

HYGIENA

1. DEFINICE

Hygiena je dodržování zásad pro uchování zdraví. V původní terminologii se jednalo o obor zabývající se všemi faktory ovlivňujícími tělesné zdraví i duševní pohodu člověka; současné pojetí může toliko synonymem pro udržování čistoty.

- Z hlediska osobního se hygiena zabývá kvalitou vody a ostatních nápojů, potravin a stravování, oblečení, práce a tělesná námaha vůbec, spánek, čistota těla, užívání tabáku, narkotik atd. a duševní zdraví.
- Z hlediska veřejného se okruh zájmů oboru týká klimatických podmínek, půdy, charakteru stavebních materiálů a uspořádání obydlí, topení, větrání, odstraňování odpadů, lékařských znalostí o výskytu a prevenci chorob až po pohřbívání zemřelých (v tom se dotýká dalšího oboru, kterým je epidemiologie).

Za vnější znaky dobré hygieny je obvykle pokládána absence viditelné špíny (včetně prachu a skvrn na šatech) a zápachu. Od doby rozvoje mikrobiální teorie nemocí se termín hygiena používá pro jakoukoli činnost nebo opatření vedoucí k úplnému nebo částečnému omezení škodlivého působení mikrobů (baktérií, hub, virů atd.).

Dobrá hygiena pomáhá zdraví, kráse, pohodlí i sociálnímu styku. Přímou podporuje prevenci a izolování nemocí. (Tedy jste-li zdravý, dobrá hygiena vám pomůže vyhnout se nemoci a jste-li nemocen, dobrá hygiena může redukovat rozšiřování nákazy od vás na druhé.) Na druhou stranu přehnaná hygiena může vést ke snížení přirozené odolnosti a obranyschopnosti a ke zhoršení zdravotního stavu.

Mytí je nejčastější příklad hygienického chování a obvykle se provádí vodou a mýdlem nebo saponátem pomáhajícím odstranit mastnotu a narušit nečistotu aby mohla být umyta.

Hygienické zásady – časté mytí rukou nebo použití převařené (a tím sterilizované) vody v medicíně – mělo a dodnes má velký vliv na redukci šíření nemocí.

2. HISTORIE

Smysl pro osobní hygienu se možná zrodil z potřeby omývat krev z ran utržených při vzájemných soubojích o území či při lovu zvěře. Člověk se umyl při brodění řekou či při rybaření a přišel na to, že je mu to příjemné. Vše, co bylo lidem příjemné, spojovali s přízní bohů a z koupelí se tak staly očištné rituály. Vzpomeňme jen na věřící v Indii, nořící se do vod řeky Gangy.

Historie osobní hygieny, koupelen a lázní souvisí s kulturní úrovní národů. V dobách vyspělé staroegyptské, mínójské, etruské, řecké či římské civilizace se kult osobní hygieny stále rozvíjel. Historicky je například dokázána jedna z prvních koupelen na světě. Je z období mínójské kultury na ostrově Kréta. Koupelna patřila královně. Vana byla vyrobena z terakoty, ostře pálené keramické hlíny, pokryté barevnou glazurou. Uvážíme-li, že byla vyrobena v období kolem roku 1700 před naším letopočtem a jí podobné, smaltem pokrývané vany se začaly vyrábět až za více než 3500 let, v devatenáctém století, pak si její tvůrci zaslouží obdiv. Stejně tak jsou obdivuhodné mozaikové obklady vany a stěn krétské koupelny.

Ve starém Egyptě mívali faraoni vany, podobné spíše malým bazénkům.

Bohatí Římané mívali ve svých domech místnost zvanou balneum. Zprvu malou, prostou, se zděnou vanou, později již přepychovou koupelnu se zdobenou mramorovou vanou. Již v 1. století před naším letopočtem se v Římě začaly stavět veřejné lázně. Slavné byly například Agrippovy nebo Caracalovy lázně. Římané jim říkali thermy. Jejich výstavba souvisela i s budováním vodovodů - akvaduktů.

Budovy lázní tvořil celý komplex rozlehlých prostor. V apodyteriu byla šatna, oblékárna, kde návštěvníci odložili svůj oděv. Podle ročního období se šli Římané ochladit do frigidaria se studenou vodou nebo do tepidaria s vlažnou vodou. V caldarium byla voda velmi teplá až horká a laconicum byla parní lázeň. Celý areál měl vyhřívané kamenné podlahy, pod nimiž bylo tzv. hypocaustum, složitý systém kanálů horkovzdušného ústředního topení. Horký vzduch byl důmyslně vháněn do topných kanálů z centrálních ohnišť. Ve své době to bylo unikátní technické dílo.

Městské lázně sloužily nejen chudým, ale setkávaly se zde i významné osobnosti veřejného života. Vedla se zde důležitá obchodní či politická jednání, sjednávaly sňatky a podobně. Oblíbené byly i různé hostiny, při kterých Římané leželi na lehátkách okolo bazénků a diskutovali. Lázeň se stávala až obřadem. Nejprve bylo tělo omyto v tepidariu či caldariu. Poté se vstoupilo do laconia, aby se tělo v páře důkladně prohřálo. Následovala zkrášlovací masáž s vtíráním vonných olejů a mastí do pokožky. Krátká ochlazovací koupel ve frigidariu celou proceduru ukončila.

Srovnáme-li tuto vysokou úroveň osobní hygieny se stoletími následujícími po pádu Říma, vidíme značný úpadek. Přesto však lázně a koupele zcela nezanikly. U nás jsou doloženy například z 13. století. Jejich technická úroveň však značně upadla. Dřevěná kád' byla po mnoho staletí jedinou nádobou pro osobní hygienu. V pozdním středověku se nad kád' zavěšoval baldachýnový závěs. Zvyšoval intimitu koupele a udržoval teplejší vzduch nad kádí. V chladných středověkých sídlech to bylo nutností.

O středověkých veřejných lázních se dochovalo mnoho záznamů. Snad proto, že to bylo prostředí lehce pikantní. Lázně nemávaly dobrou pověst, neboť do nich chodili výhradně muži a obsluhováni byli na tehdejší dobu skromně oděnými lazebnicemi. Lázně čtrnáctého až šestnáctého století byly nejen střediskem tělesných rozkoší a osobní hygieny, ale také místem pro pěstění těla - holení, stříhání vlasů a vousů, zdravotnických služeb a zákroků. Bývalo zvykem zde podávat také občerstvení. Ovšem počestní občané a mravokárci měli dřevěnou kád' doma, většinou v prostorách, ve kterých se i pralo. Služebnictvo mělo mnoho práce s donášením a vynášením vody. Vždyť vodovod v té době neexistoval a kanalizace také ne. Proto veřejné lázně často vznikaly v blízkosti vodních toků.

S dějinami osobní hygieny a lázeňství souvisí i dějiny sexuální morálky. Až v polovině 18. století začal ustupovat vliv tvrdých náboženských zákonů uplynulých století a osobní hygiena přestávala být hříchem. Zatímco ve starověku se lidé běžně koupali nuzí, někdy i muži a ženy společně, ještě v 19. století byly koupací úbory podobné spíše šatům. Nebylo možné, aby se muži koupali společně se ženami, byť byli všichni oblečení. Až druhá polovina dvacátého století přinesla v tomto směru uvolnění, koupání s minimálním či žádným oděvem.

Ohřev vody býval problémem. Teplá voda se musela do kádí přinášet z ohnišť a kamen. Až v polovině 19. století se v koupelnách objevily ohřívací válce lázeňských kamen na uhlí. Určitá zásoba vody se v nich ohřála a vypustila do vany. Objevem nových zdrojů tepla, zvláště

svítiplynu a elektřiny, nastala i v této oblasti výrazná změna. Plynový ohřívač nebo elektrický zásobník - bojler - je dnes běžnou věcí. Je málo známou skutečností, že svítiplyn byl dlouho odpadem při výrobě koksu, poté sloužil výhradně ke svícení a až v polovině 19. století se začal využívat k topení. První ohřívač vody na svítiplyn vynalezl Angličan Benjamin Vaughan v roce 1868. O několik let později bylo toto zatím primitivní zařízení zdokonaleno firmou Junkers, která ohřívač vybavila kaučukovou membránou, ovládající automatické zapalování a zhášení plynu. Tento základní princip je používán dodnes. U nás první ohřívače vody tohoto druhu začala ve velkém vyrábět pod značkou Karma firma Karla Macháčka v Českém Brodě. Název karma se poté začal používat obecně pro ohřívač vody na plyn v bytě.

Elektrifikace umožnila rozvoj koupelen i na venkově, kde zmizely necky a plechová umyvadélka či škopky a objevily se elektrické ohřívače vody a s ním i moderní koupelny.

Současné moderní koupelny, díky technickým vymoženostem v podobě ústředního topení, teplé vody tekoucí z kohoutku, smaltovaných van a dalších, splňují vše, co kultura osobní hygieny vyžaduje.

V současnosti je velice oblíbené sprchování. Je však málo známo, že již ve starověkém Řecku byly k tomuto účelu používány ozdobné chrliče vody. Středověk neměl vodovody a proto nemohl mít ani sprchy. Až 18. století přineslo znovuzrození sprchy, ale k jejímu rozšíření napomohla až novodobá technika ohřívání vody.

4. KONCEPCE HYGIENY

Hygiena obecná

Zkoumá zákonitosti vztahů mezi člověkem a prostředím.

Hygiena komunikační

Sleduje životní podmínky a jejich vliv na zdraví člověka.

Hygiena práce

Zaměřuje se na vliv pracovních podmínek na zdraví člověka.

Hygienická výživa

Zkoumá působení výživy na zdraví, racionalizaci výživy a zdravotní nezávadnost potravin. Hygiena má řadu dalších disciplín (hygiena osobní, sociální, vojenská). Hygiena duševní (mentální), systém pravidel a návodů k udržení, prohloubení nebo obnovení duševního zdraví a rovnováhy.

7. HYGIENA PRÁCE

Obor hygieny práce se zabývá posuzováním práce a jejích vlivů na zdraví zaměstnance.

Základní činností oboru v rámci státního zdravotního dozoru je kontrola plnění zákonných povinností v oblasti ochrany zdraví při práci, což jsou zejména požadavky na provedení pracovišť, včetně osvětlení, větrání, zajištění vyhovujících mikroklimatických podmínek na pracovišti, dodržování hygienických limitů pro fyzikální faktory, chemické škodliviny a prach v pracovním prostředí, ale i dodržení limitů pro fyzickou zátěž, naplnění ergonomických požadavků pro pracovní místo a pracoviště, dodržování zásad pro práce s biologickými činiteli, vybavení pracovišť sanitárními a pomocnými zařízeními, zásobování pracovišť vodou, ale i zajištění závodní preventivní péče.

V souvislosti s tím je hodnoceno působení fyzikálních faktorů, např. hluku, vibrací, neionizujícího záření, mikroklimatických podmínek, chemických faktorů (chemické škodliviny), biologických faktorů (bakterie, viry) v pracovním prostředí na zdravotní stav pracovníků a posuzována technická, organizační a náhradní opatření provedená zaměstnavatelem ke snížení působení rizikových faktorů pracovního prostředí.

Zaměstnavatel je podle právních předpisů povinen provést hodnocení faktorů pracovního prostředí a zařadit podle výsledků hodnocení práci do kategorií. Návrh na zařazení prací do 3. a 4. kategorie spolu s návrhem opatření na ochranu zdraví při práci předkládá zaměstnavatel ve stanovených lhůtách k posouzení orgánu ochrany veřejného zdraví, který vydá rozhodnutí o zařazení práce do těchto kategorií a stanoví minimální lhůty a náplň lékařských preventivních prohlídek, případně minimální rozsah a termíny sledování faktorů pracovních podmínek a způsob sledování zátěže organismu rizikovými faktory pracovních podmínek.

U prací zařazovaných do kategorie 2. (spolu s údaji rozhodnými pro toto zařazení) je zaměstnavatel povinen tuto skutečnost neprodleně oznámit orgánu ochrany veřejného zdraví.

V tomto případě orgán ochrany veřejného zdraví rozhodnutí o zařazení práce do 2. kategorie nevydává.

Další činností oboru je kontrola nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a přípravky včetně projednávání písemných pravidel pro nakládání a přezkušování odborné způsobilosti pro nakládání s vysoce toxickými látkami a přípravky.

Součástí odborné činnosti odboru hygieny práce je ověřování podmínek vzniku onemocnění pro účely posuzování nemocí z povolání.

