

ALGORITMY ŘÍZENÍ

REKONSTRUKCE A INTENZIFIKACE ÚPRAVNÝ VODY KNĚŽPOLE

1.	<i>Chemicko-technologický popis řízení</i>	2
1.1	Návrh filtračního stupně	2
1.2	Výkonové parametry	2
1.3	Surová voda	2
1.4	Odželezňovací / odmanganovací filtry	5
1.5	GAU filtrace	5
1.6	Praní filtrů	6
2.	<i>Automatizovaný systém řízení</i>	8
2.1	Provoz filtrů	8
2.2	Servopohony filtrů	9
2.3	Regenerace filtrační náplně filtrů (praní filtrů).	9
2.4	Filtrace GAU (granulované aktivní uhlí)	12
3.	<i>Závěr</i>	14
	<i>Přílohy:</i>	14
	Tabulka pohonů	14
	Tabulka měření MAR	14

1. CHEMICKO-TECHNOLOGICKÝ POPIS ŘÍZENÍ

1.1 Návrh filtračního stupně

Zpracoval: Ing. Adam Fendrych

Současná úprava vody Kněžpole není vybavena technologií separace pesticidních látek, které se vyskytují ve zdrojích pitné vody a úpravou procházejí takřka beze změny. Z toho důvodu je nezbytné vyrobenou vodu ředit ve vhodném poměru na síti/vodojemu, aby byly splněny limity dané vyhláškou č. 252/2004 Sb. v aktuálním znění. Za tohoto stavu musí však úprava pracovat za sníženého výkonu a technicky vzato neplní kvalitativní limity u vody vyrobené. Proto bylo rozhodnuto, že bude doplněn separační stupeň, a to filtrace na granulovaném aktivním uhlí (GAU). Rozsah rekonstrukce filtračního stupně počítá s využitím dvouvrstvé filtrace namísto stávajících odželezňovacích filtrů a s GAU filtrací namísto 4 odmanganovacích filtrů. U všech 14 rekonstruovaných filtrů se počítá s výměnou tryskového dna za drenážní systém bez mezidna. Zbývajících 6 odmanganovacích filtrů bude využito jako akumulace nechlorované prací vody pro praní GAU filtrů.

1.2 Výkonové parametry

Projektovaný výkon úpravny je následující:

- $Q_{\min} = 22 \text{ l/s}$
- $Q_{\text{nom}} = 50 \text{ l/s}$
- $Q_{\max} = 80 \text{ l/s}$

1.3 Surová voda

Zdrojem surové vody je jímací území Kněžpole se třemi zdroji podzemní vody v kvartéru řeky Moravy.

Surová podzemní voda je jímána soustavou vrtů, které jsou násoskovým systémem sváděny do pěti sběrných studní (S1, S2, S2a, S3, S4), jejichž průměr se pohybuje v rozsahu 3 – 5 m. Voda ze sběrných studní je čerpána horizontálními čerpadly umístěnými v jednotlivých čerpacích stanicích do úpravny vody Kněžpole.

Surová voda je čerpána jedním výtlačným řadem z jímacího území I a II a druhým výtlačným řadem z jímacího území III.

Jakost surové vody

Jímána voda se jako většina podzemních vod z kvartérních sedimentů vyznačuje vysokou mineralizací s převažujícím obsahem hydrogenuhličitanů a vápníku, vyšší koncentrací síranových iontů a nadlimitní koncentrací železa, manganu a amonných iontů.

Kvalita směsné surové vody 2016 – 2021: fyzikálně-chemické ukazatele

ukazatel	jednotka	min	max	průměr
A254	cm-1	0,066	0,247	0,113
barva	mg/l Pt	5	50	30
zákal	ZF(t)	0,4	242,8	57
nerozpuštěné látky	mg/l	2	7,8	4,6
teplota	°C	6,9	14	10,6
pH		6,6	7,8	6,8
konduktivita	mS/m	86,2	104	95
KNK 4,5	mmol/l	5,3	6,7	5,9
ZNK 8,3	mmol/l	0,2	3,2	2,1
vápník	mg/l	121	172	140
hořčík	mg/l	7	40	24,5
tvrdost	mmol/l	4	5,2	4,5
CHSK-Mn	mg/l	0,6	2,3	1,4
humínové látky	mg/l	<1	1	<1
železo celkové	mg/l	0,8	25,2	7,4
mangan	mg/l	0,4	1,3	0,7
amonné ionty	mg/l	0,1	1,1	0,6
dusičnany	mg/l	<2	4,8	2,9
dusitany	mg/l	<0,02	0,1	<0,02
fosforečnany	mg/l	<0,04	0,1	<0,04
chloridy	mg/l	38	58	50
sírany	mg/l	130	214	158

* červeně označené hodnoty nesplňují limit na pitnou vodu dle vyhl. č. 252/2004 Sb.

