

MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLMOUC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015

Vratislav Rybář

MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLMOUC

Ústav managementu a marketingu

Vratislav Rybář

Řešení změn a úspor v procesu úpravy pitné vody

Change and Cut Solution in the Process of Drinking Water
Adjustment

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Ing. Miroslav RÖSSLER, CSc., MBA

Olomouc 2015

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené informační zdroje. Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce se shoduje s elektronickou verzí vloženou do IS/STAG.

Olomouc.....

vlastnoruční podpis

Děkuji RNDr. Ing. Miroslavu Rösslerovi, CSc., MBA, za rady a vedení při zpracování bakalářské práce, Ing. Soně Beyblové za odbornou konzultaci a kolektivu pracovníků úpravny vody Malešov za spolupráci.

Obsah

Úvod	8
1. Voda	10
2. Druhy vod	11
2.1 Podzemní voda	11
2.2 Povrchová voda	12
3. Složení vod	13
3.1 Složení povrchových vod	13
3.2 Složení podzemních vod	14
4. Požadavky na surovou vodu	16
5. Požadavky na pitnou vodu	19
6. Úprava pitné vody	22
6.1 Obecný postup a blokové schéma úpravny vody	22
6.2 Fyzikální a chemické procesy úpravy vody	24
6.2.1 Hrubé předčištění	24
6.2.2 Sedimentace	25
6.2.3 Čiření-koagulace	25
6.2.4 Odželezňování vody	27
6.2.5 Filtrace	28
6.2.6 Hygienické zabezpečení	30
7. Proces úpravy vody na ÚV Malešov	32
8. Kalkulace, náklady a jejich členění	34
8.1. Kalkulace a náklady podniku	34
9. Specifika cenotvorby ve vodárenství	40
10. Projekt a řízení projektu	43
10.1 Projektový záměr-popis	45
10.2 Identifikační listina projektu	46
10.3 WBS	47
10.4 Matice odpovědnosti	48
10.5 Gantův diagram průběhu projektu	49
10.6 Akceptační protokol	50
10.7 Vyhodnocení projektu	51
11. Umístění procesu úpravy v Porterově schématu	52

12. Metody použité při experimentu	53
12.1 Stanovení koncentrace železa	54
13. Použité vztahy a výpočty při ověřování hypotézy	56
14. Vyhodnocení shromážděných dat měření	57
Závěr	65
Anotace	67
Literatura a prameny	68
Seznam obrázků	69
Seznam tabulek	70
Příloha	71

Úvod

Hlavní motivací pro výběr a sepsání této práce bylo pro mne dokázat, že je možné zlepšit nakládání s pitnou vodou, jako životně důležitou surovinou již přímo v místě její výroby (úpravy) a to konkrétně v podmínkách úpravny vody, kde není zatím plánována modernizace. Proto se v práci nezaměřuji na návrh a zavádění nových technologií nebo materiálů, ale snažím se dokázat pomocí pozorování a měření možnost potenciálních úspor vody za pomoci efektivnějšího využití stávajících zdrojů a technologie nebo postupu.

Cílem práce je dokázat možnost snížení interních nákladů (úsporou prací vody) změnou délky filtračního cyklu pískových filtrů. Hlavní teze: Prodloužení filtrační doby při zachování přípustné koncentrace železa v pitné vodě.

V současné době je jednou z cest, jak alespoň zachovávat aktuální míru ziskovosti, snižování výrobních nákladů, protože cesta zvyšování ceny vody je ve společnosti negativně vnímána a navíc její cenotvorba je specifická. Velký potenciál úspor vody je renovace rozvodné sítě, další potom v revizi a optimalizaci technologií nebo postupů na úpravných vod. Jelikož jsem zaměstnancem Severočeských vodovodů a kanalizací, je mi toto téma blízké a proto jsem se rozhodl hledat možnost úspory nákladů v provozu úpravny vody Malešov. Prací voda je už voda pitná, určená k distribuci do vodovodní sítě, kterou je nutné použít pro regeneraci filtračních jednotek-pískových filtrů. Při tomto procesu jsou za pomoci vzduchu a vody z filtračního média vypírány zachycené sraženiny železa aby byl filtr použitelný pro další provoz. Možnost optimalizovat tento děj může přinést úsporu interních nákladů při úpravě vody.

V prvních třech kapitolách se z důvodu, že práce se týká úpravy pitné vody, věnuji její základní klasifikaci, výskytu, charakteristice a složení. V následujících dvou kapitolách seznamuji s problematikou požadavků na vodu, které jsou vyžadovány našimi normami kvůli zdravotní nezávadnosti. Zde jsou uvedené hlavní sledované ukazatele jak pro vstupní surovinu (surovou vodu) tak na výsledný produkt úpravy (vodu pitnou). Pátá kapitola úzce navazuje a popisuje v ní obecné metody úpravy pitné vody, které jsou potřeba k jejímu převedení na normám vyhovující produkt. Tato část obsahuje obecné blokové schéma postupu úpravy a také popis hlavních používaných procesů, používaných při úpravě.

Následující kapitola je o konkrétním procesu a technologii na sledované úpravě a je zde specifikován hlavní sledovaný parametr.

Osmá kapitola je obecně věnována nákladům a jejich členění, protože o jejich úsporu mi realizací tohoto experimentu jde. V kapitole deváté se zabývám charakteristikou tvorby ceny vody, která je specifická a ne zcela pouze v kompetenci subjektů, které vodu produkují a následně prodávají. Z důvodů pochopení problematiky tato část obsahuje i obecný popis kalkulací a kalkulační vzorec. Jelikož celý experiment nese znaky projektu (je specifický, časově ohraničený a jsou mu vyhrazeny určité prostředky finanční i lidské) definuje desátá kapitola pojmy jako projekt, projektové řízení a popisuje konkrétně záměr tohoto projektu, na což navazuje identifikační listina projektu atd. V další kapitole prezentuji na obrázku začlenění a místo „úpravy vody“ v Porterově schématu podniku. Dvanáctá kapitola popisuje a objasňuje použité metody a postupy použité při realizaci experimentu od obecného popisu a charakteru této práce až po laboratorní metody a postupy. Kapitola třináctá popisuje konkrétní postupy, vztahy a výpočty při vlastní praktické realizaci pozorování a měření, které bylo nutno učinit při ověřování hlavní hypotézy. Poslední kapitola obsahuje výsledky: naměřené hodnoty a výsledky laboratorních rozborů, které jsou pro každou filtrační jednotku zpracovány zvlášť do tabulky a grafu. V závěru této kapitoly je stručný komentář ke každé filtrační jednotce.

V závěru je shrnutí a zhodnocení zjištěných faktů, s konstatováním ohledně možnosti přijmout původní hypotézu či nikoli, společně s tím, zda bylo také dosaženo cíle: možností snížit náklady prodloužením stávajícího filtračního cyklu.

1. Voda

Jedná se o životně důležitou látku, nezbytné pro život na Zemi tak, jak jej známe. Prostřednictvím cyklu koloběhu vody je distribuována po celé planetě. Paradoxem je, že voda zabírající většinu zemského povrchu, může být využita jako pitná jen z velmi malé části. Sladká voda totiž představuje jen zhruba tři procenta z tohoto celkového množství, přičemž velká část sladké vody je navíc vázána jako voda ledovcová. Z těchto faktů je zřejmé, že voda, ačkoli je jí všude kolem nás relativně velké množství, je vzácná z pohledu její kvality a použitelnosti pro ekonomické zpracování na vodu pitnou.

Bez nadsázky lze říci, že dnes je vnímána hodnota vody více než obecně v nedávné minulosti a její strategický význam značně vzrostl. Je zde předpoklad, že bude ceněna více, než je tomu v současnosti u ropy. Z pohledu současných zásob vzhledem ke spotřebě je na tom ČR relativně dobře, ale situace se může změnit, především z důvodu dopadů změn klimatu, které lze již poslední dobou pozorovat. Proto je nutné monitorovat stavy podzemních vod, sledovat srážkové statistiky a věnovat pozornost zlepšení stavu retenční schopnosti krajiny, co se týká srážkových vod a vodních toků.

Přejdeme-li od těchto obecných skutečností ke konkrétním charakteristikám, lze vodu definovat jako čirou, bezbarvou kapalinu bez zápachu a chuti, jejíž hustota je za normálních podmínek přibližně 1kg/dm^3 . Bod tuhnutí je nula 0°C , bod varu 100°C . Voda je velmi dobré polární rozpouštědlo a je v ní rozpustná celá řada látek. To je důvod, proč se voda v přírodě nikdy nemůže nacházet v čisté formě, ale vždy se bude jednat o roztok, jehož složení určuje možnosti použitelnosti takovéto surové přírodní vody pro úpravu, jak je uvedeno v další kapitole. Další z výjimečných vlastností této kapaliny je takzvaná anomálie vody, vlastnost, spočívající v tom, že největší hustotu má při 4°C a v důsledku toho vodní plochy u dna nezamrzají, čímž je umožněno vodním živočichům přežít zimu. Schopnost molekul vody slabých vzájemných interakcí (vodíkových můstků) má za následek vyšší bod varu, než jaký mají molekuly podobné struktury. Tvar molekuly má díky nevázaným elektronům na kyslíku lomený tvar.

2. Druhy vod

2.1 Podzemní vody

Podzemní vody jsou tvořeny veškerou vodou, která se nachází pod povrchem země, kde vyplňuje prostor uvnitř hornin - tvoří „podzemní hydrosféru“. Doplnění zásob podzemní vody probíhá v zásadě několika způsoby: **Infiltrací z povrchu, kondenzací par vody v půdách a kondenzací par z magmatu**. Stěžejním pro procesy doplnění a obnovy zásob podzemních vod je přitom první výše uvedený způsob infiltrace neboli „průsak“ vody z povrchu a z toho důvodu je zřejmé, že z hlediska kvality a složení těchto vod má velký význam horninové prostředí. Vlastnosti horninového prostředí tedy zásadním způsobem, ať již pozitivně nebo negativně ovlivňují kvalitu vody a tudíž způsob její následné úpravy na vodu pitnou.

Z hlediska klasifikace hornin dělíme tyto na „**propustné**“ a „**nepropustné**“ dle toho, zda vodu mohou předávat okolnímu prostředí anebo mají tendenci ji zadržovat. Mezi horniny mající retenční schopnost patří jíly, břidlice a slín. Vodu v těchto typech hornin váží kapilární síly a celý mechanismus funguje tak, že jíly sice pohlcují značné množství vody, ale po nasycení se následně stávají již pro vodu nepropustnými. Mezi horniny propustné tak řadíme obecně takové, které obsahují méně než 25% jílu. Patří sem například vápence, pískovce, křída, rašelina a hlíny¹.

Na oba výše uvedené typy hornin působí proces „zvětrávání hornin“, který v našich podmínkách probíhá asi do hloubky 1,5-3 metry. Tento složitý děj se obecně realizuje prostřednictvím chemických, fyzikálních a biologických procesů². Fyzikální procesy mají za důsledek mechanické narušování hornin prostřednictvím vodní nebo větrné eroze, mrazu a kombinací těchto faktorů.

¹ Srov. PITTER, P., *Hydrochemie*, str. 235

² Srov. tamtéž, s. 236

Prvky chemického a biologického zvětrávání jsou potom hlavně voda, kyslík, oxid uhličitý a celá škála mikroorganismů. Jejich vzájemné interakce vyúsťují v chemické děje, jakými jsou oxidace, hydrolýza nebo hydratace. Z těchto uvedených dějů má pro náš účel největší význam hydrolýza a to konkrétně „hlinitokřemičitanů“. Jelikož se v půdě nacházejí frakce „částic“ o různých velikostech, mluvíme o půdě jako o „polydisperzním systému“. Tento systém z hlediska klasifikace dělíme do tří základních skupin na půdy: **písčité, hlinité, jílovité.**

V uvedeném pořadí klesá propustnost půd pro vodu, ale naopak vzrůstá její sorpční schopnost vázat různé ionty obsažené v podzemní vodě. Frakční podíl půd s průměrem zrněk pod 0,005mm označujeme jako „jíl“, přičemž důležitým faktem je, že částičky velikostí pod 0,001mm mají „koloidní vlastnosti“, což znamená, že tyto „půdní koloidy“ disponují schopností výměny iontů a poutání vody, čímž významně ovlivňují složení podzemní vody a její „pohyblivost“. Obecně vzato jíly společně ještě s látkami huminového charakteru jsou nositeli „koloidních vlastností půdy“ což ovlivňuje celou řadu důležitých procesů. Hlavními zástupci těchto půd jsou například kaolinit, chlorit společně s ílitem a bentonity. Jelikož v půdách jsou většinou přítomny koloidní částice se záporným nábojem- jsou na ně vázány především kationty. Dispozice pro výměnu kationtů nebo aniontů je závislá na povrchovém náboji a na pH vody. Mezi „jílovými minerály“ a složkami rozpuštěnými ve vodě dochází k iontové výměně³.

2.2 Povrchové vody

Do této kategorie řadíme veškeré vody, které se přirozeně vyskytují na zemském povrchu. Dále se člení na povrchové **vody kontinentální** a **mořskou vodu**. Kontinentální povrchové vody, které jsou pro vodárenské využití v našich podmínkách aktuální, se dále dělí na tekoucí (toky) a vody stojaté (přehrady, jezera, rybníky). Vznik povrchových vod se může dít následujícími způsoby:

**vznikem z vod atmosférických (srážky),
z vod podzemních (vodní toky),
kombinace obou způsobů.**

³Srov. PITTEK, P., *Hydrochemie*, s. 236

Obečně platí, že atmosférické vody jsou mnohem méně mineralizované než vody podzemní, protože u nich nedochází tolik ke styku s horninami a povrchem země a tudíž neprobíhají procesy jako vyluhování a rozpouštění. Tyto vody jsou naopak bohatší na kyslík a plyny celkově, které získávají stykem s atmosférou.

3. Složení vod

3.1 Složení povrchových vod

Chemické složení vod povrchových bývá zásadně ovlivňováno jednak geologickými a klimatickými poměry konkrétní lokality. Další z dějů ovlivňujících složení povrchových vod mineralizace, obvykle roste s přibývajícím délkou vodního toku. Voda povrchová je také během posledního století ovlivněna významně činností antropologickou, kam patří hlavně zemědělská činnost nebo průmysl těžební a dobývání rud. Z tohoto důvodu je zde vyšší výskyt zejména síranů, dusičnanů a sodných iontů. PH a tlumivá kapacita vody může být v konkrétních lokalitách ovlivněna také kyselými dešti. Povrchové vody jsou více okysličené, než tomu bývá u podzemních vod, takže obsahují chemické složky v oxidované formě. Teplota je více proměnlivá a kolísá ve větším intervalu na rozdíl od teplotně stabilnější podzemní vody. Přítomnost volného oxidu uhličitého (CO_2) je v menších koncentracích na rozdíl od výskytu různých mikroorganismů. Tyto mikroorganismy je možné dělit na skupiny podle jejich výskytu na katarobní (vyskytují se v čistých nezávadných vodách) a saprobní (vyskytují se ve více či méně znečištěné vodě)⁴. Z hlediska procesů úpravy vody má význam výskyt huminových kyselin a fulvokyselin, které se do povrchových vod dostávají hlavně při procesu vyluhování rašelinných půd z horních toků řek. Tyto látky jsou organického charakteru, nesou karboxylové nebo hydroxylové funkční skupiny, mají schopnost tvořit koloidy a organicky vázat kovy (Fe, Al), což činí problémy při úpravě vody. Co se týká celkové mineralizace, je tato menší než u vod podzemních a tvrdost vody (koncentrace Ca^{2+} a Mg^{2+} iontů) je nižší u povrchových vod. Specifická situace nastává u nádrží vybudovaných pro kumulaci vody pro úpravu, kde jsou pro účely odběru zařízení (věže) s možností čerpat vodu z různých hloubek přehrady z důvodu jejího odlišného složení, závisajícího na hloubce. S hloubkou klesá rapidně obsah kyslíku, čímž dochází ke změně složení i procesů probíhajících ve vodě.

⁴ Srov. ŽÁČEK, L., *Příručka pro kontrolu a řízení provozu úpraven vody*, s. 29

3.2 Složení podzemních vod

Obecnými podmínkami, které ovlivňují složení podzemních vod jsou zejména druhové složení půdy a výskyt rud a minerálů, které jsou následně do vod vyluhovány. Na rozdíl od vod povrchových je v podzemních stabilnější teplota, vyšší koncentrace agresivního oxidu uhličitého a tyto vody jsou obecně více mineralizované. Koncentrace volného kyslíku má s přibývajícím hloubkou klesající hodnoty. V povrchových vrstvách se kyslík ještě nachází, ale ve větších hloubkách jsou v podzemních vodách anaerobní podmínky. To má dopad na zvýšený obsah hydrolyzujících solí kovů, z nichž největší význam mají z hlediska vodárenských procesů železo (Fe) a mangan (Mn). Sloučeniny těchto dvou kovů se v těchto podmínkách vyskytují ve svých redukováných formách, které jsou ve vodě rozpustné, což je důležitá skutečnost právě z hlediska metody jejich redukce ze surové vody. Tyto kovy jsou tedy v iontové a ve vodě rozpustné formě jako Fe^{2+} , Mn^{2+} . Protože proces separace a účinnosti filtrace železa ze surové podzemní vody na přípustnou mez stanovenou pro pitnou vodu je podstatou této práce, budu se v této kapitole dále ještě věnovat zvláště výskytu manganu a hlavně železa.

Mangan a železo se v podzemních vodách prostých přirozeně vyskytují většinou ve zdravotně nezávadných koncentracích a větší obsah je obvyklý pouze v okolí rudných nalezišť (sulfidických rud). Přestože jde v obou případech o biogenní prvky, musí se jejich koncentrace v pitné vodě redukovat na koncentrace, které vyhovují naší normě (viz Požadavky na pitnou vodu). Jde zde především o to, že oba kovy (Fe, Mn) i při nízké koncentraci pod mezí ohrožující lidské zdraví, mají negativní sensorické vlastnosti-především chuť (železitá voda). Železo (Fe) se v půdách nejčastěji vyskytuje ve formách rud, jako například pyrit (FeS_2), magnetovec (Fe_3O_4), krevel (Fe_2O_3) nebo siderit (FeCO_3). Kromě těchto rud je železo obsaženo v hlinitokřemičitanech⁵. Významným způsobem napomáhá k rozpouštění a tudíž i k následnému uvolňování železa z těchto látek přítomnost oxidu uhličitého (CO_2), kyseliny sírové a také huminových kyselin, které jsou organického původu a s železem tvoří složité organické komplexní sloučeniny⁶. S procesy rozpouštění a uvolňování Fe souvisí jeho forma.

⁵ srov. PITTER, P., *Hydrochemie*, s. 104

⁶ srov. tamtéž, s. 105

Jde o formu železa ve vodě rozpuštěnou, nebo naopak ve vodě nerozpustnou. Nerozpustné formy železa jsou přítomné v prostředí, ve kterém je rozpuštěný kyslík. To je většinou ve vodách povrchových. Zde se železo vyskytuje v oxidačním stavu Fe^{3+} . To je jeho nejstabilnější forma. V těchto aerobních podmínkách se vyskytuje hlavně ve formě hydroxidu železitého ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) v pevném skupenství jako červenohnědá, jemná sraženina. Výše uvedený chemický vzorec ale ve skutečnosti neodpovídá realitě. Daná sloučenina železa neodpovídá stechiometrii a dá se popsat spíše jako hydratovaný oxid železitý odpovídající zápisu: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ ⁷.