Pracovníci odboru v rámci preventivního hygienického dozoru (při posuzování projektové dokumentace) a při běžném hygienickém dozoru (kontrolní činnosti na pracovištích) vycházejí z těchto platných právních předpisů:

- zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů
- vyhlášky č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
- zákona č. 262/2006 Sb., zákoníku práce
- zákona č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovně právních 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)
- nařízení vlády 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením

Hygienické nároky na pracovní prostředí, kategorizace pracovišť

Vznik pracovního lékařství jako specializovaného oboru se datuje do roku 1700, kdy Bernardo Ramazzini vydal v italské Pavii pojednání o nemocech řemeslníků. V té době ještě nebyla obvyklá prevence nemocí z povolání, jednalo se více či méně o diagnostiku a terapii onemocnění.

V České republice se této problematice věnoval **prof. J. Teisinger**, který v roce 1952 založil Ústav hygieny práce a nemocí z povolání, v současnosti Centrum pracovního lékařství, byl to tedy jeden ze zakladatelů pracovního lékařství u nás.

Charakteristika a popisné pojmy

Profesiografie je popisná metoda, která udává charakteristiku určité profese a umožňuje bližší klasifikaci pracovního zatížení. **Pracovní zátěž** je faktor nebo soubor faktorů působících na lidský organizmus v pracovním procesu. **Časová analýza práce** je přehled o rozložení a době trvání pracovních operací a úkonů během směny, umožňuje časové hodnocení pracovní zátěže. **Kategorizace pracovišť** – v ČR je zaveden systém kategorizace prací (prováděcí vyhláškou k zákonu o ochraně veřejného zdraví), který je podle rizika rozděluje do čtyř kategorií. Kategorizace prací umožňuje souhrnné hodnocení úrovně zátěže zaměstnanců takovými faktory, které ze zdravotního hlediska rozhodují o kvalitě pracovních podmínek a které jsou charakteristické pro danou práci na konkrétním pracovišti a pro míru zabezpečení ochrany zdraví pracovníků.

Hodnocena je rizikovost těchto faktorů: prach, chemické látky, hluk, vibrace, neionizující záření a elektromagnetické pole, fyzická zátěž, pracovní poloha, zátěž teplem, zátěž chladem, psychická zátěž, zraková zátěž, práce s biologickými činiteli a práce ve zvýšeném tlaku vzduchu.

Užívá se 3 hlavních ukazatelů: úroveň pracovních podmínek, fyziologická a psychická odezva organismu a zdravotní stav pracovníků.

Obecná charakteristika stupňů zátěže

1. stupeň zátěže – minimální zdravotní riziko – faktor se při výkonu práce nevyskytuje nebo je zátěž faktorem minimální, z hlediska expozice faktoru optimální pracovní podmínky (zdravotní riziko minimální i pro hendikepované osoby, vliv faktoru je ze zdravotního hlediska nevýznamný)

2. stupeň zátěže – únosná míra zdravotního rizika – ze zdravotního hlediska je míra zátěže faktorem únosná, úroveň zátěže a faktorů nepřekračuje limity stanovené předpisy (vliv faktoru je akceptovatelný pro zdravého člověka, nelze vyloučit nepříznivý účinek faktoru na zdraví u vnímavých jedinců, tzn. není vždy zaručena plná pracovní pohoda pro všechny pracovníky).

3. stupeň zátěže – významná míra zdravotního rizika – úroveň zátěže překračuje stanovené limitní hodnoty expozice (zátěže), na pracovištích je nutná realizace náhradních technických a organizačních opatření. Charakterizováno:

1. na pracovišti jsou pracovní podmínky s nepříznivými vlivy na zdraví a sledované škodliviny překračují přípustné hodnoty
2. fyziologická a psychická odezva organismu svědčí pro zatížení, které vede už k ojedinělým funkčním poruchám; k restituci nedojde do počátku následující směny.
3. zdravot.stav pracovníků je charakterizován tím, že se výjimečně vyskytují nemoci z povolání nebo ohrožení nemoci z povolání

4. stupeň zátěže – vysoká míra zdravotního rizika – úroveň zátěže vysoce překračuje stanovené limitní hodnoty expozice, na pracovištích musí být dodržován soubor preventivních opatření (častěji dochází k profesionálnímu poškození zdraví)

1. na pracovišti jsou podmínky s nepříznivým vlivem na zdraví, škodliviny soustavně překračují přípustné hodnoty v rozsahu stanoveném v příloze.
2. fyziologická, popř. psychická odezva organismu svědčí pro vyčerpání kompenzačních mechanismů, vyžaduje dlouhotrvající dobu rehabilitace nebo pracovní přearování pracovníka.
3. zdravotní stav pracovníků je charakterizován tím, že se opakovaně vyskytují NzP.

Při výskytu karcinogenních látek se zařazují bez ohledu na místní podmínky do kategorie 4.

Využití údajů kategorizace

1. pro přehled a začleňování zdravých pracovníků i pracovníků se změněnou pracovní schopností.

2. jako podklad pro výkon hygienického dozoru.
3. pro stanovení obsahu a lhůt preventivních zdravotních prohlídek pracovníků na rizikových pracovištích. Na základě kategorizace byla přijata pro zaměstnance v kategorii 4 celostátní opatření – lázeňská péče, dovolená a pod.

Jako riziková pracoviště se vyhláší 3 a 4, dále pracoviště s výskytem karcinogenních látek a prac. s rizikem ionizujícího záření, umístěná v kontrolovaném pásmu. Riziková pracoviště jsou ta, na nichž je zvýšené nebezpečí pracovního úrazu, NzP, průmyslových otrav, ohrožení duševního zdraví nebo jiné poškození zdraví. Tato pracoviště vyhláší orgány hygienické služby z vlastního podnětu nebo na návrh organizace.

Typy práce

Práce fyzická dynamická (izotonická)

Pracuje-li sval pohybem, jde o práci **dynamickou** (izotonickou). Klade nároky na energetický metabolismus a uvolňování energie potřebné pro pohyb. Svaly využívají energii jednak aerobně z makroergních fosfátových vazeb, jednak anaerobně = oxidací glycidů a mastných kyselin. Dynamický typ práce se dělí na:

1. pozitivní – sval se zkracuje proti stálému nebo rostoucímu odporu, část energie ve svalu se přeměňuje v potenciální nebo kinetickou energii;
2. negativní – sval v průběhu kontrakce je tažen zevní silou, převážná část energie se mění v tepelnou.

Práce fyzická statická (izometrická)

Při této práci se nemění délka svalu, ale jeho napětí. Kromě energetických nároků se hodnotí i nároky na svalový kostní aparát. Časový a pohybový snímek vyjadřuje trvání statické zátěže a zapojení svalových skupin. Pomáhá při určení, zda vynakládaná síla nepřesahuje limit, tj. více než 15 % maximální svalové síly.

Práce s přesnou svalovou koordinací a práce monotónní

Typ tělesné práce, při které statická složka slouží k udržování pracovní polohy a pozice při práci a dynamická práce je vykonávána menšími svalovými skupinami svalů ruky. Vyžaduje nervosvalovou koordinaci. Klade velké nároky na manuální zručnost a často vyžaduje souhru pohybů končetin a stroje. Pravidelné opakování omezeného počtu pohybů v krátkém časovém intervalu (práce u pásu s vynuceným rytmem) vyvolává monotonii. Opakované dráždění ohraničeného okrsku **kůry mozkové** vyvolává útlum rychleji než podráždění širší obl. To se projeví rychlejším nástupem **únavy**, snížením **pozornosti**, **ospalostí**, **duševní otupělostí**, snížením celkové **výkonnosti**, zvyšováním počtu chybných úkonů a úrazů. Pro hodnocení stupně monotónních podmínek se užívají nejčastěji 2 kritéria: trvání a počet pohybových úkonů v pracovní směně.

Práce smyslová

Práce, při které je potřeba rozeznávat kvality podnětů různých intenzit z prostředí. Klade velké nároky na **činnost smyslových orgánů**, nejčastěji na zrakový a sluchový analyzátor. Při zrakové práci je nejvíce využívána rozlišovací schopnost (závisí na zrakové ostrosti, schopnosti vnímat barvy a hloubkovém vnímání). Zraková únava se projevuje snížením rozlišovací schopnosti, zhoršováním akomodace, pocitem zamlžení, diplopií. Sluchový analyzátor umožňuje vnímání změn akustického tlaku. Zvuk má vliv na CNS, nedostatek podnětů vede k únavě, ospalosti, stimulačně působí zvuky se signálním významem. Intenzivní hluk působí na tonus **vegetativního nervstva** a ovlivňuje i činnost kůry mozkové. Sluchová únava se projevuje přechodným zvýšením prahu slyšitelnosti tj. poklesem **sluchové ostrosti**.

Manipulace s břemeny

Při této práci je nutno zohlednit několik kritérií:

1. pohlaví (u žen těhotenství) – u žen max. hmotnost břemena je 15 kg, u mužů 50 kg (mezi 18–29 lety);

2. věk – maximální hmotnost břemena klesá s rostoucím věkem, u žen je například v 45 letech 10 kg, u mužů 40kg;
3. fyzická zdatnost;
4. aktuální zdravotní stav (těhotné: soustavné zdvihání břemen do 5 kg, občasné do 10 kg);
5. jiné: horizontální vzdálenost břemene od těla při zvedání, délka a směr pohybu břemene, frekvence zvedání za časovou jednotku, pracovní poloha a časová charakteristika manipulace, způsob uchopení břemene, úchopové možnosti.

Duševní práce

Klade nároky na CNS a psychiku člověka. Namáhavost této práce se dá hodnotit velmi obtížně, závisí na individuálních vlastnostech a schopnostech pracovníka, uplatňují se i zevní faktory (častý kontakt s lidmi, zodpovědnost za velké materiální hodnoty, za lidské životy, časová tíseň).

Práce v nočních směnách

Je namáhavější než v denních hodinách, protože v souladu s biorytmem klesá aktivity většiny funkcí. **Zdravotními kontraindikacemi pro práci v noci je věk do 18 let, těhotenství, laktace, chronické onemocnění GIT, KVO, endokrinní onemocnění, psychické onemocnění.**

Rizika při práci

Při práci v rizikovém prostředí musíme správně ohodnotit riziko, kterému je zaměstnanec vystaven:

Hodnocení rizika (risk assessment) je proces určení rizika pro zdraví a bezpečnost pracovníka při práci v důsledku okolností přítomného nebezpečí na pracovišti, který zahrnuje:

1. prevenci rizik při práci,
2. poskytnutí informace pracovníkům,
3. poskytnutí výcviku pracovníkům,
4. organizaci a zavedení potřebných opatření.

Neeliminovatelné riziko musí být redukováno a redukované riziko kontrolováno a znovuhodnoceno!

EVROPSKÉ SPOLEČENSTVÍ vydalo SMĚRNICE RADY EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ 89/391/EEC o zavádění opatření ke zlepšení bezpečnosti a ochrany zaměstnanců při práci.

Terminologie

- **Expozice** (exposure) je vystavení organismu působení faktorů prostředí (například hluku, vibracím, prachu, záření) nebo účinkům látky. V úvahu se bere objektivně zjištěná (změřená) hodnota zátěže faktory pracovního prostředí a doba, po kterou je v práci člověk této zátěži vystaven.
- **Nebezpečí** (hazard) je vnitřní vlastnost nebo schopnost materiálu, zařízení, pracovní metody a praxe s potenciálem způsobit škodu.
- **Riziko** (risk) je pravděpodobnost způsobení škody v podmínkách užití či expozice, a možný rozsah škody.

Postup hodnocení rizika při práci

1. Určení nebezpečí.
2. Určení pracovníků v potenciálním riziku.
3. Kvalitativní a kvantitativní stanovení rizika.
4. Rozhodnutí, zda riziko může či nemůže být odstraněno.
5. Rozhodnutí o dalších opatřeních zaměřených k prevenci či k redukci rizik.

Příklady pracovních situací a aktivit pro hodnocení rizik

- Užití pracovních zařízení (točivé a pohybující se stroje, volně pohyblivé materiály, dopravní stroje, nebezpečí exploze a požáru, možnost pádu).
- Pracovní činnost a uspořádání prostor (nebezpečné povrchy, práce ve výškách, uzavřené prostory, vliv užívání ochranných pomůcek,...).
- Užití elektřiny.
- Expozice látkám škodlivým lidskému zdraví (inhalace, ingesce a kožní absorpce nebezpečných materiálů, užití hořlavin a výbušnin, asfyxie, přítomnost žiravin, reaktivní a nestabilní látky, senzibilizátory).
- Expozice fyzikálním škodlivinám (elektromagnetické záření – tepelné, světelné, rtg, ionizující; lasery, hluk a ultrazvuk, mechanické vibrace, horké a chladné látky, kapaliny pod tlakem).
- Expozice biologickým činitelům (nezáměrné a neúmyslné expozice mikroorganismům, exo- a endotoxinům, přítomnost alergenů, legionel).
- Faktory životního prostředí a klimatu (osvětlení, teplota, vlhkost, proudění, ventilace, polutanty).
- Interakce pracoviště a humánních faktorů (normy chování, motivace k bezpečné práci, ergonomie).
- Psychologické faktory (monotonie, klaustrofobie, samostatná práce, ...).
- Organizace práce.
- Různé faktory.

