



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Publikace je zpracována v rámci projektu: „Podpora dalšího vzdělávání pracovníků vodního hospodářství v Jihočeském kraji“, registrační číslo projektu: CZ.1.07/3.2.08/02.0043, který realizuje Výzkumné centrum VŠERS, o.p.s.

Jiří Kubeš

PROVOZOVÁNÍ A BEZPEČNOST ZDROJŮ, ÚPRAVEN A ROZVODŮ PITNÉ VODY

České Budějovice

2013

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky.

Vzor citace: KUBEŠ, J. Provozování a bezpečnost zdrojů, úpraven a rozvodů pitné vody. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2013, 106 s. ISBN 978-80-87472-49-1

Ediční rada VŠERS

Dr. Milena BEROVÁ; doc. JUDr. PhDr. Jiří BÍLÝ, CSc.; Ing. Jiří DUŠEK, Ph.D.; RNDr. Růžena FEREBAUEROVÁ; PhDr. Jan GREGOR, Ph.D.; PhDr. Lenka HAVELKOVÁ, Ph.D.; doc. Ing. Marie HESKOVÁ, CSc.; doc. Dr. Lubomír PÁNA, Ph.D. (předseda); doc. Ing. Oldřich PEKÁREK, CSc.; doc. Ing. Ladislav SKOŘEPA, Ph.D.

PROVOZOVÁNÍ A BEZPEČNOST ZDROJŮ, ÚPRAVEN A ROZVODŮ
PITNÉ VODY

© Ing. Jiří Kubeš, 2013

Vydavatel: Vysoká škola evropských a regionálních studií, o.p.s.
České Budějovice

ISBN 978-80-87472-49-1

Provozování a bezpečnost zdrojů, úpraven a rozvodů pitné vody

Ing. Jiří Kubeš

Obsah

1	Úvod	5
2	Základní pojmy a legislativa ve vodárenství	7
3	Vlastnictví a zajištění provozu vodovodu	15
4	Vodárenské systémy	21
5	Vodní zdroje	29
6	Úprava vody	37
7	Čerpací stanice	45
8	Vodojemy a akumulární nádrže	57
9	Doprava vody – vodovodní řady a sítě	63
10	Trubní materiál, tvarovky, armatury	69
11	Ostatní činnosti spojené s provozem vodovodu	79
	Literatura	85
	Seznam tabulek	87
	Seznam obrázků	88
	Seznam příloh	89
	Seznam zkratk	90
	Seznam symbolů	91
	Příloha 1: Roční směrná čísla spotřeby dle vyhlášky č. 120/2011 Sb.	92
	Příloha 2: Ukazatele kvality pitné vody dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. – úplný rozbor	100
	Příloha 3: Krácený rozbor dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.	103
	Příloha 4: Minimální četnost odběru a rozborů pitné vody dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.	104
	Příloha 5: Nomogram tlakových ztrát k výpočtu potrubí z PE a PVC	105

1 Úvod

Zásobování pitnou vodou je jedním z klíčových oborů, na kterých závisí úroveň životního prostředí, kvalita a hygiena života a hospodářský rozvoj jeho jednotlivých oblastí. Ne všechny oblasti našeho kontinentu mají stejný přístup k vodním zdrojům a značné rozdíly jsou i v rámci ČR. Jsou zde oblasti bohaté na dostatek čisté přírodní vody a na druhé straně také oblasti s nízkými srážkovými úhrny a nedostatkem vodních zdrojů, kam je nutno dopravovat vodu z velkých vzdáleností a vodu navíc složitě upravovat.

I přes tyto rozdíly bylo, dle statistiky MZe ČR, v roce 2011 v České republice, zásobováno z veřejných vodovodů 9,8 mil. obyvatel, tj. 93,4 % z celkového počtu obyvatel. Zbývající obyvatelé v malých obcích a v rozptýlené zástavbě využívají individuální zdroje, které často nevyhovují svojí kvalitou a dostatečnou vydatností. Proto se podíl obyvatelstva napojeného na veřejné vodovody bude postupně zvyšovat, ale napojit výhledově veškeré obyvatele, nebude nutné a ani by to nebylo ekonomicky hospodárné. U nejmenších sídel a rozptýlené zástavby bude i nadále uvažováno s individuálním zásobováním, i zde však je nutné zajistit dostatečnou kvalitu dodávané vody a řádné hospodaření s vodními zdroji a veškerým vodárenským majetkem.

Zásobování pitnou vodou vyžaduje určitou odbornost, kterou ne každý vlastník zvládá na potřebné úrovni. Nároky na odbornost při zajištění provozu a hospodaření s vodárenským majetkem rostou s jeho rozsahem a odpovídají i technické složitosti tohoto majetku. Nevyhovující kvalita dodávané vody může vyvolat závažné hygienické problémy a to nejen u obyvatelstva, v živočišné výrobě, ve zdravotnictví i dalších službách, v potravinářském průmyslu i v jiných oborech. Při výpadcích v dodávce vody dochází u většiny činností k hospodářským ztrátám a některé z nich musejí svoji činnost dokonce přerušit. Proto pro zajištění kvality a provozní spolehlivosti v dodávce vody platí v EU přísná pravidla, vymezená národní legislativou, která obvykle stanoví i kritéria odbornosti potřebné k provozování vodárenského systému. Garanci vyhovující kvality a kontinuální dodávky pitné vody musí zajistit dodavatel vody.

Přibližně do roku 1993 zajišťovalo zásobování vodou 11 státních podniků s vymezenou krajskou působností. Následným delegováním pravomocí na města a obce byla v procesu odstátnění vodárenského majetku převedena odpovědnost za zásobování pitnou vodou na samosprávu se souběžnou privatizací vodárenských podniků. Majetková práva k vodárenskému majetku byla převedena na obce, které

buď samy zůstaly vlastníkem infrastruktury, nebo na společném majetku vytvořily účelovou vlastnickou společnost pro výkon vlastnických práv. Samotný provoz vodárenského majetku zajišťuje buď přímo sám vlastník (většinou obec nebo svazek obcí), nebo odborná provozovatelská společnost, na základě uzavřené smlouvy. Provozování se řídí vždy striktními pravidly pro každý druh vodárenského objektu, popsanými v provozním řádu, nebo v technologických předpisech pro příslušný materiál, chemikálii, používání mechanizace apod.

2 Základní pojmy a legislativa ve vodárenství

Základní pojmy

Vodovod – je soubor staveb zajišťující jímání, úpravu a akumulaci vody a její dopravu k odběrateli. Definicí vodovodu pro veřejnou potřebu upravuje zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu (dále jen ZVaK). Vodovod a jeho jednotlivé části (mimo přípojek) jsou vodními díly.

Vlastník vodovodu – obvykle **obec** nebo **svazek obcí**, ale i jiný subjekt, který má vlastnické právo k vodovodu pro veřejnou potřebu. Práva i povinnosti vlastníka vodovodu definuje ZVaK.

Vodohospodářská infrastruktura zahrnuje vodovody a kanalizace pro veřejnou potřebu a související vodohospodářské objekty – dešťové kanalizace, otevřené odpady, vsakovací objekty a nádrže včetně objektů přidružených – příjezdové komunikace, elektropřípojky oplocení apod.

Provozování vodovodu – je souhrn činností, kterými se zajišťuje kontinuální dodávka vody k odběratelům a zajištění řádné funkce všech zařízení v souladu s provozními řády. Není jím správa vodovodů ani jejich rozvoj, které přísluší vlastníkovi vodovodu.

Provozovatel vodovodu – je subjekt, který vodovod provozuje na základě povolení krajským úřadem. Provozovatelem může být i vlastník vodohospodářského majetku – obec, pokud získá povolení dle § 6 ZVaK.

Odběratel – je vlastník pozemku nebo stavby připojené na vodovod.

Přípojka – se rozumí úsek potrubí od odbočení z vodovodního řadu až k vodoměru. Přípojka není vodním dílem (povolují stavební úřady).

Vnitřní vodovod – je potrubí (může být i venkovní), navazující na vodovodní přípojku do napojovaného objektu. Není vodním dílem.

Pitná voda – je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, používaná v potravinářství, voda vhodná k péči o tělo a k dalším účelům lidské spotřeby, splňující požadavky na zdravotní nezávadnost, v souladu s vyhláškou 252/2004 Sb.

Vodné – je úplatou za pitnou vodu a služby spojené s její dodávkou.

Údržba – je činností, kterou se udržuje požadovaná funkčnost zařízení a užitné vlastnosti majetku, zpomaluje se fyzické opotřebení a odstraňují se drobné závady, které zhoršují stav majetku.

Oprava – navrácí majetku původní vlastnosti, nemá být technickým zhodnocením, při kterém se vlastnosti zlepšují (například se zvyšuje průměr potrubí). Oprava může mít charakter buď havarijní, při kterém se odstraňuje okamžitý následek poškození majetku, nebo plánovatelný, často koordinovaný s vlastníky infrastrukturních sítí a komunikací.

Obnova – obvykle výměna zařízení, nebo jeho úplná rekonstrukce, kterou se odstraňuje úplně (převažující) fyzické opotřebení. Obnova může mít charakter opravy, či investice s technickým zhodnocením majetku.

Investice – je většinou pořízení nového zařízení, může mít ale charakter i změny stavby (přístavby, nástavby, stavební úpravy), při které dochází k technickému zhodnocení.

Legislativa – právní předpisy

Základním právním předpisem pro provoz, rozvoj a výstavbu, veřejných vodovodů je již zmíněný ZVaK – zákon č. 274/2001 Sb. (o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu), v aktuálním znění. Ten se vztahuje na vodovody a kanalizace u nichž je průměrná denní produkce větší než 10 m³, nebo je využívá více než 50 obyvatel.

Vodními díly obecně se zabývá zákon č. 254/2001 Sb. (vodní zákon), který má řadu prováděcích vyhlášek. Zmínit nutno zejména vyhlášku č. 432/2001 Sb., o dokladech k žádostem o rozhodnutí nebo vyjádření, a o náležitostech povolení, souhlasů a vyjádření vodoprávního úřadu.

Kvalitou pitné vody se zabývá zákon č. 258/2000 Sb. a vyhláška č. 252/2004 Sb. Zákon č. 505/1990 Sb. řeší použití a úřední ověření měřidel – vodoměrů. Bezpečnost práce a ochrana zdraví při práci, vychází ze Zákoníku práce č. 262/2006 Sb. a dále zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti v souladu s ES.

Zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. (ZVaK) v aktuálním znění

Úvodní část zákona aktualizovaná zákonem č. 76/2006 Sb. v § 1 vymezuje **vztahy při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů** a kanalizací sloužících veřejné potřebě (dále jen vodovody a kanalizace), přípojek na vodovody a kanalizace.

Zákon o vodovodech a kanalizacích se nevztahuje:

- na vodovody a kanalizace, u nichž je průměrná denní produkce nižší než 10 m³ nebo je-li počet fyzických osob trvale využívajících vodovod nebo kanalizaci nižší než 50,
- na vodovody sloužící k trvalému rozvodu jiné než pitné vody,
- na oddílné kanalizace sloužící k odvádění povrchových vod vzniklých odtokem srážkových vod,
- na vodovody a kanalizace, na které není připojen alespoň 1 odběratel.

Vodoprávní úřad může rozhodnutím stanovit, že se tento zákon vztahuje i na další vodovody.

Základní pojmy vymezené v § 2 ZVaK, obsahuje i část 2 tohoto učebního textu.

Přípojkami se zabývá § 3. Vodovodní přípojka je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od odbočení z vodovodního řádu k vodoměru, a není-li vodoměr, pak k vnitřnímu uzávěru připojeného pozemku nebo tavby. Odbočení s uzávěrem je součástí vodovodu. Vodovodní přípojka není vodním dílem. Opravy a údržbu vodovodních přípojek a kanalizačních přípojek uložených pod veřejnými prostranstvími zajišťuje provozovatel ze svých provozních nákladů.

Plán rozvoje vodovodů a kanalizací (PRVK) – § 4 obsahuje koncepci řešení zásobování pitnou vodou, a koncepci odkanalizování a čištění odpadních vod v daném územním celku. Zpracování zajišťuje a schvaluje příslušný kraj. Žádá-li obec o dotaci na stavbu obvykle se zkoumá soulad stavby s PRVK.

Povinnost vlastníka vodovodu nebo kanalizace vést **majetkovou evidenci** ukládá § 5. Vlastník je povinen vést i provozní evidenci a provozní řády. Vybrané údaje z evidence zasílá vodoprávnímu úřadu.

Provozovat vodovod nebo kanalizaci může osoba, která má **Oprávnění k provozování vodovodů a kanalizací** – dle § 6 ZVaK. Oprávnění vydává krajský úřad osobě splňující následující podmínky:

- a) je oprávněna provozovat živnost Provozování vodovodů a kanalizací,

- b) je vlastníkem vodovodu, což ji opravňuje vodovod nebo kanalizaci provozovat,
- c) její odpovědný zástupce splňuje kvalifikaci odpovídající požadavkům na provozování a to:
 - do 5 000 fyzických osob střední vzdělání s maturitní zkouškou v oboru a má nejméně 4 roky praxe v oboru,
 - nad 5 000 vysokoškolské vzdělání a nejméně 2 roky praxe v oboru vodovody a kanalizace.

Pokud by obec neprovozovala vodovod nebo kanalizaci za účelem dosažení zisku, nemusí splňovat podmínku o provozování živnosti.

Práva a povinnosti vlastníka, provozovatele nebo stavebníka při výstavbě, údržbě a provozování vodovodu nebo kanalizace upravuje § 7 zejména upravuje vstupy na cizí pozemky a stavby, na kterých nebo pod kterými se nachází vodovod nebo kanalizace. Při vstupech na cizí pozemky musí být co nejméně zasahováno do vlastnických práv k pozemkům a stavbám. Je nutné předem oznámit vstup na pozemek nebo stavbu a po ukončení prací pozemek nebo stavbu uvést do původního stavu, pokud není dohodnuto s vlastníkem jinak. Je uveden i způsob vypořádání majetkové újmy, pokud nedojde k dohodě o výši nebo způsobu náhrady. Práva a povinnosti podle tohoto paragrafu přecházejí na právní nástupce stavebníka, vlastníka a provozovatele vodovodu nebo kanalizace, jakož i na právní nástupce vlastníků pozemků a staveb.

Práva a povinnosti vlastníka vodovodu nebo kanalizace upravuje § 8. Vlastníci provozně souvisejících vodovodů upravují svá vzájemná práva a povinnosti písemnou dohodou. Vlastník vodovodu je povinen připojit odběratele, pokud to umožňují kapacitní a technické požadavky. Náklady na realizaci vodovodní nebo kanalizační přípojky nese vlastník, kterému je napojení umožněno, pokud se nedohodnou jinak. Vlastník vodovodu nebo kanalizace je povinen zpracovat a realizovat plán financování obnovy vodovodů nebo kanalizací, na dobu nejméně 10 let. Za dodávku pitné vody a za odvádění odpadních vod má vlastník právo na úplatu (provozovatel jen pokud je to výslovně uvedeno ve smlouvě o provozování).

Práva a povinnosti provozovatele určuje § 9 a 10. Vymezuje například podmínky, za kterých je provozovatel oprávněn přerušit nebo omezit dodávku vody. Kdy je nutno náhradní zásobování pitnou vodou § 10 stanoví, co je **neoprávněný odběr vody** a neoprávněné vypouštění odpadních vod do kanalizace. Náhrada ztráty vzniklé neoprávněným odběrem nebo neoprávněným vypouštěním náleží vlastníkovi.

Obecné technické požadavky na vodovody a kanalizace stanoví § 11 a 12. U vodovodů pokud jsou jediným zdrojem požární vody, je stanovena podmínka splnění požadavků požární ochrany.

Požadavky na jakost vody k úpravě na vodu pitnou definuje § 13. Surová voda

musí splňovat v místě odběru požadavky na jakost s ohledem na použité standardní metody úpravy.

Jakost pitné vody a míra znečištění podzemních vod dle § 14 ZVaK určuje, že pitná voda musí splňovat požadavky na zdravotní nezávadnost pitné vody, stanovenou v zákoně č. 258/2000 Sb. a dále vyhláškou č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů.

Dodávky a měření vody dle § 15 až 17. Povinnost dodávky vody je splněna vtokem vody z vodovodu do vodovodní přípojky. Odběr se měří vodoměrem. Pokud vodoměr osazen není, určí se množství odebírané vody podle směrných čísel dle vyhlášky č. 428/2001 Sb. Odběratel je povinen dodržet podmínky umístění vodoměru stanovené vlastníkem, popřípadě provozovatelem vodovodu. Odběratel je povinen umožnit provozovateli přístup k vodoměru. Osazování, údržbu a výměnu vodoměru provádí provozovatel. Odběratel je povinen dodržet podmínky umístění vodoměru stanovené vlastníkem, popřípadě provozovatelem vodovodu. Odběratel je povinen umožnit provozovateli přístup k vodoměru. Osazování, údržbu a výměnu vodoměru provádí provozovatel. Stanoveny podmínky přezkoušení vodoměru vyžádaného odběratelem včetně úhrady nákladů spojených s výměnou vodoměru.

Vodné a stočné určuje § 20. Vodné je úplatou za dodávku pitné vody a může mít formu jednosložkovou nebo dvousložkovou. Jednosložková forma je součin ceny dle cenových předpisů a množství odebrané vody. Dvousložková forma navíc obsahuje pevnou složku (stanovenou podle vodoměru, profilu přípojky, nebo ročního množství odebrané vody).

Krizové situace s nouzovým zásobováním pitnou vodou vymezuje § 21.

Veřejnou službou dle § 22 jsou myšleny situace při ohrožení veřejného zdraví, majetku či veřejného pořádku (nad rámec provozovatelské smlouvy), případně ztrátou schopnosti stávajícího provozovatele zajišťovat dodávku vody. Náklady hradí orgán veřejné správy, který tuto povinnost uložil.

Ochranná pásma vodovodních řadů a kanalizačních stok jsou dle § 23 dána vzdáleností od vnějšího líce stěny potrubí nebo kanalizační stoky na každou stranu: do průměru 500 mm včetně je 1,5 m, nad průměr 500 mm je 2,5 m. U potrubí o průměru nad 200 mm, jehož dno je uloženo v hloubce větší než 2,5 m pod upraveným povrchem, se obě uvedené vzdálenosti zvyšují o 1,0 m. Dále jsou řešeny možné výjimky z ochranného pásma, které povoluje vodoprávní úřad. Specifikovány jsou i činnosti

v ochranném pásmu, které se smí provádět jen s písemným souhlasem vlastníka.

Přeložky vodovodů a kanalizací lze dle § 24 provádět jen s písemným souhlasem vlastníka vodovodu nebo kanalizace. Přeložku vodovodu nebo kanalizace zajišťuje na vlastní náklad osoba, která potřebu přeložky vyvolala, stavebník přeložky je povinen předat vlastníkovi vodovodu dokončenou stavbu včetně příslušné dokumentace skutečného provedení stavby a souvisejících dokladů.

Působnost orgánů veřejné správy a místní příslušnost vymezují § 26 až 30. Poslání a kompetence obecních úřadů § 26, obecních úřadů obcí s rozšířenou působností § 27, krajských úřadů § 28, ministerstva § 29.

Místní příslušnost dle § 30 se řídí místem, kde se vodovod nachází. Pokud na území obvodů více orgánů, je místně příslušný orgán na jehož území leží převažující část vodovodu.

Přestupky dle § 32 pro fyzické osoby včetně výše pokut a správní delikty pro právnické osoby dle § 33, včetně společných ustanovení dle § 34, které vymezují odpovědnost a způsob projednání a vybírání sankcí.

Ochranou odběratele se zabývá § 36, který stanoví především uzavírání písemných smluv, povinnost informovat obecní úřad o základních faktorech (jakosti, měření, technických podmínkách na řady i přípojky, možnostech odstávek, výši a položkách tvořících cenu vodného, fakturaci. Stanoví i povinnost zveřejňovat informace o úplném vyúčtování, povinnost oznámení při zhoršení jakosti dodávané vody.

Dozor dle § 37 vykonávají úřady s rozšířenou působností, případně krajské úřady, vrchní dozor vykonává ministerstvo.

Technický audit dle § 38 je činnost sloužící ke kontrole technického stavu vodovodů a kanalizací.

Vyhláška MZe ČR č. 428/2001 Sb.

K zákonu o vodovodech a kanalizacích je vydána prováděcí vyhláška MZe ČR č. 428/2001 Sb. v aktuálním znění. Postupně byla doplňována a měněna vyhláškami č. 146/2004 Sb., č. 515/2006 Sb. a č. 120/2011 Sb. Lze v ní nalézt podrobnosti k naplňování jednotlivých ustanovení zákona (ZVaK), vzorové a metodické postupy, například podrobnosti smluv, vzory evidencí, výpočet náhrad ztráty při neoprávněném odběru vody, ale i roční směrná čísla atd.

Vyhláška vymezuje a specifikuje povinnosti spojené se správou a provozem vodovodu:

- obsah a rozsah vybraných údajů z majetkové evidence vodovodů a kanalizací (přílohy 1 a 2), které musí vlastník/provozovatel poskytovat každoročně vodoprávnímu úřadu,
- obsah a rozsah vybraných údajů z provozní evidence vodovodů a kanalizací (přílohy 5 a 6), které musí vlastník/provozovatel poskytovat každoročně vodoprávnímu úřadu,
- plán kontrol jakosti vod v průběhu výroby pitné vody,
- obsah a rozsah výkresové dokumentace vodovodu a provozního deníku,
- náležitosti žádosti o povolení k provozování vodovodu dle § 6, odst. 10, ZVaK,
- náležitosti smlouvy o dodávce vody § 8, odst. 12, ZVaK,
- způsob výpočtu náhrady ztrát při neoprávněném odběru vody,
- technické požadavky na stavbu vodovodů,
- ukazatele jakosti surové vody pro účely úpravy na vodu pitnou,
- určení množství odebrané vody bez měření dle směrných ročních čísel (příloha 12), směrná čísla spotřeby vody jsou uvedena v příloze 1 učebního textu,
- podmínky měření dodané vody dle § 17, odst. 8, ZVaK,
- způsob výpočtu pevné složky vodného dle § 20, odst. 3, ZVaK (příloha 17),
- provedení technického auditu dle § 38, odst. 6, ZVaK.

Kontrolní otázky:

- *Vysvětlete základní pojmy – vodohospodářská infrastruktura, kdo může být vlastníkem vodovodu, provozovatelem vodovodu, co je vodovodní přípojka a vnitřní vodovod?*
- *Jaký je rozdíl mezi opravou a investicí? Co je obnova?*
- *Co je pitná voda?*
- *Které právní předpisy se nejvíce dotýkají oboru zásobování pitnou vodou.*
- *Co je ZVaK a na jaké vodovody se vztahuje?*
- *Jaké oblasti práva řeší ZVaK?*
- *Co je PRVK (program rozvoje vodovodů a kanalizací) a co se při žádosti o udělení dotace zkoumá?*
- *Čím se zabývá prováděcí vyhláška č. 428/2001 Sb? Co jsou roční směrná čísla a k čemu se používají?*

3 Vlastnictví a zajištění provozu vodovodu

Vlastnictví vodohospodářské infrastruktury (vodovodů a kanalizací)

Vlastníkem vodovodu pro veřejnou potřebu bývá nejčastěji obec, případně svazek obcí. Může jím být ale i jiný, privátní subjekt. Obce a jejich svazky (tam kde skupinové vodovody zásobovaly větší počet obcí), získaly vodohospodářský majetek v rámci procesu odstátnění infrastruktury vodovodů a kanalizací, v letech 1993–1995, kdy se rušily tehdejší státní krajské podniky vodovodů a kanalizací.

Proces odstátnění probíhal převážně na základě privatizačních projektů v rámci kuponové privatizace, kterou se privatizoval především majetek provozovatelský (pomocí kterého se zajišťuje provoz – zemní stroje, dopravní technika, laboratoře, vodoměry, technika k vyhledávání potrubí, garáže, kanceláře, odborné služby apod.).

Na obce a města přešla majetková práva k tzv. infrastrukturnímu majetku (vodní zdroje, úpravný vody, vodojemy, řady a rozvodné sítě apod.), který dodnes zůstává (až na výjimky) v majetku obcí, případně jejich svazků. Svazky bylo nutno vytvořit v případech, kdy šlo o tzv. nedělitelný majetek – vodárenskou soustavu, jejíž jednotlivé funkční části patřily dvěma a více obcím.

Obec je povinna pečovat o potřeby svých občanů a všestranný rozvoj vlastního území (§ 2 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích), ale právní předpisy ČR jednoznačně neurčují odpovědnost obcí za zásobování pitnou vodou. Vlastníkem vodovodu pro veřejnou potřebu může být i jiný subjekt, i ten se však musí chovat v souladu s poměrně striktními předpisy, zejména ZVaK. Vlastník je povinen podle § 8, ZVaK zajistit plynulý a bezpečný provoz vodovodu (vodárenské soustavy).