V anaerobních podmínkách (bez přítomnosti kyslíku) se železo vyskytuje ve své dvojmocné formě (Fe^{2+}). V tomto stavu se jedná o rozpustné sloučeniny ve vodném roztoku. Z výše uvedeného je zřejmé, že pro účely úpravy vody je hlavní operací převod železa z jeho dvojmocné, ve vodě rozpustných forem vhodnou metodou na jeho formu trojmocnou, ve vodě nerozpustnou a separovatelnou. Nerozpustná forma v podobě jemné sraženiny $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ je z hlediska technologických postupů snáze oddělitelná za pomoci procesu filtrace, o kterém se podrobně zmíním v kapitole „úprava pitné vody“, přičemž sledování průběhu procesu filtrace za pomoci analytické metody stanovení obsahu železa je zároveň hlavní složkou praktické části této práce a je zásadní pro ověření hlavní hypotézy.

⁷ Srov. PITTER, P., *Hydrochemie*, s. 105

4. Požadavky na surovou vodu

Surová voda je prakticky vstupní a zároveň nejdůležitější surovinou v procesu výroby pitné vody. Z tohoto hlediska je tedy důležité stanovení jasných požadavků na její kvalitu obecně, z které vyplývá vhodnost vody z konkrétního zdroje pro určitý postup úpravy nebo její vhodnost pro úpravu vůbec. V surové vodě je tedy sledována celá řada fyzikálních a chemických parametrů. Tyto hodnoty jsou stanoveny s ohledem na to, že voda je v podstatě i z legislativního hlediska potravinou a je proto nutné vyloučit negativní působení chemických látek v ní obsažených na lidský organismus z dlouhodobého hlediska, vzhledem k tomu, že vodu pijeme celý život. V ČR jsou legislativně ukazatele jakosti surové vody a jejich „mezne hodnoty“ podle hlediska jejich kategorizace pro standartní metody úpravy vody surové na vodu pitnou vyjmenovány ve vyhlášce č. 428/2001 Sb., která je prováděcí vyhláškou k zákonu číslo 274/2001 Sb. o „vodovodech a kanalizacích“⁸. Tento dokument stanovuje čtyřicet sledovaných ukazatelů pro vodu povrchovou. Pro podzemní vody je stanoven stejný počet ukazatelů, ale navíc přibývají limity pro sulfan (H₂S), mangan (Mn), a železo (Fe). Železem (Fe) se zabývá jakožto parametrem zásadním pro hodnocení kvality upravované vody v podmínkách procesu filtrace ve sledované úpravě vody.

Kategorie kvality surové vody: Dle tabulkového přehledu sledovaných parametrů uvedeného dále v textu, je surová voda povrchová i podzemní rozčleněna do tří kategorií, které jsou potom určující hlavně pro to, jakým způsobem bude surová voda upravována. Standartní metody úpravy vody uvádí opět zákon č. 274/2001 Sb. v prováděcí vyhlášce č. 428/2001 Sb. ve znění vyhlášky č. 146/2004 Sb. – konkrétně v příloze 13. **Kategorie surové vody: A1, A2, A3**

A1: Probíhá jen jednoduchá „fyzikální“ úprava a hygienické zabezpečení (desinfekce). Rychlofiltrace a desinfekce, nebo jednoduchá písková filtrace, úprava pH a chemické nebo mechanické „odkyselení“ (redukce CO₂) nebo odstranění dalších plynných složek provzdušňováním.

A2: Pro tuto kategorii je doporučena „běžná“ fyzikální úprava, úprava chemická plus následná desinfekce. Konkrétně procesy filtrace, koagulační filtrace, infiltrace, pomalé

⁸ Srov. Zákon o vodovodech a kanalizacích, č. 274/2001 Sb.

biologické filtrace, flokulace, sedimentace, jednostupňové popřípadě dvoustupňové odmanganování nebo odželezňování desinfekce.

A3: Zde je již potřebná „intenzivní“ fyzikální a chemická úprava, úprava rozšířená spolu s následným hygienickým zabezpečením. Procesy: usazování, flokulace, koagulační filtrace, filtrace, chlorování do „bodu zlomu“, adsorpce za pomoci aktivního uhlí, hygienické zabezpečení ozonizací a dochlorování, které má již čistě desinfekční⁹.

Tabulka č. 1) **Ukazatele jakosti surové vody „Povrchové“**¹⁰

číslo	Ukazatel	Jednotka	A1	A2	A3
			mezní	mezní	mezní
1	reakce vody	PH	6,5-9,5	5-6,5 9,5-10	<5, nebo <10
2	Barva	mg/l Pt	20	100	200
3	Nerozpuštěné látky	mg/l	10	10	10
4	Teplota	°C	20	25	25
5	Konduktivita	mS/l	125	125	125
6	Pach	stupeň	příjemný		nepříjemný
7	Dusičnany	mg/l	50	50	50
8	Fluoridy	mg/l	1,5	1,5	1,5
9	AOX	mg/l	0,01	0,02	0,03
10	Železo celkové	mg/l	0,2	1	2
11	Mangan	mg/l	0,05	0,5	1,5
12	Měď	mg/l	0,05	0,05	0,1
13	Zinek	mg/l	3	5	5
14	Bor	mg/l	1	1	1
15	Beryllium	mg/l	0,002	0,002	0,002
16	Nikl	mg/l	0,02	0,03	0,03
17	Arsen	mg/l	0,01	0,01	0,02
18	Kadmium	mg/l	0,005	0,005	0,005
19	Chrom celkový	mg/l	0,05	0,05	0,05
20	Olovo	mg/l	0,01	0,025	0,05
21	Selen	mg/l	0,01	0,01	0,01
22	Rtuť	mg/l	0,001	0,001	0,001
23	Kyanidy veškeré	mg/l	0,05	0,05	0,05
24	Sírany	mg/l	250	250	250
25	Chloridy	mg/l	100	100	250

⁹ Srov. STRNADOVÁ, N., *Studijní materiály-pitná voda*, s. 24

Číslo	Ukazatel	Jednotka	A1	A2	A3
			mezní	mezní	mezní
26	Tenzidy aniontové	mg/l	0,2	0,2	0,5
27	Uhlovodíky C10-C40	mg/l	0,1	0,1	0,1
28	PAU	g/l	0,1	0,1	0,2
29	Pesticidy celkem	g/l	0,5	0,5	0,5
30	CHSK Mn	mg/l	3	10	15
31	BSK ₅ při 20°C	mg/l	3	5	7
32	Amonné ionty	mg/l	0,5	1	3
33	TOC	mg/l	5	7	10
34	Huminové látky	mg/l	2,5	5	8
35	Koliformní bakterie	KTJ/100ml	50	5000	50000
36	Termotolerantní KB	KTJ/100ml	20	2000	20000
37	Enterokoky	KTJ/100ml	20	1000	10000
38	Mikroskopický obraz	jedinci/ml	50	3000	10000
39	Pesticid jednotlivý	µg/l	0,1	0,1	0,5
40	Hliník	mg/l	0,2	1	2

Tabulka č. 2) Ukazatele jakosti podzemní vody¹¹

Pro surovou vodu podzemní platí stejné limity i výčet položek, ale navíc přibývají tyto:					
Ukazatel	Jednotka	A1	A2	A3	
Železo	mg/l	0,2	5	20	
Mangan	mg/l	0,05	1,0	2,0	
Sulfan	mg/l	Platí limity pachu			

Vysvětlivky k tabulce č. 1

AOX: Adsorbovatelné organicky vázané halogeny

PAU: Polycyklické aromatické uhlovodíky

CHSK, BSK: Chemická respektive biochemická spotřeba kyslíku

TOC: Celkový organický uhlík, KTJ: Kolonie tvořící jednotka

¹⁰ Srov. Vyhláška č. 428/2001 Sb.

¹¹ Srov. tamtéž.

Tabulka č. 3) **Podíl zdrojů surové vody dle kategorií (A1,A2,A3) v ČR v %** ¹²

Kategorie dle vyhlášky č. 428/2001 Sb.	Povrchové zdroje	Podzemní zdroje
A1	8	77
A2	54	9
A3	38	14

¹² Srov. ŽÁČEK, L., *Příručka pro kontrolu a řízení provozu úpraven vody*, s. 43

5. Požadavky na pitnou vodu

V předchozí kapitole je popisován souhrn požadavků na surovou vodu, kterou můžeme z hlediska procesu výroby obecně označit jako „vstupní materiál“. Na tento vstup podle jeho vlastností definovaných v kategoriích jakosti surové vody musíme působit vhodnými postupy a procesy fyzikálními, mechanickými, chemickými nebo nejčastěji jejich vzájemnou kombinací, abychom získali požadovaný „výstup“ v podobě pitné vody.

Z hlediska nepostradatelnosti a její každodenní a vlastně celoživotní potřebě konzumace jsou na pitnou vodu opodstatněně kladeny náročné požadavky, co se jejího chemického složení a kvality obecně týká. Je zde důležitý jednak aspekt dostatečné úpravy vody na požadované a doporučené hodnoty a jednak na vyhovující „hygienické zabezpečení“ neboli desinfekci, která je důležitá pro to, aby se mikrobiologicky nezávadná pitná voda jako finální produkt dostala prostřednictvím vodovodní sítě ke koncovým spotřebitelům. Z hlediska závazné legislativy stanovuje v ČR požadavky na pitnou vodu vyhláška č. 252/2004 Sb: „Hygienické požadavky na pitnou vodu a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody“. Je stanoveno celkem 62 sledovaných ukazatelů fyzikálních, chemických, organoleptických, mikrobiologických a ukazatelů radioaktivity.

Definice pojmů „přípustných hodnot“ jednotlivých ukazatelů v pitné vodě

- Mezní hodnota (MH): Hodnota, jejíž překročení ještě nepředstavuje akutní zdravotní riziko.
- Nejvyšší mezní hodnota (NMH): Její překročení vylučuje používat vodu jako pitnou (pokud orgán ochrany zdraví neurčí jinak).
- Doporučená hodnota (DH): Jedná se o „nezávaznou“ hodnotu daného ukazatele jakosti. Zpravidla se jedná o doporučenou „minimální koncentraci“ nebo „optimální rozmezí“. S doporučenou hodnotou se operuje například u obsahu vápníku (Ca) a hořčíku (Mg) [tvrdost vody].
- Kolonie tvořící jednotka (KTJ): Sledovaný parametr mikrobiologických ukazatelů (nárůst bakterií ve 100ml roztoku na živném gelu za 1-5 dnů).

Tabulka č. 4) „Ukazatele jakosti pitné vody mikrobiologické a biologické“¹³

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnoty	Typ limitu
Clostridium perfringens	KTJ/100 ml	0	MH
Enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH
Enterokoky	KTJ/250 ml	0	NMH
Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	NMH
Escherichia coli	KTJ/250 ml	0	NMH
Koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	MH
Mikroskopický obraz „Abioseston“	%	10	MH
MO“ počet organismů“	Jedinci/ml	50	MH
MO „živé organismy“	Jedinci/ml	0	MH
Počty kolonií při 22 ⁰ C	KTJ/ml	500	MH
Počty kolonií při 22 ⁰ C	KTJ/ml	100	NMH
Počty kolonií při 36 ⁰ C	KTJ/ml	20	MH
Počty kolonií při 36 ⁰ C	KTJ/ml	20	NMH
Pseudomonas aeruginosa	KTJ/250 ml	0	NMH

Vzhledem k velkému počtu fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů pro pitnou vodu je jejich výčet v následujícím přehledu omezen na ty, které jsou obecně nejvíce sledovány z hlediska jejich nebezpečnosti nebo jsou často se vyskytujícími faktory z hlediska problematiky úpravy vody. Ostatní parametry a ukazatele jsou opět stanoveny vyhláškou č. 252/2004 Sb.

¹³ Srov. Vyhláška č. 252/2004 Sb.

Tabulka č. 5) „Pitná voda – fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele“¹⁴

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnoty	Typ limitu
Barva	mg/l Pt	20	MH
PH	-	6,5 – 9,5	MH
Pach	-	Přijatelný	MH
Amonné ionty NH ₄ ⁺	mg/l	0,5	MH
Benzen	μg/l	1,0	NMH
Dusičnany NO ₃ ⁻	mg/l	50	NMH
Dusitany NO ₂ ⁻	mg/l	0,5	NMH
Konduktivita	ms/m	125	MH
Chuť	-	přijatelná	MH
CHSK _{Mn}	mg/l	3,0	MH
Zákal	ZF(t,n)	5,0	MH
Chlor volný (Cl ₂)	mg/l	0,3	MH
Al (hliník)	mg/l	0,2	MH
Mg (hořčík)	mg/l	10	MH
Ca (vápník)	mg/l	30	MH
Mg (hořčík)	mg/l	20-30	DH
Ca (vápník)	mg/l	40-80	DH
Mn (mangan)	mg/l	0,05	MH
Fe (železo)	mg/l	0,2	MH
Vápník, hořčík	mmol/l	2-3,5	MH
Sírany	mg/l	250	MH
Pesticidy	μg/l	0,1	NMH
Pb (olovo)	μg/l	25/10	NMH
Trihalomethany	μg/l	100	NMH

¹⁴ Srov. Vyhláška č. 252/2004 Sb.

6. Úprava pitné vody

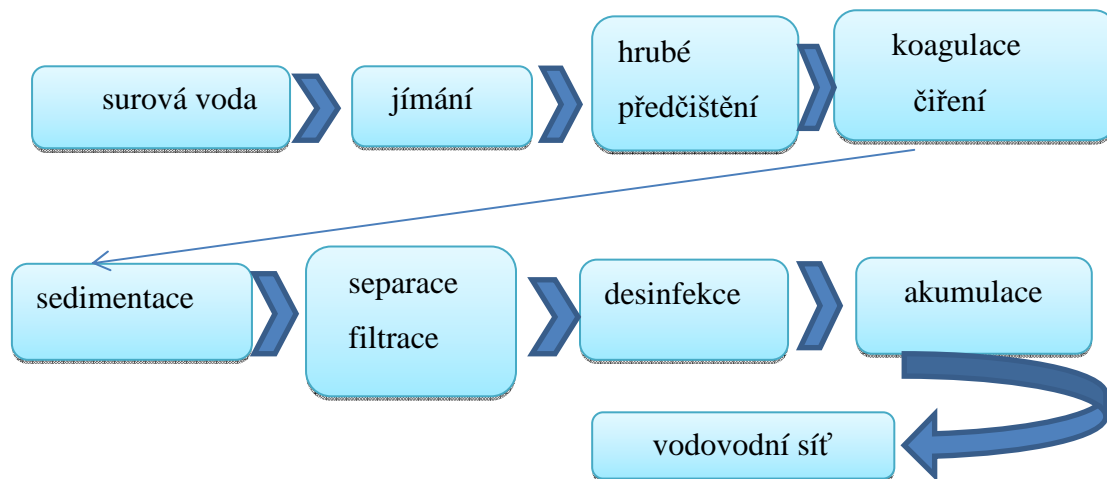
Procesy a postupy nezbytné pro dosažení požadovaného složení a vlastností pitné vody odpovídajícího hodnotám ve vyhláškách uvedených v předchozí kapitole.

6.1 Obecné procesy a blokové schéma úpravy vody

Úprava vody je proces, ke kterému je nutné přistoupit z toho důvodu, že v mnoha případech voda, která je čerpána nebo jinak odebírána ze zdrojů podzemních nebo povrchových, neodpovídá svými chemickými, fyzikálními, bakteriologickými nebo organoleptickými vlastnostmi stanoveným normám, nebo požadavkům jednotlivých odběratelů.

Na požadované nebo vyhovující vlastnosti je voda upravována za pomoci mechanických, chemických a biologických postupů, nebo jejich vzájemnou kombinací v zařízeních (vodohospodářských stavbách) zvaných úpravny vody.

V následujícím textu uvádím obecný, všeobecně poplatný postup při úpravě vody surové na vodu pitnou, přičemž technologie úpravy je vždy individuálně navrhována na místní podmínky- zejména podle chemického složení a fyzikálních vlastností odebírané surové vody, která je upravována. Praktický dopad této skutečnosti je ten, že technologický postup konkrétní úpravy může zahrnovat všechny kroky úpravy, nebo pouze některé z uvedených v obecném blokovém schématu úpravy vody:



obr. č. 1) Blokové schéma úpravy vody ¹⁵

¹⁵ Vlastní zpracování

Na výběr technologie pro úpravu vody má tedy zásadní vliv to, z jakého zdroje bude surová voda odebírána a jaké bude tudíž její složení. Pro výběr zdroje vody jsou v ČR preferovány v zásadě dvě možnosti: a) podzemní vody, b) povrchové vody z horních toků. Teprve nejsou-li k dispozici v dané lokalitě v dostatečném množství a jakosti vody z těchto zdrojů, bývá využívána jako zdroj méně kvalitní voda z dolních toků řek, což je ale ekonomicky i technologicky nákladnější¹⁶. Volba technologie úpravy a návrh úpravny vody musí zohlednit především tři faktory:

- 1) Požadavek norem pro výstupní produkt, pitnou vodu, z hlediska kvality.
- 2) Zohlednit potřebu-množství vody požadované pro danou lokalitu (výkon).
- 3) Upravovat vodu efektivně a v rámci ekonomické únosnosti.

Může dojít k situaci, kdy i za použití náročné několikastupňové úpravy nebude voda použitelná jako pitná. Z tohoto důvodu se za limitní hodnotu vhodnosti vody pro proces úpravy považuje „oxidovatelnost“ (CHSK) do 15mg/l nebo vyšší koncentrace látek obtížně běžnými a ekonomicky únosnými metodami. Mezi tyto látky patří především organické látky jako fenoly, pesticidy nebo tenzidy a ropné látky obecně. Z anorganických sloučenin jde hlavně o dusičnany a těžké kovy. Větší koncentrace těchto sloučenin jsou často limitujícím faktorem při výběru zdroje vody¹⁷. Ekonomicky efektivně lze nejčastěji, a v praxi se tak skutečně děje, odstraňovat ze surové vody oxid uhličitý, mangan, železo, amoniakální dusík (NH_4^+), dusitany, sirovodík a menší koncentrace těžkých kovů¹⁸. Technologii úpravy lze odhadnout na základě výsledků rozboru zdroje dle základních ukazatelů – výskyt určitých látek nebo jejich různých forem bývá totiž navzájem závislý nebo úměrný: PH – obsah volného CO_2 , obsah manganu a železa koncentrace iontů NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , obsah kyslíku a koncentrace Fe a Mn, obsah H_2S ku Fe a Mn, obsah vápenatých a hořečnatých iontů a koncentrace síranů (SO_4^{2-}) mineralizace vs. rozpouštění, obsah chloridových iontů (Cl) korespondující s koncentrací sodíku spolu s draslíkem (Na, K).

¹⁶ Srov. ŽÁČEK, L., *Chemické a technologické procesy úpravy vody*, s. 34

¹⁷ Srov. tamtéž, s. 36

¹⁸ Tamtéž

Mezi koncentrací hydrogenuhličitanů, obsahem Ca^{2+} a Mg^{2+} iontů a koncentrací oxidu uhličitého existuje vzájemná závislost, kterou vystihuje Tillmansova křivka¹⁹.