Pracovní zátěž

Pracovní zátěž je soubor vlivů a faktorů, které na organismus zdravého člověka působí při vlastním výkonu práce nebo v pracovním prostředí. Tyto vlivy sleduje fyziologie práce. Hledá horní hranici zatížení, které jedinec snese bez poškození zdraví a bez zkrácení pracovního věku.

Metody zjišťování a hodnocení energetického výdeje při práci

1. **Terénní** – je zatíženo chybou (až 30 %), ale nevyžaduje složité přístrojové zázemí.
2. **Laboratorní** – zjišťování svalové námahy měřením intenzity plicní ventilace (ventilometrie), výměny plynů v plicích (nepřímá kalorimetrie).

Stanovení energetického výdeje nepřímou kalorimetrií

Měříme minutovou plicní ventilaci a ve vydechovaném vzduchu stanovíme koncentraci O₂ a CO₂. Z minutové spotřeby O₂ pomocí respiračního kvocientu a energetického ekvivalentu vypočteme množství vydané energie (brutto). Chceme-li znát čistý (netto) energetický výdej, musíme od výsledku odečíst hodnotu bazálního metabolismu (6500 kJ).

Odhad energetického výdeje dle minutové ventilace plic – ventilometrie

Využívá poznatku, že existuje těsná korelace mezi ventilací a spotřebou O₂. Předpokladem je, že sledujeme zdravou osobu, která nehyperventiluje a vykonává hlavně dynamickou práci, plicní ventilace je v rozmezí 10–40 litrů za minutu a práce je vykonávána v podmínkách, které umožňují snadnou termoregulaci. Výdej energie se vypočte vynásobením korigované plicní ventilace faktorem 0,837 (při vyjadřování v kJ/min.)

Odhad energetického výdeje dle tepové frekvence

Tepová frekvence je přímo závislá na intenzitě metabolismu. U zdravých lidí představuje vzestup pracovní tepové frekvence o 10 tepů za minutu výdej energie 4,2 kJ. Metody měření TF: palpační metoda po ukončení činnosti, auskultační metoda po ukončení činnosti, telemetrické měření během činnosti.

Odhad energetického výdeje z tabelárních hodnot

Tabulky výdeje energie na práci umožňují posouzení pracovní zátěže bez složitějších měření. U nás se používají Spitzer–Hettingerovy tabulky upravené Žáčkem. Údaje z časového snímku dne se násobí odpovídající hodnotou energetického výdeje dle tabulek. Součet všech hodnot za jeden pracovní den je celosměnný energetický výdej. Je nutné provést co nejpřesnější časový snímek pracovního dne.

Hodnocení výsledků měření energetického výdeje při práci

Fyzickou namáhavost hodnotíme dle spotřeby energie, respektive nutným energetickým výdejem hodnoceným v MJ (megajoulech).

Limitní hodnoty energetického výdeje za pracovní směnu:

Ženy 18–29 let: 5,1 MJ (povoleno max. 6,1 MJ), muži 8,25 MJ (povoleno 9,9 MJ). Pro hodnocení směnové zátěže je důležité znát i doby odpočinkových časů, četnost pohybů, pracovní polohy a řešení pracovního místa.

Práce dlouhodobě únosná:

Pracovní energetický výdej nepřesahuje hodnotu ekvivalentní 33 % VO_2 max, resp. maximálního výkonu. Tyto práce mohou být vykonávány po celý pracovní věk bez negativního vlivu na zdraví. Tato hodnota může být občas bez škodlivých vlivů krátkodobě překročena, ale maximálně do hodnoty ekvivalentní 70 % VO_2 max a za předpokladu, že nebude překročen limit pro celoroční výdej energie.

Průměrný celosměnový energetický výdej:

Pracovní energetický výdej vydávaný průměrně za jednu směnu v období jednoho roku, tj. během 235 pracovních dnů při pětidenním pracovním týdnem.

Přípustný celosměnový energetický výdej:

Je limitován pracovním energetickým výdejem, který nemá přesáhnout hodnotu ekvivalentní 37 % VO_2 max.

Zjišťování a hodnocení termoregulační námahy

Za nutnosti termoregulace pracovní výkon podstatně klesá, a to v závislosti na velikosti zatížení a na klimatických podmínkách. Při práci dochází ke značné tvorbě tepla; výdej tepla se ale opožděje za tvorbou, hlavně při práci v horkém prostředí. V takovém případě se tělesná teplota zvyšuje o 0,5–1,0 °C, někdy i více a spolupůsobí na vzniku únavy.

Měření ztrát tekutin v horkých provozech:

Před směnou zvážíme pracovníka a dále v průběhu směny zvážíme jídlo a nápoje, moč a stolici. Na konci směny zvážíme pracovníka podruhé. Ztrátu tekutin (Z) vypočítáme ze vzorce: $Z = (V1 + P + N) - (V2 + M + S)$, kde $V1$ – váha před směnou, P – množství přijaté potravy, N – množství vypitých nápojů, $V2$ – váha po směně, M – množství vyloučené moči, S – váha stolice (paušálně 150 g). Pro posouzení pitného režimu je nutné znát procento úhrady ztracených tekutin U , které vypočteme $U = N / Z \times 100$ (%).

Hodnocení výsledků měření ztrát tekutin:

Za práci v horku považujeme pracovní proces, který je zdrojem takového tepelného zatížení, že jeho vlivem ztrácí pracovníci více než 1 litr tekutin za směnu. Ztráta tekutin nad 3 l za směnu odpovídá již větší tepelné zátěži. Ztráty nad 4 l za směnu jsou velmi závažné a nutí k úpravě tepelných poměrů na pracovišti nebo ke změně pracovního režimu. Tekutiny mají být v průběhu směny uhrazeny vhodnými nápoji v rozmezí 70–85 % celkové ztráty. Při ztrátách do 3 l za směnu není třeba mimořádně doplňovat NaCl.

Podpora zdraví v podnicích

Jedná se o úsilí zaměstnavatele, ale i jeho zaměstnanců (a tím celé pracovní společnosti) nejen o předcházení nemocí, ale především o zlepšení fyzického i duševního zdraví a pracovní pohody (zaměstnanců i zaměstnavatele). Je založena na pochopení významu, změně postojů a dobrovolné změně chování. Součástí může být i podpora zdraví rodin zaměstnanců.

Jako kýžený vedlejší produkt tohoto úsilí se zaměstnavateli nabízí:

- **zvýšení produktivity práce**
- snížení absencí
- zvýšení pracovní morálky
- redukce stresu
- zlepšení kvality života zaměstnanců
- optimalizace správné výrobní praxe

Způsoby podpory zdraví

Existuje několik obecně platných zásad, jak podnik může pozitivně ovlivnit zdraví svých zaměstnanců. Všechna taková opatření by ale měl konzultovat se závodním lékařem. V praxi jde o prevenci a kontrolu obezity, nádorových, kardiovaskulárních a metabolických onemocnění.

1. **Tělesný pohyb** – vhodný tělesný pohyb může kompenzovat jednostrannou pracovní zátěž. Podnik může vybudovat tělocvičnu nebo posilovnu pro zaměstnance, nebo jim poskytnout poukázky na plavání či jiné sporty. Dále může podporovat místní sportovní akce, vytvořit vlastní sportovní oddíl.
2. **Zlepšit kvalitu stravování** – ideálním nástrojem se jeví být závodní jídelna podniku. Nabízet sortiment potravin s nižším obsahem tuku a sacharidů, zvýšit příjem zeleniny a ovoce, omezit slazené limonády. Další možností je taky ovlivnit sortiment potravin nabízených zaměstnancům v bufetu nebo prodejně potravin v areálu podniku.
3. **Pěstovat dobré psychosociální klima na pracovišti** – základ pro spokojenost zaměstnanců. Přítomnost stresu na pracovišti může být způsobena i chybným zařazením zaměstnance, který nezvládá úkoly mu svěřené, nebo naopak když zaměstnanec nemůže své schopnosti plně rozvinout. Obecně platí, že se zvyšujícími se nároky na práci stoupá i stres. Situaci často vyřeší spolupráce s psychologem. Součástí je i prevence závislostí (kouření cigaret, alkoholismus) a péče o příjemný vzhled pracovního prostředí.

Je nutné, aby taková opatření nebyla vykonávána jednotlivě, vytrženě z kontextu, jinak ztratí smysl. Podpora zdraví v podniku znamená souhrn systematických opatření, která zahrnují nejlépe všechny výše uvedené položky. Nezbytně nutná je podpora vedení podniku (jít příkladem) a podpora závodního lékaře.

Trocha historie

Za průkopníka v této oblasti je považován **Tomáš Baťa**, který ve svých podnicích rozvíjel komplexní péči o zaměstnance. Kromě zajištění kvalitního bydlení v blízkosti práce a závodní zdravotní péče taky rozvíjel mimopracovní činnosti a vzdělání zaměstnanců i jejich rodin.

Ergonomie

Ergonomie studuje vztahy mezi člověkem, pracovním předmětem a pracovním prostředím. Součástí ochrany zdraví a života pracovníků je ovlivňování rizikových faktorů. Kromě rizikových faktorů **fyzikálních**, **chemických** a **biologických** bereme v úvahu také faktory **ergonomické**. Ergonomické faktory souvisejí s vybaveností a s výkonnou kapacitou člověka. Řadíme zde:

- tělesnou stavbu, rozměry těla a končetin, rozsah pohybů;
- pohybové stereotypy (dráhy, přesnost, rychlost);
- svalovou sílu a tělesnou zdatnost v závislosti na věku a pohlaví;
- kapacitu smyslových orgánů;
- myšlenkové procesy a funkce (paměť, představivost, zátěžová tolerance, spolehlivost apod.).

Ergonomické poznatky jsou aplikovány při stavbě průmyslových objektů, při konstrukci strojů a nástrojů a při zavádění nových technologií.

Nerespektování ergonomických požadavků může vést ke zvýšení počtu pracovních úrazů, nemocí z povolání nebo ohrožení nemocí z povolání. Navíc se snižuje výkonnost pracovníků a kvalita práce.

Nejdůležitější ergonomické zásady na pracovišti

- adekvátní plošné a prostorové rozměry pracovních míst a pracovišť;
- vhodnou pracovní polohu;
- vyvážené pracovní pohyby.

5. HYGIENA KAŽDODENNÍHO ŽIVOTA

Prostředí a zdraví

Člověk tvoří s prostředím **dynamický systém** vázaný výměnou látek, zprostředkovanou jak příjmem potravy a vody, tak ovzduším. Prostředí působí na člověka

zejména svým vlivem na zdravotní stav somatický či psychický, na hospodářské činnosti člověka, na civilizační a kulturní úroveň i na vytváření jeho životního stylu.

Složení prostředí

Prostředí je tvořeno složkami (konstituenty):

- přírodními – půdou, vodou, ovzduším, florou, faunou;
- umělými (antropogenními) – stavby, dopravní prostředky;
- sociálními tj. lidmi, kteří působí na prostředí.

Jako **faktory prostředí** označujeme:

- teplotu,
- záření,
- hlučnost,
- prašnost.

Z funkčního hlediska podle převládající činnosti, rozlišujeme prostředí:

- obytné,
- pracovní,
- rekreační, etc.

Podle přítomnosti převažujících složek rozlišujeme prostředí na

- přirozené,
- kultivované (zemědělská krajina, parky apod.),
- umělé (v družicích obsazených kosmonauty).

Prostředí se projevuje ve svém ovlivnění na člověka mnoha stránkami (funkcemi). Je to např. stránka **zdravotní, estetická, psychologická, ekonomická, užitková** apod. Zdravotní stránka odráží negativní vlivy vyvolané znečištěním základních složek prostředí, v úzké souvislosti se zvyšováním neuropsychické zátěže.

Úroveň prostředí se stále více stává odrazem péče společnosti o člověka a stává se tak politickou záležitostí prvořadého významu.

