

13 HYGIENICKÁ KONTROLA DALŠÍCH FAKTORŮ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

13.1 Voda

13.1.1 Hygienická problematika vody pro rekreační využívání

Provozování vodních sportů a vodní rekreace je velmi vhodným a zároveň velmi rozšířeným druhem tělesné aktivity. Je proto v celospolečenském zájmu, aby tato činnost byla dostupná všem zájemcům, a aby zároveň odpovídala kvalitou příslušných zařízení a s nimi spojených služeb přísným hygienickým požadavkům. V České republice je přírodních koupališť a ostatních vodních ploch vhodných ke koupání nedostatek a v letní sezóně bývají přetíženy, což zvyšuje rizika ohrožení zdraví. Zřizovatelé a provozovatelé těchto zařízení jsou povinni dodržovat stanovené hygienické směrnice a hygienická služba tuto situaci v přírodních i uměle vybudovaných zařízeních pravidelně kontroluje.

Rekreačně využívané vodní plochy a příslušná k nim připojená vybavenost jsou podle našich hygienických směrnic (zákon č. 258/2000 Sb., vyhlášky č. 135/2004 Sb., a č. 159/2003 Sb. aj.) rozděleny do těchto kategorií:

- 1. Koupaliště ve volné přírodě** – jedná se obvykle o přírodní nebo umělé nádrže. Pečuje o ně a odpovídá za ně provozovatel, který dále zabezpečuje další služby v areálu koupaliště. Koupaliště je povinně vybaveno sprchami (s pitnou nebo užitkovou vodou), záchodky, převlékacími kabinami, odpadními koši a lékárníčkou. Na březích a plážích se pravidelně provádí úklid a vybírá se zde vstupné. Provozovatel na vlastní náklady nechává sledovat a hodnotit jakost vody hygienickou službou (dnes se laboratorní vyšetření provádí obvykle v příslušném zdravotním ústavu).
- 2. Povrchové vody využívané ke koupání** (tzv. koupací oblasti) – jsou legálně využívány ke koupání větším počtem osob. Není zde provozovatel, ale jsou Ministerstvem zdravotnictví a Ministerstvem životního prostředí zařazeny na seznam sledovaných míst. Mohou mít podobná hygienická zařízení jako koupaliště v přírodě, ta však bývají omezenější a nejsou povinná. Nevybírá se zde vstupné. Kontrolu jakosti vody zajišťuje hygienická služba, a to v rozsahu a četnosti sledovaných ukazatelů stejných jako na koupalištích v přírodě.
- 3. Ostatní vodní plochy** – plochy spontánně využívané na jiných vodních tocích nebo vodních nádržích. Jedinou překážkou koupání je úřední zákaz. Kvalita vody z hlediska ochrany zdraví zde není sledována, koupání je spojeno s vlastním rizikem. Zákaz koupání se vyhláší u toků nebo nádrží, jež jsou znečištěny nebo kontaminovány v míře ohrožující zdraví a také u vodárenských zdrojů (u většiny z nich) a v chráněných krajinných oblastech.

4. **Umělá koupaliště** – budují se jako krytá zařízení s celoročním provozem (plavecké bazény, akvaparky), popř. jako nekrytá sezónní zařízení. Voda je v nich pravidelně upravována filtrací a dezinfikována. Nesmí se zde používat teplá voda odebíraná jako odpadní voda z průmyslových závodů. Provozovatel, který odpovídá za kvalitu vody a hygienické vybavení celého komplexu, je povinen nechat kontrolovat kvalitu vody hygienickou stanicí nebo akreditovanou resp. autorizovanou laboratoří.
5. **Léčebné a rehabilitační bazény** ve zdravotnických zařízeních se považují za rekreační jen v případě, jsou-li zpřístupněny k volnému užívání veřejnosti; v takovém případě se k nim vztahují stejná hygienická opatření jako k ostatním typům koupacích míst.

Jakost vody se na koupalištích ve volné přírodě a v koupacích oblastech kontroluje v době koupací sezóny, tj. obvykle od 1. 6. do 31. 8. nebo podle klimatických podmínek v době rozšířené, v bazénech s celoročním provozem se kontrola provádí nepřetržitě.

Hodnocení jakosti rekreačních vod

V rekreačních přírodních nádržích a zejména na úsecích vodních toků využívaných ke koupání se mohou vyskytovat různé patogenní mikroorganismy a škodlivé chemické látky ohrožující zdraví jednak v důsledku povrchového kontaktu s vodou a jednak po napití se této vody. Při zvýšené eutrofizaci (úživnosti) vody, jejímiž hlavními nositeli jsou anorganické nitráty a fosfáty (splachované z půdy okolních pozemků nebo přítomných v odpadních vodách a ve vyčištěných odpadních vodách), vzniká riziko růstu řas a sinic produkujících toxické a alergizující metabolity. V bazénech se mohou šířit plísňová onemocnění kůže a bradavice a také zde je reálné zdravotní riziko spojené s možnou přítomností řady patogenních bakterií a virů.

Účinnou prevencí poškození zdraví koupajících se osob je adekvátní péče o kvalitu vody přiváděné na koupaliště a důsledná dezinfekce vody v bazénech a akvaparcích. Velký význam má dodržování zákazu vstupu osob, které by mohly vodu kontaminovat mikrobiálními faktory přenosných nemocí.

Laboratorní kontrola vody pro rekreační využívání je zaměřena na stanovení hygienických limitů ukazatelů kvality vody a běžný hygienický dozor se týká kontroly vybavení koupališť, jejich čištění, úklidu, dezinfekce, obměňování a recirkulace vody apod. Kontrola jakosti vody se musí zahájit nejpozději 14 dní před začátkem koupací sezóny a kontrolní odběry vzorků vody se provádějí jednou za 14 dní, v případě zhoršení kvality vody častěji.

Hygienická služba může v případě nedodržení limitních hodnot nařídit častější kontrolu vody. Je také zmocněna zakázat koupání v koupališti, které může být případně omezeno jen na některé skupiny osob. Není povinna ani oprávněna kontrolovat, zda je tento zákaz dodržován.

Koupaliště spadající do kategorie Ostatní vodní plochy nepodléhají pravidelné hygienické kontrole, koupání je zde tolerováno tzv. „na vlastní nebezpečí“.

U nejvýznamnějších koupališť ve volné přírodě se v sezónním období poskytuje aktuální informace o jejich hygienické situaci; je dostupná na webové stránce příslušného zdravotního ústavu.

Infekční nemoci z přírodních koupacích vod

Povrchové vody obsahují – kromě přirozené vodní flóry a fauny – také rezidua organických a minerálních látek z různých komunálních, průmyslových a zemědělských odpadů a látky splachované z povrchu okolního terénu. Mikroorganismy nebezpečné pro člověka

jsou do povrchových vod vnášeny nejen neupravenými odpady, ale také lidmi, kteří je hostí na svém tělesném povrchu. Přenos patogenů na jiného člověka se děje přes jeho povrch, ale zejména po spolknutí vody. Mikrobiologické vyšetření rekreačních vod je proto založeno – podobně jako u pitné vody – na stanovení výskytu a množství mikrobiálních indikátorů fekálního znečištění.

