

1. ZÁKLADNÉ POJMY Z HYDROGEOLOGIE A PODZEMNEJ HYDRAULIKY	3
1.1. Základné pojmy z hydrogeológie	3
1.1.1. Rozmiestnenie vody na Zemi a jej obeh	3
1.1.2. Nádržné horniny	5
1.1.3. Chemizmus podzemných vôd	8
1.1.4. Zásoby podzemných vôd	10
1.1.5. Zdroje podzemných vôd jednotlivých geologických útvarov na Slovensku	11
1.2. Základy hydrauliky podzemnej vody	15
1.2.1. Základné pojmy	15
1.2.2. Lineárny zákon filtrácie - Darcyho zákon	16
1.2.3. Oblasť platnosti Darcyho zákona	17
1.2.4. Prítoky vody do vrtu	17
2. HYDROGEOLOGICKÉ VRTY A ICH JEDNOTLIVÉ ČASTI	21
2.1. Rozdelenie hydrogeologických vrtov	21
2.1.1. Prieskumné hydrovrtý	22
2.1.2. Pozorovacie vrtý	24
2.1.3. Odvodňovacie vrtý	24
2.1.31. Realizácia odvodňovacích studní	26
2.1.32. Realizácia čerpacích ihl	27
2.1.4. Záchytné - ošberné vrtý /studne/	29
2.1.41. Šachtové studne	30
2.1.42. Rúrkové studne	31
2.1.43. Vrtané studne	31
2.1.44. Činnosť studne	32
2.1.45. Konštrukcia vrtanej studne	34
2.1.5. Kombinované studne	35
2.1.51. Ramneyho metóda	36
2.1.52. Fehlmannova metóda	38
2.1.53. Abwesserova metóda	39
2.1.54. Zhodnotenie radiálnych studní	39
2.2. Paženie hydrogeologických vrtov	40
2.2.1. Tesnenie pažnicových kolon	41
2.3. Výstroj hydrogeologických vrtov	47
2.3.1. Typy filtrov	49
2.3.2. Filtre z ocelových rúr a pažnic	50
2.3.3. Filtre z lisovaných plechov	53
2.3.4. Filtre zo syntetických materiálov	55
2.3.5. Filtre z antikoročných kovových materiálov	62
2.3.6. Keramické filtre	67
2.3.7. Lepené štrkové filtre	68
2.3.8. Obsypávanie filtrov	69

2.4.	Očisťovanie vrtov od ílového výplachu a intenzifikácia prítokov vody do vrtu	73
2.4.1.	Hydromechanické spôsoby odíľovania vrtu	74
2.4.2.	Fyzikálne spôsoby odíľovania vrtu	79
2.4.3.	Chemické spôsoby odíľovania vrtu	80
3.	ČERPACIE SKÚŠKY A ZARIADENIA V HYDROGEOLOGICKÝCH VRTOCH . . .	82
3.1.	Charakteristika čerpacích skúšok	82
3.1.1.	Klasifikácia podzemných vôd	82
3.1.2.	Predmet čerpacích skúšok	83
3.1.3.	Druhy čerpacích skúšok	84
3.2.	Čerpacie zariadenia	85
3.2.1.	Odstredivé čerpadlá	86
3.2.11.	Odstredivé horizontálne čerpadlá	87
3.2.12.	Odstredivé ponorné čerpadlá	91
3.2.13.	Ponorné kalové čerpadlá	96
3.2.14.	Iné druhy čerpadiel	97
3.3.	Airliftové čerpacie zariadenia	98
3.3.1.	Určenie parametrov airliftu pre čerpaciu skúšku	100
3.3.11.	Merná spotreba vzduchu	101
3.3.12.	Súčiniteľ ponorenia zmiešavača	101
3.3.13.	Celková spotreba vzduchu	102
3.3.14.	Tlak vzduchu	102
3.3.15.	Rozmery výtlačného /vodného/ a vzduchového potrubia	102
3.3.16.	Dimenzovanie zmiešavača	104