Zajištění provozu – vlastník může:

- Uzavřít smlouvu s odborným provozovatelem, který vlastní příslušné živnostenské povolení. Smlouva se obvykle uzavírá podle výsledků výběrového řízení, v souladu se zákonem č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách, případně u smlouvy koncesní dle zákona č. 139/2006 Sb.
- Provozovat zařízení vlastními silami, pokud dokáže garantovat přiměřenou odbornost a kvalitu. Jeho zástupce musí splňovat kvalifikační předpoklady ve smyslu § 6 ZVaK (viz bod 5) a získat Oprávnění k provozování, které vydává příslušný krajský úřad. Jde-li o větší vodovod, může si jeho vlastník zřídit i vlastní provozní společnost formou technických služeb.

- Vstoupit do svazku obcí, který má uzavřenu smlouvu o provozování s odborným provozovatelem.

Modely provozování vodovodu

V rámci výše uvedených zásad se v ČR vytvořily 4 základní modely provozování, které ale mívají ještě řadu místních modifikací.

Oddílný model provozování

Oddílný model vychází ze zásady součinnosti dvou subjektů – vlastníka vodovodu (soustavy) a provozovatele, mezi kterými se uzavírá smluvní vztah. Je to nejčastější varianta provozního modelu v ČR (více než 65 % trhu), motivovaná snahou vystavit provozovatele co nejvíce tržnímu prostředí. Provozovatel hospodaří na pronajatém majetku, vybírá vodné a stočné, jehož cenu schvaluje vlastník a platí vlastníkovi nájemné za užívání infrastruktury. Výnosy z vodného a stočného jsou příjmem provozovatele, který z nich hradí provozní náklady a tvoří přiměřený zisk.

Smíšený model provozování

Infrastrukturní majetek ve smíšeném modelu, je včetně provozovatelského majetku vlastněn i využíván jedním subjektem. Majetek bývá sdružen podílovým vlastnictvím infrastruktury (obce – veřejný sektor), obvykle i s podílem soukromého sektoru (provozovatelský majetek). Výhodou tohoto modelu je jednoznačná odpovědnost za stav majetku a poskytované služby, naproti tomu uplatnění tržních zásad je zde problematické. Smíšený model poskytuje v ČR zásobování pro necelých 20 % odběratelů.

Vlastnický model provozování

Obec či skupina obcí vytvoří společnost typu technických (komunálních) služeb, která se stará o provoz infrastruktury. Veřejný sektor (vlastník infrastruktury) je stoprocentním majitelem provozní společnosti.

Samostatné provozování

Samostatné provozování si zajišťují převážně nejmenší obce, které jsou schopny garantovat požadovanou technickou úroveň, pro kterou mají kvalifikovanou osobu, jakožto hlavní předpoklad pro získání Oprávnění k provozování vodovodu od krajského úřadu. Je to v ČR nejméně rozšířený model.

Obdobně jako u vlastnického modelu provozování, nakupují samostatně provozující obce specializované odborné služby u větších vodohospodářských společností.

Oprávnění k provozování vodovodu

Provozovat vodovod (nebo kanalizaci) může osoba, která získala **Oprávnění k provozování vodovodů a kanalizací** (dle § 6 ZVaK) od příslušného krajského úřadu. Žádost o povolení se podává na tiskopise dle přílohy č. 11 vyhlášky č. 428/2001 Sb. v aktuálním znění.

Povolení lze vydat osobě, která:

- a) je oprávněna provozovat živnost Provozování vodovodů a kanalizací,
- b) je vlastníkem vodovodu, což ji opravňuje vodovod nebo kanalizaci provozovat,
- c) její odpovědný zástupce splňuje kvalifikaci odpovídající požadavkům na provozování a to:
 - pro zásobování do 5 000 fyzických osob – střední vzdělání s maturitní zkouškou v oboru a minimálně 4 roky praxe v oboru,
 - nad 5 000 osob, vysokoškolské vzdělání a nejméně 2 roky praxe v oboru vodovody a kanalizace.

Pokud by obec neprovozovala vodovod nebo kanalizaci za účelem dosažení zisku, nemusí mít oprávnění k provozování živnosti dle bodu a).

Zásady provozu

Zákon o vodovodech a kanalizacích (ZVaK) definuje v § 8 povinnosti vlastníka, v § 9 povinnosti provozovatele vodovodu a v § 7 práva a povinnosti stavebníka, vlastníka a provozovatele při výstavbě, údržbě a provozování vodovodu a kanalizace.

Pokud obec zařízení vodovodu provozuje sama, vztahují se na ní všechna práva a povinnosti provozovatele. V případě, že povinnosti provozovatele přeneše uzavřením smlouvy o provozování na odborného provozovatele, je povinna kontrolovat její dodržování. Pokud se navíc jedná o provozně související části vodovodu různých vlastníků, jsou povinni mezi sebou uzavřít písemnou dohodu (§ 8 odst. 3, ZVaK).

Vymezení povinností spojených se správou a provozem vodovodu stanovuje prováděcí vyhláška ke ZVaK č. 428/2001 Sb., v platném znění.

Smlouva o zajištění provozu

Vztahy mezi vlastníkem a provozovatelem (u oddílného modelu provozování), včetně zásad součinnosti pro provoz (někde i pro obnovu a rozvoj) vodárenského

majetku, specifikuje smlouva o zajištění provozu (provozní smlouva). Vlastník si provozovatele infrastruktury vybírá obvykle v soutěži, při které jej vyzve k předložení návrhu smlouvy na zajištění provozu. Výběr se provádí buď v souladu se zákonem o veřejných zakázkách, nebo podle koncesního zákona, podle uvažovaného modelu provozování. To v případech, když provozovatel získá právo výběru vodného (a stočného).

Smlouva přesouvá odpovědnost na provozovatele za řádné hospodaření na pronajatém majetku, za jeho dlouhodobě udržitelnou provozuschopnost, kvalitu dodávané vody a kvalitu služeb, včetně jejich nepřetržitého zajišťování (volné dny, svátky), za včasnou údržbu, rychlost a spolehlivost oprav, vedení technické dokumentace a poskytování informací ostatním subjektům, přesnost měření, kontakt se spotřebitelem a jeho informovanost, jakož i řádné kontakty s kontrolními orgány a orgány státní správy. Vymezuje i oblast finanční a ekonomickou zásadami pro tvorbu cen vodného a jeho vyhlášení (§ 13 odst. 1d, vyhl. 428/2001 Sb. v aktuálním znění), výpočet nájemného, včetně podílu na plánu financování obnovy a pokud byla uzavřena smlouva vycházející z koncesního zákona, lze na provozovatele přenést formou smluvních investic i částečné financování vodohospodářské infrastruktury a jejího zhodnocování.

Provozní řád vodovodu

Každý vodovod pro veřejnou potřebu musí mít zpracován a schválen provozní řád, který nutno průběžně aktualizovat, podle toho, jak se systém vodovodu dostavuje a mění. Provozní řád zpracovává odborník, obvykle projektant stavby, dle TNV 75 5950. Základem pro jeho zpracování je vyhláška č. 216/2011 Sb. o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl, která vymezuje věcnou náplň i rozsah závazné části provozního řádu. Vlastník vodovodu jej předkládá ke schválení příslušnému vodoprávnímu úřadu po předchozím projednání s orgány bezpečnosti práce a hygienické služby.

Podle provozního řádu se řídí obsluha a údržba vodárenského systému. Jeho plnění bývá předmětem smlouvy o provozování. Provozní řád také určuje rozsah provozní dokumentace, kterou je provozovatel povinen vést. Ta obvykle zahrnuje provozní deník, provozní záznamy, provozní předpisy pro jednotlivá zařízení (např. stroje, rozvody vysokého napětí, tlakové nádoby, chlorátory atd.), evidenční listy jednotlivých zařízení, knihu revizí, změn a oprav, včetně vymezení povinností obsluhy zařízení.

Na plnění zásad provozního řádu dohlíží vlastník, který se stará nejen o jeho dodržování a aktualizaci v předepsaných termínech a při změnách, resp. rozšiřování předmětu provozování.

Provozní deník

Vlastníku vodovodu, případně jeho smluvnímu provozovateli, ukládá ZVaK v § 5 zajistit vedení provozní dokumentace tedy i provozní deník, jehož obsah upřesňuje § 11 prováděcí vyhlášky č. 428/2001 Sb. v aktuálním znění. Ten může mít klasickou písemnou podobu nebo může být veden formou počítačových záznamů zahrnujících technologické hodnoty z dálkově ovládaných objektů.

Kontrolní otázky:

- *Kdo může být vlastníkem vodovodu pro veřejnou potřebu?*
- *Vysvětlíte rozdíl mezi infrastrukturním a provozovatelským majetkem ?*
- *Jak lze zajistit legitimní provozování vodovodu pro veřejnou potřebu?*
- *Jaké jsou základní modely provozování a co je jejich principem?*
- *Kdo vydává Oprávnění k provozování vodovodů a jaké podmínky je k tomu třeba splnit?*
- *Kdy a mezi kým se uzavírá smlouva o zajištění provozu a co by měla obsahovat?*
- *Co je provozní řád vodovodu, kdo jej zpracovává a co je jeho náplní?*
- *Kdo vede provozní deník a jakou formou se vedou záznamy?*

4 Vodárenské systémy

Vodovody (lokální)

Vodovodem se obecně rozumí soubor staveb a zařízení, kterými je voda dodávána odběratelům. Vodovod obvykle sestává ze zdroje povrchové či podzemní vody, přírodního řadu do úpravní vody, objektů úpravní, výtlačného řadu do akumulace vody a rozvodné sítě po spotřebišti. Pokud to umožňuje spád terénu, realizují se gravitační (samospádové) vodovody, ty ale bývají spíše výjimkou, většinou bývá v procesu i čerpání vody, resp. zvyšování tlaku, tedy čerpací stanice v jednotlivých částech vodovodu. Obvykle se čerpá ze zdroje do úpravní vody a z úpravní vody do vodojemu nad spotřebišťem. Při vyšších výškových rozdílech zásobovaného území, nutno členit vodovody na tlaková pásma, tlak v každém z nich obvykle určuje výškové osazení vodojemu, nebo dopravní výška čerpací stanice. Vodovod obvykle zásobuje jednu obec, lokalitu, pokud se spojí dvě a více obcí mluvíme o skupinovém či oblastním vodovodu, tedy o vodárenské soustavě – viz následující kapitola.

Z hlediska historického byly původní vodovody samospádové, většinou zásobované z jímek na pramenech, nebo ze studny nad obcí, odkud se vedla gravitací voda do obce. Protože spotřeba nebyla rovnoměrná a vydatnost zdrojů kolísala, již v počátcích staveb lze vysledovat potřebu vytvářet zásobu vody – akumulaci, která by zajistila dodávku vody i momentech, kdy bývá odběr vyšší, než je okamžitá vydatnost zdroje. Akumulaci bylo vždy nutné stavět, pokud byl systém zásobován také srážkovou vodou (lze ještě vidět na některých hradech). Vodou z vodovodů se v počátečních dobách zásobovaly kašny na veřejných místech, později stojánkové výtoky, kam si obyvatelstvo chodilo pro vodu. Zavádění do domů se běžně začalo provádět až ke konci 19. století, v menších městech později.

Vodovod obvykle nahrazoval či doplňoval studny umístěné na území obce, někde i zařízení na zachytávání srážkové vody, případně i využívání vody povrchové. Vzhledem k rostoucí spotřebě a nedostatku vody podzemní, bylo nutno většinou připojovat na vodovody i zdroje vody povrchové, což si obvykle vyžádalo nejen čerpání vody, ale postupně i stále složitější úpravu vody. Tím se postupně skladba vodovodu ustálila na podobě, jaké jí známe dnes – jímání vody – čerpací stanice – úpravna vody – akumulace upravené vody – trubní řady a vodovodní sítě.

Vodovodní řady se z hlediska funkce označují jako přírodní (přivádějí vodu ze zdrojů do úpravní, nebo z úpravní vody do vodojemu), zásobní (z akumulace

zásobují vymezené spotřebišťe), rozvodné (rozdávějí vodu po spotřebišti). Podle režimu proudění, mohou být řady buď gravitační (průtok vody samospádem), nebo výtlačné. Při dopravě vody z pramenišť se lze setkat i s řady násoskovými, ve kterých se pro dopravu vody využívá atmosférického přetlaku. Podchody, obvykle pod vodotečemi, se nazývají shybky. Hlavní a okruhovací řady zásobují jednotlivá tlaková pásma a nezásobují přímo odběratele (nejsou na ně na rozdíl od řadů rozvodných napojeny vodovodní přípojky). Přípojkami se rozumějí úseky potrubí od odbočení z vodovodního řadu k vodoměru, není-li osazen vodoměr, potom k hlavnímu uzávěru připojené nemovitosti.

Vodárenské soustavy

Vodárenskou soustavou se rozumí vodárenské zařízení společné pro zásobování dvou a více obcí, často jde o regionální zařízení, na které je napojena většina sídel v jeho spádové oblasti. Nejčastějším důvodem zřizování vodárenských soustav je nedostatek místních, kvalitativně vyhovujících zdrojů, a zásobování hustě osídlených oblastí, ve kterých bývá ochrana lokálních zdrojů problémová.

Obecně u soustav platí přednost kvality vody na úkor její dopravy na velké vzdálenosti. Proto v ČR vznikla řada soustav, přivádějí vodu ze vzdálenějších území, které má přirozenou přírodní ochranu. Jde vždy o území s nízkou hustotou obyvatelstva a minimálním výskytem potenciálních zdrojů znečištění.

Soustavy v ČR mívají převážně lokální či regionální charakter, místně poplatný správnímu uspořádání v době jeho výstavby. Regionálně se obvykle uplatňuje cenová politika (jednotná cena), obnova i rozvojové akce. Soustava mívá obvykle jednoho provozovatele a vlastnickou společnost s podílovými vlastníky, kterými obvykle bývají města a obce odebírající za soustavy vodu.

Většina soustav mívá více zdrojů s úpravami, přičemž preferován bývá odběr ze zdrojů lepších kvalit, či zdrojů s nižšími provozními náklady. V místech, kde dochází míchání různého původu vod s nestejnou kvalitou, nutno počítat se zvýšeným rizikem kvalitativních problémů a tomu přizpůsobit četnost laboratorní kontroly i samotný provoz příslušné části soustavy.

Provozní spolehlivosti v dodávce vody se dosahuje připojováním spolupracujících či koncových zdrojů, výjimkou ani nebývá vzájemné propojení dvou a více soustav. Distribuce vody, zásoba vody v akumulacích a potřeba provozních zásahů se obvykle řeší z centrálních dispečinků, kam bývají svedeny hlavní technologické informace, měření a dálkové ovládání jednotlivých částí soustavy. Jednotlivé technologické části soustav jsou shodné jako u vodovodů.

Vodní bilance – potřeba vody

Kladná vodní bilance (vydatnost zdrojů převyšuje potřebu) je jednou ze základních podmínek řádné funkce vodárenského systému, zejména nepřetržité dodávky vody odběratelům. Bilance by měla být zpracována s časovým výhledem a s přihlédnutím ke kolísání vydatnosti vodních zdrojů. Měla by vycházet z jejich garantované vydatnosti pro nejsušší období.

V bilanci je potřebné zohlednit kolísání potřeby ve spotřebišti (případně i potřeby požární vody, je-li vodovod jejím zdrojem), včetně krytí špičkových odběrů velkoodběratelů, ale i vytvoření provozní zásoby pro případ odstávek, či havárií na provozních systémech. Krátkodobou nerovnoměrnost (denní, týdenní) lze řešit přiměřeným objemem akumulačních kapacit.

Výpočet stanovení potřeby vody pro jednotlivé lokality je základní otázkou spolehlivé a hospodárné funkce vodovodu, ale i jeho jednotlivých částí. Z bilance potřeb nutno vycházet při stanovení nezbytné kapacity vodních zdrojů, kapacity přenosových tras a čerpaných množství a velikosti akumulačních objemů. K problémům při provozu obvykle dochází, pokud se vývoj spotřeby neodhadne správně, při podhodnocení bilance, i naopak při uvažování hodnot, které se do výhledu v reálném čase nenaplní.

Při výpočtu potřeby vody lze metodicky vycházet ze starší směrnice z roku 1973 č. 9/1973 Ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR a Ministerstva zdravotnictví ČSR. Směrnice obsahuje hodnoty specifické potřeby vody, koeficientů nerovnoměrností a další, neodráží již ovšem současnou realitu výše specifických potřeb vody.

Aktualizované údaje, z nichž je možné odvozovat hodnotu specifické potřeby vody, jsou k dispozici v podobě směrných čísel roční potřeby vody, uvedených v příloze č. 12 vyhlášky č. 428/2001 Sb. v aktuálním znění. Podle § 29 zmiňované vyhlášky směrná čísla roční potřeby vody určují potřebu pitné vody. Samotná směrná čísla ale nemohou být dostačujícím podkladem, nelze jimi postihnout nerovnoměrnosti vyplývající jak z místních specifík, tak i z velikosti a vybavení spotřebišť. Výše směrných čísel spotřeby vody je uvedena v příloze 1 učebního textu.

Kromě stanovení specifické potřeby vody na jednoho obyvatele a odhadu vývoje počtu obyvatel v zásobované oblasti, bývá důležité i stanovení koeficientů, určujících špičkovou potřebu vody (maximální denní a maximální hodinová potřeba).

Maximální hodinová potřeba, je klíčová hodnota, pro stanovení správné dimenze

potrubí vodovodu, ale i pro dimenzování čerpacích stanic. V případě příliš nízké hodnoty může docházet, byť jen krátkodobě, k hydraulickému přetížení vodovodu, nebo naopak při vyšších hodnotách může docházet ke stagnaci vody v systému, což u malých vodovodů může znamenat poměrně závažné ovlivnění kvality dopravované vody negativním směrem.

Při výpočtu potřeby vody zpravidla rozlišujeme, zda se provádí výpočet pro lokalitu, která již má veřejný vodovod (lze využít hodnot získaných z dosavadního provozu), nebo se jedná o spotřebiště, které je dosud bez veřejného vodovodu. Dimenzování rozvodné vodovodní sítě malých lokalit do 150 přípojek se doporučuje posoudit podle normy ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů.

Průměrná potřeba vody Q_p ($\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$) se stanoví podle vztahu.

$$Q_p = S_{PV} \cdot ZO$$

V něm značí S_{PV} specifickou potřebu vody fakturované ($\text{m}^3 \cdot \text{obyvatel}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$). ZO značí počet zásobovaných obyvatel.

Maximální denní potřebu Q_d ($\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$) vody určuje vztah.

$$Q_d = Q_p \cdot k_d$$

Kde k_d je koeficient denní nerovnoměrnosti.

Maximální hodinová potřeba vody Q_h ($\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$) je dána vztahem.

$$Q_h = Q_d \cdot k_h$$

Kde k_h koeficient hodinové nerovnoměrnosti.

Specifická potřeba vody pro obyvatelstvo je obce obvykle uvažována v rozsahu $0,10\text{--}0,12 \text{ m}^3 \cdot \text{obyvatel}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$. Na základě zmiňované směrnice č. 9 jsou používány hodnoty koeficientů denní nerovnoměrnosti uvedené v tab. 1.

Tab. 1: Koeficienty denní nerovnoměrnosti podle Směrnice č. 9/1973

počet obyvatel	k_d
do 1 000	1,5
1 000 – 5 000	1,4
5 000 – 20 000	1,35
20 000 – 100 000	1,25
nad 100 000	1,15

Pro výpočet maximální hodinové potřeby vody pro obyvatelstvo a živočišnou výrobu se používají koeficienty hodinové nerovnoměrnosti podle tab. 2.

Tab. 2: Koeficienty hodinové nerovnoměrnosti podle Směrnice č. 9/1973

charakter zástavby	k_h
běžná zástavba	1,8
sídelní charakter zástavby	2,1

Uvedený rozsah je však pouze orientační, hodnoty k_h mohou být i výrazně nad tímto uvedeným rozsahem. Týká se to zejména malých spotřebišť (do 150 přípojek), kde se doporučuje posoudit průtoky podle normy ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů.

Pokud jsou v dosavadním provozu získávány informace o kolísání průtoků, obvykle se získávají hodnoty obou koeficientů na základě těchto empirických poznatků.

Vlastní potřeba vody (technologická spotřeba)

Vlastní spotřeba vody, bývá nezanedbatelnou součástí vodohospodářské bilance (často se na ni zapomíná). Největší bývá v procesu úpravy vod (praní filtrů a odkalování čířičů), pro čištění vodojemů a akumulčních nádrží, ale i pro odkalování sítí po haváriích a stavebních úpravách na síti. Provádí-li se na síti jakákoli stavební úprava, nebo jen výměna vodoměru či armatury, příslušný úsek vodovodního řádu se vypustí, po dokončení následuje proplach s desinfekcí potrubí (nejčastěji se zvýšenou dávkou chlornanu sodného) a vodu lze dodávat odběrateli, teprve až se kontrolním vzorkem prokáže odpovídající kvalita. Na síti se provádí odkalení a odvzdušování a také kontrola funkce hydrantů. Kapacita zdrojů musí stačit nejen na krytí očekávané spotřeby, ale i na vnitřní spotřebu a na krytí ztrát vody v zásobovacím systému.

Ztráty vody

Úniky vody z vodovodních sítí, obecně nazývané ztráty, zvyšují nároky na objem vody dodané do sítě, zhoršují ekonomiku provozu a bývají signálem k potřebě obměny určitého úseku sítě. Vysoký podíl ztrát může vést lokálně k poklesu tlaku, až k nedostatku vody u odběratelů. Podíl ztrát bývá jedním z hlavních ukazatelů kvality vodovodních systémů. Na ztrátách se mohou podílet i černé odběry (v podstatě krádeže) před vodoměry, nepovolenými a neregistrovanými přípojkami a nebo poškozená a zkreslující měřidla. Vzhledem k povolené toleranci měřidel, ovlivňují přesnost vypočteného podílu ztrát i nepřesnosti v měření.

Velikost ztráty vychází z tak zvané nefakturované vody, kterou rozumíme rozdíl objemu vody dodané do vodovodu a objemu vody vyfakturované odběratelům. Ztrátu vypočítáváme tak, že od vody nefakturované odpočítáváme tzv. vlastní spotřebu, užitou například k proplachům sítě, odebranou z hydrantů k požárním účelům, či k náhradnímu zásobování, spotřebovanou při čištění vodojemů a výměně měřidel atd.

V provozu každého vodovodu jsou zakotvena pravidla pro režimové sledování a snižování ztrát. Vodní bilance by měla obsahovat podíl ztrát, jejichž výše se obvykle stanovuje z trendu dosavadních hodnot, ale nelze je pominout ani pro zcela nové vodovody. Výše ztrát vody se obvykle vyčísluje procentním podílem z vody k realizaci. V ČR se tyto podíly pohybují nejčastěji v rozmezí 15–25%.

Kvalita vody

Pro zásobování obyvatelstva je třeba zajistit kvalitu pitné vody, která je zakotvena v zákoně č. 258/2000 Sb. a definována ve vyhlášce Ministerstva zdravotnictví ČR č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost kontroly pitné vody. Vyhláška stanoví mikrobiologické, fyzikální, chemické a organoleptické hygienické limity (mezní hodnoty) pro povolený obsah látek ve vodě. Radiologické ukazatele (relativně častá je potřeba odstraňování radonu z podzemních vod) jsou obsaženy ve vyhlášce Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně a to v tabulkách č. 4 a 5 přílohy 10. Nejdůležitější hledisko je zdravotní nezávadnost pitné vody, která ani při trvalém požívání nemá vyvolávat onemocnění, nebo poruchy zdraví spotřebitele a jeho potomstva akutním, chronickým nebo pozdním působením přítomných látek.

Kvalitu pitné vody posuzují laboratoře akreditované k rozborům pitných vod a orgány hygienické služby. Více informací k provádění kontroly kvality nalezneme v provozním řádu příslušného vodovodu, případně v rozhodnutích ke skupinovým a lokálním zdrojům vody.

Požadavky na jakost pitné vody – vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 252/2004 Sb.

Vyhláškou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu, četnost a rozsah kontroly. Stanoví hygienické limity mikrobiologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti:

- **Meznou hodnotu (MH)** – překročení nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Není-li uvedeno jinak, jde o horní hranici rozmezí přípustných hodnot.
- **Nejvyšší meznou hodnotu (NMH)** – překročení NMH vylučuje užití vody jako pitné.

Vyhláška dále stanoví zásady kontroly pitné vody, minimální roční četnost odběrů a rozborů, počty míst odběru podle velikosti zásobovaného území, volbu míst a jejich obměnu, specifikuje četnost a rozsah rozborů u výdejních automatů.

Rozsah úplného rozboru vody (62 ukazatelů) se provádí dle přílohy č. 1 vyhlášky (příloha 2 učebního textu). Rozsah kráceného rozboru (max. 23 ukazatelů) stanoví příloha č. 5 vyhlášky (příloha 3 učebního textu).

Četnost prováděných rozborů (počet úplných a počet krácených na příslušném vodovodu za rok) v závislosti na počtu zásobovaných obyvatel, či ročnímu objemu dodávané vody, stanoví příloha č. 4 vyhlášky (příloha 4 učebního textu) a bývá závaznou součástí provozního řádu každého vodovodu. Vzorky se odebírají tak, aby byly reprezentativní pro celou vodovodní síť. Počet míst odběru musí být roven počtu krácených rozborů. U vodovodů zásobujících více než 5000 obyvatel musí činit počet rozborů minimálně 80 % počtu krácených rozborů.