Nejčastější manifestací infekčního onemocnění jsou střevní a žaludeční potíže, různá horečnatá onemocnění a zánětlivá onemocnění uší a očí. Samostatnou kategorií tvoří skupina plísňových onemocnění kůže a bradavic. Nejzávažnějšími zdroji nálezů jsou místa pod vyústěním komunálních odpadních vod (i vyčištěných) a vod z dešťových kanalizací a také rybníky s intenzivním rybím hospodařením.

Příklady nejčastějších infekčních chorob z rekreačních vod:

Cerkáriová dermatitida je parazitární onemocnění, projevující se svěděním kůže, tvorbou skvrn a puchýřů a zarudnutím. Je způsobeno parazitem rodu *Trichobilharzia*, jehož životní cyklus je vázán na vodní plže a vodní ptáky. Člověka napadá cercárie uvolněná z plže do vody, která vyvolává na kůži výraznou imunitní reakci.

Plísňová onemocnění a bradavice – jejich původci (plísně resp. viry) nejsou zjištělné běžným mikrobiologickým vyšetřením vody. Z plísní se nejčastěji vyskytují dermatofyta rodu *Trichophyton*, *Microsporium* a *Epidermophyton*. Napadají kůži, vlasy, nehty nebo vousy, evt. též chodidlo a kůži mezi prsty (tinea pedis). Častým původcem postižení kůže a nehtů jsou kvasinky *Candida albicans*.

Osoby postižené některým z uvedených onemocnění nesmějí společná rekreační zařízení používat.

Osoby mladší 15 let jsou náchylné k onemocnění papulózními výrůstky na kůži virového původu označovanému obecně **bradavice**. Jeho původci jsou papillomaviry vyznačující se velkou odolností k vlivu prostředí v povrchových vodách. U dětí školního věku se často vyskytují **bradavice plantární** (na chodidlech a dlaních), jež hluboko prorůstají a bývají bolestivé. **Bradavice obyčejné** jsou šedé až hnědé útvary s drsným povrchem na hřbetech rukou a jsou nebolestivé. K nakažlivým chorobám kůže patří také *Molluscum contagiosum* způsobené virem poxvirus; vyskytuje se u dětí a mládeže na obličejí, končetinách a zádech.

Zdrojem všech uvedených onemocnění je nemocný člověk, infekce se šíří přímým kontaktem nebo společně užívanými předměty, jako jsou ručníky, obuv, podlahy a sedátka. Nákaza se přenáší prostřednictvím infekčních šupinek oddrolených z míst, jež byla napadena plísňemi nebo bradavicemi. Přímý přenos vodou je méně pravděpodobný, avšak jeho riziko stoupá při velkém počtu koupajících se osob a při nedostatečné výměně a dezinfekci vody v bazénu.

Zdravotní problematika řas a sinic

Jsou běžnou součástí fytoplanktonu, fotosyntetizujících rostlinných organismů, jejichž vegetace je závislá na přítomnosti minerálních látek a kyslíku, na teplotě vody a na intenzitě slunečního záření. Kritické období pro vysokou rychlost růstu řas a sinic je červenec a srpen. Větší význam z hlediska ohrožení koupajících se osob mají **sinice (cyanobakterie)**, které vytvářejí tzv. vegetační zákal vody. Sinice často vystupují k hladině a tvoří zde zelenou kaši nebo drobné, několik mm velké částičky ve tvaru krupice nebo jehličí. Toto nahromadění sinic se nazývá **vodní květ**.

Sinice samy o sobě a jejich metabolity (povahy exotoxinů) vyvolávají u člověka alergie s projevy na kůži, na očích a na sliznicích. Po požití toxiny způsobují stavy nevolnosti, střevní a žaludeční obtíže, popř. poškození jater. Reakce organismu na alergická a toxická rizika sinic

a částečně také řas jsou závislá na individuální vnímavosti koupající se osoby, na množství planktonu ve vodě a na celkové době strávené ve vodě, popř. na množství spolknuté vody. U dětí jsou popsána rizika závažnější než u dospělých.

Prevence zdravotních rizik řas a sinic je založena na snižování obsahu eutrofizačních látek omezováním jejich přítoku do koupacích míst. Obě tyto složky fytoplanktonu lze potírat aplikací algicidů (klasickým a stále používaným prostředkem je modrá skalice). Tento přístup je poměrně nákladný a má časově omezenou působnost.

13.1.2 Přírodní vody jako zdroj pitné vody

Pitná voda, která byla zpracována ve vodárně, vzniká úpravou z vody přírodní. Přírodní voda je voda, která je přirozenou součástí životního prostředí.

Přírodní vody obvykle obsahují mnoho látek různých vlastností. Mohou to být plynné látky, kapalné i tuhé. Ty mohou být původu anorganického či organického. Anorganické látky mohou mít elektrický náboj, různou relativní molekulovou hmotnost a pochopitelně různé chemické složení, mohou být rozpustné či nerozpustné. V podstatě jde o disperzní soustavu, která je blíže heterogenní směsi. Hrubé disperzní částice ve vodě mají velikost částic nad 1000 nm, koloidní částice 1 nm – 1000 nm, poslední – nejmenší částice jsou částice velikostně pod 1 nm (analytická disperze; někdy též tento rozměr látek bývá nazýván samostatně jako nanočástice). V přírodních vodách se setkáme s většinou směsí, podle skupenství částic tedy s pěny (kapalina + plyn), aerosoly (plyn + kapky vody), emulzemi (kapalina + kapalina), suspenzemi (kapalina + pevné látky).

V přírodní vodě se běžně vyskytují tyto soustavy: anorganické suspenze (jíly, bentonity, kaolín a chemicky podobné materiály); organické suspenze (živé nebo uhynulé organismy); koloidní oxid křemičitý; huminové látky (složité organické sloučeniny obsahující v molekule hlavně C, H, O, dále N) a látky bílkovinné povahy; látky převážně koloidní povahy (fenoly, tenzidy, pesticidy, ropné produkty).

Pro zjednodušení lze uvést, že přírodní vody využitelné jako zdroj vody pro hromadné zásobování se dělí na:

- a) **podzemní vody** (obsahující železo, mangan, sirovodík, oxid uhličitý...),
- b) **povrchové vody** (obsahující především suspendované látky a koloidní částice anorganické a organické).

Třetím teoreticky možným zdrojem vody upravitelné na pitnou vodu je atmosférický vzduch, respektive vzdušná vlhkost. Možnosti získávat vodu z této alternativy jsou technologicky omezeny zejména co do kapacity, proto nelze hovořit o zdroji pro hromadné zásobování, ale o alternativním individuálním zdroji (více kapitola Alternativní individuální zdroje pitné vody).

13.1.2.1 Podzemní vody

Podzemními vodami jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásnu nasycení v přímém styku s horninami; za podzemní vody se považují též vody protékající podzemními drenážními systémy a vody ve studních.