Péče o prostředí z hlediska hygieny

Uplatňování hygienických požadavků v péči o životní prostředí se opírá o znalost vlivů, které prostředí vykonává na lidské zdraví. Zdraví přitom rozumíme podle definice Světové zdravotnické organizace nejen jako absence nemoci, ale i jako status tělesné, duševní a sociální pohody.

Účinky prostředí se prolínají se způsobem života i v působení na zdravotní stav tak těsně, že v běžných podmínkách je často nesmírně obtížné určit jejich reálný podíl na zjištěném stavu. Ve Spojených státech např. podnikli v 50. letech 20. století pokus o výzkum vztahu mezi úrovní bydlení a zdravotním stavem obyvatelstva. Po dvouletém sledování zdravotního stavu přestěhovali velkou skupinu obyvatel z nevyhovujících brlohů do nových moderních bytů. Při kontrole po dalších dvou letech se ukázalo, že jejich zdravotní stav se oproti době před přestěhováním zhoršil. Podrobný rozbor ukázal, že příčina tkví ve změně životního stylu, kdy zvýšení výdajů na nájem, šatstvo, zařízení a některé další výdaje, vedly k takovému zhoršení výživy u sledované skupiny, že došlo ke zhoršení zdravotního stavu.

Při vývoji výroby je nezbytně potřeba dát určitý podíl prostředků na péči o prostředí. V 50. a 60. letech byla konkurence japonských firem na světových trzích zvyšována tím, že průmysl v Japonsku byly zatěžovány nižšími náklady na výrobu na úkor ochrany pracovníků před zápornými vlivy výrobního procesu. Následek této situace byla skutečnost, že nová, do té doby neznámá onemocnění dostávala právě japonská jména, minamatská nemoc i otrava alkylovanou rtuť, itai-itai (chronická otrava kadmíem), nemoc yusho (otrava rýžovým olejem kontaminovaným polychlorovanými bifenyly).

Příklad, k čemu vede odkládání investic nezbytných pro ochranu prostředí a pro ochranu zdraví člověka před důsledky jeho znečištění, je i u nás. Severozápadní Čechy a severní Morava byly spolu s územím Německa a Polska označovány jako „špinavý trojúhelník“ jednou z nejvíce znečištěných oblastí. Řada našich měst buď nečistí odpadní vody vůbec nebo je kapacita městských kanalizačních čistíren nedostatečná. Z hlediska zdravotního stavu naší populace v této souvislosti nelze přehlédnout, že spolu s bývalými socialistickými zeměmi patříme ke státům s nejkratším věkem dožití v Evropě, zejména u mužů.

Vyhodnocení **ekologických** a **zdravotních rizik** plánovaných projektů průmyslových, dopravních či jiných stavebních aktivit se stává nezbytnou součástí jejich **auditů** – je prováděno okresními či krajskými hygieniky v rámci preventivního dozoru. Zatímco počáteční fáze hodnocení rizika, jmenovitě jeho identifikace a hodnocení expozice, má ryze přírodovědný charakter, vlastní hodnocení rizika, jež zahrnuje v rostoucí míře arbitrární hlediska (např. koeficienty bezpečnosti), dále jeho sdělování (**risk communication**) a hlavně jeho kontrolu, či lépe zvládání (**risk management**). Nezanedbatelnou složkou tohoto systému hledisek, nebo prostě etap hodnocení, je to, jak vnímá či hodnotí příslušné riziko populace, která mu bude či již je vystavena.

Případ Skrunda Roku 1967 byla uvedena v činnost radarová stanice ve **Skrundě** (Litva). Tato stanice obklopená lesy nevzbuzovala po desetiletí provozu žádnou pozornost z hlediska možných zdravotních problémů obsluhy, obyvatelstva žijícího v blízkosti vojenského prostoru o rozloze 1 500 ha. Problémy začaly, když v době rostoucích otevřených protisovětských nálad v letech 1990-91 se nad korunami stromů objevila stále rostoucí nová budova (dosahující 19 pater) určená pro umístění radaru nové generace, který měl dřívější radarové stanice doplnit a později nahradit. Postupně s jejím růstem rostly i stížnosti obyvatel – začaly se objevovat **neuropsychické obtíže**, **zhoubné novotvary** a **kongenitální malformace**, z čehož byla obviňována nová, nedostavěná stanice. Komise, která se problémem zabývala, dospěla k závěru, že nebyly zjištěny žádné poznatky potvrzující negativní účinky na zdraví lidí – ale tento závěr byl vzápětí politicky zpochybněn. Po odstranění budovy stížnosti ustaly, přestože stará stanice zůstala v provozu, a to do r. 1999. Jednalo se tudíž o *kolektivní hysterii při skutečné či jen předpokládané expozici toxické látky*.

Černobylská havárie Jako další příklad můžeme uvést černobylskou havárii, kde kromě zvýšení incidence karcinomu štítné žlázy nebyl prokázán další vliv této katastrofy na obyvatelstvo. Problémy daného obyvatelstva spatřujeme ne v důsledku radiace, ale z důvodu psychické škody vyvolané nedostatkem informací jak bezprostředně po havárii, tak i v průběhu dalšího období, v obavách o možné pozdní zdravotní následky. Jejich společným jmenovatelem je psychická infekce (zde úzkost smíšená s hostilitou k sovětské moci). Jak úzkost, tak kolektivní semknutí proti nepříteli, připravuje terén pro větší sugestibilitu – ta je potom odpovědná za podobnost až uniformitu příznaků v podobných epidemiích. Příznaky v

takovém případě můžeme považovat za objektivní v tom smyslu, že pacienti jimi opravdu trpí: nejistota týkající se budoucnosti vede k chronické únavě, bolestem hlavy, nespavosti a mnoha subakutním vegetativním projevům.

Termín SOMATIZACE zavedená MKN-10 popisuje důsledky **dualistického rozdělení člověka na tělo a duši**. **Kmen mozku** a limbický systém jsou těmi strukturami, kde se psychické procesy somatizují = projevují se zcela materiálně ve formě **vegetativní a motorické** reakce. V dalším vývoji sehraává významnou roli výkladový model postiženého, který v daném případě je **xenochtonní** (příčina všech obtíží přichází zvenčí) a je postiženému jasná (radar). Lineárně kauzální model pak dovolí zvrát příčin a následků do podoby: zevní noxa – zdravotní postižení – narůstající úzkost, ale více odpovídá posloupnost narůstající úzkost – vegetativní doprovod – projekce navenek.

Znečištění ovzduší

Dospělý člověk potřebuje denně kolem **15 kg vzduchu**, z nichž se při klidném dýchání asi **1/2 kg kyslíku** vstřebává do krve a je metabolizováno v těle. Ve srovnání s **denní spotřebou** přibližně **1,5 kg potravin** a asi **2 l vody** k pitným účelům je to značné množství. Člověk je až na výjimečné případy vždy odkázán na ovzduší, ve kterém se bezprostředně nachází bez možnosti jakéhokoliv výběru. *Zjednodušeně lze říci, že člověk může být 5 týdnů bez potravy, 5 dnů bez vody, ale jen 5 minut bez vzduchu.* Dýchací systém je branou, jíž do organismu vstupují nejen **plyny** tvořící normální ovzduší, ale i **plynné imise**, které se dostanou do ovzduší jako znečišťující látky škodlivé až toxické pro organismus. Do organismu se dostávají **tuhé imise** (prach, popílek, saze) a **mikroorganismy** (baktérie, viry, spory plísní apod.). Při tom mají velký význam také fyzikální vlastnosti ovzduší (teplota, vlhkost, ionizace, **barometrický tlak** aj.). Vedle plyných elementů obsahuje vzduch vodní páry, jejichž obsah kolísá od 2 do 3 objemových procent.

Plynné složky ovzduší

Při normálním tlaku vzduchu se nedostatek kyslíku začíná projevovat zřetelnými obtížemi až tehdy, když koncentrace kyslíku klesne na **10–12 objemových procent**. Bezvědomí, které obvykle bez pomoci končí smrtí v důsledku ochrnutí dýchacího centra nastává přibližně při koncentraci kyslíku odpovídající asi 7 %. **Oxid uhličitý** se z hlediska působení na člověka začíná projevovat až při koncentraci kolem 2 % snížením pozornosti a snížením schopnosti rozhodovat se,

- při koncentraci kolem 4–6 % se objevuje prohloubení dýchání, bolesti hlavy, apatie
- okolo 10 % koncentrace CO² dochází ke smrti. Oxid uhličitý se používá také jako indikátor znečištění atmosféry místností pobytem člověka. Hraniční hodnota se pohybuje mezi 0,07 až 0,15 %

Dusík za normálního tlaku prakticky nemá fyziologický význam, při vyšším tlaku je, jak známo, příčinou tzv. kesonové nemoci, která vzniká tehdy, jestliže člověk byl po určitou dobu vystaven vyššímu tlaku vzduchu a je rychle dekomprimován. V takovém případě dusík se vyloučí v podobě bublinek, které mohou způsobit až smrt, v důsledku **plynové embolie**, zvláště mozkových cév. Vytvoření umělé atmosféry v přetlakovém prostoru je jednou z možností, jak předejít tomuto riziku. V níž dusík je nahrazen héliem, které je v krvi méně rozpustné.

Kromě stálých složek atmosféry se v něm nacházejí **další komponenty** přirozeného původu, jejichž koncentrace značně kolísají. Jsou to vedle již zmíněné **vodní páry**, **oxidy dusíku** a **ozón** vznikající za bouří v elektrických výbojích, **oxid siřičitý**, **fluorovodík** a **chlorovodík** vulkanického původu, **sulfan** z výronů kyselého přírodního plynu, ze sopek nebo jako produkt činnosti sirných bakterií. **Prach a aerosoly** přirozeného původu v ovzduší představují **solné částice** pocházející z mořské vody, různé typy kondenzačních jader, půdní a rostlinné části, z nichž zejména rostlinné pyly mají z hlediska zdravotního pro nezanedbatelnou část populace značný význam, spóry bakterií apod. Koncentrace těchto látek jsou zpravidla velmi nízké.

Nad mořskou hladinou lze najít nejmenší koncentrace částic v ovzduší (4 µg částic na 1 m³ převážně soli). Ve vzduchu nad venkovskými oblastmi bylo stanoveno kolem **40 µg** částic na 1 m³, zatímco v místech nahromadění průmyslu se vyskytují hodnoty dosahující 100 i tisícinásobné výše.

V atmosféře mimo těchto přirozených složek vyskytují v různém množství další plynné příměsi, nebo příměsi kapalné či pevné, které jsou v poměrně nízkých koncentracích. Zatímco **dusíku** je v normálním ovzduší asi **78 objemových procent**, **kyslíku** pak asi **20 %**, je **oxidu siřičitého**, který se do ovzduší dostává např. s kouřovými emisemi ze spalování uhlí asi kolem **1 desetitisíciny objemového %**. Tyto příměsi jsou označovány jako znečištění ovzduší, většinou biologicky hodně agresivní s nepříznivým vlivem na zdravotní stav lidí.

Tlak vzduchu

Stejně jako jakákoliv jiná látka má vzduch svou **hmotnost**, která se projevuje **měřitelným tlakem**. Je poměrně značný – **1,033 kg. cm⁻²** (nebo podle starého způsobu vyjadřování 760 mm rtuťového sloupce), tj. **101,3 kPa při 0 °C na mořské hladině**. Kolísání kolem této hodnoty nepřevyšuje obvykle 2,6–4 kPa a pro zdravého člověka je prakticky nepozorovatelné. Veliký význam tlaku vzduchu pro člověka vyplývá z adaptace všech funkcí spojených s dýcháním parciálnímu tlaku složek ovzduší, jaké jsou při tlaku vzduchu okolo 100 kPa. Rozhodující je **parciální tlak kyslíku**, který činí **21,3 kPa**. Ve výšce **5000 m** nad mořem při atmosférickém tlaku **54 kPa** je parciální tlak kyslíku jen **11,3 kPa** a ve výšce **10 000 m** nad mořem je **5,6 kPa**. S poklesem parciálního tlaku kyslíku v ovzduší klesá i jeho tlak v alveolárním vzduchu. Pokles je však větší než odpovídá poklesu v zevním ovzduší. Disproporce je vyvolána tím, že množství oxidu uhličitého a vodních par v alveolárním vzduchu neklesá úměrně s poklesem parciálního tlaku kyslíku, ale zůstává prakticky stejné (je dáno metabolismem), takže jejich vyšší napětí dále zmenšuje parciální tlak O₂. Při dalším snižování parciálního tlaku kyslíku dochází u netréovaných osob jako projev hypoxie.