Kontrolní otázky:

- *Jaká zařízení obsahuje vodovod a jak se z hlediska funkce nazývají jednotlivé řady?*
- *Jaký je rozdíl mezi vodárenskou soustavou a vodovodem? Proč se vodárenské soustavy stavějí a kdo bývá jejich vlastníkem?*
- *Co je náplní vodní bilance? Jak se vypočítává spotřeba vody a její maximální hodnoty?*
- *Co je vlastní spotřeba vody?*
- *Co jsou ztráty a jaký je rozdíl mezi nefakturovanou vodou a ztrátami?*
- *Které předpisy vymezují požadavky na pitnou vodu? Co je NMH?*
- *Co jsou radiologické ukazatele a podle čeho se stanovují?*
- *Kdo je oprávněn posuzovat kvalitu pitné vody a jaké zásady platí pro kontrolu kvality?*

5 Vodní zdroje

Charakter vodních zdrojů

Vodárenské účely (zásobování odběratelů vodou), lze řešit ze zdrojů vody podzemní, povrchové a teoreticky i vody srážkové. Preferovány jsou zdroje podzemní, i když největší objemy vody lze v našich podmínkách získat pouze z vod povrchových. Srážkové vody se k vodárenským účelům již téměř nepoužívají, jejich využívání je limitováno potřebou velkých a čistých zachytných ploch a naráží na nízké srážkové úhrny a nerovnoměrnost srážek v průběhu roku.

V praxi vodní zdroje dělíme podle charakteru jímání na zdroje:

- podzemní vody, které mohou mít charakter:
 - pramenní jímky,
 - vertikální (studny),
 - horizontální (jímací zářezy, galeriová jímadla),
 - studny s radiálními sběrači,
 - umělá infiltrace,
 - krasové a důlní vody
- povrchové vody:
 - odběr vody z toků (řeky a potoky),
 - odběry vody ze stojatých vod (vodárenské nádrže, jezera, pískovny, rybníky).

Přednostně jsou využívány vody podzemní, které mívají lepší kvalitu, lze je lépe ochránit před znečištěním a jejich kvalita bývá v průběhu roku stabilní.

Zásobování vodou z individuálních podzemních zdrojů (převážně studní), bývá obvyklé u rozptýlené zástavby, za předpokladu vhodných geologických podmínek i v menších lokalitách. Převážná většina odběratelů využívajících individuální zdroje odebírá vodu podzemní, ale setkat se lze i s vodou infiltrovanou, výjimečně i s přímým odběrem vody povrchové (užívané jen jako vody užitkové). V případě, že v obci není a ani se neuvažuje s výstavbou veřejného vodovodu, měly by obce být nápomocny občanům s řešením problémů individuálního zásobování.

K jímání podzemní vody se dříve nejčastěji používaly studny kopané (šachtové), případně spouštěné, v současné době převažují studny vrtané – trubní, kterými se lze snadněji dostat i do hlubších horizontů. Méně časté jsou pramenní jímky (u vývěřů podzemní vody na povrch terénu), nebo jímací zářezy – horizontální jímadla,

u kterých se děrovaným sběrným potrubím, uloženým na nepropustné podloží, voda svádí do sběrné jámky.

Studny jsou vodní díla povolovaná vodoprávními úřady. Vybudování nové studny vyžaduje vydání územního rozhodnutí, stavebního povolení a povolení k odběru. Legislativa pro individuální zdroje vychází z vodního zákona č. 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, technické provedení z ČSN 75 5115 Studny individuálního zásobování vodou.

Průzkumný hydrogeologický vrt není vodním dílem, k jeho provedení nemusí být povolení, musí být souhlas majitele pozemku, ohlášení na příslušné obci a ověřeno, zda v místě nejsou podzemní vedení. Po vyhodnocení a ověření vydatnosti vrtu se na základě stavebního povolení vrt vystrojí jako studna.

Ochranná pásma vodních zdrojů

Vodní zdroje jsou cenné, obtížně nahraditelné a téměř neobnovitelné. Je nutné je chránit před přímým znečištěním i potenciálními vlivy, které by znehodnocení mohly způsobovat. Proto se zdrojům vyhláší ochranné pásmo ve smyslu § 30 vodního zákona č. 254/2001 Sb. Pásma slouží k ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti. Ochranná pásma obvykle v rozsahu I. a II. stupně, stanoví vodoprávní úřad na návrh vlastníka zdroje, nebo z vlastního podnětu.

Jímání podzemních vod

Jímací objekty pramenů a vývěřů

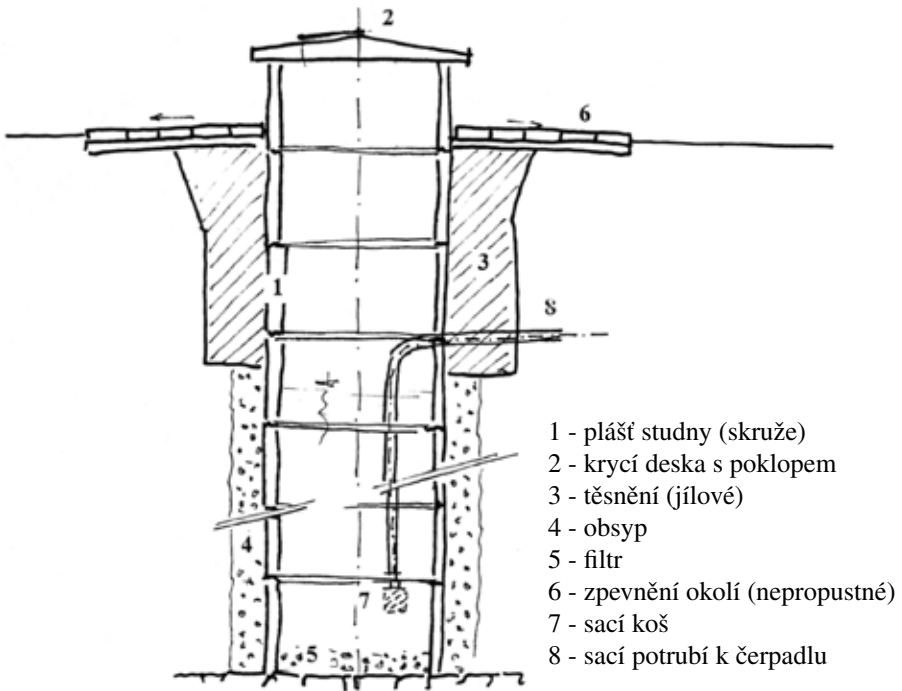
Využívány by měly být hlavně prameny s dlouhodobě ustálenou vydatností. U pramenů jejichž vydatnost výrazněji kolísá v závislosti na atmosférických srážkách, většinou kolísá i kvalita. Pramen se obvykle zachytává pramenní jámkou, či sběrnou komorou, případně galerií, jde-li boční rozptýlené vývěry. Pro vývěry proudící odspodu jsou vhodné šachtové studny.

Studny

Studny jsou nejběžnějším jímacím objektem podzemní vody. Z konstrukčního hlediska rozeznáváme studny **šachtové, trubní neboli vrtané a studny radiální**, u kterých se kombinuje vertikální účinek s horizontálním (sběrače, ev. galerie). Trubní i šachtové studny mohou být prováděny buď jako úplné, které sahají až k nepropustnému podloží, nebo neúplné, končící ve zvodnělé vrstvě. Ojedinele se lze setkat se studněmi artézskými, u kterých je vodonosná vrstva sevřena dvěma

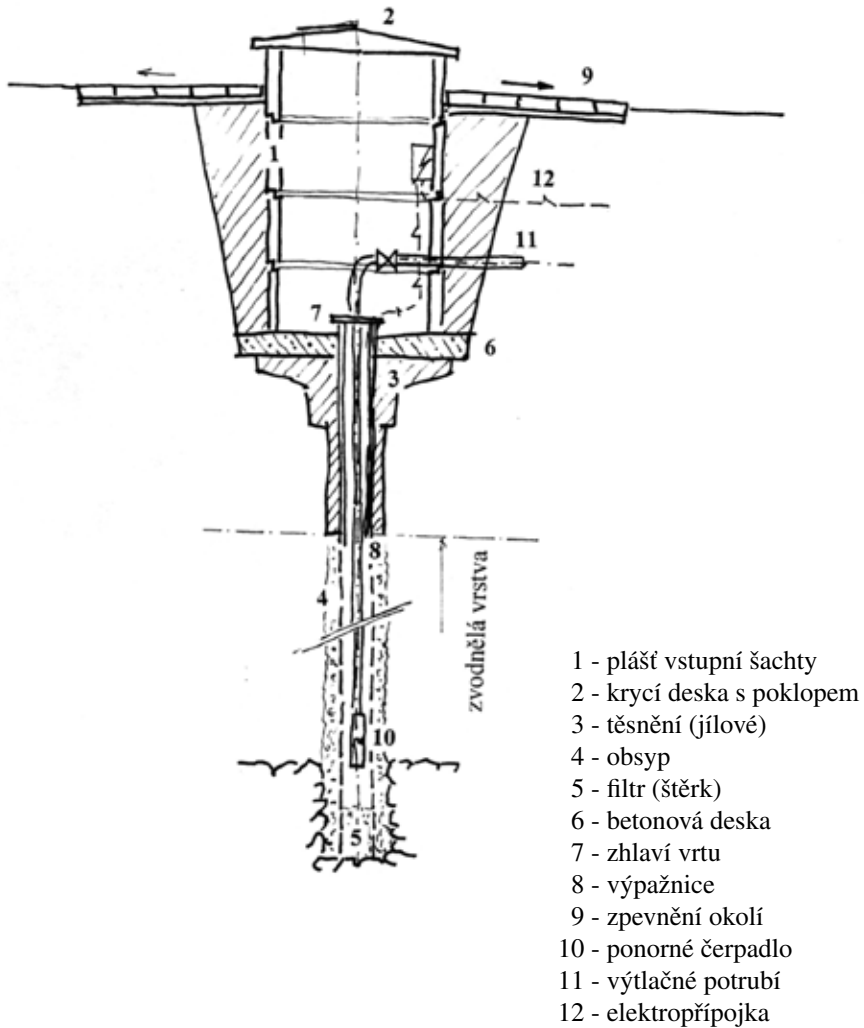
nepropustnými horizonty, takže prorazí-li se (provrtá) nepropustný artézský strop, vystoupá hladina ve vrtu, někdy až nad úroveň okolního terénu.

Studny šachtové se provádějí buď jako kopané, v soudržných horninách, nebo jako spouštěné, jejichž plášť, dole opatřený břitem se vlastní vahou při odebrání horniny spouští do potřebné úrovně. Plášť takových studní bývá válcový, nebo mírně kónický, kterým se lépe překonává tření v okolní hornině. Výhodou šachtových studní (obvykle průměru nad 1m), bývá zejména nezanedbatelný akumulací objem. Schéma šachtové studny je na obr. 1.



Obr. 1: Šachtová studna

Studny vrtané postihující i hlubší vodonosné horizonty, bývají vrtané točivým či nárazovým vrtáním. Nejdůležitější částí studny bývá zárubnice, která bývá perforovaná s obsypem ve zvodnělé části vrtu. Velikost perforace a zrnitost filtru brání vyplavování jemných částic do vrtu a umožňuje vtok vody s minimálními hydraulickými ztrátami. Ve spodní části bývá zárubnice ukončena šterkovým filtrem/kalníkem, horní část bývá ukončena zhlavím ve vstupní šachtě. Důležitou funkci u studní má i těsnění proti vnikání (znečištěných) povrchových, či srážkových vod. Schéma trubní studny je na obr. 2.

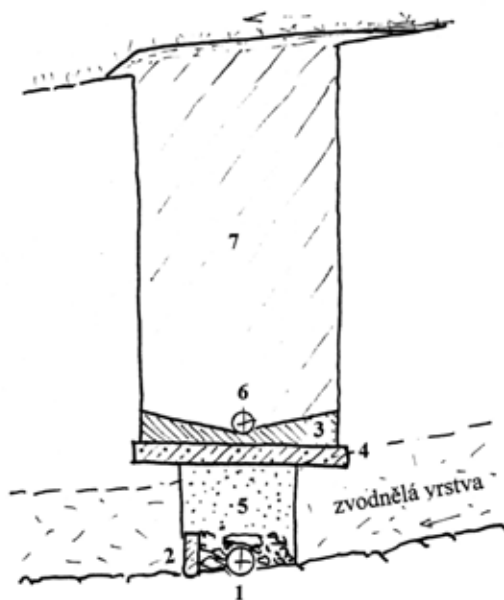


Obr. 2: Trubní (vrtaná) studna

Jímací zářezy

Jímací zářezy patří mezi horizontální jímadla, jejichž užití bývá vhodné v místech, kde je nepropustné podloží v menší hloubce (3–8 m) a výška zvodnělé vrstvy je malá. Na nepropustnou vrstvu se ukládá perforované jímací potrubí se štěrkovým obsypem, krytým nepropustnou deskou, na kterou se pokládá drenáž odvádějící

prosáklé povrchové vody. Větší množství podzemní vody se zachycuje průleznými či průchodnými galeriovými jímadly. Vzorový řez jímacím zářezem ukazuje obr. 3.



- 1 - sběrné potrubí
- 2 - vzdouvací zídka
- 3 - těsnění (jílové)
- 4 - betonová deska
- 5 - filtr (štěrk)
- 6 - drenáž - odvod povrchové vody
- 7 - zához

Obr. 3: Vzorový řez jímacím zářezem

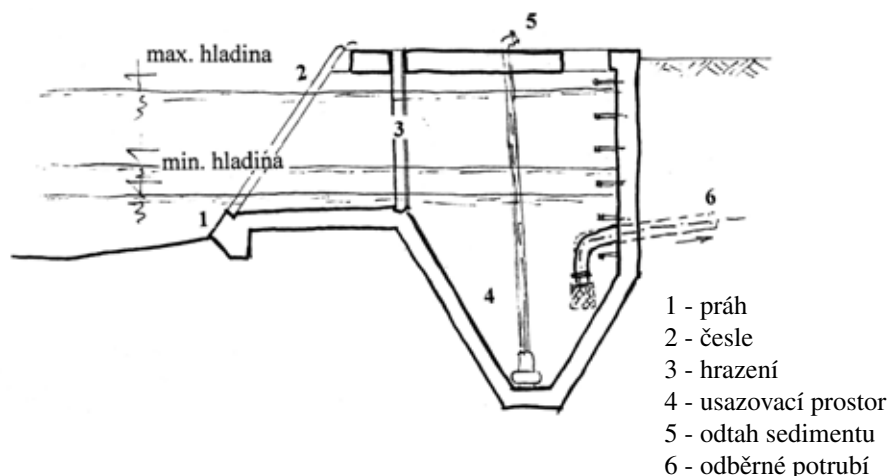
Jímání povrchových vod

Jímadla v tekoucích vodách

Běžně se na středních a dolních tocích řeší odběry břehovými jímadly, situovanými do míst s proudící vodou, pro snížení vlivu zanášení objektu splaveninami. Objekt bývá obvykle chráněn česlemi (hrubými) ale často i jemnými, někdy i strojně stíranými, hrazen stavidlovými uzávěry a nezřídka spojen i s čerpací stanicí surové vody, která slouží k dopravě vody do úpravný. Vtokové otvory (práh) by neměly být osazovány

do úrovně dna, aby do objektu nepronikaly při dně sunuté splaveniny. Při riziku jejich vnikání bývá jímadlo chráněno usazovacím prostorem. Schéma jímacího objektu v tekoucí vodě je na obr. 4.

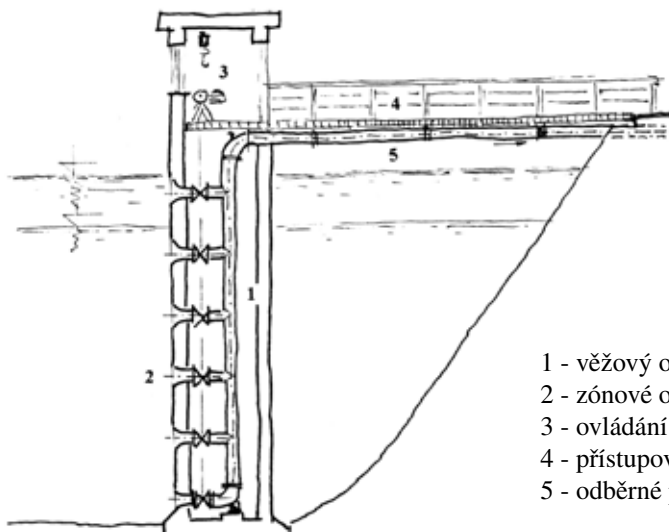
U horních toků se používají spíše řečištní jímadla ve formě hrubocezů, nebo se hladina vody vzduje přehrazením koryta jezem, které potom vytvoří podobné podmínky pro umístění břehového jímadla. S hrubocezy se lze setkat zejména na bystřinách v jejichž dně se vytvoří vrstva štěrku v betonových korytech při jejichž dně jsou osazeny děrované kameninové trouby. Čištění hrubocezů se provádí buď proplachem, někdy ale i praním tlakovou surovou vodou, výjimečně i vzduchem jako u rychlofiltrů.



Obr. 4: Jímací objekt v tekoucí vodě

Jímadla ve stojatých vodách

Objem odběru vody ze stojatých vod (vodárenských nádrží) v Česku tvoří největší podíl. Odběry se provádí buď v tělese hráze, nebo samostatným jímacím objektem, umístěným v nádrži. S ohledem na stratifikaci vody v nádrži, která vychází z teplotních změn, umísťují se vtokové otvory do různých výšek, aby bylo možno odebírat vodu z horizontu s nejlepší kvalitou. Schéma věžového jímacího objektu ve stojatých vodách se zónovými odběry přináší obr. 5.



- 1 - věžový objekt
- 2 - zónové odběry s uzavěry
- 3 - ovládání
- 4 - přístupová lávka
- 5 - odběrné potrubí

Kontrolní otázky:

- *Jaké zdroje vody se užívají k vodárenským účelům? Které z nich zajišťují nejlepší kvalitu?*
- *Jaké je základní členění vodních zdrojů? Jaké jsou způsoby jímání vody?*
- *Co jsou ochranná pásma vodních zdrojů, k čemu slouží a kdo je vyhláší?*
- *Jaké jsou druhy jímání podzemních vod a pro jaké geologické podmínky je příslušný typ jímání vhodný?*
- *Jaký je rozdíl mezi průzkumným geologickým vrtem a vrtanou studní?*
- *Vysvětli vhodnost použití kopané či spouštěné studny. Co je artéžská studna?*
- *Jaká se používají jímadla povrchových vod? Co je hrubocéz?*
- *Lze jímadlem ze stojatých vod ovlivnit kvalitu odebírané surové vody?*

6 Úprava vody

Základní technologické postupy při úpravách vod

Veškerá voda povrchová a značná část vody podzemní musí být upravována do odpovídající kvality. Proto bývá úprava vody nezbytnou součástí téměř každého vodárenského systému. Zdravotní zabezpečení vody by mělo být na každém vodovodu, i když kvalita vody úpravu nevyžaduje. Úprava vody bývá v zásobování vodou jednoznačně nejsložitějším procesem, proto při výběru vodního zdroje preferujeme zdroje vody lepší kvality, obvykle i na úkor vzdálenosti zdroje od spotřebiště. Zvážit je třeba i možnost napojení na jiný blízký vodovod či soustavu, odkud lze odebírat vodu v kvalitě odpovídající vyhlášce č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu. Pokud takový zdroj není k dispozici, je nutné vodu upravovat do kvality dle zmiňované vyhlášky.

V závislosti na jakosti surové vody v konkrétní lokalitě je třeba aplikovat vhodný postup úpravy vody ověřený zkouškou upravitelnosti této vody, podloženou laboratorním a poloprovozním postupem. Pro úpravu vody se nejčastěji používají následující technologické postupy:

- odstraňování látek a organismů na mikrosítech,
- mechanické provzdušování vody,
- oxidace anorganických (výjimečně organických) složek s použitím chlóru, chlornanu sodného, chlornanu vápenatého, oxidu chloričitého, manganistanu draselného, peroxidu vodíku a ozonu,
- úprava pH,
- sedimentace,
- pomalá (biologická) filtrace,
- písková filtrace (rychlofiltry),
- jedno či dvoustupňové odželezňování a odmanganování (podzemní) vody,
- jednostupňové čiření (koagulační filtrace),
- dvoustupňová úprava čiřením a filtrací,
- stabilizace vody pomocí filtrace vody přes vápenec či odkyselovací hmotu, nebo dávkováním vápna, případně dávkování oxidu uhličitého,
- adsorpce na práškovém nebo granulovaném uhlí,
- zdravotní zabezpečení (dezinfekce) vody s použitím chlóru, chlornanu sodného, chlornanu vápenatého, oxidu chloričitého, chloraminu a ozonu, ozařování UV zářením atd.

Zásady úpravy povrchových a podzemních vod

U povrchových vod se úpravou odstraňuje zákal a organické látky, buď jednostupňovou (filtry) nebo dvoustupňovou úpravou (čističe nebo usazovací nádrže a filtry). Před úpravu se obvykle dávkuje koagulant, který tvoří soli železa nebo hliníku, k vysrážení koloidních látek.

Podzemní vody se nejčastěji odkyselují – alkalizují, snižuje se obsah železa či manganu, případně dalších látek. V místech s radioaktivitou podloží obvykle nutno uvažovat s redukcí radonu, který se obvykle odvětrává v odvětrávaných – provzdušovacích kolonách.

Odkyselení vody znamená snižování obsahu agresivního CO_2 , který má silné korozivní účinky. To lze provádět buď mechanicky provzdušováním (skrápěním či rozstříkáním vody), nebo chemicky – vázáním CO_2 (filtrací přes vápenec či dávkováním vápna). Chemický způsob zvyšuje tvrdost vody.

Odželezování a odmanganování vody obvykle znamená oxidaci těchto látek a jejich převedení do trojmocné nerozpustné formy. Ta se potom separuje buď jednostupňově na filtrech nebo při vyšším obsahu dvoustupňově, předřazením usazovací nádrže nebo čističe před filtr. Při odmanganování je přitom nutné zajistit alkalické prostředí pH 7,5–8. O volbě technologického postupu rozhoduje i navázání železa na uhličitany, případně sírany, výjimečně též humáty.

Zcela výjimečně se můžeme setkat s redukcí jiných látek, například dusičnanů, chloridů, ale například i se změkčováním vody pro vytápěcí systémy.

Veškeré upravené pitné vody se zdravotně zabezpečují buď přímo plynným chlorem nebo čínidly s obsahem chlóru, nejčastěji chlornanem sodným. Pro zajištění zdravotní nezávadnosti se lze setkat i s ozonizací či aplikací UV záření. I když jsou v poslední době úpravní obvykle dodávány jako kompletní automatizované celky, vyžadují tato zařízení občasnou obsluhu (doplňování chemikálií, regeneraci náplní, kontrolu funkce) a zejména periodickou kontrolu kvality výstupní vody a celého technologického procesu úpravy. Pro technologickou část úpravní, stejně jako pro elektročást, chloraci, tlakové nádoby a zdvihací zařízení nutno zajišťovat předepsané revize v souladu s předpisy pro příslušné zařízení.

U každé úpravy vody je nutno uvažovat se vznikem vodárenských kalů a jejich vypouštěním do obecní kanalizace, případně s jejich individuální likvidací. Úpravna vody se umísťuje do stavebního objektu, který by měl být temperován. Temperuje se obvykle elektricky či tepelným čerpadlem, které využívá teplo z vody. Většinou bývá

úpravna vody spojena s akumulací upravené (někdy i surové) vody a čerpací stanicí, která čerpá vodu do vodojemu nad spotřebištěm. Pro provoz bývá nutno zajistit příjezd k úpravně, elektropřípojku a většinou i dálkové ovládání.

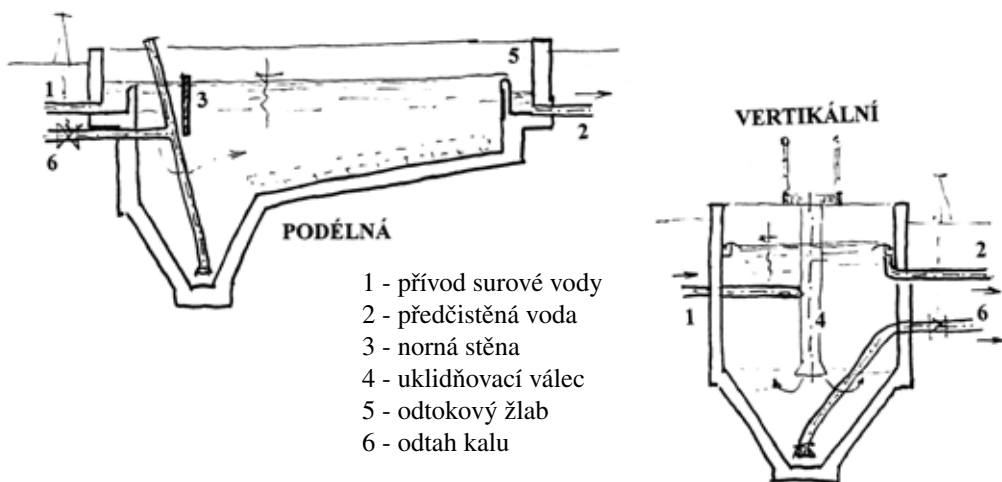
Řízení procesu úpravy vody se vždy provádí dle provozního řádu za občasného dohledu odpovědného technologa.