Podzemní voda se hlavně vytváří z vody povrchové, která penetruje skrze zemský povrch. Má stálejší fyzikální i chemické vlastnosti dané vlastnostmi hornin, s kterými přichází do styku. Má stálou teplotu, neobsahuje kyslík (nebo jen v malém množství) a naopak obsahuje vyšší koncentraci oxidu uhličitého. Je více mineralizována než voda povrchová, neobsahuje organis-

my anebo jen v malém množství, avšak jiné druhy než vody povrchové. Koncentrace organických látek bývá v podzemních vodách velmi malá. Výjimku tvoří podzemní vody, které byly kontaminovány většinou jako následek činnosti člověka. O kontaminaci podzemních vod svědčí vyšší obsah dusíkatých sloučenin, zejména amonných iontů, dusičnanů a často i dusitanů.

Nekontaminované podzemní vody jsou ideálním zdrojem vody pitné a vyžadují minimální úpravu. Při vodárenském zpracování podzemních vod jsou určitou obtíží železnaté a manganaté ionty, sírany, sulfidy, sirovodík, v některých případech arsen a rovněž obsah radioaktivních látek.

Podzemní vodu získáváme obvykle z hlubinných vrtů nebo kopanými studněmi.

13.1.2.2 Povrchová voda

Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu. Tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.

Mají proměnlivou teplotu, nižší mineralizaci, nízký obsah oxidu uhličitého a naopak vysoký obsah kyslíku (nízký obsah kyslíku je známkou silně znečištěné povrchové vody). Typický je vysoký obsah organických látek, stejně tak i počet mikroorganismů. Oproti podzemním vodám je obsah Fe a Mn nižší.

Nežádoucím projevem je **eutrofizace** povrchových vod. Díky zvýšené koncentraci dusíkatých látek a fosforečnanů (splachy zemědělských hnojiv) za spoluúčasti intenzivního slunečního svitu dochází k nadměrnému rozvoji vodních mikroorganismů (vodní květ). Tomu lze bránit zamezením průniku dusíkatých látek a fosforečnanů do vodárenských nádrží. Dodatečně lze likvidovat eutrofizaci aplikací hubících prostředků, např. solí mědi a stříbra do nádrže.

Povrchová voda upravovaná na pitnou vodu je získávána z vodárenských toků nebo vodárenských nádrží, pro které platí pravidla zvýšené ochrany těchto vod a jejich povodí.

Je méně vhodná pro zásobování pitnou vodou než voda podzemní, protože téměř vždy vyžaduje úpravu. Je to dáno některými nevyhovujícími parametry, ať už fyzikálními (organoleptickými), chemickými, mikrobiologickými.

Voda rybníků je jako zdroj pitné vody použitelná jen výjimečně. Nevýhodou je nízký sloupec vody a bahnitost dna. Voda z rybníků je především používána jako užitková nebo provozní voda.

Povrchová voda má přes své méně výhodné charakteristiky určitou samoočišťující schopnost, tvořenou například sedimentací, naředěním, rozpuštěním či rozdrčením větších částic v proudící vodě. Samočisticí schopnost je také tvořena činností vodních mikroorganismů (green organisms). Provozdušňování (zurčící tekoucí) vody zvyšuje obsah kyslíku ve vodě, což zvyšuje aktivitu četných mikroorganismů, které redukují množství organických znečišťujících látek za spoluúčasti slunečního světla.

Povrchovou vodu lze rozdělovat na:

- I. velmi čistou,
- II. čistou,
- III. znečištěnou,
- IV. silně znečištěnou,
- V. velmi silně znečištěnou.

Ve vodárnách může být na úroveň pitné vody úspěšně čistěna voda velmi čistá a čistá (kategorie I a II). Kategorie III a IV mohou být použity jako vody provozní, ale za cenu vysokých nákladů na vyčištění. Třída V je nevhodná pro jakékoli použití.

Tab. 36 Klasifikace jakosti povrchových vod

Indikátor	Jednotka	Klasifikace jakosti povrchových vod				
		I	II	III	IV	V
Biochemická spotřeba kyslíku (BSK) za 5 dní	mg/l	< 2	< 4	< 8	< 15	15 a více
Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) dichromanem	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	60 a více
Amoniakální dusík	mg/l	< 0,3	< 0,7	< 2	< 4	4 a více
Dusičnanový dusík	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 13	13 a více
Celkový fosfor	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,4	< 1	1 a více
Saprobní index makrozoobentosu	–	< 1,5	< 2,2	< 3	< 3,5	3,5 a více

Saprobní index makrozoobentosu je rozbor společenstva organismů žijících na dně vod. Jde o vodní bezobratlé větší než 0,5 (1) mm. Různému stupni znečištění odpovídají různá vodní společenstva, která jsou tvořena různě odolnými organismy. Jejich analýza může být rychlou metodou k posouzení znečištění vody bez nutnosti nákladného přístrojového vybavení.

Asi třetina vodních toků zůstává v současnosti znečištěna a silně znečištěna. Situace řek v ČR je v současné době obdobná co do kvality vody se srovnatelnými toky v Evropě.

Na ochranu významných evropských toků byly podepsány mezinárodní dohody, kde Česká republika je jednou ze smluvních stran. Jde o toky Labe (MKOL – Mezinárodní komise pro ochranu Labe – 2003), Dunaj (Mezinárodní komise pro ochranu řeky Dunaje – 1998), Odra (Mezinárodní komise pro ochranu Odry před znečištěním).

Ochrana vod je zakotvena v legislativě v zákonu č. 254/2001 Sb. O vodách a změně některých zákonů = tzv. vodní zákon a v zákonu 274/2001 Sbírky O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a změně některých zákonů.

Problematická je situace u drobných toků, kde zemědělci, malé průmyslové podniky a malé obce pro nedostatek finančních prostředků neinvestují do čištění odpadních vod a situace drobných toků se tak výrazně nezlepšuje. Ty pak mohou být zdrojem epidemiologického rizika.

13.1.3 Cíle ochrany vod jako složky životního prostředí

Pro povrchové vody:

1. Zamezení zhoršení stavu všech útvarů těchto vod, včetně vodních útvarů ležících v téže mezinárodní oblasti povodí,
2. zajištění ochrany, zlepšení stavu a obnova všech útvarů těchto vod a dosažení jejich dobrého stavu, s výjimkou útvarů uvedených dále v bodu 3,
3. zajištění ochrany, zlepšení stavu všech umělých a silně ovlivněných vodních útvarů a dosažení jejich dobrého ekologického potenciálu a dobrého chemického stavu,
4. snížení jejich znečištění prioritními látkami a zastavení nebo postupné odstraňování emisí, vypouštění a úniků prioritních nebezpečných látek.

Vodním útvarem je míněno vymezené významné soustředění povrchových nebo podzemních vod v určitém prostředí charakterizované společnou formou jejich výskytu nebo společnými vlastnostmi vod a znaky hydrologického režimu. Vodní útvary se člení na útvary povrchových vod a útvary podzemních vod.

Pro podzemní vody:

1. Zamezení nebo omezení vstupů nebezpečných, zvláště nebezpečných a jiných závadných látek do těchto vod a zamezení zhoršení stavu všech útvarů těchto vod,
2. zajištění ochrany, zlepšení stavu a obnova všech útvarů těchto vod a zajištění vyváženého stavu mezi odběry podzemní vody a jejím doplňováním, s cílem dosáhnout dobrého stavu těchto vod,
3. odvrácení jakéhokoliv významného a trvalého vzestupného trendu koncentrace nebezpečných, zvláště nebezpečných a jiných závadných látek jako důsledku dopadů lidské činnosti, za účelem účinného snížení znečištění těchto vod.