6.2 Fyzikální a chemické procesy úpravy vody

Následující část popisuje nejčastěji se vyskytující využívané metody a procesy při úpravě vody v našich úpravárnách. Tyto metody lze podle jejich povahy dělit následovně:

Fyzikální: sedimentace, filtrace, absorpce a adsorpce.

Chemické: hydrolýza, oxidace, chemisorpce, tvorba nerozpustných solí.

Hydraulické: zejména tvorba nerozpustných vloček za pomoci míchání.

Biologické: pomalá biologická filtrace, denitrifikace, metody Vyredox²⁰.

Přičemž základními, nejčastěji používanými technologickými procesy úpravy jsou:

Sedimentace, aerace, čiření, oxidace, filtrace, sorpce a desinfekce (hygienické zabezpečení).

6.2.1 Hrubé předčištění

Jedná se v podstatě o odstraňování mechanických nečistot ze surové vody, většinou již přímo v místě odběru vody, z důvodu ochrany armatur a čerpacího zařízení před poškozením. Týká se vody odebírané z povrchových zdrojů (nádrží a přehrad), kde se za použití různě jemných česlí nebo sítí odstraňují mechanické nečistoty a naplaveniny.

Podzemní voda proniká do vertikálních vrtů, nebo studní, infiltrací přes vnější štěrkové lože a obsyp s okolní zvodnělé vrstvy a proto toto mechanické předčištění nepotřebuje.

Nejčastěji používané zařízení pro předčištění jsou česle dělené dle velikosti mezer na:

- hrubé (100 mm),
- střední (25-50 mm),
- jemné (2-5 mm).

¹⁹ Srov. ŽÁČEK, L., *Chemické a technologické procesy úpravy vody*, s. 247

²⁰ Srov. ŽÁČEK, L., *Příručka pro kontrolu a řízení provozu úpraven vody*, s. 32

6.2.2 Sedimentace (usazování)

Může být zařazeno jako stupeň předčištění vody od nerozpuštěných suspendovaných látek. Funguje na principu gravitace- dochází k usazení pevných částic v kapalině vlivem gravitačního pole, kde na usazující částice působí tři síly: gravitační, vztlaková a síla odporu prostředí, kde při ustanovené rovnováze platí:

$$F_G = F_v + F_r$$

Pro rychlost usazování platí, že je funkcí průměru a hustoty usazované částice, součinitele odporu prostředí a hustoty kapaliny, v níž částice sedimentuje, kde pro částice blížící se kulovitého tvaru lze použít Stokesův zákon a pro obecnější nepravidelný tvar částice a turbulentní charakter pohybu částic, vztah Newtonův²¹. Jako technických zařízení pro sedimentaci se používají buď usazovací nádrže s horizontálním, nebo vertikálním průtokem. Nádrže s horizontálním průtokem jsou náročné na prostor, protože v závislosti na průtoku mohou být dlouhé několik desítek metrů. Polydisperzní suspenze ve vodě mohou tvořit „zrnitý kal“, který nemá tendenci se během sedimentace agregovat do větších celků a jehož usazovací rychlost je konstantní nebo „vločkový kal“, který naopak při svém pohybu zvětšuje objem během shlukování částic a jehož usazovací rychlost je proměnná²².

Proces usazování je často využíván při separaci vytvořených vloček a doplňuje tak čiření, jehož popis následuje v dalším oddíle.

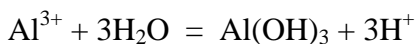
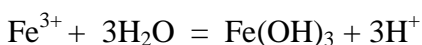
6.2.3 Čiření (koagulace)

Zde se jedná o fyzikálně-chemický proces, který slouží většinou k separaci obtížně sedimentujících látek (koloidů). Tyto látky mohou být původu organického (humáty, bílkoviny, barviva), nebo anorganického (sraženiny, mikroskopické jílové částice). Tyto látky jsou v provozních podmínkách neoddělitelné za pomoci pouhé sedimentace nebo filtrace z důvodu velmi malé velikosti částic (1nm-1μm) a je proto nutné je procesem koagulace sdružit do větších agregátů, které lze již výše uvedenými postupy separovat z vody.

²¹ Srov. ŽÁČEK, L., *Příručka pro kontrolu a řízení provozu úpraven vody*, s. 52

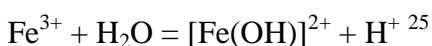
²² Srov. tamtéž, s. 259

Princip této metody spočívá v dávkování solí trojmocného železa nebo hliníku do vody (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Zde tyto soli hydrolyzují podle obecného schématu za vzniku hydroxidů²³.



Hydrolyzou vyloučené vodíkové ionty reagují s hydrogenuhličitanem obsaženými ve vodě dle rovnice: $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ čímž dochází k poklesu pH. Hydrolyza je monomolekulární reakce, probíhající poměrně rychle a závisící na pH a teplotě²⁴.

V další fázi procesu koagulace dochází k adsorpci iontů na povrchu vzniklého hydroxidu. Na hydroxidu železitém nebo hlinitém se přednostně sorbují ionty Fe_3^+ a Al_3^+ a z aniontů hlavně sírany (SO_4^{2-}). Tato adsorpce probíhá velmi rychle a tím více, čím větší je koncentrace a mocenství iontů. Hydroxidy přidaných solí (Fe, Al) tvoří dále „hydrolytické meziprodukty“ polyhydroxikomplexy, které nesou kladný elektrický náboj:



Tyto kladně nabitě hydrolytické produkty koagulují (tvoří agregáty) s částicemi nečistot ve vodě, které mají koloidní povahu. Tyto nečistoty jsou většinou nositelem záporného elektrického náboje, který vzniká vlivem disociace funkčních skupin (v huminových kyselinách COOH , OH), nebo adsorpcí iontů z okolní kapaliny. Tím dochází ke vzniku druhé vrstvy s opačným nábojem na původní částici. Vzniká elektrická dvojvrstva složená z vnitřní a vnější vrstvy. Vnitřní je s původním jádrem pevně spojena, zatímco vnější (Sternova) je pohyblivá a tím dochází ke vzniku elektrokinetického potenciálu zvaného „zeta potenciál“.

Tato veličina má velký význam pro proces koagulace, protože charakterizuje stabilitu koloidů ve vodách²⁶. Základním dějem při čiření je tak tvorba agregátů na principu elektrostatických sil hydrolytických produktů koagulantu (solí Fe^{3+} , Al^{3+}) se záporně nabitými koloidními nečistotami (humáty, jíly a bentonity).

²³ Srov. ŽÁČEK, L., *Příručka pro kontrolu a řízení provozu úpraven vody*, s. 48

²⁴ Srov. tamtéž, s. 49

²⁵ Srov. PITTER, P., *Hydrochemie*, s. 63

²⁶ Srov. tamtéž, s. 83

Fáze při průběhu čiření vody:

- 1) koagulace, dávkování koagulantu, homogenizace, rychlé míchání,
- 2) flokulace, dávkování flokulantu - nárůst vloček, dávkování zatěžkávacích látek pro lepší sedimentaci (mikropísek, polymery, bentonit),
- 3) agregace-nárůst vloček, pomalé míchání,
- 4) separace pomocí sedimentace, filtrace ve vločkovém mraku nebo flotace.

Praktické provedení zařízení pro čiření (čiřičů) dělíme podle charakteru průtoku:

- a) s rovnoměrným průtokem (s dokonalým vznášením vločkového mraku),
- b) s nerovnoměrným průtokem (nedokonalé vznášení vločkového mraku).

6.2.4 Odželezňování vody

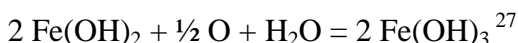
Zvýšená koncentrace železa ve vodě způsobuje typické hnědočervené zbarvení vody, zápach a typickou pachuč. Technické problémy takto zatížená voda způsobuje tím, že zanáší potrubí a jiná zařízení ikrusty a usazeninami, které omezují průtok nebo funkci. Z těchto důvodů je nutné nadlimitní koncentrace železa ve vodě snižovat. Ačkoli používaných metod je několik, v principu jde vždy o „oxidaci“ dvojmocného železa (Fe^{2+}) na železo trojmocné (Fe^{3+}). Dvojmocné sloučeniny železa jsou většinou v podzemních vodách v anaerobních podmínkách bez přítomnosti kyslíku a to ve vodě rozpustných formách. Cílem tohoto procesu je pomocí oxidace převést železo na vyšší oxidační stupeň, ve které tvoří sloučeniny ve vodě nerozpustné, které lze z vody separovat pomocí filtrace a tím snížit jeho konečnou koncentraci na stanovenou mez.

Pro oxidaci železa se ve vodárenství používají různá oxidační činidla, nebo preparované písky (filtrační materiály preparované hlavně MnO_2) s katalytickými účinky (Birm, Pyrolox, zeolit).

Nejčastější je oxidace pomocí chloru-plynného nebo jako chlornanu sodného podle rovnic: (rozpuštění chloru ve vodě)



oxidace železa



²⁷ Srov. ŽÁČEK, L., *Chemické a technologické procesy úpravy vody*, s. 169

Tato reakce je velmi rychlá a probíhá již od pH 5 a s rostoucím pH roste reakční rychlost. Oxidace pouze chlorem je využívána buď v prvním separačním stupni úpravy, nebo je-li z vody potřeba odstranit pouze železo, což je případ úpravy na ÚV Malešov.

Dalším oxidačním činidlem, které je též používáno v praxi pro odstraňování železa i manganu, je ozon (O_3). Působení ozonu je efektivní zejména při oxidaci ve vodě rozpustných sloučenin manganu a železa, které je vázáno v organických komplexech s huminovými kyselinami, a kde koloidy, které tyto organické látky tvoří, brání tvorbě vloček (sraženiny) hydratovaného oxidu železitého.

Ozon se musí vyrábět a aplikovat přímo na úpravárnách, protože jej z důvodu nestability nelze skladovat. Výroba probíhá buď pomocí výboje elektrického napětí oxidací vzdušného kyslíku, nebo z čistého kapalného kyslíku. Principem ozonizace je děj, při němž se molekula ozonu (O_3) rozpadá na kyslík (O_2) a atomární kyslík ve stavu zrodu. Atomární kyslík (O^{\cdot}) má velice silné oxidační účinky.

6.2.5 Filtrace

Obvykle bývá posledním technologickým krokem před hygienickým zabezpečením. Zároveň jde o nejdůležitější proces z hlediska výstupní kvality vody. Při tomto procesu dochází k zachycování jemných disperzí ve vodě průchodem porézním prostředím, přičemž tyto dispergované částice jsou ve vodě obsaženy přirozeně, nebo byly do separovatelného stavu převedeny předchozími procesy (čištěním nebo oxidací).

Ve vodárenství jsou často používány zejména dva druhy filtrace. Filtrace pomalá, probíhající v tenké povrchové vrstvě (koláčová-bio filtrace) a filtrace objemová, kde fungují tři hlavní principy k zachycování suspendovaných látek: svezovací, usazovací a čířící. Hlavní význam pro fungování objemové filtrace má velikost adheze suspenze na zrnech filtračního materiálu (filtrační náplně). Jde zde o přitažlivé síly-slabé molekulární interakce (Van der Waalsovy síly), díky kterým se částice suspenze zachycují na povrchu filtračního materiálu. Z tohoto důvodu také dochází k zachycení částic, které mají menší velikost, než je mezerovitost mezi zrny filtračního materiálu ²⁸.

²⁸ Srov. ŽÁČEK, L., *Příručka pro kontrolu a řízení provozu úpraven vody*, s. 54

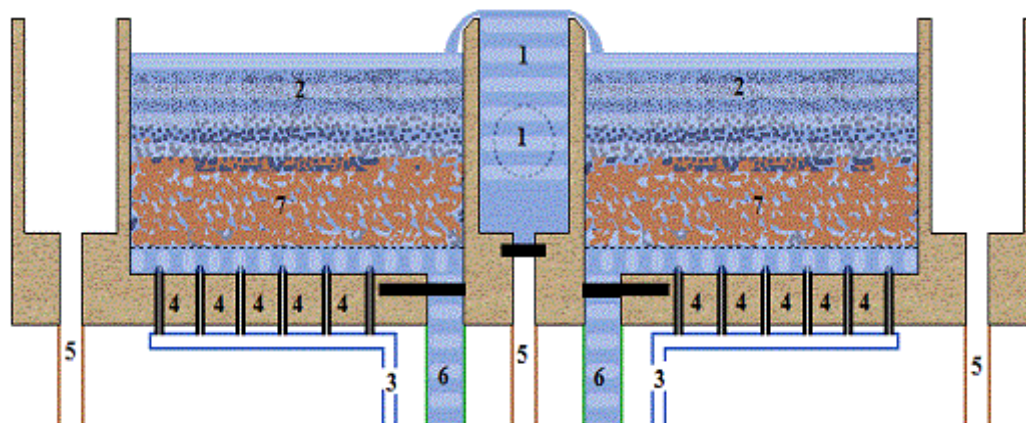
Ulpívání suspenze na zrnech filtračního lože se tedy uskutečňuje díky přitažlivým silám, protože suspenze (separovaná vysrážená látka např. $\text{Fe}(\text{OH})_3$) má kladný elektrický náboj, kdežto zrna křemičitého písku mají náboj záporný.

Parametry zásadně ovlivňující filtrační proces:

- druh a koncentrace suspendovaných látek,
- výška filtračního lože,
- filtrační rychlost (m/h).

Pomalá filtrace- má bioaktivní vrstvu na povrchu, je vhodná pro surovou vodu méně znečištěnou, pro menší požadované výkony úpraven. Je také náročná na zastavěnou plochu a investiční náklady. Nevýhodou je diskontinuální provoz. Zanesený povrch filtru-filtrační koláč, je nutno pravidelně mechanicky odstraňovat.

Objemová filtrace - prováděná pomocí pískových rychlofiltrů, má větší průmyslový význam z důvodu rychlosti procesu, většího výkonu a možnosti rychlé regenerace filtrů pomocí **pracího procesu**, který se realizuje před stavem „kolmatace“, kdy filtrační náplň strácí schopnost zachycovat suspendované látky z filtrované vody a hrozilo by tím zhoršení kvality filtrátu. Náznorné schéma typu pískového rychlofiltru, který byl předmětem měření na úpravně Malešov, uvádím na obrázku níže.



Legenda:
1- nátok , 2-filtrovaná voda, 3-odvod filtrátu, 4-trysky
5-odpadní armatura , 6- vstup prací vody , 7-písek

Obr. č. 2) Pískový rychlofiltr²⁹

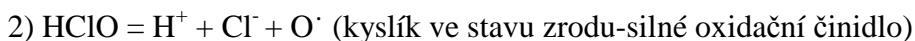
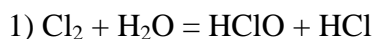
²⁹ Vlastní zpracování

6.2.6 Hygienické zabezpečení

Hygienické zabezpečení bývá posledním krokem úpravy vody a realizuje se většinou před vstupem vody do akumulární nádrže úpravní, odkud je následně čerpána a potrubím dopravována do vodojemů. Cílem desinfekce vody je eliminace nežádoucích mikroorganismů, které by mohly potenciálně ohrožovat lidské zdraví. Takto hygienicky zabezpečená voda si svoji desinfekční schopnost zachovává po určitou dobu. Tato vlastnost závisí hlavně na volbě použitého desinfekčního prostředku. Nejčastěji používaným a nejdéle známým desinfekčním prostředkem pro hygienické zabezpečení vody je plynný chlor (Cl_2).

Chlor

Plynný chlor se rozpouští disproportcionálně ve vodě dle této rovnice:



Nevýhodou chlorace je krátká doba, po kterou hygienické zabezpečení účinkuje.

Postup je vhodný při dopravě upravené vody na krátké vzdálenosti.

Oxid chloričitý

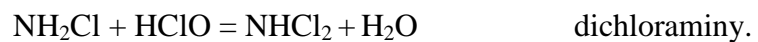
Má větší schopnost eliminovat mikroorganismy než chlor. Nevýhodou je jeho menší stabilita, kvůli které jej nelze skladovat, ale musí se v generátorech vyrábět přímo v místě použití, což zvyšuje investiční náklady tohoto způsobu desinfekce. Pozor se musí dávat na kontrolu procesu, kvůli riziku vzniku vedlejších produktů při výrobě, toxických chloritanů. Výroba se uskutečňuje reakcí chloritanu sodného s chlorem, nebo chloritanu sodného s kyselinou chlorovodíkovou³⁰.

Chloraminace

Další možností, jak vodu hygienicky zabezpečit je chloraminace. Postupuje se následovně. Do upravené vody, do které již byl dávkován chlor při předchozí oxidaci, se přidává roztok amonné soli, nejčastěji síranu amonného. Dávkování je nutno stanovit experimentálně podle konkrétního provozu a složení vody. Výhodou této metody desinfekce je delší časová stálost, je vhodná na dopravu vody do vzdálenějších míst. Dalším plusem je menší tvorba THM jako vedlejších produktů desinfekce a schopnost likvidovat i parazitické prvoky.

³⁰ Srov. ŽÁČEK, L., *Příručka pro kontrolu a řízení provozu úpraven vody*, s. 61

Nevýhodou této metody je větší citlivost na změny parametrů vstupní surové vody a na změny teploty, což klade větší nároky na nastavení vhodné dávky síranu amonného a chloru. Z důvodu nižší účinnosti než u chlorace je zařazení chloraminace do technologie vhodné pro vody s menším bakteriologickým znečištěním a s nižší koncentrací organických látek (CHSK_{Mn} pod 1,5 mg/l). Delší účinek desinfekce je způsoben tím, že reakce chloraminace je vratná a po delší době dochází k rozpadu na výchozí látky a z chloraminů se generuje opět kyselina chlorná, jejíž reakce s vodou a desinfekční efekt byl popsán v předchozím textu. Reakce probíhá takto: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{HClO} = \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ chloraminy³¹,



Ozon, UV záření

Méně častými způsoby desinfekce vody používanými hlavně v poslední době jsou ozonizace vody nebo používání lamp s ultrafialovým světlem. Výhodou používání ozonu je, že na rozdíl od použití chloru nemohou vznikat trihalomethany a též velká účinnost při likvidaci mikroorganismů. Použití UV lamp je nutno technicky dotáhnout aby se využil jejich potenciál. U obou metod je nevýhodou daleko vyšší finanční náročnost, než u chlorace a chloraminace. Pro názornost uvádím, že například 1kg Chloru stojí zhruba 14 Kč a 1kg síranu amonného asi 5 Kč.

Konkrétně tedy na sledované úpravně, kde probíhá chloraminace je denní (24h) spotřeba: Cl_2 (200g/h) = 4,8 kg/den = 70 Kč,

spotřeba: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ = 7 kg/den = 35 Kč.

Z těchto skutečností je evidentní, že na těchto položkách se velké peníze ušetřit nedají a proto se můj experiment zaměřuje na efektivnější nakládání s vodou.