S nízkým tlakem vzduchu se člověk může setkat při **turistice v horách**, při **poruchách klimatizace v letadlech** apod. **Zvýšenému tlaku** vzduchu jsou lidé vystaveni při práci ve **velmi hlubokých dolech**, ale především při práci v **kesonech**, práci **potápěčů** apod.

Ionizace ovzduší

Vzdušné ionty jsou drobné částice (molekuly, skupiny molekul, kondenzační jádra, mikroskopické prašné částice), které mají **indukovaný elektrický náboj** (kladný nebo

záporný), vzniklý ztrátou nebo získáním elektronu. K tomu dochází ozářením molekul, zářením radioaktivních prvků nebo únikem radioaktivních plynů z půdy, účinkem kosmických paprsků a paprsků ultrafialových. Kromě toho dochází k **ionizaci** např. při **rozprašování vody**, také při **elektrických výbojích**. Podle náboje se rozlišují vzdušné **ionty kladné a záporné**. Podle velikosti **velké, střední a malé** nebo častěji **těžké a lehké**. Lehké ionty jsou samotné ionizované molekuly. Těžké ionty vznikají adsorpcí na kondenzační jádra, nebo agregací ionizovaných molekul. Koncentrace iontů je výsledkem dynamické stability mezi silami, které plynule tvoří nové ionty a současně působícími destrukčními ději. Mění se podle aktuálních okolnosti atmosféry. Je **vyšší v horních vrstvách atmosféry** nebo při některých pracovních procesech (**sváření elektrickým obloukem**, při práci s **rtg paprsky**, v okolí **zdrojů ultrafialového záření** apod.). Vyšší koncentrace lehkých iontů nacházíme také v **okolí vodopádů a nad hladinou oceánů**. V atmosféře sídlišť a průmyslových zón je lehkých iontů poměrně málo. Zde je zvýšeno množství **těžkých iontů** (20–30 tisíc na m^3). Těžké ionty jsou nestabilní součástí ionizace ovzduší. Rychle se usazují a ztrácejí svůj náboj. Lehké ionty jsou nad hladinou oceánů kolem 400–500 tisíc na m^3 , zatímco ve znečištěném atmosféře klesají na **100 v m^3** . Vykouření jediné cigarety v místnosti výrazně snižuje jejich koncentraci na dobu několika hodin. Obsah iontů v ovzduší kolísá i v průběhu roku. V létě se zvyšuje a v zimě klesá. Působení změn ionizace ovzduší na organismus se uplatňuje hlavně přes dýchací orgány, kde ionty nejspíše odevzdávají svůj náboj. Indikátory jejich účinku je pozorování činnosti řasinkového epitelu v dýchacích cestách, produkce hlenu, změn na elektroencefalogramu, změn krevního tlaku, pH krve, bazálního metabolismu, tvorba hormonů, rychlosti dýchání, teploty a také subjektivních pocitů čilosti nebo únavy. Několik odborných prací ukázalo, že existuje **kladný vliv lehkých negativních iontů** na hypertenzi, Basedowovu chorobu, bronchiální astma, revmatismus, tuberkulózu a také na celkové ladění organismu. Negativní ionty vyvolávají pocit svěžesti. Na základě pozitivních zkušeností s působením lehkých negativních iontů byly vyvinuty **ionizátory ovzduší**. Nejčastěji se využívá tzv. tichého korónového výboje, při kterém ale může vznikat i větší množství ozónu a oxidů dusíku, což je nevhodné. Další ionizátory používají nějakou vhodnou radioaktivní látku a poslední typ používá rozprašování vody. I když nejvhodnější by byl zrovna poslední typ, který do atmosféry nepřidává žádné cizorodé látky, jsou dobré zkušenosti s ionizátory korónového výboje. V různých průmyslových podnicích se při použití ionizátoru popisovalo zlepšení výkonu, pokles únavy apod. Tzv. **ozonizátory**, doporučené občas pro potlačování zápachů apod., jsou pro dráždivost ozónu i současně s ním vznikajících oxidů dusíku zcela nevhodné. Zvláště nevhodné je použití ionizátoru v provozech, kde jsou v ovzduší přítomny

toxické aerosoly. V důsledku ionizace totiž vzrůstá riziko jejich retence v plicích exponovaných osob.

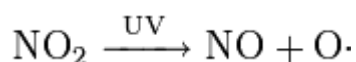
Zdravotní význam základních složek znečištění ovzduší

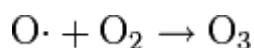
Hlavní skupiny:

1. Primární emise - jsou látky vyloučené přímo ze zdroje do ovzduší. Označení se týká výslovně látek, které byly vypuštěny a ještě neprošly žádnou chemickou nebo jinou reakcí, která by znamenala jejich alteraci.
2. Termín sekundární emise označuje skupinu látek vytvářených v atmosféře reakcemi mezi znečištěninami. Tyto reakce probíhají buď za pomoci fotoaktivace (hlavně UV záření), nebo i bez ní – reakcemi mezi primárními polutanty. Škodlivost těchto látek přitom není nižší než škodlivost jejich výchozích produktů, mohou být dokonce škodlivější než látky výchozí.

Rychlost, jakou spolu primární polutanty reagují, je ovlivněna jejich **koncentrací v ovzduší**, stupněm **fotoaktivace**, dále **velikostí částic** a také **meteorologickými faktory** (rozptyl a vlhkost vzduchu). Důležitým podkladem těchto reakcí jsou pevné částice. Na jejich povrchu dochází k adsorpci plynných částic, což zvyšuje toxicitu těchto plynů. Ty se tak mohou dostávat do styku se sliznicí dýchacích cest v lokálně vysokých koncentracích, i když jejich celková koncentrace ve vzduchu je nízká.

Nejnámější z těchto reakcí jsou ty, při nichž vzniká oxidační smog (dnes označovaný jako letní). Příkladem jednoduché reakce se vznikem sekundárních emisí je slučování aerosolu kyseliny sírové s oxidy kovů. Z chemického hlediska jde o neutralizaci za vzniku solí. Vznikají tak sírany, které představují suchou fázi kyselých imisí. Další typickou reakcí se vznikem sekundárních emisí je disociace oxidu dusičitého (NO₂). NO₂ je aktivován UV zářením (fotoaktivace) a disociuje se na NO a atomární kyslík. Tyto produkty začínají řetěz mnoha dalších reakcí, při nichž vznikají velmi dráždivé látky (ozón, alkylové a formylové radikály, peroxidy). Tyto látky jsou nejen toxické, ale také působí jako promotory karcinogenních látek. Reakci lze shrnout následujícími vzorci:





Jen velmi málo primárních znečištěnin si zachovává trvale svou chemickou identitu po vstupu do ovzduší. Proto při měření znečištění ovzduší a hodnocení expozice člověka znečištěnému ovzduší mluvíme o **imisích**.

Patří sem:

- jemné prachové a aerosolové částice

z plynných imisí

- sloučeniny síry
- dusíku
- uhlíku
- halogenidů
- organické látky
- radioaktivní látky

Z aspektu zdraví člověka zvláštní pozornost zasluhuje **mikrobiální** znečištění ovzduší patřící obecně také k aerosolovým či prachovým imisím.

Tuhé imise, prach a aerosoly

Částice **větší než 100 μm** poměrně rychle sedimentují a mají proto relativně neveliký přímý zdravotní význam. Kvůli velikosti je omezena i jejich interakce s jinými znečištěninami ovzduší. Mohou to být **anorganické prachy** např. kovové částice, křemičitany, fluoridy, oxidy, dusičnany, chloridy, sírany, nebo prachy organického původu jako dehty, bakterie a pyly. Pro svůj značný povrch dávají dobrou příležitost ke **slučování** a **jiným reakcím** na nich adsorbovaných plynných nebo kapalných znečištěnin. Vedle toho **rozptylují světlo**. Při jejich vyšším obsahu v ovzduší může docházet ke značnému snižování viditelnosti. Podle své chemické struktury mohou být značně **jedovaté** pro lidi, zvířata i rostliny. Mají silný **korozivní efekt** na materiály, stávají se kondenzačními jádry pro tvorbu kapiček vody a jsou důvod zvýšeného výskytu mlh a mraků ve průmyslových oblastech.

Částice menší než 10 µm se označují jako **aerosol**. Hmotnostně je jejich obsah ve vzduchu poměrně malý. Mají velký biologický význam. Za **24 hodin** se jich dostane **do dýchacího systému** téměř **0,01 g**, což je několik miliard částic, většinou menších než 1 µm, které infiltrují průduškami až do plicních sklípků. Částice menší než 0,01 µm se začínají chovat jako plynné molekuly. Postupně klesá jejich retence v plicích a částice menší než 0,001 µm jsou vydechovány. Při ukládání částic aerosolu v plicích, jsou nejnebezpečnější částice velké kolem 1–2 µm, protože jsou z 90 i více % zachycovány v plicích. Částice větší než **10 µm** jsou **zachycovány v horních dýchacích cestách**. Řasinkový epitel představuje mukociliární eskalátor, na kterém ulpívají prашné částice. Řasinky kmitají směrem do nosohltanu (v průduškách směrem „ven“ a v nosní dutině „dovnitř“), takže jsou nakonec většinou spolknuty, což má význam hlavně u toxických prachů. Škodlivost prachů a aerosolů závisí na jejich retenci v plicích a ta je v rozhodující míře ovlivněna jejich disperzitou. Tuto stanovujeme pomocí **mikroskopického vyšetření prachu**, nejčastěji **lanametrem**. Lanametrem je mikroskop doplněný clonou s stupnicí. Podklady pro konstrukci distribuční křivky dostaneme změřením velikosti nejčastěji 500 částic analyzovaného prachu a jejich roztríděním do velikostních tříd (2, 2–4, 4–6, 6–8, 8–10, >10 µm). Distribuční křivka vyjadřuje relativní frekvenci zastoupení jednotlivých velikostních tříd zachycených částic a je zásadní pomůckou při posuzování rozsahu hygienického rizika při inhalaci daného prachu. **Chemické složení prachu** je další významný faktor při posuzování zdravotního rizika inhalace. Jestliže prach nemá specifické biologické účinky a působí jenom zaprášení plic, mluvíme o prachu **biologicky inertním**. Obvykle ale, se jedná o prach biologicky agresivní a v důsledku jeho vdechování vznikají různé plicní **koniózy**. Klasický příklad prachu s fibroplastickými účinky je **křemičitý prach**. Dojde tedy ke, zvláště mezi horníky a brusiči obávané, silikóze. **Prach azbestový**, hlavně po dlouhodobé inhalaci dlouho vláknitého prachu, může způsobit zhoubný novotvar poplicnice nebo pohrudnice kromě klasické azbestózy. Prach obsahující beryllium při imunosupresi může způsobit obávanou **berylliózu**. Zaprášení plic **železným prachem** se označuje jako sideróza. Kromě disperzity a chemického složení prachu mají zásadní význam také jeho **fyzikální vlastnosti**. K nim patří smáčivost, krystalická struktura a morfologie prachu, tedy tvar inhalovaných částic. Např. zkoumání provedená mezi obyvateli Sahary, ukázala, že ačkoliv prach zvednutý větrem je převážně čistý oxid křemičitý, nebyla u exponované populace nalezena silikóza. Tyto nálezy byly vysvětlovány tím, že křemičitý prach pouště, a tedy i jeho částice, jsou díky dlouhodobé abrazi převážně kulovité a pouze čerstvě vzniklé částice vyznačující se hranami, hroty a

jehlicovitými strukturami mohou vyvolat vznik typických **silikotických uzlíků**. Výše byl uveden význam délky vláken azbestového prachu pro vznik **mezoteliomu pleury**.

Sloučeniny **síry** mají hlavně podobu oxidů **SO₂** a **SO₃**, dále pak **sulfanu** a **sirouhlíku**. Tyto oxidy se do ovzduší dostávají při **spalování fosilních paliv**, při spalování **mazutu** a jako produkt nejrůznějších technologických procesů, podobně jako sulfan a sirouhlík, zejména v emisích chemického průmyslu.

Ze sloučenin **dusíku** jsou nejvýznamnější jeho **oxidy** a **amoniak**. Oxidy dusíku vznikají při **hoření** za vysokých teplot, tedy především ve všech **elektrárnách** a **teplárnách** na fosilní paliva, a ve válcích pístových motorů. Mohou *dráždit*, po inhalaci se *vstřebávají do krve* a vzniká methemoglobin, a jsou důležitým faktorem ve fotochemických reakcích.