3.3.2.	Nedostatky v práci airliftu, príčiny a spôsoby ich odstránenia	106
3.4.	Ponorné prúdové čerpacie zariadenia	107
3.5.	Použitie testerov v hydrogeológii	111
3.5.1.	Merania vykonávané pomocou testerov	112
3.5.2.	Popis práce a zostava testerovacích zariadení	112
4.	MERANIE HYDROGEOLOGICKÝCH VELIČÍN V ZÁCHYTNÝCH OBJEKTOCH . . .	115
4.1.	Meranie hladín podzemnej vody a hĺbok vrtov	115
4.1.1.	Prístroje pre meranie hladín a hĺbok vrtov	116
4.2.	Meranie prítokov	117
4.2.1.	Požiadavky na meranie prítokov pri hydrogeologických prácach	118
4.2.2.	Prístroje a zariadenia pre meranie prítokov	118
4.2.21.	Objemové meranie prítokov	118
4.2.22.	Meranie prítoku známym geometrickým tvarom	119
4.2.23.	Meranie prítokov v potrubí	121
4.3.	Meranie teplôt	121
4.3.1.	Prístroje na meranie teplôt	122
4.4.	Meranie hrúbky vrstiev ropných látok /HVRL/	123

4.4.1.	Prístroje na meranie hrúbky vrstiev ropných látok	124
4.4.2.	Vplyv vystrojenia vrtu na meranie HVRL	124
5.	TECHNOLÓGIA VRTANIA HYDROGEOLOGICKÝCH VRTOV	126
5.1.	Základné rozdelenie technológie vrtania	126
5.2.	Rotačné jadrové vrtanie	127
5.2.1.	Vrtanie tvrdokovovými nástrojmi	127
5.2.11.	Režim vrtania pri použití tvrdokovových korúnok	130
5.2.2.	Vrtanie šrotom	133
5.2.3.	Vrtanie diamantovými nástrojmi	137
5.2.31.	Režim vrtania diamantovými korunkami	138
5.2.32.	Vrtanie ťažiteľnou jadrovkou /wire-line/	139
5.2.4.	Vrtné náradie na rotačné jadrové vrtanie	142
5.2.5.	Rotačné jadrové vrtanie s nepriamym výplachom	145
5.3.	Rotačno-príklepové vrtanie	147
5.3.1.	Hydraulické ponorné kladivá /hydroperforátory/	147
5.3.2.	Vzduchové ponorné kladivá	147
5.4.	Plnoprofilové rotačné vrtanie	151
5.4.1.	Vrtanie s priamym výplachom	152
5.4.11.	Vrtné nástroje na vrtanie priamym výplachom	154
5.4.2.	Vrtanie s nepriamym výplachom	158
5.4.21.	Vrtné náradie na vrtanie nepriamym prevzdušneným výplachom	153
5.4.22.	Sací spôsob vrtania	165
5.5.	Nárazovo-točivé vrtanie	167
5.5.1.	Nárazové vrtanie	168
5.5.11.	Vrtné dláta na nárazové vrtanie	168
5.5.2.	Náberové točivé vrtanie	170
5.5.3.	Hĺbenie vrtov drapákmi	171
6.	VRTNÉ SÚPRAVY A PRÍSLUŠENSTVO NA VRTANIE HYDROGEOLOGICKÝCH VRTOV	173
6.1.	Rozdelenie vrtných súprav	173
6.2.	Vrtné súpravy na rotačné vrtanie	175
6.2.1.	Vrtné súpravy na rotačné jadrové vrtanie	175
6.2.2.	Vrtné súpravy na rotačné plnoprofilové vrtanie s priamym výplachom	179
6.2.3.	Viacúčelové vrtné súpravy	182
6.3.	Vrtné súpravy na vrtanie bez výplachu /na sucho/	189
6.3.1.	Vrtné súpravy na náberové a závitkové vrtanie	190
6.3.2.	Drapákové súpravy	191
6.4.	Vrtné súpravy na nárazové vrtanie	194