Z pesticidních látek (PL) jsou nalézány především metabolity, primární látky pouze výjimečně:

- Acetochlor ESA
- Acetochlor OA
- Alachlor ESA
- Chloridazon suma metabolitů
- dimethachlor ESA

- dimethachlor OA
- Metolachlor ESA
- Metolachlor OA
- Metazachlor ESA
- Metazachlor OA

Každé prameniště se vyznačuje odlišnými koncentracemi a zastoupením jednotlivých PL. Není však možné ředěním jednotlivých pramenišť dosáhnout podlimitní koncentrace PL a současně dostatečného množství surové vody. Přestože je použití některých pesticidů více než 13 let zakázáno, jejich metabolity se stále nalézají v nadlimitních koncentracích a bohužel nic nenasvědčuje tomu, že by se měla v blízké době jejich koncentrace snižovat.

Výskyt pesticidních látek v prameništi 2015 -2021 - průměr

ukazatel	jednotka	limit PV	Sběrna I	Sběrna Ia	Sběrna II	Sběrna III
Acetochlor ESA	µg/l	0,1	0,38	0,173	0,187	<0,02
Acetochlor OA	µg/l	0,1	0,259	0,124	0,139	<0,02
Chloridazon desphenyl	µg/l		2,8	3,35	1,27	1,99
Chloridazon-methyl- desfenyl	µg/l		0,868	1,87	0,596	0,37
suma chloridazon- desfenylu a chl. methyl desfenylu	µg/l	6	3,64	5,23	1,86	2,36
suma pesticidních látek a relev. metabolitů	µg/l	0,5	0,72	0,37	0,41	0,11

1.4 Odželezňovací / odmanganovací filtry

Pro odželezňování a odmanganování poslouží 10 gravitačních pískových filtrů v horní galerii. Stávající tryskové mezidno bude vybouráno a nahrazeno celonerezovým drenážním systémem. Využitím dvouvrstvé náplně s principem filtrace *coarse to fine* dojde k navýšení kalové kapacity filtrů. Jako dvouvrstvá náplň bude sloužit poloprovozně odzkoušená kombinace antracit (1,4 – 2,5 mm) + písek (0,5 - 1 mm). Výška filtrační náplně činí 1,6 m (80 + 80 cm) s výškou vody nad náplní 120 cm.

Výkonové parametry 1. stupně filtrace

Počet filtrů v provozu	n	n-1	n-2	n-3
	Filtrační rychlost (m/h)			
Q min	0,5	0,6	0,7	0,7
Q nom	1,2	1,3	1,5	1,7
Q max	1,9	2,1	2,4	2,7

Jak je vidět z tabulky 1, maximální filtrační rychlosti jsou nízké a je zde výkonová rezerva. Z hlediska provozu je problematičtější spíše minimální filtrační rychlost, kdy by za takto nízkých rychlostí mohlo hrozit kanákování. Z toho důvodu bude možné při nízkém výkonu úpravy určitý počet odželezňovacích filtrů dočasně odstavit provozu, aby nedocházelo ke kanákování ve filtrační náplni. Polorovně ověřená maximální filtrační rychlost vhodná pro zvolenou skladbu filtrační náplně je pak 3 m/h.