Oxidy **uhlíku** CO₂ a CO vznikají při úplném, resp. nedokonalém spalování uhlíkatých paliv (hlavně z automobilové dopravy). Vysoké koncentrace CO mohou být i na některých pracovištích, např. v kotelnách. **1 mg oxidu uhelnatého** v m³ vzduchu blokuje po několika hodinách dýchání **0,16 % hemoglobinu**.

Halogenové sloučeniny např. HF nebo HCl se do ovzduší dostávají při některých metalurgických procesech. I u nás jsou známy případy masivního poškození rostlinstva a výskytu fluorózy dobytka v okolí hliníkárn a u výroby fosforečných hnojiv.

Organických sloučenin je ve znečištěném ovzduší velké množství, hlavně nasycené i nenasycené uhlovodíky alifatické i aromatické a jejich kyslíkaté i halové deriváty. Jsou emitovány jako páry nebo prchavé sloučeniny. Řada **polycyklických aromatických uhlovodíků** (PAU) má prokazatelné **karcinogenní vlastnosti**. Mezi organickými látkami v ovzduší nacházíme také silně **dráždivé sloučeniny** jako formaldehyd, kyselina mravenčí, akrolein a další. Hlavním zdrojem těchto uhlovodíků jsou automobilové motory, především dvoutaktní a čtyřtaktní benzínové. U vznětových motorů jsou hlavním problémem partikule obsahující karcinogenní látky zejména polycyklické aromáty.

Radioaktivní imise

Radioaktivní látky, např. ve formě radioaktivního stroncia, izotopů jódu, cézia a dalších prvků, mohou ohrožovat zdraví člověka. Mimo pokusy s nukleárními zbraněmi však dosud nebyly zdroje, které by vážně ohrožovaly člověka cestou ovzduší. Současný rozvoj jaderných elektráren přinesl některé potíže téměř výhradně však v případě havárií, jak se to projevilo již dříve při haváriích ve **Windscale** (1956, Anglie), **Three Mile Island** (1979, USA) a zejména při havárii bloku jaderné elektrárny v **Černobylu** v roce **1986**. Správně provozovaná jaderná elektrárna je z hlediska radioaktivních emisí do ovzduší méně nebezpečná než obvyklá tepelná elektrárna spalující uhlí.

Sekundární emise

Rychlost, rozsah reakce a reakční cesty, kterými reagují složky emisí mezi sebou, jsou ovlivněny koncentrací reagujících látek, stupněm fotoaktivace (tvorba radikálů především ultrafialového záření), meteorologickými rozptylujícími faktory, velikostí částic a vlhkostí vzduchu. Hlavním podkladem atmosférických reakcí jsou pevné částice. Na jejich povrchu se vstřebávají molekuly plynu. Toto zvýšení koncentrace na povrchu aerosolových částic má významný patofyziologický důsledek; částice s adsorbovaným plynem zvyšují toxicitu plynu, zvláště jeho lokální účinky, protože se stávají při styku se sliznicí dýchacích cest místy vysokých koncentrací, i když je sumárně obsah uvažovaného plynu ve vzduchu malý. V nejjednodušším případě mohou spolu v ovzduší reagovat dvě látky, jako je např. slučování aerosolu kyseliny sírové s oxidy kovů. Tento příklad představuje neutralizaci vytvářením solí. Tato neutralizace je však nespolehlivá, protože je jen velmi vzácně optimální poměr obou látek, který by mohl zaručit její úplný průběh.

Zejména však některé **sírany kovů** nejsou méně škodlivé než oxidy síry samy o sobě. Tyto sírany představují suchou fázi kyselých imisí. Poznání této skutečnosti je jedním z vážných argumentů používaných proti *čpavkové metodě* odsiřování emisí. Mezi hlavní fotochemické reakce spouštěné **UV zářením**, při nichž vznikají sekundární emise významného zdravotního dosahu, patří disociace oxidu dusičitého NO_2 na NO a atomární kyslík ve stavu zrodu, které jsou schopny startovat řetěz dalších reakcí, při nichž vznikají velmi dráždivé látky jako **ozón**, různé **radikály** (alkyly, formyly), látky **peroxidické povahy** (peroxiacetylnitrát). Vedle přímé toxicity těchto látek se přisuzuje podpůrný účinek na vznik nádorového bujení a účinek radiomimetický (podobný ionizujícímu záření).

Smog

V souvislosti s rostoucími problémy ve znečišťování atmosféře se tradičně používá název smog, často však nesprávně a v nevhodných souvislostech. Smog existuje ve dvou zásadně odlišných formách.

- **Redukční typ smogu**, tzv. *londýnský* smog, je směsí kouře, oxidů síry a dalších plynných spodin spalování uhlí při vysoké relativní vlhkosti vzduchu a je obvykle doprovázen hustou mlhou. Škodlivé účinky tohoto typu smogu jsou potencovány přítomností popílku, jež umožňuje jejich transport do dolních části dýchacích cest; největší intenzity dosahuje nad ránem, při teplotě 0–5 °C
- **Oxidační typ smogu**, tzv. *losangeleský* dnes označovaný jako *letní smog* vzniká na základě zplodin spalování kapalných a plynných paliv a jeho vznik je spojován s masivním znečišťováním ovzduší výfukovými plyny automobilů. Tento typ smogu označován také jako *fotochemický*, protože se na jeho vzniku podílejí fotochemické reakce; vzniká v průběhu jasného počasí, při teplotě 25–30 °C

Kouření a znečištění ovzduší

Kouření má podstatně negativní účinek na zdraví z toho důvodu, že ani v oblastech s nejvíce znečištěným ovzduším a za nepříznivých povětrnostních podmínek se obvykle nesetkáváme s takovou mírou expozice člověka, která by byla srovnatelná s expozicí silného kuřáka. Přitom významné zlepšení zdravotního stavu téměř poloviny populace by bylo možné dosáhnout radikálním omezením spotřeby cigaret bez jakýchkoliv investic. Boj proti kouření musí být založen na dlouhodobém, komplexním programu zaměřeném zejména na **mládež a ženy**, především **gravidní**. Pro odvykání kouření by mělo sloužit vedle poraden také správně zaměřené působení hromadných sdělovacích prostředků. Za slibný pomocný prostředek k odvykání kouření se pokládá podle doporučení **5. světové konference** o kouření a zdraví, **Winipeg 1983**, také **žvýkací guma** obsahující **nikotin**. Na závěr pouze citát z memoranda expertů Světové zdravotnické organizace „Kouření a zdraví“ WHO **1975**, kde je uvedeno, že „nemoci spojené s kouřením cigaret jsou tak významnou příčinou nemocnosti a předčasně

smrti, že kdyby se přestalo kouřit, zlepšil by se zdravotní stav lidí a prodloužil jejich život více, než by bylo možné dosáhnout jakoukoli jinou samostatnou akcí preventivní medicíny."

Škodliviny v prostředí

Určování nejvyšší přípustná koncentrace škodlivin v prostředí (NPK)

1. Přípustná koncentrace určité škodliviny je taková, která nevyvolává přímý nebo nepřímý škodlivý účinek u člověka, nesnižuje jeho pracovní schopnost a nesnižuje jeho pohodu.
2. Návyk na škodlivinu v určité koncentraci musí být považován za nepříznivý faktor a důkaz nepřipustnosti takové koncentrace.
3. Koncentrace škodlivin, které působí nepříznivě na vegetaci, místní klima, průzračnost ovzduší a na normální životní podmínky jsou nepřipustné.

Stanovování NPK v pracovním prostředí (NPK-P)

Nejvyšší přípustné koncentrace chemických látek v pracovním ovzduší jsou koncentrace látek, kterým nesmí být zaměstnanec v žádném časovém úseku pracovní doby vystaven.

Platí předchozí formulace s ohledem na následující skutečnosti:

1. omezená doba expozice osob v pracovním prostředí (nejčastěji 8 hod 5 dní v týdnu) – NPK-P = taková koncentrace škodlivin v ovzduší, při které nedojde k poškození zdraví ani při mnohaleté 8 hodinové expozici,
 - celosměnné koncentrace,
 - nárazové koncentrace,
2. v pracovním prostředí jsou faktorům exponováni zdraví dospělí lidé, v životním prostředí je to veškerá populace,
3. v pracovním prostředí můžeme expozici škodlivým faktorům regulovat (př. vzduchotechnická zařízení).

Z těchto důvodů plyne vyšší náročnost na kvalitu prostředí a tedy nižší hodnoty NPK v životním prostředí ve srovnání s pracovním prostředím.

NPK-P = PEL (přípustný expoziční limit - dán tabulkově) x koncentrace dané látky v prostředí

Kombinovaný a komplexní účinek

Škodliviny v prostředí existují převážně ve směsích

- **kombinovaný účinek** – působení směsi škodlivin v určité části prostředí (voda, vzduch)
- **komplexní účinek** – působení určité jedné škodliviny z různých částí prostředí, určujeme celkovou denní přijatelnou (přípustnou) dávku – PDD

PDD (přípustná denní dávka) = koeficient vstřebávání škodliviny + dávka z ovzduší + dávka z vody + dávka z potravin. Je to taková dávka, která je **neškodná při celoživotní expozici** (nezpůsobí vznik fyzické či duševní nemoci nebo změny na zdraví, které jsou za hranicí adaptačních reakcí, postihnutelných moderními vyšetřovacími metodami), a to dlouhodobě, buď u něho samého, nebo u jeho dalších generací.

Metodické postupy ke stanovení NPK

1. Studium přirozeného pozadí příslušné škodliviny v životním prostředí člověka,
2. akutní experiment (stanovení střední smrtné dávky LD50), experiment subakutní a chronický na zvířatech,
3. pozorování a experimenty u lidských dobrovolníků – určení změn v důležitých fyziologických funkcích (čichový práh, změny barevného vidění, změny v elektroencefalogramu apod.).

Po stanovení NPK se tyto zpětně prověřují systematickým sledováním kolektivů exponovaných lidí různého věku, pohlaví apod., tedy v epidemiologických studiích.

Test akutní toxicity

Provádí se na 3 druzích zvířat, z nichž jeden druh nemá být hlodavec. Alespoň u 1 druhu by měla být stanovena akut.toxicita u obou pohlaví. Zvířata jsou po jednorázové aplikaci dané noxy pozorovány 2–4 týdny při sledování klinického obrazu, toxických příznaků a úmrtnosti, včetně pitevních nálezů uhynulých zvířat.

Test subakutní toxicity

Je posuzován účinek zkoumaných látek po opakované, příp.kontinuální aplikaci po dobu představující cca 10 % předpokládané délky života zvířete (90 dnů u potkanů, 1 rok u psa). Test má být proveden na min 2 druzích zvířat – hlodavec a nehlodavec. Používá se obvykle 10–20 zvířat obou pohlaví v každé skupině exponované jednotlivé koncentraci studované látky (ve vodě, potravě, ovzduší nebo nanášené na kůži). Koncentrace či dávky by měly být voleny tak, aby aspoň 1 nevyvolávala žádný efekt a naopak min 1 způsobovala spolehlivě identifikovatelné toxické změny.

Test chronické toxicity

Cílem je nalézt nejvyšší dávku či koncentraci, která nevyvolává žádný prokazatelný toxický účinek, pokud je aplikována po celý život nebo podstatnou část života exponovaných zvířat a odhalit účinek, které nelze zjistit v subakutních testech. Nejčastěji se provádí na potkanech obojího pohlaví ve skupinách po 25 jedincích pro každou dávku či koncentraci a trvají 12–24 měsíců. Hodnotí se zkrácení délky života, případná kumulace noxy ve tkáních či orgánech a potenciální genotoxické účinky na základě podrobné makro a mikroskopické analýzy tkání a orgánů exponovaných zvířat a vybraných hematologických a biochemických vyšetření. Extrapolace z výsledků získaných při pokusech na zvířatech na člověka je obvykle mimořádně obtížný problém vzhledem ke známým mezidruhovým rozdílům mezi obratlovci. Př. styrenu králíků byla v moči zjištěna zvýšená koncentrace kyseliny hippurové, u člověka kyselina mandlová, méně kyselina fenylglyoxylová, u potkana kyselina glyoxylová.

Údaje o působení studovaných látek na člověka jsou získávány při terapii průmyslových otrav, z klinických pozorování při preventivních prohlídkách, z cílených klinicko-

epidemiologických studií na neprofesionálně exponované populaci a v pokusech na lidských dobrovolnících.