Totéž platí pro vody v chráněných územích, pokud v těchto oblastech nejsou pro tyto vody stanoveny zvláštními právními předpisy odlišné požadavky.

Pokud se na vybraný vodní útvar vztahuje více než jeden cíl ochrany vod uvedený v odstavci 1, uplatní se vždy nejpřísnější z nich.

Uvedených cílů má být dosaženo do 22. 12. 2015.

13.1.4 Vodní zdroje pro pitnou vodu

Vodním zdrojem jsou povrchové nebo podzemní vody, které jsou využívány nebo které mohou být využívány pro uspokojení potřeb člověka, zejména pro pitné účely.

Výběr vodních zdrojů pro zásobování obyvatelstva by měl probíhat v tomto pořadí (zvyšující se číslo varianty ukazuje na méně vhodný zdroj):

1. zdroj podzemní vody,
2. povrchové vody z horních toků řek zadržené ve vodárenských nádržích,
3. povrchová voda z dolního toku řek.

V ČR je řada sídel nucena využívat vodu ze zdrojů 2. a 3., a náklady na její úpravu rostou v závislosti na kategorii čistoty zdrojové vody.

13.1.5 Ochrana vodárenských zdrojů

Ochranná pásma vodních zdrojů se ustanovují k ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti zdrojů podzemních nebo povrchových vod využívaných nebo využitelných pro zásobování pitnou vodou s průměrným odběrem více než 10 000 m³ ročně.

Podél toků a nádrží, které jsou vyhlášeny jako vodárenské a v okolí zdrojů podzemních vod používaných jako zdroje pitné vody, jsou vyhlášována **ochranná vodárenská pásma**.

Ochranná pásma se dělí na ochranná pásma I. stupně, která slouží k ochraně vodního zdroje v bezprostředním okolí jímacího nebo odběrného zařízení, a ochranná pásma II. stupně, která slouží k ochraně vodního zdroje v územích stanovených vodoprávním úřadem tak, aby nedocházelo k ohrožení jeho vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti.

V těchto pásmech jsou zakázány nebo omezeny činnosti, které by mohly omezit jakost vody v těchto zdrojích.

Do ochranného pásma I. stupně je zakázán vstup a vjezd; to neplatí pro osoby, které mají právo vodu z vodního zdroje odebírat, a u vodárenských nádrží pro osoby, které tato vodní

díla vlastní. Vodoprávní úřad může stanovit rozhodnutím i další výjimky ze zákazu vstupu a vjezdu.

Obecně v ochranném pásmu I. a II. stupně je zakázáno provádět činnosti poškozující nebo ohrožující vydatnost, jakost nebo zdravotní nezávadnost vodního zdroje. Jejich výčet je administrativně stanoven Opatřením obecné povahy o stanovení nebo změně ochranného pásma. Toto opatření vydává místně příslušný vodoprávní úřad, jímž se rozumí například odbor životního prostředí obce s rozšířenou působností, dále jím mohou být újezdni úřady na území vojenských újezdů, obecní úřady, kraje a dále ministerstvo zemědělství a ministerstvo životního prostředí jako ústřední vodoprávní úřad.

Příklad ochranných pásem vodního zdroje

I. pásmo hygienické ochrany zdroje podzemní vody

Představuje obvykle okruh plochy kolem studně nebo jímaných pramenů, či jen výseč tohoto okruhu do vzdálenosti 10–50 m od zdroje. Toto území je vyrovnáno, oploceno a nechává se pokryto vegetačním pokryvem. Je označeno zákazem vstupu nepovolaným osobám. Je-li uvnitř tohoto pásma například vodní čerpadlo, musí být pečlivě zabezpečena bezpečnost manipulace s látkami ohrožujícími kvalitu vody jako jsou mazací hmoty, palivo pro čerpadlo a podobně.

II. pásmo hygienické ochrany zdroje podzemní vody

Může být rozdělena na vnitřní zónu a vnější. Vnitřní zóna se stanovuje nejméně ve vzdálenosti 50 m od zdroje v oblasti, kde se voda zdržuje v horninovém prostředí maximálně 50 dní. Vnější zóna představuje oblast infiltrační sféry.

Pro obě zóny platí nepřípustnost takové činnosti, která může znečistit zdroj vody nebo vést k přísunu takových látek, které mohou v lidském organismu působit nepříznivě. Jsou tedy odstraňovány žumpy, hnojiště, močůvkové jímky, skládky odpadů. Oblast se také zajišťuje proti záplavám. Je zakázáno táboření, stanování, koupání, budování sportovišť, mytí vozidel a parkování. Komunikace se z tohoto území odstraňují, ponechá se pouze ta sloužící obsluze k vodního zdroje respektive jeho instalaci.

I. pásmo hygienické ochrany povrchového zdroje pitné vody

Je oblast kolem povrchového zdroje vody v okruhu obvykle 200 až 300 m proti proudu toku. Toto území je označeno zákazem vstupu nepovolaným osobám, oploceno. Z tohoto území musí být odstraněny všechny možné zdroje znečištění.

U nádrží je tímto územím plocha nádrže a obvykle nejbližší okolí do 100 m, u přítoku běžně do 300 m. Může být oploceno, je zakázán vstup nepovolaným osobám a odstraněny možné zdroje znečištění. Není povoleno rybaření, provozování vodních sportů, rekreace, stavební činnost apod.

II. pásmo hygienické ochrany povrchového zdroje pitné vody

Jeho velikost je stanovena podle rizika znečištění vodního zdroje a platí nepřípustnost takové činnosti, která může znečistit zdroj vody nebo vést k přísunu takových látek, které mohou v lidském organismu působit nepříznivě. Jsou stanovovány podmínky hospodaření a dalších činností, jsou-li povoleny. U nádrží je to obvykle 2–5 km nad nádrží.

13.1.6 Přehledové rozdělení vod dle užití

Pitná voda

- a) ze zdrojů podzemní vody (hlubinné vrty, studně (nedochází-li k průsaku povrchové vody),
- b) z povrchových zdrojů (řeky, nádrže...),
- c) voda balená.

Voda užitková – může mít na rozdíl od vody pitné širší mikrobiální kontaminaci (avšak výhradně nepatogenní) a může vykazovat mírně zhoršené smyslové vlastnosti (zabarvení, zákal, pachůť). Jako vody níže uvedené, lze použít k napájení zvířat, k praní prádla, očištění apod. V domácnostech se běžně vyskytuje jako teplá voda (TUV = teplá užitková voda), která je většinou ohřátou pitnou vodou.

Vody provozní – jde o vodu používanou v průmyslu a zemědělství za zvláštním účelem. Lze sem řadit i vodu závlahovou (též dešťovou vodu zachycenou k závlaze), dále vody určené k chlazení, hydraulickému využití, vodu pro mytí, případně vodu pro parní kotle atd. Kvalita provozní vody není jednoznačně definována žádným předpisem a posuzuje se každý případ individuálně, avšak pro provozní vodu parních kotlů existují normy, například ČSN 07 7403 a 07 7401.

Vody rekreační – viz kapitola Hygienická problematika vody pro rekreační koupání.