Předčištění vody

Předčištění vody bývá potřebné u některých povrchových vod, které bývají znečištěné splachy z povodí. Rozumí se jím obvykle odstranění plovoucích a ve vodě sunutých látek (listí, trávy, větvi, písku, splachů z území atd.) již v jímácích objektech, na česlích, sítích (pásových, bubnových), případně na mikrosítech. Pokud hrozí zanášení přírodních řadů surové vody rychle usaditelnými látkami, doplňuje se předčištění o lapáky písku a usazovací nádrže, umístované již v jímácím objektu. Předčištění lze provádět i v areálu úpravně, pokud riziko zanášení jímácích částí nehrozí.

Usazování

Usazování sedimentujících látek lze provádět buď jako předčištění, nebo v kombinaci se srážením – koagulací, při kterém se zachytí i koloidní znečištění. Prostou sedimentací bez úpravy koagulací lze odstraňovat suspenze, tedy tuhé částice, které vlivem zemské tíže klesají ke dnu, odkud bývají shrabovány, nebo různými způsoby odtahovány. Odstraňují se tím obvykle suspenze zrnitého kalu, bez většího podílu organického znečištění a koloidních látek. Pro většinu povrchových vod prostá sedimentace nestačí, proto bývá spojována s chemickým čiřením. Schéma podélné a vertikální usazovací nádrže ukazuje obr. 6.



Obr. 6: Usazovací nádrž s podélným a vertikálním průtokem

Čiření vody koagulací

Nejjemnější látky obsažené ve vodě mívají koloidní charakter a tvoří zákal a zabarvení vody, takže jejich separace usazením či filtrací, by téměř nepřinesla žádný efekt. Koloidní látky mají shodný (negativní) elektrický náboj, takže se navzájem odpuzují, ve vodě kmitají (Brownův pohyb) a jsou prakticky neusaditelné. Teprve přidáním srážedla – koagulantu s opačným nábojem, dochází k vybití nábojů a ke shlukování částic, které se navzájem přitahují. Vznikají kalové vločky, které postupně zvyšují objem i hmotnost. V první fázi koagulace, kterou nazýváme perikinetickou, se vyruší shodné elektrické náboje látek, tedy zruší vzájemné odpuzování dochází ke spojování látek – tvorbě mikrovloček. Při této fázi je nutné rychlé promísení koagulátu se surovou vodou. Ve druhé fázi – ortokinetické, která by měla být spojena s pomalým promícháváním, se na sebe nabalují vločky, které jsou schopny sedimentace a neprocházejí filtračním ložem. Pomalé míchání by mělo zajistit tvorbu co největších vloček, které lze snáze separovat.

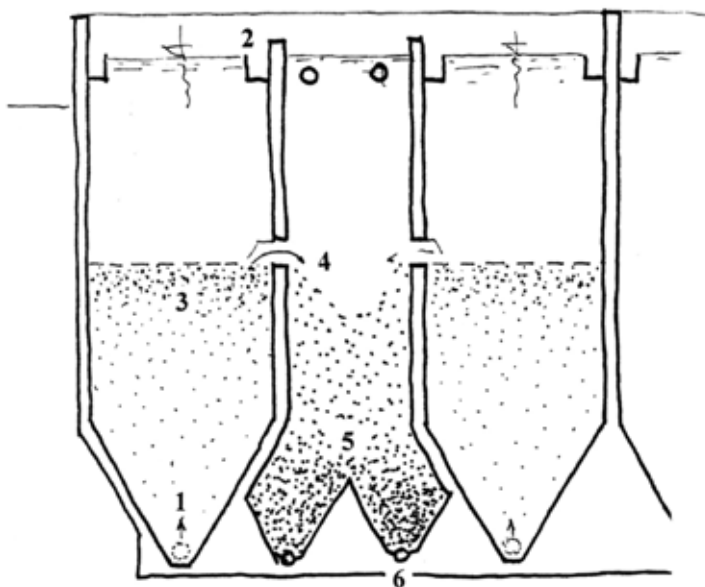
Rychlé mísení se provádí buď přímo v potrubí nebo ve směšovacích nádržích. Při směšování v potrubí, vkládá se do potrubí obvykle clona, která má zvýšit turbulenci pro dobré promíchání vody s koagulantem. Tento způsob se navrhuje obvykle pro nejmenší úpravy. Pro střední a větší úpravy se používají vertikální směšovací nádrže kónického tvaru, nebo proudové mísiče montované přímo na potrubí.

Vytvoření co největších vloček v druhé fázi (ortokinetické) má zajistit pomalé míchání s častými kontakty mikrovloček, které se na sebe navzájem nabalují. Vločkovací nádrže mohou mít vertikální i horizontální průtok, někdy tato fáze probíhá až v čířicích, či usazovacích nádržích.

Usazovací nádrže musí navazovat na vločkovací zónu, aby nedocházelo k rozbíjení vloček. Nádrže mohou mít vertikální (u menších úprav) horizontální, či radiální proudění. U dna nádrží bývá shrabovací (nebo odsávací) zařízení pro odtažení kalu.

Čířiče

V čířicích probíhá vertikální proudění, při kterém voda s vločkami stoupá k hladině, zatímco stále těžší vločky pomalu klesají a vytvářejí vznášené filtrační lože. Lože zvyšuje účinnost zachytávání vloček, vytváří se vločkový mrak, jehož horní hranu tvoří odtažení vloček do zahušťovacího a kalového prostoru. Vyčištěná voda v horní části nádrže přepadá do přelivných žlabů a je odváděna na filtry. Schéma galeriového čířiče je na obr. 7.



- 1 - přívod surové vody
- 2 - předpadový žlab vyčištěné vody
- 3 - vločkový mrak
- 4 - odtah vločkového kalu
- 5 - zahušťovací prostor
- 6 - odtah kalu

Obr. 7: Galeriový čičič

Pomalá filtrace

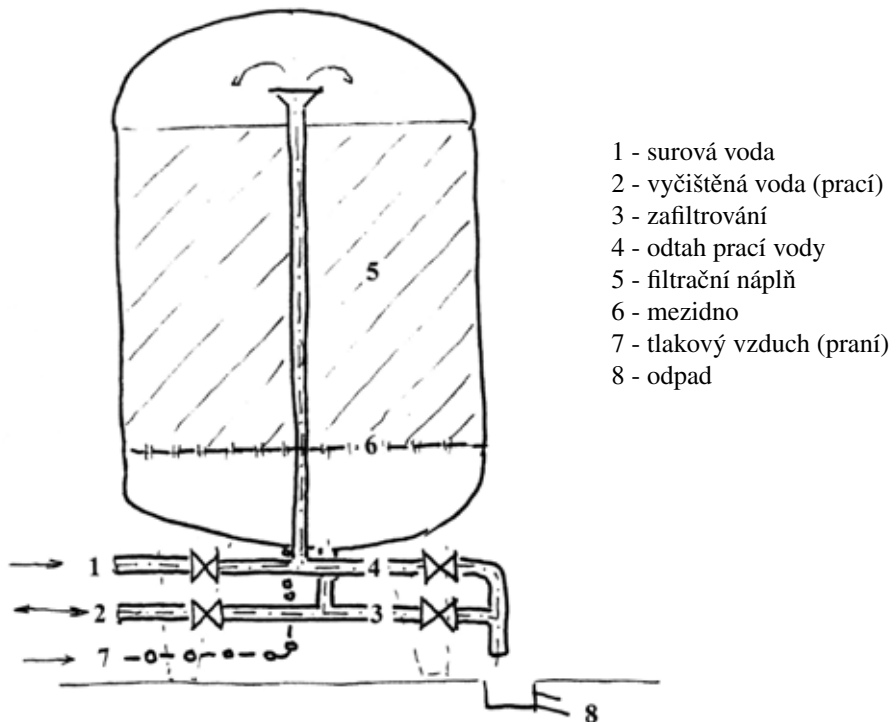
Pomalá filtrace napodobuje přírodní filtrační proces, při kterém se na povrchu filtračního lože vytvoří silně oživená vrstva tloušťky 1–2 cm, kde kromě mechanických procesů filtrace působí i procesy biologické. Filtrační rychlost je nízká – do 5m/den a regenerace lože se provádí odstraněním horní vrstvy s následným zapracováním filtru, při kterém se voda odvádí do odpadu.

Rychlofiltrace

Rychlofiltrace je čistě mechanický proces s vyšší zrnitostí a vyšší filtrační rychlostí 4–7 m/hod. Voda s vločkami vertikálně prochází filtrační vrstvou a z dolní části filtru se odtahuje voda vyčištěná. Regenerace při zvýšení tlakové ztráty se provádí zpětným průtokem vody (praním), většinou v kombinaci se vzduchem. Po regeneraci se vždy na časově omezenou dobu provádí tak zvané zafiltrování, při kterém se filtr

zapracovává. Při zafiltrování se voda procházející filtrem odvádí do odpadu, do doby, než se filtrát dostane do předepsané kvality.

Rychlofiltry mohou mít provedení tlakové uzavřených nádrží (nižší výkony), nebo jde o otevřené nádrže. Schéma tlakového rychlofiltru ukazuje obr. 8.



Obr. 8: Tlakový rychlofiltr

Koagulační filtrace

Lze ji použít u velmi čistých horských vod. Jde o jednostupňovou úpravu, bez předřazených usazovacích nádrží nebo čiričů. Koagulační proces s tvorbou a separací vloček probíhá přímo ve filtračním loži. Běžně se používá v bazénové technologii.

Zabezpečení vody proti infekci

Zabezpečení prováděné nejčastěji plynným chlorem (Cl_2), či ozónem (velké úpravny), nebo sloučeninami chloru, má preventivní charakter. Možnosti vniknutí choroboplodných zárodků do vody nelze plně zabránit, minimální koncentrace aktivního chloru ve vodě riziko téměř vyloučí. Obsah volného aktivního chloru v pitné vodě u spotřebitele by se měl pohybovat v rozmezí 0,1 až 0,3 mg.l^{-1} . Na malých úpravnách vody se používá převážně dávkování chlornanu sodného (NaClO)

s 15% podílem aktivního chloru. U větších úpraven se zřizují chlorovny pro plynný chlor dodávaný v barelech.

Ozón se připravuje ze vzdušného nebo čistého kyslíku elektrickým výbojem při vysokém napětí. Ozón se může rychle rozkládat za odštěpení kyslíku. Vznikající kyslík má pak ve stavu zrodu značnou oxidační účinnost. Výhodou dezinfekce ozónem je značná dezinfekční účinnost a podstatné zlepšení sensorických vlastností vody. Oxidačních účinků ozónu lze využít k odbarvování, odželezování, odmanganování a k oxidaci některých toxických ve vodě přítomných látek. Nevýhodou jsou však velké energetické náklady při výrobě ozónu a u více znečištěných vod i jeho rychlá spotřeba.

Kontrolní otázky:

- *Proč je nutno vodu upravovat a do jaké kvality?*
- *Co se nejčastěji upravuje u vody podzemní a co u vody povrchové?*
- *Jaké znáte základní technologické postupy úpravy vody?*
- *Co znamená odkyselení vody? Jak se z vody odstraňuje radon? Na jakém principu se provádí odželezování a odmanganování vody?*
- *Jaký je rozdíl mezi pomalou filtrací a rychlofiltrací. Čím se filtry regenerují?*
- *Proč se ve vodárenství používají koagulanty a jaké fáze koagulačního procesu znáte?*
- *Vysvětlete rozdíl mezi usazovacími nádržemi a čířiči.*
- *Co se rozumí zdravotním zabezpečením vody a jaké způsoby znáte?*

7 Čerpací stanice

Druhy čerpadel

Čerpání vody používáme v případech, kdy nelze využít k dopravě vody samospádu, nebo tam, kde nemůžeme docílit potřebný tlak.

Jen málo vodovodů v ČR je čistě gravitačních, většinou bývá zapotřebí vodu čerpat, v procesu dopravy vody k odběrateli i několikrát. Čerpat bývá nutné surovou vodu prakticky ze všech zdrojů podzemní vody (s výjimkou artézských studní), obvyklé bývá i čerpání povrchových vod. Většinou se čerpá i v samotném procesu úpravy a při dopravě upravené vody do vodojemů, které bývají nejvyššími místy celého vodovodu. V samotných rozvodných sítích se čerpá do vyšších tlakových pásem a při dopravě vody na velké vzdálenosti v rámci vodárenských soustav.

Hlavním zařízením v čerpacích stanicích jsou čerpadla, jejichž optimální navržení zásadně ovlivňuje nejen řádný provoz příslušné části vodárenského systému, ale i jeho ekonomiku. Rozumět principu čerpání, zásadám návrhu, hospodárnosti čerpacího režimu a stanovení optimálních podmínek pro provoz čerpadla, je jedním z hlavních nároků na provozovatele vodovodu.

Druhů čerpadel existuje velmi mnoho. Dělí se podle způsobu pohonu (ruční, motorová), čerpané látky, polohy osy (horizontální, vertikální), pracovního prostředí (ponorná, do suchého prostředí), podle tlaku (nízko, střeďo a vysokotlaká), počtu oběžných kol, směru proudění (radiální, diagonální, axiální), materiálového provedení, teploty, abrazivity čerpaného média atd., zejména ale podle způsobu dopravy čerpaného média na:

- čerpadla točivá,
 - odstředivá,
 - axiální – vrtulová,
 - lopatková,
 - turbínová,
- čerpadla objemová,
 - vřetenová,
 - zubová,
 - lamelová,
 - vačková (s valivým pístem),
- čerpadla s kmitavým pohybem,
 - pístová,

- plunžrová,
- membránová,
- ostatní,
- mamutky a ostatní pneumatická (monžiky a pulsometry),
- elektromagnetická,
- šneková,
- ejektory a injektory (proudová),
- vodní kola a stroje.

Odstředivá čerpadla

Ve vodárenství dominují čerpadla odstředivá, která sestávají z následujících částí:

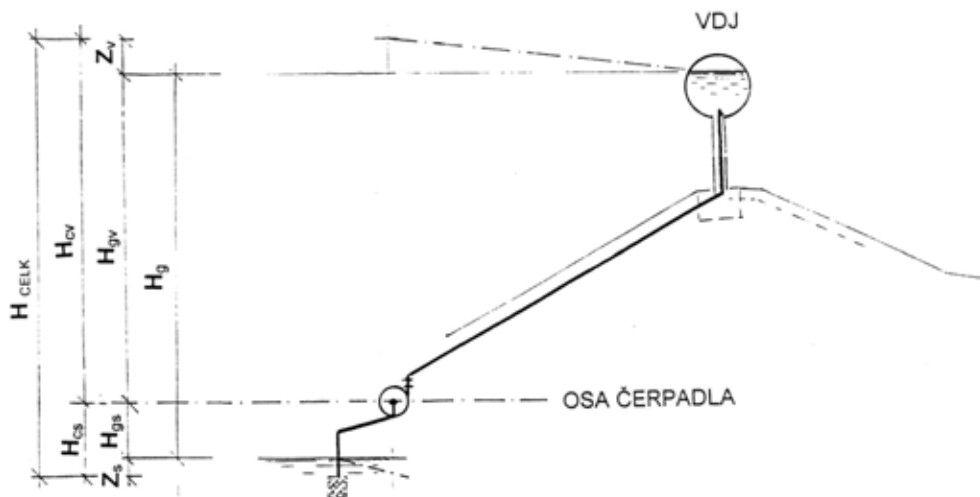
- statoru, tedy pevné části čerpadla, které mívá obvykle (vnitřní) spirálový tvar. U nejmenších jednostupňových čerpadel se obvykle volí kozlíkové provedení, u článkových čerpadel bývá stator sestaven z více radiálně dělených částí (článků), vzájemně stažených spojovacími šrouby. Pro zlepšenou hydrauliku a přívodu vody k oběžnému kolu bývá součástí statoru rozváděcí kolo s usměrňovacími lopatkami. Statory se obvykle vyrábějí z litiny ale i z nerezavějící oceli a v poslední době i z plastů a různých kompozitů.
- rotoru, který sestává z hřídele s pouzdry a oběžného kola. Oběžné kolo bývá vybavené lopatkami pevnými nebo nastavitelnými. Oběžné kolo svým rotačním pohybem, průměrem i konstrukčním provedením vyvozuje odstředivou sílu, která je principem tohoto druhu čerpání. Oběžná kola bývají buď uzavřená nebo polootevřená, případně i otevřená pro surovou vodu obsahující látkové příměsi. Oběžné kolo (kola u čerpadel vícestupňových) bývá nasazeno na hřídeli spojeném obvykle spojkou s elektromotorem.
- ucpávky a těsnění, které brání pronikání kapaliny mezi statorem a rotující částí.
- ložiska (valivá a kluzná) která přenášejí axiální či radiální tlaky a obvykle vyžadují periodické mazání.
- základové desky spojené u menších čerpadel s pohonnou jednotkou (elektromotorem).

Parametry a návrh čerpadla

Parametry pro návrh čerpadla jsou:

- Dopravované množství Q ($l \cdot \text{min}^{-1}$, $l \cdot \text{sec}^{-1}$, $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$), většinou uváděné v rozmezí $Q_{\min} - Q_{\max}$.
- Dopravní výška H (m), která se dělí na H_g (geodetická), která dále sestává z H_{gs} (sací) + H_{gv} (výtláčná) zvětšená o hydraulické ztráty na sacím z_s a výtláčném potrubí z_v .

Vždy přitom závisí na umístění čerpadla ve vztahu k hladině, odkud se čerpá. Sací výška může být pozitivní i negativní. Negativní v případě, je-li hladina vody v jímce odkud se čerpá, nad osou čerpadla (u čerpadel ponorných, nebo u čerpadel do suchých jímek). Řádný návrh čerpadla musí přihlédnout i ke kolísání hladin (tlaků), pro návrh se obvykle volí ten nejméně příznivý stav.



Obr. 9: Dopravní výška čerpadla

Pro návrh čerpadla je určující celková (manometrická) dopravní výška H_{CELK} (m), tedy součet sací a výtlačné výšky včetně příslušných ztrát.

$$H_{CELK} = H_{gs} + z_s + H_{gv} + z_v$$

U některých čerpadel se setkáváme s označením měrné energie Y ($J \cdot kg^{-1}$).

$$Y = g \cdot \rho \cdot H$$

g značí tíhové zrychlení = $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ a ρ hustotu kapaliny ($kg \cdot m^{-3}$).

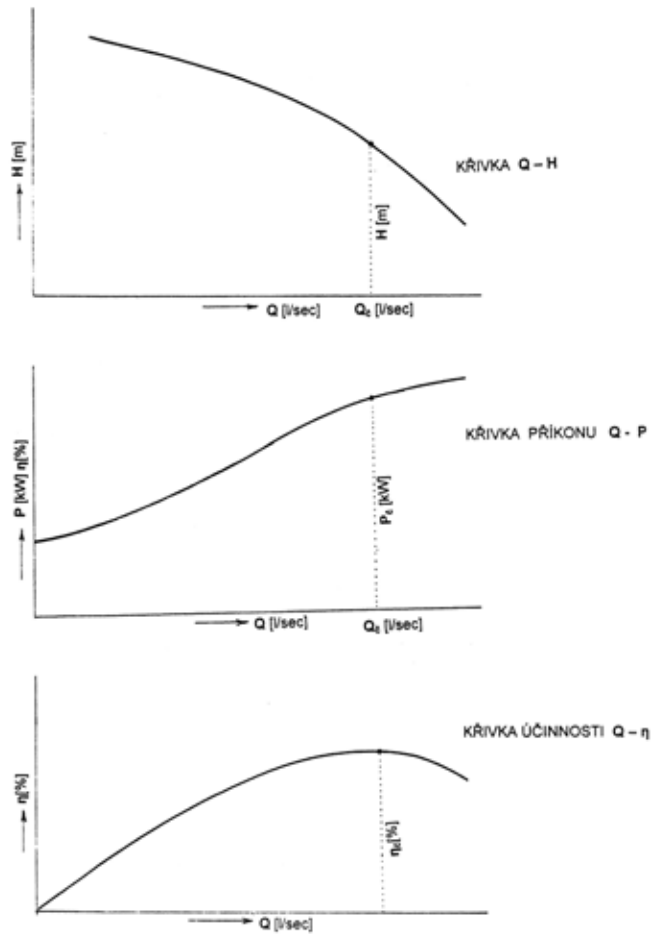
Vždy bývají čerpadla označena příkonem N (W) pro pohon čerpadla, který bývá větší než (užitečný) výkon čerpadla N_v (W).

$$N_v = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Z poměru $N_v : N$ vychází účinnost čerpadla η (%).

$$\eta = \frac{N_v}{N} \cdot 100$$

Návrh nebo výměna čerpadla za nové, známe-li požadovanou dopravní výšku H i množství Q , se provádí podle charakteristik (křivek) čerpadla, které uvádí výrobce pro každý typ.



Obr. 10: Charakteristika čerpadla

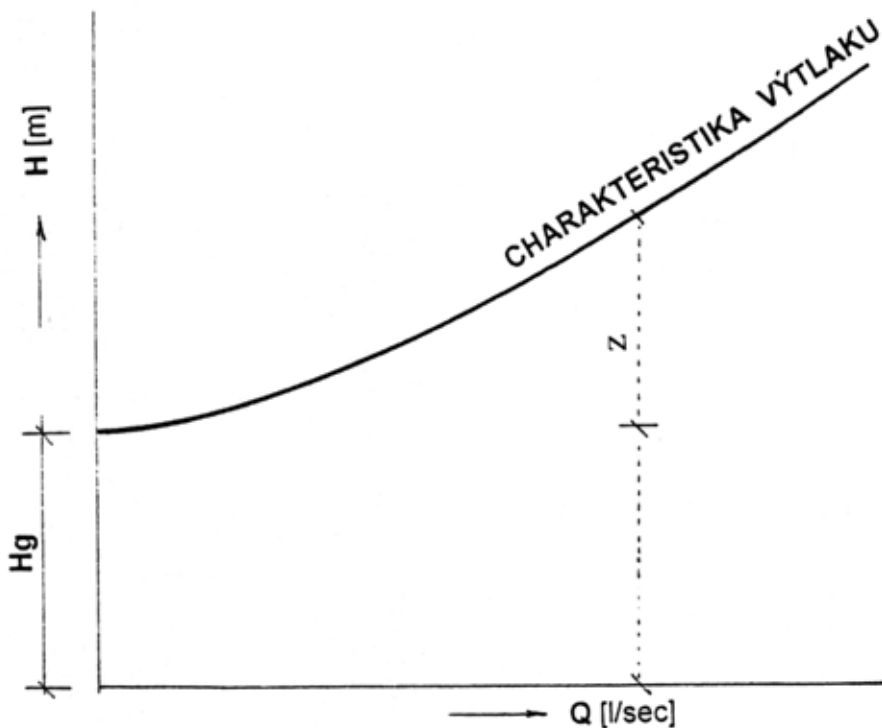
Pracovní křivky vztažené obvykle na dopravované množství Q , bývají obvykle tři:

- křivka dopravní výšky $Q-H$,
- křivka příkonu $Q-N$ nebo $Q-N_v$,
- křivka účinnosti $Q-\eta$.

Křivka účinnosti bývá znakem kvality čerpadla, čím je účinnost vyšší, tím je čerpadlo dokonalejší a jeho provoz hospodárnější.