Ovzduší

Při sledování vlivu faktorů prostředí byla a stále je věnována pozornost především znečištění ovzduší. Je prokázáno, že znečištění ovzduší hraje významnou roli např. u chronických obstrukčních plicních onemocnění, nádorů plic či alergií. Pro ovzduší je charakteristické, že k nechtěné expozici látkám přítomným v ovzduší našeho okolí dochází prakticky neustále. Kromě kontinuální expozice je nutno zvažovat i vliv epizodických expozic v období inverzí, kdy koncentrace škodlivin v ovzduší v důsledku meteorologických podmínek dramaticky stoupá. Nejvíce poznatků o vlivu ovzduší na zdraví pochází právě ze studia důsledků těchto extrémních krátkodobě působících situací, k nimž vedlo intenzivní spalování fosilních paliv, vysoká průmyslová zátěž a nevhodná meteorologická situace, jako byl v minulosti případ Meuse Valley (1930) či Londýn (1952). V posledních desetiletích se situace postupně mění. Vysoké koncentrace škodlivin v ovzduší se vyskytovaly u nás zvláště v období 70. – 80. let především v pánevních okresech severních Čech a v průmyslovém konglomerátu Ostravsko-Karvinska. V současné době se stávají stále významnějším zdrojem znečištění emise motorových dopravních prostředků.

Při studiu vlivu ovzduší na zdravotní stav člověka je sledován tradičně zejména vliv vnějšího (venkovního) ovzduší. Člověk je však exponován působení faktorů prostředí i ve vnitřních prostorech. Současný způsob života se vyznačuje převahou (až 90%) doby pobytu člověka v prostorech bytů, pracovišť či dopravních prostředků a tak kvalita ovzduší

v budovách a dalších prostorách ve vztahu ke zdravotním rizikům nabývá na významu. I když kvalita vnitřního ovzduší je zčásti determinována koncentracemi škodlivin v ovzduší venkovním, mohou mezi vnějším a vnitřním ovzduší být značné rozdíly ve složení, koncentraci a tedy i expozici pobývajících osob. Některé škodliviny se mohou v prostorách budov vyskytovat ve vyšší koncentraci než venku, další látky jsou typické pouze pro vnitřní prostředí. Znalost vnitřního prostředí je proto důležitá při hodnocení expozice i charakterizaci rizika. Typický pro vnitřní prostředí je např. tabákový kouř. Nejedná se ale jen o chemické škodliviny, ale i o biologické faktory související např. s alergií nebo infekčním onemocněním (např. Legionela).

Toxikologická charakteristika hlavních kontaminujících látek v ovzduší:

Název	Zdroj	Zdravotní účinky
Ozon	Vzniká fotochemickou reakcí oxidů dusíku a VOCs*	Problémy s dýcháním, snížení plicních funkcí, astma, podráždění očí, pocit ucpaného nosu, snížená odolnost k rýmě a dalším infekcím, může urychlovat stárnutí plicní tkáně
VOCs (zahrnují látky jako benzen, toluen, xyleny, metylenchlorid, metylchloroform (dichlormetan, trichlormetan?)	Uvolňují se při spalování paliv (uhlí, benzin, olej, dřevo, plyn), z rozpouštědel, barviv a laků i dalších látek. Významným zdrojem jsou automobily	Podobné účinky jako ozon, některé složky VOCs mohou být karcinogenní nebo vyvolávat jiné závažné zdravotní účinky (neurotoxicita, hepatotoxicita)
Formaldehyd	Tabákový kouř, nábytek, podlahové krytiny, textilie, výfukové plyny	Dráždění očí a HCD, alergie, karcinogenita
NO ₂ – oxid dusičitý (jedna z forem NO _x -oxidů dusíku)	Spalování benzínu, uhlí, plynu, dřeva, oleje apod.	Dráždění, ovlivnění dýchacích funkcí a snížení odolnosti k onemocněním cest

	Významným zdrojem jsou automobily	dýchacích a plic, zvyšuje riziko výskytu astmatických záchvatů
CO – oxid uhelnatý	Spalování benzínu, uhlí, plynu, dřeva, oleje apod.	Snižuje schopnost krve (Hb) přenášet kyslík k buňkám a tkáním. Více jsou ohroženy osoby se srdečními a cirkulačními problémy a osoby s onemocněním dýchacích cest a plic.
Prašný aerosol (TSP, PM ₁₀ , PM _{2,5})	Spalování dřeva, nafty a dalších paliv, emise průmyslových provozů, orba, požáry, sekundární prašnost	Podráždění nosu a horních cest dýchacích, bronchitidy, poškození plic, předčasné úmrtí, riziko nádorového onemocnění v důsledku adsorbovaných PAU
SO ₂ – oxid siřičitý	Spalování uhlí, zejména s vyšším obsahem síry, průmyslové procesy (papírenský, kovo)	Dýchací problémy, poškození plic
Olovo	Používání benzínu s obsahem olova, olovnatá barviva, průmysl (hutnictví, výroba baterií)	Poškození CNS s vyšším rizikem u malých dětí. Některé sloučeniny olova mohou vyvolávat nádory u zvířat. Olovo způsobuje i onemocnění zažívacího traktu a další zdravotní obtíže
Biologické faktory – viry, bakterie, plísňe, roztoči, hmyz, pyl	Rostliny, zvířata, člověk	Infekční onemocnění, alergie, toxické účinky
Radon (vnitřní ovzduší)	Podlazi, voda ze studny, některý stavební materiál	Karcinogenita

Pitná voda

Hodnocení zdravotního rizika z pitné vody podle metody U.S.EPA patří teoreticky k relativně velmi dobře propracovaným oblastem a v praxi k nejčastěji používaným aplikacím. Hlavním důvodem je nepochybně význam pitné vody: každý člověk je denně, po celý život tomuto médiu exponován a možnosti ovlivnit jeho původ a kvalitu ze strany spotřebitele byly

donedávna velmi omezené. Rizika z pitné vody jsou dlouho a poměrně dobře známá a příslušné úřady věnují pitné vodě značnou pozornost – nejen proto, že pitná voda je v domácnosti používána i na neméně důležité jiné úkoly hygieny a sanitace. A pitná voda je konečně vděčným předmětem hodnocení rizika i proto, že je tématem (opět relativně) lépe uchopitelným – díky stálé a homogenní koncentraci látek, dobře definované nebo zjistitelné spotřebě apod. – než některé jiné faktory životního prostředí.

Vlastní postup a metoda hodnocení zdravotního rizika z pitné vody se neliší od obecných zásad, logicky strukturovaných do čtyř kroků, které jsou podrobněji popsány na jiném místě. Přesto lze v každém kroku nalézt zvláštní situace nebo proměnné specificky spojené s expozicí pitné vodě.

Určení nebezpečnosti

Pitná voda může být zdrojem řady rizik biologické, chemické i fyzikální povahy. V praxi jsme však dnes schopni hodnotit pouze míru rizika z přítomnosti chemických látek (toxické nebo karcinogenní účinky).

Metoda hodnocení zdravotních rizik je (zatím) nepoužitelná pro hodnocení zdravotního vlivu fyzikálně upravené vody, např. elektromagnetickým polem nebo různými druhy záření, pro hodnocení problémů spojených s nedostatečným nebo naopak nadbytečným obsahem takových základních součástí vody (a zároveň esenciálních prvků) jako je např. vápník a hořčík nebo konečně pro hodnocení rizika u vody nejobávanějšího: přenosu infekčních nemocí.

Existuje sice snaha o aplikaci této metody také na mikrobiologickou kvalitu vody, ale běžná nedostupnost základních údajů i velká míra nejistot neumožňují praktické využití pro hygienickou praxi. Pro hodnocení je např. nutné znát koncentraci patogenu (-ů) ve vodě, ale běžně se stanovují pouze tzv. indikátorové mikroorganismy, které jsou pro metodu hodnocení zdravotních rizik nepoužitelné. Infekční dávka kolísá v závislosti na infekčnosti a virulenci mikroorganismu a vnímavosti hostitele a i u jednoho druhu se může lišit o několik řádů. Jako konzumované množství vody by se mělo uvažovat jen množství vody požitá bez převaření (podle jedné britské studie se průměrně jen asi 11% z celkového množství požitá vodovodní vody konzumuje bez převaření) apod. Přesto vznikly v této oblasti zajímavé a přínosné studie. Podařilo se například odhadnout koncentraci některých mikroorganismů v pitné vodě, při kterých riziko onemocnění nepřekročí řádově 10^{-4} na osobu a rok (t.j. přijatelná hodnota

mikrobiologického rizika stanovená U.S.EPA): rotavirus $2,2 \times 10^{-7}$; poliovirus-1 $1,5 \times 10^{-5}$ (resp. $1,9 \times 10^{-3}$ u jiného kmene); poliovirus-3 $2,6 \times 10^{-7}$; Entamoeba coli $6,2 \times 10^{-7}$; giardia $6,8 \times 10^{-6}$; echovirus-12 $6,8 \times 10^{-5}$; cryptosporidium $3,3 \times 10^{-3}$ (vše počet na 1 litr vody).

Postup identifikace zdraví škodlivých látek v pitné vodě může vycházet:

z provedeného rozboru vody, obvykle dle ČSN 757111 Pitná voda nebo nově podle prováděcí vyhlášky k zákonu o ochraně veřejného zdraví; pak je nutné si uvědomit, že některé ukazatele nemají přímý zdravotní dopad, ale mají význam indikační, provozně technologický nebo ovlivňují senzorickou kvalitu vody – zde hodnotit míru rizika buď nelze vůbec nebo nemá smysl (pokud nejde o vyvrácení obav veřejnosti); u zdravotně významných ukazatelů anorganických i organických můžeme vedle toxického účinku hodnotit u některých látek (klasifikovaných jako prokázané nebo pravděpodobné lidské karcinogeny) i účinek karcinogenní – vedle látek s uvedeným typem limitu „mezí hodnota referenčního rizika“ jde např. o arsen, berylium (i když zde je karcinogenita při orálním podání sporná), akrylamid, tetrachlormethan, TCE, PCE, benzo(a)pyren, trihalogenmethany a řada pesticidů – abychom uvedli alespoň ty, pro které lze nalézt směrnici rakovinového rizika;

z možného zdroje kontaminace: zda se jedná o kontaminaci zdroje vody (přírodního původu např. arsenem nebo antropogenního původu např. dusičnany nebo nejrůznějšími průmyslovými chemikáliemi v důsledku havárií nebo jejich nesprávného použití); zda jde o látky vnesené do vody procesem úpravy (použité chemikálie nebo vedlejší produkty dezinfekce) nebo zda se jedná o kontaminaci pocházející z rozvodného potrubí (vinylchlorid, olovo, měď ad.); určení druhu a zdroje kontaminace pomůže jak pro identifikaci příslušných rizikových látek, tak i pro odhad homogenosti koncentrace polutantu v čase i délky trvání kontaminace (nehledě k důležitosti pro management rizika).

Informace o tom, jaké nepříznivé zdravotní účinky lze u které látky očekávat, lze nalézt jednak v obecných toxikologických databázích typu IRIS apod., jednak pro pitnou vodu užitečným zdrojem sumarizovaných a specifických informací lze nalézt v posledním vydání publikace WHO *Guidelines for drinking-water quality* (především díl 1 a 2). Jiné užitečné a často důležité informace o původu, formách a chování látek ve vodě lze nalézt v učebnicích hydrochemie a vodárenství.

Hodnocení vztahu dávka-účinek

Tento krok nemá pro vodu zvláštní specifika. K posouzení míry rizika toxického nekarcinogenního účinku, kdy se předpokládá prahové působení, používáme při expozici z pitné vody orální referenční dávku RfD_o (dle U.S.EPA) nebo přípustný denní příjem ADI, resp. TDI (dle WHO). S postupem výpočtu RfD a TDI pro danou škodlivinu a jejím stupněm jistoty je vhodné se vždy seznámit. Při hodnocení toxického účinku těkavých organických látek z pitné vody (viz dále), u kterých je třeba kvantifikovat i expozici inhalační a dermální, používáme i inhalační referenční dávku RfD_i .

Pro kvantifikaci karcinogenního účinku, kdy se předpokládá bezprahový účinek, se k vyjádření karcinogenní potence látky používá tzv. směrnice rakovinového rizika (CPS – Cancer Potency Slope) pro orální nebo inhalační expozici.

Pro rychlé posouzení přípustnosti rizika při krátkodobé kontaminaci vody nekarcinogenními toxickými látkami stanovily některé země (např. USA, Austrálie, Nizozemí, chystá se i v ČR) limity pro krátkodobé zásobování nouzové pitnou vodou. Jde o koncentrace daných látek v pitné vodě, které by neměly vést k nepříznivému ovlivnění zdraví. Nejznámější a nejobsáhlejší jsou americké Health Advisories.