Voda závlahová – by měla být kvalitativně jako voda užitková. Ale je často horší, proto je třeba také dbát bezpečnosti pracovníků, kteří s touto vodou zacházejí. Často je používána voda z řeky, která není nijak upravována, často je taková voda (bez přídatné úpravy) i na závlahu nevyhovující. Toto je problém celého světa, proto je i toto zapracováno do norem GAP (good agricultural practise) doporučených FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) pro zemědělce v globálním měřítku.

Voda odpadní (viz kapitola Odpadní vody).

13.1.7 Vodárenská úprava přírodní vody na vodu pitnou

V Čechách je poměrně často používána voda z řek vyžadující důkladnější úpravu poněkud odlišnou od úpravy vod podzemních, které při vynikající čistotě úpravu téměř nepotřebují.

Používané technologie úpravy vody pro vodárenské použití jsou metody kombinující fyzikální, chemické a biologické principy. Nejčastěji jsou kombinovány fyzikální a chemické metody.

Tab. 37 Technologie úpravy vody

Princip	Příklad
Fyzikální	Absorpce a desorpce plynů, adsorpce tuhých látek, sedimentace, filtrace, koagulace, reverzní osmóza
Chemické	Koagulace, hydrolýza koagulantů, oxidace organických látek různými oxidačními činidly, chemisorpce
Biologické	Odstraňování organických látek a dusíkatých složek pomalým biologickým filtrem

Obvyklá vodárenská úpravy povrchové vody

Před vstupem do vodárny jsou instalovány lapače velkých předmětů (česla), zachytávají částice jako jsou kousky dřeva a dalších plovoucích či vodou unášených předmětů. Může být použita celá kaskáda česel lišících se velikostí mezery mezi pruty česel od 100 mm po 10 mm.

Vodu je dále vhodné nechat sedimentovat. Velké částice klesají v sedimentačním rezervoáru ke dnu. Sedimentační rezervoár může také sloužit jako akutní dočasná zásoba vody při akutním znečištění povrchového zdroje.

Skutečná úprava vody je složitý proces fyzikální, chemické a mikrobiologické úpravy vody.

Obvykle začíná procesem **číření**. Jde o skoagulování částic vyskytujících se v upravované vodě za použití chloridu železnatého nebo sulfátu hliníku či zelené skalice ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$). Vznikají pozitivně nabitě koloidy obsahující kationty, tyto pak spoluprecipitují záporně nabitě částice včetně mikrobů. Elektricky nabitě koloidní částice se nazývají potenciál zeta, který je základem tohoto systému, závisí na struktuře koloidních částic (micel), skládajících se z elektronegativního jádra, hydroxidu hliníku či hydroxidu železa. Organické částičky jako humus vytvářejí micely.

Jsou-li použity syntetické polyvinylalkoholy, polyakrylamidy a bentonit, zvyšují tyto materiály schopnost vychytání také virů.

Vyvločkování je proces probíhající v další nádrži, kde se micely mění na mikrovločky, které nabývají na velikosti adsorbováním dalších hmot včetně mikrobů rozpuštěných ve vodě. Zvětšené vločky pak klesají na dno a vytvářejí sediment (kal).

Vyvločkováná voda prochází **filtry**. Jako filtrační materiál je používán říční písek dvou druhů. Z pohledu principu existují dva druhy pískových filtrů označované jako pomalé a rychlé filtry. Pískové filtry jsou 90–120 cm tlusté vrstvy písku na podloží asi 60 cm vysoké vrstvě oblázků a kamínků.

Nyní již historické, za to však neúčinnější pomalé filtry musejí být použity ve velké povrchové ploše, protože mají relativně malou kapacitu ($2,4\text{--}3 \text{ m}^3$ na 1 m^2 filtru). Bývaly však upřednostňovány pro svoji lepší očistu vody, kdy mnohdy nevyžadovaly předchozí chemickou koagulaci. Dnes se již ve vodárnách nepoužívají.

Rychlé filtry se zařazují za předchozí chemickou očistu vody, protože nejsou tak efektivní jako byly pomalé filtry, aby mohly být použity hned po prosté sedimentaci. Jsou nejpoužívanější, mají výhodu v snadné a rychlé regeneraci. Používají se v kaskádách.

Ne ve všech vodárnách je používán další stupeň čištění představující **oxidaci organických látek** vody a odstranění některých zbývajících látek aktivním uhlím. Následná regenerace použitého živočišného uhlí je nákladný proces. Jde spíše o speciální stupeň. Oxidace může také někdy předcházet stupeň rychlofiltrů.

Poslední stupeň je mikrobiologické zabezpečení pitné vody (dezinfekce).

Použití chlóru byla nejužívanější metoda k zajištění bezpečnosti pitné vody. Dávka chlóru použitá k chloraci pitné vody je závislá na obsahu organických látek a pohybovala se od 0,2 do 0,5 mg/l. Chlór může reagovat s organickými látkami přítomnými ve vodě za vzniku zdraví nebezpečných látek, hovoříme o **sekundární kontaminaci nebo vedlejších produktech chlorace**.

Proto jsou s výhodou stále častěji užívány jiné metody mikrobiologického zabezpečení pitné vody jako: **ošetření vody ozonem, či UV zářením**. U těchto metod je nebezpečí vzniku sekundárních kontaminantů v distribučním potrubí příznivější než u chlóru.

Speciální úpravy zdrojové vody na pitnou

Charakteristika některých přírodních vod, zejména podzemních, pokud mají být využity jako voda pitná, vyžaduje určité speciální postupy k odstranění některých nevhodných v ní rozpuštěných látek.

- K odželezování a odmanganování lze s výhodou použít aeraci, kde dochází vlastně k „praní vody vzduchem“. Aerace slouží jednak k odstranění zapáchajících látek (například amoniaku NH_3 a sirovodíku H_2S), které mohou být ve vodě přítomny tím, že vzduch je vhnán zespoda a voda padá shora. Druhou důležitou funkcí aerace je oxidace železnatých kationtů Fe^{2+} na železité kationty Fe^{3+} , které jsou ve vodě nerozpustné a pak mohou být zachyceny filtry. Speciálně se tento čistící stupeň (vybaven rychlofiltrem) zařazuje jako odželezňovací stupeň, podobně se odstraňuje mangan.
- Odstranění anorganického mikroznečištění – Pb, Cr(VI), Cd, Cu, Hg, As ze starších metod se nejlépe odstraní modifikovaným čiřením, modifikace spočívá v mírné alkalizaci vody a použitím jen železitých koagulantů. Moderní metodou je reverzní osmóza.
- Odstranění fosforečnanů z vody – opět je možné starší metodou čiření s železitymi koagulanty v kombinaci se sorpcí. Moderní metodou je reverzní osmóza.
- Odstranění oxidu uhličitého – nad koncentraci CO_2 5 mg/l postačí aerace, pod tuto koncentraci je potřeba CO_2 vázat zásaditými látkami jako vápnem, sodou apod.
- Odstranění fluoru z vody – ze starších metod lze využít aktivního uhlí nebo adsorpce na $\text{Mg}(\text{OH})_2$ a H_3PO_4 . Moderní metodou je reverzní osmóza.
- Odstranění dusíkatých látek z vody – organické dusíkaté látky se odstraňují staršími metodami: čiřením, sorpcí, oxidací. Anorganické dusíkaté složky oxidací, sorpcí, či použitím biochemické redukce. Ozón neúčinkuje na amonné ionty, ale je účinný na dusitany. Dusičnany odstraňují biologické (pomalé) filtry, ale ty se dnes nepoužívají. Z dalších metod lze použít iontoměniče. Moderní metodou je reverzní osmóza.
- Odstranění radioaktivních látek – jde o problém především podzemních vod. Účinná je sorpce na preparovaném vodárenském písku, účinnost stoupá s obsahem MnO_2 v preparaci.
- Odstranění tvrdosti vody – používá se ve vodárenství zředka. Pokud je potřeba, lze snížit obsah iontů Ca^{2+} a Mg^{2+} vápnem a uhličitánem sodným nebo hydroxidem a uhličitánem sodným. V tomto užití je již preferovanou moderní metodou reverzní osmóza.
- Odstranění nadměrného množství chlóru – starší metoda používá převážně aktivní uhlí. Moderní metodou je reverzní osmóza.