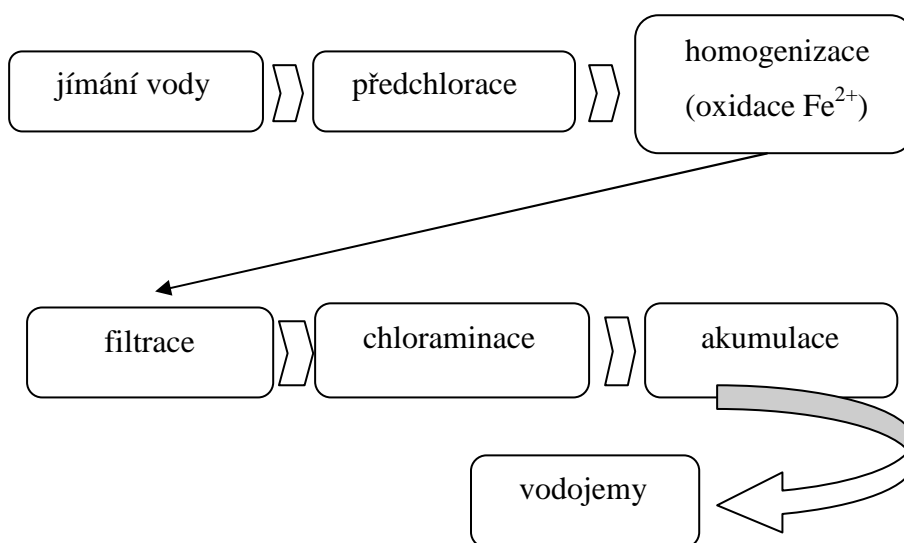
³¹ Srov. ŽÁČEK, L., *Příručka pro kontrolu a řízení provozu úpraven vody*, s. 60

7. Proces úpravy vody na ÚV Malešov

Cílem této kapitoly je seznámení s popisem prostředí, technologie a metod úpravy vody již v prostředí úpravny Malešov. Je to důležité z hlediska pochopení podmínek, ve kterých experiment možnosti prodloužení doby filtrace probíhal.

Úpravna vody Malešov zahájila zkušební provoz v roce 1985 jako součást projektu zásobování Ústí n/L pitnou vodou. Postupně byly zprovozněny jednotlivé zdroje podzemní vody (vertikální vrty) a spolu s tím docházelo k postupnému zprovoznění filtračních jednotek až do maximálního výkonu úpravny. Původní navrhovaný výkon úpravny byl 300 l/s, neboť výstavba byla realizována v době, kdy se plánoval další rozvoj a růst sídel. Tento výkon byl postupně od konce devadesátých let snižován až na současných 150 l/s při maximálním výkonu. Toto snížení výkonu je důsledkem rostoucí ceny vody datované od konce devadesátých let, společně s poklesem plošné bytové výstavby (viz kap. 9)

Blokové schéma úpravy vody Malešov:



Obr. č. 3) Blokové schéma ÚV Malešov³²

³² Vlastní zpracování

Zdrojem surové vody pro úpravu je podzemní voda, která je jímána mimo objekt úpravní vody ve vzdálenosti do 15 km. Vrtů, jímacích objektů je k dispozici celkem osm, přičemž jejich vydatnost se pohybuje od 8 l/s do 28 l/s. Jímaná voda je vysoké kvality, kategorie A2 (viz kap. 5). Obsahuje pouze nadlimitní koncentrace železa a je více mineralizovaná (vyšší tvrdost). Z toho důvodu dochází pouze k jednostupňové úpravě vody – odželezňování s následným hygienickým zabezpečením pomocí chloraminace.

Voda z vrtů je pomocí tří přívodních řádů dopravována do objektu úpravní. Uvnitř objektu jsou potrubí všech přívodních řádů zaústěna do trubní armatury světlosti DN 500, do kterého je přiváděn dávkovaný chlor. K míchání (homogenizaci) se surovou vodou dochází přímo v potrubí před přívodem vody na filtry v délce asi 25m. Voda s již vzniklou jemnou suspenzí trojmocného železa je dopravována na filtrační jednotky. Filtrů je šest a jsou umístěny paralelně po třech ve dvou souběžných řadách. Zde se jen poznámkou chci zmínit, že způsob přívodu vody na filtry byl také cílem pozorování, protože rozdělení potrubí na dvě větve ve tvaru písmena T je pro jednu větev o 1,5 m níže než pro druhou řadu filtrů. Na základě dedukce jsem na začátku měření předpokládal, že tato skutečnost může mít vliv na kvalitu a průběh filtrace, neboť to může ovlivňovat průtok a tím i důležitý parametr procesu filtrace – filtrační rychlost. Filtrů je nyní, z důvodu snížení objemu produkce vody, v provozu pouze pět, každý o filtrační ploše 49 m². Filtrační náplň je křemičitý písek o zrnitosti 1,1 – 1,6 mm, výška filtrační náplně je 1,6 m. V současnosti dodržovaná a zároveň původně navržená délka filtračního cyklu je 144 hodin, když výpočet doby filtračního cyklu vychází z koncentrace sušiny suspenze vysráženého hydroxidu železitého $c=3,5\text{g/m}^3$, kalové kapacity filtrační náplně $K=2\text{ kg/m}^3$ a výkonu úpravní danou přítokem surové vody Q ³³.

Přefiltrovaná voda je odváděna ze dna filtru tryskami, které zároveň slouží při regeneraci filtru pro přívod pracího vzduchu a vody, do sběrného potrubí. Na konci potrubí s filtrátem je zaústění dávkování síranu amonného, který před vstupem vody do akumulace reaguje s přebytkem chloru s oxidací železa za vzniku chloraminů, čímž dochází k desinfekci vody.

³³ Srov., *Provozní řád úpravní vody Malešov*, s. 31

8. Kalkulace, náklady a jejich členění

8.1 Kalkulace a náklady podniku

Kalkulace jsou nejvýznamnějším nástrojem, který „synteticky“ zobrazuje vzájemný vztah věcné a hodnotové stránky podnikání a pro jejich určení nám slouží všeobecný kalkulační vzorec:

Všeobecný kalkulační vzorec³⁴

- 1) přímý materiál,
- 2) přímé mzdy,
- 3) ostatní přímé náklady,
- 4) výrobní (provozní) režie.

„vlastní náklady výroby“ (1-4)

- 5) správní režie

„vlastní náklady výkonu“ (1-5)

- 6) odbytové náklady

„úplné vlastní náklady výkonu“ (1-6)

- 7) zisk, ztráta

„cena výkonu“ (1-7)

Cena výkonu, kterou je v případě úpravny vody Malešov míněna cena jednoho krychlového metru upravené vody, je 7,61 Kč (7,61 Kč/m³).

Obecné členění nákladů:

a) přímé náklady

Zahrnují přímý materiál, přímé mzdy, ostatní přímé náklady (energie, odpisy, údržba a opravy). Přiřazují se jednotlivým výrobkům přímo (na kalkulační jednici).

b) nepřímé (režijní)

Jsou „společně vynakládané“ na celkové kalkulované množství výrobků nebo na zajišťování chodu celého podniku, jež není možné přiřadit, které nelze přiřadit kalkulační jednici přímo, nebo je už jejich přímé určování nevhodné³⁵.

³⁴ Srov. KRÁL, B., *Manažerské účetnictví*, s. 98

³⁵ Srov. tamtéž, s. 72

Obecné pojetí kalkulací

Kalkulace výrobků, nebo výkonů obecně jsou důležitým informačním nástrojem zejména pro management. Často bývají sestavovány různé typy kalkulací podle účelu jejich použití a mohou tvořit rozsáhlý „kalkulační systém“, ve kterém se jednotlivé prvky systému (kalkulace) liší tím, že reflektují vztahy plných nebo dílčích nákladů vztažených ke kalkulační jednotci nebo může být použita metoda přiřazení nákladů subjektu kalkulace, ale též je brána v potaz doba sestavení kalkulace, která je relevantní z hlediska časového horizontu jejich využití podnikem.

Z tohoto časového pohledu je rozlišovacím kritériem zejména to, zda mají sloužit kalkulace jako podklad pro strategické (dlouhodobé) rozhodování, taktické řízení nebo operativní (procesně-výrobní) řízení, nebo následné ověřování podnikatelského procesu³⁶.

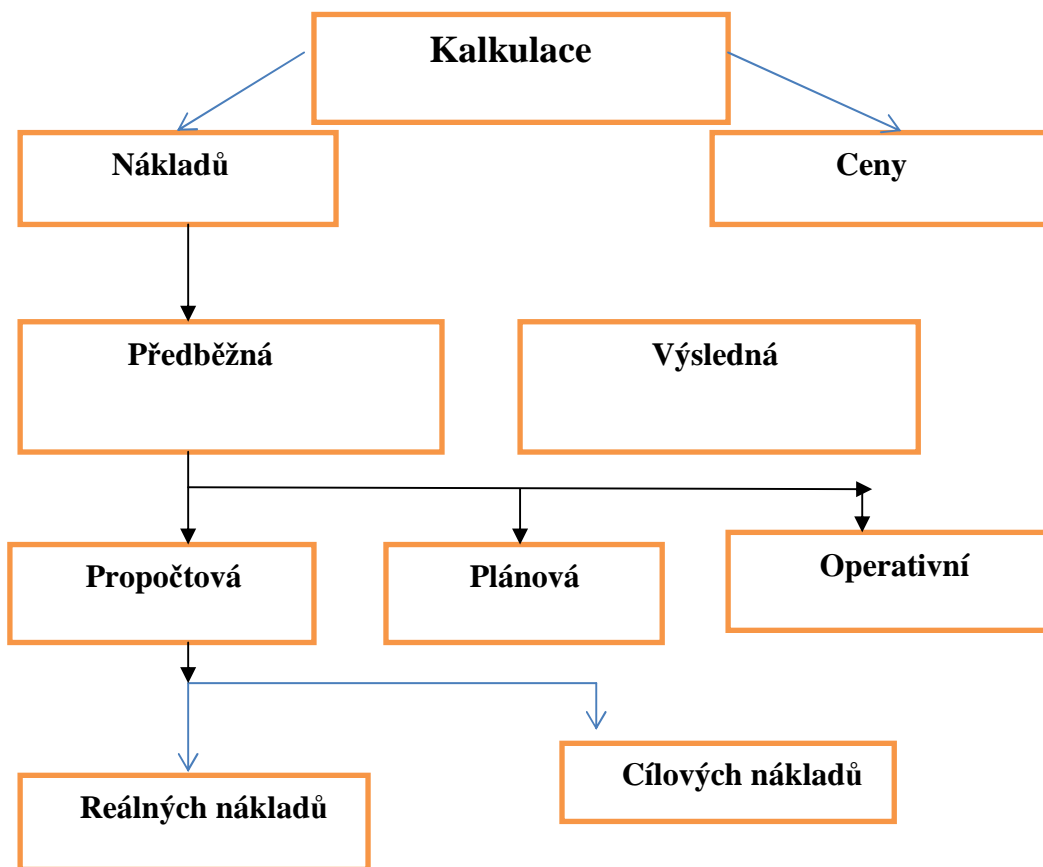
Cílem kalkulací obecně je řízení hospodárnosti procesů, hlavně jednicových, ale i ostatních variabilních nákladů. Kalkulační systém, jak již bylo uvedeno výše, je tvořen jednotlivými kalkulacemi variabilních nákladů výkonů, které obvykle oddělují část jednicových nákladů od variabilní režie.

Hlavním smyslem kalkulací, potažmo kalkulačního systému je sloužit jakožto syntetický nástroj pro řízení úspornosti a výtěžnosti zdrojů, jež je ovlivněna hlavně využíváním produkčních kapacit, neboť právě na ně jsou vázány „fixní náklady“. Ekonomickou efektivnost výkonů obecně, kromě úspornosti a výtěžnosti, ovlivňuje také účinnost vynakládání ekonomických zdrojů a umění ekonomických subjektů je zhodnocovat ke vztahu k okolnímu tržnímu prostředí³⁷.

³⁶ Srov. KRÁL, B., *Manažerské účetnictví*, s. 208-209

³⁷ Srov. tamtéž, s. 209

Členit kalkulace tvořící kalkulační systém podle časového horizontu jejich využití lze například podle způsobu uvedeného na obrázku č. 4 níže.



Obr. č. 4) Členění kalkulací z hlediska vztahu k časovému horizontu ³⁸

Náklady na konkrétní výkon, nebo v našem případě produkt jsou ovlivněny hlavně vlastnostmi a charakterem produktu a způsobem jeho výroby a použitých technologií.

³⁸ Srov. KRÁL, B., *Manažerské účetnictví*, s. 187

Technologii úpravy V případě vodárenské společnosti jde o značně specifický produkt- pitnou vodu, kde považujeme za běžně používanou jednotku výroby 1m^3 vyrobené neboli upravené vody a můžeme ji považovat za kalkulační jednici, vůči níž jsou přiřazovány výrobní náklady, přičemž není při stanovování těchto nákladů neobvyklé, že se tyto mohou výrazně lišit podle konkrétních podmínek té které výrobní jednotky-úpravny vody. Z hlediska výše celkových nákladů na úpravu je podstatný rozdíl upravujeme-li surovou vodu povrchovou nebo podzemní (viz kapitola druhy vod a složení vod). Úprava vody povrchové je již z podstaty jejího složení a charakteru nákladnějším procesem, kde je na rozdíl od úpravy vody podzemní, zapotřebí zpravidla většího počtu druhů chemikálií, či technologických celků, neboť k její konečné úpravě je třeba více fází. Tvorba kalkulací je v oboru vodárenství a konkrétně na počátku procesu na úpravách vody značně specifická, protože každá jednotlivá úpravna je koncipována a navrhována pro místní konkrétní podmínky a zadání, přičemž požadovaný výstup (upravená pitná voda, která je distribuována do sítě) má jasně definované parametry, který je stanoven vyhláškou číslo 252/2004 Sb., ale poněvadž složení zdrojů čerpané surové vody je místně odlišné, ať už z hlediska fyzikálních nebo chemických vlastností, bude proces, jak se dosahovati požadovaných výstupů vždy poněkud rozdílný a to se pochopitelně promítá do výše potřebných nákladů na každou konkrétní úpravárenskou jednotku. Z toho důvodu je též žádoucí provádět stanovení nákladů na jednotku upravené vody za každé středisko (úpravnu) separátně, neuchylovat se k metodě stanovení pomocí prostého průměrování cen několika středisek v dané oblasti. Mimo to, že tak dostáváme reálný a věrohodný obraz ekonomické náročnosti výroby každého střediska v daných podmínkách, tento přístup vyžaduje i zákon „o cenách“³⁹.

Problematikou cenotvorby v oboru vodovodů a kanalizací se budu více zabývat ještě v dalším textu (kap. č. 9) teoretické části. Problémem, kterým se musí zabývat všechny vodohospodářské společnosti od konce roku 1990 je „trvalý pokles potřeby vody“ v rámci celé ČR, který byl iniciován naopak skokovým prudkým zvýšením ceny vody. Tento cenový nárůst odrážel do značné míry také růst ceny za elektrickou energii a chemikálie potřebné v procesech úpravy vody.

³⁹ Srov. Zákon č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů. In: 1990. Dostupné z: <http://www.esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=2003s124>

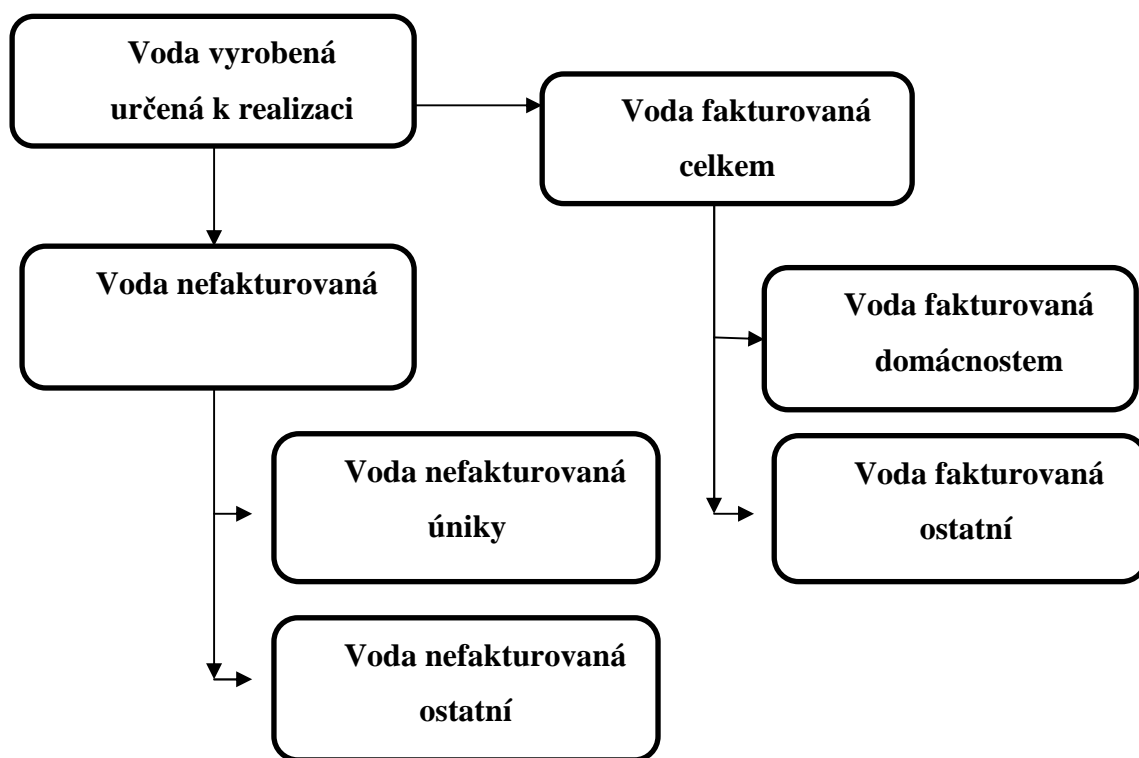
V důsledku těchto skutečností, ale i toho, že do roku 1989 tehdejší vláda udržovala ze sociálních a politických důvodů cenu vody uměle na nízké úrovni, protože si byla vědoma jejího strategického a nezastupitelného významu, následný strmý růst její ceny vnímalo obyvatelstvo jako neadekvátní. Většina obyvatelstva si neuvědomovala, že toto dlouhodobé umělé udržování ceny se projevilo negativně také na vodárenských sítích, do které nebylo zdaleka investováno v potřebné výši a jejich stav je ještě dnes v mnoha lokalitách v neutěšeném stavu.

Růst ceny vody měl pozitivní dopad alespoň ve smyslu sociálním, když se lidé začali chovat více racionálně a začali s vodou hospodárněji nakládat, prostě došlo ze strany veřejnosti k uvědomování si ceny vody. Cena vody vyjadřuje souhrn finančních nákladů na výrobu a dodávku vody do míst odběru (spotřebišť), údržbu a revitalizaci systému distribuční sítě. Jakýkoli vnější zásah deformující „ekonomickou“ cenu pitné vody se projeví jako faktor značně ovlivňující poptávku po vodě.