1.5 GAU filtrace

Z důvodu nutnosti odstranění pesticidních látek ze surové vody je zařazena filtrace na granulovaném aktivním uhlí. Pro GAU bude vyhrazena čtveřice odmanganovacích filtrů v dolní galerii. Zbývajících 6 filtrů poslouží jako akumulace nechlorované prací vody pro GAU (270 m³). Na základě zkušeností projektanta a výsledkům laboratorních zkoušek srovnání různých typů GAU pro odstranění acetochloru ESA a OA z jiných projektů, je navrženo aglomerované granulované aktivní uhlí vyrobené z černého uhlí s následujícími parametry:

parametr	jednotka	hodnota
jodové číslo	mg/g	min 1000
methylenová modř	mg/g	min 245
otěr (abrasion number dle AWWA B604)		min 75
obsah vody při balení	%	max 3
velikost částic	mesh	10x20

Toto uhlí vyjma sorpčních vlastností vyniká i filtračními vlastnostmi. Při případném úniku suspenze z odželezňovacích/odmanganovacích filtrů bude GAU fungovat jako další separační stupeň. Návrhová doba kontaktu vyjádřená jako Empty Bed Contact Time (EBCT)

je u těchto aplikací 15 – 20 minut. Výška náplně činí 1,6 m, což zajistí dobu kontaktu (EBCT) 20 min i při maximálním výkonu úpravny. Při nižším výkonu doba kontaktu narůstá, což bude mít pozitivní vliv na životnost uhlí a na délky intervalů regenerace. Z provozního hlediska je nezbytné, aby byly GAU filtry provozovány všechny a s minimálními odstávkami, které mají negativní vliv na vlastnosti GAU. Dlouhodobé odstávky GAU v zavodněném stavu mohou vést k nevratnému vyčerpání jejich sorpční kapacity.

Výkonové parametry GAU filtrace

Výkon ÚV	Filtrační rychlost (m/h)	EBCT (min)
Q min	1,3	74
Q nom	3,0	32
Q max	4,7	20

1.6 Praní filtrů

Pro praní odželezňovacích/odmanganovacích filtrů a GAU filtrů budou sloužit společná prací čerpadla a dmychadla. Z toho důvodu je třeba osadit prací čerpadla schopna regulovat v požadovaném rozsahu průtoku viz tabulky níže.

Návrhové hodnoty praní filtrů písek + antracit

fáze praní	intenzita praní	průtok při praní	dobu praní
vzduch	50 Nm/h	761 Nm ³ /h	2 min
vzduch + voda	50 Nm/h +10 m/h	761 Nm ³ /h + 152 m ³ /h	5 min (10 cm pod žlab)
voda	35 m/h	532 m ³ /h	5 – 10 min

fáze praní	intenzita praní	průtok při praní	dobu praní
vzduch	60 Nm/h	913 Nm ³ /h	2-3 min
vzduch + voda	45 Nm/h +15 m/h	684 Nm ³ /h + 228 m ³ /h	3 min (10 cm pod žlab)
voda	30 m/h	456 m ³ /h	10 min

V běžném provozu bude u varianty písek + antracit dopíraní vodou probíhat při rychlosti 35 m/h. **Periodicky dle stanovených intervalů bude dopíraní probíhat při intenzitě 35-40 m/h (532-608 m³/h), aby bylo zajištěno, že náplň bude dokonale rozvrstvená. Po ukončení praní se počítá ze zafiltrováním po dobu 5 lépe však 10 minut.**

Spotřeba vody na jedno praní je 90 m³. Pro rozvrstvení při vyšší intenzitě je spotřeba vody na jedno praní 120 m³. Ověřená délka filtračního cyklu L_f (daná podílem množstvím upravené vody během cyklu a filtrační plochou filtru po odečtení spotřeby prací vody) pro použitou filtrační náplň je zde 540-1190 m. To by při znamenalo dobu filtrace 7 dní (při max možném průtoku 1 filtrem 13 l/s) a až 42 dní (při průtoku 1 filtrem 5 l/s). S takto dlouhými

intervaly se však v reálném provozu nepočítá. Při průměrném výkonu úpravny se počítá s praním jednoho filtru denně.

Návrhové hodnoty praní GAU filtrů

fáze praní	intenzita praní	průtok při praní	doba praní
vzduch	50 Nm/h	761 Nm ³ /h	2 min
voda	30 m/h	456 m ³ /h	5 – 10 min

Zatížení GAU filtrů nerozpuštěnými látkami bude minimální. Praní filtrů bude sloužit především pro načechrání náplně a délka intervalů praní bude ovlivněna spíše mikrobiálním oživením GAU. Interval praní GAU filtrů se očekává 14 dní/filtr. Spotřeba vody na jedno praní bude 40 – 80 m³. Zásoba nechlorované prací vody (270 m³) je tedy naprosto dostačující.