Provozní bod (oblast) čerpadla

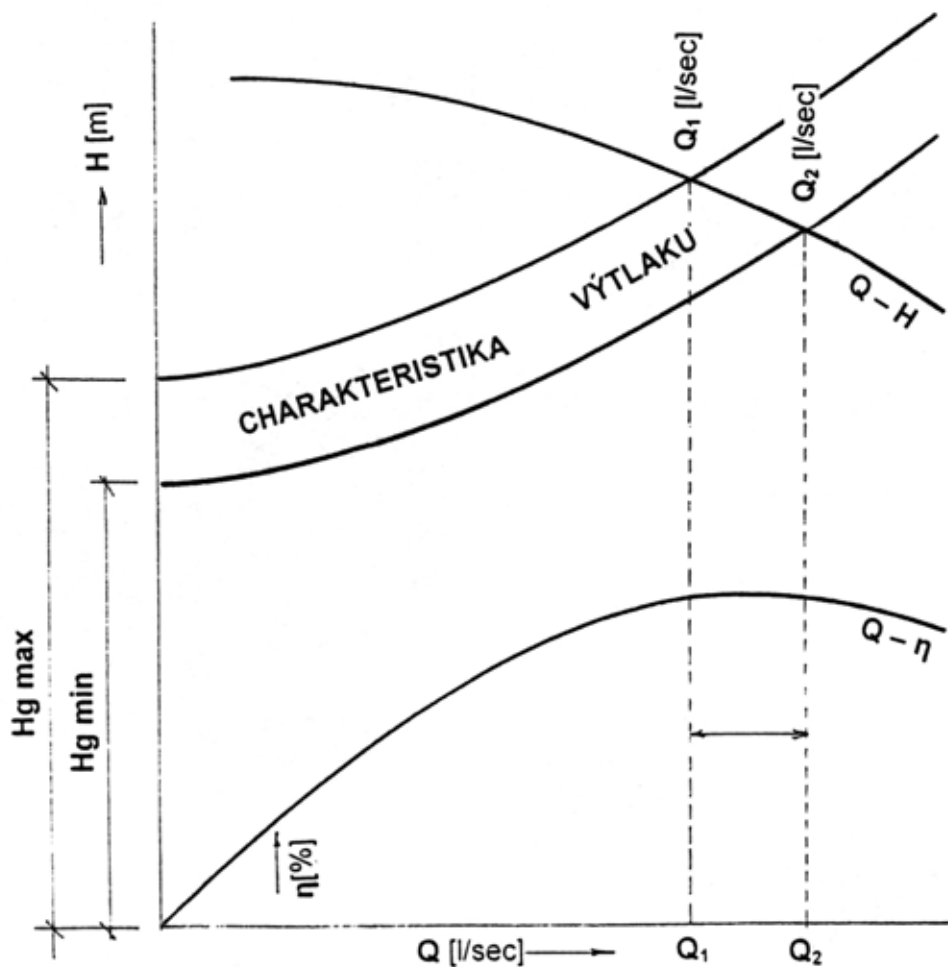
K určení takzvaného provozního bodu čerpadla (ve kterém bude čerpadlo pracovat) je zapotřebí zjistit i charakteristiku výtlačku neboli Q_p křivku. Křivka má tvar paraboly a vychází z geodetické dopravní výšky H_g , ke které se připočítávají příslušné hydraulické ztráty z_p , odpovídající průtokovému množství protékajícího potrubím.



Obr. 11: Charakteristika výtlačku

V průsečíku (protnutí) křivek $Q-H$ čerpadla a charakteristiky výtlačku Q_p je provozní bod. Tomu bude odpovídat příkon N a účinnost η , která by měl být pokud možno, co nejvyšší. Většinou ale nezjistíme správnost návrhu čerpadla jen z jednoho provozního bodu.

Plněním resp. prázdněním akumulace (zdroje) odkud vodu čerpáme, se mění dopravní výška H a tím se i provozní bod po křivce $Q-H$ posouvá. Provozní body pro obě mezní hodnoty dopravní výšky vymezují tak zvanou provozní oblast a je potřebné, aby se oblast kryla s maximální účinností na křivce $Q-\eta$, jinak volíme jiné čerpadlo.



Obr. 12: Provozní bod/oblast

Paralelní chod čerpadel

Spotřeba (odběr) vody se během dne mění, z čehož často vyplývá potřeba sestavit vedle sebe dvě nebo tři čerpadla, která čerpají vodu společně do jednoho výtlačného potrubí. Řešit takový případ jedním čerpadlem výkonu, který by odpovídal maximálnímu odběru, by znamenalo, že čerpadlo by většinu dne pracovalo v oblasti snížené účinnosti a často by se vypínalo. Proto řadíme 2–3 čerpadla paralelně (vedle sebe) a mohou mít i rozdílný výkon.

Podmínkou paralelního řazení bývá stabilní charakteristika čerpadla, tedy taková, kdy na $Q-H$ křivce odpovídá dopravní výšce H jen

jedno Q . Při nízkých specifických otáčkách odstředivá čerpadla inklinují k nestabilitě charakteristiky, při které dopravní výšce H odpovídají dvě Q , což vede k pulzacím v čerpadle a vodním rázům, které mohou vyvolat i poškození čerpadla.

Při paralelním zapojení dvou a více čerpadel s nagrafem sčítají dopravovaného množství Q a provozní bod vychází z průtoku součtové křivky ΣQ s charakteristikou výtlačku.

Vícetupňová čerpadla

Používají se při čerpání vody do větších výšek, například z hlubokých vrtů. Tam, na rozdíl od paralelního zapojení, dochází k principu „zapojení za sebou“ a ve výsledné charakteristice se sčítají dopravní výšky H pro jeden stupeň k získání výsledné $Q - H$ křivky čerpadla. Provozní bod čerpadla se získá opět průtutím křivky $Q - H$ s charakteristikou výtlačku.

Regulace čerpaného množství

Regulovat čerpané množství bývá velmi často nutné, protože výše spotřeby – odběru vody během roku i během dne značně kolísá. Rozdíly lze vysledovat i v jednotlivých dnech týdne a změny odběru může vyvolat celá řada faktorů (venkovní teplota, existence srážek, změny výroby, činnosti služeb, konání společenských akcí apod.).

Krátkodobě lze regulovat čerpané množství škrcením uzávěru na výtlačku, ale i když se tím motoru odstředivého čerpadla odlehčí (viz křivka $Q - N$), vnáší se do systému zvýšená ztráta třením a účinnost se snižuje. Snižít množství lze i stočením lopatek oběžného kola, pokud to jeho konstrukce umožňuje, ale i tento způsob se dnes ve vodárenství používá minimálně.

Tradičně (ve spojení s tlakovou nádobou) se chod čerpadel reguloval vypínáním a spínáním od určeného tlaku (princip ATS), nebo od dosažení vypínací hladiny v akumulaci. V současné době se stále více projevuje snaha přizpůsobit čerpané množství aktuální výši odběru, což bývá proces ekonomicky nejhošpodárnější. To nejlépe umožňuje regulace čerpaného množství změnou otáček motoru. Přechodovým zařízením byly dvouotáčkové motory a následně frekvenční měniče otáček k elektromotorům.

V současnosti již převažuje elektronická regulace otáček pohonů čerpadel, v automatické závislosti na odebíraném množství (stavu hladiny, či jiné veličině) obvykle doplněná o miniaturizovanou tlakovou nádobu, pro lepší vyrovnání rozdílů odběru a čerpaného množství.

Změnou otáček n se mění dopravované množství Q dopravní výška H i potřebný příkon P . Pro přepočítání množství (za předpokladu nesnížené účinnosti) Q platí teoretický vztah (8).

$$\frac{n}{n_1} = \frac{Q}{Q_1}$$

Pro snížené množství platí vztah (9).

$$Q = \frac{Q \cdot n_1}{n}$$

Dopravní výška H se mění s druhou mocninou otáček podle vztahu (10).

$$\frac{n^2}{n_1^2} = \frac{H}{H_1}$$

Příkon P se mění s třetí mocninou otáček podle vztahu (11).

$$\frac{n^3}{n_1^3} = \frac{P}{P_1}$$

Pro větší jednoduchost lze výpočet množství Q přepočítat koeficientem a , který tvoří poměr $n : n_1$, jeho druhou mocninou pro přepočítání dopravní výšky H a třetí mocninou a^3 pro příkon P .

Automatické tlakové (hydroforové) stanice – ATS

I když se regulace pomocí otáček stále více uplatňuje, i nadále jsou oblasti, kde je třeba posílit tlak a nelze využít akumulace výše položeného vodojemu, zásobovány pomocí ATS (automatických tlakových stanic), kterým setaké říká stanice hydroforové. Průtok je vyrovnáván odběrem vody z tlakové nádoby – hydroforu. Tento systém bývá uplatňován u menších spotřebišť, průmyslových provozů a rekreačních zařízení, až po zásobování jednotlivých nemovitostí – rodinných a obytných domů, či výškových budov.

Princip chodu ATS spočívá v čerpání čerpadla (většinou jen jedno, ale čerpadel může být i víc), s množstvím Q_e větším než bývá maximální odběr q spotřebiště. Tím dochází k plnění a zvyšování tlaku v tlakové nádrži (nádržích) až do dosažení vypínacího tlaku, od kterého se čerpání vypíná. Dál je spotřebiště zásobováno z tlakové nádoby, až do poklesu tlaku do zapínací úrovně, při které čerpání opět naběhne. Menší frekvence zapínání chrání životnost stykačů a elektromotoru – pro současnost platí max. počet zapínání $f = 8-12$ x za hodinu. V horní části tlakové nádoby bývá vzduchový polštář, který se u malých ATS stanic doplňuje přísáváním přivzdušovacího ventilu, u větších kompresorem.

Právě přiměřený objem (1/3–2/3 objemu hydroforu) vzduchového polštáře je jedním z předpokladů řádné funkce ATS. Objem tlakové nádoby je závislý na rozdílu vypínacího a zapínacího tlaku (obvykle 0,1–0,2 MPa) a frekvenci zapínání čerpadla.

Zjednodušeně platí pro výpočet objemu vztahu (12).

$$V_c = \frac{18 \cdot Q_e \cdot p_2}{f(p_2 - p_1)}$$

V něm V_c (l) značí celkový objem tlakové nádrže, Q_e ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$) čerpané množství, obvykle dvojnásobek max. hodinové potřeby, p_2 (bar) vypínací tlak, p_1 (bar) zapínací tlak, f frekvence – počet zapnutí za hodinu.

Mezi výhody ATS patří nižší pořizovací náklady, hygienický uzavřený systém, nenáročnost na umístění, naproti tomu hlavní nevýhodou je zbytečné čerpání výškového rozdílu mezi vypínacím a zapínacím tlakem a oproti výše položeným akumulacím, také absolutní závislost na dodávce el. energie.

V současnosti již trh nabízí už i kombinovaná řešení, kdy se pro regulaci používá regulace otáček čerpadla ve spojení s hydroforem – tlakovou nádobou. Tím se docílí miniaturizace tlakové nádoby a sníženého nároku na obestavěný prostor. Současně s tím se snižuje rozdíl mezi zapínacím a vypínacím tlakem, takže jde i o provozně úspornější řešení (nižší spotřeba el. energie) než u klasických hydroforových stanic.

Protirázová ochrana

V objektech čerpacích stanic (a nejen v nich) se mohou nacházet stejné tlakové nádoby, které vypadají jako hydroforové nádrže, ale plní jinou funkci, než je zásobování výše položeného spotřebiště. Říká se jí větrníky a jde o funkci protirázové ochrany vodovodních řadů.

Vodní ráz vzniká všude tam, kde dochází k rychlé změně režimu proudění ve vodovodních řadech. Dojde-li k náhlému výpadku el. energie s vypnutím čerpadla, uzavře se uzávěr, plovákový ventil, či zpětná klapka, voda v potrubí působí jako píst, který se pohybuje setrvačností a na jednom konci vytvoří přetlak – tedy ráz, na druhém konci potom podtlak – negativní ráz, který může poškodit potrubí spoje, armatury nebo čerpadla. Výrazněji se to projeví u delších potrubí (efekt stlačení vodního sloupce setrvačností) a tam kde dochází k podtlaku (tlaková čára poklesne pod osu potrubí), tedy v místech s nepříznivým průběhem terénu (čerpání „přes kopec“), při kterém může dojít až k efektu přetržení vodního sloupce, vzniku vakua a následném třesku při opětovném spojení sloupce.

Potlačení negativního vlivu vodního rázu (protirázová ochrana) se obvykle provádí větrníkem, polopneumatickým vzdušníkem, odlehčovacím ventilem armaturou na tlumení vodních rázů, či vyrovnávací komorou, jejíž funkcí je kompenzovat podtlakové i přetlakové fáze rázu.

Na stejném principu působí i větrník, který se většinou osazuje na odbočce na výtlačku z čerpadla za uzávěr a zpětnou klapku. Větrník je tlaková nádoba se vzduchovým polštářem, ze kterého se v případě náhlého vypnutí čerpadla, tlaková voda proudí do potrubí a tím zmírní hodnotu pasivního rázu. Při zpětném pohybu se voda tlačí do větrníku škrceným obtokem a aktivní ráz tlumí vzduchovým polštářem. Asymetrické zapojení větrníku – volný průchod vody při snížení tlaku a naopak škrcený při tlumení přetlakové fáze, způsobuje rychlejší a účinnější útlum rázových jevů v potrubí.

Evakuace (zavodnění) čerpadel

Řádný rozběh čerpadel je v zásadě možný při plném zaplnění oběžného kola vodou. Chod čerpadla nasucho nebo s částečným zavzdušením, bývá pro čerpadlo a jeho některé části (ucpávky, motor), škodlivý. Pokud se jedná o čerpadla s pozitivní sací výškou a nejde o typ samonasávacích čerpadel, bývá nutné pro pohotovost náběhu čerpadla zajistit jeho plné zavodnění. U menších čerpadel se obvykle používá sací koš vybavený zpětným ventilem, který brání vyprázdnění potrubí i čerpadla. Spolehlivost jeho uzavření ale nebývá stoprocentní a navíc sací koše představují značný odpor (hydraulickou ztrátu) na sacím potrubí, což není zrovna ideální. Sací schopnost čerpadel (sací výška), vycházející z atmosférického tlaku, může dosahovat cca 9 m vodního sloupce, většinou ale méně.

Proto se ve vodárenství často používají čerpadla vertikální s negativní sací výškou (s nátokem), nebo se u horizontálních čerpadel zřizují evakuační stanice, jejímž úkolem bývá zavodnění čerpadel. Součástí evakuační stanice bývá vývěva, evakuační nádoba a cirkulační nádrž vody, neboť pro práci vývěvy je zapotřebí voda. Automatické spínání evakuační stanice se obvykle odvozuje od spínacích elektrod umístěných v evakuační nádobě. V provozu evakuačních stanic bývá nejdůležitější čistota spínacích elektrod.

Kontrolní otázky:

- *Jaké známe druhy čerpadel, jaká čerpadla se nejčastěji používají ve vodárenství, jaké jsou konstrukční části čerpadla?*
- *Podle jakých parametrů se čerpadla navrhují? Z jakých částí se skládá manometrická dopravní výška čerpadla?*
- *Čemu se říká charakteristika čerpadla a čemu charakteristika výtlačku? Jak se zjišťuje provozní bod čerpadla?*
- *Vysvětlete princip paralelního chodu čerpadel zapojených do společného výtlačku a princip vícestupňového čerpadla.*
- *Jak lze regulovat čerpané množství?*
- *Vysvětlete princip automatické tlakové (hydroforové) stanice?*
- *Jaký je rozdíl mezi hydroforem (tlakovou nádobou) a větrníkem? Kde hrozí zvýšené riziko vodního rázu?*
- *Co je evakuace čerpadel a z jakých součástí se skládá? Jaká je teoretická maximální sací výška a čím je určena?*

8 Vodojemy a akumulční nádrže

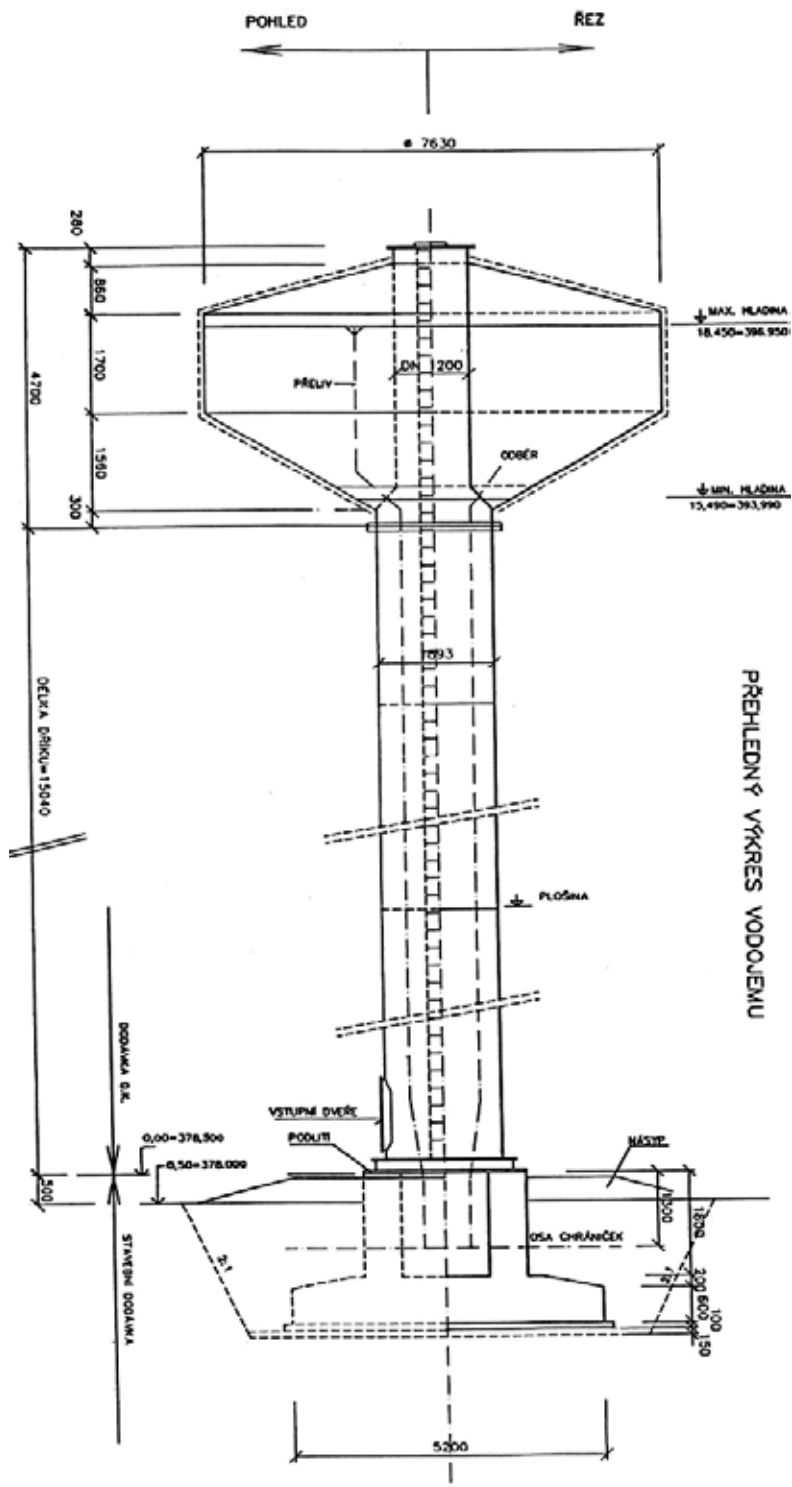
Typy a funkce vodojemů

Vodojemy a akumulční nádrže slouží k vyrovnání kolísavého odběru vody, zatímco přítok (od zdroje, z úpravny vody) bývá obvykle konstantní a rovnoměrný v průběhu dne. Kromě této vyrovnávací funkce vodojem obvykle zajišťuje zásobu vody k možnosti provozních zásahů (odstavení úpravny či čerpací stanice, odkalování či stavební úpravy na přívodním řadu) a také jako havarijní zásobu pro případ poruchy na přívodním systému vody do vodojemu. Pokud vodovod slouží i k požárním účelům, jeho objem musí zajistit i odpovídající zásobu požární vody. Zásadní je i jeho řídicí funkce tlakových poměrů v navazující síti. Poloha hladin by měla být taková, aby ve spotřebišti splňovala předepsané tlaky dle ČSN 75 5401. Stanovené hodnoty minimálního a maximálního tlaku jsou určující k výškovému osazení vodojemu a v případě členitějšího území s většími výškovými rozdíly i k vytvoření tlakových pásem ve spotřebišti. Umístění se volí pokud možno co nejbliže ke spotřebišti, nebo přímo v těžišti spotřeby, čímž se potlačí vliv hydraulických ztrát a docílí i rovnoměrnějších tlaků. Na umístění (kromě výšky terénu) má samozřejmě vliv i řada dalších faktorů – přístupnost, možnost vyústění/napojení odpadu, napojení na elektrickou energii atd.

Podle umístění akumulční nádrže vodojemy dělíme na:

- zemní (jedno, dvou a vícekomorové),
- věžové.

Věžové vodojemy bývají 5–10x dražší než vodojemy zemní, výrazně zasahují do obrazu krajiny, mívají nižší životnost a větší jsou i provozní náklady (věžový vodojem musí být v zimě temperován, osvětlen atd.). Schéma věžového vodojemu je na obr. 13. Výhodou oproti čerpací stanici, která dokáže jejich funkci k řízení tlaku prakticky nahradit, je zásoba vody i při výpadku elektrické energie, která udrží kontinuitu zásobování i po dobu několika hodin.



Obr. 13: Schéma věžového vodojemu

Z hlediska polohy vůči spotřebišti (a způsobu zapojení) rozeznáváme vodojemy:

- před spotřebišťem,
- vyrovnávací za spotřebišťem,
- s kombinovanou funkcí.

V druhém případě se vyrovnávací vodojem plní převážně v nočních hodinách vodou od zdrojů (úpravny), nebo z jiného vodojemu přitékající přes spotřebišť. V denních hodinách za zvýšeného odběru se potom část spotřebišť zásobuje v obráceném směru, tedy z vyrovnávacího vodojemu. Při tomto provozu nutno zajistit dostatečnou výměnu vody ve vyrovnávacím vodojemu, protože pokud by byl vodojem trvale naplněn, stagnací v něm kvalita vody klesá. Režim plnění se snadněji ovlivní řízeným režimem čerpání, které lze navíc přizpůsobit i rozdílným cenám elektrické energie (levnější noční proud), v případech gravitačního přítoku bývá obvykle nutné dálkové ovládání se sledováním stavu hladin.

Účelové akumulace bývají u čerpacích stanic a v procesu úpravy vody, kam patří i prací vodojemy pro zajištění pracích vod na regeneraci rychlofiltrů a vlastní technologickou spotřebu úpraven (rozpuštění dávkovaných chemikálií, příprava vápenné vody apod.).

Stanovení objemu akumulace

U vodojemů rozlišujeme objem užitný a celkový. Do celkového objemu se kromě užitého objemu započítává i objem pod minimální hladinou včetně výpustné jímky. Užitého objemu je prostor potřebný pro akumulaci k vyrovnání nerovnoměrného odběru (případně i plnění vodojemu), ke kterému se připočítává provozní rezerva pro odstávky a případné poruchy na přívodním systému a slouží-li také k požárním účelům, jeho objem musí zajistit i odpovídající zásobu požární vody.

Vlastní objem akumulačního prostoru vychází z režimu přítoku a odtoku vody do spotřebišť. Většinou bývá přítok vody konstantní a mění se odběr vody v jednotlivých hodinách v průběhu dne.

Směrnice 9/1973 uvádí kolísání odběru podle koeficientů hodinové spotřeby, v % denní spotřeby (tab. 3).

Tab. 3: Koeficienty hodinové spotřeby podle směrnice 9/1973

hodina	součinitel k_h	
	1,8	2,1
0–1	1,0	1,6
1–2	0,7	1,5
2–3	0,7	1,5
3–4	0,7	1,5
4–5	2,0	3,0
5–6	3,0	4,2
6–7	5,0	5,0
7–8	6,4	5,0
8–9	4,5	5,0
9–10	5,5	4,6
10–11	5,5	4,2
11–12	5,5	4,6
12–13	5,0	4,6
13–14	5,0	4,8
14–15	4,0	4,6
15–16	5,0	4,6
16–17	5,0	4,6
17–18	6,0	5,0
18–19	6,5	6,5
19–20	7,5	8,8
20–21	5,0	5,0
21–22	5,0	4,6
22–23	4,0	3,2
23–24	1,5	2,0

Výpočet lze provádět buď numericky nebo graficky podle součtových čar. Minimální akumulační objem vychází ze součtu objemu hodinových přebytků a součtu objemu hodinových nedostatků (odběr je větší než přítok do akumulace). Výpočet lze provést i z % podílu přítoku a odtoku v jednotlivých hodinách a stanovuje se z maximální denní potřeby vody pro oblast zásobovanou z příslušné akumulace.

Pokud jsou v území velkoodběratelé odebírající vodu v určitém režimu, vyčísluje se průběh jejich spotřeby individuálně a průběh spotřeby vychází potom ze součtových hodnot obyvatelstva a individuálně stanovených odběrových hodnot. Stejným

způsobem se postupuje, bývá-li přítok do vodojemu regulován například čerpáním mimo energetické špičky.