6.5.	Výplachové čerpadlá	197
6.6.	Vrtné veže	201
7.	VÝPLACHY PRE HYDROGEOLOGICKÉ VRTY	205
7.1.	Funkcia výplachu	205
7.2.	Klasifikácia vrtných výplachov	206

7.3.	Vrtné výplachy v hydrogeologickom prieskume a ich kolmatačné vplyvy	207
7.3.1.	Klasické ílové výplachy	208
7.3.2.	Výplachy s nízkym obsahom pevnej fázy a bezílové výplachy	209
7.3.21.	Organické polyméry a biopolyméry	209
7.3.22.	Základné typy a chemická štruktúra organických polymérov	209
7.3.23.	Použitie organických polymérov vo vrtných výplachoch pre hydrogeológiu	215
7.3.24.	Polymérové a osmoticko-polymérové výplachy s nízkym obsahom pevnej fázy	217
7.3.25.	Polymérové a osmoticko-polymérové výplachy bez obsahu dispergovaného ílu /bezílové výplachy/	218
7.3.3.	Inhibitívne výplachy	218
7.3.4.	Aerizované výplachy	219
7.3.5.	Kolmatačné vplyvy vrtného výplachu a možnosti jeho odstránenia	221
7.3.51.	Príčiny kolmatačných vplyvov	221
7.3.52.	Odstraňovanie kolmatácie a oživovanie vrtu	222
7.4.	Vplyv výplachového hospodárstva na životné prostredie	223
8.	OCHRANA PODZEMNÝCH VÔD A SANITÁRNA OCHRANA VRTOV	225
8.1.	Aktuálnosť ochrany podzemných zdrojov pitnej vody	225
8.1.1.	Druhy znečistenia podzemných vôd	225
8.1.11.	Znečistenie škodlivými látkami z priemyselnej výroby	226
8.1.12.	Znečistenie škodlivými látkami z poľnohospodárskej a lesnej výroby	227
8.1.13.	Ostatné druhy znečistenia podzemných vôd	231
8.1.14.	Ochrana minerálnych vôd	236
8.2.	Opatrenia na ochranu podzemných vôd	238
8.2.1.	Preventívne ochranné opatrenia	238
8.2.2.	Reparatívne ochranné opatrenia	241
8.3.	Pásma hygienickej ochrany	243
8.3.1.	Ochranné pásma zdrojov pitnej a úžitkovej vody	243
8.3.2.	Ochranné pásma prírodných liečivých zdrojov a zdrojov stolových minerálnych vôd	245
9.	OPRAVA HYDROGEOLOGICKÝCH VRTOV PRI ZMENE KVALITY A MNOŽSTVA ČERPANEJ VODY	247
9.1.	Vplyvy korózie	247
9.2.	Inkrustačné prejavy v horninovom prostredí	249
9.3.	Odstraňovanie vplyvov inkrustácie	250
10.	ZÁSADY PROJEKTOVANIA HYDROGEOLOGICKÝCH PRÁC	254
10.1.	Základné pojmy	254

10.1.1.	Geologické podklady	255
10.2.	Technická časť projektu hydrogeologických prieskumných prác	256
10.2.1.	Osnova projektu	257
11.	ZACHYTÁVANIE VODNÝCH ZDROJOV	260
11.1.	Zachytávanie prameňov	260
11.1.1.	Konštrukcia pramenných záchytných objektov	261
11.1.2.	Zachytávanie prameňov so sútređeným výverom	265
11.1.3.	Zachytávanie prameňov s rozptýleným výverom	265
11.1.4.	Zachytávanie suťových prameňov	269
11.2.	Zachytávanie umelo infiltrovaných podzemných vôd	270
11.2.1.	Zachytávanie povrchovej vody	271
11.2.2.	Predúprava vody	272