2. AUTOMATIZOVANÝ SYSTÉM ŘÍZENÍ

Zpracoval: Ing. Miroslav Tomek

Rekonstruovaná technologie filtrace a nové filtry GAU a strojovna, nové prací agregáty bude osazena průmyslovými automaty nové generace s datovou vazbou na velín pro vizualizaci a optickou vazbou v síti PLC rekonstruované technologie. Nově bude postaven systém řízení a monitorování jako rozšíření ke stávajícímu systému. Technologie propojení PLC a vizualizace pomocí optických datových kabelů zajistí vysokou rychlost odezvy a spolehlivý provoz.

Provoz filtrace bude osazen novými místními automaty – PLC samostatně.

DS1001/1 – strojovna, prací agregáty a kompresory tlakového vzduchu pro pneumatické pohony rekonstruované filtrace.

DS1003/1 – filtry 1-5

DS1003/2 – filtry 6-10

DS1003/3 – filtry s GAU 1-2

DS1003/4 – filtry s GAU 3-4

Zachována bude stávající síť PLC a zobrazovač stávající technologie (aerace, sedimentace, strojovna – čerpání upravené vody, kalové hospodářství a chemie), který byl rekonstruován v roce 2020 a osazeny nové PLC Tecomat.

2.1 Provoz filtrů

Filtry se regulují na základě měření hladiny řídí odtoková regulační armatura a ovládání polohovací klapky na odtoku filtrované vody u každého filtru pneumatickým pohonem osazeným pozicionérem.

Dále je regulována regenerace filtrační náplně (praní) filtrů.

Zahájení regenerace filtrační náplně (praní filtrů) bude spouštěno potvrzením operátora. Přehled a generování výzvy k regeneraci se provede od následujících parametrů:

- a. Zákal filtrované vody
- b. Celkové množství přefiltrované vody od poslední regenerace
- c. Doba provozu filtru od poslední regenerace

Limity uživatelsky přístupné pro odladění technologem ÚV.

Jednotlivé fáze praní filtrů ovládá ASŘ, kde se musí respektovat určitá omezení, tj. nedostatek prací vody, energetická špička, porucha na filtru odstavení filtru, praní se při jejich nedodržení nespustí. Situaci vyhodnotí provozovatel, který učiní opatření, aby se mohlo praní uskutečnit.

2.2 Servopohony filtrů

Armatury slouží k uzavírání přítokových a odtokových armatur na jednotlivých filtrech.

Základní poloha ovládání je „AUTOMAT“. V této poloze jsou servopohony ovládány dálkově dle požadovaného stavu a provozu filtru, požadavku technologie a provozovatele z řídicího pracoviště ÚV (velín) cestou ASŘ.

Dálkově lze filtr uvést do stavu:

filtrace,

praní, (regenerace)

odstavení.

V režimu odstavení se uzavřou všechny armatury na filtru a další manipulace je možná dálkově ručně z velínu, nebo z ovládacího panelu DS1003/1-4. V případě výpadku řídicího systému, nebo výpadku komunikace, je možno jednotlivé armatury otevírat – zavírat ručně otočnými ovladači na dveřích skříní DS filtrace.

Výchozí stav armatury ovládané pneumatickým pohonem je „ZAVŘENO“ bez napájení elektropneumatického ventilu se armatura vždy uzavře.

ASŘ zaznamenává provozní stav.

2.3 Regenerace filtrační náplně filtrů (praní filtrů).

ŘS zjistí, že je potřeba filtr prát, zvýšením tlakové ztráty u daného filtru, množství přefiltrované vody, zákal – nastavitelné hodnoty technologem a maximální doba provozních hodin, signalizuje potřebu praní. Vyhodnotí se také, zda je k dispozici dostatek vody v akumulaci.

Obsluha potvrdí praní, nebo v režimu bez obsluhy se praní spustí automaticky. Celý algoritmus praní dále postupuje automaticky, dle nastavených veličin, nebo lze cyklus krokovat – přístupem technologa. Viz navrhované doby a intenzity technologa.

