 1996, 2001, 2008 a 2010, na ktorý nemuselo vplývať sucho, ale mohlo to byť dôsledkom toho, že sa pravdepodobne vyskytovali letné búrky a suché zimy. Hladinu podzemnej vody vzhľadom na dlhodobú hodnotu za obdobie 1982 – 2010 nachádzajúcu sa pod hodnotou menšou ako je 90 %-til a hodnotou, ktorá je rovná 90 %-tilu, môžeme považovať za ovplyvnenú suchom. Nízka hladina bola v rokoch 1988 a 1997 – 2000. V rokoch 2004 – 2010 bolo obdobie klasifikované ako normálne až mimoriadne vlhké.

Závislosť rozkvyvu hladiny podzemnej vody v objekte Udavské od priebehu ročných úhrnov zrážok je na obr. 8.

Roky 1982, 1986, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997, 2003 a 2009 boli klasifikované ako suché roky, no okrem rokov 1995 a 2003 bola zároveň vlhkosť v týchto rokoch z pohľadu zrážok blízka normálu. Rozkvyv hladín bol v uvedených rokoch pomerne malý, podobne ako v prípade Livova. Hladina podzemnej vody, ktorá dosiahla 90 % z dlhodobej hodnoty za obdobie 1982 – 2010, sa vyskytla v roku 2007 a 2009.

Diskusia a záver

Analýza priebehu hĺbky hladiny podzemnej vody pod terénom a jej rozkvyvu v dvoch hodnotených objektoch

ukázala podobnosť, ale aj rozdielnosť hladinového režimu vody. V oboch prípadoch bol zistený veľmi podobný sezónny priebeh s jedným vrcholom minimálnej hĺbky hladiny podzemnej vody pod terénom v období topenia sa snehu. V zimných mesiacoch sa v objekte Livov udržiava veľmi vyrovnaná hĺbka, v marci hladina začína stúpať, vzostup vrcholí v apríli a potom až do novembra hladina pozvoľne klesá. V objekte Udavské je nárast hladiny od novembra výraznejší, plynule vrcholí v mesiaci marec a potom postupne, ale výrazne klesá. Pokles hladiny sa preruší v letných mesiacoch s vysokými zrážkovými úhrnmi a pokračuje až v septembri a októbri.

Dokumentovaný rozdiel v režime hladín spočíva vo veľkosti priemerného rozkvyvu hladiny podzemnej vody, ktorý v priebehu hydrologického roka v objekte Livov dosahuje od 0,66 do 1,79 m, v objekte Udavské je to od 0,31 do 1,92 m. Príčinou môže byť lokalizácia objektu bližšie k toku a väčší vplyv prietokov na režim kolísania hladiny podzemnej vody.

Obidve povodia sú rozdielne aj z pohľadu výskytu suchých rokov, pričom v hornej časti povodia Tople bol dokumentovaný podstatne častejší výskyt suchých rokov (s rôznym stupňom) než v povodí Laborca. Toto sa prejavilo aj na priemernej hĺbke hladiny podzemnej vody pod terénom, pričom výskyt vlhkých rokov nestačil doplniť vyčerpané zásoby podzemnej vody a spôsobiť podstatne výraznejší nárast hladiny. Dlhodobejšie stúpnutie hladiny podzemnej vody sa prejavilo až v rokoch 2005 – 2010. Povodie Laborca v oblasti Udavského je vlhkejšie, v tejto oblasti sa nevyskytol ani jeden veľmi suchý rok, čo sa odrazilo na podstatne vyrovnanjšom priebehu režimu hladín.

Z pohľadu vzťahu hladiny podzemnej vody k podmienkam zakladania stavieb je možné konštatovať, že v objekte Livov je hĺbka hladiny podzemnej vody bližšie pod terénom, v priemere okolo 1,76 m. Aj keď má menší priemerný rozkvyv ako hladina v Udavskom, je podstatne variabilnejšia a častejšie vystupuje k terénu, pričom v roku 2008 dosiahla až úroveň terénu. V objekte Udavské je hladina zaklesnutá v priemere okolo 3 m hĺbky, vo vlhkom roku 2001 a v mimoriadne vlhkom roku 2010 vystúpila do hĺbky cca 2 m pod terénom. Špecifickým bol rok 1989 s percentuálnym rozkvyvom hladiny, ktorý dosiahol 189 % dlhodobého priemerného rozkvyvu obdobia rokov 1982 až 2010 aj napriek tomu, že rok 1989 bol z hľadiska vlhkosti normálnym rokom, ktorý nasledoval po vlhkom roku 1988. Príčinou bol pravdepodobne povodňový stav na Laborci.

Podakovanie. Tento príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantu VEGA č. 1/1327/12 a projektu APVV-0335/06 (zodpovedný riešiteľ M. Fendeková).