11.2.3.	Vsakovacie zariadenia	273
11.2.4.	Zachytávanie infiltrovanej podzemnej vody	276
11.3.	Ostatné spôsoby zachytávania vodných zdrojov	276
12.	ZÁKLADNÉ PREDPISY PRE VYKONÁVANIE HYDROGEOLOGICKÝCH PRÁČ	279
13.	LIKVIDAČNÉ PRÁCE	284
13.1.	Predpisy určujúce likvidáciu vrtných prác	284
13.2.	Spôsoby likvidácie vrtných prác	285
13.3.	Prehľad tamponážnych zmesí	287
14.	TECHNIKA A TECHNOLOGIA ENERGETICKÉHO VYUŽÍVANIA TERMÁLNYCH VÔD	289
14.1.	Úvod	289
14.2.	Teoretická časť	292
14.2.1.	Prírodné vody	292
14.2.1.1.	Chemické zloženie hlbinných vôd	293
14.2.1.2.	Spôsoby hodnotenia technologických vlastností termálnych vôd	294
14.2.1.3.	Výpočtové programy	299
14.2.1.4.	Kinetika prebiehajúcich procesov	300
14.2.1.5.	Príklad prognózy technologických vlastností	301
14.2.1.6.	Ovplyvnenie technologických vlastností v prehľade podľa rozpustných látok	305
14.2.2.	Prírodné plyny	308
14.2.2.1.	Plyny rozpustné v termálnej vode	309
14.2.2.2.	Prejavy prítomnosti plynov v termálnej vode pri prevádzke technických zariadení	315
14.2.3.	Všeobecné základy korózie	318
14.2.3.1.	Korózia plynmi	319
14.2.3.2.	Korózia soľami	319
14.2.3.3.	Ostatné korozívne agenty	320
14.2.3.4.	Zásady protikoročných opatrení	320
14.2.3.5.	Meranie korózie	326
14.2.4.	Problematika inkrustácie	326

14.2.4.1.	Tvorba inkrustov v technickom zariadení	328
14.2.4.2.	Spôsoby zisťovania a odstraňovania inkrustu	328
14.2.5.	Základné údaje o filtrácii	330
14.3.	Technika využívania geotermálnej energie	331
14.3.1.	Technické zariadenie pre technologické skúšky	332
14.3.2.	Príklad vykonania technologickej skúšky	337
14.3.3.	Konceptné riešenie využívateľských zariadení	338
14.3.4.	Zariadenie a aparáty geotermálnych prevádzok	348
14.3.4.1.	Geotermálne vrty	348
14.3.4.2.	Hlbinné čerpadlá	354
14.3.4.3.	Zariadenie na dávkovanie inhibítora inkrustácie	355
14.3.4.4.	Dopravné čerpadlá	358
14.3.4.5.	Separátory	359
14.3.4.6.	Výmenníky tepla	359
14.3.4.7.	Tepelné čerpadlá	362
14.3.4.8.	Absorbéry	363
14.3.4.9.	Filtre	363
14.3.4.10.	Reinjektážne čerpadlá	364
14.3.4.11.	Potrubie a armatúry	365
14.3.4.12.	Meracia a riadiaca technika	365
14.4.	Technologické procesy vo využívateľskom zariadení a pre- vádzkovo-technické práce	367
14.4.1.	Ťažba termálnej vody	368
14.4.2.	Dávkovanie inhibítora inkrustácie	369
14.4.3.	Separácia plynov	369
14.4.4.	Odovzdávanie tepla	369
14.4.5.	Úprava využitej termálnej vody pred reinjektážou	370
14.4.6.	Kyselinovacie zariadenia na odstránenie inkrustov	370
14.5.	Revízia, opravy a údržba geotermálnych zariadení	371
LITERATÚRA		372