Reverzní osmóza je v současnosti nejdokonalejší prakticky využívanou technologií úpravy vod. Tato technologicky nejvyšší forma filtrace umožňuje odstraňovat z vody:

- 90 až 98 % všech minerálních solí (dusičnanů, fluoridů, chloridů, síranů apod.),
- 95 až 98 % těžkých kovů (olova, kadmia, chromu, rtuti) a také baryum, arzen, selen, azbest, organické sloučeniny, bakterie (*Cryptosporidium parvum*, *Escherichia coli* aj.) a viry. Jde přitom o fyzikální úpravu vody prakticky téměř bez použití chemikálií. Reverzní osmóza je založena na využívání jevu zvané osmóza, zde však na koncentrovaný roztok působí tlak vyšší než je osmotický tlak, pak voda proudí opačným směrem a z koncentrovaného roztoku prochází čistá voda na druhou stranu membrány, zatímco rozpuštěné látky jsou odváděny do „odpadu“. Nevýhodou může být relativně vysoká cena.

Použití v domácnostech čelí kritice ze strany hygieniků a Československé asociace vodárenských expertů. Naopak zdůvodněné a kontrolované použití v průmyslových a veřejných vodárnách na profesionální úrovni je vhodné.

Nejčastější druhy úprav podzemních vod

- filtrace
- odželeznění a odmanganování
- odstranění mikrobiologického znečištění
- odstranění amonných iontů
- změkčení (pro velké spotřebitele výjimečně)
- remineralizace a ztvrdování
- odstranění radonu²²² a radia²²⁶
- ostatní speciální procesy (odstranění berylia, arzeniu...)

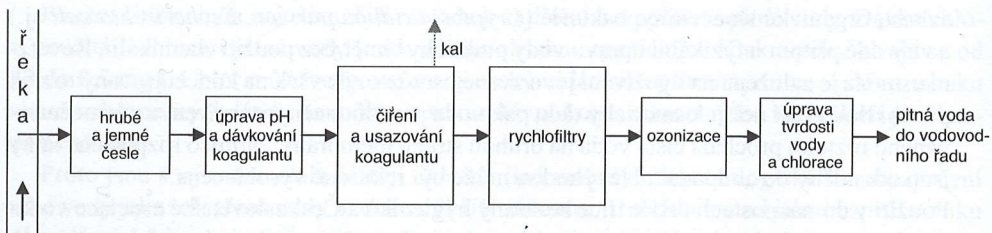
Příklad úpravy povrchové vody v Plzni a její hromadná distribuce (převzato z materiálu Vodárny Plzeň a.s., r. 2010):

Surová voda je odebírána z řeky přes **hrubé a jemné česle**, na nichž dochází k odloučení nejhrubších plovoucích a vznášejících se nečistot. Je čerpána do objektu chemie, kde se provádí **úprava pH pomocí vápenné vody** a dává se **koagulant síran hlinitý $Al_2(SO_4)_3$** . Po zhomogenizování a dokonalém rozmíchání je voda odváděna do dvanácti podzemních dvoupatrových **usazovacích nádrží**, jejichž vstupní část slouží jako flokulační nádrže, ve kterých za pomalého míchání probíhá vytváření velkých vloček hydroxidu hlinitého $Al(OH)_3$. Ve vlastních usazovacích nádržích probíhá usazování těchto vloček společně s nabalenými nečistotami. Odsazená voda odtéká do objektu filtrace, kde probíhá druhý stupeň separace ve vrstvě křemenného filtračního písku deseti **rychlofiltrů**. Filtrovaná voda je dále smíšena s filtrovanou vodou z úpravní vody ÚV II a společně odvedena do objektu ozonizace. V šesti **ozonizačních jednotkách** je nasycena ozónem O_3 a po zdržení v reakčních nádržích natéká do objektu akumulace. Zde probíhá dávkování vápenné vody a oxidu uhličitého CO_2 , které zabezpečuje ztvrdování upravené vody, a **chlór**, který zabezpečuje hygienickou nezávadnost vody po celou dobu její dopravy ke spotřebiteli. Upravená voda je pomocí čerpacích stanic čerpána z úpravní vody do vodojemů a odtud rozváděna ke spotřebitelům. Provoz úpravní vody je plně automatizován s řadou kontinuálních analyzátorů a dálkovým povelováním. Řízení je možné z centrálního dispečinku pomocí vizualizačního programu. Celková kapacita vodárny by měla postačit na mnoho let dopředu.

Vodovodním systémem je pak voda přečerpávána do několika retenčních nádrží rozmístěných v určitých částech města, odkud je pak samospádem nebo za pomoci čerpadel rozváděna do spotřebitelských zakončení vodovodní sítě.

Provizorní úprava vody

Tyto úpravy vody nepřipadají v úvahu jen za válečného konfliktu, ale i v situacích, kdy zdroji pitné vody z hlediska nezávadnosti nelze z různých důvodů důvěřovat.



Obr. 5 Schéma úpravy povrchové vody v Plzni

Zcela základní metodou je převařit vodu minimálně 20 minut. Další možností je aplikace dezinfekčních prostředků (manganistan, peroxid, persteril, savo, ...) avšak ne v koncentracích toxických pro člověka.

Správa vodovodního řadu

Vodovodním řadem je voda dopravována samospádem s využitím vodojemu nebo je dopravována za použití čerpadel, méně často za využití vlastního tlaku zdroje podzemní vody.

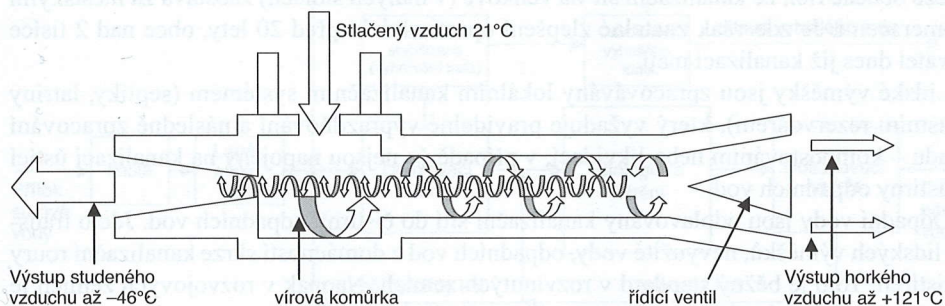
Vodovodní potrubí je třeba chránit před poškozením a okolní prostor (uložení) před kontaminací. Pokud je vodovodní potrubí vedeno souběžně s kanalizací a odpadním potrubím, musí být vedeny nad (výše uloženy) a voda musí proudit v potrubí pod tlakem. Pokud vznikne v potrubí podtlak je nebezpečí kontaminace vysoké.