Pro vyhledání údajů k vztahu dávka-účinek slouží především databáze U.S.EPA IRIS nebo Risk-based Concentration Table a dále databáze a publikace WHO (např. série monografií *Environmental Health Criteria*) ad. Pro vlastní výpočet vztahu dávka-účinek tam, kde hodnota RfD , TDI nebo CPS chybí, je nutné použít i jiné, obecnější toxikologické databáze, které sumarizují výsledky experimentů na zvířatech a dobrovolnících a případných epidemiologických studií.

Hodnocení expozice

Hodnocení expozice je klíčový krok při hodnocení rizika. Zohledňuje konkrétní situaci v posuzovaném místě. Zatímco v ostatních fázích hodnocení se pracuje převážně s danými hodnotami a způsobem výpočtu, při hodnocení expozice lze individuálně zvolit velmi proměnlivý scénář, který může vést k stanovení značně rozdílných hodnot průměrné denní dávky a tím přirozeně i rozdílným mírám rizika.

Vzorec pro výpočet průměrné denní dávky (ADD – average daily dose, u nekarcinogenního rizika; v mg/kg/den) při expozici z pitné vody se opět neliší od běžného postupu v hodnocení zdravotního rizika :

$$\text{ADD(orální)} = (\text{CW} \times \text{IR} \times \text{EF} \times \text{ED}) / (\text{BW} \times \text{AT}) \text{ kde}$$

CW ... koncentrace látky ve vodě v mg/l

IR ... množství požití vody v l/den

EF ... frekvence expozice ve dnech za rok

ED ... trvání expozice v letech

BW ... tělesná hmotnost v kg

AT ... doba ve dnech, na kterou expozici průměrujeme – při hodnocení rizika toxického účinku platí, že $\text{AT} = \text{ED} \times 365$, při hodnocení rizika karcinogenního průměrujeme dávku na celou předpokládanou délku života (70 let), $\text{AT} = 70 \times 365$, dostáváme tzv. celoživotní průměrnou denní dávku LADD (lifetime average daily dose)

Zdravotní rizika z půdy

Půda je nedílnou součástí životního prostředí člověka. Pro člověka v posledních letech stoupá také její hygienický význam z hlediska vzrůstající kontaminace prostředí.

Migrace kontaminantů je relativně pomalá, takže půda z hlediska kontaminace prostředí je ukazatel značně stabilní a dlouhodobě ovlivňuje životní prostředí řádově desítky, stovky a teoreticky i několik tisíc let.

Znečištění půdy má oproti znečištění vody a ovzduší také to specifikum, že není zpozorováno okamžitě, není vnímáno smyslovými orgány, ale projevuje se v mnoha případech skrytě (např. v případech iontů toxických kovů, které mají schopnost dlouhodobé vazby v půdních strukturách a u látek typu PCBs a PAU s dlouhou dobou perzistence). Takovéto typy kontaminantů se nakonec dostávají do organismu člověka, kde se kumulují. Přísun těchto látek je buď přímý, nebo pomocí potravinových řetězců. Počáteční stadia znečištění půdy jsou

proto těžko kontrolovatelná. Různorodé škodliviny mohou mít původ v pozadí daném geologickým složením půdy ovlivňovaným také vlivem klimatických podmínek, anebo pocházejí z antropogenního znečištění.

Typ znečištění

ČR se co do stupně znečištění půdy a prachu řadí k evropskému regionu, ke státům s vyspělou průmyslovou aglomerací, kde je převažujícím zdrojem tohoto znečištění antropogenní působení ve srovnání s východní částí Evropy, kde jsou v rovnováze s faktory geologickými. Kontaminace půdy v ČR má lokální charakter s vazbou na průmysl, těžbu a ukládání odpadů. Největší kontaminanty pocházejí z městských aglomerací, hlavně průmyslových, kde dochází ke kumulaci negativních faktorů (doprava, průmysl, lokální topeniště), kontaminace je i v oblasti zahrádkářských kolonií, v městských aglomeracích je závažná kontaminace rekreačních ploch patogenními mikroorganismy a parazity. Některé anomálie výskytu těžkých kovů často souvisejí i s obsahy těchto kovů v půdotvorném substrátu. Základními škodlivinami v půdě, které mohou poškodit zdraví, jsou chemické látky (toxické kovy a perzistentní organické látky) a patogenní mikroorganismy.

Toxické kovy

Mezi nejdůležitější zde patří Cd, Pb, Hg, Zn, Cu, Se, Ni, dále Cr, V, As, Tl, Be. Přetrvávání toxických kovů v půdě závisí na chemických a fyzikálních vlastnostech půdy, které ovlivňují jejich další aktivitu. U řady z nich je znám karcinogenní efekt. Citlivější k působení toxických kovů je dětská populace, hlavně předškolní. Zvýšená kumulace toxických kovů byla prokázána v jejich krvi, moči a vlasech. Významnou část expozice zde tvoří potrava a voda znečištěná prachem. Nežádoucí vliv na zdraví dětí závisí i na jejich sociálněekonomických poměrech a životním stylu rodiny (je prokázáno, že u dětí s horším zajištěním v rodině, s nízkým příjmem a horšími hygienickými podmínkami je vyšší riziko zdravotního poškození z tohoto pohledu), roli hraje i pohlaví (u chlapců je horší situace) a věk (nejrizikovější jsou děti mezi 3–6 rokem).

Organické látky

Závažné riziko představují perzistentní chlorované organické látky typu polychlorovaných bifenyly (PCB), akutní toxicita PCB je nízká, výrazně nebezpečnější je chronické vystavení nízkým dávkám, vzhledem k jejich schopnosti perzistence a bioakumulace hlavně v tkáních s vyšším obsahem tuku. Spolu s polycyklickými aromatickými uhlovodíky (PAU), které jsou z 97 % původem z emisí při nedokonalém spalování nebo pyrolýze fosilních paliv, mohou výrazně ovlivňovat zdravotní stav. Hlavními zdravotními riziky je karcinogenita, snižování imunity, poškození reprodukčních schopností a hormonální nerovnováha.

Pesticidy

Vliv pesticidů na přirozené fungování ekosystému a zdraví člověka je většinou nepříznivý. Žádoucí je omezené užívání. Laboratorní studie naznačují, že mnoho pesticidů používaných v dnešní době v rámci EU mohou působit toxicky na vývoj nervové soustavy, přičemž poškození vývoje mozku může být vážné a nezvratné. Vystavení pesticidům může také zvyšovat riziko vzniku leukémie u dětí. Řada pesticidů má schopnost narušovat hormonální systém člověka i živočichů a jsou řazeny mezi endokrinní disruptory.

Dusičnany (nitráty, skup. $-\text{NO}^3$)

Jsou schopné vyvolat alimentární methemoglobinémii u kojenců a mohou být prekurzorem nitrosaminů a nitrosamidů u ostatních populačních skupin. Využívají se jako dusíkatá hnojiva.

Mikrobiální kontaminace

Díky množství organických látek a většinou i dostatek makrobiotických a stopových prvků, kyslíku i vlhkosti, jsou v půdě příznivé podmínky pro růst a existenci mikroorganismů. V případě, že v půdě nejsou extrémní podmínky (teplota, pH, redox potenciál, solnost), mají mikroorganismy téměř ideální prostředí pro svoji existenci. Jakákoliv změna podmínek v

prostředí půdy ale může vyvolat významné změny ve struktuře mikrobiální populace. Toho se využívá k hodnocení kvality půdy, kontaminace půdy, podmínek v půdě, stresových faktorů a podobně. Na základě reakce na změnu podmínek se mikroorganismy mohou využívat jako bioindikátory různých negativních vlivů.

6. TĚLESNÁ HYGIENA

Zdravotní a hygienická problematika bazénů

Zdravotní a hygienická problematika bazénů se zabývá zdroji a druhem znečištění bazénové vody. Hlavní zdroj znečištění je **člověk**. K látkám, způsobujícím znečištění bazénové vody patří buněčný detritus (odloupané epitelie kůže, sliznic a vlasů), mikroorganismy a různé organické látky (pot, moč, mazové a slizové sekrety, zbytky kosmetických prostředků, opalovacích krémů, mýdla apod.).

Fekální znečištění

Fekální znečištění je nejběžnějším znečištěním vody vůbec. K indikátorům patří bakterie, viry i prvoci.

Bakterie:

- enterokoky – streptokoky skupiny D (čerstvé znečištění);
- koliformní bakterie – enteropatogenní *Escherichia coli*;
- sporující klostridie – *Clostridium perfringens*.

Viry:

- enteroviry;
- adenoviry;
- viry hepatitidy A.

Prvoci:

- Giardia;
- Cryptosporidium.

Zdroje fekálního znečištění

- Návštěvníci bazénu;
- ptáci a hlodavci u venkovních bazénů;
- kontaminovaná přitékající voda.

Mikroorganismy nefekálního původu

- **Bakterie:** Legionella spp., Pseudomonas spp., Mycobacterium spp., Staphylococcus aureus., Leptospira spp.
- **Viry:** papilomaviry, adenoviry.
- **Plísně:** Trichophyton spp., Epidermophyton floccosum.
- **Prvoci:** Naegleria fowleri, Acanthamoeba spp.

Chemická kontaminace bazénové vody

Produkty dezinfekce a úpravy vody:

- dezinfekční a algicidní přípravky;
- zbytky koagulans a látek upravujících pH;
- vedlejší produkty chlorace vody (chloramin, chlorečnany, plynný chlór, halogenoctové kyseliny, trihalogenmethany).

Znečištění přitékající vody:

- Nežádoucí organické látky, uhlíkaté sloučeniny, prvoci a mikrobi;
- chemické látky (produkty průmyslové výroby, zbytky hnojiv a pesticidů).

Chemické látky, jejichž zdrojem je návštěvník bazénu:

- moč, pot, produkty mazových žláz;

- zbytky opalovacích krémů, líčidel, mýdel, prach z povrchu těla.

Faktory ovlivňující riziko spojené skoupaním

- Způsob expozice (ingesce, inhalace, dermální kontakt a absorpce kůží);
- délka pobytu v bazénové vodě (odmaštění a maceraci pokožky, k jejímu dráždění chemickými látkami, vzniku vyrážek, mechanicky poškozená pokožka – odřeniny, ragády – usnadňuje vstup infekce);
- zdravotní stav (vnímaví jedinci – se sníženou nebo poruchou imunity);
- chování návštěvníků (úvodní sprchování před vstupem do bazénů).

Zdravotní rizika spojená s teplotou vody

Náhlé nebo déletrvající vystavení se extrémním teplotám může být u citlivých osob spojeno se zdravotními problémy.

- Horká voda (termální lázně) – ospalost, mdloby.
- Studená v ochlazovacích bazéncích (sauna 8–10 °C) – zástava dechu, hypotermie, zpomalený srdečním rytmus, svalové křeče nebo i ztráta vědomí.
- Expozici těmto teplotním extrémům by se měly vyhnout těhotné ženy a malé děti, lidé trpící chorobami srdce a oběhu.

Riziko alergických onemocnění

- spojené s návštěvou chlorovaných bazénů;
- oxidanty na bázi chloru přispívají ke zvýšení rizika atopických onemocnění, (astma nebo senná rýma) – usnadňují transepitelové pronikání alergenů;
- riziko hlavně u zaměstnanců bazénu, závodních plavců.

Kontrola bazénové vody

- Přítomnost osob v bazénové vodě představuje kontinuální vnášení mikroorganismů a riziko přenosu infekce mezi osobami;
- pokud je bazén v provozu a využíván, určité zdravotní riziko zde bude existovat vždy;
- důležitá je pravidelná kontrola kvality vody v bazénu.

Indikátory znečištění:

- **Escherichia coli**: indikátor fekálního znečištění;
- **počet kolonií při 36 °C**: celkové mikrobiologického zatížení vody;
- **Pseudomonas aeruginosa a Staphylococcus aureus**: ukazatelé specifické nefekální kontaminace z koupajících se osob;
- **Legionely**: oportunní patogen, ukazatel celkového hygienického stavu vodního systému;
- **průhlednost, zákal** – ukazatel zátěže bazénu a účinnosti úpravy vody;
- **pH** – optimálním rozmezí (7,2–7,6);
- **vázaný chlor, volný chlor**;
- **oxidačně–redukční potenciál (ORP)**.

LITERATURA:

<http://www.wikiskripta.eu/>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hygiene>

<http://oko.yin.cz>