V minulém období (do roku 1989) má původ ještě další problém, který se projevuje v současnosti a jenž má také souvislost s trvalým poklesem poptávky po pitné vodě. V dobách minulého režimu došlo k poměrně rychlému a dynamickému rozvoji sídel (výstavba množství sídlišť, individuální bytová výstavba). Toto přinášelo logicky potřebu zvýšení produkce pitné vody a budování nových kapacit- úpraven, což se dělo většinou až poté, co byly stávající zdroje a vodovodní distribuční sítě využívány na maximum svých možností a přetěžovány. Nové výrobní kapacity byly dimenzovány značně velkoryse z hlediska kapacity, jelikož se v té době předpokládal trvalý růst potřeby vody ve státě a většina velkých a strategicky významných úpraven i v rámci společnosti SČVK pochází z tohoto období 70. a 80. let 20. století. Toto budování nových kapacit ovšem opět neprovázela obnova a revitalizace sítí, postižených avizovaným přetěžováním a neadekvátní údržbou. Výše uvedený fakt dimenzování úpraven na stále vyšší budoucí potřebu vody se v dnešní době projevuje na střediscích, kde neproběhla rekonstrukce či optimalizace tím, že tyto fungují někde třeba jen na 50% své původně navrhované kapacity. To je jeden z faktorů, který negativně ovlivňuje výši fixních nákladů na takových provozech (elektrická energie, vytápění a osvětlení, údržba budov). Stav je někde i takový, že při současné produkci musí v některých střediscích provozovatelé udržovat celé komplexy budov nebo nevyužívané linky úpraven vody.

V některých lokalitách by bylo vhodné provést komplexnější analýzu, zda systém úpravy a procesy původně koncipované na vyšší produkci vody funguje optimálně nebo by bylo vhodné jej změnit, modernizovat a přizpůsobit dnešním, ale hlavně budoucím požadavkům, zejména, co se týká úspornosti vlastních výrobních nákladů. Tento problém je nakonec předmětem zadání práce a je popisován i v praktické části této práce v podmínkách úpravny vody Malešov provozované vodárenskou společností SČVK spadající do skupiny Veolia.

V předchozím textu je vícekrát zmíněn pojem „potřeba vody“, který je v oboru vodárenství často používán, proto zde pro názornost uvádím strukturu vzorce pro výpočet potřeby vody:



Obr. č. 5) Strukturální vzorec výpočtu potřeby vody⁴⁰

⁴⁰ Vlastní zpracování

9. Cenotvorba a její specifika ve vodárenství

„Cenotvorba“ (stanovení ceny vody) se musí řídit podmínkami všeobecně ustanovenými v zákoně č. 526/1990 Sb. především s ohledem na paragraf 6, týkající se takzvaného „věcného usměrňování cen“.

Pravidla stanovení ceny vody se musí řídit obecně „zákonem o cenách“, a věcného usměrňování cen⁴¹. Do věcně usměrňované ceny můžeme při stanovování ceny promítnout pouze tzv. „ekonomicky oprávněné náklady“, které musí být doložitelné prostřednictvím účetnictví, dále sem můžeme zahrnout přiměřený zisk a daň podle příslušných právních předpisů.

Za ekonomicky oprávněné náklady se potom z hlediska regulace cen „věcným usměrňováním“ považují náklady pořízení: **Přímého materiálu, mzdových a ostatních osobních nákladů, ostatní technologicky nezbytné náklady přímé i nepřímé plus náklady oběhu**⁴².

Při posuzování výše ekonomicky oprávněných nákladů se jako výchozí informace použijí údaje vycházející z dlouhodobé „obvyklé“ úrovně takových nákladů, které jsou v podobných ekonomických činnostech. Platí tedy, že ekonomicky oprávněným nákladem při tvorbě ceny vody nemusí být každý skutečně vynaložený náklad a také ne každá „výše“ nákladu nemusí být uznána jako ekonomicky oprávněná, protože se dle příslušného zákona musí i přihlídnout ke zvláštnostem a specifikům stanovovaného zboží, jehož se cenotvorba týká. V případě stanovení ceny vody toto ustanovení platí určitě, protože voda má status výlučného produktu svoji nepostradatelností pro lidskou potřebu a proto při stanovování její ceny musí být brán zřetel na to, aby cena zůstala sociálně akceptovatelnou pro většinu společnosti. Obvyklá cena se podle výše uvedených kritérií může stanovit podle principů „benchmarkingu“, což je metoda využitelná obecně k systematickému měření vybraných ukazatelů a následnému porovnávání těchto ukazatelů s referenčními hodnotami, získanými obvykle ze stejného oboru činnosti nebo podnikání, ve kterém podniká i srovnávaný subjekt.

⁴¹ Srov. PEROUTKA, P., Aktuální otázky ekonomiky a cenotvorby v oboru VaK, *Slovak časopis oboru vodovodů a kanalizací*, 2010, roč. 19, č. 7/8, s. 52

⁴² Srov. tamtéž, s. 53

Ve vodárenské praxi je tento princip využíváný a ceny vody se právě na základě principu srovnávání podobných subjektů v oboru diametrálně neliší.

Při tvorbě ceny vody operujeme též s pojmem „přiměřený zisk“. Přiměřeným ziskem je zde míněn zisk spojený s výrobou (produkcí) a prodejem konkrétního produktu, který odpovídá zisku obvyklému a dlouhodobě dosahovanému ve srovnatelných ekonomických činnostech ⁴³. Zisk má v procesu cenotvorby nezastupitelnou roli a je důležitý a opodstatněný zejména z toho důvodu, aby v přiměřeném časovém období zajišťoval návratnost užitého kapitálu. Stanovení ceny vody musí být v souladu s příslušnou legislativou, konkrétně se strukturou, která je uvedena v příloze zmiňované vyhlášky č. 459/2009 Sb. ⁴⁴. Kalkulace se stanovují na jednotkové množství (v našem případě na 1m³) prodávaného zboží a vychází z nákladů vynaložených na prodávanou jednotku, množství (objemu) prodeje a objemu zisku za daný kalendářní rok. Generování zisku z podnikatelské činnosti má zásadní význam pro zdravé fungování organizace a její samofinancování. Princip samofinancování by bylo možné zjednodušit v oboru vodovodů a kanalizací na výrok, že „voda platí vodu“, což potvrzuje tezi, že při procesu cenotvorby vody je nutné umožnit subjektům podnikajícím v tomto oboru jejich samofinancovatelnost.

Z tohoto úhlu pohledu bude do budoucna důležité pro organizace zabývající se úpravou pitné vody zejména to, zda se podaří udržet stávající cenu vody čerpané pro vodárenské využití na vodu pitnou na stávající úrovni, která je již dlouhou dobu pro podzemní vody (jejichž úpravou se zabývá tato práce) na úrovni 2 Kč/m³ ⁴⁵.

⁴³ Srov. Zákon o cenách ve znění vyhlášky č. 459/2009 Sb.

⁴⁴ Srov. tamtéž.

⁴⁵ Srov. PEROUTKA, P., Aktuální otázky ekonomiky a cenotvorby v oboru VaK, *Slovak časopis oboru vodovodů a kanalizací*, 2010, roč. 19, č. 7/8, s. 52

Tato cena za jednotku je placena státu, přičemž její výše byla již několikrát diskutována a byla snaha o její navýšení. Je reálné počítat s hrozbou, že k takovému nárůstu nakonec v budoucnu dojde, proto má opodstatnění hledat rezervy nebo způsoby optimalizace procesů výroby pitné vody už nyní, připravit se na změny mohoucí mít za následek snížení zisku a právě cestou úspory vlastních nákladů při procesech stávající úroveň zisku zachovat. Pro danou konkrétní situaci, kterou se zabývám v tomto projektu, vycházím ze situace popsané v předchozím textu. Co se týká nákladů na výrobu pitné vody v podmínkách úpravní pitné vody Malešov je tato kalkulována za rok 2013 ve výši 7,61 Kč/m³ podle interních účetních dat SČVK. Fixní část této ceny ve výši 2 Kč/m³ je dána v příloze zákona „o vodách“ v paragrafu 8 a zbylá část nákladů je dána přímými náklady na výrobu vody skládající se ze složek za platbu elektrické energie, chemikálií použitých v procesu úpravy, odpisů výrobního zařízení a mezd „výrobních zaměstnanců“. Vychází se přitom z toho, že se zde jedná o náklady spojené přímo s touto konkrétní jednotkou výroby a nevychází se z průměru vykalkulovaného z cen od vícera podobných zařízení v dané oblasti se zprůměrováním cen výkonů. S výše uvedenou cenou (7,61 Kč/m³) budu nadále počítat jako s výchozí jednotkou pro výpočet případné potenciální úspory v praktické části, v případě, že dojde k potvrzení mé hypotézy a výsledky měření povedou ke kladnému vyhodnocení projektu, umožní změny v postupech (procesu) úpravy na filtračních jednotkách, tedy pokud se potvrdí potenciální možnost interních úspor vody. Pro porovnání budu uvádět i výpočet s cenou, za jakou je voda prodávána konečnému zákazníkovi Sčvk aby tak bylo možné vyčíslit případný „potenciální zisk“, myšleno tak, že by tato jinak technologická voda byla dopravena a fakturována konečným spotřebitelům namísto toho, aby byla použita v rámci úpravní na regeneraci filtračních jednotek.

Náklady na vodu „technologickou“ jsou dle výše popsaného „věcného usměrňování cen“ náklady takzvaně ekonomicky oprávněnými a jsou proto jejich nedílnou a plně legitimní složkou. Z toho vyplývá, že úsporou technologické vody, v tomto konkrétním projektu tedy technologické vody ušetřené v rámci změny, či optimalizace regenerace (praní) filtračních jednotek, může dojít ke snížení výrobních nákladů.

10. Projekt a řízení projektu

Jelikož experiment uskutečněný při ověřování možností potenciálních úspor díky snížení spotřeby prací vody nese rysy projektu, je tato kapitola věnována vysvětlení základních pojmů, rysů a charakteristik projektu a základnímu postupu při řízení vlastní realizace projektu.

Chceme-li pojem „projekt“ definovat lze to vyjádřit například touto větou:

Projekt lze popsat jako dočasně vynaložené úsilí, potřebné k vytvoření nějakého unikátního produktu, služby nebo jiného určitého výsledku⁴⁶.

Projekt je charakterizován určitými atributy, podle kterých lze rozpoznat, že se jedná skutečně o projekt. Těmito atributy jsou:

Jedinečnost: nejde o opakovatelný proces, ale v něčem o novou záležitost.

Vymezenost: jasné ohraničení dobou trvání (časem), vymezenými zdroji, výstupy.

Různorodost: pro dosažení cíle je třeba úsilí a dovedností různých lidí.

Komplexnost: výsledku nebo řešení není dosaženo jednoduše v jednom kroku.

Rizikovost: jedná se o novou věc (výrobek, postup, proces), je přítomnost rizik⁴⁷.

Z výše uvedených hlavních rysů je asi nejtypičtějším „dočasnost“. Podle toho jsme asi schopni nejsnáze rozpoznat, jedná-li se o projekt. Každý jednotlivý projekt je ohraničen časově, má začátek a konec⁴⁸.

Obecně je projekt považován za úspěšný, pokud splňuje takzvaný troj imperativ, neboli magický trojúhelník (očekávané výstupy v daném čase při využití přidělených zdrojů). Někdy toto vše může být splněno, a přesto výstup projektu bude v praxi nepoužitelný, nebo naopak původního cíle dosaženo není, ale nemusí to znamenat, že projekt skončil nezdarem⁴⁹.

Projektové řízení předpokládá využití zkušeností, znalostí a praktických dovedností, spolu s vhodnými nástroji a technikami, takovým způsobem, aby bylo dosaženo stanovených cílů.

⁴⁶ Srov. SVOZILOVÁ, A., *Projektový management*, s. 22

⁴⁷ Srov. DOLEŽAL, J., KRÁTKÝ, J., a CINGL O., *5 kroků k úspěšnému projektu*, s. 9

⁴⁸ Srov. SVOZILOVÁ, A., *Projektový management*, s. 22

⁴⁹ Srov. DOLEŽAL, J., MÁCHAL, P., a LACKO B., *Projektový management podle IPMA*, s. 35

Mnoho projektů je realizováno také z důvodu provádění změn nebo implementace inovací všeho druhu. Hlavními motivy a cíli těchto změn jsou: udržení efektivní, životaschopné firmy, schopné konkurence⁵⁰. Firma, která nevěnuje pozornost sledování vývoje okolního prostředí a udržování konkurenceschopnosti pomocí zavádění nových inovací je v dnešním světě odsouzena k zániku.

Inovace přitom úzce souvisí se znalostmi. Jde o vytvoření nových možností na základě kombinace různých množin znalostí, přičemž tyto znalosti již mohou existovat jako součást našich zkušeností, zakládajících se na něčem, co jsme již viděli nebo udělali dříve. Tento proces sjednocování různých znalostí přitom probíhá za podmínek nejistoty a nelze dopředu vědět, jaká bude konečná podoba inovace, nebo lze-li jí vůbec dosáhnout⁵¹.

Této teorii odpovídá pokus ověření hypotézy v této práci, jejíž potvrzení by v dalších krocích mohlo vést k zavedení inovace v podobě změně zavedeného postupu při úpravě vody v konkrétním prostředí (provozu). Zároveň, s ohledem na definici atributů projektu jako takového, lze konstatovat, že práce „Řešení změn a úspor v procesu výroby pitné vody“ definici projektu naplňuje. Celá akce je časově ohraničená, má počátek i svůj konec, jsou pro ni vyhrazené konkrétní finanční zdroje pro její realizaci a zároveň je svým způsobem jedinečná, protože jsou zde sledovány hodnoty a parametry konkrétního zařízení a procesu (jak bylo již uvedeno v předchozím textu, každá úprava vody je samostatným projektem, který realizuje úpravu vody vždy jiným neopakovatelným způsobem, i když je používáno obecných metod).

⁵⁰ Srov. KUBÍČKOVÁ, L., a RAIS, K., *Řízení změn ve firmách a jiných organizacích*, s. 15

⁵¹ Srov. TIDD, J., BESSANT, J., a PAVITT K., *Řízení inovací: zavádění technologických, tržních a organizačních změn*, s. 16

10.1 Projektový záměr – popis

Hlavním cílem realizace projektu je ověřit možnost prodloužit délku pracích cyklů na úpravě vody Malešov a potvrdit předpoklad, že touto změnou nebude ovlivněna kvalita výstupního produktu (pitné vody) z hlediska překročení limitu obsahu železa a zároveň touto změnou postupu, pokud bude v budoucnu zavedena, bude možné snížit náklady na úpravu vody ve zdejších podmínkách bez investičních nákladů nebo výměnou technologického zařízení, ale pouze změnou technologických postupů.

Pro dosažení tohoto cíle je potřeba vyčlenit finanční prostředky z vlastních zdrojů na laboratorní rozbor prováděné nad rámec běžné činnosti, instruovat pracovníky úpravny ohledně harmonogramu odebírání vzorků, zajistit volnou kapacitu laboratoře na provedení analýzy vzorků. Realizace dovozu vzorkovnic na úpravnu a zpět do laboratoře se uskuteční opět vlastními prostředky díky vzorkařům, kteří pravidelně na úpravnu vod jezdí.

Samozřejmě celá akce musí být akce konzultována s technologem a povolena ředitelem oblastního závodu, kvůli uvolnění financí. V závěru projektu budou výsledky shromážděny, vyhodnoceny a bude posouzeno, zda původní hypotéza je správná, či nikoli a také to, jaká opatření by měla být přijata.

10.2 Identifikační listina projektu

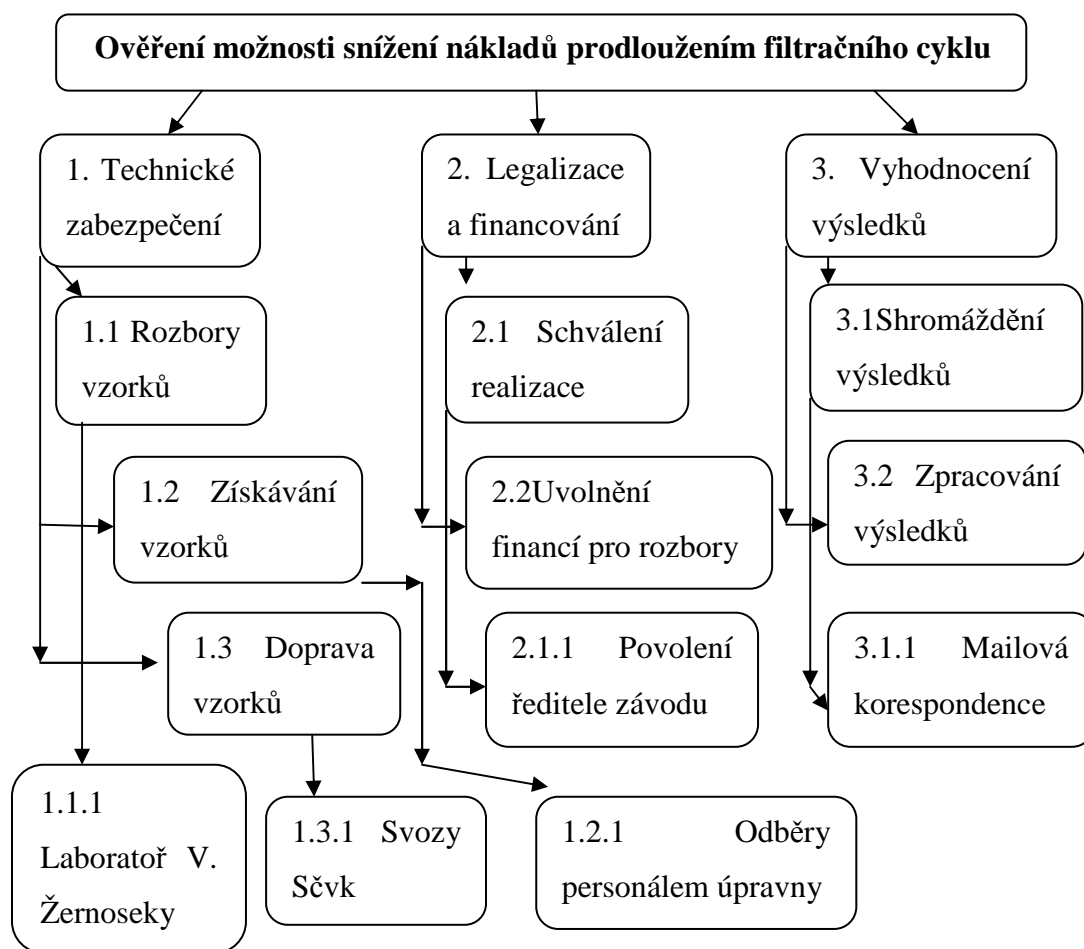
Tab. č. 6) „projekt ověření možnosti prodloužení filtračního cyklu“⁵²