Ke kontrole bezpečnosti patří pravidelné kontroly vzorků odebíraných z uživatelských zakončení a jejich testování na mikrobiologickou a chemickou kontaminaci.

13.1.8 Alternativní individuální zdroje pitné vody

V oblastech, kde je nedostatek zdrojů vody, používají armádní jednotky zařízení využívající principu **kondenzace vzdušné vlhkosti**. Základem tohoto zařízení je zdroj výrazně chladného vzduchu. Zařízení americké armády využívá principu tzv. vírové trubice objevené francouzským fyzikem (Georges Ranque) v roce 1928. Tato trubice byla znovu zkoumána o 12 let později Rudolfem Hilschem v USA a téměř zapomenuta, znovu ožít se dočkala v současnosti v rámci chladicí techniky. Vírová trubice je schopna získat chlad až $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$, potřebný pro kondenzaci vzdušné vlhkosti.

Princip vírové trubice: Stlačený vzduch vstupuje do tangenciálně vrtaného stacionárního generátoru (komůrky). V této části se vzduch pohybuje až rychlostí zvuku. Vzduch to nutí rotovat trubici podél vnitřní stěny směrem k horké výstupní trysce. Přitom je rychlost jeho rotace až 1.000.000 ot./min. Část tohoto vzduchu vystupuje přes jehlový ventil jako horký vzduch. Zbývající vzduch v trubici je tlačěn zpět středem proudu vzduchu, kde také rotuje, ale pomaleji. Vnitřní pomaleji se pohybující sloupec vzduchu přenechává teplo vnějšímu rychleji se pohybujícímu sloupci vzduchu. Pomaleji se pohybující vzduch prochází středem a vystupuje ven studenou tryskou. Na výstupu studeného vzduchu je až $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$. Množství a teplota studeného nebo horkého vzduchu vyráběného vírovou trubicí lze řídit ventilem na horké vzduchové trysce.



Obr. 6 Princip vírové trubice

Existující vojenské zařízení poskytuje 4500 litrů vody za den a při pohonu dieslovým agregátem jsou náklady 10 centů na litr (2 Kč/litr).

Takto získanou vodu je třeba obohatit na potřebný obsah minerálních látek a hygienicky zabezpečit její distribuci. V současné době provozované vojenské zařízení by bylo schopno poskytovat vodu pro zhruba 25 bytových jednotek při předpokládané spotřebě 166 litrů na den a domácnost. Vírová trubice je schopna vyrobenou vodu i ohřívat.

Pokud se podaří vyřešit pohon zdroje stlačeného vzduchu vírové trubice například silou větru, fotovoltaickou elektrárnou nebo silou malého vodního toku, je toto zařízení slibným zdrojem vody v pouštních oblastech nebo v oblastech, kde znečištění povrchových i spodních vod nedovoluje jejich použití jako zdroje pitné vody, a to za minimálních nákladů.

Současným omezením je malá kapacita, znemožňující hromadné zásobování. Přesto již v současnosti užití jako individuálního zdroje je možné.

Druhou alternativou je patent Dr. Max Whinstona představující zařízení poháněné pouze silou větru. V jeho návrhu má vlhký vzduch vstupovat do systému, kde je zchlazen poklesem tlaku za lopatkami turbíny. Chladný vzduch má vstupovat do komory opatřené kovovými deskami pokrytými hydrofóbním nátěrem. Po něm by kapičky vody měly neustále stékat do kolektoru. Skutečnou nákladovost a funkčnost i kapacitní možnosti ukáží až zkoušky sestaveného prototypu, který na svoji realizaci teprve čeká. Odborná veřejnost je k této druhé technologické alternativě oprávněně skeptická.

13.1.9 Odpadní vody

Odpady a odpadní vody mohou ohrožovat lidské zdraví přímým kontaktem nebo nepřímo kontaminací vod, spodních i povrchových či následně kontaminací potravinových řetězců, kam patří kontaminace půdy a pod.

Odpady nebo znečišťující látky představují **mikrobiologické nebezpečí** (bakterie, paraziti, viry), **chemické** (toxické látky, látky s hormonální aktivitou), **fyzikální** (prach, radioaktivní látky).

Na celém světě 4 miliardy průjemových onemocnění končí 2,2 miliony úmrtí. 200 milionů lidí má bilharziózu (tropické onemocnění parazitními motolicemi) a dalších 400 milionů lidí je infikováno i jinými střevními parazity. Tyto choroby mají souvislost s exkrementy, a tudíž i s odpady.

Péče o odpady, odpadní vody, kanalizaci je stejně důležitá jako péče o pitnou vodu.

Lze obecně říci, že kanalizační síť na venkově (v malých sídlech) zaostává za městskými aglomeracemi. Je zde však znatelné zlepšení oproti období před 20 lety, obce nad 2 tisíce obyvatel dnes již kanalizaci mají.

Lidské výměšky jsou zpracovávány lokálním kanalizačním systémem (septiky, latriny s vlastním rezervoárem), který vyžaduje pravidelné vyprazdňování a následné zpracování odpadu – kompostováním nebo likvidací, v případě že nejsou napojeny na kanalizaci ústící do čistírny odpadních vod.

Odpadní vody jsou odplavovány kanalizační sítí do čistírny odpadních vod. Jde o transport lidských výměšků, nevyužitě vody, odpadních vod z domácností skrze kanalizační roury do čistíren. Toto je běžný standard v rozvinutých zemích. Naopak v rozvojových zemích je jen méně jak 5 % odpadních vod zpracováno v čistírnách odpadních vod před tím, než jsou vypuštěny do životního prostředí.

Situace v rozvinutých zemích není stále vynikající, proto jsou nálezy koliformních bakterií běžnou realitou taktéž evropských řek.

Principy zpracování a čištění odpadních vod

Odpadní vody doputují do čistírny odpadních vod (dále ČOV), která **nejčastěji kombinuje mechanický a biologický způsob čištění** odpadních vod. Kromě čištění mechanického a biologického existují další možnosti, jako čištění chemické. Takto předčištěná voda je **vypouštěna do recipientů**, v kterých dochází k dočištění odpadních vod. Recipientem se míní přírodní území, které je příjemcem čištěné odpadní vody. Recipienty jsou u nás nejčastěji řeky. Protože při zpracování odpadních vod vznikají kaly a plynné produkty, jsou čistírny vybaveny zázemím na likvidaci a zpracování těchto produktů.

Princip mechanicko-biologické čistírny odpadních vod

Před vstupem do ČOV je umístěn **lapač velmi hrubých nečistot**. Kanalizace přináší i vodu z komunikací, která může obsahovat štěrk, cihly a jiné materiály, které jsou zachyceny.