References

- Atlas krajiny Slovenskej republiky. 1. vyd. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR; Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia 2002, 344 s.
- FENDEKOVÁ, M., ŽENIŠOVÁ, Z., DEMETEROVÁ, B., FENDEK, M., FLAKOVÁ, R., GAVURNÍK, J., KRČMÁR, D., MACURA, V., NÉMETHY, P., & SLIVOVÁ, V., 2010: Hydrogeologické sucho. *Bratislava, SAH*, 190 s.
- HANZEL, V., KULLMAN, E., DOVINA, V., FRANKO, O., ŠKVARKA, L., &

- VRANA, K., 1984: Podzemné vody Slovenska a prognózy ich využitia. Čiastková záverečná správa. Bratislava, ŠGÚDŠ, 726 s.
- MAJERČÁKOVÁ, O., ŠKODA, P., & DANÁČOVÁ, Z., 2007: Selected hydrological and precipitation characteristic of 1961–2000 and 2001–2006 periods in the High Tatra region. *Meteorological journal*, 10, 4, 205 – 210.
- NEMČOK, J., ZAKOVIČ, M., GAŠPARIKOVÁ, V., ĎURKOVIČ, T., SNOPOKOVÁ, P., VRANA, K., & HANZEL, V., 1990: Vysvetlivky ku geologickej mape Pienin, Čergova, Lubovnianskej a Ondavskej vrchoviny v mierke 1 : 50 000. Bratislava, ŠGÚDŠ, 131 s.
- TALLAKSEN, L. M., & VAN LANEN, H. A. J. (eds.), 2004: Hydrological drought, Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. Developments in Water Science 48, Elsevier, 579 p.
- WILHITE, D. A., & GLANZ, M. H., 1985: Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Water. Int.*, 10, 3, 111 – 120.
- ZAKOVIČ, M., HANZEL, V., FRANKO, O., GAZDA, S., KORÁB, T., & BAŇACKÝ, V., 1978: Hydrogeológia územia listu č. 28 – Svidník, mapy ČSSR, 1 : 200 000. Čiastková záverečná správa. Bratislava, ŠGÚDŠ, 166 s.
- ŽEC, B., GAZDAČKO, L., KOVÁČIK, M., KOBULSKÝ, J., BÓNA, J., POTFAJ, M., PRISTAŠ, J., ŽECOVÁ, K., DERCO, J., KUCHARIČ, L., MARCIN, D., PETRO, L., ZLINSKÁ, A., SIRÁNOVÁ, Z., VANĚKOVÁ, H., BUČEK, S., & KONEČNÝ, P., 2005: Geologická mapa Nízke Beskydy – stredná časť v mierke 1 : 50 000. Záverečná správa. Bratislava, MŽP SR, ŠGÚDŠ, 224 s.
- ŽEC, B., GAZDAČKO, L., KOVÁČIK, M., KOBULSKÝ, J., BÓNA, J., POTFAJ, M., & PRISTAŠ, J., 2006: Geologická mapa Nízkych Beskyd – stredná časť. Bratislava, ŠGÚDŠ.
- STN 73 1001 Zakladanie stavieb. Základová pôda pod plošnými základmi. Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava, 1987.
- STN 73 1001 Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb. Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava, 2010.

Rukopis doručený 15. 4. 2012

Revidovaná verzia doručená 23. 4. 2012

Rukopis akceptovaný red. radou 16. 4. 2012

The groundwater level depth and amplitude changes during the meteorological drought periods

Analysis of the groundwater level depth below ground surface and its fluctuation in two objects was studied. The study objects are situated in the Flysch belt of the Outer Western Carpathians, both in unfavorable hydrogeological conditions due to alternation of claystones and sandstones. The first one – monitoring well No. 5 220 Livov is situated in the upper part of the Topľa river catchment, the second one – monitoring well No. 1 142 Udavské is situated in the downstream part of the Laborec river catchment. The analysis of time series (1982–2010) showed similarities, but also differences in the groundwater level regime in evaluated wells. The groundwater level is quite stable in the Livov object during the winter months. It begins to rise in March, the rise peaks in April and then the level declines until November. In the Udavské object, the level rise is more distinct since November; it peaks in March and then gradually, but significantly decreases. The groundwater level decrease is interrupted during the summer months because of the high precipitation amounts and finally, the decrease continues until September and October.

Documented difference in the groundwater level regime consists in the size of the average groundwater level fluctuation, which reaches from 0.66 to 1.79 m within the hydrological year course in Livov and from 0.31 to 1.92 m in Udavské. The reason may be in the location of Udavské

well closer to Laborec river and in greater influence of streamflow on the groundwater level fluctuation.

Both catchments differ in terms of dry year occurrence. Significantly more frequent occurrence of dry years was documented for the upper part of the Topľa river catchment, than for the Laborec catchment. The occurrence of dry years was reflected in the decrease of the average depth of the groundwater level below the surface. At the same time, the occurrence of wet years did not satisfactorily recharge the depleted groundwater reserves and the more significant increase of groundwater levels was not reached. The long-term increase of the groundwater level was documented in the years 2005–2010. The area around Udavské in Laborec river catchment is wetter. In this area, years classified as very dry did not occur, what was reflected in much more balanced course of the groundwater level.

What the relationship of the groundwater level to the foundation construction conditions is concerned, it is possible to note, that the conditions in Udavské are more suitable than in Livov. The groundwater level depth below the surface is 1.76 m in average in Livov. Despite of smaller value of the average groundwater fluctuation in Livov in comparison with Udavské, it is much more variable and more often rises up to the ground surface. Groundwater level depth in Udavské reaches in average 3 m.