Zpracoval	Vratislav Rybář	Datum	29.9.2014
Název projektu	Řešení úspor a změn v procesu úpravy pitné vody		
Identifikační číslo projektu	001/2014		
Priorita ku ostatním projektům	v daném středisku neprobíhá souběžně jiný projekt		
Přínosy	Analýza stávajícího stavu procesu, data z měření, návržení pozitivních změn procesů		
Cíl projektu	Posoudit optimálnost procesu, jeho změnou dosáhnout ekonomických úspor		
Výstupy projektu	Informace o zásadním procesu úpravy vody-filtraci a co ho ovlivňuje v místních podmínkách		
Plánované interní náklady	cca 22000,-Kč	Externí náklady	nejsou
Plánovaný termín zahájení	červenec 2014, 1 týden	Plánovaný termín dokončení	měsíc únor 2015
Hlavní milníky	Prezentace záměru, povolení, zafinancování, podmínky pro měření, realizace		
Lokalizace projektu	ÚV Malešov, Oblastní laboratoř Sčvk středisko Velké Žernoseky		
Kritéria úspěšnosti	Sledované laboratorní parametry budou podporovat hypotézu-prodloužit filt. Cyklus		
Schválené výjimky	Nejsou		
Zadavatel projektu	Sčvk závod Ústí nad Labem		
Sponzor projektu	Sčvk		
Další členové řídicího výboru	Nejsou		
Manažer projektu	Vratislav Rybář		

⁵² Vlastní zpracování

10.3 WBS, work breakdown structure projektu

WBS, neboli struktura rozpadu prací na jednodušší činnosti má za cíl dekompozici celku na menší části, které jsou snáze koordinovatelné. Výsledná WBS musí zahrnovat výsledky veškeré práce, kterou je třeba na projektu odvést pro dosažení cíle. Pokrývá 100% věcného rozsahu projektu⁵³. Na nižších úrovních rozpadu musí být fakticky předatelné výsledky práce, které lze nějak kvantifikovat (čas, náklady) Schéma WBS projektu „Ověření možnosti snížení nákladů prodloužením filtračního cyklu“ je na obrázku č. 6 níže:



Obr. č. 6) WBS projektu⁵⁴

⁵³ Srov. DOLEŽAL, J., KRÁTKÝ, J., a CINGL O., *5 kroků k úspěšnému projektu: 22 šablon klíčových dokumentů a 3 kompletní reálné projekty*, s. 57

⁵⁴ Vlastní zpracování

10.4 Matice odpovědnosti projektu

Slouží nám jako nástroj pro přehled přiřazených odpovědností jednotlivých osob, či pracovních pozic v konkrétním projektu. Platí přitom, že celkovou odpovědnost (A) má pouze jedna osoba ⁵⁵. V případě matice RACI je zavedena symbolika, kde písmena R, A, C, I mají tento význam:

R – Responsible (odpovědnost za vykonání svěřeného úkolu)

A – Accountable (odpovědnost za celý projekt)

C – Consulted (může být nápomocen radou, či konzultací)

I – Informed (Lidé, kteří musí být informováni o průběhu projektu) ⁵⁶

Tabulka č. 7) matice odpovědnosti ⁵⁷

Projekt:	Snížení nákladů prodloužením filtračního cyklu		Zpracoval:	Vratislav Rybář		Datum:	28. 2. 2015
osoba	Rybář	Semerád	Novák	Technolog	Vzorkař	F. ředitel	Ředitel
projekt	A	R	R	C	R	R	I
1		C	I	C		I	R
1.1		R		I			I
1.1.1		R		I			
1.2	R				C		
1.2.1	C		R				
1.3		I	R		I		
1.3.1		C			R		
2						C	R
2.1							R
2.1.1							R
2.2		I				R	
3	R						I
3.1				R			
3.1.1		R					
3.2	R			I			

⁵⁵Srov. DOLEŽAL, J., KRÁTKÝ, J., a CINGL O., *5 kroků k úspěšnému projektu: 22 šablon klíčových dokumentů a 3 kompletní reálné projekty*, s. 79

⁵⁶Srov. tamtéž, s. 80

⁵⁷Vlastní zpracování

10.5 Gantův diagram

Časové ohraničení projektu, který trval od fáze povolení realizace, přes vlastní odběry vzorků, rozbory, měření a zpracování výsledků šest měsíců, je graficky znázorněno pomocí **Gantova diagramu**:

měsíc	8/2014	9/2014	10/2014	11/2014	12/2014	1/2015	2/2015
činnost							
povolení	→						
Prací cyklus	→						
F 2	→						
F 4	→						
F 6		→					
F 5			→				
F 3				→			
F 5 +den							→
Sběr dat	→						→
vyhodnocení							→
Konec projektu							↓

Obr. č. 7) Gantův diagram (harmonogram projektu) ⁵⁸

Prodleva od měsíce listopadu 2014 do ledna 2015 byla způsobena vytížením laboratoře z důvodu zkoušky provozu na jiné úpravně s vyšší prioritou.

Rizika při realizaci projektu

- 1) Kapacita laboratoře, závažnost (střední), řešení (plánování měření)
pravděpodobnost (střední).
- 2) Poruchy armatur filtrů, závažnost (střední), řešení (měřit v jiném pořadí)
pravděpodobnost (nízká).

⁵⁸ Vlastní zpracování

10.6 Akceptační protokol ⁵⁹

Název projektu	Ověření možnosti prodloužení filtračního cyklu ÚV Malešov
Zhotovitel	Vratislav Rybář
Objednatel	Sčvk, závod Ústí n/L

Akceptace

Předmět akceptace	Za určitých podmínek je změna (prodloužení) filtračního cyklu proveditelná
-------------------	--

Seznam výhrad

Výhrada	závažnost	Způsob vyřešení
Rozdíl v průtoku vody: na každou větev je díky výškové diferenci 1,5 m jiný na filtry 2, 3 a jiný na větev 4, 5, 6	vysoká	Odstranění výškového rozdílu obou potrubí rozdělovače vody do obou větví
Nestejná výška písku filtrů	nízká	Doplnění na stejnou výšku
Při vypínání vrtů a opětovném najetí přítok zkalené vody na filtry	střední	Revize a pravidelné odkalování přívodních řádů
Obsluha vždy fyzicky přítomna při praní filtru	střední	Změnou pokynů v provozním řádu

Výsledek akceptace: Akceptováno s výhradami

Místo: Litoměřice

Datum: 28. 2. 2015

⁵⁹ Srov. DOLEŽAL, J., KRÁTKÝ, J., a CINGL O., *5 kroků k úspěšnému projektu: 22 šablon klíčových dokumentů a 3 kompletní reálné projekty*, s. 165

10.7 Vyhodnocení projektu

„Vyhodnocení projektu z hlediska splnění cíle a posouzení úspěšnosti“

Vyhodnocení projektu (experimentu) ⁶⁰

Zpracoval:	Vratislav Rybář	Datum:	28. 2. 2015
Název projektu	Ověření možnosti prodloužení filtračního cyklu		
Přínosy	Při potvrzení úspora nákladů díky nižší spotřebě prací vody a úspora el. energie při menší frekvenci používání pracího čerpadla a dmyhadla vzduchu		
Cíl projektu	Prodloužit dobu filtrace bez následků v podobě nadlimitní koncentrace železa v pitné vodě a potenciálně šetřit náklady, posouzení optimálnosti procesu		
Výstupy projektu	Výsledky průběhu filtrace jednotlivých jednotek, Prodloužený cyklus na filtru č. 5 při dodržení limitu Fe, statistická data – hodnoty spotřeby prací vody za kvartál		
Kritéria úspěšnosti	Na konci filtrace dosažení limitu Fe pod 0,2 mg/l, srovnání průběhu filtračních křivek		
Skutečné výsledky	Pro větev s filtry 4, 5, 6 charakter křivek z naměřených hodnot srovnatelný s teoretickým průběhem až do kolmatace filtru, porovnání průměrné spotřeby prací vody na jednotku s teoretickou, potvrzení rušivého vlivu na filtraci větve s níže položeným přítokem (zvýšení filtrační rychlosti)		
Vyhodnocení	Proces lze na základě měření a vyhodnocení výsledků změnit a prodloužit, ale zatím pouze pro jednu větev filtrů. Po vyřešení nátoku změnou armatur po změření všech filtrů znovu lze použít i celkově		

⁶⁰ Srov. DOLEŽAL, J., KRÁTKÝ, J., a CINGL O., *5 kroků k úspěšnému projektu: 22 šablon klíčových dokumentů a 3 kompletní reálné projekty*, s. 171

11. Umístění procesu úpravy v Porterově schématu

Výroba pitné vody, její úprava na požadované parametry, je podle rozdělení činností podniku na hlavní (core business) a vedlejší (podpůrné) procesem spadajícím do kategorie hlavních činností – je zdrojem příjmů pro firmu a nelze jej formou outsourcingu vyčlenit mimo rámec podniku.

Pro názornost je proces úpravy pitné vody zakreslen na obrázku č. 8 níže:



Obr. č. 8) Porterovo schéma hodnotového řetězce podniku ⁶¹

⁶¹ Srov. VYSKOČIL, V. K., a KUDA, F., *Management podpůrných procesů: facility management*, s. 31

12. Metody a postupy použité při experimentu

Celá práce má empirický charakter při uplatnění postupu dedukce při stanovování hypotézy, kdy jsem předpokládal, že dříve stanovený filtrační cyklus, navržený při větším zatížení úpravny, by bylo možno prodloužit a tím dosáhnout snížení výrobních nákladů. Náklady na regeneraci filtrů lze považovat za fixní, protože při stanoveném filtračním cyklu se periodicky a pravidelně opakují.

Pro ověření správnosti hypotézy byla použita laboratorní fotometrická metoda pro stanovení železa 1,10 fenantrolinem, která se běžně využívá ke stanovení koncentrace železa v pitné, povrchové i podzemní vodě. Detekční mez této metody je 0,01 mg/l, což plně vyhovuje potřebám rozborů ve vodárenství, kde vyhláška připouští maximální koncentraci železa v pitné vodě ve výši 0,2 mg/l. Principem této fotometrické metody je měření absorbance roztoku vzorku při vlnové délce 510 nm, ke kterému je přidán roztok 1,10 fenantrolinu, čímž vznikne červeně zbarvený komplex. Naměřená absorbance je potom úměrná koncentraci rozpuštěného železa obsaženého ve vzorku vody. Vzniklý komplex má dostatečnou stabilitu od pH 2,5 do 9⁶². Tato metoda je poměrně rezistentní vůči rušivým vlivům. K vlastnímu měření byl využit spektrofotometr Cary 50 s kyvetou optické délky 50 mm.

Mimo této analytické metody, která je zásadní pro ověření výstupní kvality vody po procesu filtrace, a která spadá do kategorie měření, bylo používáno pozorování, při vizuálním sledování procesu účinnosti praní filtračních jednotek. Bylo tím zjišťováno vymizení zákalu z vody pro ukončení praní.

Pro získání věrohodné hodnoty průměrné spotřeby prací vody na regeneraci filtrační jednotky byly po dobu tří měsíců prováděny odečty na průtokoměru instalovaném na přívodním potrubí prací vody z akumulární nádrže. Tento průtokoměr je ověřeným měřidlem, které podléhá pravidelné kalibraci, protože interní spotřeba vody je sledovaným ukazatelem, pravidelně evidovaným v denních záznamech provozu úpravny.

⁶² Srov., *Standartní operační postup, SOP č. 12 SČVK*

Z tohoto důvodu je tudíž možné hodnoty zde odečtené považovat za dostatečně přesné.

Pro stanovení reálné hodnoty spotřeby prací vody na jeden filtr byla použita matematická metoda aritmetického průměru, kdy byly sečteny všechny objemy spotřebované vody za sledované období (jeden měsíc) a vyděleny počtem pracích cyklů v daném měsíci. Toto bylo učiněno třikrát během sledovaného období (červenec až září 2014). Získané hodnoty průměrných spotřeb prací vody jsou uvedeny v tabulkách v kapitole vyhodnocení dat.

Pro porovnání s touto reálnou hodnotou jsem stanovil „teoretickou“ spotřebu prací vody ze známých časů doporučených provozním řádem úpravny pro proces praní. Praní probíhá 7 minut pomocí tlakového vzduchu, 5 minut pomocí vzduchu a prací vody a dalších 7 minut probíhá dopírání vodou. Celkem tedy 12 minut dodává prací čerpadlo vodu na praní a z jeho známého výkonu uvedeného v provozním řádu vychází teoretická spotřeba vody na jedno praní 164 m^3 při přesném dodržení výše uvedených časů. Jelikož provozním řádem není po obsluze vyžadováno praní osobně přímo u filtrů (je možné prát filtry dálkově obsluhou PC) pral jsem všechny filtry, které vyšly na mne ručně a přímo na hale filtrů s přesným dodržením časů jednotlivých fází praní, abych zjistil, zda i takto je možné dosáhnout menších úspor. Zároveň jsem tím ověřil, že teoretická hodnota vypočtená z doporučených časů a výkonu čerpadla prací vody je správná, neboť moje spotřeby při praní se pohybovaly okolo hodnoty 160 m^3 .

12.1 Stanovení koncentrace železa

Pro stanovení koncentrace železa byl zvolen standartní postup, který je používán při kontrolách množství železa v pitné vodě. Po konzultaci s technologem SČVK byl stanoven pro kontrolu stávajícího filtračního cyklu následující postup:

Po vyprání filtru byly odebírány nejprve dva vzorky v intervalu jedné hodiny po sobě, z důvodu fáze „zafiltrování“, kdy se po praní ve filtru stabilizuje jeho schopnost zachycovat suspendované látky. Následující vzorek byl odebrán týž den po dalších deseti hodinách provozu filtru. Následujících pět dní byly prováděny denně dva odběry

po dvanácti hodinách, vždy v 8h a ve 22h. V den, kdy měl být filtr opět regenerován se vzorek nabíral ve 2h a v 8h těsně před praním. Vzorky byly odebírány ze vzorkovacích kohoutů do 250 ml polyethylenových vzorkovnic, které byly v sadách po 15 kusech pro každý filtr připraveny akreditovanou laboratoří ÚV Velké Žernoseky. Kvůli stabilizování vzorku vody s obsahem železa obsahovaly lahvičky 1ml kyseliny chlorovodíkové. Celý proces odběru vzorků byl postupně uskutečněn na všech pěti filtrech, které jsou v současné době provozovány, aby byly zjištěny individuální charakteristiky průběhu filtrace na každé jednotce a také z důvodu potvrzení podezření, že nevhodná konstrukce potrubí rozdělujícího přítok vody do dvou řad filtrů ovlivňuje průběh filtrace.

Vlastní odběry podle výše uvedeného postupu realizovali kmenoví pracovníci ÚV Malešov, kteří měli momentálně službu. Pro přehlednost jsem zajistil rozpis odběrů vždy ke konkrétnímu filtru, na kterém probíhalo měření, kde kolegové ke každému času zapsali číslo vzorkovnice odebraného vzorku. Po ukončení odběru v rámci jednoho filtru byli potom požádáni vzorkaři SČVK, kteří pravidelně týdně jezdí do úpravný kvůli dalším rozborům, aby vzorky dopravili do laboratoře, kde byl proveden vlastní rozbor dle výše uvedeného postupu (SOP č. 12). Výsledky rozborů pro jednotlivé filtry byly poté po dohodě s vedoucím laboratoře posílány na můj mail a následně zpracovány vždy do tabulky hodnot a grafu pro každý filtr zvlášť.

Z důvodu ověření kvality pracího cyklu, došlo také k měření účinnosti pracího procesu pro současně nastavené hodnoty (7, 5, 7 minut). V intervalu jedné minuty byly při pracím procesu ve fázi, kdy byla používána prací voda (12 minut), odebírána do vzorkovnic tato voda a následně byl proveden opět rozbor a stanovení obsahu železa při procesu praní. Cílem bylo potvrdit, že stávající prací cyklus je nastaven dostatečně s ohledem na obsah železa ve vodě na konci praní, což proběhlo pozitivně (viz kapitola vyhodnocení dat).

Poslední fází tohoto experimentu bylo měření filtračního cyklu na jednom vybraném filtru (č. 5), ale prodlouženém o jeden den, kvůli ověření hypotézy ohledně prodloužení filtračního cyklu a tím možnosti dosažení potenciální interní úspory prací vody, v případě zavedení změny filtračního cyklu. Proces odběrů i následného zpracování vzorků probíhal identicky jako v předchozích případech.

13. Použité vztahy a výpočty při ověřování hypotézy

Předpokladem možného prodloužení filtrační doby byla skutečnost, že původní filtrační cyklus byl počítán na větší průtok surové vody na úpravnu a to zhruba na 350 l/s. V současné době se tato hodnota pohybuje od 100 do 150 l/s maximálně.

Vztah pro dobu filtrace je následující:

$$t = K/V \times C \text{ [h]}$$

t – doba filtrace [h], V – filtrační rychlost [m/h], C – sušina suspenze [g/m³]

K – kalová kapacita [kg/m³]

Pro původní navrhovaný výkon při konstantních hodnotách charakterizujících vstupní surovou vodu a vlastnosti filtrační náplně, při využití všech šesti filtrů potom doba filtrace vychází: (K= 2kg/m³, C= 3,5 g/m³, V_{původní} = 4,32 m/h)

$$t = 2000/4,32 \times 3,5^{59}.$$

t = 132,3 hodin, což je hodnota současného filtračního cyklu, která byla rovněž použita (zaokrouhlena na **144** hodin) při ověření průběhu filtrace individuálně na všech provozovaných filtrech v současnosti (5 filtrů)

Doba filtrace teoretická při současném maximálním výkonu (Q_{max150})

Pro filtrační rychlost je dán vztah určený průtokem a filtrační plochou:

$$V_F = Q_{\max150} / S \quad (\text{plocha jedné filtrační jednotky } 49 \text{ m}^2)$$

Hodinový výkon úpravny při současném maximálním průtoku 150 l/s je potom:

$$Q = 150 \times 60 \times 60 = 540000 \text{ l/h} = \mathbf{540} \text{ m}^3/\text{h} \text{ (na jeden filtr tedy } 108 \text{ m}^3/\text{h)}$$

$$V_F = 108/49 = \mathbf{2,21} \text{ m/h (současná teoretická filtrační rychlost)}$$

Teoretická doba filtrace současná

$$t = K/V \times C = 2000/2,21 \times 3,5 = \mathbf{258,56} \text{ hodin} = \mathbf{10,7} \text{ dne}$$

Z výpočtu je zřejmé, že hypotéza má oporu v teoretickém výpočtu, ale provoz není možné bez ověření výsledků měření srovnávat s teoretickými předpoklady.

Spotřeba prací vody teoretická: 1 fáze praní (5 minut) 170 l/s = 51 m³

2 fáze praní (7 minut) 270 l/s = 113,4 m³

Celkem na jednu regeneraci filtru: 51 + 113,4 = **164,4 m³**

⁵⁹ srov., *Provozní řád ÚV Malešov*, s. 18

14. Přehled a vyhodnocení shromážděných dat měření

V této kapitole jsou prezentovány prakticky naměřené výsledky dodané akreditovanou laboratoří pro rozборы vod při úpravě vody Velké Žernoseky.

Pro přehlednost je pro každý filtr samostatně jeden list, kde jsou v tabulce uvedeny základní údaje týkající se místa, data a hodiny odběru vzorku a jemu příslušná hodnota (koncentrace železa) v miligramech na litr.

První tabulka prezentuje „prací proces“, kterým byla ověřena účinnost procesu praní tak, jak je nastaven.

Pod každou další tabulkou hodnot příslušného filtru je grafické znázornění průběhu koncentrace železa v závislosti na čase pro filtry č. 2, 4, 6, 5, a 3.

Poslední tabulka opět s hodnotami pro filtr č. 5 je už zobrazením „prodlouženého“ filtračního cyklu, jakožto praktickým ověřením předpokladu možnosti prodloužit dobu filtrace. Z časových důvodů nebyla realizována měření s delší dobou filtrace (168 hodin) na zbylých filtrech.