Cykly regenerace filtrační náplně:

- praní vzduchem (maximální možná intenzita vzduchu co připustí pískový filtr)
- praní vzduchem a vodou intenzita 1 (nutno odladit množství vzduchu a vody podle konkrétních podmínek filtrů, končí zpravidla v okamžiku nestoupání hladiny na úroveň odtokového žlabu prací vody)
- praní vzduchem a vodou intenzita 2 (odladění intenzity vzduchu a vody tak, aby nedocházelo k vyplavování filtrační náplně)
- praní vodou (intenzitu odladit tak, aby došlo k vypláchnutí filtru, bez úniku filtrační náplně) prioritu ukončení praní má hodnota zákalu prací vody
- zafiltrování (možno zcela vypustit při dostatečné kvalitě vody)

Uvedené cykly a doby jsou orientační a budou odladěny při uvádění do provozu a při zkušebním provozu.

Nastavení armatur – NORMÁLNÍ PROVOZ (Filtrace)

přívod surové vody	otevřeno	
přívod prací vody		zavřeno
přívod pracího vzduchu		zavřeno
odtok filtrované vody	otevřeno, regulace hladiny na filtru	
zafiltrování		zavřeno
odtok prací vody		zavřeno

a) Praní vzduchem

U filtru určeného k praní se zastaví přívod surové vody a uzavřít klapku na odtoku čisté vody. Otevřít klapku na přívodu pracího vzduchu. Spustit dmychadlo. Postup algoritmu:

- 1) uzavřít klapku na přívodu surové vody
- 2) snížit hladinu filtru na 10 cm nad pískovou náplň
- 3) uzavřít klapku na odtoku čisté vody
- 4) otevřít klapku na přívodu vzduchu
- 5) zároveň spustit dmychadlo – (doba chodu cca 5 min.)

Nastavení armatur – PRANÍ VZDUCHEM

přívod surové vody		zavřeno
přívod prací vody		zavřeno
přívod pracího vzduchu	otevřeno	
odtok filtrované vody		zavřeno
zafiltrování		zavřeno
odtok prací vody		otevřeno

b) Praní vzduchem a vodou

Spustit přítok prací vody, regulovat průtok prací vody nižší intenzitou. Prací dmychadlo zůstává v provozu, snížit otáčky dmychadla pro snížení intenzity, do zvýšení hladiny na úroveň žlabu – potom dmychadlo vypnout, klapku na přívodu pracího vzduchu uzavřít.

- 1) spustit prací čerpadlo – regulovat průtok, nižší intenzita
- 2) otevřít klapku na přívodu prací vody na filtru
- 3) po zvýšení hladiny ve filtru na úroveň přelivné hrany žlabu vypnout dmychadlo
- 4) uzavřít klapku na přívodu pracího vzduchu

Nastavení armatur – PRANÍ VZDUCHEM A VODOU

přívod surové vody		zavřeno
přívod prací vody	otevřeno	
přívod pracího vzduchu	otevřeno, po zvýšení hladiny uzavřít	
odtok filtrované vody		zavřeno
zafiltrování		zavřeno
odtok prací vody	otevřeno	

c) Praní vodou

Přítok prací vody zůstává otevřen, zvýšit průtok prací vody pootevřením přítokové regulační armatury a udržuje vyšší průtok.

Nastavení ostatních armatur se nemění:

- 1) zvýšení průtoku prací vody na filtr (cca 5–10 min.) – do odtoku čisté vody z filtru, měřeno zákaloměrem, nebo do vyčerpáním stanovené doby a množství vody pro daný filtr – ukončení praní
- 2) zastavit přítok prací vody
- 3) uzavřít přítok prací vody na daný filtr
- 4) po uzavření prací vody cca po 5 min. otevřít klapku na přívodu surové vody

Nastavení armatur – PRANÍ VODOU

přívod surové vody		zavřeno -otevřít po cca 5 min
přívod prací vody	otevřeno	
přívod pracího vzduchu		zavřeno
odtok filtrované vody		zavřeno
zafiltrování		zavřeno
odtok prací vody	otevřeno	

d) Zafiltrování

Po ukončení pracího cyklu, zastavit přítok prací vody, uzavřít klapku přívodu prací vody na filtr a otevřít klapka zafiltrování. Klapka zafiltrování nebude otevřena naplno, míra otevření se odzkouší při uvádění filtru do provozu a následně se nastaví koncovou polohou v pohonu na trvalo.