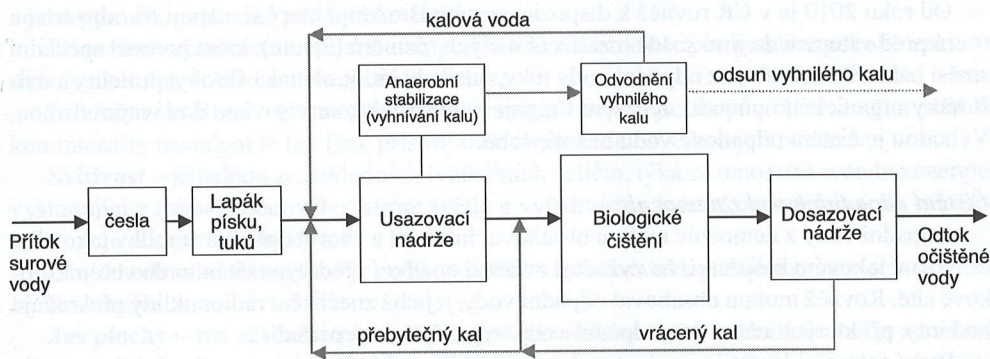
Další mechanickým „filtrem“ jsou **česla** podobná česlům u vodáren, které zachycují plouvající částičky a jsou mechanicky shrabovány.

V menších čistírnách se také někdy používají **dezintegrátory**, které hrubé nečistoty drtí.

Vhodným krokem je oddělit jemné částičky jako písek, využívá se buď prosté gravitace nebo odstředivé síly. Zachycený písek lze po promytí dále využít. S **lapačem písku** bývá často spojen **lapač tuků**, který využívá rozdílné hustoty nerozpuštěných organických látek, zachycené tuky se kompostují nebo spalují. Tento „předstupeň“ čistírny odpadních vod se též nazývá **ochranná část čistírny** odpadních vod.

Odpadní voda předpřipravená v ochranné části čistírny je dále poslána do **usazovací (kalové) nádrže**. Vzniklé kaly jsou pak následně dále zpracovány. Voda dále přechází k biologické očiště nazývané též **biologický aerobní stupeň**. Polutanty jsou z vody odstraňovány **pomocí mikroorganismů**. Je celá řada typů zařízení na biologické čištění. Tímto způsobem je **odstraněno značné množství látek organického původu i sloučenin dusíku a fosforu**. Tento stupeň bývá označován jako „aktivace“. Směs vody a hmoty s mikroorganismy pak přechází do dosazovací (dousazovací) nádrže, kde sedimentují.

Část sedimentu může být znovu užita v předchozím rezervoáru biologického čištění, zbytek je zpracován jako kal.



Obr. 7 Schéma čištění odpadních vod

U **velkých čistíren** může být ještě přítomen stupeň **anaerobního čištění** (v uzavřených nádržích), ve kterém anaerobní bakterie produkují různé plyny, jejichž směs je nazývána **bioplyn** (finální produkt metan), který lze dále využít pro provoz čistírny (např. vyhřívání těchto vyhnívacích nádrží). Zbylý (vyhnilý kal) se dá zpracovat na hnojivo nebo jako spalitelný odpad. **Tento stupeň bývá předřazen biologickému aerobnímu stupni** nebo je vyhrazen pro zpracování kalů ze sedimentačních nádrží. Takto pročištěná voda je vypouštěna zpravidla do řek nebo prochází ještě přes dosazovací nádrže, odkud pak odtéká do řeky (recipientu). Voda opouštějící čistírnu musí splňovat požadavky uvedené v nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací. Nařízení stanoví přípustné koncentrace a maximální koncentrace. Maximální koncentrace nesmí být nikdy překročeny.

Hodnocení čistícího procesu čistírny odpadních vod charakterizuje:

- a) snížení biologické a chemické spotřeby kyslíku (BSK a CHSK),
- b) snížení celkového dusíku (N_{celk}),
- c) snížení celkového fosforu (P_{celk}),
- d) zmenšení obsahu suspendovaných látek (nerozpuštěné látky – NL),
- e) zmenšení počtu bakterií přítomných v odpadních vodách (není rutinně zjišťováno).

Pozn.: pro průmyslové a vody s obsahem zvláště nebezpečných látek jsou stanoveny další látky a skupiny látek, které jsou sledovány.

ČR se zavázala vůči Evropské unii zajistit čištění městských odpadních vod v sídlech nad 2000 ekvivalentních obyvatel do konce roku 2010. Tento závazek nebyl v termínu splněn jen u několika desítek obcí.

Malé zařízení na čištění odpadních vod

Rodinné domy a menší podniky, hotely a malé obce mohou využít také „na klíč“ dodávaných menších ČOV v provedeních domácích čistíren (česla, usazování, aerace) či membránových domácích čistíren (anaerobní předčištění, bioreaktor se separací kalu), druhé jmenované dosahují vysoké čistící účinnosti (CHSK 95–98 %), dále kontejnerové čistírny (lze je vestavět do stávajících septiků) s větší kapacitou. Jde vlastně o zvětšené domácí čistírny. Tato zařízení malých rozměrů (jedna kruhová nebo obdélníková jen několik metrů velká nádoba rozdělená na jednotlivé technologické kompartmenty uložená v zemi) jsou řízeny počítačem a dosahují velmi dobrých čistících hodnot. Lze je pořídit v kapacitě pro 20 osob od 100 tis. Kč.

Od roku 2010 je v ČR rovněž k dispozici systém BioAmp, který se napojí na odpadovou rouru před vstupem do jímky. Jde o zařízení malých rozměrů (75 cm), které pomocí speciální směsi bakterií odstraňuje z odpadní vody tuky, dusíkaté látky, ale také škroby, proteiny a další látky organického původu. Zařízení funguje automaticky, servisováno dodávající firmou. Výhodou je čištění odpadové vody bez zápachu.

Čištění odpadních vod z nemocnic

Odpadní vody z nemocnic mohou obsahovat infekční a choroboplodné zárodky takového druhu a v takovém množství, že vyžadují zvláštní opatření před vypouštěním do veřejné stokové sítě. Rovněž mohou obsahovat odpadní vody, jejichž znečištění radionuklidy překračuje hodnoty, při kterých nelze tyto odpadní vody vypouštět do prostředí.

Proto tuto problematiku samostatně řeší ČSN 75 6406. Velké nemocnice by proto měly mít vlastní čistírny odpadních vod, s technologickými stupni odpovídajícími zatížení odpad-

ních vod s například stupněm předčištění odpadních vod, nebo kompletní – mechanické a biologické čištění odpadních vod, dezinfekce odpadních vod, kalové hospodářství.

zavřených
vána bio-
ání těchto
spalitelný
vyhrazen
zpravidla
cipientu).
2003 Sb.,
od, náleží-
Nařízení
nesmí být

no).
veny další

v sídlech
v termínu

“ dodáva-
membráno-
menované
je vestavět
to zařízení
rozdělená
a dosahují
č.

odpadovou
í speciální
einy a dal-
íci firmou.

y takového
eřejné sto-
překračuje

proto měly
ení odpad-