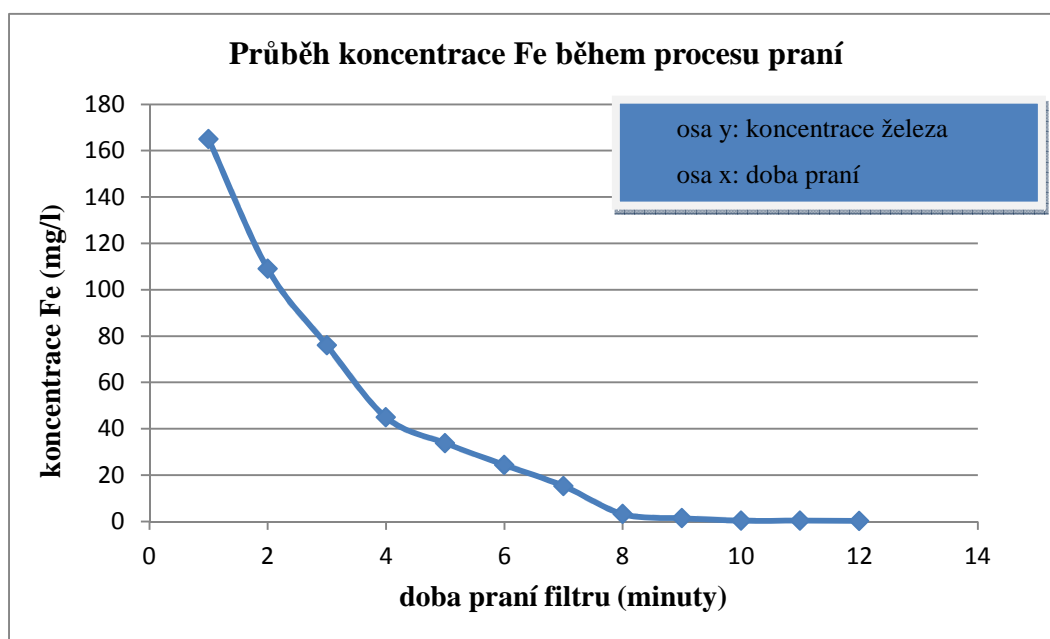
Na filtru č. 6 jsou velké výkyvy hodnot, protože došlo při praní k poruše klapky přívodu prací vody, což je důkaz nezbytnosti kvalitní regenerace filtrů. Na filtrech číslo 2 a 3 je v průměru limitní hodnota po dobu cyklu dodržena, ale je patrné, že má znatelně plošší průběh než u filtrů 4 a 5. Je to potvrzení předpokladu, že nestejná výška přívodu vody na dvě filtrační větve má značný vliv na velikost průtoku a tudíž i na důležitý faktor procesu filtrace, filtrační rychlost. Větev s filtry číslo 4 a 5 potom mají téměř ideální průběh filtračního cyklu a z toho důvodu byl také filtr č. 5 zvolen pro závěrečné měření prodlouženého cyklu.

Z výsledných hodnot i grafického průběhu je patrné, že změnou délky filtrační doby u tohoto filtru nedochází ještě ke kolmataci filtru a limit koncentrace železa není zdaleka překročen.

V grafech jsou znázorněny jednotlivé body reprezentující jednotlivé vzorky. Pro názornost je mezi body proložena křivka, ale graf není spojitou funkcí, pouze souborem izolovaných bodů. V grafech je někdy použito jiné měřítko os kvůli různým rozpětím koncentrace Fe. Tabulky č. 8 až č. 14 a obrázky č. 9 až č. 15 jsou „vlastního zpracování“.

Tabulka č. 8) Prací cyklus na ÚV Malešov filtr č. 2

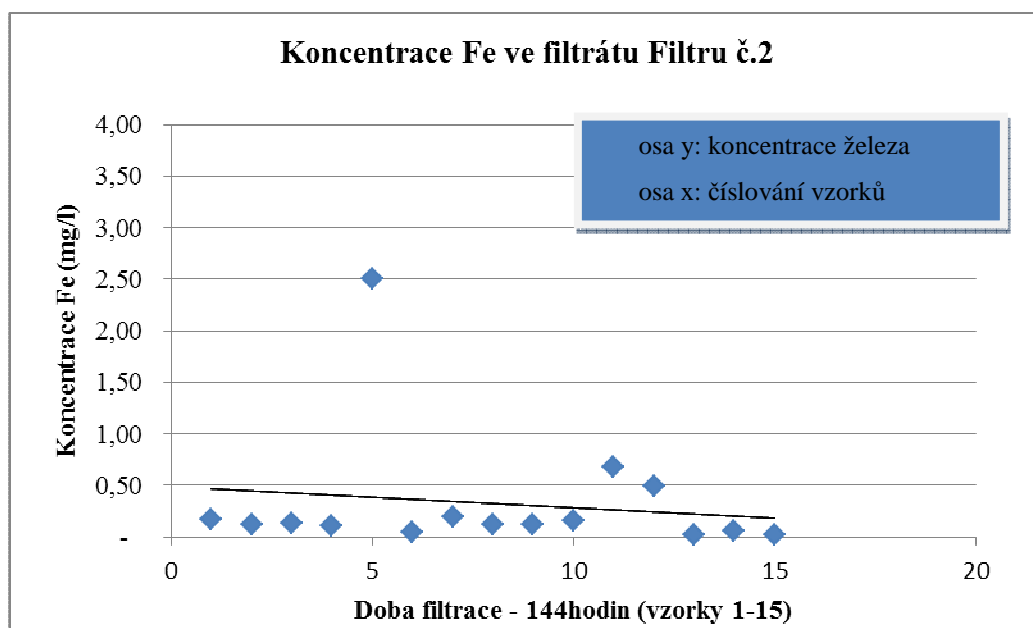
číslo vzorku	datum odběru	čas odběru	místo odběru	železo (mg/l)
23192	7. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	165
23193	7. 8. 2014	8:01	ÚV Malešov	109
23194	7. 8. 2014	8:02	ÚV Malešov	76
23195	7. 8. 2014	8:03	ÚV Malešov	44,9
23196	7. 8. 2014	8:04	ÚV Malešov	33,8
23197	7. 8. 2014	8:05	ÚV Malešov	24,4
23198	7. 8. 2014	8:06	ÚV Malešov	15,3
23199	7. 8. 2014	8:07	ÚV Malešov	3,21
23200	7. 8. 2014	8:08	ÚV Malešov	1,37
23201	7. 8. 2014	8:09	ÚV Malešov	0,37
23202	7. 8. 2014	8:10	ÚV Malešov	0,35
23203	7. 8. 2014	8:11	ÚV Malešov	0,22
Směsný slévaný vzorek				
23204	7. 8. 2014	8:15	ÚV Malešov F č. 2	36,8



Obr. č. 9) Koncentrace Fe během procesu praní

Tabulka č. 9) Filtrační cyklus ÚV Malešov filtr č. 2

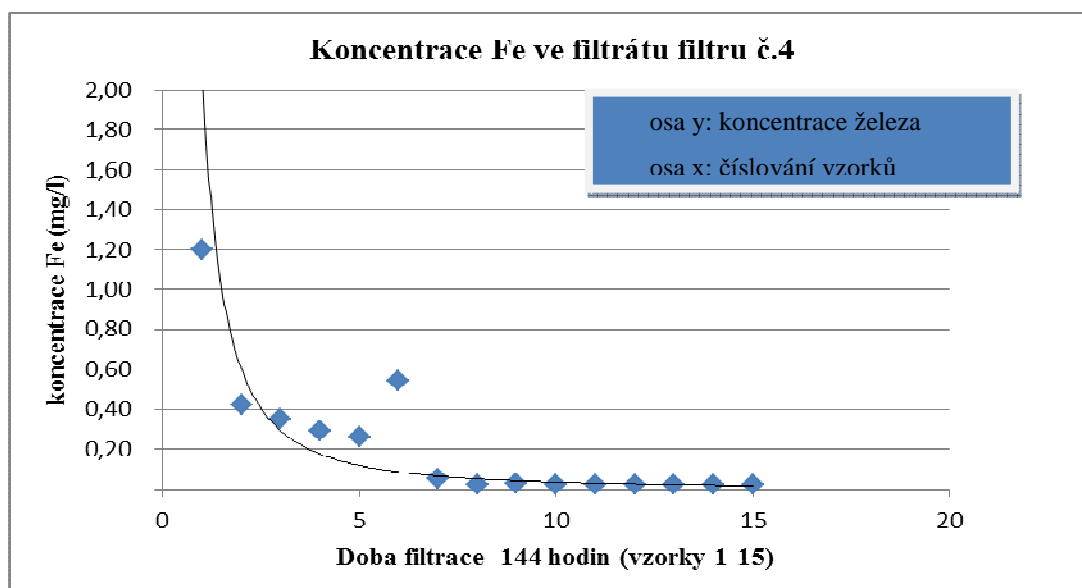
číslo vzorku	datum odběru	čas odběru	místo odběru	železo (mg/l)
23746	7. 8. 2014	9:00	ÚV Malešov	0,17
23747	7. 8. 2014	10:00	ÚV Malešov	0,12
23748	7. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,13
23749	8. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,11
23750	8. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	2,50
23751	9. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,04
23752	9. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,20
23753	10. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,12
23754	10. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,12
23755	11. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,16
23756	11. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,68
23757	12. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,49
23758	12. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,02
23759	13. 8. 2014	2:00	ÚV Malešov	0,06
23760	13. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,02



Obr. č. 10) Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 2

Tabulka č. 10) Filtrační cyklus ÚV Malešov filtr č. 4

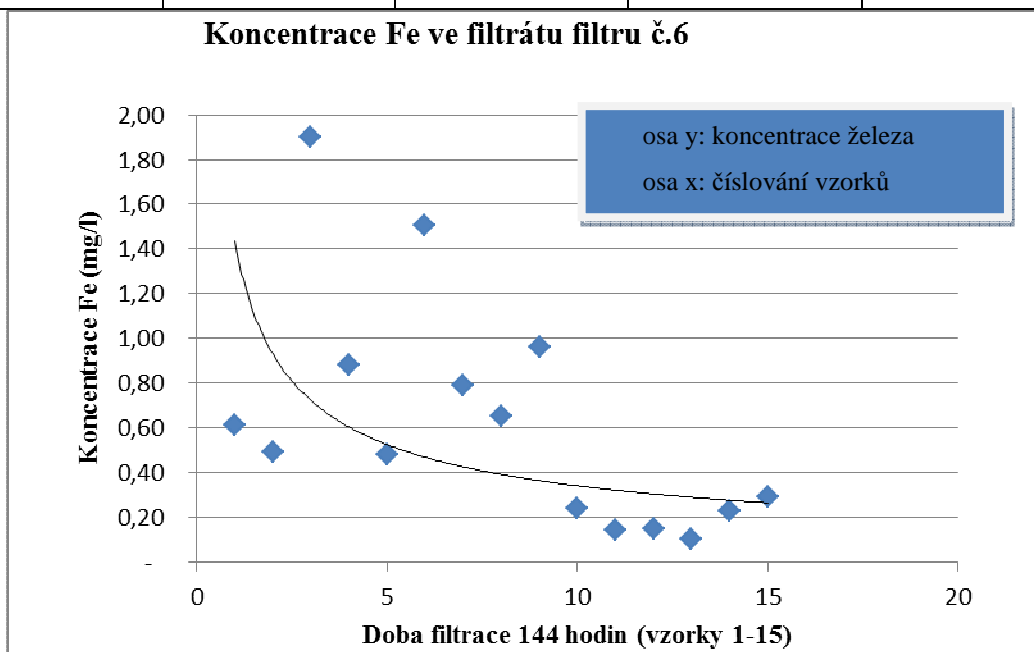
číslo vzorku	datum odběru	čas odběru	místo odběru	železo (mg/l)
25541	17. 8. 2014	9:00	ÚV Malešov	1,20
25542	17. 8. 2014	10:00	ÚV Malešov	0,42
25543	17. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,35
25544	18. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,29
25545	18. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,26
25546	19. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,54
25547	19. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,05
25548	20. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,02
25549	20. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,03
25550	21. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,02
25551	21. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,02
25552	22. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,02
25553	22. 8. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,02
25554	23. 8. 2014	2:00	ÚV Malešov	0,02
25555	23. 8. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,02



Obr. č. 11) Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 4

Tabulka č. 11) Filtrační cyklus ÚV Malešov filtr č. 6

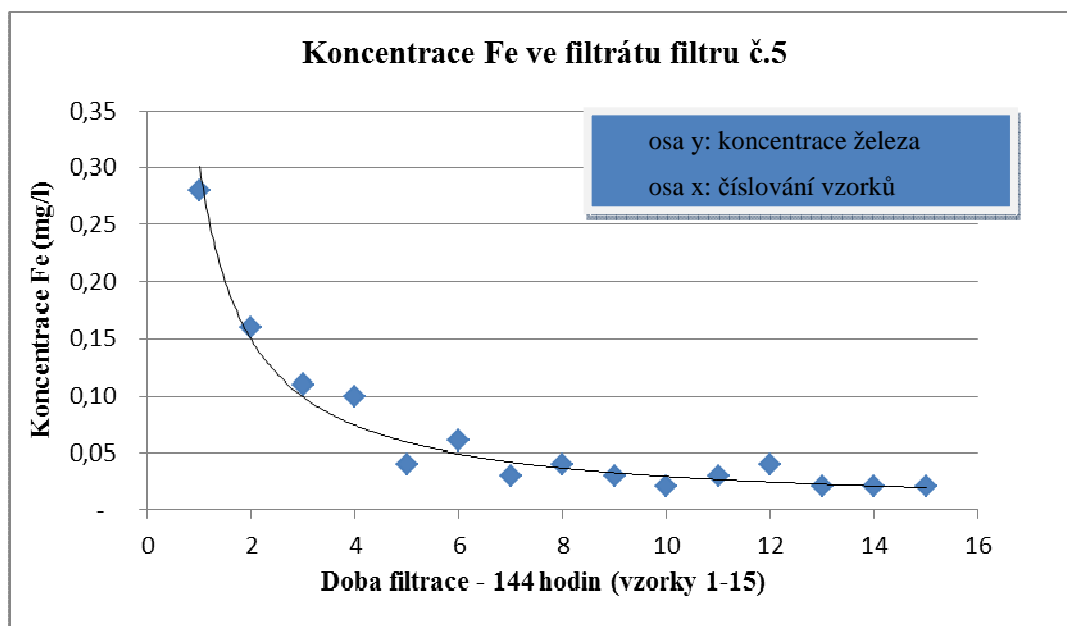
číslo vzorku	datum odběru	čas odběru	místo odběru	železo (mg/l)
26973	6. 9. 2014	9:00	ÚV Malešov	0,61
26974	6. 9. 2014	10:00	ÚV Malešov	0,49
26975	6. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	1,90
26976	7. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,88
26977	7. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,48
26978	8. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	1,50
26979	8. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,79
26980	9. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,65
26981	9. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,96
26982	10. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,24
26983	10. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,14
26984	11. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,15
26985	11. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,10
26986	12. 9. 2014	2:00	ÚV Malešov	0,23
26987	12. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,29



Obr. 12) Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 6

Tabulka č. 12) Filtrační cyklus ÚV Malešov filtr č. 5

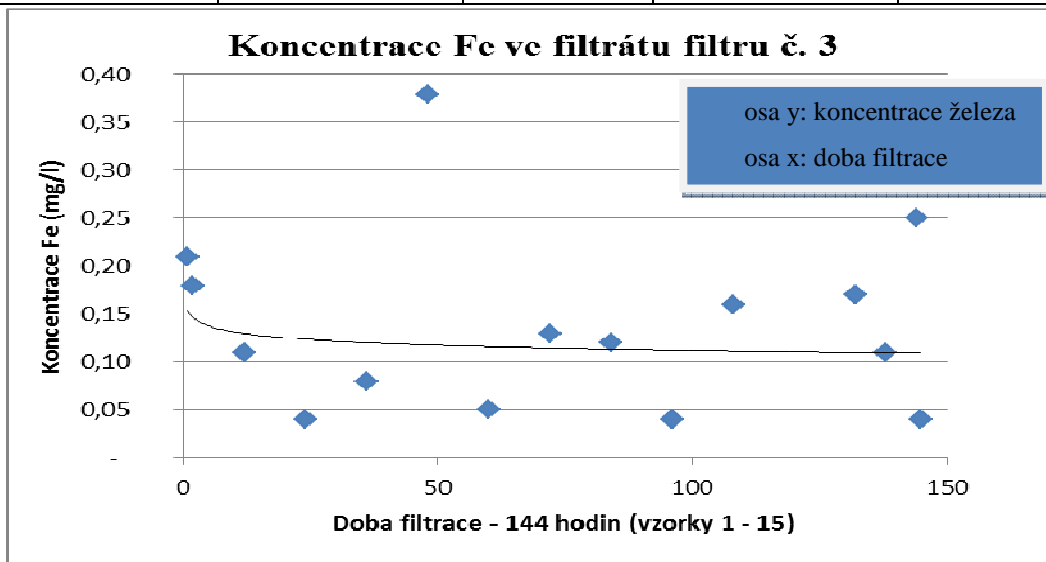
číslo vzorku	datum odběru	čas odběru	místo odběru	železo (mg/l)
28576	26. 9. 2014	9:00	ÚV Malešov	0,28
28577	26. 9. 2014	10:00	ÚV Malešov	0,16
28578	26. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,11
28579	27. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,10
28580	27. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,04
28581	28. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,06
28582	28. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,03
28583	29. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,04
28584	29. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,03
28585	30. 9. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,02
28586	30. 9. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,03
28587	1. 10. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,04
28588	1. 10. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,02
28589	2. 10. 2014	2:00	ÚV Malešov	0,02
28590	2. 10. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,02