Po uplynutí doby (minuty) klapku zafiltrování uzavřít. Konkrétní doba zafiltrování se stanoví na základě kvality filtrované vody a vyhodnocení zákalu za každým filtrem.

- 1) uzavřít klapku na přívodu prací vody
- 2) otevřít klapku zafiltrování (čas, minuty)
- 3) uzavřít klapku zafiltrování

Nastavení armatur – ZAFILTROVÁNÍ

přívod surové vody	otevřeno (se zpožděním 5 minut, nastavitelné podle hladiny)
přívod prací vody	zavřeno
přívod pracího vzduchu	zavřeno
odtok čisté vody	zavřeno
zafiltrování	otevřeno
odtok prací vody	zavřeno

Pozn.: Klapka zafiltrování slouží také pro vypuštění vody z odstaveného filtru, jenom místní a ruční a dálková manipulace operátorem.

Poruchové stavy:

Při poruše přítoku prací vody, nebo pracího dmychadla a při poruše armatury, přerušit cyklus praní, zastavit přítok prací vody, vypnout dmychadlo, uzavřít armatury u daného filtru a hlášení poruchy. Po odstranění poruchy pokračovat v cyklu praní.

PŘECHOD DO NORMÁLNÍHO PROVOZU FILTRU:

Po ukončení fáze zafiltrování otevřít klapku na odtoku čisté vody a uvést do funkce odtokovou regulaci pro udržování hladiny na filtru. Filtr je tak uveden do normálního provozu. Hladinu na filtru udržuje klapka odtokové regulace.

2.4 Filtrace GAU (granulované aktivní uhlí)**Plnění filtrů**

Aktivní uhlí je dodáváno v pytlích, vacích nebo autocisternou. Ve všech případech by před vlastním plněním měla být na dně filtrů vrstva vody 0,5 m plně zakrývající filtrační trysky. Vrstva vody chrání před poškozením aktivní uhlí a filtrační systém v průběhu plnění.

Zpětné promývání

Zpětné promývání je promývání filtru zespoda nahoru. Způsobuje expanzi lože aktivního uhlí. Zpětné promývání je obvykle prováděno upravenou vodou použitím regulovaného pracího čerpadla.

Počáteční zpětné promývání

Počáteční zpětné promývání je zapotřebí po dodávce nového nebo reaktivovaného aktivního uhlí ze tří důvodů:

- odstranění vzduchu
- odstranění prachových částic aktivního uhlí
- segregace lože aktivního uhlí

Segregace je děj, při kterém menší částice směřují do horní části a větší částice do spodní části lože aktivního uhlí. Segregace zajišťuje, že po dalším zpětném promytí zrna aktivního uhlí s adsorbovanými látkami na povrchu lože nebudou migrovat ke dnu lože aktivního uhlí, tj. že upravovaná voda při vytékání z filtru bude přicházet do stylu s nejméně vyčerpanými zrny aktivního uhlí. To zajišťuje maximální životnost aktivního uhlí.

Postup počátečního zpětného promývání

Počáteční zpětné promývání spočívá ve zvyšující se rychlosti zpětného promývání upravované vody podle následujícího postupu:

- 1) Aktivní uhlí mělo být smočeno ve vodě 24 hod před počátečním zpětným promýváním.

- 2) Počáteční zpětné promývání začíná při minimální rychlosti cca 5 m.h^{-1} dokud prací voda nezačne přetékat. Minimální rychlost se udržuje 5 min nebo po dobu, kdy již není viditelný odstraňovaný vzduch. Pro GAU filtr $15,2\text{m}^2$ odladit minimální průtok prací vody na $20 - 30 \text{ l.s}^{-1}$
- 3) Poté se prací rychlost pomalu zvýší tak, aby bylo dosaženo přechodné expanze lože aktivního uhlí $10 - 15\%$ a prací rychlost se udržuje 5 min. Pro GAU filtr $15,2\text{m}^2$ odladit průtok prací vody na $60 - 80 \text{ l.s}^{-1}$
- 4) Poté se prací rychlost pomalu zvýší tak, aby bylo dosaženo maximální expanze lože aktivního uhlí (20%) a prací rychlost se udržuje cca 30 min. Pro GAU filtr $15,2\text{m}^2$ odladit průtok prací vody na $90 - 120 \text{ l.s}^{-1}$
- 5) Kvalita prací vody by měla být kontrolována před uvedením filtru do provozu. Výstup prací vody by měl být příležitostně kontrolován pro případný únik aktivního uhlí. Prací voda bude zpočátku černá díky jemným a prachovým zrnům aktivního uhlí.