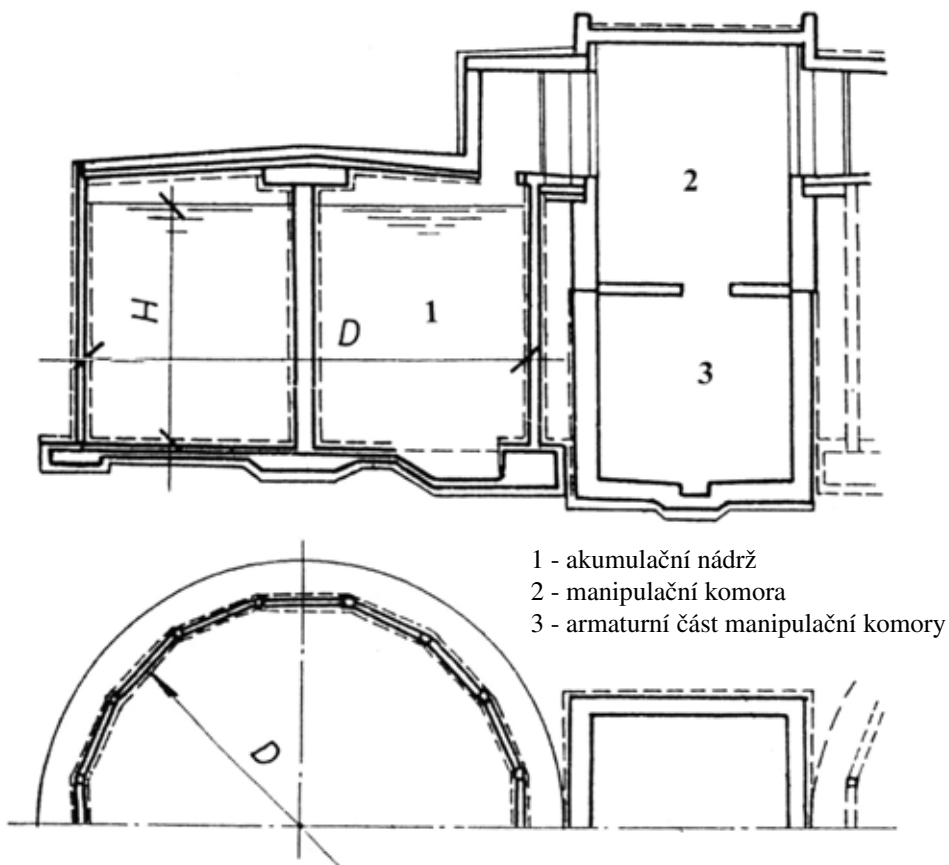
Celkový výpočtový objem akumulace potom vychází z výše uvedeného výpočtu minimálního objemu + provozní zásoba + požární zásoba vody. Výpočet potřebného objemu požární vody stanoví příslušný specialista, objem rezervní zásoby vody se obvykle volí podle významu vodojemu a dobu možného výpadku v zásobení. V praxi se obvykle velikost objemu vodojemu volí v rozmezí od 0,6–1 násobku maximální denní spotřeby (Q_d). U malých obcí se doporučuje jednodenní zásoba.

Konstrukce a vybavení vodojemu

Konstrukce vodojemu se volí buď jednokomorová, dvou nebo vícekomorová, obvykle jako železobetonová monolitická či prefabrikovaná nádrž. Jednokomorové vodojemy se volí v případě malých spotřebišť, nebo tam, kde výpadek v zásobení například při čištění vodojemu lze suplovat jiným způsobem (např. přistavenou cisternou). Tří nebo vícekomorové vodojemy se volí v případě rozdílného odběru v létě a v zimě, blokování objemu jedné komory k vymezenému účelu apod.

V manipulační komoře vodojemu bývá potrubí nátokové a odběrné (na obou bývají osazena měřidla průtoku) a dále potrubí vypustné a přelivné, obě zaústěná do odpadu z vodojemu. Do vodojemů se obvykle instalují dálkové hlásiče stavu hladiny, kterými se řídí doplňování vody. U vodovodů bez úpravy vody se do vodojemů zpravidla osazují dávkovací zařízení pro zdravotní zabezpečení vody.

K vodojemu musí být zajištěn trvalý příjezd a obvykle i elektrická přípojka, pokud jsou jeho součástí technologická zařízení. Vyústění odpadu z vodojemu musí být provedeno do míst, kde případný odtok vod nezpůsobí žádné škody. Schéma zemního vodojemu ukazuje obr. 14.



Obr. 14: Schéma zemního vodojemu

Kontrolní otázky:

- K čemu slouží vodojemy a akumulace? Pro jaké účely je třeba zajišťovat zásobu vody?
- Jak se dělí vodojemy z hlediska polohy vůči spotřebišti? Vysvětlete rozdíl?
- Lze nahradit čerpací stanicí věžový vodojem?
- Jak se výpočtově stanoví potřebný objem akumulace? Jaký bývá v praxi nejčastější objem ve vztahu ke Q_d ?
- Co je manipulační komora a jaké druhy potrubí lze v ní nalézt?
- Jaké bývá obvyklé vybavení vodojemu?

9 Doprava vody – vodovodní řady a sítě

Funkce vodovodních řadů a sítě

Doprava vody se realizuje vodovodními řady, které se v zásadě dělí na:

- gravitační, ve kterých teče voda samospádem,
- výtlačné, kterými se voda čerpá.

Z pohledu funkce se vodovodní řady dělí na přívodní (obvykle ze zdroje do úpravný či akumulace) a zásobovací (z vodojemu do spotřebiště). Na zásobovací řad navazuje rozvodná vodovodní síť po spotřebišti.

Vodovodní síť může být buď větvěná nebo okružová, kdy do určitého místa může voda přitékat ze dvou (nebo i více) směrů. Výhodou větvěné sítě bývá vyšší provozní spolehlivost v dodávce vody (při opravě, odstávce dílčího úseku voda přitéká z opačného směru), slabinou bývají úseky sítě, ve kterých voda stagnuje a zhoršuje se jejich kvalita. Okružové sítě jsou investičně dražší, jejich výpočet i kontrola případných úniků bývá složitější a složitější bývá i způsob odkalování při kvalitativních závadách.

Návrh vodovodního potrubí

Dimenze (profil) vodovodního potrubí se obvykle navrhuje na průtok odpovídající maximální hodinové potřebě Q_h , nebo na průměrnou hodinovou potřebu Q_d zvětšenou o množství požární vody $Q_d + Q_{poz}$. Vodovodní řady se specifickou funkcí (přívod surové vody ze zdroje do úpravný, výtlač z úpravný do vodojemu apod.) se navrhuje na maximální množství vody, které bude potrubím protékat.

Volba trubního materiálu vychází z tlakových podmínek (pevnosti a odolnosti materiálu), zemního prostředí, do kterého bude vodovod ukládán, často se ale přizpůsobuje stávající vodovodní síti nebo materiálovým standardům provozovatele vodovodu.

Pro výpočet se obvykle používají tabulky či nomogramy, odpovídající příslušnému druhu potrubí, či jeho vnitřních povrchových úprav. V příloze je uveden nomogram pro plastová potrubí z PE a PVC (příloha 5 učebního textu), které mají přibližně srovnatelnou drsnost stěn bez ohledu na výrobce potrubí. Naproti tomu u potrubí kovových (ocel, klasická šedá litina, tvárná litina), ale i ostatních nekovových (asbestocement, beton, laminát) potrubí jsou uváděny rozdíly součinitelů drsnosti i u jednotlivých výrobců potrubí. Proto, pokud místní poměry vyžadují zvýšenou

přesnost výpočtu, doporučuje se používat návrhové tabulky od příslušného výrobce pro konkrétně navrhovaný typ potrubí.

Princip výpočtu vychází ze stanovování tlakové ztráty třením pro příslušný průtok a rychlost vody v potrubí. V rozvodných vodovodních sítích se navrhuje průtoková rychlost volí okolo 0,6–0,8 (1,0) m/sec, pro dálkové řady až 1,2–1,5 (1,8) m/sec. Přípustné ale bývají i rychlosti vyšší, samozřejmě na úkor zvýšených ztrát třením. Příliš nízké rychlosti způsobují stagnaci vody v potrubí se ztrátou její kvality, někde dokonce vyvolávají kvalitativní závady s potřebou občasného odkalování řadu. U krátkých řadů, jako jsou sací potrubí a potrubí v úpravkách vod, násosky apod., bývá navíc nutno připočítávat kromě ztráty třením, i tak zvané místní ztráty v tvarovkách a armaturách.

Návrh obvykle vyústí ve stanovení tlaku v místě (místech) konečné dodávky vody, který by měl odpovídat požadovanému tlaku dle ČSN 75 5401. Pokud jej nedosahuje, je nutno volit větší profily potrubí s menší ztrátou třením, naopak, pokud jsou rezervy v tlaku dostatečné, lze volit úspornější potrubí menších profilů s vyššími rychlostmi a tím i ztrátami třením.

U okružových sítí bývá výpočet složitější, neboť voda do místa odběru může přitékat ze dvou či více směrů. Na výpočet okružové sítě se proto až na výjimky používají matematické modely, kterými lze simulovat tlakovou úroveň v jednotlivých částech sítě.

Uložení vodovodní sítě, ochranná pásma

Hloubka uložení vodovodní sítě se pohybuje od 1,2 m (v hlinitopísčitých zeminách) do 1,5 m (ve štěrkových a skalnatých zeminách). Pro souběh a křížení tras podzemních vedení platí ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Například minimální vzdálenost vnějších povrchů vedení při souběhu/křížení s vodovodním potrubím činí pro elektrické kabely 0,40/0,40 m, sdělovací kabely 0,40/0,20 m, plynovod 0,50/0,15 m, jiný vodovod a kanalizační stoky 0,60/0,1 m.

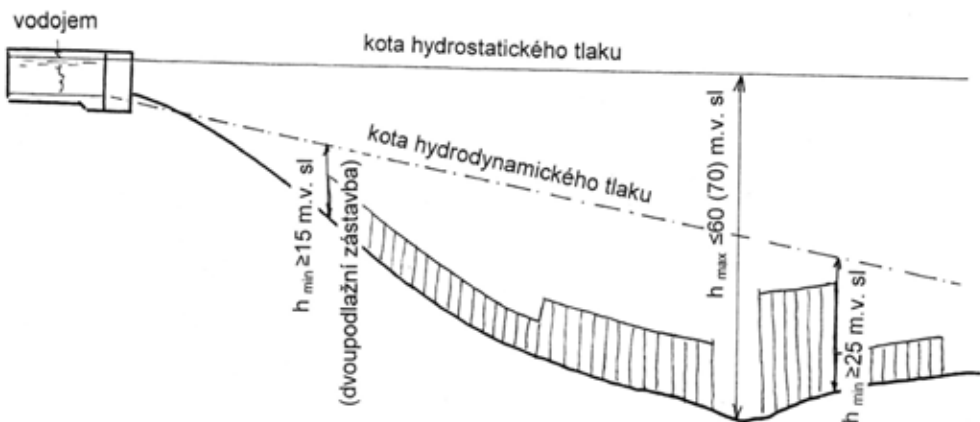
Vodovodním řadům se dle § 23 ZVaK vymezují ochranná pásma, jejichž hranice je pro potrubí o průměru do 500 mm 1,5 m na každou stranu. Při průměru potrubí nad 200 mm a hloubce uložení větší než 2,5 m se hranice rozšiřuje o 1 m. Omezení činností v ochranném pásmu specifikuje odst. 5 § 23.

O trasách vedení vodovodních řadů a umístění uzávěrů, hydrantů, redukčních ventilů, podchodů pod železnicí a dráhou atd. musí vlastník/provozovatel vést technickou evidenci.

Tlakové podmínky

Vodovod musí dle ČSN 75 5401 zajistit dostatečný tlak vody u jednotlivých odběratelů. Tlak v místě napojení přípojky musí být minimálně 0,25 MPa, při zástavbě do dvou nadzemních podlaží 0,15 MPa. Maximální tlak v rozvodné síti může být 0,6 MPa, v odůvodněných případech 0,7 MPa. Tlakové podmínky ve vodovodní síti znázorňuje obr. 15.

Prověřit skutečnou výši tlaku a jeho kolísání v průběhu dne lze osazením dataloggeru (registračního tlakoměru). Podle potřeby lze řešit v části vodovodu posílení tlaku (obvykle čerpáním), či jeho redukci (osazením redukčního ventilu, nebo rozdělením sítě do tlakových pásem). Měření a vyhodnocení tlakových poměrů by mělo být nedílnou součástí provozu každého vodovodu, u větších vodovodů se údaje o aktuálním tlaku z vybraných míst přenáší do provozního dispečinku.



Obr. 15: Tlakové podmínky ve vodovodní síti

Měření průtoku – odběru

Měření průtoků je základem řádného hospodaření s vodou. Provozovatel by měl znát výši spotřeby a průběh jejího kolísání, vydatnost zdrojů a kapacitu úpravy, rezervy stávajícího systému pro jeho další rozšiřování, ale i pro vyhodnocení případných úniků vody ze systému zásobování.

Provozní měřidla – vodoměry (objem m^3) a průtokoměry (okamžitý průtok l/sec) obvykle umístíme do objektů (zdrojů, čerpacích stanic, úpraven, vodojemů), ale mohou být osazeny i v šachtách na síti.

Odběratelská (fakturační) měřidla se osazují na vodovodní přípojky a slouží k měření objemu dodávané vody a fakturaci vodného. Vlastníkem vodoměru je vlastník vodovodu, osazení a výměnu provádí provozovatel vodovodu.

Vodoměry se navrhují podle ČSN 75 5455, zejména podle maximálního průtoku a jeho kolísání. Pokud jsou značné rozdíly mezi denním a nočním odběrem (velkoodběratelé), často se používá kombinované měřidlo, sestávající ze dvou vodoměrů s přepínací klapkou. Vodoměr (měřidlo) je vždy nutno osadit podle podmínek výrobce, které specifikují pracovní polohu a počet délek rovného (uklidňujícího) potrubí před a za vodoměrem. Vodoměr musí být dobře přístupný (odečítání, výměny), ale i chráněn proti poškození a zamrznutí, a také proti nežádoucí manipulaci (plombováním) u odběratelů. Vodoměry by se neměly instalovat do míst se zvýšeným rizikem zavzdušňování, které zkresluje přesnost měření. Bližší podmínky pro návrh a osazování vodoměrů jsou uvedeny v oddíle 7 (vodoměr je speciální armaturou).

U obytných domů se lze setkat ještě s bytovými vodoměry, které mají charakter poměrových měřidel. Tyto vodoměry nepatří k zařízení veřejného vodovodu. Podle nich se pouze poměrně rozpočítává fakturovaný objem vody na jednotlivé domácnosti.

Má-li odběratel vody pochybnost o správnosti vodoměru, může požádat o jeho přezkoušení. Pokud se ale prokáže, že vodoměr měřil správně, musí uhradit náklady s tím spojené.

Množství vody odebrané odběratelem v případě, že není osazen vodoměr, se stanoví podle směrných čísel roční spotřeby dle přílohy č. 12 vyhlášky č. 428/2001 Sb. v aktuálním znění. Výše směrných čísel spotřeby vody je uvedena v příloze 1 učebního textu.

Přípojky

Každá nemovitost má mít samostatnou vodovodní přípojku. Vodovodní přípojkou se rozumí úsek potrubí od odbočení z vodovodního řadu až k vodoměru, není-li vodoměr, k hlavnímu uzávěru v připojovaném objektu. Odbočení z řadu s uzávěrem (přípojková uzávěr) je součástí vodovodu. Potrubí za vodoměrem se nazývá vnitřní vodovod, bez ohledu na to, že se může jednat i o venkovní rozvody po nemovitosti.

Vodovodní přípojka a vnitřní vodovod nejsou považovány za vodní díla. Vlastníkem přípojky je nejčastěji vlastník připojované nemovitosti, který zajišťuje a hradí její zřízení. Opravy a údržbu části přípojek, uložených na veřejném prostranství, zajišťuje vlastník či provozovatel vodovodu (vlastník přípojky tuto část nákladů nehradí).

Pro realizaci přípojek platí ČSN 75 5411, která mj. zakazuje propojení přípojky s potrubím z jiného vodovodu (ze studny), požaduje provést přípojku jedné jmenovité světlosti, z jednoho kusu potrubí (potrubí z plastů) a uložené v jednotném spádu min. 3 promile pokud možno se stoupáním k vnitřnímu vodovodu. Přípojky do DN 80 se obvykle provádějí z PE potrubí, nad DN 80 z tvárné litiny.

Snižování ztrát vody ve vodovodních sítích

Ztráty (úniky vody) z vodovodních sítí do značné míry ovlivňují ekonomiku provozu každého vodovodu jsou zakotvena pravidla pro režimové sledování a snižování ztrát. Signálem pro vyhledávání úniku je například neodůvodněné zvýšení průtoku do vybrané části vodovodu. Pro vyhodnocení úniku, lokalizaci a vyhledání poruchy se nejčastěji používají akustické metody (citlivé půdní mikrofony) ale i metody H₂, při které se detekuje tzv. trasovací plyn unikající z potrubí. Netěsnost či porušení potrubí lze zjistit i tlakovou zkouškou, nebo vizuálně kamerovou zkouškou.

Kontrolní otázky:

- *Jaké jsou základní funkce vodovodních řadů? Jak se nazývají řady s vymezenou funkcí?*
- *Vysvětlete rozdíl mezi sítí větvnou a okruhovou? Výhody a nevýhody. Vysvětlete zásady navrhování vodovodních potrubí.*
- *Jaké podmínky platí pro uložení vodovodní sítě a čím jsou určena ochranná pásma?*
- *Jaké tlakové podmínky musí splňovat rozvodná vodovodní síť?*
- *Vysvětlete důvody měření na sítích, jaká měřidla se používají a kam se umísťují?*
- *Jaký je rozdíl mezi provozními a fakturačními měřidly (vodoměry)? Jak se provádí ověřování správnosti vodoměru?*
- *Co je vodovodní přípojka, kdo je její vlastník a kdo zajišťuje opravy?*
- *Co jsou ztráty vody na sítích a jakými způsoby se vyhledávají?*

10 Trubní materiál, tvarovky, armatury

Volba trubního materiálu

Volba trubního materiálu se obvykle provádí podle místních geologických podmínek a materiálových standardů příslušného provozovatele. V zásadě se používají trouby kovové a nekovové. Jejich použití ovlivňuje volba na základě charakteru:

- půdního prostředí a hloubky uložení, včetně faktorů stability a agresivity (výskytu bludných proudů),
- kvality dopravované vody,
- pracovního přetlaku včetně výskytu rázových jevů,
- způsobu provádění,
- životnosti a ceny materiálu.

Spojování trub provádí obvykle hrdlovým nebo přírubovým spojem. Přírubový spoj byl uvažován jako rozebíratelný s počtem děr odpovídajícím tlaku potrubí. Hrdlový spoj byl původně uvažován jako nerozebíratelný, novější řešení umožňuje vytažení potrubí ze spoje. U ocelových a plastových trub z PE se používají i spoje svařované.

Kovová potrubí – ocelové trouby

Používají se v místech vysokých tlaků a předpokládaného namáhání (při nestabilitě podloží, ve svážném a poddolovaném území, pro nadzemí vedení apod.). Užívají se i pro velké světlosti nad 800 mm. Spojují se většinou svařováním a jsou citlivé na agresivní vlivy vody i prostředí, takže bývá nutná izolace. V některých případech bývá potřebná i aktivní ochrana (katodová) potrubí.

Litinové trouby ze šedé litiny

Tradiční vodárenský materiál spojovaný hrdlovými či přírubovými spoji. Odolnost proti korozi výrazně vyšší než u ocelových trub, na druhou stranu jde o potrubí křehké s malou pevností v tahu. Nejrozšířenější materiál u stávajících sítí. Vývoj spojů od dřevěných klínků, přes těsnění hliníkovou či olovenou vatou, zálivkou olovem s následným zatemováním, až po spoje LKD či pryžová těsnění. Dnes se již téměř nepoužívá.

Potrubí z tvárné litiny

V ČR se používá přibližně od roku 1990. Na rozdíl od šedé litiny je potrubí pružné a odolnější proti korozi, což lze navíc ještě zesílit povlaky z plastů, či cementovou vystýlkou. Výrazně nižší je i hmotnost trub a lepší je i odolnost na vnější prostředí s minimálními nároky na obsyp. Spoje bývají pružné těsněné kroužky z měkčené pryže. Vyšší je i životnost, hlavní nevýhodou je vyšší cena.

Potrubí z nekovových materiálů

Na rozdíl od kovových materiálů nepodléhá korozi a celkově je u těchto materiálů vyšší odolnost proti agresivitě dopravované vody i okolnímu prostředí. Potrubí jsou nevodivá, takže jsou pod zemí hůře identifikovatelná a nelze je např. rozmrazovat el. proudem. Pro možnou identifikaci trasy i hloubky uložení se na potrubí obvykle přikládá izolovaný identifikační vodící drát.

Potrubí z polyetylenu

Potrubí z polyetylenu se v ČR používá přibližně od roku 1970. V současnosti se používá převážně lineární vysokohustotní polyetylen označovaný jako IPE, nebo HDPE, vyráběný obvykle ve dvou tlakových variantách (PE 80 a PE 100). Návrh vychází z ukazatele SDR (Standard Dimensions Ratio), kterým je poměr vnějšího průměru a tloušťky stěny trubky (obvykle SDR 17 a 11). Setkat se lze i se starším potrubím LDPE (rPE) – rozvětvený polyetylen s nižší pevností a odolností. Pro spojení se obvykle používá svařování natupo, schopné odolávat i tahovým účinkům. Méně často se používá polyfúzní (nátrubkové) svařování nebo spojení elektrotvarovkami, které tvoří přesuvné hrdlo opatřené topnou spirálou, která vytvoří teplo potřebné ke svaření PE. Elektrotvarovky se často používá při opravách a dodatečných stavebních úpravách (vysazování odbočky apod.). Setkat se (hlavně u menších profilů) lze i s mechanickými spojkami. Přechod na přírubové armatury se obvykle provádí pomocí lemových nákrůžků. Výhodou bývá svařování potrubí mimo rýhu, takže šířka rýhy může být menší, než u trub spojovaných v rýze.

Potrubí z PVC

Potrubí se vyrábí z neměkčeného polyvinylchloridu s hrdlovými spoji. Spoje jsou těsněné elastickými kroužkovými těsnicemi elementy, které umožňují menší dilataci ve spojkách. Hrozí-li riziko vytahování trub z hrdel, nutno stabilitu potrubí zajišťovat pomocí kotvicích třmenů a bloků. Ke změně směru se nemá používat vyskřípnutí trubky v hrdle, ale příslušné tvarovky. Tvarovky se obvykle vyrábějí pro změnu směru i jako odbočné (redukční a některé další) v zásadě lze ale použít i tvarovek

z tvárné litiny s přechodem na příslušnou armaturu, obvykle s přírubovým spojem. Výhodou trub bývá nízká hmotnost, která při výstavbě obvykle nevyžaduje použití těžké mechanizace. Snadno se řezou i opracovávají. Potrubí z PVC patří i k cenově nejlevnějším materiálům. Na druhou stranu jde o materiál, který je citlivější na řádně provedené lože a obsyp a vyžaduje i citlivější postup hutnění zásypu.

Sklolaminátové potrubí

Užívalo se tam, kde bylo třeba zajistit specifické podmínky – například vyšší tlaky, ale pro běžnou výstavbu i provoz, včetně komplikovaných oprav, nedošlo k většímu rozšíření.

Azbestocementové trouby

Používaly se ve větší míře do roku 1980 a tam kde nekorodují spojky (Gibault), většinou s nimi nebývají problémy. To činí dodatečné stavební zásahy (vysazování odboček) a opravy (vdechování azbestových částic je velmi škodlivé). Jde o nasákavý materiál, který při vyschnutí ztrácí pevnost.

Železobetonová potrubí











Používala se ve vodárenství minimálně pouze na řady velkých světlostí, přírodní řady surové vody, problém bývaly spoje, které neumožňovaly dilataci.

Skleněné a čedičové trubky

Použití v minulosti minimální. Výhodou byla životnost materiálu, který je ale křehký s nižší pevností v tlaku i v tahu a s vysokými nároky na kvalitu obsypu. Spojovaly se Vymerovou spojkou (guma + kovová objímka).

Tvarovky a armatury

Tvarovky umožňují změnu trasy (oblouky a kolena), změnu profilu a materiálu (redukce), napojení či odbočení (odbočky, kříže), přechody z přírubového spojení na hrdlové a obráceně, spojení trub (přesuvky), ukončení potrubí (víčka, zátky, zaslepovací příruby) ale i jiné funkce, například vtokové kusy apod. Tvarovky bývají obvykle hrdlové, přírubové (přechody na armatury), ale i v menší míře závitové, bajonetové (spoje ZAK), ale i jiné. Tvarovky z tvárné litiny ukazuje obr. 16.

			
Přechod přírubový FFR-ISO	Přírubová tvarovka s přírubovou odbočkou T- ISO	Kříž přírubový TT- ISO	Koleno přírubové N- ISO
			
Koleno přírubové P- ISO	Trouba přírubová TP- ISO	Tvarovka přírubová F-ISO	Tvarovka přírubová E-ISO
			
	Přesuvka hrdlová U-SP	Slepá příruba X-ISO	

Obr. 16: Tvarovky z tvárné litiny

Armatury jsou určeny k ovládání a regulaci provozu, případně ke specifickým funkcím, podle kterých je v zásadě dělíme na:

- uzavírací – šoupátka, klapky, kohouty, ventily, plovákové ventily, zpětné a žabí klapky,
- odběrné – vtokové a sací koše,
- výtokové – hydranty, vzdušníky, výtokové stojany, pítka,
- regulační – redukční ventily a regulační armatury,
- montážní – montážní vložky a kompenzátory,
- opravárenské – přesuvkové objímky apod.,
- měřicí – měřicí clony, průtokoměry a vodoměry.

Uzávěry

Uzávěry se umísťují do míst odbočení řadů i přípojek a na dlouhých řadech jako uzavěry sekční (trasové). Nejčastěji se osazují **šoupátka** s přírubovým

spojem, méně časté je použití šoupátek hrdlových a nátrubkových. Šoupátka se osazují buď do šachet, nebo do země se zemní soupravou a krycím poklopem. Původní šoupátka byla ze šedé litiny, v současné době se používá téměř výhradně z tvárné litiny. U menších profilů a přípojek jsou k dispozici i šoupátka z tvárné litiny.