Obr. č. 13) Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 5

Tabulka č. 13) Filtrační cyklus ÚV Malešov filtr č. 3

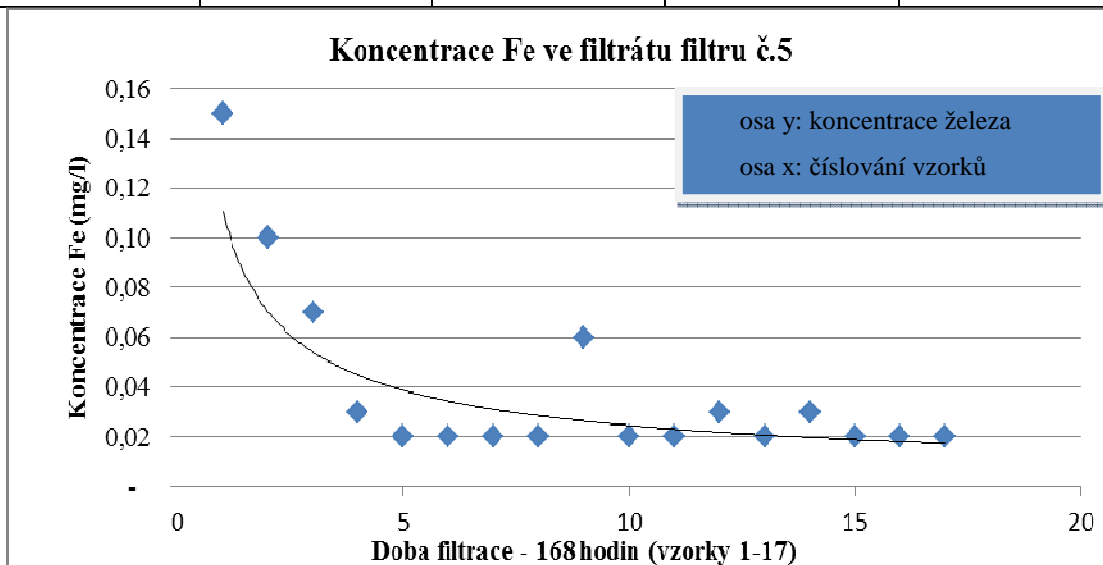
Číslo vzorku	Datum odběru	Čas odběru	Místo odběru	Železo (mg/l)
30603	14. 10. 2014	9:00	ÚV Malešov	0,21
30604	14. 10. 2014	10:00	ÚV Malešov	0,18
30605	14. 10. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,11
30606	15. 10. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,04
30607	15. 10. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,08
30608	16. 10. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,38
30609	16. 10. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,05
30610	17. 10. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,13
30611	17. 10. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,12
30612	18. 10. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,04
30613	18. 10. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,16
30614	19. 10. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,33
30615	19. 10. 2014	20:00	ÚV Malešov	0,17
30616	20. 10. 2014	2:00	ÚV Malešov	0,11
30617	20. 10. 2014	8:00	ÚV Malešov	0,25
30618	20. 10. 2014	9:00	ÚV Malešov	0,04



Obr. č. 14) Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 3

Tabulka č. 14) Filtrační cyklus ÚV Malešov filtr č. 5 prodloužený cyklus

číslo vzorku	datum odběru	čas odběru	místo odběru	železo (mg/l)
28973	17. 2. 2015	9:00	ÚV Malešov	0,15
28974	17. 2. 2015	10:00	ÚV Malešov	0,10
28975	17. 2. 2015	20:00	ÚV Malešov	0,07
28976	18. 2. 2015	8:00	ÚV Malešov	0,03
28977	18. 2. 2015	20:00	ÚV Malešov	0,02
28978	19. 2. 2015	8:00	ÚV Malešov	0,02
28979	19. 2. 2015	20:00	ÚV Malešov	0,02
28980	20. 2. 2015	8:00	ÚV Malešov	0,02
28981	20. 2. 2015	20:00	ÚV Malešov	0,06
28982	21. 2. 2015	8:00	ÚV Malešov	0,02
28983	21. 2. 2015	20:00	ÚV Malešov	0,02
28984	22. 2. 2015	8:00	ÚV Malešov	0,03
28985	22. 2. 2015	20:00	ÚV Malešov	0,02
28986	23. 2. 2015	8:00	ÚV Malešov	0,03
28987	23. 2. 2015	20:00	ÚV Malešov	0,02
28988	24. 2. 2015	2:00	ÚV Malešov	0,02
28989	24. 2. 2015	8:00	ÚV Malešov	0,02



Obr. č. 15) Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 5 (prodloužený cyklus)

Závěr

Realizováním tohoto projektu byl podrobně analyzován průběh filtrace individuálně na všech filtračních jednotkách úpravny vody Malešov. Současně bylo ověřeno, že nynější „prací cyklus“ je nastaven správně a vyhovuje pro regeneraci filtračního lože pískových rychlofiltrů v podmínkách provozu místní úpravny vody.

Cíle této práce bylo dosaženo částečně (viz akceptační protokol projektu) a to úspěšnou realizací prodlouženého filtračního cyklu na filtrační jednotce číslo pět. Dosažení cíle práce bylo podpořeno výsledky rozborů, kdy při realizaci doby filtrace 168 hodin, tedy prodloužené o den, nedošlo k překročení povolené koncentrace železa ve vodě.

K úplnému naplnění cíle by bylo třeba uskutečnit měření s delší dobou filtrace na všech zbylých filtračních jednotkách se stejně pozitivním výsledkem jako u filtru číslo pět. I po splnění této podmínky by bylo nutné učinit experimentální provoz, během něhož by probíhala měření na filtrech současně. Během experimentu bylo dále pozorováno, že technické podmínky pro filtraci nejsou optimální a bylo by potřeba je zlepšit formou konstrukčních úprav. Jedná se hlavně o to, že přítok vody do dvou na sebe rovnoběžných větví, dvou řad filtrů po třech jednotkách, je konstrukčně nevhodný. Na jednu větev je o 1,5 metru níže než na vedlejší. Výsledky měření potvrdily, že tato disproporce má vliv na kvalitu filtračního procesu. Pro možnost zavedení delších cyklů by bylo nutné předělat přívod armatur v jedné úrovni výšky pro stejnoměrnou distribuci vody na filtry. Současně s tímto opatřením by bylo vhodné na přítokové armatury surové vody pro jednotlivé filtry namontovat průtokoměry, pokud možno s regulací průtoku tak, aby na filtry bylo distribuováno vždy přibližně stejné množství vody a na všech filtračních jednotkách tak byla srovnatelná filtrační rychlost.

Současně by pomohlo procesu filtrace na úpravně pravidelné odkalování jednotlivých přívodních řádů surové vody (jsou celkem tři) a revitalizace některých kalníků, které jsou nefunkční. Zabránilo by se nárazovitému zhoršení kvality vstupní suroviny zapříčiněné unášením nečistot z potrubí při vypínání a opětovném zapínání čerpadel ve vrtech surové vody. Doporučoval bych rovněž prát filtry vždy za přítomnosti obsluhy úpravny (provozní řád to v současnosti nenařizuje). Při sběru dat ohledně spotřeby prací vody bylo shledáno, že přesným dodržáním časů doporučených při regeneraci filtrů se lze velmi přiblížit teoretické spotřebě prací vody a navíc je celý

proces praní vizuálně pod kontrolou. Správným krokem se ukázalo být plánování odběrů a měření již v letních měsících minulého roku, kvůli časové rezervě (byla porucha na jednom z filtrů a laboratoř musely jeden měsíc přednostně dělat rozbory pro jinou úpravnu). Pro maximální využití kapacity filtrační náplně by bylo ideální instalovat na odtoky čisté vody z filtru turbidimetry pro měření zákalu, které by indikovaly přesně stav, kdy nastane propouštění jemné vysrážené suspenze skrze filtrační lože.

Po aplikaci výše uvedených opatření a po eventuálním zavedení změny v podobě prodloužení pracovního cyklu do provozního řádu úpravny vody Malešov by došlo ke snížení počtu pracovních cyklů během roku ze současných 312 (během 52 týdnů v roce se regeneruje 6 x týdně) na 272 pracovních cyklů. Rozdíl by tedy činil 40 regeneračních cyklů, což by při teoretické spotřebě prací vody 164 m^3 na jedno praní znamenalo roční úsporu 6560 m^3 již upravené pitné vody, která by představovala, při potenciálním prodeji spotřebitelům za cenu 88 Kč s DPH za vodné a stočné, hodnotu 577 280 Kč.

Samozřejmě, že v případě rekonstrukce, by mohlo dojít k vyšším úsporám, za předpokládaných investic do modernějšího systému regulace a automatizace, jakožto použití moderních a efektivnějších filtračních materiálů, které je, mimo jejich větší schopnost zachycování suspendovaných látek, možné navíc prát efektivnějším způsobem s menší spotřebou prací vody. Toto však nebylo úkolem tohoto konkrétního experimentu, jelikož jeho cílem bylo posoudit možnost potenciálních úspor, při lepším využití stávající technologie.

Anotace

Příjmení a jméno autora:	Vratislav Rybář
Instituce:	Moravská vysoká škola Olomouc
Název práce v českém jazyce:	Řešení změn a úspor v procesu úpravy pitné vody
Název práce v anglickém jazyce:	Change and Cut Solution in the Process of Drinking Water Adjustment
Vedoucí práce:	RNDr. Ing. Miroslav RÖSSLER, CSc. MBA
Počet stran:	59
Počet příloh:	1
Rok obhajoby:	2015
Klíčová slova v českém jazyce:	Pitná voda, úspora nákladů, úprava vody, filtrační cyklus, projekt
Klíčová slova v anglickém jazyce:	Drinking water, cost savings, drinking water adjustment, filtration cycle, project

V práci se zabývám problematikou úspory vody v rámci procesu její úpravy. Cílem práce je dokázat možnost úspory nákladů při úpravě vody prodloužením filtračního cyklu, při současném dodržení limitů stanovených pro jakost pitné vody, zde se jedná konkrétně o přípustnou koncentraci železa. K ověření správnosti hlavní hypotézy byla v rámci několikaměsíčního projektu, během něhož probíhala měření, použita standardní metoda spektrofotometrického stanovení koncentrace železa ve vodě pro ověření procesu filtrace na úpravně vody Malešov.

The thesis is dedicated to saving water in the process of its adaptation. The aim is to demonstrate the possibility of cost savings in water adjustment by extending the filter cycle, while respecting the limits set for drinking water quality. Here specifically addresses the allowable concentration of iron. To verify the accuracy of the main hypothesis was used a standard method for spectrophotometric determination of iron concentration in the water to test the process of filtration water adjustment plant Malešov. The measurement took place within a few months project.

Literatura a prameny

DOLEŽAL, Jan, Jiří KRÁTKÝ a Ondřej CINGL. *5 kroků k úspěšnému projektu: 22 šablon klíčových dokumentů a 3 kompletní reálné projekty*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2013, 181 s. Management (Grada). ISBN 978-80-247-4631-9.

DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO. *Projektový management podle IPMA*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2012, 526 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4275-5.

KRÁL, Bohumil. *Manažerské účetnictví*. 2., rozš. vyd. Praha: Management Press, 2006, 622 s. ISBN 80-726-1141-0.

KUBÍČKOVÁ, Lea a Karel RAIS. *Řízení změn ve firmách a jiných organizacích*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2012, 133 s. Expert(Grada). ISBN 978-80-247-4564-0.

PITTER, Pavel. “*Hydrochemie*”, SNTL Praha, 1981, 376 stran, 1 vydání, Typové číslo:L16-B3-IV-31f/61961

PROVOZNÍ ŘÁD ÚV Malešov

Standartní operační postup Sčvk, SOP č. 12

PEROUTKA, Pavel. Aktuální otázky ekonomiky a cenotvorby v oboru VaK. *Sovak časopis oboru vodovodů a kanalizací*. Jílové u Prahy: nakladatelství a vydavatelství Mgr. Pavel Fučík. ISSN 1210-3039. 2010, roč. 19, č. 7-8, s. 52-53.

STRNADOVÁ, Nina. *Studijní materiály – pitná voda*.

SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011, 380 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3611-2.

TIDD, Joseph, J BESSANT a Keith PAVITT. *Řízení inovací: zavádění technologických, tržních a organizačních změn*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, xiv, 549 s. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-1466-7.

VYSKOČIL, Vlastimil K a František KUDA. *Management podpůrných procesů: facility management*. 2., dopl. vyd. Praha: Professional Publishing, 2011, 492 s. ISBN 978-80-7431-046-1.

Zákony ČR [online]. [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: [http:// zakonycr.cz](http://zakonycr.cz)

ŽÁČEK, Ladislav. *Chemické a technologické procesy úpravy vody*. 1 vydání. SNTL Praha, 1981, 272 stran, Typové číslo: L16-B3-IV-41/62000

ŽÁČEK, Ladislav. *Příručka pro kontrolu a řízení úpraven vody*. 1 vydání. SNTL Praha, 1988, 176 stran, Typové číslo: L16-E1-IV-3f/62153

Seznam obrázků

Obr. 1 – Blokové schéma úpravy vody	22
Obr. 2 – Pískový rychlofiltr	29
Obr. 3 – Blokové schéma ÚV Malešov	32
Obr. 4 – Členění kalkulací z hlediska vztahu k časovému horizontu	36
Obr. 5 – Strukturní vzorec výpočtu potřeby vody	39
Obr. 6 – WBS projektu	47
Obr. 7 – Gantův diagram (harmonogram projektu)	49
Obr. 8 – Porterovo schéma hodnotového řetězce podniku	52
Obr. 9 – Koncentrace Fe během procesu praní	58
Obr. 10 – Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 2	59
Obr. 11 – Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 4	60
Obr. 12 – Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 6	61
Obr. 13 – Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 5	62
Obr. 14 – Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 3	63
Obr. 15 – Koncentrace Fe ve filtrátu filtru č. 5 (prodloužený cyklus)	64

Seznam tabulek

Tab. 1 – Ukazatele jakosti surové vody povrchové	16
Tab. 2 – Ukazatele jakosti podzemní vody	17
Tab. 3 – Podíl zdrojů surové vody dle kategorií (A1, A2, A3) v ČR	18
Tab. 4 – Ukazatele jakosti pitné vody, mikrobiologické a biologické	20
Tab. 5 – Pitná voda- fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele	21
Tab. 6 – Projekt ověření možnosti prodloužení filtračního cyklu	46
Tab. 7 – Matice odpovědnosti	48
Tab. 8 – Prací cyklus na ÚV Malešov, filtr č. 2	58
Tab. 9 – Filtrační cyklus ÚV Malešov, filtr č. 2	59
Tab. 10 – Filtrační cyklus ÚV Malešov, filtr č. 4	60
Tab. 11 – Filtrační cyklus ÚV Malešov, filtr č. 6	61
Tab. 12 – Filtrační cyklus ÚV Malešov, filtr č. 5	62
Tab. 13 – Filtrační cyklus ÚV Malešov, filtr č. 3	63
Tab. 14 – Filtrační cyklus ÚV Malešov, filtr č. 5 (prodloužený cyklus)	64

Příloha – reálná spotřeba prací vody ve 3. čtvrtletí 2014

Spotřeba prací vody na ÚV Malešov - červenec 2014

datum	číslo filtru	Stav (odečet) /m3	předchozí stav /m3	spotřeba vody /m3
1.7.2014	2	125178	125012	166
2.7.2014	6	125350	125178	172
3.7.2014	3	125539	125350	189
4.7.2014	5	125672	125539	133
5.7.2014	4	125843	125672	171
6.7.2014	nepráno			
7.7.2014	2	126022	125843	179
8.7.2014	6	126200	126022	178
9.7.2014	3	126373	126200	173
10.7.2014	5	126558	126373	185
11.7.2014	4	126747	126558	189
12.7.2014	nepráno			
13.7.2014	2	126878	126747	131
14.7.2014	6	127089	126878	211
15.7.2014	3	127242	127089	153
16.7.2014	5	127412	127242	170
17.7.2014	4	127563	127412	151
18.7.2014	nepráno			
19.7.2014	2	127741	127563	178
20.7.2014	6	127902	127741	161
21.7.2014	3	128081	127902	179
22.7.2014	5	128259	128081	178
23.7.2014	4	128427	128259	168
24.7.2014	nepráno			
25.7.2014	2	128580	128427	153
26.7.2014	6	128800	128580	220
27.7.2014	3	128988	128800	188
28.7.2014	5	129158	128988	170
29.7.2014	4	129309	129158	151
30.7.2014	nepráno			
31.7.2014	2	129521	129309	212
Celkem prací voda za měsíc červenec 2014 (m3)				4509
Průměrná spotřeba na jedno praní (m3)				173,42

Spotřeba prací vody na ÚV Malešov - srpen 2014

datum	číslo filtru	Stav (odečet) /m3	předchozí stav /m3	spotřeba vody /m3
1.8.2014	6	129703	129521	182
2.8.2014	3	129863	129703	160
3.8.2014	5	130061	129863	198
4.8.2014	4	130262	130061	201
5.8.2014	nepráno			
6.8.2014	2	130425	130262	163
7.8.2014	6	130604	130425	179
8.8.2014	nepráno			
9.8.2014	5	130785	130604	181
10.8.2014	4	130952	130785	167
11.8.2014	nepráno			
12.8.2014	2	131116	130952	164
13.8.2014	6	131300	131116	184
14.8.2014	3	131459	131300	159
15.8.2014	5	131638	131459	179
16.8.2014	nepráno			
17.8.2014	4	131805	131638	167
18.8.2014	2	132000	131805	195
19.8.2014	6	132200	132000	200
20.8.2014	3	132343	132200	143
21.8.2014	5	132526	132343	183
22.8.2014	nepráno			
23.8.2014	4	132710	132526	184
24.8.2014	nepráno			
25.8.2014	6	132900	132710	190
26.8.2014	3	133124	132900	224
27.8.2014	5	133310	133124	186
28.8.2014	4	133508	133310	198
29.8.2014	nepráno			
30.8.2014	nepráno			
31.8.2014	6	133703	133508	195
Celkem prací voda za měsíc červenec 2014 (m3)				4182
Průměrná spotřeba na jedno praní (m3)				181,83

Spotřeba prací vody na ÚV Malešov - září 2014

datum	číslo filtru	Stav (odečet) /m3	předchozí stav /m3	spotřeba vody /m3
1. 9. 2014	3	133882	133703	179
2. 9. 2014	5	134088	133882	206
3. 9. 2014	4	134247	134088	159
4. 9. 2014	nepráno			
5. 9. 2014	nepráno			
6. 9. 2014	6	134434	134247	187
7. 9. 2014	3	134604	134434	170
8. 9. 2014	5	134800	134604	196
9. 9. 2014	4	134969	134800	169
10. 9. 2014	nepráno			
11. 9. 2014	nepráno			
12. 9. 2014	6	135220	134969	251
13. 9. 2014	3	135395	135220	175
14. 9. 2014	5	135560	135395	165
15. 9. 2014	4	135718	135560	158
16. 9. 2014	nepráno			
17. 9. 2014	2	135881	135718	163
18. 9. 2014	6	136134	135881	253
19. 9. 2014	3	136301	136134	167
20. 9. 2014	5	136490	136301	189
21. 9. 2014	4	136671	136490	181
22. 9. 2014	nepráno			
23. 9. 2014	2	136813	136671	142
24. 9. 2014	nepráno			
25. 9. 2014	3	137046	136813	233
26. 9. 2014	5	137221	137046	175
27. 9. 2014	4	137391	137221	170
28. 9. 2014	nepráno			
29. 9. 2014	6	137594	137391	203
30. 9. 2014	nepráno			
Celkem prací voda za měsíc červenec 2014 (m3)				3891
Průměrná spotřeba na jedno praní (m3)				185,29

Spotřeba prací vody na jednotlivé filtry 7-9 2014

červenec	m3							průměr
F2	166	179	131	178	153			161,4
F3	189	173	153	179	188			176,4
F4	171	189	151	168				169,75
F5	133	185	170	178				166,5
F6	172	178	211	161	220			188,4
celkem	831	904	816	864	561		3976	172,49
srpen	m3							průměr
F2	163	164	195					174
F3	160	159	143	224				171,5
F4	201	167	184	198				187,5
F5	198	181	183	186				187
F6	182	179	184	200	190	195		188,333
celkem	904	850	889	808	190	195	3836	181,667
září	m3							průměr
F2	163	142						152,5
F3	179	170	175	167	233			184,8
F4	159	169	158	181	170			167,4
F5	206	196	165	189	175			186,2
F6	187	251	253	203				223,5
celkem	894	928	751	740	578		3891	182,88