Po spuštění filtru může být pozorován uvolňující se vzduch po několik dní. Někdy vzduch vytvoří „kapsy“, což se projeví nepřiměřenou tlakovou ztrátou.

Provozní zpětné promývání odstraní bublinu vzduchu a sníží tlakovou ztrátu na normální úroveň.

Měření objemu aktivního uhlí

Měření musí být prováděno po zpětném promytí a odvodnění, protože objem aktivního uhlí je závislý na stupni segregace. Měření by mělo být provedeno na různých místech. To platí pro instalaci nového aktivního uhlí a před odebráním aktivního uhlí pro reaktivaci. K měření je možno použít radaarové hladinové snímače po snížení hladiny vody na úroveň filtrační náplně. K tomu je nutno zaznamenat dno filtru měřeno radarem při jeho instalaci.

Provozní zpětné promývání

Provozní zpětné promývání je obvykle potřeba z důvodu **zvýšené tlakové ztráty** způsobené nahromaděním filtrovaných částic. **Frekvence zpětného promývání** závisí na zákalu a průchodností ložem aktivního uhlí. Pro kvalitní **podzemní vody** může frekvence zpětného promývání být cca jednou až 2x za měsíc. Kromě toho je zpětné promývání účinná metoda pro **řízení tvorby biomasy** na aktivním uhlí v případě jeho funkce jako **biologického filtru** v kombinaci s ozónem.

Praní vzduchem

Granulovaná aktivní uhlí jsou vhodná pro pravidelné praní vzduchem pro zlepšení účinnosti zpětného praní. Je **doporučeno neprovádět současně praní vzduchem a praní vodou**, a tak se vyhnout ztrátám aktivního uhlí.

Doporučené provozní praní

- 1) Snížit hladinu vody na ca 20-30 cm nad povrch aktivní uhlí
- 2) Prát vzduchem při rychlosti $40-50 \text{ m.h}^{-1}$ po dobu 1 min. Pro GAU filtr $15,2\text{m}^2$ odladit průtok pracího vzduchu na $150 - 180 \text{ Ndm}^3.\text{s}^{-1}$, tj. $400 - 650 \text{ Nm}^3.\text{h}^{-1}$
- 3) Prát vodou při minimální rychlosti cca 5 m/h po dobu 5 min. Pro kruhový GAU filtr $12,5\text{m}^2$ odladit minimální průtok prací vody na $18 - 30 \text{ l.s}^{-1}$

- 4) Prát vodou při maximální prací rychlosti po dobu ca 15-20 min. Pro GAU filtr 15,2m² odladit průtok prací vody na 90 – 120 l.s⁻¹. Plynulý přechod na vyšší průtok cca 2 minuty.
- 5) Plynule snižovat průtok až k zastavení prací vody cca 2 minuty.

Odstávka filtrů

Pro předcházení bakteriologických problémů je **doporučeno udržovat provoz filtrů co nejdéle**. Jestliže není aktivní uhlí používáno několik dní, je doporučeno udržovat malý průtok vody a pravidelně kontrolovat kvalitu vody. Jestliže tento postup není možný, pak by aktivní uhlí mělo být odvodněno a větráno. Před uvedením filtru do provozu by mělo být provedeno počáteční zpětné promývání. **Zpětné promývání je většinou také účinné pro snižování obsahu bakterií.**

3. ZÁVĚR

Pro odladění řízení technologie je nutno spolupracovat s technologem provozu a pracovníky provozovatele. Odladění zejména vazby na požadovaný provoz filtrace a regenerace si vyžádá více provozních dnů a vyhodnocování historických dat pro odladění parametrů SW regulátorů.

Dodavatel tohoto provozního souboru musí na závěr předat příslušné návody a postupy pro řízení technologie prostřednictvím prostředků ASŘ provozovateli.

PŘÍLOHY:

Tabulka pohonů

Tabulka měření MAR