Klapky – jejich výhodou je především kratší stavební délka, používají se hlavně pro úpravny a čerpací stanice (snižují nároky na obestavěný prostor).

Ventily a kohouty – používají se hlavně pro menší profily (přípojky) ale i pro speciální funkce (plovákové ventily).

Zpětná klapka umožňuje průtok pouze jedním směrem, **koncová klapka** (žabí) zabraňuje vnikání nečistot u kalosvodů.

Hydranty jsou armatury sloužící k odběru vody pro požární účely, ale i k odkalení a odvzdušnění řadu. Umísťují se i na konce potrubí. Mohou být nadzemní i podzemní, kryté hydrantovým poklopem.

Vzdušníky se osazují do nejvyšších míst a mohou mít funkci odvzdušňovací i zavzdušňovací.

Kalosvody se osazují do nejnižších míst. Nemívají speciální armaturu, tvoří je uzávěr s potrubím ukončeným žabí klapkou. Stejně jako pro odvzdušnění, mohou tuto funkci zastávat hydranty.

Montážní vložky usnadňují montáž a demontáž armatur.

Kompenzátory se umísťují tam, kde lze teplotními změnami (nadzemní vedení) očekávat tlakové vlivy přenášené do potrubí.

Vtokové a sací (se zpětným ventilem) **koše**, chrání čerpadlo před vniknutím větších látek.

Redukční ventily zajišťují potřebnou změnu (regulaci) tlaku v potrubí. Snižují tlak pro jednotlivá pásma či skupiny budov.

Měřidla – vodoměry/průtokoměry

Měřidla jsou zvláštním druhem armatur, které by měly zajišťovat dokonalý přehled o průtocích a odebraném množství. Měřit nutno odběr vody ze zdroje, množství vody

vyrobené v úpravně vody včetně vnitřní spotřeby, přítoky i odtoky do a ze všech akumulací do jednotlivých tlakových pásem či zásobovaných okrsků.

Podle konstrukce se měřidla rozdělují na rychlostní, objemová, průřezová, indukční, škrcením průtoku clonou nebo dýzou, ultrazvukem atd.

Nejčastěji se používá vodoměrů dle ČSN EN 14154 –1+ A1 (1454-2 – instalace a podmínky použití), pro které obecně platí zákon č. 505/ 1990 Sb. o metrologii s prováděcími vyhláškami MPO č. 262/2000 Sb., kterou se zabezpečuje jednotnost a správnost měřidel, MPO č. 334/ 2000 Sb. – požadavky na vodoměry na studenou vodu a MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování. Z této vyhlášky vyplývá povinnost ověřování správnosti (cejchování) měřidel na studenou vodu 1x za 6 roků autorizovanou zkušebnou.

Návrh velikosti vodoměru

Zásady pro stanovení velikosti vodoměru pro měření studené pitné vody vycházejí z norem ČSN EN 14154-1+A1 Vodoměry – Část 1: Všeobecné požadavky, ČSN EN 14154-2+A1 Vodoměry – Část 2: Instalace a podmínky použití.

Pro určení velikosti vodoměru se používají návrhové průtoky:

- Q_{\min} minimální průtok – průtok v rámci největší dovolené chyby,
- Q_t přechodový průtok,
- Q_n trvalý průtok, odpovídá hodnotě trvalého zatížení měřidla, například vodoměr $Q_n 6$ je určen pro trvalý průtok 6 m³/hod,
- Q_{\max} přetěžovací průtok, krátkodobé hydraulické zatížení bez poškození vodoměru.

V rozmezí Q_t až Q_{\max} je povolena odchylka měření $\pm 2 \%$ a v rozmezí Q_{\min} až Q_t je to $\pm 5 \%$. Průtokové a rozměrové charakteristiky vodoměrů (mohou se lišit u jednotlivých výrobců) udává tab. 4.

Tab. 4: Průtokové a rozměrové charakteristiky vodoměrů

ukazatel	značka	jednotka	velikost			
			20	32	40	50
jmenovitý průměr	DN	mm	20	32	40	50
trvalý průtok	Q_n	m ³ /hod	2,5	6	10	15
maximální průtok	Q_{\max}	m ³ /hod	5	12	20	30
přechodový průtok	Q_t	l/h	0,2	0,48	0,8	3,0
minimální průtok	Q_{\min}	l/h	0,05	0,12	0,2	0,45

rozběh		l/h	<5	<10	<20	<30
stavební délka	l	mm	190	260	300	300
připojovací závit	G“	palce	G 1	G1½	G 2	příruba

Pro přesné posouzení optimální funkce jsou u jednotlivých vodoměrů uváděny i křivky odchylek při měření a diagramy tlakových ztrát v závislosti na průtoku vody vodoměrem.

Stanovení velikosti vodoměru je nutné doložit výpočty dle ČSN 75 5455 (Výpočet vnitřních vodovodů) a dle ČSN 73 0873 (Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou) pro stanovení návrhových průtoků, zejména vyčíslení maximálního okamžitého průtoku v l/s pro běžnou potřebu a pro požární vodu.

Specifické podmínky (rozkolísanost odběrů, umístění) někdy vyžadují osazení vodoměru sdruženého. Ty by měly být vždy doloženy podrobným rozbohem, aby běžný provoz zajišťoval minimálně 2–3 krát týdně funkci prepínacího ventilu.

Vodoměrná sestava

Vodoměrná sestava pro potrubí z PE do světlosti DN 63, obsahuje ve směru průtoku přechodku – spojku se závitem, uzávěr – obvykle kulový kohout, závitovou vsuvku, filtr (není-li součástí vodoměru), redukci s převlečnou maticí pro vodoměr, vodoměr, převlečnou maticí s redukcí, hlavní domovní uzávěr – ventil s vypouštěním, vsuvku, zpětný ventil a přechodku na potrubí vnitřního rozvodu vody v zásobovaném objektu. Filtr, pokud nebývá součástí vodoměru, musí být předsazen vodoměrům objemovým či vícevtokovým.

Pro přípojky DN 80 a výše se používá obvykle potrubí z tvárné litiny. Na potrubním řadu se vysazuje odbočná přírubová tvarovka, za kterou se osazuje přípojkový závěr – šoupě. Vodoměrnou sestavu tvoří přírubová redukce, filtr, přírubová tvarovka světlosti vodoměru o délce 5-6 x DN, vodoměr přírubový, přírubová tvarovka světlosti vodoměru o délce 3x DN, přírubová redukce, gumový kompenzátor, hlavní domovní uzávěr – šoupě, vypouštěcí odbočná armatura, zpětná klapka a druhá vypouštěcí armatura s přírubovým napojením vnitřního rozvodu vody. Nutno vždy uvažovat s podepřením armatur.

Délka přímého (uklidňovacího) potrubí před a za vodoměrem závisí od typu instalovaného vodoměru. Tradičně se navrhovala délka 6x DN před a 3x DN za vodoměrem. Vodoměrná sestava musí být ochráněna proti poškození nárazem, nízkou nebo vysokou teplotou a musí být doplněna zpětnou klapkou. Vodoměrnou sestavu je nutné zabezpečit vzpěrami nebo pevnými podpěrami

(držákem vodoměrné sestavy). Filtr obvykle bývá součástí vodoměrů a ve vodoměrné sestavě je požadován většinou jen u vodoměrů větších než DN 40 (Q_n50) včetně. Některé typy vodoměrů jsou vybaveny zpětnou klapkou.

Umístění vodoměru

Vodoměr lze umístit buď do zásobovaného objektu, nebo do vodoměrné šachty, situované co nejbližší hranici připojované nemovitosti. V prvním případě bývá vodoměr lépe přístupný pro odečty a cejchovací výměnu, pro kontrolu odběru odběratelem, ale i pro jeho snazší ochranění.

Umístění vodoměrné sestavy v šachtě na hranici připojovaného pozemku zkracuje fakticky přípojku a snižuje potenciální problémy ní, včetně snížení rizika úniků a černých odběrů před fakturačním vodoměrem. Nevýhodou šachet je jejich obtížnější přístupnost, někdy i nedostupnost v zimním období. Častý bývá problém nedostatečné vodotěsnosti, vedoucí někdy až k zatápní vodoměru. Nutno uvažovat s údržbou stavebního stavu šachty a jejího okolí. V neposlední míře je to kritérium bezpečnosti, při vstupu do šachty by měly být přítomny dvě osoby. Volba jednoho (v zásobovaném objektu) či druhého způsobu (ve vodoměrové šachtě), závisí především na místních podmínkách.

Ověřování správnosti (přesnosti) vodoměru

Režim *ověřování správnosti* přesného chodu vodoměrů ve vymezených tolerancích, stanoví vyhláška MPO č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu ve znění vyhlášky č. 259/2007 Sb. Pro měřidla na studenou vodu je to *interval max. 6 roků* (pro teplou vodu 4 roky). Ověření přesnosti provádí autorizované metrologické středisko.

Odběratel má právo zajistit si na vlastní náklady metrologickou zkoušku vodoměru na místě instalace nezávislým měřidlem, ve smyslu §16 ZVaK. Tuto zkoušku provede za přítomnosti provozovatele vodovodu na základě smlouvy s odběratelem Český metrologický institut, pokud to vnitřní vodovod umožňuje. Instalovat vodoměr (stanovené měřidlo) smí pouze subjekt s platným registračním osvědčením (vydává ČMI), který na měřidle umísťuje svoji montážní značku.

Kontrolní otázky:

- *Podle jakých kritérií se volí materiál potrubí? Jaké znáte způsoby spojení trub?*
- *Jaké jsou výhody a nevýhody kovových potrubí a jaký materiál se v současnosti nejvíce používá?*
- *Jaké jsou výhody a nevýhody plastových potrubí? Vysvětlete rozdíly použití trub z PE a z PVC? Co je SDR?*
- *Jaká další potrubí z nekovových materiálů jsou v sítích vodovodů u nás?*
- *Co jsou tvarovky, jmenujte aspoň ty základní.*
- *Co jsou armatury a jaké je jejich členění?*
- *Vysvětlete rozdíl mezi šoupátkem a klapkou? Co je zpětná a žabí klapka?*
- *Jaká znáte měřidla objemu, podle čeho se navrhují a jak se ověřuje jejich správnost?*

11 Ostatní činnosti spojené s provozem vodovodu

Technicko-administrativní agendy

Rozsah těchto agend poměrně přesně vymezuje ZVaK a zejména prováděcí vyhláška č. 428/2001 Sb. v aktuálním znění, která stanovuje rozsah i formu:

- Vedení majetkové evidence vodovodů podle § 5 odst. 1 ZVaK. Vybrané údaje podle odst. 3 poskytovat každoročně vodoprávnímu úřadu přílohy 1, 2, 5 a 6 vyhl. č. 428/2001 Sb.
- Vedení dokumentace skutečného provedení objektů, řadů a sítí, včetně převodu do GIS.
- Vedení provozní evidence i podle § 5 odst. 2 ZVaK. Rozsah evidence vymezuje § 7 vyhlášky č. 428/2001 Sb. Vybrané údaje každoročně poskytovat vodoprávnímu úřadu dle příloh 5 a 6 vyhlášky č. 428/2001 Sb.
- Evidence poruch, havárií a závad včetně záznamů o nápravných opatřeních.
- Evidence měřidel a metrologického pořádku.
- Evidence měření na sítích – tlaky a průtoky, vyhodnocení mat. modelů.
- Uzavírání a aktualizace písemných dohod vlastníků provozně souvisejících vodovodů podle § 8 odst. 3. ZVaK.
- Provádění a archivace kontrolních rozborů kvality pitné vody se stanovenou četností, dle přílohy 9. vyhlášky č. 428/2001 Sb.
- Vedení GIS (geografického informačního systému – digitální dokumentaci vodovodní sítě) o trasách vedení podzemních sítí s místopisem armatur a připojenou databází o dostupných informacích (stáří, profil, materiál, stav úseku, opravy, měření tlaku, potřeby odkalení atd.). Poskytování informací o existenci těchto vedení, vytyčování skutečné polohy v terénu.
- Vyjadřovací činnost k možnostem napojení, investicím a stavebním pracím v ochranných pásmech podzemního vedení.
- Plán a evidence odkalování a odvzdušování sítí, čištění vodojemů, kontroly funkcí hydrantů a armatur.
- Vedení plánu, realizace a archivace protokolů z revizí elektro a technologického zařízení, tlakových nádob, chlorátorů, zdvihadího zařízení apod.
- Evidence odběratelů vody.
- Zpracování a zveřejnění Podmínek pro uzavírání smluv o dodávce vody a Reklamačního řádu (ochrana odběratele § 36 ZVaK).
- Uzavírání písemných dohod s odběrateli vody podle § 8 odst. 5, ZVaK. Obsah je závazný a je vymezen § 13 vyhlášky 428/2001 Sb. Sjednávání platebních podmínek, fakturace vodného, vymáhání pohledávek.

- Kalkulace a schvalování ceny vodného pro příslušný rok.
- Zveřejňování (roční) informací o výpočtu ceny podle § 36 odst. 7. Realizace vyúčtování a vypořádání.
- Vedení plánu a realizace školení pracovníků odpovědných za provoz.
- Evidence opatření BOZ.

Ekonomika provozu – vodné

Ekonomika provozu vodohospodářské infrastruktury závisí na vybilancování nákladů a tržeb, kterým dominuje vodné (a stočné v oblasti odvádění vod). Jeho přiměřená výše a dostupnost pro všechny odběratele je velmi citlivou a sledovanou záležitostí.

Pro řádné hospodaření na vodohospodářské infrastruktuře, je nezbytné sledování veškerých nákladů spojených s provozem. Nákup vody, platby za surovou vodu, energie, chemikálie k úpravě vody, ostatní suroviny, trubní a veškerý materiál, náklady dopravy a mechanizace, PHM a maziva, osobní náklady, náklady laboratoří a vyhledávací služby, měření a vodoměrová služba a výkony dispečinku, technická dokumentace, technická a účetní evidence, náklady na opravy a údržbu, výběr a vymáhání plateb vodného, pojištění majetku, náklady spojových služeb, likvidace odpadů atd., by měly být sledovány za každý provoz a sledován i trend jejich vývoje.

Co se týče příjmů, je dominující vodné, což je platba za dodávku pitné vody a služby s tím spojené. Vodné (i stočné) může mít jedno nebo dvousložkovou cenu dle § 20 ZVaK. Dvousložková forma, kromě celkové spotřeby násobené cenou za 1m^3 , obsahuje i pevnou složku, stanovenou podle kapacity vodoměru, světlosti přípojky nebo ročního odběru.

Základem pro výpočet ceny vodného je mimo nákladů i objem vody fakturované, na kterou se náklady rozpočítávají. K posouzení řádného hospodaření na vodovodu bývá potřebné vyčíslovat také ostatní objemy vod (v m^3) v rozsahu:

- voda surová (odebíraná ze zdrojů),
- voda vyrobená (dodaná z úpravny do vodáren. systému),
- voda převzatá (nakoupená z jiného vodáren. systému),
- voda předaná (do jiného vodárenského systému),
- voda k realizaci (voda vyrobená + převzatá – předaná),
- voda fakturovaná (odběratelům),
- voda nefakturovaná, z toho – vlastní spotřeba a voda nezpoptatněná – ztráty.

Zprůhlednění výše jednotlivých nákladů a objemu vody (na které se náklady rozpočítávají) přispívá nejen k důvěře mezi vlastníkem a provozovatelem, ale

zejména k stanovování přiměřené ceny vodného, kterou schvaluje vlastník na návrh provozovatele vodovodu (u společností smíšených, či vlastního provozování jde o interní formu).

Do stanovení ceny vodného lze zahrnout i nájemné, které je příjmem vlastníka. Ten rozhoduje o jeho použití, v zásadě ale by mělo být směřováno opět do oblasti zásobování vodou, pro obnovu či technické zhodnocení majetku. Je-li vlastník také provozovatelem, může použít na investice či technické zhodnocení část vybraných prostředků přímo, na provozovatele lze tuto možnost převést podle koncesního zákona jen prostřednictvím smluvních investic.

Tvorba cen s ohledem na charakter podléhá regulaci dle zákona o cenách č. 403/2009 Sb., s prováděcí vyhláškou č. 450/2009 Sb., která mj. vymezuje ekonomicky oprávněné náklady a přiměřený zisk.

Bezpečnost a ochrana zdraví při zajištění provozu

Ochranu pracovníků zajišťujících provoz musí zajišťovat zaměstnavatel v souladu se Zákonem práce č. 262/2006 Sb. a dále zákonem č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci se zpracováním předpisů Evropských společenství.

Obecně platí povinnost zaměstnavatele ke splnění podmínek BOZ na pracovištích a dodržování hygienických požadavků na pracovní prostředí. Prostory určené pro práci nutno vybavit pro činnosti zde vykonávané, zajistit přiměřené osvětlení pracovišť, větrání a teplotu. Zajistit k dispozici prostory pro osobní hygienu, převlékání a aby únikové cesty byly stále volné. Na pracovištích zabezpečit pravidelnou údržbu, úklid a čištění.

Stroje, mechanizace a technická zařízení, dopravní prostředky a nářadí musí být vhodné pro práci, pro kterou budou používány.

Organizace práce a pracovní postupy mají být určeny tak, aby byly dodržovány zásady bezpečného chování na pracovišti, například aby zaměstnanci na pracovišti se zvýšeným rizikem, nepracovali osamocně bez dohledu dalšího zaměstnance.

Na rizikových pracovištích, na kterých jsou vykonávány práce, při nichž může dojít k úrazu a poškození zdraví, je nezbytné umístit bezpečnostní značky či značení a seznámit s nimi zaměstnance.

Ve vodárenství se za zvýšená rizika považují zejména vstupy do šachet a studní, podzemních akumulací a všude tam, kde je možný výskyt plynů. Na pracovištích, kde je možnost úrazu elektrickým proudem, pádu z výšek, riziko požáru, snížená výška podhledů, omezené vstupy, snímatelné zábradlí a žebříky, blízkost pohyblivých strojů. V místech, kde by mohlo dojít k ohrožení zdraví nebezpečnými látkami (chlorem, ozónem, chlornanem sodným, chlordioxidem, koagulanty apod.), případně tam kde by mohla vzniknout v pracovním ovzduší nadměrná prašnost (manipulace s práškovým vápnem, pískem, aktivním uhlím apod.) či jinými faktory (hluk, vibrace, trvale zvýšená vlhkost) ale i specifická prostředí dílen (svařovny, hydraulické zvedáky, jeřábové dráhy). Rizika představuje i manipulace a skladování materiálu a relativně častá práce na veřejných komunikacích.

Zejména je nutno vycházet z následujících zásad:

- není-li podrobný popis zásad bezpečnosti v provozním řádu, zpracovat písemné předpisy pro každé pracoviště (typ pracoviště) a seznámit s nimi příslušné pracovníky,
- zajistit, aby pracoviště a zařízení bylo chráněno proti vstupu nepovolaných osob,
- dochází-li k pracím na veřejných komunikacích, zajistit pracoviště dopravním značením, používat výstražné vesty a při snížené viditelnosti i osvětlení,
- dodržovat předepsané technologické předpisy pro stanovenou činnost, pro používání příslušné mechanizace a pro manipulaci s rizikovými látkami,
- provádět revize el. zařízení, tlakových nádob, zdvihadel, chloroven a bezpečnostní signalizace v předepsaném cyklu,
- před vstupem do nevětraných prostor zkontrolovat možnou existenci zdraví škodlivých a výbušných plynů,
- provádět školení a ověření znalostí ve stanovené periodě,
- vybavit pracovníky ochrannými pomůckami pro příslušný druh práce,
- zajistit vstupní a periodické lékařské prohlídky,
- vést provozní deník se záznamy o opatřeních BOZ,
- vybavit pracoviště výstražnými tabulkami, hasicími přístroji a prostředky pro poskytování první pomoci.

Kontrolní otázky:

- *Jaké další agendy jsou spojeny s provozem vodovodu?*
- *K čemu slouží evidence poruch, havárií závad, včetně záznamů nápravných opatřeních?*
- *Co je evidence měřidel a metrologický pořádek?*
- *K čemu slouží GIS a jaké informace zde lze získat?*
- *Čím se řídí ekonomika provozu vodovodů?*
- *Co je nájemné a kdo rozhoduje o jeho použití?*
- *Jaké druhy nákladů je třeba sledovat?*
- *Co je vodné, jakým způsobem se stanoví a z čeho vychází?*
- *Co je dvousložková cena vodného?*
- *Jaké základní předpisy platí pro bezpečnost a ochranu zdraví při zajišťování provozu vodovodu?*
- *Jaká zvýšená rizika lze nalézt ve vodárenských provozech?*
- *Jaká opatření se provádějí, aby se rizika ve vodárenských provozech minimalizovala?*

Literatura

Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii.

Zákon č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení).

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Zákon č. 76/2006 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu.

Zákon č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách.

Zákon č. 139/2006 Sb., o koncesních smlouvách a koncesním řízení (koncesní zákon).

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce.

Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci).

Zákon č. 403/2009 Sb., kterým se mění zákon č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 265/1991 Sb., o působnosti orgánů České republiky v oblasti cen, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 334/2000 Sb. kterou se stanoví požadavky na vodoměry na studenou vodu označované značkou EHS.

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 432/2001 Sb., o dokladech žádosti o rozhodnutí nebo vyjádření a o náležitostech povolení, souhlasů a vyjádření vodoprávního úřadu.

Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně.

Vyhláška č. 345/2002 Sb. kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu.

Vyhlášky č. 146/2004 Sb., č. 515/2006 Sb. a vyhláška č. 120/2011 Sb., kterými se mění a doplňuje vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Vyhláška č. 259/2007 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění vyhlášky č. 65/2006 Sb., a kterou se zrušují některé další vyhlášky.

Vyhláška č. 450/2009 Sb., kterou se provádí zákon o cenách.

Vyhláška č. 216/2011 Sb., o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl.

Směrnice č. 9/1973 Ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR a Ministerstva zdravotnictví ČSR.

ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou.

ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení.

ČSN 75 5115 Jímání podzemní vody.

ČSN 75 5401 Navrhování vodovodního potrubí.

ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů.

ČSN EN 14154-1+A1 Vodoměry - Část 1: Všeobecné požadavky.

ČSN EN 14154-2+A1 Vodoměry - Část 2: Instalace a podmínky použití.

TNV 75 5950 Provozní řád vodovodu.

Seznam tabulek

Tab. 1: Koeficienty denní nerovnoměrnosti podle Směrnice č. 9/1973

Tab. 2: Koeficienty hodinové nerovnoměrnosti podle Směrnice č. 9/1973

Tab. 3: Koeficienty hodinové spotřeby podle směrnice 9/1973

Tab. 4: Průtokové a rozměrové charakteristiky vodoměrů

Seznam obrázků

- Obr. 1: Šachtová studna
- Obr. 2: Trubní (vrtaná) studna
- Obr. 3: Vzorový řez jímacím zářezem
- Obr. 4: Jímací objekt v tekoucí vodě
- Obr. 5: Věžový jímací objekt pro stojaté vody se zónovými odběry
- Obr. 6: Usazovací nádrž s podélným a vertikálním průtokem
- Obr. 7: Galeriový čířič
- Obr. 8: Tlakový rychlofiltr
- Obr. 9: Dopravní výška čerpadla
- Obr. 10: Charakteristika čerpadla
- Obr. 11: Charakteristika výtlaku
- Obr. 12: Provozní bod/oblast
- Obr. 13: Schéma věžového vodojemu
- Obr. 14: Schéma zemního vodojemu
- Obr. 15: Tlakové podmínky ve vodovodní síti
- Obr. 16: Tvarovky z tvárné litiny

Seznam příloh

- Příloha 1: Roční směrná čísla spotřeby dle vyhlášky č. 120/2011 Sb.
- Příloha 2: Ukazatele kvality pitné vody dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. – úplný rozbor
- Příloha 3: Krácený rozbor dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.
- Příloha 4: Minimální četnost odběru a rozborů pitné vody dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.
- Příloha 5: Nomogram tlakových ztrát k výpočtu potrubí z PE a PVC

Seznam zkratek

ATS	automatická tlaková stanice
BOZ	bezpečnost a ochrana zdraví
HDPE	lineární vysokohustotní polyetylén
LDPE	rozvětvený polyetylén
IPE	lineární nízkohustotní polyetylén
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MH	mezná hodnota
MZe	Ministerstvo zemědělství
NMH	nejvyšší mezná hodnota
PE	polyetylén
PRVK	plán rozvoje vodovodů a kanalizací
PVC	polyvinylchlorid
rPE	rozvětvený polyetylén
UV záření	ultrafialové záření
VH	vodní hospodářství, vodohospodářský
ZVaK	Zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb.

Seznam symbolů

f	frekvence zapínání
g	tíhové zrychlení = 9,81 m.s ⁻²
H	dopravní výška (m)
H_{CELK}	(manometrická) dopravní výška (m)
H_g	geodetická dopravní výška (m)
H_g^s	geodetická sací výška (m)
H_g^v	geodetická výtlačná výška (m)
n	otáčky
N	příkon (W)
N_v	(užitečný) výkon čerpadla (W)
P	příkon (W)
p_1	zapínací tlak (bar)
p_2	vypínací tlak (bar)
Q	doprovázané množství (l.min ⁻¹ , l.sec ⁻¹ , m ³ .hod ⁻¹)
q	maximální odběr spotřebiště (l.min ⁻¹)
$Q_{\dot{z}}$	čerpané množství (l.min ⁻¹)
Q_p	charakteristika výtlačku
$Q-H$	křivka dopravní výšky (ve vztahu k čerpanému množství)
$Q-N$ nebo $Q-N_v$	křivka příkonu
$Q-h$	křivka účinnosti
Q_h	maximální hodinová potřeba
Q_d	průměrná hodinová potřeba
$Q_{pož}$	množství požární vody
Q_{min}	minimální průtok
Q_t	přechodový průtok
Q_n	trvalý průtok
Q_{max}	přetěžovací průtok
V_c	celkový objem tlakové nádrže (l)
Y	měrná energie (J.kg ⁻¹)
z_s	hydraulické ztráty na sacím potrubí (m)
z_v	hydraulické ztráty na výtlačném potrubí (m)
α	přepočítávací koeficient
η	účinnost čerpadla (%)
ρ	hustota kapaliny (kg.m ⁻³)
ΣQ	součtová křivka dopravovaného množství

Příloha 1: Roční směrná čísla spotřeby dle vyhlášky č. 120/2011 Sb.

Směrná čísla spotřeby vody byla v roce 2011 změněna. Od 6.5.2011 platí Vyhláška č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.

Položka	Druh spotřeby vody	Směrné číslo roční spotřeby vody [m³]
I.BYTOVÝ FOND		
Byty		
1.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí studenou vodou mimo byt za rok	15
2.	na jednoho obyvatele bytu bez tekoucí teplé vody (teplé vody na kohoutku) za rok	25
3.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí teplou vodou (teplá voda na kohoutku) za rok	35
<p>Hodnota uvedená v položce č.3 je součtem spotřeby studené a teplé vody. Teplou vodou na kohoutku je teplá voda vytékající z výtoku ovládaného uzávěrem přímo u dřezu, umyvadla, vany, sprchy apod. není rozhodující, zda je voda ohřívána elektrickým zásobníkem, průtokovým ohřevem, plynovým kotlem pro byt nebo dům, nebo je připravována centrálně pro celou obec nebo město; tedy ze zdroje mimo fakturační vodoměr studené vody v domě. V případech dodávky teplé vody ze zdroje mimo fakturační vodoměr studené vody se při výpočtu použijí hodnoty podle bytu bez tekoucí teplé vody.</p>		
Rodinné domy		
<p>Na jednoho obyvatele bytu v rodinném domě s (max. 3 byty – 3 rodiny) se připočítává 1 m³ na spotřebu spojenou s očištěním okolí rodinného domu i s očištěním osob při aktivitách na zahradě apod. Kropení zahrady a provoz bazénů je samostatnou položkou a nespadá pod bytový fond.</p>		
Rekreační chaty (chalupy)		
<p>Na jednoho obyvatele rekreační chaty (chalupy) se spotřeba vypočte jako u položek č. 1, 2 a 3 s přihlédnutím k době, po kterou je chata během roku využívána. Tento výpočet se v případě, že odběr pitné vody není měřen vodoměrem, uvede do smlouvy podle § 8 odst. 6 zákona.</p>		

Snížení množství m³ odpadní vody pro stočné

Nárok na snížení množství odpadní vody pro stočné podle § 19 odst. 7 zákona prokazuje odběratel technickým propočtem daným rozdílem odebrané, vodoměrem změřené pitné vody a množstvím stanoveného podle položek č. 1 a 2 v odběru pro bytový fond (je-li důvodem kropení) nebo množstvím stanoveným odborným výpočtem (je-li důvodem výroba balených nápojů nebo jídel apod.). Pokud je snížení množství pro stočné přiznáno s podmínkou měření vody pro kropení (zvláštním vodoměrem) nebo v případě vlastního zdroje pitné vody (studna apod.), měření (zvláštním vodoměrem) množství pitné vody odebíraného pro bytový fond, je takto stanovené množství pro stočné přiznáno na celou dobu kdy měření probíhá, tedy i v případě, že snížené množství v některém z roků nedosáhne 30 m³ za rok.

II. VEŘEJNÉ BUDOVY, ŠKOLY

1.	Je uvedena základní potřeba vody – ostatní potřeba vody (zahrada, mytí aut apod.) se připočítává podle dalšího vybavení budov, které je uvedené samostatně směrnými čísly
2.	V případě stravování pro konkrétní situaci se připočítávají směrná čísla uvedená podle položek č. 18. 19. a 20
3.	Ve veřejných budovách, kde jsou byty, se připočte roční směrné číslo podle vybavení bytu

Kancelářské budovy

(bez stravování)

	<i>na jednu osobu při průměru 250 pracovních dnů/ rok</i>	
4.	WC, umyvadla	8
5.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	14
6.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	18

Školy

(bez stravování)

	<i>na jednu osobu (žáka, učitele, pracovníka) při průměru 200 pracovních dnů/ rok</i>	
7.	WC, umyvadla	3
8.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	5

Mateřské školy a jesle s celodenním provozem (bez stravování)		
	<i>na jednu osobu (žáka, učitele, pracovníka) při průměru 200 pracovních dnů/ rok</i>	
9.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	8
10.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	16
III. HOTELY, UBYTOVNY, INTERNÁTY		
Hotely a penziony		
	<i>Směrná čísla jen pro ubytování, na jedno lůžko/rok</i>	
11.	Většina pokojů má WC a koupelnu s tekoucí teplou vodou	45
12.	Většina pokojů je bez koupelny	23
13.	Restaurace v hotelu, penzionu podle položek č. 18, 19 a 20	
14.	Pro doplňující vybavení hotelů se připočítá: denní připouštění bazénu sauna, wellness	10 10
V případě vlastní prádelny se použije směrné číslo pro prádelny.		
Internáty, učňovské domovy, studentské koleje, ubytovny		
15.	Většina pokojů má WC a koupelnu s tekoucí teplou vodou	25
16.	V budovách, kde jsou koupelny (sprchy), WC na chodbě	15
17.	Stravování podle položek č. 18, 19 a 20	
Stravování – kuchyně, jídelna (bezobslužné)		
	<i>Na 1 strážníka a 1 pracovníka na jednu směnu /rok</i>	
18.	Dovoz jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla	3
19.	Vaření jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla	8
20.	Bufet, občerstvení	1

IV. ZDRAVOTNICKÁ A SOCIÁLNÍ ZAŘÍZENÍ		
	<i>Vybavení: WC, umyvadla a tekoucí voda, na 1 pracovníka v denním průměru/rok</i>	
Zdravotnická střediska, ambulatoria, ordinace		
21.	Na jednoho pracovníka	18
Lékárny, hygienicko-epidemiologické stanice		
22.	Na jednoho pracovníka	18
Zubní střediska s celoročním provozem, ordinace		
23.	Na jednoho pracovníka	20
Ošetřovaná osoba		
24.	Na 1 vyšetřenou osobu v denním režimu/rok	2
Rehabilitace, rehabilitační bazén, sauna		
25.	Na jednotlivá rehabilitační zařízení se určí potřeba podle množství příslušné normy pro provoz využívaného zařízení	
26.	Na jednoho pracovníka	18
Nemocnice		
	<i>Včetně stravování, kuchyně, bez léčebných zařízení, na jedno lůžko/rok</i>	
27.	Na jedno lůžko	50
Léčebny dlouhodobě nemocných, domovy důchodců		
	<i>Včetně stravování, kuchyně, bez léčebných zařízení</i>	
28.	Na jedno lůžko	45
V. KULTURNÍ A OSVĚTOVÉ PODNIKY, SPORTOVNÍ ZAŘÍZENÍ		
Multikina, samostatná kina a divadla s celoročním provozem		
	<i>Vybavení WC, umyvadla, při plné obsazenosti/rok</i>	
29.	Na jedno sedadlo a jedno představení denně	1
Přednáškové sítě, knihovny, čítárny, studovny a muzea		
	<i>Vybavení WC, umyvadla</i>	
30.	Na jednoho stálého pracovníka/rok	14
31.	Na jednoho návštěvníka v denním průměru/rok	2

Tělocvična, sportoviště, fitness centrum		
	<i>Vybavení: WC, umyvadla a možnost sprchování teplou vodou, na jednoho návštěvníka v denním průměru/rok</i>	
32.	Na jednoho návštěvníka	20
	<i>na jedno hřiště/rok</i>	
33.	Kropení antukových hřišť krytých	230
34.	Kropení antukových hřišť nekrytých	460
	<i>na 100 m² za provozní den</i>	
35.	Kropení travnatých hřišť	20
	<i>za rok</i>	
36.	Golfové hřiště 18ti jamkové se zavlažováním greenu, odpališť a ferveje	22 500
	<i>Na jednoho návštěvníka – diváka v denním průměru (365 dnů)/rok</i>	
37.	WC, umyvadla Pozn.: v případě neprokázání počtu návštěvníků se jejich počet stanoví jako desetina kapacity zařízení pro návštěvníky – diváky.	1
Zimní stadion		
38.	Pro jednotlivá zařízení se určí potřeba množství vody podle příslušné normy nebo technického návodu pro provoz (tvorba a úprava ledové plochy, relaxační zařízení apod.)	
VI. RESTAURACE, VINÁRNY		
	<i>Vybavení: WC, umyvadla, tekoucí teplá voda</i>	
Restaurace, vinárny, kavárny		
	<i>Na jednoho pracovníka v jedné směně (365 dnů/rok), zahrnuje i zákazníky bez mytí skla</i>	
39.	Pouze výčep	50
40.	Výčep, podávání studených jídel	60
41.	Výčep, podávání studených jídel a teplých jídel	80
Vybavení na mytí skla		
	Připočítává se k položkám č.39, 40 a 41	

42.	Výčepní stolice s trvalým průtokem 3 l/min za jednu směnu	450
43.	Mytí skla bez trvalého průtoku nebo myčka skla za jednu směnu	60
VII. PROVOZOVNY		
	<i>Na jednoho pracovníka v jedné směně/rok</i>	
Provozovny místního významu, kde se vody nepoužívá k výrobě		
44.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	18
45.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování	26
46.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování v provozovnách s nečistým provozem nebo potřebou vyšší hygieny	30
Holičství a kadeřnictví		
	<i>Na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru/rok, zahrnuje i zákazníky</i>	
47.	V pánské a dámské provozovně WC, umyvadla s tekoucí teplou vodou	50
Samostatné prádelny (zakázkové)		
48.	Na 1q vypraného prádla (tzv. technická voda)	1
49.	Na jednoho zaměstnance v jedné směně podle položek č. 44, 45 a 46	
VIII. PRODEJNY		
Prodejny s čistým provozem, včetně obchodních domů, supermarketů		
	<i>Na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru/rok</i>	
50.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	18
Prodejna ryb, drůbeže a zvěřiny		
	<i>Na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru/rok</i>	
51.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda	20
52.	Na 100 kg prodaných živých ryb (připočítává se k položce č. 51)	34
	<i>Na 100 kg živých ryb</i>	

53.	Prodej ryb v sádce na volném prostranství na 100 kg prodaných živých ryb	6
Potravinářské výroby místního významu (např. řeznictví, výroba uzenin, salátů, pečiva apod. (WC , umyvadla)		
<i>Na jednoho pracovníka v jedné směně v průměru/rok</i>		
54.	WC, umyvadla a tekoucí teplá voda s možností sprchování (Pozn.: spotřeba vody k výrobě se vypočte podle technologie výroby a vybavení prodejny)	26
IX. HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA A DRŮBEŽ		
Hospodářská zvířata		
<i>Na jeden kus v průměru/rok</i>		
55.	Dojnice včetně ošetřování mléka a oplachů	36
56.	Býk	18
57.	Tele, ovce, koza, vepř	6
58.	Prasnice	8
59.	Kůň	14
60.	Pes – chovná stanice (pouze nad 2 kusy)	1
Drůbež		
<i>Na 100 kusů v průměru/rok</i>		
61.	Slepice, perličky	11
62.	Husy, kachny, krůty	36
X. ZAHRADY		
63.	Venkovní zahrady okrasné (trávníky, květiny) nebo osázené zeleninou na 100 m ² (neplatí pro výpočet snížení stočného podle § 19 odst. 9 zákona)	16
64.	Sady osázené ovocnými stromy nebo jinak využívané na 100 m ²	3
65.	Pro automatizované zalévání zahrad s pěstováním květin, zeleniny podle čidel na určení vlhkosti	12

66.	Průmyslové a skleníkové pěstování zeleniny, květin - pro jednotlivá zařízení (automatizované kropení) se určí potřeba množství podle příslušného technického návodu pro provoz využívaného objektu.	
XI. MYTÍ AUTOMOBILŮ		
	<i>V průměru/rok</i>	
67.	Osobní automobil užívaný pro domácnost (stříkání a umývání) Předpokládá se mytí 10x ročně	1
Pozn.: v odůvodněných případech může vlastník vodovodu a kanalizace, popřípadě její provozovatel, pokud je k tomu vlastníkem zmocněn, výše uvedená směrná čísla roční potřeby v částech I. až XI. snížit.		

Příloha 2: Ukazatele kvality pitné vody dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. – úplný rozbor

A. Mikrobiologické a biologické ukazatele

č.	ukazatel	jednotka	limit	typ limitu	vysvětlivky
1	Clostridium perfringens	KTJ/100 ml	0	MH	1
2	enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH	
		KTJ/250 ml	0	NMH	balená voda
3	Escherichia coli	KTJ/100 ml	0	NMH	
		KTJ/250 ml	0	NMH	balená voda
4	koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	MH	
5	mikroskopický obraz abioseston	%	10	MH	3
6	mikroskopický obraz – počet organismů		50		3,4
7	mikroskopický obraz- živé organismy	jedinci/ml	0	MH	3, 4, 5
8	počty kolonií při 22 st.C	KTJ/ml	200	MH	6
		KTJ/ml	100	NMH	
9	počty kolonií při 36 st.C	KTJ/ml	100	MH	7
		KTJ/ml	20	NMH	balená voda
10	Pseudomonas aeruginosa	KTJ/250 ml	0	NMH	balená voda

B. Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ limitu	vysvětl.
11	1,2-dichlorethan		mikrog/l	3,0	NMH	
12	akrylamid		mikrog/l	0,1	NMH	8
13	amonné ionty	NH ₄ ⁺	mg/l	0,50	MH	
14	antimon	Sb	mikrog/l	5,0	NMH	
15	arsen	As	mikrog/l	10	NMH	
16	barva		mg/l Pt	20	MH	

17	benzen		mikrog/l	1,0	NMH	9
18	benzo[a]pyren	BaP	mikrog/l	0,010	NMH	
19	beryllium	Be	mikrog/l	2,0	NMH	10
20	bor	B	mg/l	1,0	NMH	
21	bromičnany	BrO ₃	mikrog/l	10	NMH	11, 36
22	celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5,0	MH	12
23	dusičnany	NO ₃	mg/l	50	NMH	13
24	dusitany	NO ₂	mg/l	0,50	NMH	13
25	epichlorhydrin		mikrog/l	0,10	NMH	8
26	fluoridy	F ⁻	mg/l	1,5	NMH	
27	hliník	Al	mg/l	0,20	MH	
28	hořčík	Mg	mg/l	10	MH	14
				20 – 30	MH	15
29	chemická spotřeba kyslíku (manganistanem)	CHSK-Mn	mg/l	3,0	MH	16
30	chlor volný		mg/l	0,30	MH	17
31			mikrog/l	0,50	NMH	8
32	chloridy	Cl ⁻	mg/l	100	MH	18, 19
33	chloritany	ClO ₂ ⁻	mikrog/l	200	MH	11, 17, 35
34	chrom	Cr	mikrog/l	50	NMH	
35	chuť		přijatelná	pro odběratele	MH	20
36	kadmium	Cd	mikrog/l	5,0	NMH	
37	konduktivita	k	mS/m	125	MH	19, 21
38	kyanidy celkové	CN ⁻	mg/l	0,050	NMH	
39	mangan	Mn	mg/l	0,050	MH	22
40	měď	Cu	mikrog/l	1000	NMH	23
41	microcystin-LR		mikrog/l	1	NMH	24
42	nikl	Ni	mikrog/l	20	NMH	25
43	olovo	Pb	mikrog/l	10	NMH	25, 35
44	ozon	O ₃	mikrog/l	50	MH	17

45	pach		přijatel. pro	odběratele	MH	20
46	pesticidní látky		mikrog/l	0,10	NMH	26
47	pesticidní látky celkem		mikrog/l	0,50	NMH	27
48	pH	pH		6,5 – 9,5	MH	19, 29
49	polycyklické aromatické uhlovodíky	PAU	mikrog/l	0,10	NMH	28
50	rtuť	Hg	mikrog/l	1,0	NMH	
51	selen	Se	mikrog/l	10	NMH	
52	sírany	SO ₄	mg/l	250	MH	19
53	sodík	Na	mg/l	200	MH	
54	stříbro	Ag	mikrog/l	50	NMH	30
55	tetrachlorethen	PCE	mikrog/l	10	NMH	31
56	trihalomethany	THM	mikrog/l	100	NMH	32
57	trichlorethen	TCE	mikrog/l	10	NMH	31
58			mikrog/l	30	MH	
59	vápník	Ca	mg/l	30	MH	14
				40 – 80	DH	15
60	vápník a hořčík	Ca + Mg	mmol/l	2 – 3,5	DH	15
61	zákal		ZF(t,n)	5	MH	33
62	železo	Fe	mg/l	0,20	MH	34

Použité zkratky:

KTJ kolonie tvořící jednotka

NMH nejvyšší mezní hodnota

MH mezní hodnota

DH doporučená hodnota (§ 3 odst. 1 zákona č. 258/2000 Sb., ve znění zákona č. 274/203 Sb.)

1–34 vysvětlivky k použití a způsobu stanovení viz vyhl.

Příloha 3: Krácený rozbor dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.

č.	ukazatel	vysvětlivky
1	Escherichia coli	
2	koliformní bakterie	
3	Clostridium perfringens	upravované povrchové vody
4	počty kolonií při 22 st.C	
5	počty kolonií při 36 st.C	
6	Pseudomonas aeruginosa	balená voda
7	mikroskopický obraz abioseston	povrchové/infiltrované vody
8	mikroskopický obraz – počet organismů	povrchové/infiltrované vody
9	mikroskopický obraz – živé organismy	povrchové/infiltrované vody
10	amonné ionty	
11	barva	
12	dusičnany	
13	dusitany	
14	hliník	srážedlo na bázi hliníku
15	chlor volný	zabezpečení chlorem / sloučeninami
16	chemická spotřeba kyslíku manganistanem (nebo celkový organický uhlík)	
17	chuť	
18	konduktivita	
19	mangan	jen při redukci manganu
20	pach	
21	pH	
22	zákal	
23	železo	

Příloha 4: Minimální četnost odběru a rozborů pitné vody dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.

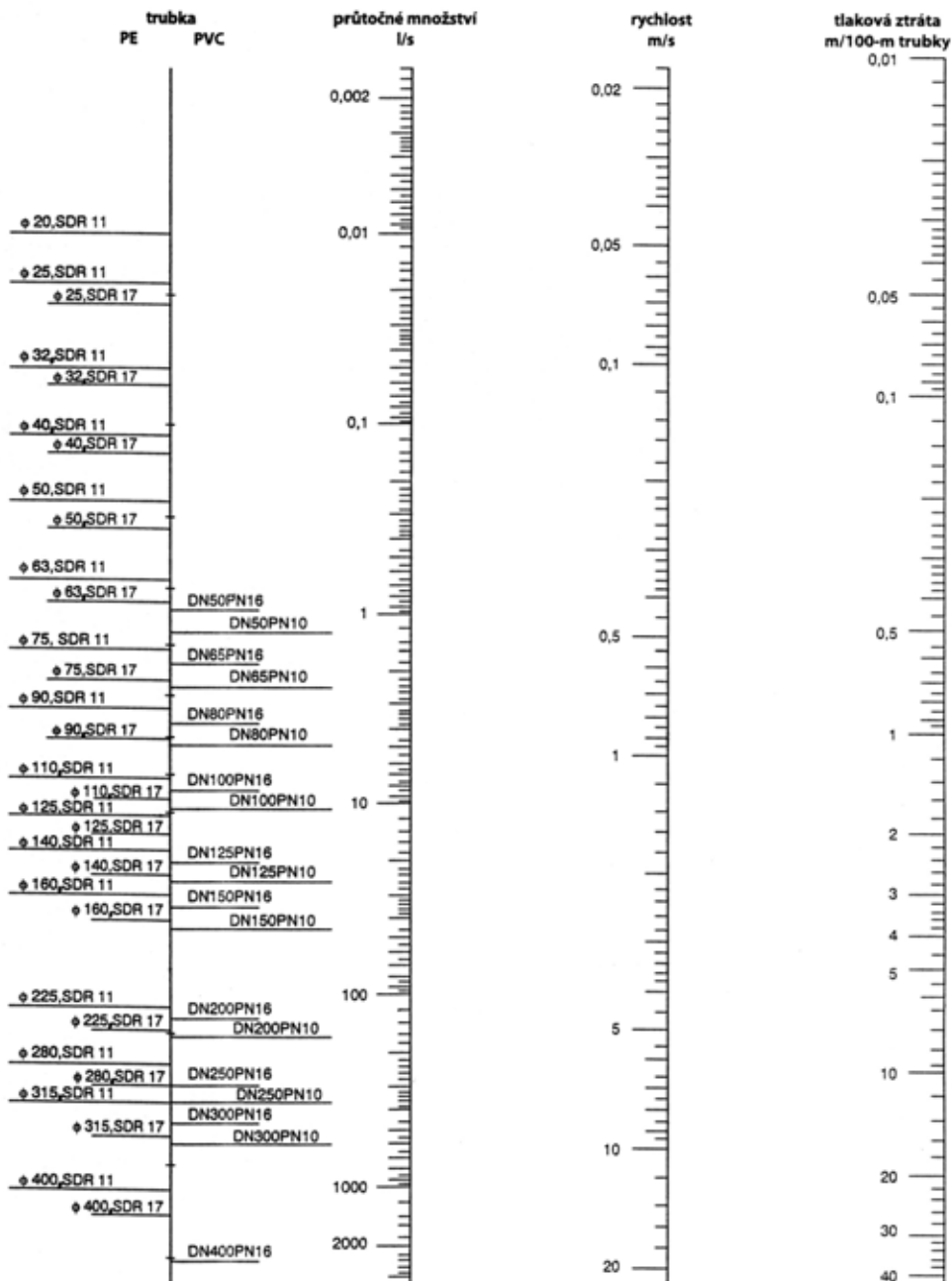
Počet obyvatel zásobované oblasti [§ 2 písm. d)] při denní spotřebě 200 l na osobu	Objem vody rozváděné či produkované v zásobované oblasti (m³/den) (*)	Roční počet vzorků pro krácený rozbor **)	Roční počet vzorků pro úplný rozbor **)
≤ 50	≤ 10	1	1 za dva roky
> 50 ≤ 100	> 10 ≤ 20	2	1
> 100 ≤ 500	> 10 ≤ 100	3	1
> 500 ≤ 5 000	> 100 ≤ 1 000	4	2
> 5 000 ≤ 50 000	> 1 000 ≤ 10 000	4 + 3 na každých 1 000 m ³ /den (včetně nedokončených) z celkového objemu	1 + 1 na každých 3300 m ³ /den (vč. nedokonč.) z celkového objemu
> 50 000 ≤ 500 000	> 10 000 ≤ 100 000		3 + 1 na každých 10 000 m ³ /den (vč. nedokonč.) z celkového objemu
> 500 000	> 100 000		10 + 1 na každých 25 000 m ³ /den (vč. nedokonč.) z celkového objemu

Vysvětlivky k tabulce:

*) Neodpovídá-li objem vyráběné vody počtu obyvatel podle hodnot uvedených v tabulce, považuje se za rozhodující počet zásobovaných obyvatel. Pokud počet zásobovaných obyvatel, např. vzhledem k sezonní rekreaci, výrazně kolísá a nelze jej jednoznačně určit, bere se jako základ stanovení četnosti průměrný objem vyrobené vody (m³/den) za roční období.

***) Příklad výpočtu: pro objem rozváděné vody 5 200 m³/den je počet krácených rozborů 22 [4 + (6 x 3)] a počet úplných rozborů 3 [1 + (2 x 1)].

Příloha 5: Nomogram tlakových ztrát k výpočtu potrubí z PE a PVC



Autor: Ing. Jiří Kubeš

Název: PROVOZOVÁNÍ A BEZPEČNOST ZDROJŮ,
ÚPRAVEN A ROZVODŮ PITNÉ VODY

Recenze: Ing. Jiří Kaňka
Ing. Jiří Pudil

Rozsah: 106 stran

Náklad: 100 ks

Rok vydání: 2013

Vydavatel: Vysoká škola evropských a regionálních studií, o.p.s.,
Žižkova 6, 370 01 České Budějovice, www.vsers.cz

Tisk: Inpress a. s., Žerotínova 554/5, České Budějovice

ISBN 978-80-87472-49-1